

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Escuela Profesional de Agronomía



TESIS

**“EFECTO DE DIFERENTES FUENTES ORGÁNICAS EN EL
RENDIMIENTO DE CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.)
VARIEDAD INIA 302 AMARILIS-CUTERVO”**

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Presentado por el Bachiller:

ELVIS LLANOS BAZAN

ASESOR:

Dr. EDIN EDGARDO ALVA PLASENCIA

CAJAMARCA-PERU

-2026-

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador: ELVIS LLANOS BAZAN

DNI: 70269176

Escuela Profesional/Unidad UNC: Agronomía

2. Asesor:

Dr. Edin Edgardo Alva Plasencia

3. Facultad/Unidad UNC: Ciencias Agrarias

4. Grado académico o título profesional:

☐ Bachiller

☒ Título profesional

☐ Segunda especialidad

☐ Maestro

☐ Doctor

5. Tipo de Investigación:

☒ Tesis

☐ Trabajo de investigación

☐ Trabajo de suficiencia profesional

☐ Trabajo académico

Título de Trabajo de Investigación: "EFECTO DE DIFERENTES FUENTES ORGÁNICAS EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD INIA 302 AMARILIS - CUTERVO"

6. Fecha de evaluación: 08/03/2026

7. Software antiplagio: ☒ TURNITIN

☐ URKUND (OURIGINAL) (*)

8. Porcentaje de Informe de Similitud: 21%

9. Código Documento: oid: 3117:565225094

10. Resultado de la Evaluación de Similitud: 21%

☒ APROBADO

☐ PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O

DESAPROBADO

Fecha Emisión: 10/03/2026

Firma y/o Sello
Emisor Constancia



Dr. Edin Edgardo Alva Plasencia
DNI: 26620894

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"

Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Secretaría Académica



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los cuatro días del mes de marzo del año dos mil veintiséis, se reunieron en el ambiente 2C - 202 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 161-2026-FCA-UNC, de fecha 09 de febrero del 2026**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la **TESIS** titulada: **"EFECTO DE DIFERENTES FUENTES ORGÁNICAS EN EL RENDIMIENTO DE CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD INIA 302 AMARILIS - CUTERVO"**, realizada por el Bachiller **ELVIS LLANOS BAZAN** para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las diecisiete horas y quince minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de dieciséis (16); por tanto, el Bachiller queda expedito para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

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

Dr. Isidro Rimarachín Cabrera
PRESIDENTE

MBA. Ing. Santiago Demetrio Medina Miranda
SECRETARIO

Ing. José Lizandro Silva Mego
VOCAL

Dr. Edin Edgardo Alva Plasencia
ASESOR

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios por darme la vida y la fortaleza para poder seguir cumpliendo mis sueños y metas trazadas.

A mis queridos padres y mis hermanos, quienes han sido mi mayor inspiración y apoyo incondicional en cada paso de este camino. A mi padre Guzmán Llanos Mendoza y a mi madre Juana Lidia Bazán Martínez, por su amor, sacrificio y valores que me inculcaron desde muy pequeño, por ser el pilar que me ayuda a superar cada desafío; a mis hermanos por su compañía constante, sus palabras de aliento y confianza inquebrantable en mí. Este logro es el reflejo de todo lo que me han dado y una muestra de mi gratitud.

A mis amigos y compañeros quienes han estado a mi lado en cada paso de este arduo camino, compartiendo risas y momentos de incertidumbre. Su compañía ha hecho que este viaje sea más gratificante.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por ser esa fuente de sabiduría, fortaleza, amor y por haberme guiado en cada paso de este proceso, por haberme bendecido para llegar hasta donde he llegado y por haber hecho realidad este sueño tan anhelado.

A mi asesor el Dr. Edin Edgardo Alva Plasencia, por su valiosa guía, paciencia y compromiso durante el desarrollo de esta tesis, por su experiencia y consejos que me ayudan a formarme como persona e investigador.

A la Universidad Nacional de Cajamarca y a la Escuela Profesional de Agronomía y a todos los docentes quienes con sus conocimientos y experiencia contribuyen a la formación de grandes profesionales.

Al proyecto PROSEM-INIA (Proyecto de Semillas en el Instituto Nacional de Innovación Agraria) por brindarme las facilidades para participar en el desarrollo de la investigación. Su apoyo fue clave para llevar a cabo esta investigación, ofreciéndome acceso a recursos, conocimiento y experiencias que enriquecieron mi formación académica y profesional. Este trabajo es el resultado de la valiosa oportunidad y confianza depositada en mí.

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de distintas fuentes orgánicas (compost, humus de lombriz, gallinaza y leonardita) en el rendimiento del cultivo de papa variedad INIA 302 Amarilis. El estudio se desarrolló bajo un diseño de bloques completos al azar con cinco tratamientos y tres repeticiones: T0 (testigo sin fertilización), T1 (compost a 5 t ha⁻¹), T2 (humus de lombriz a 5 t ha⁻¹), T3 (gallinaza a 5 t ha⁻¹) y T4 (leonardita a 1,2 t ha⁻¹). Se evaluaron variables agronómicas como emergencia, altura y vigor de planta, número y peso de tubérculos, y rendimiento total. Los datos fueron procesados con el software InfoStat y analizados mediante ANOVA y la prueba de Tukey.

Los resultados mostraron diferencias significativas entre tratamientos. La gallinaza obtuvo el mayor rendimiento con 18,05 t ha⁻¹, seguida del compost con 15,92 t ha⁻¹. El humus de lombriz alcanzó 12,55 t ha⁻¹, mientras que la leonardita presentó el menor rendimiento (8,42 t ha⁻¹), incluso por debajo del testigo, que registró 10,05 t ha⁻¹. En conclusión, las fuentes orgánicas, especialmente la gallinaza y el compost, mejoran significativamente la productividad del cultivo de papa INIA 302 Amarilis, representando alternativas sostenibles para la producción agrícola en la zona de Cutervo.

Palabras Clave: *Fuente orgánica, Rendimiento, Variedad.*

ABSTRACT

The research aimed to evaluate the effect of different organic fertilizer sources (compost, vermicompost, chicken manure, and leonardite) on the yield of the INIA 302 Amarilis potato variety. The study was conducted using a randomized complete block design with five treatments and three replications: T0 (control without fertilization), T1 (compost at 5 t/L), T2 (vermicompost at 5 t/L), T3 (chicken manure at 5 t/L), and T4 (leonardite at 1.2 t/L). Agronomic variables such as emergence, plant height and vigor, number and weight of tubers, and total yield were evaluated. Data were processed using InfoStat software and analyzed using ANOVA and Tukey's test.

The results showed significant differences between treatments. Chicken manure yielded the highest yield at 18.05 t/L, followed by compost at 15.92 t/L. Worm humus reached 12.55 t ha⁻¹, while leonardite showed the lowest yield (8.42 t ha⁻¹), even below the control, which registered 10.05 t ha⁻¹. In conclusion, organic sources, especially chicken manure and compost, significantly improve the productivity of the INIA 302 Amarilis potato crop, representing sustainable alternatives for agricultural production in the Cutervo area.

Keywords: *Organic source, Yield, Variety.*

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT.....	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	x
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Objetivo de la investigación.....	3
1.2.1. Objetivo general.....	3
1.2.2. Objetivos específicos	3
1.3. Formulación del problema	4
1.4. Justificación	4
1.5. Hipótesis	5
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	6
2.1. Antecedentes de la investigación	6
2.1.1. Teorías	6
a) Teoría de la fertilidad del suelo.....	6
b) Teoría del manejo orgánico del suelo	8
c) Teoría de rendimiento del cultivo	9
d) Teoría de la agricultura sostenible	9
e) Teoría de la respuesta del cultivo a la fertilización.....	10
2.2. Bases teóricas.....	11
2.2.1. Enfoques teóricos.....	11
2.2.2. Tipos de fertilización orgánica en el estudio.....	17
2.2.3. Fertilización orgánica en papa	21
2.3. Definición de términos.....	22
a. Tubérculos	22

b. Abonos orgánicos.....	22
c. Variedad de papa	23
d. Rendimiento del cultivo.....	23
e. Número de tubérculo y peso	23
f. Gallinaza.....	23
g. Compost.....	23
h. Humus de lombriz.....	24
d. Leonardita	24
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS	25
3.1. Ubicación	25
3.2. Condiciones climáticas	26
3.2.1. Temperatura	26
3.2.2. Humedad relativa	26
3.2.3. Precipitación	27
3.3. Materiales.....	28
3.3.1. Material Biológico	28
3.3.2. Materiales de campo	28
3.3.3. Material de escritorio	29
3.3.4. Insumos	29
3.4. Metodología	29
3.4.1. Tratamiento del estudio.....	30
3.4.2. Arreglo de los tratamientos	30
3.4.3. Metodología	31
3.4.4. Evaluaciones	37
3.5. Procesamiento y análisis de datos.....	38
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
4.1. Análisis de varianza del rendimiento del cultivo de papa (kg ha ⁻¹).....	40
4.2. Análisis de varianza del número de tubérculos por planta en el cultivo de papa.....	43
4.3. Análisis de varianza para porcentaje de emergencia.....	46
4.4. Análisis de varianza para altura de planta.	47
4.5. Vigor de planta.....	49
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
5.1. Conclusiones.....	52

5.2. Recomendaciones	52
CAPÍTULO VI REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
ANEXOS	60

ÍNDICE DE TABLAS

Contenido	Página
Tabla 1 <i>Composición química del abono organico gallinaza</i>	17
Tabla 2 <i>Composición química del compost orgánico</i>	18
Tabla 3 <i>Propiedades químicas del humus de lombriz</i>	20
Tabla 4 <i>Composición química del abono orgánico leonardita</i>	21
Tabla 5 <i>Descripción de los tratamientos</i>	30
Tabla 6 <i>Resultado del análisis de suelo del experimento</i>	32
Tabla 7 <i>Interpretación de la materia orgánica y fósforo disponible.</i>	32
Tabla 8 <i>Interpretación del pH del suelo</i>	33
Tabla 9 <i>Interpretación de la conductividad eléctrica en el suelo</i>	33
Tabla 10 <i>Interpretación del potasio disponible en el suelo</i>	33
Tabla 11 <i>Fuentes de fertilización y cantidad utilizada en el experimento</i>	35
Tabla 12 <i>Clasificación de tubérculos</i>	38
Tabla 13 <i>Análisis de varianza para la variable rendimiento kg·ha⁻¹</i>	40
Tabla 14 <i>Prueba de comparación múltiple de tukey $\alpha = 5\%$ para la variable rendimiento kg·ha⁻¹</i>	41
Tabla 15 <i>Análisis de varianza para la variable número de tubérculos</i>	43
Tabla 16 <i>Prueba de comparación múltiple de tukey $\alpha = 5\%$ para la variable número de tubérculos.</i>	44
Tabla 17 <i>Análisis de varianza para la variable porcentaje de germinacion en el cultivo de papa</i>	46
Tabla 18 <i>Análisis de varianza para la variable altura de planta.</i>	47
Tabla 19 <i>Prueba de comparación múltiple de tukey $\alpha = 5\%$ para la variable altura de planta.</i>	48
Tabla 20 <i>Distribución de frecuencias y porcentaje del vigor de planta</i>	49
Tabla 21 <i>Relación de la distribución del Vigor de Planta por Tratamiento y Resultados del Análisis de Chi-cuadrado</i>	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
Figura 1 <i>Ubicación del experimento</i>	25
Figura 2 <i>Registro de la temperatura (máxima, mínima y promedio) durante el periodo de evaluación.</i>	26
Figura 3 <i>Registro de la humedad relativa (máxima, mínima y promedio) durante el periodo de evaluación.</i>	27
Figura 4 <i>Registro de la precipitación durante el periodo de evaluación.</i>	28
Figura 5 <i>Distribución de las unidades experimentales</i>	31
Figura 6 <i>Histograma de la variable rendimiento $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de acuerdo a los tratamientos en estudio.</i>	41
Figura 7 <i>Histograma de la variable número de tubérculos de acuerdo a los tratamientos en estudio.</i>	44
Figura 8 <i>Histograma de la variable altura de planta (m) de acuerdo a los tratamientos en estudio.</i>	48
Figura 9 <i>Histograma de la relación de la distribución del Vigor de Planta por Tratamiento.</i>	51

ÍNDICE DE ANEXOS

Contenido	Página
Anexo 1 Resultados de análisis del suelo.....	60
Anexo 2 Libro de campo del ensayo.	61
Anexo 3 Prueba de Test de normalidad de datos.	62
Anexo 4 Prueba de homogeneidad de varianza.	62
Anexo 5 Promedio de las evaluaciones en la variable rendimiento $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$	63
Anexo 6 Promedio de las evaluaciones en la variable número de tubérculos.	63
Anexo 7 Promedio de las evaluaciones en la variable porcentaje de emergencia (%).	64
Anexo 8 Promedio de las evaluaciones en la variable altura de planta (cm).	64
Anexo 9 Evaluación de vigor de la planta	65
Anexo 10 Selección de la semilla en el semillero del INIA.....	65
Anexo 11 Delimitación del ensayo	66
Anexo 12 Pesado de los abonos.....	66
Anexo 13 Colocación de la semilla y los insumos en el surco	66
Anexo 14 Culminación de la instalación del ensayo	67
Anexo 15 Evaluación de emergencia y deshierbo	67
Anexo 16 Finalización de deshierbo y evaluación de crecimiento	68
Anexo 17 Aporque de la papa.....	68
Anexo 18 Etiquetado de la parcela para la ubicación.....	69
Anexo 19 Evaluación fitosanitaria y de la floración	69
Anexo 20 Evaluación de altura de planta.....	69
Anexo 21 Evaluación de vigor de planta	70
Anexo 22 Corte del tallo de la papa	70
Anexo 23 Evaluación del tamaño del tubérculo del ensayo.....	71
Anexo 24 Cosecha del ensayo.	71

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

A nivel global, el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) constituye uno de los principales sistemas productivos de importancia alimentaria, y su manejo nutricional es un factor determinante para alcanzar rendimientos adecuados y sostenibles. En este contexto, el uso de fuentes orgánicas ha cobrado relevancia debido a su capacidad para mejorar la estructura del suelo, incrementar la actividad biológica y favorecer una liberación gradual de nutrientes, contribuyendo a la estabilidad productiva del cultivo (FAO, 2020; Ríos et al., 2020). Diversos estudios señalan que abonos como el compost, el humus de lombriz y los estiércoles adecuadamente manejados tienen efectos positivos sobre el crecimiento vegetativo y el rendimiento de la papa (Flores et al., 2017).

En el ámbito nacional, el Perú destaca por su amplia superficie dedicada al cultivo de papa y por la diversidad de sistemas de producción existentes en la sierra. En este escenario, los abonos orgánicos representan una alternativa estratégica para mejorar la productividad y conservar la fertilidad de los suelos agrícolas, especialmente en unidades productivas de pequeña y mediana escala (CIP, 2019; Rodríguez y Salazar, 2020). Sin embargo, su aplicación aún se realiza de manera variable y con limitado respaldo técnico.

A nivel regional, en Cajamarca, donde se siembran aproximadamente 30 000 ha de papa por campaña, el manejo de fuentes orgánicas como gallinaza, humus de lombriz, compost y leonardita se caracteriza por prácticas empíricas, dosis no estandarizadas y escasa información sobre su impacto agronómico en el rendimiento del cultivo (MIDAGRI, 2022; Rodríguez y Longa, 2020). Esta situación genera incertidumbre en los productores respecto a su eficiencia productiva.

Frente a ello, surge la necesidad de generar información científica que permita evaluar el efecto de diferentes fuentes orgánicas en el rendimiento del cultivo de papa, variedad INIA 302 Amarilis, contribuyendo a un manejo nutricional más sostenible en la región Cajamarca.

1.1. Planteamiento del problema

En la producción de papa, el manejo nutricional del cultivo constituye un factor clave para garantizar rendimientos adecuados y sostenibles. Sin embargo, en las últimas décadas se ha intensificado el uso de fertilizantes químicos como principal estrategia para suplir los requerimientos nutricionales del cultivo, lo que ha generado consecuencias negativas sobre el suelo agrícola (FAO, 2020). Diversos estudios señalan que su uso prolongado y sin criterios técnicos adecuados provoca degradación de la fertilidad, erosión, acidificación, reducción de la materia orgánica y pérdida de la biodiversidad edáfica, afectando la productividad del suelo a largo plazo (Calderón et al., 2015). Estos efectos no solo comprometen la sostenibilidad del sistema productivo, sino que obligan a aplicar dosis cada vez mayores para obtener rendimientos similares, incrementando los costos de producción (FAO, 2022).

En la región Cajamarca, esta problemática se ve acentuada por la alta dependencia de insumos externos y por el deterioro progresivo de las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo (MIDAGRI, 2022; Rodríguez y Longa, 2020). Aunque se han promovido alternativas sostenibles, el manejo de abonos orgánicos como gallinaza, humus de lombriz, compost y leonardita continúa siendo limitado y mayormente empírico, debido a la falta de información técnica, capacitación y evidencia local sobre su efecto real en el rendimiento del cultivo (Trujillo et al., 2007; Majbar, 2021).

Ante esta situación, surge la necesidad de evaluar el efecto de diferentes fuentes orgánicas en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), variedad INIA 302 Amarilis, con la finalidad de identificar alternativas eficientes y económicamente viables. La generación de información científica sobre el desempeño agronómico de estas fuentes permitirá sustentar un manejo nutricional orientado a mejorar el rendimiento del cultivo y fortalecer la sostenibilidad productiva.

1.2. Objetivo de la investigación

1.2.1. *Objetivo general*

- Evaluar el efecto de la aplicación de diferentes fuentes orgánicas (compost, humus de lombriz, gallinaza y leonardita) en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), variedad INIA 302 Amarilis

1.2.2. *Objetivos específicos*

- Evaluar el efecto de las diferentes fuentes orgánicas (compost, Humus de lombriz, gallinaza y leonardita) en el rendimiento del cultivo de papa, variedad INIA 302 Amarilis.
- Determinar el efecto de diferentes fuentes orgánicas (compost, humus de lombriz, gallinaza y leonardita) sobre el número de tubérculos, la altura de planta y el vigor de la planta en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), variedad INIA 302 Amarilis.

1.3. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de la aplicación de diferentes fuentes orgánicas (compost, humus de lombriz, gallinaza y leonardita) en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), variedad INIA 302 Amarilis?

1.4. Justificación

El presente estudio se realizó debido a la creciente necesidad de encontrar alternativas sostenibles al uso intensivo de fertilizantes químicos en el cultivo de papa. En los últimos años, la dependencia de estos insumos ha generado efectos adversos como la degradación del suelo, la pérdida de materia orgánica y el incremento significativo de los costos de producción, afectando directamente la economía de los pequeños y medianos productores. Esta problemática evidencia la urgencia de evaluar alternativas que permitan mantener o mejorar los niveles de rendimiento sin comprometer la salud del suelo ni la rentabilidad del cultivo.

La investigación se llevó a cabo con el propósito de evaluar el efecto de diferentes fuentes de abonos orgánicos como la gallinaza, humus de lombriz, compost y leonardita, sobre el rendimiento de semilla de papa Var. Amarilis. De esta manera se busca identificar opciones que mejoren la productividad, fortalezcan la sostenibilidad del sistema agrícola y reduzcan la dependencia de insumos químicos de alto costo.

La información generada es de utilidad principalmente para pequeños y medianos productores de la zona altoandina, quienes podrán tomar decisiones más informadas respecto al uso de fuentes orgánicas que optimicen su producción. Asimismo, diversos actores de la cadena productiva de la papa podrán emplear los resultados como referencia para promover prácticas de manejo más sostenibles y adaptables a las condiciones de la región.

Desde el punto de vista teórico, el estudio aporta evidencia sobre el comportamiento agronómico de fuentes orgánicas poco evaluadas en el cultivo de papa y específicamente en la variedad INIA 302 Amarilis, contribuyendo al conocimiento científico relacionado con la

nutrición vegetal y manejo sostenible del cultivo de papa. En el ámbito práctico, ofrece alternativas viables y aplicables para mejorar el rendimiento de papa a partir de insumos accesibles y de más amigables con el medio ambiente.

Finalmente, en el plano metodológico, la investigación proporciona un diseño experimental replicable que puede servir como base para futuros estudios sobre fertilización orgánica en diferentes variedades de papa u otros cultivos tuberosos.

1.5. Hipótesis

Los abonos orgánicos si influyen en el rendimiento de cultivo de papa en el cultivar INIA 302 Amarilis, siendo al menos una fuente orgánica superior a las demás.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Teorías

a) Teoría de la fertilidad del suelo

Saucedo (2022), en su investigación tuvo que establecer la relación que existe entre la importancia de la gallinaza como fertilizante orgánico para mejorar el suelo y, la producción de papa del Grupo TADE SAC en Huánuco, Perú 2021; además, mostrar su tendencia e importancia de este fertilizante orgánico para su comercialización. se centra en el rendimiento y volumen de la cosecha según su contenido principal N (Nitrógeno), P (Fósforo) y K (Potasio). Los resultados mostraron que la gallinaza aumenta la producción de papa orgánica como también, nutre el suelo. Los principales hallazgos encontrados es que, la gallinaza guarda relación con la producción de papa y mejora del suelo. Por ende, destaca el interés académico y el carácter multidisciplinar en el ámbito comercial por el uso y el rendimiento que brinda la gallinaza.

Durán (2021) evaluó el efecto de los abonos orgánicos en el rendimiento de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad canchan en condiciones edafoclimáticas de Panao. Las variables evaluadas fueron; altura de plantas, número de estolones, número de tubérculos y el peso de tubérculos de papa. Según los resultados se determinó que el abono Humus (T2) alcanzó la mayor altura de planta, obteniendo un promedio de 126,60 cm, que mediante el cual expresó diferencia estadística significativa al 0,05 de margen de error, respecto a los demás tratamientos; los abonos Compost (T1) y Estiércol de cuy (T3) con 113,35 y 107,78 cm respectivamente conforman un rango estadístico no significativo; mientras que el testigo (T0) ocupó el último lugar con 58,80 cm. En cuanto al número de estolones los resultados fueron

que los tres abonos orgánicos produjeron el mismo efecto, es decir conforman un grupo no significativo a la probabilidad de error de 0,05 cuyos promedios oscilan de 18,90 a 21,95 estolones, estableciendo una diferencia de 3,05 estolones; de este grupo el tratamiento Humus de lombriz (T2) alcanzó el primer lugar con un promedio de 21,95 estolones, mientras que el tratamiento testigo ocupó el último lugar con sólo 7,00 flores. Para el número de tubérculos por planta el abono Humus de lombriz (T2), expreso mayor cantidad de tubérculos de primera (5,33), segunda (3,63) y en el acumulado total (11,23), sin embargo cabe destacar que en el número de tubérculos de segunda y total el humus de lombriz tuvo un efecto semejante que el compost (T1) y estiércol de cuy (T3); esto se debe a que ambos abonos orgánicos mostraron mayor número de tubérculos de tercera que el abono Humus de lombriz (T2); resultado que al ser expresado por área neta experimental mostró el mismo comportamiento, el abono Humus de lombriz propició mayor efecto en la formación de tubérculos de primera (127,80). El tratamiento Testigo (T0) solo pudo expresar efecto significativo en el número de tubérculos por planta (6,75) y por área neta experimental (160,75). Los resultados del peso de tubérculos demuestran que los tres abonos orgánicos produjeron efecto significativo en el peso de tubérculos por planta, área neta experimental y hectárea.

Campos (2018) evaluó el efecto del abonamiento orgánico en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad amarilis, en condiciones edafoclimáticas de Huacrachuco. Las variables evaluadas fueron; Números de tubérculos por planta y peso de tubérculos, los abonos orgánicos que utilizó fueron: Estiércol de ovino (T1), Estiércol de vacuno (T2) y Gallinaza (T3). Los resultados indican que existe diferencias estadísticas significativas en tubérculos de extra, primera y segunda, donde el tratamiento T3, reportó 2.75 tubérculos extra, 3.06 tubérculos de papa primera, y el tratamiento T0 registró 2.19 tubérculos de segunda. Los resultados indican que el tratamiento T3, reportó 4,25 kg de tubérculos extra; y 4,72 kg de tubérculos de primera y 0,88 kg de tubérculos de segunda.

b) Teoría del manejo orgánico del suelo

Roque y Espinoza (2024) evaluaron el efecto de sistemas de abonamiento orgánico en el rendimiento y características biométricas del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L) en condiciones agroecológicas del distrito de Yanahuanca. Las variables evaluadas fueron; Rendimiento de la papa, características biométricas de la papa y comparar la eficiencia de los diferentes sistemas de abonamiento. Los resultados fueron, en lo referente a la altura de la planta no se observaron diferencias significativas entre tratamientos, encontrándose la mayor altura de la planta, con la aplicación de bokashi (0.68 cm), en cuanto número de tallos por planta se obtuvo 5 tallos con aplicación de estiércol y el mayor diámetro polar se obtuvo con aplicación de compost (8.07 cm), diámetro ecuatorial el mayor dato se obtuvo con aplicación de humus de lombriz (6.53 cm). En cuanto al rendimiento se encuentra una diferencia estadística entre tratamientos con diferentes sistemas de abonamiento orgánico, obteniéndose el mayor rendimiento con la aplicación de humus de lombriz (39.22 t ha⁻¹), seguido de la aplicación de bokashi con 38.15 t ha⁻¹, en último lugar lo obtuvo el testigo (29.22 t ha⁻¹).

Pariona (2024) evaluó el efecto de las enmiendas orgánicas en dos cultivares de papa para la producción de semilla pre básica en el CICA 2022. Las variables evaluadas fueron; el efecto de la enmienda en la producción y cuál es el cultivar con la mayor producción de tubérculos. Los resultados que se obtuvo fueron que 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, mientras que 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.

c) Teoría de rendimiento del cultivo

Peñalosa *et al.* (2019) evaluaron la respuesta de tres niveles de gallinaza y un tratamiento de fertilización químico en cuatro cultivares de papa. Los 16 tratamientos se evaluaron en un diseño experimental de bloques completos al azar en arreglo factorial 4x4 con tres repeticiones. El tamaño de la parcela experimental se integró con tres surcos de 4 m de largo y 0.90 m de ancho. Las variables registradas fueron altura de planta, número de tallos y de tubérculos por planta, pesos de tubérculo por planta, de follaje en fresco, índice de cosecha, rendimiento por hectárea, diámetro (DT) y longitud de tubérculo (LT). Los resultados mostraron que los cv. Rosita (24.38 t ha⁻¹) y Ágata (23.85 t ha⁻¹), en 4 t ha⁻¹ de gallinaza, produjeron los mayores rendimientos de tubérculo. Los componentes principales 1 y 2 explicaron el 69.19% de la variación total original. En 4 t ha⁻¹ de gallinaza hubo más tallos y mayores pesos de tubérculo, follaje en fresco y producción de tubérculo. Los cv. Rosita y Ágata sobresalieron en tallos por planta, así como en pesos de tubérculo y de follaje en fresco; la primera tuvo más tubérculos por planta.

d) Teoría de la agricultura sostenible

Briceño (2024) evaluó dos experimentos que fueron conducidos bajo diseño experimental de parcelas divididas caso sub-sub-parcelas. Las variables evaluadas en AC fueron rendimiento fresco de tubérculo (FTY), rentabilidad (BCR), huella de carbono (HC), número de tubérculos totales (NTT), cobertura foliar, altura de planta (AP), emergencia, humedad gravimétrica del suelo (Hg), temperatura de suelo y tasa de descomposición de la materia orgánica (K). En el experimento de AO, las variables evaluadas fueron FTY, BCR, HC, NTT, AP y cobertura foliar. Los FTY en LC fue de 28.3 t ha⁻¹ mientras que en SL fue de 15.6 t ha⁻¹ de tubérculos de papa, en M3 el FTY fue de 23.8 t ha⁻¹, seguido por M2 con 22.3 t ha⁻¹ y finalmente M1 con 19.7 t ha⁻¹. La HC en LC fue de 61 kg CO₂ – eq t⁻¹ y en SL de 38.9 kg CO₂ – eq t⁻¹ tonelada de tubérculo fresco. Con M1 la HC fue de 63.1 kg CO₂ – eq t⁻¹, con M2 la HC

fue de 44.9 kg CO₂ eq t⁻¹, y con M3 la HC fue de 41.9 kg CO₂ – eq t⁻¹. En agricultura orgánica, los rendimientos del cultivo bajo SH fue de 26.8 t ha⁻¹ y el rendimiento equivalente en CH fue de 18.9 t ha⁻¹. Cabe resaltar que con 4 t ha⁻¹ (D3) de gallinaza se alcanzó un rendimiento de 23.8 t ha⁻¹ siendo mayor que los alcanzados con D1 (22.4 t ha⁻¹) y D2 (22.2 t ha⁻¹). La HC en CH fue de 97.8 kg CO₂ – eq t⁻¹ mientras que en SH fue de 64 kg CO₂ – eq t⁻¹. Respecto a las dosis de gallinaza la huella de carbono es menor cuando se utiliza 4 t ha⁻¹ (77.5 kg CO₂ – eq t⁻¹).

e) Teoría de la respuesta del cultivo a la fertilización

Durán (2022) evaluó el efecto de los abonos orgánicos en el rendimiento de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Canchan en Rumichaca – Pano. Las variables evaluadas fueron el número de tubérculos, la longitud de tubérculos y el peso de tubérculos de papa. Los resultados obtenidos indican que el tratamiento T3 (guano de islas) ocupó el primer lugar del OM con 35.16 kg lo que equivale a 54,687 kg/ha, el tratamiento T2 (humus) ocupó el segundo lugar del OM con 33.30 kg lo que equivale a 51,750 kg/ha, el tratamiento T1 (compost) obtuvo 30.29 kg lo que equivale a 47,250 kg/ha y T4 (testigo) obtuvo 27.62 kg lo que equivale a 43,000 kg/ha. En segunda categoría fue no significativo para las repeticiones y altamente significativo para los tratamientos donde el T4 (testigo) ocupó el primer lugar del OM con 4.93 kg y el último lugar ocupó el tratamiento T1 (compost) con 3.70 kg., y en tercera categoría fue no significativo tanto para las repeticiones y los tratamientos. En esta categoría el tratamiento que ocupó el primer lugar según el OM fue el T4 con 1.60 kg y el último lugar obtuvo el T1 con 1.30 kg. Estos resultados son para la categoría primera que fue altamente significativo.

Díaz (2021) evaluó el efecto de dos dosis de humus de lombriz (2.5 y 5 t ha⁻¹) sobre el comportamiento agronómico de dos cultivares de papa chaucha (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja): ‘Amarilla redonda’ y ‘Llanqueja’. Las variables analizadas fueron el número total de tubérculos, número de tubérculos comerciales, rendimiento total y rendimiento de tubérculos

comerciales (t ha^{-1}). Los resultados mostraron que ni el cultivar ni la dosis de humus de lombriz tuvieron efectos significativos sobre el rendimiento total ni sobre el rendimiento de tubérculos comerciales. No obstante, los mayores valores se obtuvieron con el cultivar ‘Llanqueja’ más 2.5 t ha^{-1} de humus de lombriz, alcanzando un rendimiento total de 16.10 t ha^{-1} y un rendimiento de tubérculos comerciales de 15.9 t ha^{-1} . Se encontró interacción significativa entre el cultivar y la dosis de humus en la variable porcentaje de materia seca, destacándose los tratamientos ‘Amarilla redonda’ con 5 t ha^{-1} y ‘Llanqueja’ con 0 t ha^{-1} de humus de lombriz como los que presentaron mayor contenido de materia seca. Asimismo, se observó un efecto significativo de las dosis de humus de lombriz sobre el número de tubérculos comerciales, siendo la dosis de 2.5 t ha^{-1} la que generó el mayor número, con un promedio de 18 tubérculos comerciales por planta.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Enfoques teóricos

2.2.1.1. La papa

2.2.1.1.1. Origen de la papa (*Solanum tuberosum* L.)

La papa se cultiva desde hace ocho mil años y su lugar de origen ha sido muy discutido. En este momento hay certeza que proviene de la región andina, probablemente de Perú, y, también, de la isla Chiloé, ubicada al sur de Chile. En el siglo XVI, los colonizadores españoles introducen la papa en Europa. A partir de ese momento el cultivo de papa se expande por el hemisferio norte hasta llegar, durante la Revolución Industrial, a convertirse en un alimento fundamental para los mineros y obreros, cuyas largas jornadas laborales requerían gran aporte de energía. En la actualidad la papa es un alimento que se consume en todo el mundo. (Borba, 2008).

El rendimiento promedio nacional es de 13.3 t ha^{-1} . En costa el promedio alcanza a 25 t ha^{-1} . Esto también depende de la variedad de papa, niveles de fertilización y condiciones de riego. (Midagri, 2022).

2.2.1.1.2. Distribución

Las papas pueden sembrarse desde el nivel del mar hasta los 4700 metros de altitud; desde el sur de Chile hasta Groenlandia, Desde inicios de los años 60, el crecimiento del área de producción de papa ha superado rápidamente a todos los demás cultivos alimenticios en los países en desarrollo. Es un elemento fundamental en la seguridad alimentaria de millones de personas en Sudamérica, África y Asia, incluyendo Asia central. En los últimos cinco años, cerca del 60 por ciento de la producción global de papa ha provenido de los países en desarrollo (CIP., 2008).

2.2.1.1.3. Características morfológicas de la planta de papa

Otiniano (2017), formuló las características morfológicas de la planta que se describe a continuación:

La planta: La planta de papa es de naturaleza herbácea, tuberosa consta de un sistema aéreo y un sistema subterráneo.

El brote: Es un tallo que se origina en el ojo del tubérculo. El tamaño y apariencia del brote varía de acuerdo a las condiciones de almacenamiento del tubérculo. Cuando se siembra el tubérculo, cada brote dará origen a un tallo.

El tallo: La papa tiene tres tipos de tallos uno aéreo sobre el cual se disponen las hojas y dos tallos subterráneos: los estolones y tubérculos.

Tallo principal: Se origina del brote del tubérculo de semilla, y en ellas se originan los tallos secundarios de las yemas nodales.

Tallo Estolonífero: Está formado por brotes laterales que nacen de la base del tallo aéreo. El tubérculo es un tallo modificado que se origina en la parte final del estolón que almacena almidones y azúcares.

La raíz: La raíz es la estructura subterránea responsable de la absorción del agua y sales minerales se origina en los nudos de los tallos subterráneos y en conjunto forma un sistema fibroso. El sistema radicular es fibroso y se extiende bien, pudiendo penetrar hasta los 80 cm., y las raíces se ubican entre la superficie del suelo y el tubérculo semilla.

La hoja: Las hojas son de tipo compuestas con 7 a 9 folíolos y es la estructura que sirve para captar y transformar la energía del sol en energía alimenticia (azúcares y almidón). Es importante mantenerlas sanas durante todo período de cultivo.

Inflorescencia y flor: La inflorescencia nace en el extremo terminal del tallo y el número de flores en cada una puede ir desde una hasta 30, siendo lo más usual entre 7 y 15. La flor es la estructura aérea que cumple funciones de reproducción sexual, desde el punto de vista agrícola tienen la función para el reconocimiento de variedades. Las numerosas especies y variedades de papa ofrecen una gran variación de características en la floración.

El fruto y la semilla: El fruto es una baya que se origina por el desarrollo del ovario. La semilla dentro de la baya es conocida también como semilla sexual, es el óvulo fecundado, desarrollado y maduro y tiene la facultad de originar una planta que adecuadamente aprovechada puede producir cosechas satisfactorias.

El tubérculo: Es la parte comestible donde se almacenan los almidones, es el fruto agrícola.

2.2.1.1.4. Variedad de la papa

a. VARIEDAD INIA 302 AMARILIS

Origen: La variedad se obtuvo del cruzamiento entre Monserrate y Atzimba, mediante una mezcla de clones resistentes, y fue liberada en el Perú en el año 1993.

Características morfológicas:

Plantas: tallo verde claro con hojas de foliolos anchos

Flores: Color blancas, abundante floración y escasa fructificación

Tubérculos: Oval chatos, ojos superficiales, piel de color crema, carne amarillenta

Brotes: Color crema con jaspes morados

Características agronómicas:

Período vegetativo: Precoz (120 a 130 días)

Rendimiento: Hasta 30 t ha⁻¹, tubérculos medianos y grandes

Adaptación: Hasta 3200 msnm, sierra central, sierra norte y costa

Calidad culinaria: Buena

Uso: En fresco

Materia Seca (%): 25

Reacción a factores Adversos: Resistente a rancha (*Phytophthora infestans*)

(MIDAGRI, 2019)

2.2.1.1.5. Fertilización orgánica y química de la papa

Los fertilizantes aplicados al cultivo de papa deben ajustarse según los resultados del análisis de suelo. De acuerdo con INIAP (1998), las dosis comúnmente utilizadas oscilan entre 100 y 150 kg ha⁻¹ de nitrógeno (N), 200-300 kg ha⁻¹ de fósforo (P₂O₅) y 60 a 100 kg ha⁻¹ de potasio (K₂O). Además, se recomienda complementar la fertilización con aportes de calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S) y micronutrientes como Fe, Mn, Zn, Cu, B y Mo, esenciales para un adecuado desarrollo del cultivo.

Por su parte, Rios *et al.* (2010) señalan que la mayoría de suelos donde se produce papa muestran una respuesta favorable a la aplicación de nitrógeno y fósforo, alcanzándose los mayores rendimientos con dosis de 50 a 100 kg ha⁻¹ de N y 100 a 300 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

El fósforo es un nutriente esencial que contribuye al fortalecimiento de los tallos y al desarrollo del sistema radicular. Además, participa en la formación de semillas y frutos porque es parte de los ácidos nucleicos. Asimismo, favorece la producción de hojas en las primeras etapas y es fundamental para la transferencia de energía necesaria en los procesos metabólicos (Nityamanjari, 2018).

El potasio es un nutriente esencial para el adecuado funcionamiento fisiológico de las plantas. Regula la transpiración y el balance hídrico, controla la apertura y cierre de estomas y mantiene la estabilidad iónica de los tejidos. Además, participa en la síntesis y movilización de fotoasimilados hacia los órganos de reserva, favoreciendo el crecimiento y la producción. En la papa, una buena nutrición potásica mejora la tolerancia a heladas, sequías y enfermedades, lo que se traduce en plantas más vigorosas y con mayor capacidad de rendimiento (Pinedo y Olivas, 2023).

El cultivo de papa responde favorablemente a la incorporación de abonos orgánicos, la cual, de preferencia debe realizarse tres meses antes de la siembra (agosto o setiembre) en una cantidad de 20 t ha⁻¹; El abono orgánico (estiércol, compost, humus de lombriz, entre otros); además de mejorar la estructura del suelo, también mejora la actividad microbiana, favorece la retención de agua y genera una mayor tolerancia a enfermedades causadas por hongos y nematodos, constituyéndose de esta manera en una buena práctica agrícola recomendada (INIA., 2020).

Por otro lado, Cardina (2003) señala que la aplicación de compost incrementa tanto el rendimiento como el tamaño de los tubérculos, alcanzando aumentos promedio del 12 al 14 %. De manera similar Palacios *et al.* (2008) reportan que la incorporación de abonos orgánicos eleva los niveles de materia orgánica del suelo y mejora los rendimientos, especialmente en suelos de reacción ácida.

2.2.1.1.6. Condiciones edafoclimáticas de la papa.

La papa es un cultivo que puede desarrollarse en una amplia variedad de suelos; sin embargo, presenta un mejor desempeño en aquellos de textura suelta, profunda y bien drenados, tales como suelos francos, franco-arenosos o franco-arcillosos con buena aireación y alto contenido de materia orgánica idealmente superior al 4 %; es fundamental evitar suelos salinos o alcalinos, ya que limitan el crecimiento y la tuberización. Asimismo, el pH óptimo para su desarrollo se sitúa entre 5.2 y 6.4, rango que favorece la disponibilidad de nutrientes esenciales. Para un adecuado crecimiento de los tubérculos, se recomienda una profundidad efectiva del suelo de 25 a 30 cm (MIDAGRI, 2018).

En cuanto a la topografía, el cultivo debe establecerse en terrenos con pendientes que no superen el 8 %, con el fin de minimizar la erosión y asegurar un manejo eficiente del riego. Respecto al clima, la papa se adapta a diversas condiciones, pero requiere temperaturas específicas según su etapa fenológica. La brotación inicia lentamente a 5 °C y se optimiza entre 14 y 16 °C, por lo que la siembra debe realizarse cuando la temperatura del suelo alcanza al menos 7–8 °C. Los rangos térmicos óptimos son 17–25 °C para la emergencia, 15–25 °C para el crecimiento vegetativo y 14–20 °C para la tuberización. Temperaturas superiores a 28 °C pueden inhibir la formación de tubérculos y generar estolones engrosados. Además, el cultivo también requiere una adecuada disponibilidad hídrica, siendo óptima una precipitación anual entre 400 y 1 200 mm. Como planta de día corto, necesita entre 10 y 12 horas de luz solar diaria para un crecimiento equilibrado. No obstante, una humedad relativa mayor al 80 % favorece la aparición de enfermedades foliares como la rancha o la alternaria, por lo que es importante mantener un manejo fitosanitario adecuado (Senamhi, 2018).

2.2.2. Tipos de fertilización orgánica en el estudio

a) Fertilización con gallinaza

Peñalosa (2019) señala que la gallinaza es un excelente fertilizante cuando se utiliza de manera adecuada, ya que aporta cantidades significativas de nitrógeno, así como fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre y diversos micronutrientes. Además, su incorporación al suelo contribuye a aumentar la materia orgánica, mejorar la fertilidad y optimizar la calidad del suelo. Asimismo, destaca que la gallinaza presenta una de las tasas de mineralización más altas entre los abonos orgánicos, lo que la convierte en una fuente eficiente de nitrógeno para los cultivos; de hecho, aproximadamente el 75 % de su nitrógeno orgánico se mineraliza en un periodo de tres semanas. Cabe destacar que la gallinaza es también uno de los abonos orgánicos con mayor tasa de mineralización. Esto la hace una excelente fuente para el aporte de nitrógeno a los cultivos, pues tan solo en tres semanas el nitrógeno orgánico de la gallinaza se mineraliza en un 75 % aproximadamente.

Por ello, se recomienda incorporar la gallinaza directamente al suelo para evitar pérdidas significativas de nitrógeno, ya que, de no hacerlo, puede perderse más del 50 % del N contenido en el abono. Asimismo, es fundamental realizar un análisis nutrimental de la gallinaza y un análisis de fertilidad del suelo, de modo que las dosis de aplicación tanto de gallinaza como de otros fertilizantes se planifiquen en función de los requerimientos específicos del cultivo (Intagri, 2021).

Tabla 1

Composición química del abono orgánico gallinaza

Características	Valores
Humedad (%)	30–55
pH	1.27–7.8
Materia orgánica (%)	25–35
Nitrógeno total (%)	1.5–5.0
Fósforo (%)	1.0–3.5
Potasio (%)	1.5–4.0

Calcio (%)	2.7–8.8
Magnesio (%)	0.5–1.5
Sodio (%)	0.3–2.0
Zinc total (ppm)	516
Magnesio total (ppm)	474
Fierro total (ppm)	4902

Fuente: Córdoba (2019).

b) Fertilización con compost

El compost es un abono orgánico obtenido a partir de la descomposición controlada de residuos vegetales y animales en condiciones de humedad, temperatura y aireación adecuadas, proceso en el cual los microorganismos desempeñan un papel fundamental (Cardina, 2003). Este abono puede reforzarse mediante la adición de la roca fosfórica, cal agrícola y sulpomag; Aumenta el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio del suelo, los cuales se retienen por más tiempo hasta ser aprovechados por los cultivos. Además, incrementa la retención de agua en el suelo (INIA, 2023).

El compost contiene elementos fertilizantes para las plantas, aunque en forma orgánica y en menor proporción que los fertilizantes minerales de síntesis. Una de las mayores ventajas del uso de compost como aporte de materia orgánica es que en él se encuentran presentes nutrientes tanto disponibles como de lenta liberación, útiles para la nutrición de las plantas. Por otra parte, el compost presenta un alto contenido de materia orgánica con las ventajas que ello conlleva (FAO, 2013).

Tabla 2

Composición química del compost orgánico

Propiedad	Compost
Humedad (%)	44
pH (H ₂ O 1:2,5)	7,3
Materia orgánica (%)	13,8
N (%)	1,14
C (%)	8
Relación C:N	7,0
P (%)	0,35
K (%)	0,61

Ca (%)	0,72
Mg (%)	0,17
Fe (mg/kg)	49 259
Cu (mg/kg)	116
Zn (mg/kg)	105
Mn (mg/kg)	627

Fuente: Orozco *et al.* (2016).

c) Fertilización con humus de lombriz

El humus de lombriz es un abono orgánico proveniente de la actividad de las lombrices; se trata de un producto de color café oscuro, granulado, homogéneo e inodoro. Su producción en los últimos años ha tomado gran importancia, ya que mejora las características fisicoquímicas del suelo, pero sobre todo por ser un abono orgánico de alta pureza. El humus de lombriz es una alternativa interesante para nutrir a los cultivos, además de ser uno de los abonos orgánicos más completos e integrales que se conocen en la actualidad, cuyo manejo también es sencillo, así como su obtención (Mendoza *et al.*, 2024).

Asimismo, el humus sólido presenta una elevada actividad enzimática y microbiana, la cual favorece la solubilización de nutrientes y mejora su absorción por parte del sistema radicular. Esta actividad biológica, sumada a su capacidad para incrementar la retención de nutrientes en el suelo, contribuye a reducir pérdidas por lixiviación durante el riego. De igual manera, su aplicación promueve una emergencia más uniforme y vigorosa, lo que se refleja en un desarrollo inicial superior de las plantas y en una mayor tolerancia frente a condiciones de estrés ambiental (Harraq *et al.*, 2022).

En relación con las propiedades físicas del suelo, el humus de lombriz mejora su estructura, haciéndolo más permeable al agua y favoreciendo una adecuada aireación. Igualmente, incrementa de manera significativa la capacidad de retención hídrica y el almacenamiento de nutrientes, garantizando su disponibilidad para las plantas y contribuyendo a un crecimiento más saludable y sostenido de los cultivos (Fertilab, 2017).

Tabla 3*Propiedades químicas del humus de lombriz*

Propiedad	Rango / Valor
Humedad (%)	30 – 60
pH	6,8 – 7,2
Nitrógeno (%)	1 – 2,6
Fósforo (%)	2 – 8
Potasio (%)	1 – 2,5
Calcio (%)	2 – 8
Magnesio (%)	1 – 2,5
Materia orgánica (%)	30 – 70
Carbono orgánico (%)	14 – 30
Ácidos fúlvicos (%)	14 – 30
Ácidos húmicos (%)	2,8 – 5,8
Sodio (%)	0,02
Cobre (%)	0,05
Hierro (%)	0,02
Manganeso (%)	0,006
Relación C/N	10 – 11

Fuente: Fertilab (2023).

d) Fertilización con leonardita

La leonardita es un abono orgánico de origen mineral que proviene de la oxidación natural del lignito, un tipo de carbón joven formado por la descomposición vegetal acumulada durante millones de años. Se obtiene directamente de yacimientos geológicos donde el lignito ha sufrido un alto grado de humificación, lo que concentra grandes cantidades de ácidos húmicos y fúlvicos. Por esta razón, la leonardita se extrae como un mineral y se utiliza como mejorador de suelo por su elevada estabilidad, pureza y capacidad para incrementar la disponibilidad de nutrientes en los cultivos (García y Félix, 2014)

La leonardita es un abono orgánico de aplicación radicular que libera sus nutrientes de forma gradual y posee un alto valor residual. Su riqueza en ácidos húmicos mejora la capacidad del suelo para retener e intercambiar nutrientes, formando complejos fácilmente absorbidos por las raíces. Además, favorece la incorporación y descomposición de la materia orgánica,

estimula la actividad de microorganismos benéficos y mejora la estructura del suelo (González *et al.*, 2018). Su uso continuo reduce significativamente la necesidad de fertilizantes químicos y contribuye a suelos más saludables, cultivos vigorosos y mayores rendimientos (Fertimax, 2019).

Tabla 4

Composición química del abono orgánico leonardita

Composición	Ácidos húmicos	12.58 %
	Ácidos fúlvicos	18.27 %
	Materia orgánica	30.86 %
	Nitrógeno Total (N)	0.67 %
	Nitrógeno Amoniacal (NH ₄ -N)	0.17 %
	Fósforo (P)	0.62 %
	Potasio (K)	1.25 %
	Magnesio (Mg)	0.05 %
	Calcio (Ca)	1.38 %
	Azufre (S), soluble en agua	1.28 %
	Fierro (Fe)	9,052 ppm
	Zinc (Zn)	263 ppm
	Manganeso (Mn)	328 ppm
	Cobre (Cu)	380 ppm
	Boro (B)	241 ppm

Fuente: (Biojal, 2019).

La Leonardita es un producto natural que presenta grandes cantidades de sustancias húmicas fácilmente disponibles, contrariamente a lo que ocurre con otras fuentes de materia orgánica, necesita de unos procesos de transformación que se traduce en la activación de los ácidos húmicos fúlvicos y su preparación en granulado o líquido (MAPA, 2007).

2.2.3. Fertilización orgánica en papa

La fertilización orgánica en el cultivo de papa está adquiriendo cada vez mayor importancia, principalmente debido al incremento sostenido en el costo de los fertilizantes químicos y al impacto negativo que su uso indiscriminado ha generado en la calidad del suelo. La degradación progresiva del suelo obliga a aplicar dosis cada vez mayores de fertilizantes sintéticos, elevando los costos de producción y afectando la rentabilidad del cultivo (Muñoz y Lucero, 2022).

El uso de fertilizantes orgánicos, como la gallinaza, el compost y el humus de lombriz, se presenta como una alternativa viable y sostenible para la producción agrícola. Estos insumos no solo implican menores costos de producción, sino que además contribuyen a incrementar el contenido de materia orgánica del suelo, lo que a su vez mejora su estructura y fortalece su capacidad productiva. En consecuencia, se favorece una producción más eficiente, rentable y ambientalmente responsable (Minales, 2005).

La fertilización orgánica, por tanto, busca complementar y fortalecer la fertilidad natural del suelo. Gracias a su composición, estos abonos favorecen la formación de humus y enriquecen el perfil edáfico, modificando positivamente diversas propiedades físicas, químicas y biológicas, lo que se traduce en suelos más saludables y cultivos de mayor rendimiento (Mendoza, 2023)

2.3. Definición de términos

a. Tubérculos

Un tubérculo es un tallo subterráneo modificado que se forma por el engrosamiento del extremo distal de los rizomas, cuya función principal es almacenar reservas nutritivas que la planta utiliza para su crecimiento, desarrollo y reproducción (INIA, 2017).

b. Abonos orgánicos

Los abonos orgánicos, de acuerdo con Carlos (2020), comprenden materiales provenientes de residuos animales, vegetales o de mezclas de ambos, los cuales se incorporan al suelo con el propósito de mejorar sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Entre estas se incluyen los residuos de cultivos que quedan en el campo después de la cosecha, los abonos verdes, particularmente las leguminosas capaces de fijar nitrógeno, los estiércoles generados en las actividades agropecuarias, como la gallinaza, y el compost obtenido a partir de la descomposición controlada de dichos materiales. Estos abonos orgánicos contribuyen a

enriquecer la materia orgánica del suelo, incrementar su fertilidad y favorecer el desarrollo saludable de los cultivos.

c. Variedad de papa

Según Haverkort y Struik (2015) la genética varietal es uno de los principales factores que explican la variación en productividad entre cultivares de papa, debido a sus diferencias en crecimiento, tuberización y respuesta a las condiciones del entorno.

d. Rendimiento del cultivo

El rendimiento de la papa es la cantidad de tubérculos producidos por unidad de superficie, normalmente expresada en toneladas por hectárea. Este indicador refleja la productividad del cultivo y depende de factores como la fertilidad del suelo, las prácticas de manejo, la variedad utilizada y las condiciones climáticas (FAO, 2013).

e. Número de tubérculo y peso

El número y el peso de tubérculos están directamente relacionados con la productividad y la calidad del rendimiento del cultivo de papa, indicando la calidad del material vegetal y las condiciones edáficas (Seminario *et al.*, 2018).

f. Gallinaza

La gallinaza es la excreta de gallinas o pollos, rica en nutrientes, principalmente en nitrógeno que favorece el crecimiento vegetativo de la planta. También aporta fósforo y potasio fortaleciendo raíces, floración y fructificación. (Peñalosa, 2019)

g. Compost

El compost es un abono orgánico producto de la descomposición controlada de residuos, que mejora la fertilidad del suelo al aportar nutrientes, aumentar la retención de agua y enriquecer su contenido de materia orgánica. (Cardina, 2003)

h. Humus de lombriz

El humus de lombriz es un abono orgánico de alta pureza producido por la actividad de las lombrices, que mejora la fertilidad y estructura del suelo, facilita la absorción de nutrientes y favorece el desarrollo y la tolerancia al estrés de los cultivos. (Harraq *et al.*, 2022)

d. Leonardita

La leonardita es un abono orgánico de origen mineral, rico en ácidos húmicos y fúlvicos, obtenido de la oxidación natural del lignito. que mejora el suelo al liberar nutrientes gradualmente, aumentar su disponibilidad y favorecer cultivos más sanos. (García y Félix, 2014)

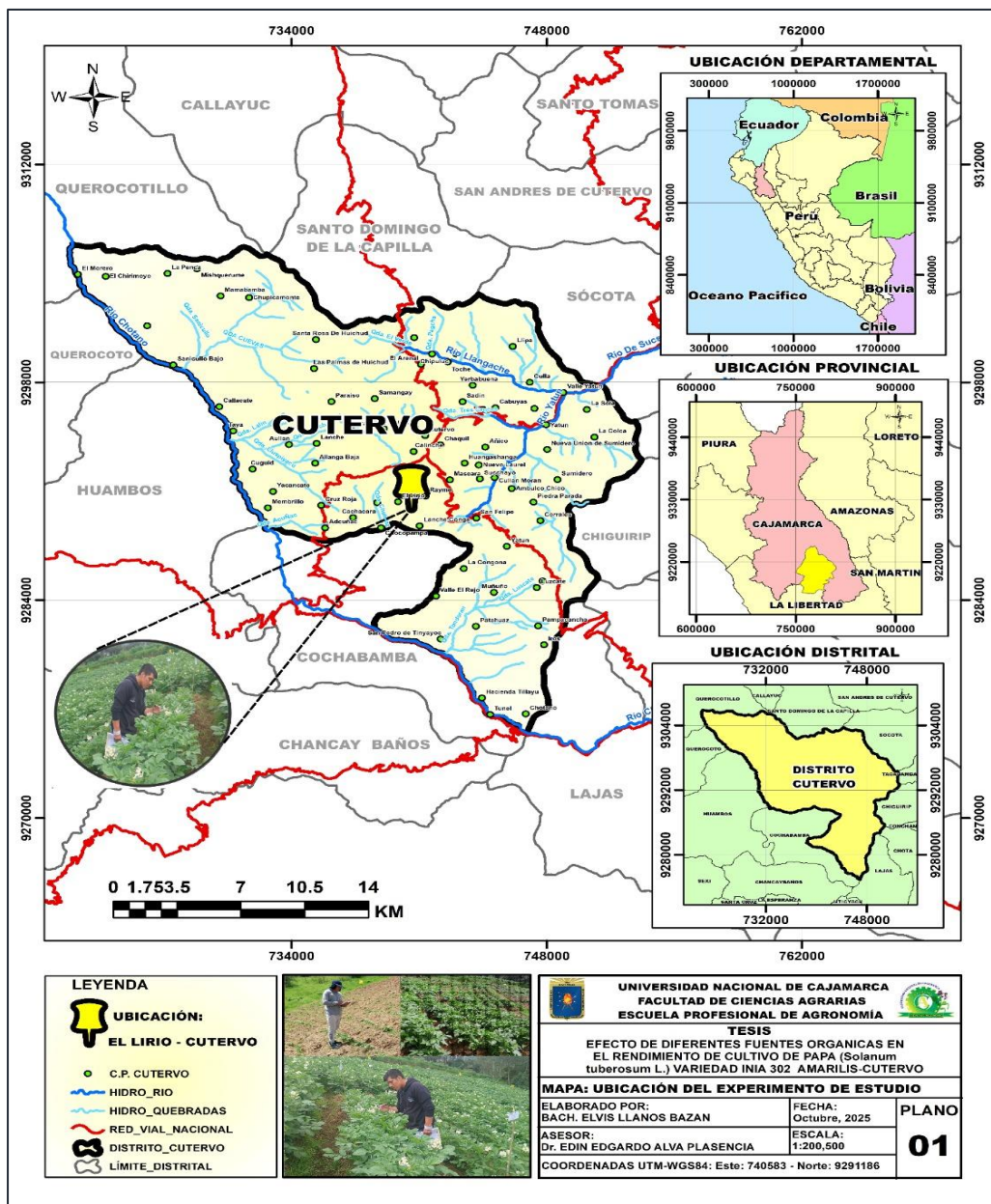
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

La presente investigación se llevó a cabo en la localidad de El Lirio, ubicada en el distrito y provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca. El área de estudio se localiza en las coordenadas UTM 740 617.68 m Este y 9 291 183.9 m Sur, correspondiente a la zona 17 Sur, a una altitud de 2 732 m s. n. m.

Figura 1

Ubicación del experimento



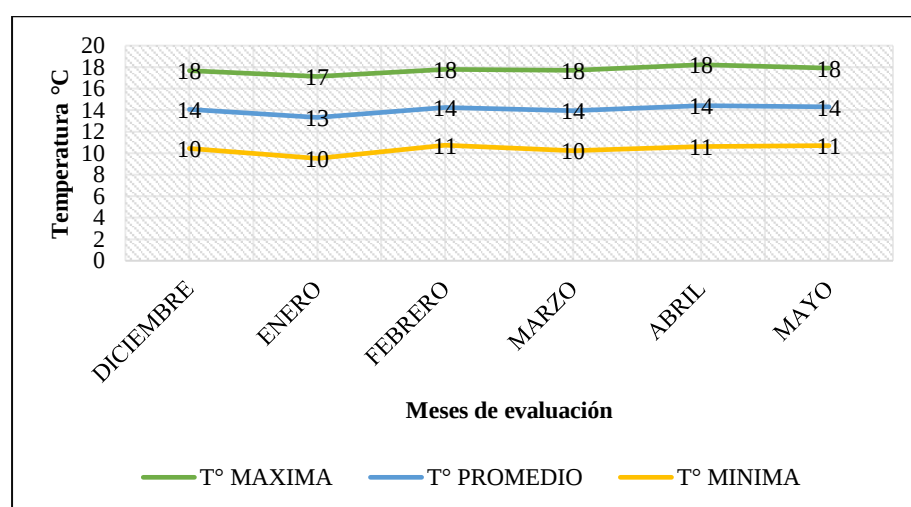
3.2. Condiciones climáticas

3.2.1. Temperatura

La figura 2 muestra el registro de la temperatura máxima, mínima y promedio a partir de la instalación del experimento hasta la cosecha, el cual fue en diciembre del año 2024 hasta el mes de mayo del 2025. Presentó una temperatura máxima de 18 °C, temperatura mínima de 10 °C y la temperatura promedio fue de 14 °C.

Figura 2

Registro de la temperatura (máxima, mínima y promedio) durante el periodo de evaluación.



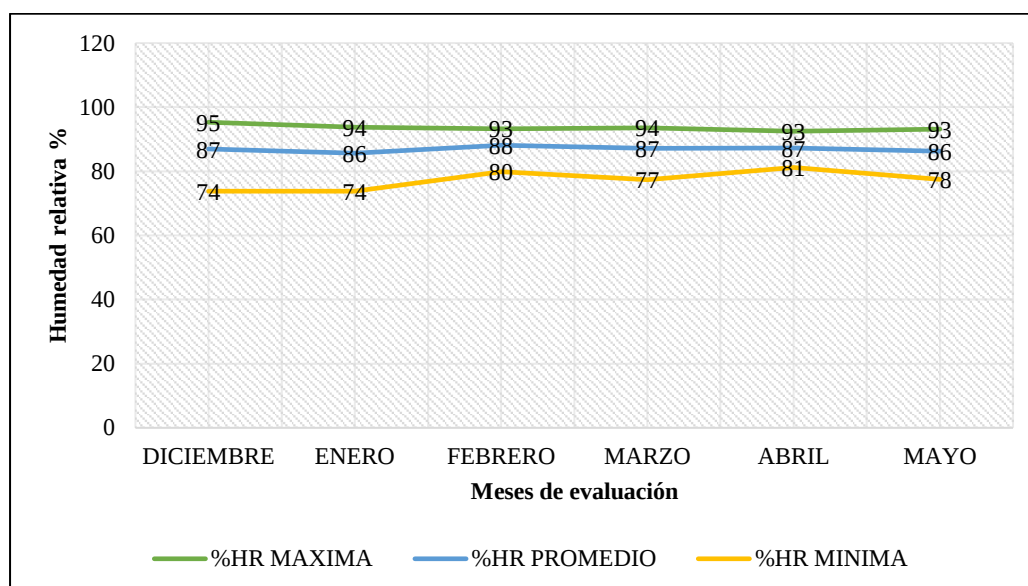
Fuente: SENAMHI

3.2.2. Humedad relativa

La figura 3 muestra el registro de la humedad relativa máxima, mínima y promedio a partir de la instalación del experimento hasta la cosecha, el cual fue desde el mes de diciembre del año 2024 hasta el mes de mayo del año 2025. Presentó una HR máxima de 100%, HR mínima de 36% y una HR promedio de 67 %.

Figura 3

Registro de la humedad relativa (máxima, mínima y promedio) durante el periodo de evaluación.



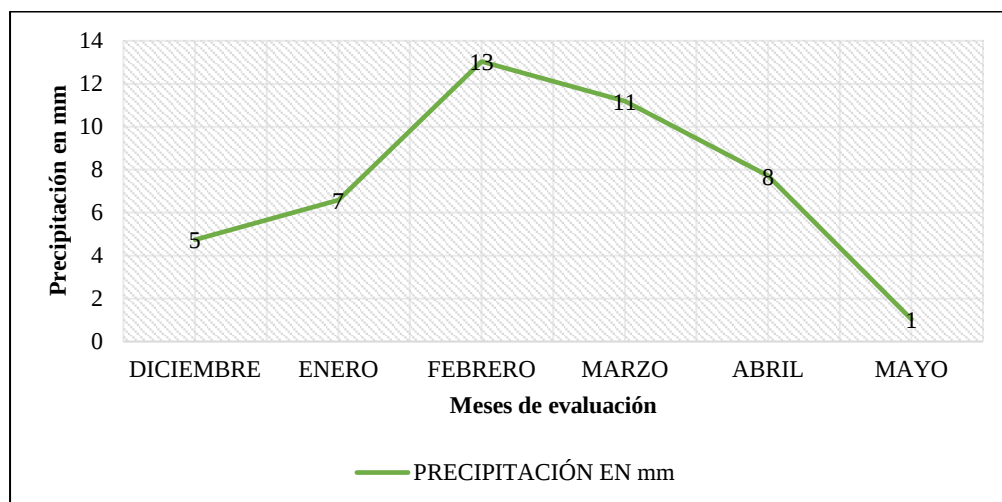
Fuente: SENAMHI

3.2.3. Precipitación

La figura 4 muestra el registro de la precipitación a partir de la instalación del experimento hasta la cosecha, siendo a partir del mes de diciembre del año 2024 hasta el mes de mayo del año 2025. Las precipitaciones registradas a partir del mes de diciembre no fueron las ideales para una buena emergencia de la semilla, pero los meses siguientes hubo mejor precipitación lo que favoreció a la humedad del suelo y hubo un mejor desarrollo de las plantas.

Figura 4

Registro de la precipitación durante el periodo de evaluación.



Fuente: SENAMHI

3.3. Materiales

3.3.1. Material Biológico

- Semilla de papa variedad INIA 302 Amarilis

3.3.2. Materiales de campo

- GPS
- Wincha
- Estacas
- Balanza electrónica
- Cámara fotográfica
- Palanas
- Picos
- Rafia
- Sacos
- Regla
- Etiqueta
- Plástico amarillo
- Galonera de plástico
- Feromonas
- Tecmocid (Spryte)

- Detergente

3.3.3. Material de escritorio

- Impresora
- Libro de campo
- Lápiz
- Lapiceros
- Plumones
- Hojas bond
- Computadora para sistematización de datos

3.3.4. Insumos

- Abono orgánico compost
- Abono orgánico gallinaza
- Abono orgánico humus de lombriz
- Abono orgánico leonardita

3.4. Metodología

Variables

Variable independiente

Abono orgánico compost (5 t ha⁻¹).

Abono orgánico gallinaza (5 t ha⁻¹).

Abono orgánico humus de lombriz (5 t ha⁻¹).

Abono orgánico leonardita (1,2 t ha⁻¹).

Variable dependiente

Rendimiento de semilla, número de tubérculos del cultivo de papa variedad Amarilis.

3.4.1. Tratamiento del estudio

Los tratamientos en estudio se describen a continuación:

Tabla 5

Descripción de los tratamientos

Tratamientos	Descripción	Dosis (g)
T0	Testigo sin fertilización	---
T1	Abono orgánico compost 125 gr/planta aplicación en siembra	5 t ha ⁻¹
T2	Abono orgánico Humus de lombriz 125 gr/planta aplicación en siembra	5 t ha ⁻¹
T3	Abono orgánico Gallinaza 125 gr/planta aplicación en siembra	5 t ha ⁻¹
T4	Abono orgánico Leonardita 30 gr/planta aplicación en siembra.	1.2 t ha ⁻¹

Fuente: INIA

3.4.2. Arreglo de los tratamientos

La distribución de los tratamientos se encuentra detallado en la figura 5 el cual se empleó el Diseño en Bloques Completos al Azar (DBCA) con 5 tratamientos, 3 repeticiones, con un total de 15 unidades experimentales.

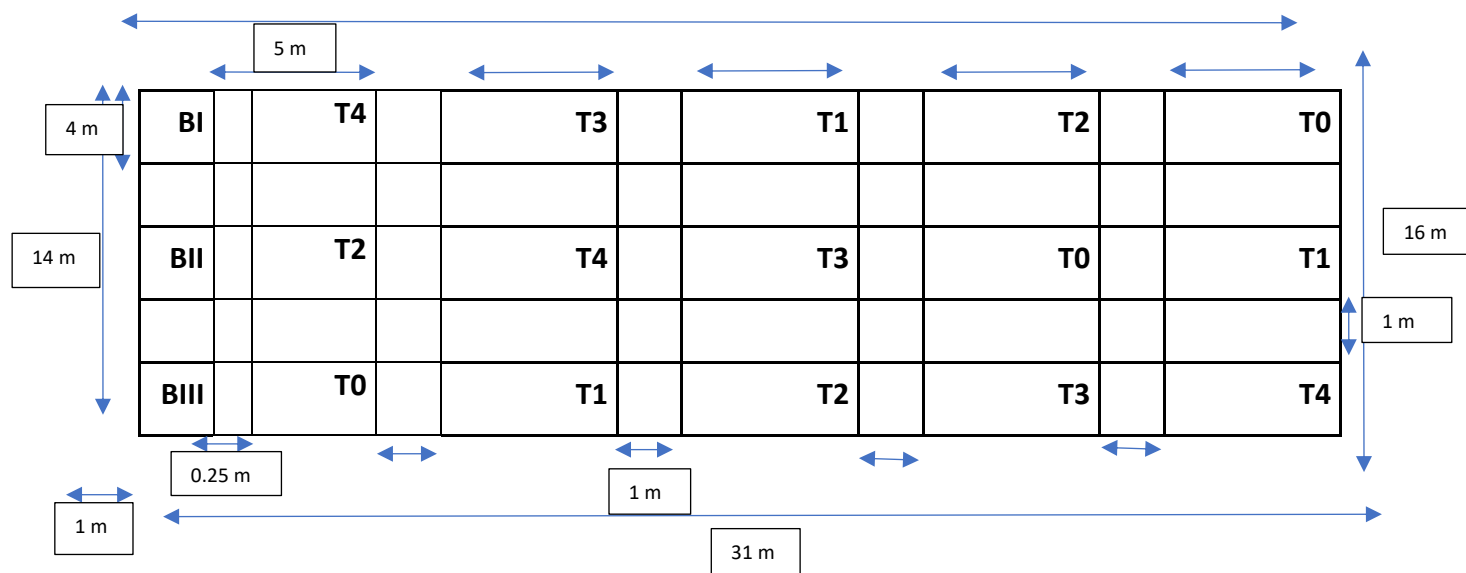
Área total del experimento: 496 m² (31 m de largo y 16 m de ancho).

Área de cada unidad experimental (15 UE): 20 m² (5 m de largo y 4 m de ancho)

Área del espacio entre bloques (3B): 1m

Figura 5

Distribución de las unidades experimentales



LEYENDA	
T0	Testigo sin fertilización
T1	Abono orgánico Compost
T2	Abono orgánico Humus
T3	Abono orgánico Gallinaza
T4	Abono orgánico: Leonardita

3.4.3. Metodología

3.4.3.1. Muestreo de suelos

El método que se escogió y se le dio al agricultor para la recolección de muestras, fue el método del zigzag. Con la ayuda de una palana se tomó las submuestras del suelo caminando en líneas cruzadas seleccionando puntos de muestreo, permitiendo cubrir toda el área deseada a evaluar. Posterior a ello, toda la cantidad de suelo se mezcló para obtener una sola muestra representativa (1kg) del predio, esta muestra representativa se etiquetó y se envió al laboratorio de análisis del suelos, aguas y foliares (LABSAF) del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA).

3.4.3.2. Análisis de suelo

En el mes de octubre del año 2024 se realizó la interpretación del análisis del suelo del predio experimental. El análisis de suelos es el diagnostico más elemental para determinar la fertilidad del suelo. La tabla 2, muestra el análisis de suelo realizado, determinándose que el pH es de 5.0, fuertemente ácido; la materia orgánica presentó 7.6%, muy alto; conductividad eléctrica 4 mS/m, suelo salino y fósforo disponible 19,1 mg/kg, alto, potasio disponible 0,50 mg/kg según la escala de interpretación (Tabla 2) del laboratorio de análisis de suelos y agua foliares (LABSAF-INIA)

Tabla 6

Resultado del análisis de suelo del experimento

Ensayo	Unidad	LC	Resultados
Clase textural			Franco arcilloso
pH	unid.pH	0.10	5.0
Acidez intercambiable	cmol (+) /Kg	0.50	5.2
Aluminio intercambiable	cmol (+) /Kg	0.50	2.0
Materia orgánica	%	0.10	7.6
Fósforo disponible	Mg/kg	0.50	19.1
Conductividad Eléctrica	mS/m	1.00	4.0

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, aguas y foliares (LABSAF) del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)

Tabla 7

Interpretación de la materia orgánica y fósforo disponible.

Denominación	Materia orgánica (%)	Fósforo disponible (mg/Kg)
Muy Bajo	<0.5	
Bajo	0.6 – 1.5	<5.5
Medio	1.6 – 3.5	6.5 – 11
Alto	3.6 – 6.0	>11
Muy alto	>6.0	

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, aguas y foliares (LABSAF) del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)

Tabla 8*Interpretación del pH del suelo*

Denominación	pH
Fuertemente ácido	<0.5
Moderadamente ácido	5.1 – 6.5
Neutro	6.6 – 7.3
Medianamente alcalino	7.4 – 8.5
Alcalino	>8.5

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, aguas y foliares (LABSAF) del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)

Tabla 9*Interpretación de la conductividad eléctrica en el suelo*

Denominación	CE
Normal	<1.0
Muy ligeramente salino	1.1 – 2.0
Moderadamente salino	2.1 – 4.0
Suelo salino	4.1 – 8.0
Fuertemente salino	8.1 – 16
Muy fuertemente salino	>16

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, aguas y foliares (LABSAF) del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)

Tabla 10*Interpretación del potasio disponible en el suelo*

Denominación	Potasio disponible
Muy baja	<0.2
Baja	0.2 – 0.3
Media	0.3 – 0.6
Alta	>0.6

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, aguas y foliares (LABSAF) del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)

3.4.3.3. Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó en el mes de diciembre del 2024. Tuvo como objetivo mejorar las condiciones para la siembra de la papa, además según SENASA (2020) en su guía BPA para papa menciona que tener una buena preparación del terreno permite un adecuado control de malezas. Para remover el suelo se utilizó arado a tracción animal “yunta”, la profundidad del arado fue de 30 cm, profundidad adecuada para la siembra de la papa los

cuales por sus características fisiológicas posee en su hábitat de desarrollo un enraizado superficial el cual se siembra a 15 cm de profundidad.

En la preparación del terreno se eliminó la maleza como el kikuyo planta invasora de los campos de cultivo, dejando mullido la tierra para obtener una buena cama de siembra facilitando el contacto y la interacción de la semilla con los nutrientes del suelo.

3.4.3.4. Delimitación de las parcelas

La delimitación de las parcelas experimentales se realizó utilizando estacas y rafia, donde cada unidad experimental se identificó con un cartel y se dibujó un croquis para facilitar las evaluaciones de dicha investigación. El área total del experimento fue de 496 m², cada unidad experimental tuvo un área de 20 m² (5 m de largo y 4 m de ancho), dejando un espacio de 1 m entre bloques.

3.4.3.5. Siembra

La siembra de los tubérculos se realizó el 18 de diciembre del 2024.

Una vez delimitada cada unidad experimental, y antes de realizar la siembra, se realizó la cruza de la chacra para facilitar el contacto de la semilla con su medio de crecimiento. En la siembra de la semilla de papa variedad INIA 302 Amarilis, se aplicó también los abonos orgánicos, con las herramientas; pico y picota para que se pueda hacer la siembra correctamente.

La distribución de la semilla se realizó de acuerdo al croquis (Figura 5), distribuyéndose un cultivar en cada surco, 20 semillas por surco y un tubérculo por golpe, con distanciamiento de 0.25 m entre plantas y 1.0 m entre surcos. Se usaron tubérculos con semilla de apariencia sana, sin daños físicos.

3.4.3.6. Dosis de fertilización

Al evaluar el análisis de suelo realizado en el predio experimental de la presente investigación, se determinó que el los elementos; nitrógeno, fósforo y potasio se encuentran

deficientes para la siembra de papa, por ende, la dosis de abonamiento recomendado fue de (100,120 y 120) kg ha⁻¹ de NPK,

Por esta razón se incorporó diferentes fuentes de fertilización orgánica con sus distintas dosis (Compost, Humus y Gallinaza) 5 t ha⁻¹, 5 t ha⁻¹ y Leonardita 1,2 t ha⁻¹ para determinar la producción de la semilla de papa variedad INIA 302 amarilis. Registrada 1.

Se hizo una sola aplicación de todos los abonos orgánicos, la cual se incorporó solamente en la siembra, el día 18 de diciembre del 2024.

Tabla 11

Fuentes de fertilización y cantidad utilizada en el experimento

Fertilizantes	Clave	Dosis de fertilizante (T ha ⁻¹)
Sin fertilizante	T0	Sin fertilizante
Compost	T1	5
Humus	T2	5
Gallinaza	T3	5
Leonardita	T4	1.2

Fuente: INIA

3.4.3.7. Practicas agronómicas

a. Riego

El experimento al realizarse en época de lluvia, se mantuvo la humedad del suelo, garantizando el éxito de la instalación del cultivo de papa.

b. Deshierbo

Esta labor se realizó para evitar malezas que puedan competir con la papa en la absorción de los nutrientes y además evitar riesgos de infección de plagas y enfermedades.

El deshierbo se realizó de forma manual con la ayuda de una lampa, a los 30 días después de la siembra.

c. Aporque

Se realizó manualmente con ayuda de lampas, a los 70 días después de la siembra y antes de la floración.

Según (SENASA, 2020), nos dice que esta práctica te aporta los siguientes beneficios:

- Acorta el periodo de desarrollo de la planta
- Favorece el desarrollo de raíces y tubérculos
- Mantiene el suelo más limpio de malezas
- Permite la ruptura de la costra superficial
- Protege la parte subterránea del cultivo de las siguientes plagas y enfermedades: rancho, pudriciones, gorgojo, gusano de tierra y polillas.

Mejora la aireación del suelo

d. Control fitosanitario

De acuerdo a las evaluaciones se realizó dos tipos de control:

➤ Control etológico: Se colocó trampas pegantes amarillas con insecticida (Tecnocid en spray) y en un envase de plástico con una solución de agua con detergente también se colocó feromonas sexuales cuyos componentes son: Trans-4, cis-7 tridecadien-1-ol-acetato, denominado PTM1. Componente 2: Trans-4, cis-7 10-tridecatrien-1-ol-acetato, denominado PTM2. Para Polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*)

➤ Control químico: Para evitar los daños de rancho (*Phytophthora infestans*) se aplicó lo siguiente:

Cimoxamil + Mancozeb 0.5 kg/200 L + Pegasol (Nonyphenol-polyglycol) 100 ml/ 200 L de agua.

Azoxystrobin+Cimoxanil+Dimethomorph 0.5 ml/200L. + Pegasol (Nonyphenol-polyglycol) 100 ml/ 200 L de agua.

Propamocarb-Fluopicolide 0.5 L/200L. + Pegasol (Nonyphenol-polyglycol)0.1 L./200L. de agua.

De igual manera se realizó dos aplicaciones de insecticida para evitar el daño de gorgojo de los andes (*Premnotripex sp*), Polilla de la papa (*Symmetrischema tangolias* y *Phthorimaea operculella*) y Pulguilla Saltona (*Epitrix sp*) en base a Beta-ciflutrina 100 ml/200 L de agua (Tuquerres, 2022), antes del deshierbo y antes del aporque.

e. Cosecha

Previo a esta actividad se realizó un muestreo por bloque en cada tratamiento, seguidamente se hizo el corte de follaje y habiendo cumplido 117 días después de la siembra se realizó la cosecha. La extracción fue de manera manual con el uso de lampas; seguidamente realizándose las evaluaciones programadas.

3.4.4. Evaluaciones

Las evaluaciones se realizaron basándose en la metodología de investigación del CIP (2014).

3.4.4.1. Emergencia de plantas

Esta evaluación se realizó a los 29 días después de la siembra para conocer el porcentaje de emergencia de las plantas.

3.4.4.3. Número total de tubérculos

Al momento de la cosecha se contaron todos los tubérculos de cada planta evaluada (comercial y no comercial).

3.4.4.4. Número y clasificación de tubérculos

De acuerdo a la medida de los diámetros se procedió a hacer la selección de tubérculos comerciales y no comerciales según el diámetro mayor, clasificándolo así: Extra, primera, segunda, tercera y descarte. Los tubérculos del grupo extra y primera fueron considerados comerciales, mientras que los de segunda y tercera fueron considerados semilla.

Tabla 12*Clasificación de tubérculos*

CATEGORIAS	TUBÉRCULOS DE FORMA REDONDEADAS Y OVALADAS	TUBÉRCULOS DE FORMA ALARGADAS, ELIPTICAS Y OTRAS
Primera	Tubérculos entre 70 y 120 g	Entre 91 -110 mm de largo
Segunda	Tubérculos entre 40 y 69 g	Entre 71 - 90 mm de largo
Tercera	Tubérculos con $\leq$ a 39 g	Entre 51 - 70 mm de largo

Fuente: INIA (2020).

3.4.4.5. Peso total de tubérculos

Fueron pesados los tubérculos comerciales y no comerciales. A partir de este peso se obtuvo el rendimiento de tubérculos por hectárea, según la siguiente fórmula:

3.4.4.6. Número de tallos por planta

Se realizó el conteo de número de tallos sobre la superficie por planta (de acuerdo al tratamiento), a los dos meses y medio después de la siembra, cuando las plantas alcanzaron aproximadamente un 80% de su floración.

3.4.4.7. Altura de planta

En la etapa de floración (80%) con una wincha se procedió a medir la altura de la planta desde la superficie del suelo – planta hasta el ápice del tallo principal.

3.4.4.8. Peso de tallo de planta

Dos semanas antes de la cosecha se realizó el corte del tallo de la planta la cual se pesó por planta de acuerdo al tratamiento.

3.4.4.9. Vigor de planta

Los datos se colectaron el día de la cosecha.

3.5. Procesamiento y análisis de datos

Los datos obtenidos a partir de las evaluaciones de campo y laboratorio fueron ordenados, clasificados y sistematizados en una hoja de cálculo Excel, conforme a los requerimientos del análisis de varianza (ANOVA). Inicialmente, se aplicó el ANOVA con la finalidad de determinar la existencia de diferencias estadísticamente entre los tratamientos y

sus efectos independientes. En aquellos casos en los que se detectaron diferencias significativas, se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5 % de probabilidad. Este procedimiento fue aplicado a cada una de las variables evaluadas.

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis de varianza del rendimiento del cultivo de papa (kg ha⁻¹)

Tabla 13

Análisis de varianza para la variable rendimiento kg·ha⁻¹

Fuente de variación	grados de libertad	Suma de cuadrados	cuadrados medios	F calculada	p-valor (significancia)
Tratamiento	4	191559254	47889813.4	12.46	0.0016**
Rep.	2	39073549.4	19536774.7	5.08	0.0376
Error	8	30753672.5	3844209.06		
Total	14	261386476			
Media $\bar{x}$	12997				
R_r^2	0.73				

CV. 15.08 NS: no significativo *significativo ** Altamente significativo

CV. Coeficiente de variación R_r^2 = Coeficiente de determinación de los tratamientos

Según los resultados del análisis de varianza (Tabla 13), se observa que existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos para la variable rendimiento (kg·ha⁻¹), dado que el valor de $p = 0.0016$ es menor que 0.05, lo que indica que al menos un tratamiento difiere del resto. El coeficiente de variabilidad (CV) fue de 15.08%, lo que refleja una dispersión moderada de los datos, aceptable para este tipo de estudios en condiciones no controladas. La media general del rendimiento fue de 12 997 kg·ha⁻¹. El coeficiente de determinación (R^2) fue de 0.7323, = 73.23 % de la variabilidad del rendimiento se debe a los efectos de los tratamientos (abonos orgánicos), mientras que el 26.77 % restante está asociado a factores no controlados, principalmente climáticos.

Tabla 14

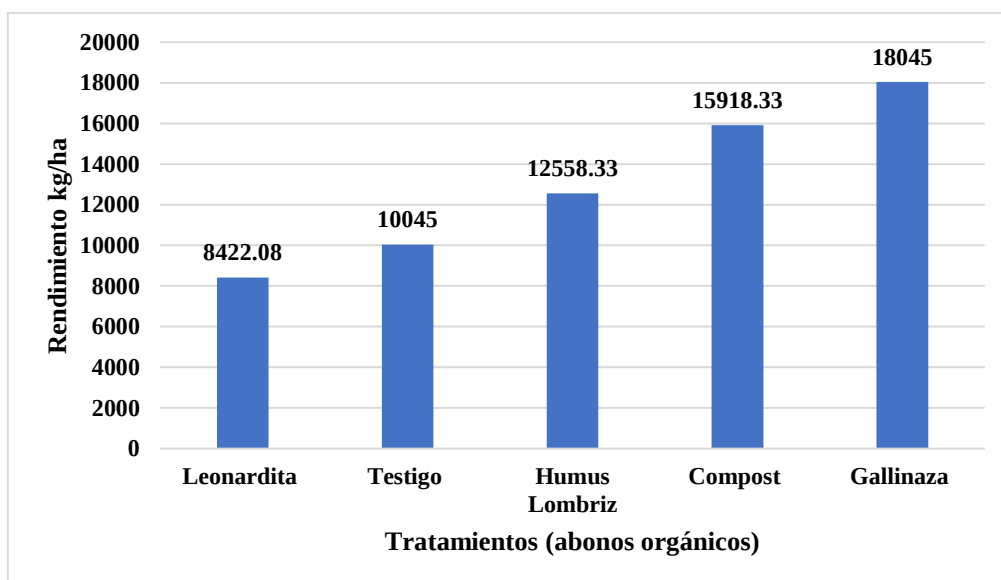
Prueba de comparación múltiple de tukey $\alpha = 5\%$ para la variable rendimiento $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$

Tratamientos	Medias $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$	
Gallinaza	18045	A
Compost	15918.33	A
Humus Lombriz	12558.33	A B
Testigo	10045	B
Leonardita	8422.08	B

DMS=5530.62854

Figura 6

Histograma de la variable rendimiento $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de acuerdo a los tratamientos en estudio.



En la Tabla 14, y figura 6, análisis de comparaciones múltiples de Tukey con $\alpha = 5\%$, se observa que los tratamientos Gallinaza ($18\,045\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) y Compost ($15\,918.33\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) presentan los mayores rendimientos y se ubican en el mismo grupo estadístico “A”, sin diferencias significativas entre ellos. El tratamiento Humus de lombriz ($12\,558.33\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) se encuentra en un grupo intermedio (“A B”), compartiendo similitud estadística tanto con Gallinaza y Compost como con el grupo de menor rendimiento. Finalmente, los tratamientos Testigo ($10\,045\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) y Leonardita ($8\,422.08\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) conforman el grupo “B” con los rendimientos más bajos, sin diferencias significativas entre sí. La diferencia mínima

significativa (DMS) fue de 5 530.63 kg·ha⁻¹, lo que indica el margen requerido para que dos medias se consideren estadísticamente distintas al 95 % de confianza.

Los resultados obtenidos en campo se encuentran en el Anexo 2, evidencian que la aplicación de gallinaza y compost constituye la estrategia más eficaz para incrementar el rendimiento del cultivo de papa. Esto se explica porque ambos insumos orgánicos aportan una mayor concentración de nutrientes de fácil asimilación para la planta, lo que favorece el desarrollo vegetativo y la formación de tubérculos, traduciéndose en un rendimiento superior. A diferencia, el humus de lombriz y la leonardita, que se caracterizan principalmente por aportar ácidos húmicos y fúlvicos, presentan una liberación de nutrientes más lenta y prolongada en el tiempo, lo que se reflejó en un menor rendimiento en la presente investigación.

El alto rendimiento de la papa fertilizada por la gallinaza es respaldado por Peñaloza *et al.* (2019) quienes evidenciaron que la aplicación de gallinaza a 4 t ha⁻¹ en papa permite rendimientos de 24.38 t ha⁻¹ en la variedad Rosita y 23.85 t ha⁻¹ en Ágata. De manera similar, Briceño (2024) señala que con la misma dosis se alcanzó un rendimiento de 23.8 t ha⁻¹, confirmando la efectividad de este abono orgánico en mejorar la productividad del cultivo.

Además, esta superioridad en el rendimiento con gallinaza y compost, en comparación con el humus de lombriz y la leonardita, se debe principalmente a la disponibilidad y liberación de nutrientes. Saucedo (2021) señala que la gallinaza, al ser rica en NPK, calcio, magnesio y micronutrientes, se mineraliza rápidamente, permitiendo una liberación inmediata que favorece el crecimiento inicial del cultivo. Por su parte, la FAO (2013) indica que el compost, gracias a su contenido de materia orgánica y ácidos húmicos, libera nutrientes de manera gradual y sostenida, además de aportar microorganismos que mejoran la estructura y fertilidad del suelo. En comparación, el humus de lombriz, aunque rico en ácidos húmicos y microorganismos benéficos, libera nutrientes lentamente, destacando más por mejorar la fertilidad biológica y la retención de agua que por aportar nutrientes inmediatos. Finalmente, según el Ministerio de

Agricultura Pesca y Alimentación (2007), la leonardita no aporta nutrientes de manera significativa, sino que actúa de forma indirecta al mejorar la capacidad del suelo y favorecer la absorción de nutrientes provenientes de otras fuentes. En este mismo sentido, Biojal (2019) señala que la leonardita debe mezclarse con otras fuentes orgánicas para potenciar su efectividad, lo que explica el bajo rendimiento observado en el cultivo de papa cuando se fertiliza únicamente con esta enmienda orgánica.

Por estas razones, los abonos con nutrientes de mayor disponibilidad y asimilación, como la gallinaza y el compost, potenciaron el rendimiento de la papa. En cambio, el humus de lombriz mostró un efecto limitado por la lenta liberación de nutrientes, y la Leonardita registró el menor rendimiento entre los tratamientos.

4.2. Análisis de varianza del número de tubérculos por planta en el cultivo de papa

Tabla 15

Análisis de varianza para la variable número de tubérculos.

Fuente de variación	grados de libertad	Suma de cuadrados	cuadrados medios	F calculada	p-valor (significancia)
Tratamiento	4	9587.73	2396.93	6.48	0.0125*
Rep.	2	415.3	207.65	0.56	0.5913
Error	8	2958.87	369.86		
Total	14	12961.9			
Media $\bar{x}$	143.2				
R^2_r	0.73				

CV. 13.43 NS: no significativo *significativo ** Altamente significativo

CV. Coeficiente de variación R^2_r = Coeficiente de determinación de los tratamientos

Según los resultados del análisis de varianza (Tabla 15), se observa que existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos para la variable número de tubérculos, dado que el valor de $p = 0.0125$ es menor que 0.05, lo que indica que al menos un tratamiento difiere del resto. El coeficiente de variabilidad (CV) fue de 13.43 %, lo que refleja una baja dispersión de los datos, indicando que las mediciones son consistentes y fiables. La media

general del número de tubérculos fue de 143.2. El coeficiente de determinación (R^2) fue de 0.7397, lo que indica que el 73.97 % de la variabilidad en el número de tubérculos se debe a los efectos de los tratamientos, mientras que el 26.03 % restante está asociado a factores no controlados, principalmente ambientales.

Tabla 16

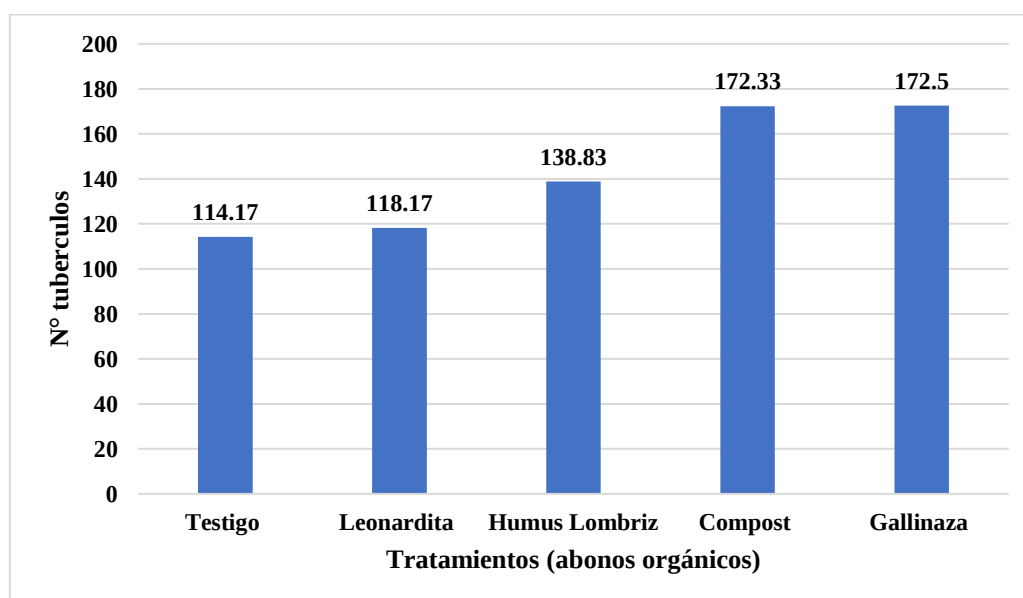
Prueba de comparación múltiple de tukey $\alpha = 5\%$ para la variable número de tubérculos en 10 m^2 .

Tratamiento	Medias	
Gallinaza	172.5	A
Compost	172.33	A B
Humus Lombriz	138.83	A B C
Leonardita	118.17	B C
Testigo	114.17	C

DMS=54.24862

Figura 7

Histograma de la variable número de tubérculos de acuerdo a los tratamientos en estudio.



En la Tabla 16 y figura 7, análisis de comparaciones múltiples de Tukey con $\alpha = 5\%$, se observa que el tratamiento Gallinaza (172.5 tubérculos en 10 m^2) obtuvo el mayor número de tubérculos, ubicándose en el grupo estadístico “A” sin diferencias significativas con

Compost (172.33 tubérculos en 10m²), que comparte los grupos “A B”. El tratamiento Humus de lombriz (138.83 tubérculos en 10 m²) se ubica en el grupo “A B C”, mostrando similitud estadística tanto con los tratamientos de mayor número de tubérculos como con los de menor. Finalmente, Leonardita (118.17 tubérculos en 10 m²) y Testigo (114.17 tubérculos en 10 m²) conforman el grupo “C” con los valores más bajos, sin diferencias significativas entre sí. La diferencia mínima significativa (DMS) fue de 54.25 tubérculos en 10 m², representando el valor mínimo requerido para que dos medias se consideren estadísticamente diferentes al 95 % de confianza.

Los resultados obtenidos en cuanto al número de tubérculos por cada 10 m², evidencia que la gallinaza es la fuente orgánica más eficiente para aumentar este parámetro evaluado, superando al compost, humus de lombriz y a la leonardita.

Duran (2021), en su investigación, evaluó el número de tubérculos por planta utilizando Humus de lombriz, Compost y guano de cuy como fertilizante, obteniendo una mayor cantidad de tubérculos por planta con el humus de lombriz con un total de 11,23, superando a compost que registro 10,85 tubérculos por planta y al estiércol de cuy que fue el más bajo con 10,63 tubérculos por planta. En nuestra investigación en cambio el Compost supera de manera significativa al humus de lombriz evidenciando su superioridad.

De manera similar, Campos (2018), reportó diferencias en el número de tubérculos de las categorías extra, primera y segunda. En su estudio la gallinaza, registró 2,75 tubérculos extra, 3.06 tubérculos de primera mientras que el testigo reportó 2.19 tubérculos de segunda, lo que reafirma la eficiencia de la gallinaza como enmienda orgánica.

En relación con la leonardita, Fertimax (2029) señala que esta debe ser combinada con otros abonos orgánicos, ya que su principal función es mejorar la absorción de los nutrientes presentes en dichos abonos. Además, su unión con otros abonos, contribuye al desarrollo del

sistema radicular promoviendo la formación de nuevas raíces y, por ende, favoreciendo una mejor asimilación de nutrientes por parte de la planta.

4.3. Análisis de varianza para porcentaje de emergencia

Tabla 17

Análisis de varianza para la variable porcentaje de germinación en el cultivo de papa.

Fuente de variación	grados de libertad	Suma de cuadrados	cuadrados medios	F calculada	p-valor (significancia)
Tratamiento	4	0.42	0.1	0.01	0.9996NS
Repetición	2	1.46	0.73	0.09	0.919
Error	8	68.33	8.54		
Total	14	70.21			
Media $\bar{x}$	95.91				
R^2_r	0.0005				

CV. 3.05 NS: no significativo *significativo ** Altamente significativo

CV. Coeficiente de variación R^2_r = Coeficiente de determinación de los tratamientos

Según los resultados de la Tabla 17 (análisis de varianza), se observa que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, dado que el valor de $p = 0.9996$ es mayor que 0.05, lo que indica que los tratamientos no tienen un efecto significativo en el porcentaje de emergencia. El coeficiente de variabilidad (CV) es bajo, con un valor de 3.05 %, lo que indica que las mediciones son consistentes y fiables. La media general del porcentaje de emergencia fue de 95.91, lo que refleja un alto nivel de emergencia en todos los tratamientos evaluados, pero sin diferencias significativas entre ellos, Calzada (1970) explica como bueno, lo que nos indica que los datos fueron uniformes. Se asemejan a los resultados de Yllegas (2024) y a los de Archi (2020) que obtuvieron en sus trabajos respectivos una 100 % de emergencia.

4.4. Análisis de varianza para altura de planta.

Tabla 18

Análisis de varianza para la variable altura de planta.

Fuente de variación	grados de libertad	Suma de cuadrados	cuadrados medios	F calculada	p-valor (significancia)
Tratamiento	4	0.18	0.05	139.93	<0.0001**
Repetición	2	2.10E-04	1.10E-04	0.33	0.7283
Error	8	2.60E-03	3.20E-04		
Total	14	0.18			
Media $\bar{x}$	0.80				
R_r^2	1				

CV. 2.23 NS: no significativo *significativo ** Altamente significativo

CV. Coeficiente de variación R_r^2 = Coeficiente de determinación de los tratamientos

Según los resultados para la variable altura de planta (Tabla 18), se observa que existe una diferencia altamente significativa entre los tratamientos, dado que el valor de $p = <0.0001$ es menor que 0.05. El coeficiente de variabilidad (CV) es de 2.23 %, lo que refleja una baja dispersión de los datos y sugiere que las mediciones son consistentes y fiables, encontrándose dentro de los rangos aceptables, por lo que hubo confiabilidad en los datos experimentales que refleja la información para esta variable como lo señala (Calzada, 1970). Por otro lado, las repeticiones no muestran diferencias significativas, ya que el valor de $p = 0.7283$ es mucho mayor que 0.05, lo que indica que las variaciones entre las repeticiones no son relevantes. La media general de la altura de planta fue de 0.80, lo que refleja el valor promedio de altura de las plantas.

Tabla 19

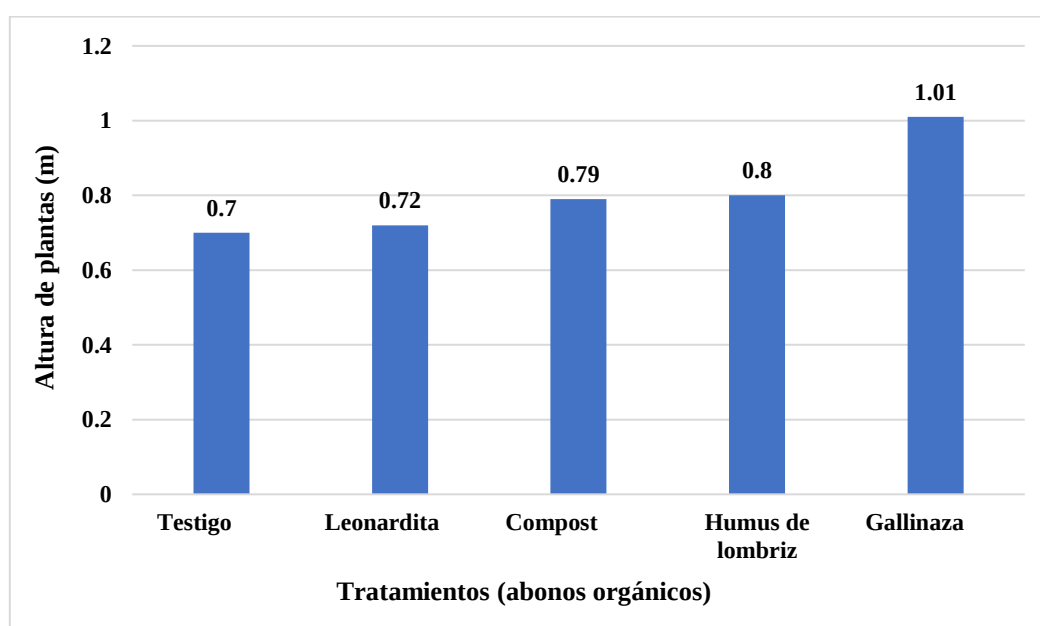
Prueba de comparación múltiple de tukey $\alpha = 5\%$ para la variable altura de planta.

Tratamiento	Medias	
Gallinaza	1.01	A
Humus de lombriz	0.8	B
Compost	0.79	B
Leonardita	0.72	C
Testigo	0.7	C

DMS=0.05072

Figura 8

Histograma de la variable altura de planta (m) de acuerdo a los tratamientos en estudio.



Según los resultados de la prueba de Tukey Tabla 19 y figura 8 con $\alpha = 5\%$ para la variable altura de planta, el tratamiento Gallinaza (1.01 m) obtuvo la mayor altura y se ubicó en el grupo A, sin diferencias significativas con Humus de lombriz (0.80 m) y Compost (0.79 m), que conforman el grupo A B. Por otro lado, Leonardita (0.72 m) y Testigo (0.70 m) se agruparon en el grupo C con las alturas más bajas, sin diferencias significativas entre ellos. La diferencia mínima significativa (DMS) fue de 0.05072 m, lo que indica que las diferencias de altura entre Gallinaza y los otros tratamientos son estadísticamente significativas, mientras que las diferencias dentro del grupo C no son suficientes para ser consideradas significativas. Este comportamiento se debe los abonos orgánicos aportan al suelo, y este a la planta hormonas

como el ácido indol butírico y ácido giberélico quienes estimulan el crecimiento de la planta así como mencionan Medina y Quezada (2004); los resultados se asemejan a los resultados obtenidos por Luján (2018) que obtuvo mayor altura de planta de papa de 93,97 cm; igualmente en el trabajo realizado por Yucailla (2018) donde obtuvo 62,30 cm.

4.5. Vigor de planta

Tabla 20

Distribución de frecuencias y porcentaje del vigor de planta

Vigor de planta	Frecuencia	Porcentaje
Intermedio	10	66.7
Vigoroso	2	13.3
Muy vigoroso	3	20.0
Total	15	100.0

Según los resultados de la Tabla 20, se observa que el 66.7 % de las plantas están clasificadas como Intermedio, lo que representa la mayor parte de la muestra. Un 20.0 % de las plantas se encuentran en el nivel de Muy vigoroso, y solo el 13.3 % están clasificadas como Vigoroso. Esto sugiere que la mayoría de las plantas tienen un vigor intermedio, con una proporción menor presentando un vigor alto. Según el CIP (1985), el vigor de las plantas son representadas por números del 1 al 5 para determinar el grado de vigor, es por eso que según los resultados obtenidos se determinó que el vigor de la planta va desde el 3 al 5, según la tabla de clasificación.

Tabla 21

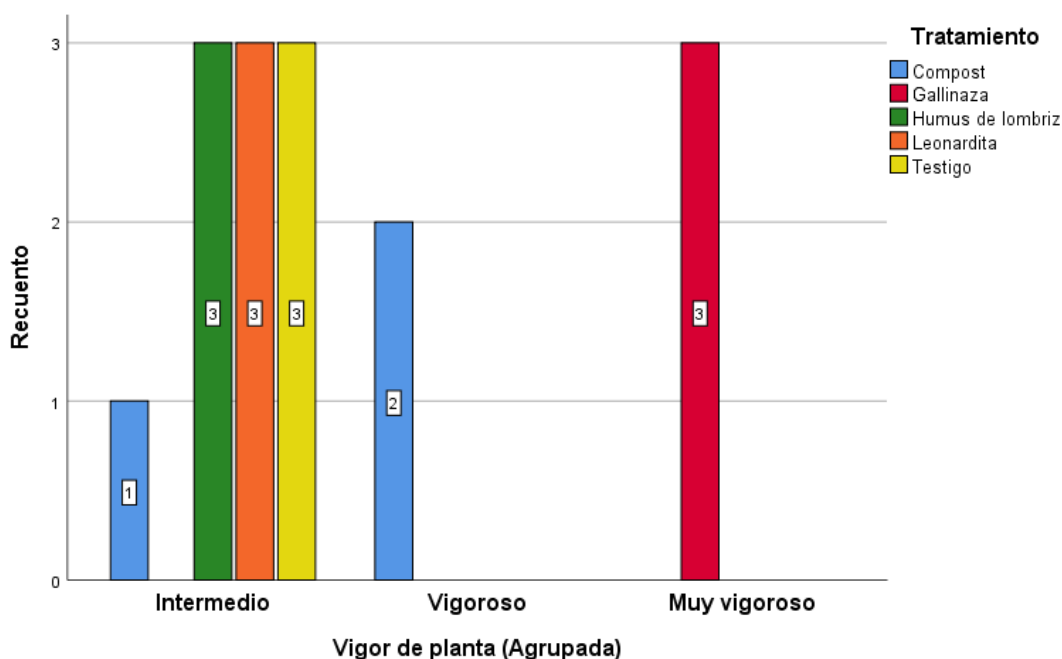
Relación de la distribución del Vigor de Planta por Tratamiento y Resultados del Análisis de Chi-cuadrado.

Vigor de Planta	Compost	Gallinaza	Humus de lombriz	Leonardita	Testigo	Total
Intermedio	1	0	3	3	3	10
Vigoroso	2	0	0	0	0	2
Muy vigoroso	0	3	0	0	0	3
Total	3	3	3	3	3	15
Chi cuadrado de Pearson $X^2 = 24$						$p = 0.02$

Según los resultados de la Tabla 21, del análisis de Chi-cuadrado de Pearson ($X^2 = 24$, $p = 0.02$), se indica que existe una relación significativa entre los tratamientos y el vigor de las plantas, ya que el valor p es menor a 0.05, lo que sugiere que los tratamientos afectan de manera significativa la clasificación del vigor de las plantas. Se observa que el tratamiento Gallinaza destaca por tener un mayor número de plantas clasificadas como "Muy vigoroso" (3 plantas), mientras que otros tratamientos, como Compost, Leonardita y Testigo, tienen una distribución más equilibrada entre los niveles de vigor, pero con una mayor presencia de plantas clasificadas como "Intermedio". Este resultado confirma que Gallinaza es el tratamiento más eficaz para fomentar un vigor más alto en las plantas, mientras que los otros tratamientos.

Figura 9

Histograma de la relación de la distribución del Vigor de Planta por Tratamiento.



La figura 9 se muestra la distribución del vigor de planta en relación con los tratamientos. El tratamiento Gallinaza (representado en verde) destaca clasificadas como Muy vigoroso, lo que indica su efectividad en promover un alto vigor en las plantas. Otros tratamientos como Leonardita (amarillo) y Testigo (naranja) clasificadas en Intermedio, pero con una variabilidad menor en comparación con Gallinaza. El tratamiento Compost (azul) como Intermedio y 2 plantas en Vigoroso, mostrando un rendimiento más moderado. En general, se observa que Gallinaza es el tratamiento más efectivo para lograr un vigor alto en las plantas, mientras que los otros tratamientos presentan una distribución más equilibrada y menos pronunciada en términos de vigor.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

El uso de fuentes orgánicas como la gallinaza, con un rendimiento de 18 045 kg·ha⁻¹, y el compost, con 15 918.33 kg·ha⁻¹, generó los mayores rendimientos en la papa variedad INIA 302 Amarilis. El humus de lombriz alcanzó un rendimiento intermedio de 12 558.33 kg·ha⁻¹, mientras que el testigo con 10 045 kg·ha⁻¹ y la leonardita con 8 422.08 kg·ha⁻¹ registraron los valores más bajos.

La gallinaza presentó el mayor efecto positivo sobre las variables agronómicas evaluadas, destacando en el número de tubérculos (172.5 tubérculos/10 m²), la altura de planta (1.01 m) y un vigor clasificado predominantemente como muy vigoroso. El porcentaje de emergencia fue elevado y homogéneo en todos los tratamientos, con valores comprendidos entre 95.83 % y 96.25 %, sin diferencias relevantes entre las fuentes orgánicas.

5.2. Recomendaciones

Según el análisis y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se recomienda el uso de gallinaza y compost como fuentes orgánicas para mejorar el rendimiento de semilla de papa, es mucho mejor para la salud de los consumidores y hay precios mas accesibles para la mayoría de agricultores, dado que en la presente investigación demostraron ser las más eficientes. Además, representan una alternativa más rentable en comparación con los fertilizantes químicos.

Asimismo, se sugiere ampliar este tipo de estudios en diferentes localidades, con el propósito de sensibilizar a los agricultores y productores sobre los beneficios del uso de abonos orgánicos, fomentando prácticas sostenibles que reduzcan la dependencia de fertilizantes químicos y prevengan la degradación del suelo por un manejo inadecuado.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ameen, A., & Raza, S. (2017). Revolución verde. Lahore.
- Archi, M. (2020). Densidad de plantas de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la producción de tubérculos del cultivar única, en contenedores para autoconsumo. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional del Centro del Perú. Jauja, Perú.
- Biojal. (2019). Ficha técnica: Leonardita. Mexico: BIOJAL - NUTRIENDO TIERRAS. Obtenido de <https://www.biojal.com/assets/files/ft-leonardita.pdf>
- Borba, N. (2008). La papa un alimento básico "Posibles impactos frente a la introducción de papa transgénica". Uruguay: RAP-AL (Red de acción en plaguicidas y sus alternativas para américa latina). Obtenido de https://www.rapaluguay.org/sitio_1/transgenicos/Papa/Papa.pdf
- Briceño, J. P. (2024). Agricultura regenerativa en el cultivo de papa: Efecto en el Rendimiento, rentabilidad y huella de carbono en la variedad INIA 325-Poderosa. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca. Obtenido de https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/6570/TESIS_PERCY%20JONATAN%20BRICE%20%91O%20POLO.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Calderón, J., Franklin, E., Castro, J. W., & Diomedes, O. (2015). Impacto Ambiental Provocado Por El Inadecuado Uso De Fertilizantes Químicos En Cultivos De Maíz. Revista Científica Multidisciplinaria, 3(1), 61-72 pp. Obtenido de <https://revistas.unesum.edu.ec/index.php/unsumciencias/article/view/128/90>
- Calzada, J. (1970). Métodos Estadísticos para la Investigación. Editorial Jurídica. Tercera Edición.
- Campos, F. W. (2018). Efecto del abonamiento orgánico en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L) Variedad Amarilis, en condiciones edafoclimáticas de Huacrachuco. Universidad Nacional Hermilio Valdizán- Huánuco, 74 pp. Obtenido de <https://repositorio.unheval.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/98eb1fdc-d798-4fdd-892f-d8413248e172/content>
- Cardina, K. J. (2003). Efectos de la aplicación de compost en las poblaciones de malezas y el rendimiento y la calidad de los cultivos en tres cultivares de papa (*Solanum tuberosum*) de maduración temprana y manejados orgánicamente.

- Carlos, L. (2020). Manual de enmienda para la aplicación de abono orgánico. Obtenido de <https://abonosconagricola.com/PDF/OLD/RESUMEN%20MANUAL%20ABONO%20ORG%C3%81NICO.pdf>
- CIP. (1985) Desarrollo fisiológico de tubérculos – semillas de papa.
- CIP. (2005). Como crecen las papas. Obtenido de <https://cipotato.org/es/lapapa/como-crecen-las-papas/>
- CIP. (2014). Manual de las enfermedades mas importantes de la Papa en el Perú. Lima, Perú. Obtenido de <https://cipotato.org/wp-content/uploads/2002/05/002485-1.pdf>
- CIP. (2014). Metodologías de Evaluación Estándar y Manejo de Datos de Clones Avanzados de Papa. Lima, Perú. Obtenido de <https://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/09/006183.pdf>
- CIP. (2019). La papa en el Perú: Diversidad, producción y consumo. Lima, Lima.
- CIP. (2008). Datos y cifras de la papa- Internacional Potato Center. Perú. Obtenido de <https://cipotato.org/es/potato/potato-facts-and-figures/>
- Díaz, E. B. (2021). Efecto de dos dosis de abono en el rendimiento de dos cultivares de papa Chaucha (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja). Universidad Nacional de Cajamarca, 75 pp. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/4438>
- Durán, R. R. (2022). Efecto de abonos orgánicos en el rendimiento de cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) Variedad Canchan en Rumichaca. Huánuco: Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Obtenido de <https://repositorio.unheval.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/ac3989a2-fac5-4ad8-af11-c7f62869df48/content>
- Durán, Y. F. (2021). Efecto de tres abonos orgánicos en el rendimiento de papa (*Solanum tuberosum*) variedad canchan en condiciones edafoclimáticas de Panao, 2020. Huánuco: Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Obtenido de <https://repositorio.unheval.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/2c5a091e-04a1-48ce-b194-bdfff58fc158/content>
- Espinoza, Q. y Roque, N. (2024). Efecto de sistemas de abonamiento orgánico en el rendimiento y características biométricas del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L) bajo condiciones agroecológicas del distrito de Yanahuanca. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Escuela de Formación Profesional de Agronomía. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Cerro de Pasco, Perú.
- FAO. (2009). Papa. Obtenido de <https://www.fao.org/4/i0500s/i0500s02a.pdf>

- FAO. (2020). World Food and Agriculture - Statistical Yearbook. Roma, Italia. Obtenido de <https://openknowledge.fao.org/items/453d9430-f28c-4872-bb7a-0cf28e1232e5>
- FAO. (2022). Impactos y repercusiones del aumento de precios en el mercado mundial de fertilizantes. Obtenido de <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/4f9f04d8-5df6-4931-93ea-9fe544ef8758/content>
- FAO. (2013). Manual del Compostaje del Agricultor. Santiago de Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Obtenido de <https://www.fao.org/4/i3388s/i3388s.pdf>
- Fertilab. (2017). El Humus de Lombriz. Obtenido de <https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/El-Humus-de-Lombriz.pdf>
- Fertimax. (2019). Leonardita. Obtenido de <https://fertimax.com.mx/ft/FICHA%20TECNICA%20LEONARDITA.pdf>
- Flores, A. L., & Vásquez, R. A. (2023). Diseño de modelo de la cadena de suministros del fertilizante orgánico para reutilizar desechos orgánicos y abordar el bajo consumo de fertilizantes en el Perú. Lima.
- Flores, A., Huamán, R., & León, D. (2017). Respuesta del cultivo de papa a diferentes fuentes de fertilización orgánica. *Revista Científica Agroind.* 5.
- García, G. C., & Félix, H. J. (2014). Manual para la producción de Abonos Orgánicos y Biorracionales. (1. Edición, Ed.) Sinaloa: Fundación Produce Sinaloa, A.C., 2014. Obtenido de https://www.ciaorganico.net/documypublic/271_Manual_para_la_produccion_de_abonos_organicos_y_biorracionales.pdf
- González, M., Jiménez, L., Yáñez, W., & Parducci, P. (2018). Potencial uso de la leonardita para el cultivo de rosa en condiciones de invernadero. *Revista Agronomía Costarricense*, 42(1), 155-162. Obtenido de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v42n1/0377-9424-ac-42-01-155.pdf>
- Harraq, A., Sadaki, K., Bourioug, M., & Bouabid, R. (2022). Mineralización de fertilizantes orgánicos y su efecto en el rendimiento de la papa “*Solanum tuberosum*” en agricultura ecológica.
- Haverkort, A., & Struik, P. (2015). Niveles de rendimiento del cultivo de papa: logros recientes y perspectivas futuras. *Revista Elsevier*, 182(1), 76-85. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378429015001902?via%3Dihub>

- IFA. (2004). Los fertilizantes y su uso. Paris.
- INIA. (2019). Catalogo de variedades mejoradas de papa. Lima, Perú.
- INIA. (2023). Preparación, uso y manejo de abonos orgánicos. Ayacucho, Perú. Obtenido de https://www.ciaorganico.net/documypublic/502_pub_p682_pub.pdf
- INIA. (2020). Manual Tecnico: Manejo integrado del cultivo de papa. Lima: Instituto Nacional de Innovación Agraria. Obtenido de <https://repositorio.inia.gob.pe/server/api/core/bitstreams/bbf189d2-31ec-4a87-9b69-c654d7aedcfc/content>
- INIAP. (1998). Fertilización del cultivo de papa. Ecuador: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- Intagri. (2021). La Gallinaza Como Fertilizante. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/gallinaza-como-fertilizante>
- Luján, Y. (2018). Efecto de tres dosis de “humus de lombriz” y tres dosis de estiércol de “Vacuno” en el rendimiento del cultivo de “Papa” (*Solanum tuberosum* L.) var. serranita en la Provincia Otuzco. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Privada Antenor Orrego. Libertad, Perú. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12759/3662>
- Majbar, Z. E.-Z.-H. (2021). Percepciones y disposición de los agricultores respecto de la producción y el uso de compost para contribuir a la sostenibilidad ambiental. Arabia Saudita.
- MAPA. (2007). Leonardita: La lucha contra la mineralización de los suelos. España: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Obtenido de https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_Hort%2FHort_1990_62_124_126.pdf
- Medina, M.; Quezada, M. (2004). Efecto del periodo de maduración del estiércol bovino sobre el comportamiento productivo de lombrices rojas en la zona de Camoapa. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria. Nicaragua. Disponible en <http://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/2717>
- Mendoza, I. D., Mero, R. V., & Alcívar, A. B. (2024). Influencia del humus de lombriz en la calidad de los suelos agrícolas. *Revista Didáctica y Educación*, 15(3), 2224-2643.
- Midagri. (2008). Control tradicional y manejo integrado de plagas en papa (Vol. 10). Lima, Perú. Obtenido de https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/405/1/Control_plagas_Lima_2008.pdf

- MIDAGRI. (2018). CONDICIONES AGROCLIMATICAS DEL CULTIVO DE LA PAPA.
- MIDAGRI. (2019). FICHA TECNICA DE PAPA VARIEDAD INIA 302 AMARILIS. Cajamarca. Obtenido de <http://portal.agriculturacajamarca.gob.pe/sites/default/files/boletines/documentos/PAPAAMARILIS.pdf>
- Midagri. (2022). Papa. Lima: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. Obtenido de https://www.midagri.gob.pe/portal/25-sector-agrario/papa/207-papa?utm_source=chatgpt.com&start=2
- MIDAGRI. (2022). Papa. Obtenido de https://www.midagri.gob.pe/portal/25-sector-agrario/papa/207-papa?utm_source=chatgpt.com&start=2
- Nityamanjari, M. (2018). Efecto de los fertilizantes en el crecimiento y la productividad de la papa. . Revista Internacional de Ciencias, 10(4), 95-120.
- Otiniano, V. R. (2017). Manual del cultivo de papa para pequeños productores en la sierra norte del Perú. Pataz: Asociación Pataz. Obtenido de <https://www.poderosa.com.pe/Content/descargas/libros/manual-del-cultivo-de-papa.pdf>
- Palacios, C. A., Jaramillo, S., González, L. H., & Cotes, J. M. (2008). Efecto de la fertilización sobre la calidad de la papa para procesamiento en dos suelos antioqueños con propiedades ándicas. Revista Agronomía Colombiana, 26(3), 87-496. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v26n3/v26n3a14.pdf>
- Pariona, S. Y. (2024). Efecto de las enmiendas orgánicas en dos cultivares de papa para la producción de semilla pre básica en el CICA. Jauja: Universidad Nacional Del Centro Del Perú. Obtenido de <https://repositorio.uncp.edu.pe/server/api/core/bitstreams/24cc8357-e82f-44c2-abf7-ad3393a3d620/content>
- Peñalosa, J., Reyes, A. K., & Gonzáles, A. (2019). Fertilización orgánica con tres niveles de gallinaza en cuatro cultivares de papa. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 10(5), 1139-1149. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342019000501139
- Pinedo, T. R., & Olivas, A. T. (2023). Niveles de absorción de NPK y rendimiento del cultivo de papa en función a la dosis y método de fertilización fraccionada. IDESIA (Chile), 41(4), 21-30. Obtenido de <https://www.scielo.cl/pdf/idesia/v41n4/0718-3429-idesia-41-04-21.pdf>

- Ren, J., Shen, Y., & Shen, F. (2025). Optimización de estrategias de fertilización para cultivos de papa de alto rendimiento. *Revista Biología molecular del suelo*, 6(1), 1-15. Obtenido de <https://biosciopublisher.com/index.php/msb/article/html/3994/>
- Ríos, E., Carranza, V., & Ramírez, L. (2020). Evaluación de abonos organicos en el crecimiento y rendimiento de papa enn zonas altoandinas de Cajamarca. *Revista de Ciencias Agropecuarias*, 12, 35-42.
- Rios, Q. J., Jaramillo, V. S., & González, S. L. (2010). Determinación del Efecto de Diferentes Niveles de Fertilización en Papa (*Solanum tuberosum* ssp. Andigena). *Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín*, 63(1), 5225-5237. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1799/179914617002.pdf>
- Rodríguez, B. E., & Longa, N. E. (2020). evaluación del efecto de los fertilizantes químicos y abonos orgánicos en suelos agrícolas con cultivo de papa. Sorochuco: Universidad Privada del Norte. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/item/b8807094-272d-411f-8258-de8a944ee53b>
- Rodríguez, C., & Salazar, M. (2020). Evaluación de compost y humus en el desarrollo de *Solanum tuberosum* L. en sistemas de altura. 79-85.
- Roque, V. N., & Espinoza, W. Q. (2024). Efecto de sistemas de abonamiento orgánico en el rendimiento y características biometricas del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo condiciones agroecológicas del distrito de Yanahuanca. Cerro de Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carriónv. Obtenido de <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/5169>
- Saucedo, C. N. (2022). Importancia de la gallinaza como fertilizante organico para mejorar el suelo y la producción de papa del grupo TADE S.A.C. Huánuco: Universidad Privada del Norte. Obtenido de https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/32905/Revisi%C3%B3n%20Final%20%28NF%29.%20Tesis%20Saucedo%20J.%20Noreli_PDF_TOTAL.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Senamhi. (2018). Requerimientos Agroclimáticos del cultivo de papa. Lima. Obtenido de <https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/612/1/ficha-tecnica01-cultivo-papa.pdf>
- SENASA. (2020). Guía para la implementación de buenas practicas agrícolas (BPA) PARA EL CULTIVO DE PAPA. Obtenido de <https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2020/07/Guia-BPA-PAPA.pdf>

- Solano, V., Valeria, S., & Calle, A. E. (2024). Fertilizantes en la producción agrícola: un análisis de la percepción de uso. *Revista Apuntes del CENES*, 43(78), 209 - 234. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/cenes/v43n78/0120-3053-cenes-43-78-209.pdf>
- Trujillo, M. Y., Mendoza, N. E., Palomares, A. E., Dionicio, L., Gomes Da Silva, E. C., & Fardim, C. B. (2007). Fuentes orgánicas y producción de papa en la región andina. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.*, 13(4). Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342022000400735&script=sci_arttext
- Tuquerres, E. (2022). Evaluación del control etológico de polilla en cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en tres localidades de imbaruba. Universidad Técnica del Norte, 91 pp. Obtenido de <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/13349>
- Wang, Y., Zhang, R., Li, S., Guo, X., Li, Q., Hui, X., . . . Wang, H. (2024). Evaluación de la fertilización de la papa y el potencial de los agricultores para reducir la cantidad de fertilizante utilizado según el rendimiento y las necesidades nutricionales. *Revista de Agronomía*, 14(3), 612. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2073-4395/14/3/612>
- Yllegas, O. (2024). Comportamiento agronómico del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) al efecto de número de aporques. Yanahuanca. Daniel Alcides Carrión. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Escuela de Formación Profesional de Agronomía. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Cerro de Pasco, Perú.
- Yucailla, M. (2020). Evaluación de tres tipos de abonos orgánicos en la producción de la papa (*Solanum tuberosum*) variedad chaucha en el Cantón Ambato Provincia de Tungurahua. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Cotopaxi. Disponible en <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6919>

ANEXOS

Anexo 1

Resultados de análisis del suelo

INFORME DE ENSAYO						
N° 101104-24 / SU / LABSAF - BAÑOS DEL INCA						
I. INFORMACIÓN GENERAL						
Cliente	: PROYECTO PROSEM - INIA					
Propietario / Productor	: PROYECTO PROSEM - INIA					
Dirección del cliente	: AV. LA MOLINA NRO. 1981 LIMA - LIMA - LA MOLINA					
Solicitado por	: CLIENTE					
Muestreado por	: CLIENTE					
Número de muestra(s)	: 1					
Producto declarado	: Suelo					
Presentación de las muestras(s)	: BOLSA DE PLÁSTICO					
Referencia del muestreo	: RESERVADO POR EL CLIENTE					
Procedencia de muestra(s)	: LIRIO - LIRIO - CUTERVO - CAJAMARCA					
Fecha(s) de muestreo	: 2024-09-24 (***)					
Fecha de recepción de muestra(s)	: 2024-09-27					
Lugar de ensayo	: LABSAF BAÑOS DEL INCA					
Fecha(s) de análisis	: Del 2024-09-30 al 2024-10-28					
Cotización del servicio	: 434-24-BI					
Fecha de emisión	: 2024-10-29					
II. RESULTADO DE ANÁLISIS						
ITEM	1					
Código de Laboratorio	SU2384-BI-24					
Matriz Analizada	Suelo					
Fecha de Muestreo	2024-09-24					
Hora de Inicio de Muestreo (h) (***)	14:00					
Condición de la muestra	Conservada					
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente (***)	OSCAR FLORES OLIVERA					
Ensayo	Unidad	LC	Resultados			
pH.	unid. pH	0,10	5,0	-	-	-
Acidez Intercambiable	cmol (+)/Kg	0,50	5,2	-	-	-
Aluminio Intercambiable	cmol (+)/Kg	0,50	2,0	-	-	-
Carbonato De Calcio Equivalente	%	0,50	--	-	-	-
Materia Organica	%	0,10	7,6	-	-	-
Fósforo Disponible	mg/kg	0,50	19,1	-	-	-
Conductividad Eléctrica	mS/m	1,00	4,0	-	-	-
Arena	%	-	30	-	-	-
Arcilla	%	-	33	-	-	-
Limo	%	-	37	-	-	-
Clase Textural	-	-	Franco Arcilloso	-	-	-
Potasio disponible (*)	mg/kg	0,50	199,0	-	-	-

Anexo 2

Libro de campo del ensayo.

Repetición	Tratamiento	% Emergencia	Vigor de la planta	Surcos evaluados (10 m2)	Número de tubérculos					Total	Número de tubérculos	Peso de tubérculos (kg)					Total (kg)	Peso de tubérculos (kg)	Rend./ha	Rend./ha
					Extra	1°	2°	3°	Descarte			Extra	1°	2°	3°	Descarte				
R 1	T1 (Testigo)	98.75	Vigorouso	1	4	25	20	50	51	150	131.5	0.7	2.37	1.7	4.06	0.73	9.56	10.68	9560	10680
				2	3	22	27	34	27	113		1.09	3.62	2.89	2.44	1.76	11.8		11800	
	T2 (Compost)	97.5	Vigorouso	1	1	5	54	52	53	165	175	0.8	0.82	3.74	2.85	1.82	10.03	12.57	10030	12570
				2	1	36	61	63	24	185		0.3	5.45	5.47	3.31	0.58	15.11		15110	
	T3 (Humus Lombriz)	91.25	Vigorouso	1	4	5	27	47	35	118	105	1.22	1.95	3.06	2.86	1.36	10.45	9.375	10450	9375
				2	5	10	25	31	21	92		1.63	1.67	2	1.87	1.13	8.3		8300	
	T4(Gallinaza)	96.25	Vigorouso	1	15	65	78	88	18	264	179.5	3.5	7.1	3.21	0.78	1.5	16.09	13.185	16090	13185
				2	12	39	26	8	10	95		3.1	3.9	2.5	0.28	0.5	10.28		10280	
	T5 (Leonardita)	96.25	Vigorouso	1	0	21	34	37	23	115	100.5	0	3.15	2.01	0.55	0.9625	6.6725	6.03125	6673	6031
				2	0	5	20	43	18	86		0	0.88	2	1.99	0.52	5.39		5390	
R 2	T1 (Testigo)	93.75	Vigorouso	1	8	21	29	24	15	97	112	1.95	3.15	2.6	1.39	0.63	9.72	10.395	9720	10395
				2	5	33	50	27	12	127		1.02	4.37	4.1	1.3	0.28	11.07		11070	
	T2 (Compost)	97.5	Vigorouso	1	32	31	48	28	23	162	170	4.44	5.61	4.33	1.78	0.48	16.64	16.35	16640	16350
				2	34	34	48	46	16	178		5.77	4.18	3.73	2.04	0.34	16.06		16060	
	T3 (Humus Lombriz)	97.5	Vigorouso	1	20	32	47	51	20	170	171	2.03	4.8	4.2	2.1	0.48	13.61	14.095	13610	14095
				2	5	54	51	28	34	172		1.18	7.13	4	1.07	1.2	14.58		14580	
	T4(Gallinaza)	93.75	Vigorouso	1	18	39	46	41	10	154	166	5.63	6.9	5.3	2.6	0.52	20.95	19.57	20950	19570
				2	15	55	53	45	10	178		3.9	6.4	5.35	2.4	0.14	18.19		18190	
	T5 (Leonardita)	95	Vigorouso	1	1	27	51	31	17	127	133.5	0.21	3.05	3.2	1.21	0.31	7.98	9.035	7980	9035
				2	0	25	51	32	32	140		0	3.2	3.95	2.2	0.74	10.09		10090	
R 3	T0 (Testigo)	96.25	Vigorouso	1	2	19	34	30	16	101	99	0.51	3.17	4.03	1.8	0.85	10.36	9.06	10360	9060
				2	0	21	30	30	16	97		0	2.68	2.6	1.92	0.56	7.76		7760	
	T2 (Compost)	92.5	Vigorouso	1	10	44	34	29	39	156	172	1.71	8.25	3.85	3.23	1.4	18.44	18.835	18440	18835
				2	12	44	80	33	19	188		2.6	7	7.41	1.61	0.61	19.23		19230	
	T3 (Humus Lombriz)	98.75	Vigorouso	1	13	21	43	35	36	148	140.5	3.15	3.55	4.75	1.98	1.5	14.93	14.205	14930	14205
				2	19	33	33	37	11	133		4.2	3.12	3.42	1.94	0.8	13.48		13480	
	T4(Gallinaza)	97.5	Vigorouso	1	22	29	46	29	13	139	172	6.3	5.34	5.8	2.83	0.39	20.66	21.38	20660	21380
				2	28	65	29	58	25	205		7.21	9.8	2.7	1.77	0.62	22.1		22100	
	T5 (Leonardita)	96.25	Vigorouso	1	3	17	32	47	19	118	120.5	0.5	2.45	2.8	2.9	0.85	9.5	10.2	9500	10200
				2	4	41	50	19	9	123		0.8	5.7	3.5	0.7	0.2	10.9		10900	

Anexo 3

Prueba de Test de normalidad de datos.

Tratamientos		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Rendimiento	Compost	0.986	3	0.773
	Gallinaza	0.906	3	0.405
	Humus Lombriz	0.795	3	0.102
	Leonardita	0.939	3	0.524
	Testigo	0.877	3	0.316
Peso en campo de cultivo de papa	Compost	0.986	3	0.773
	Gallinaza	0.906	3	0.405
	Humus Lombriz	1	3	0.962
	Leonardita	0.939	3	0.524
	Testigo	0.877	3	0.316
N° de tubérculos	Compost	0.987	3	0.78
	Gallinaza	0.996	3	0.878
	Humus Lombriz	0.998	3	0.917
	Leonardita	0.985	3	0.767
	Testigo	0.987	3	0.780
Porcentaje de emergencia	Compost	1.000	3	1.000
	Gallinaza	0.964	3	0.637
	Humus Lombriz	0.871	3	0.298
	Leonardita	0.919	3	0.518
	Testigo	0.855	3	0.300
Altura de planta	Compost	0.986	3	0.773
	Gallinaza	0.906	3	0.405
	Humus Lombriz	0.998	3	0.917
	Leonardita	0.919	3	0.518
	Testigo	0.877	3	0.316

Anexo 4

Prueba de homogeneidad de varianza.

Variables		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Rendimiento	Se basa en la media	2.728	4	10	0.09
	Se basa en la mediana	0.737	4	10	0.587
Peso en campo de cultivo de papa	Se basa en la media	2.922	4	10	0.077
	Se basa en la mediana	0.78	4	10	0.563
N° de tubérculos	Se basa en la media	2.025	4	10	0.167
	Se basa en la mediana	1.563	4	10	0.258

% Emergencia	Se basa en la media	2.194	4	10	0.143
	Se basa en la mediana	0.367	4	10	0.827
Altura de planta	Se basa en la media	6.286	4	10	0.009
	Se basa en la mediana	0.393	4	10	0.809

Anexo 5

Promedio de las evaluaciones en la variable rendimiento kg·ha⁻¹

N°	Tratamiento	Repeticiones			Total	Promedio
		I	II	III		
0	Testigo	10680	10395	9060	30135	10045.00
1	Compost	12570	16350	18835	47755	15918.33
2	Humus Lombriz	11375	13095	13205	37675	12558.33
3	Gallinaza	13185	19570	21380	54135	18045.00
5	Leonardita	6031	9035	10200	25266.3	8422.08

Anexo 6

Promedio de las evaluaciones en la variable número de tubérculos.

N°	Tratamiento	Repeticiones			Total	Promedio
		I	II	III		
0	Testigo	131.5	112	99	342.5	114.17
1	Compost	175	170	172	517	172.33
2	Humus Lombriz	11375	13095	13205	37675	12558.33
3	Gallinaza	13185	19570	21380	54135	18045.00
5	Leonardita	6031	9035	10200	25266.3	8422.08

Anexo 7

Promedio de las evaluaciones en la variable porcentaje de emergencia (%).

N°	Tratamiento	Repeticiones			Total	Promedio %
		I	II	III		
0	Testigo	98.75	93.75	96.25	288.75	96.25
1	Compost	97.5	97.5	92.5	287.5	95.83
2	Humus Lombriz	91.25	97.5	98.75	287.5	95.83
3	Gallinaza	96.25	93.75	97.5	287.5	95.83
5	Leonardita	96.25	95	96.25	287.5	95.83

Anexo 8

Promedio de las evaluaciones en la variable altura de planta (cm).

N°	Tratamiento	Repeticiones			Total	Promedio
		I	II	III		
0	Testigo	0.7	0.71	0.7	2.11	0.7033333
1	Compost	0.78	0.82	0.78	2.38	0.79
2	Humus Lombriz	0.8	0.8	0.8	2.4	0.80
3	Gallinaza	1	1.03	1	3.03	1.01
5	Leonardita	0.73	0.69	0.73	2.15	0.72

Anexo 9

Evaluación de vigor de la planta

Repetición	Tratamiento	Vigor de planta					
		Plantas evaluadas					Promedio
		1°	2°	3°	4°	5°	
R1	T0 (Testigo)	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio
	T1 (Compost)	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio
	T2 (Humus Lombriz)	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio
	T3 (Gallinaza)	Muy vigoroso	Muy vigoroso	Muy vigoroso	Muy vigoroso	Muy vigoroso	Muy vigoroso
	T4 (Leonardita)	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio
R2	T0 (Testigo)	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio
	T1 (Compost)	Vigoroso	Vigoroso	Vigoroso	Vigoroso	Vigoroso	Vigoroso
	T2 (Humus Lombriz)	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio
	T3 (Gallinaza)	Muy vigoroso	Muy vigoroso	Muy vigoroso	Muy vigoroso	Muy vigoroso	Muy vigoroso
	T4 (Leonardita)	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio
R3	T0 (Testigo)	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio
	T1 (Compost)	Vigoroso	Vigoroso	Vigoroso	Vigoroso	Vigoroso	Vigoroso
	T2 (Humus Lombriz)	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio
	T3 (Gallinaza)	Muy vigoroso	Muy vigoroso	Muy vigoroso	Muy vigoroso	Muy vigoroso	Muy vigoroso
	T4 (Leonardita)	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio	Intermedio

Anexo 10

Selección de la semilla en el semillero del INIA



Anexo 11

Delimitación del ensayo



Anexo 12

Pesado de los abonos



Anexo 13

Colocación de la semilla y los insumos en el surco



Anexo 14

Culminación de la instalación del ensayo



Anexo 15

Evaluación de emergencia y deshierbo



Anexo 16

Finalización de deshierbo y evaluación de crecimiento



Anexo 17

Aporque de la papa



Anexo 18

Etiquetado de la parcela para la ubicación



Anexo 19

Evaluación fitosanitaria y de la floración



Anexo 20

Evaluación de altura de planta



Anexo 21

Evaluación de vigor de planta



Anexo 22

Corte del tallo de la papa



Anexo 23

Evaluación del tamaño del tubérculo del ensayo



Anexo 24

Cosecha del ensayo.

