

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Escuela Profesional de Agronomía



TESIS

“DETERMINACIÓN DE LA MEJOR DOSIS DE FERTIABONO EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN EL CENTRO POBLADO PORCÓN ALTO - CAJAMARCA, 2023”

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Presentado por el Bachiller:

EDWIN ROMARIO ISPILCO INFANTE

Asesor:

Dr. GLICERIO EDUARDO TORRES CARRANZA

CAJAMARCA - PERÚ

-2025-

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. **Investigador:** Edwin Romario Ispilco Infante
2. **DNI:** 76412121
Escuela Profesional/Unidad UNC: Agronomía
3. **Asesor:** Dr. Glicerio Eduardo Torres Carranza
4. **Facultad/Unidad UNC:** Ciencias Agrarias
5. **Grado académico o título profesional:**
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
6. **Tipo de Investigación:**
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
7. **Título de Trabajo de Investigación:** "DETERMINACIÓN DE LA MEJOR DOSIS DE FERTIABONO EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN EL CENTRO POBLADO PORCÓN ALTO - CAJAMARCA, 2023"
8. **Fecha de evaluación:** 22/09/2025
9. **Software antiplagio:** TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
10. **Porcentaje de Informe de Similitud:** 22%
11. **Código Documento:** oid:3117:501961047
12. **Resultado de la Evaluación de Similitud:** 22%
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 24/09/2025

*Firma y/o Sello
Emisor Constancia*



Dr. Glicerio Eduardo Torres Carranza
DNI: 26602048

* 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 diez días del mes de setiembre del año dos mil veinticinco, 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° 466-2025-FCA-UNC, de fecha 15 de agosto del 2025**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la **TESIS** titulada: **"DETERMINACIÓN DE LA MEJOR DOSIS DE FERTIABONO EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN EL CENTRO POBLADO PORCÓN ALTO - CAJAMARCA, 2023"**, realizada por el Bachiller **EDWIN ROMARIO ISPILCO INFANTE** para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

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

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

Dr. Edin Edgardo Alva Plasencia
PRESIDENTE

Ing. M. Sc. Attilio Israel Cadenillas Martínez
SECRETARIO

MBA. Ing. Santiago Demetrio Medina Miranda
VOCAL

Dr. Glicerio Eduardo Torres Carranza
ASESOR

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación se lo dedico principalmente a Dios, por brindarme la inspiración y darme la fortaleza necesaria para continuar en el proceso de lograr uno de los anhelos más deseados.

Además, con bastante satisfacción, dedico este trabajo a mis padres y todos mis seres queridos, quienes han sido los pilares fundamentales para seguir adelante, ya que su apoyo moral hizo que logre uno de mis objetivos trazados.

EL AUTOR

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento:

A Dios quien me brindo las fuerzas necesarias para seguir adelante durante todo este tiempo que se desarrolló este trabajo de investigación.

A mi asesor el Dr. Eduardo Torres Carranza, por el tiempo y paciencia que me brindo para guiarme y por su aporte de su amplio conocimiento para mejorar este trabajo y lograr una buena investigación, por sus recomendaciones y sugerencias.

EL AUTOR

ÍNDICE DE CONTENIDO

Dedicatoria	i
Agradecimiento	ii
Índice de contenido	iii
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstrac	viii
Capítulo I.....	9
Introducción	9
Capitulo II.....	12
Revisión de literatura	12
2.1. Antecedentes de la investigación	12
2.2. Bases teóricas	16
Capítulo III.....	34
Materiales y métodos	34
3.1. Ubicación del campo experimental	34
3.1.1. Características edafoclimáticas del lugar de estudio.....	35
3.1.2. Geomorfología de lugar de estudio.....	35
3.1.3. Vías de acceso al lugar de estudio.....	36
3.1.4. Hidrología de la zona	36
3.2. Materiales.....	36
3.2.1. Material vegetal.....	36
3.2.2. Insumos	37
3.2.3. Maquinaria, equipos y herramientas	37
3.2.4. Otros materiales.....	37
3.3. Análisis fisicoquímico del suelo donde se realizó el experimento.....	37
3.4. Metodología	38
3.4.1 diseño experimental, arreglo de tratamientos.....	38
3.5. Procedimientos	39
3.6. Procesamiento y análisis de datos	43

Capítulo IV.....	44
Resultados y discusión	44
4.1. Peso de tubérculos por planta y rendimiento ($t\ ha^{-1}$).....	44
4.2. Número de tubérculos por planta	47
4.3. Tamaño de tubérculos por planta	49
4.4. Porcentaje de materia seca	51
Capítulo V.....	54
Conclusiones y recomendaciones.....	54
5.1. Conclusiones	54
5.2. Recomendaciones	55
Capítulo VI.....	56
Referencias Bibliográficas.....	56
Anexos	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Contenido nutricional de la papa.....	18
Tabla 2 Producción de papa a nivel nacional.....	19
Tabla 3 Resultado del análisis del suelo donde se realizó el experimento.....	38
Tabla 4 Descripción de los Tratamientos.....	39
Tabla 5 Resultado del análisis del abono humus de lombriz.....	41
Tabla 6 Análisis de varianza (ANOVA) para peso de tubérculos por planta y rendimiento ($t\ ha^{-1}$)	44
Tabla 7 Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para peso de tubérculos por planta (rendimientos $t\ ha^{-1}$).....	45
Tabla 8 Análisis de varianza (ANOVA) para número de tubérculos por planta.....	47
Tabla 9 Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para número de tubérculos por planta.....	48
Tabla 10 Análisis de varianza (ANOVA) para tamaño de tubérculos por planta.....	49
Tabla 11 Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para tamaño de tubérculos por planta.....	50
Tabla 12 Análisis de varianza (ANOVA) para % de materia seca.....	51
Tabla 13 Promedios de % de materia seca.....	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localización del campo experimental.....	34
Figura 2. Distribución de tratamientos.....	39
Figura 3. Peso de tubérculos por planta y rendimientos (t ha-1).	46
Figura 4 Número de tubérculos por planta.....	49
Figura 5 Tamaño de tubérculos (cm)	51
Figura 6 Porcentaje de Materia Seca.....	53
Figura 7. Análisis de suelo de la zona del experimento.	64
Figura 8. Análisis de Humus de Lombriz	65
Figura 9. Siembra del cultivo de papa.....	66
Figura 10. Manejo del campo experimental.....	66
Figura 11. Aplicación fitosanitaria.....	67
Figura 12. Cosecha del cultivo.....	67
Figura 13. Toma de datos de los resultados obtenidos.....	68
Figura 14. Clasificación de tamaño de tubérculos.	68
Figura 15. Peso de tubérculos por planta.	69
Figura 16. Preparación de material para evaluar materia seca.....	69
Figura 17. Material rotulado para determinación de materia seca	70
Figura 18. Colocado del material en la estufa para determinar materia seca.....	70

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la mejor dosis de Fertiabono para incrementar la productividad del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el centro poblado Porcón Alto, Cajamarca, durante el año 2023. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, de tipo experimental, empleando un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con cinco tratamientos y un testigo, cada uno con tres repeticiones. Los datos obtenidos en campo se analizaron mediante análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Tukey, con el fin de identificar diferencias significativas entre los tratamientos. Los resultados demostraron que la de fertilización química (150 N – 80 P₂O₅ – 130 K₂O kg ha⁻¹) con 0.5 t ha⁻¹ de humus, alcanzó el mayor rendimiento con 34.63 t ha⁻¹, superando significativamente a los demás tratamientos y al testigo. Asimismo, este tratamiento registró el mayor número de tubérculos por planta, con un promedio de 22.33, y un tamaño superior en comparación con las demás dosis evaluadas. En contraste, el testigo (sin fertilización) obtuvo el rendimiento más bajo, con 9.69 t ha⁻¹. En conclusión, se determinó que la dosis óptima de Fertiabono corresponde a la combinación de (150 N – 80 P₂O₅ – 130 K₂O kg ha⁻¹) con 0.5 t ha⁻¹ de humus, la cual asegura un mayor rendimiento y una mejora significativa en los componentes de productividad del cultivo de papa. Esto confirma que el uso integrado de fertilizantes químicos y biofertilizantes representa una alternativa eficiente y sostenible para la producción agrícola en la región de Cajamarca.

Palabras clave: papa, fertilizante, humus, fertiabono, nutrición, rendimiento.

ABSTRAC

This research aimed to determine the optimal dose of Fertiabono to increase the productivity of potato crops (*Solanum tuberosum* L.) in the rural community of Porcón Alto, Cajamarca, during 2023. The study was conducted under a quantitative, experimental approach, using a randomized complete block design (RCBD) with five treatments and a control, each replicated three times. Field data were analyzed through analysis of variance (ANOVA) and Tukey's test to identify significant differences among treatments. Results showed that the combination of chemical fertilization (150 N – 80 P₂O₅ – 130 K₂O kg ha⁻¹) with 0.5 t ha⁻¹ of humus achieved the highest yield of 34.63 t ha⁻¹, significantly outperforming the other treatments and the control. This treatment also recorded the highest number of tubers per plant, averaging 22.33, and superior tuber size compared to the other evaluated doses. In contrast, the control (without fertilization) obtained the lowest yield, with 9.69 t ha⁻¹. In conclusion, the optimal dose of Fertiabono was determined to be the combination of (150 N – 80 P₂O₅ – 130 K₂O kg ha⁻¹) with 0.5 t ha⁻¹ of humus, ensuring higher yield and a significant improvement in productivity components of the potato crop. These findings confirm that the integrated use of chemical fertilizers and biofertilizers represents an efficient and sustainable alternative for agricultural production in the Cajamarca region.

Keywords: potato, fertilizer, humus, fertiabono, nutrition, yield.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) originaria de los Andes de Sudamérica, es el tercer cultivo alimenticio más consumido en el mundo, después del arroz y el trigo, ocupa el primer lugar en relación al valor bruto de producción de los cultivos transitorios con una participación que asciende al 30,7%. En la campaña 2022/2023 la sierra norte representó el 19,8% con un volumen de producción de 1,2 millones de toneladas, de la cual Cajamarca alcanzó una participación de 6,5%. Asimismo, tiene un peso importante en la seguridad alimentaria nacional, ya que el 67,9% de la oferta de este bien es demanda por las familias para el consumo humano directo (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2024). Sin embargo, la producción se ve limitada por una serie de factores internos y externos, como la emergencia de nuevas plagas, efecto climático, precio elevado de agroquímicos y la falta de información agrícola disponible que repercuten en bajos rendimientos (Cobos et al., 2022).

Taipe y Taype (2023) refieren que la papa es un cultivo que demanda grandes cantidades de nutrientes fundamentalmente nitrógeno, fósforo y potasio, los mismos que son imprescindibles para garantizar buenos rendimientos y calidad de los tubérculos. Por ende, la gran mayoría de productores hacen uso de agroquímicos de origen sintético, repercutiendo en la baja fertilidad de los suelos, por el uso indiscriminado. Lo mencionado se sustenta por Abreu, E; et al. (2018); los agroquímicos en la agricultura, si bien puede potenciar el rendimiento de los cultivos, también ha contribuido a un empobrecimiento de las características biológicas del suelo.

Asimismo, Banco Central de Reserva del Perú (2022) informa que, el aumento de precios de los fertilizantes por el conflicto bélico en Ucrania, viene afectando la provisión mundial de alimentos, debido al alza del costo de sus principales insumos, como el gas natural y el carbón.

Siendo nuestro país el más afectado dado que importa casi la totalidad de fertilizantes químicos utilizados en la producción agrícola. Así también, refiere a la papa como uno de los principales cultivos afectados.

El aumento en la inflación ha afectado la producción y comercialización de papa, obligando a los productores a reducir el uso de insumos y, con ello, el rendimiento del cultivo se ve limitado a cantidades inferiores a campañas anteriores. No existe una única fórmula de fertilización; cada agricultor debe determinar su dosis según análisis de suelo, clima y objetivos de producción. Ante esto (FNFP, 2024). Los bioinsumos emergen como solución sostenible, aprovechando la biodiversidad local, protegiendo las características físicas, químicas y biológicas del suelo y minimizando daños ambientales, lo que permite a los productores mejorar sus cultivos sin depender de insumos costosos.

En Cajamarca, la inflación ha afectado la producción de papa, obligando a los agricultores a reducir insumos y comprometiendo el rendimiento de los cultivos. La diversidad climática y las variantes condiciones del suelo demandan una fertilización específica, pero los costos limitan su implementación. Por ello, esta investigación impulsa el uso de biofertilizantes como el Fertiabono, cuya relevancia ha crecido por su impacto positivo en la salud del suelo y la productividad, ofreciendo una alternativa accesible para los productores. Ante este contexto adverso, la investigación tuvo como objetivo, determinar la mejor dosis de Fertiabono para mejorar la productividad del cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) en el centro Poblado Porcón Alto – Cajamarca, 2023.

1.1 Objetivo General

Determinar la mejor dosis de Fertiabono para mejorar la productividad del cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) en el centro Poblado Porcón Alto – Cajamarca, 2023.

1.2 Objetivos Específicos

Determinar el efecto de diferentes dosis de Fertiabono sobre el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*).

Analizar el efecto de las dosis de Fertiabono sobre los componentes de rendimiento como peso de tubérculos por planta, número de tubérculos por planta, tamaño de tubérculos y materia seca del cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*).

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de la investigación

Quisbert (2024) en su investigación del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo producción orgánico y convencional. Se utilizó un diseño completamente aleatorizados, con parcelas divididas para la interpretación de la información generada donde en el análisis se realizaron tres tratamientos (producción convencional, orgánica y testigo) en dos sistemas (campo abierto y camas protegidas). Se evaluaron las variables como altura de planta, número de tubérculos por planta, diámetro del tubérculo, peso de tubérculo y rendimiento por metro cuadrado. El mejor resultado se obtuvo en el tratamiento de producción orgánica T2 con un rendimiento de 27.7 t ha⁻¹ seguido del tratamiento T1 con un rendimiento de 19.3 t ha⁻¹ y por último el testigo T0 con 17.4 t ha⁻¹. El tratamiento de producción orgánica en el sistema de camas protegidas, resultó ser favorable por el mayor rendimiento, ya que protegió de las heladas tempranas que hubo en la campaña agrícola.

Taipe y Taype (2023) realizaron una investigación para evaluar efecto de la fertilización biológica, orgánica y química en el rendimiento de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el centro poblado de Yacuraquina, distrito de Acobamba, provincia de Acobamba – Huancavelica. Se utilizó un diseño de parcelas divididas con bloques completamente aleatorizados, aplicando cuatro tratamientos: T1 (Químico-Biofertilizante-Orgánico), T2 (Biofertilizante-Orgánico), T3 (Orgánico) y T4 (Testigo), en cuatro bloques, sumando 32 unidades experimentales. Se evaluaron diversas variables como emergencia, número de tallos, altura y cobertura foliar, número de tubérculos y rendimiento por planta. Los resultados mostraron diferencias significativas en la altura de las plantas durante los primeros 50 días, donde el tratamiento testigo presentó mayor

crecimiento, seguido de la variedad Yungay (Químico-Biofer-Estier) con un promedio de 63.11 cm. Además, en la interacción entre abono y variedad, el tratamiento Químico-Biofer-Estier con Yungay obtuvo un peso promedio de 0.88 kg y 22 tubérculos por planta, superando en cantidad y peso de tubérculos a la variedad Camotillo.

Guillén (2022) en su investigación de la fertilización localizada con humus de lombriz (*Eisenia foetida*) en la producción del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), variedad Canchan INIA. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), los factores utilizados fueron T1 (20 t ha⁻¹ de humus de lombriz al voleo), T2 (0.5 Kg/planta de humus de lombriz localizada) y T3 (testigo) que fueron distribuidos en cuatro bloques. Las variables evaluadas fueron crecimiento vegetativo del cultivo de papa: porcentaje de emergencia, porcentaje de brotes laterales, altura de planta entre los periodos de 30, 60 y 90 días después de la siembra y el número de tallos entre los periodos de 30, 60 y 90 días después de la siembra. Las variables evaluadas en la cosecha fueron peso de tubérculo por planta, número de tubérculos por planta, diámetro de tubérculo y rendimiento. Los resultados muestran que existe diferencias significativas (Sig.< 0.05) entre los tratamientos siendo la aplicación localizada de humus de lombriz de 0.5 Kg/planta (T2) que adjudica los mayores promedios de emergencia con 91.25%; porcentaje de brotes laterales de 95%; alturas de planta entre 32.7575 cm a los 60 después de la siembra hasta 42.6275 cm a los 90 días después de la siembra y número de tallos entre 3.7750 (60 dds) y 3.75 (90 dds). El T2 obtuvo el mejor rendimiento de tubérculos con un promedio de 32.15 t ha⁻¹, con un peso de 868.14 g/planta de tubérculos, diámetros de tubérculos entre 36.58 mm a 42.7175 mm y 13.9625 tubérculos/planta, se concluye que la aplicación localizada de humus de lombriz de 0.5 Kg/planta tiene mejor efecto en los parámetros productivos del cultivo de papa frente a la aplicación al voleo de 2 Kg/m² de humus de lombriz en el cultivo de papa y frente al testigo sin humus de lombriz.

Gomez (2021) llevó a cabo un estudio para evaluar el efecto de la fertilización química y enmiendas orgánicas (azolla y guano de cuy) en papa (*Solanum tuberosum* L.). Se establecieron cinco tratamientos y un testigo, preparando los sustratos 15 días antes de la siembra con una mezcla de tierra, guano de cuy y paja. Posteriormente, se añadieron enmiendas orgánicas, fertilizante químico y el testigo sin tratamiento, sembrando dos tubérculos por bolsa bajo un diseño completamente al azar. Se analizaron variables como altura y número de tallos, número y peso de tubérculos por planta. Los resultados mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en el crecimiento y rendimiento de los cultivos. El tratamiento químico combinado con guano de cuy (T3) obtuvo el mejor desempeño, con 221.25 g/planta, seguido de la azolla (T4) y fertilización química (T1), ambos con 163.75 g/planta. El testigo presentó el menor rendimiento, con 120.88 g/planta, evidenciando el impacto positivo de las enmiendas orgánicas en la productividad del cultivo.

Guevara (2021) realizó una investigación para determinar la influencia de tres diferentes dosis de humus de lombriz en el crecimiento y desarrollo de tara. Durante cuatro meses y medio, se analizaron aspectos como selección y escarificación de semillas, germinación, repique de plántulas y evaluación en campo, bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA). Los resultados mostraron que el tratamiento H3 (9 t ha^{-1}) obtuvo el mejor desempeño, con 28.8 cm de altura, 245 folíolos por planta, un diámetro de tallo de 6 mm y un área foliar de 52.28 cm². Esto demuestra que el humus de lombriz es una alternativa efectiva para mejorar el desarrollo vegetal, similar al impacto de biofertilizantes como Fertiabono, que optimiza la fertilización a menor costo y con beneficios ambientales. Por lo que recomienda realizar investigaciones en campo definitivo, explorando diferentes dosis y su interacción con otros fertilizantes biológicos para mejorar la productividad agrícola de manera sostenible.

Díaz (2021) realizó una investigación para determinar la dosis óptima de humus de lombriz en el crecimiento del saúco (*Sambucus peruviana L.*). El estudio se llevó a cabo en la Asociación Civil ADEFOR, en Cajamarca, bajo condiciones de invernadero y empleando un Diseño Completamente al Azar (DCA). Se evaluaron variables como altura de planta, número de ramas, hojas y folíolos, diámetro de ramas y área foliar. Los resultados indicaron que el tratamiento T2 (corteza de pino) alcanzó la mayor altura de planta con un promedio de 30.56 cm. En número de ramas, hojas y folíolos, el mejor desempeño se obtuvo con H3 (suelo agrícola + humus de lombriz a 10 t ha^{-1}), con promedios de 2 ramas, 11 hojas y 80 folíolos por planta. En diámetro de ramas, H3 con suelo de Aylambo logró 0.64 cm, mientras que, en área foliar, el mismo tratamiento alcanzó 37.42 cm^2 . Estos resultados destacan el potencial del humus de lombriz para mejorar el desarrollo vegetal. Esto demuestra que el uso de Fertiabono podría optimizar la fertilización, mejorando la productividad con costos accesibles y sostenibles.

Veliz (2021) realizó una investigación cuyo objetivo fue: Evaluar efecto de cuatro dosis de biol en el rendimiento del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa L.*) Variedad Moapa, utilizando un diseño de bloques completos al azar (DBCA). Se evaluaron cinco tratamientos: 5%, 10%, 15%, 20% y un testigo, aplicando biol manualmente cada 15 días durante tres meses. Los resultados indicaron que la concentración al 20% favoreció el crecimiento, alcanzando 83.19 cm de altura, 25.47 tallos por corona y 26.47 hojas por tallo, además de una mayor área foliar de 6649.20 cm^2 . En cuanto al diámetro de la corona, el mejor desempeño se observó con el 15%, alcanzando 17.91 cm. En productividad, la dosis al 20% logró los mayores rendimientos de materia seca y fresca con $20,580.02 \text{ kg ha}^{-1} \text{ corte}^{-1}$ y $71,190.67 \text{ kg ha}^{-1} \text{ corte}^{-1}$, respectivamente. Demostrando así que el Fertiabono, como biofertilizante, puede representar una alternativa eficiente para mejorar la nutrición y productividad del cultivo, optimizando costos y promoviendo sostenibilidad agrícola.

Hoyos, (2023) evaluó el efecto de la aplicación de guano de isla y humus de lombriz en el rendimiento del cultivo de betarraga (*Beta vulgaris* L.) variedad Early Wonder. El estudio se llevó a cabo en el fundo La Victoria, empleando un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con tres bloques y cinco tratamientos. Los resultados obtenidos mediante análisis de varianza (ANOVA) y prueba de Duncan indicaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, destacando el tratamiento con 4 t ha⁻¹ de guano de isla, que alcanzó el mayor rendimiento con 41.56 t ha⁻¹. En cuanto a la rentabilidad, se concluyó que los tratamientos con 2 y 4 t ha⁻¹ de guano de isla presentaron los mejores índices económicos, con un retorno de 2.79 soles por cada sol invertido, evidenciando la eficacia agronómica y económica del guano de isla en este cultivo.

2.2. Bases Teóricas

Origen

FAO (2011) refiere que la papa es procedente de los andes del Perú, su origen se sitúa exactamente entre los países de Perú y Bolivia, este cultivo se extendió por todo el territorio que constituía el Tahuantinsuyo, antes de la venida de los españoles, posteriormente en el siglo XVI fue introducido por los españoles y este cultivo fue difundido rápidamente, con mejor respuesta en las regiones templadas y durante el siglo XVIII fue introducido en los países de Estados Unidos y Canadá.

Según Estrada (2000), en el altiplano entre Perú y Bolivia, en el área limítrofe cerca al Lago Titicaca, existe la mayor variabilidad genética de especies silvestres y variedades cultivadas, fue domesticada hace unos 10,000 años las damas cuando el hombre se dedicaba a la caza y la pesca.

Clasificación taxonómica

Según Ugarte (1992) la clasificación taxonómica de las papas cultivadas se encuentra en discusión, debido a que los autores han reconocido desde una a veinte especies; aun cuando, todas forman un mismo acervo.

Clase: Angiosperma

Subclase: Dicotiledóneas

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: *Solanum*

Especie: *Solanum tuberosum* L.

Nombre común: Papa

Importancia del cultivo

El papa es importante como fuente de alimentación humana; se encuentra entre los cinco principales cultivos alimenticios en el mundo, junto con las gramíneas como trigo, arroz, maíz y cebada (Cabrera y Escobal, 2002). Además, según Borda (2008) describe a la planta de papa como una herbácea de una altura aproximada de un metro que se consume el tubérculo, que es la reserva de nutrientes, con alto contenido de carbohidratos que hace que sea un alimento con alto valor energético; además proporciona proteínas en menor cantidad, similar a los cereales y en mayor proporción en comparación a otro tubérculo.

Contenido nutricional de la papa

Según el Centro Internacional de la Papa (CIP, 2006) la papa tiene un valor nutricional muy importante, en la siguiente tabla se detalla el contenido por cada 100 gramos de papa.

Tabla 1*Contenido nutricional de la papa*

Contenido nutricional	Cantidad
Energía	96 a 123 kcal
Almidón	16 a 20 g
Proteína	1.76 a 2.95 g
Lípidos	0.1 a 0.5 g
Fibra dietaria	1.8 a 2.1 g
Potasio	150 a 1386 mg
Fosforo	42 a 120 mg
Magnesio	16 a 40 mg
Hierro	0.29 a 0.69 mg
Zinc	0.29 a 0.48 mg
Vitamina C	7.8 a 20.6 mg
Vitamina B6	0.299 mg
Ácido clorogénico	19 a 399 mg
Glicoalcaloides	0.7 to a 18.7 mg

Fuente: CIP (2019).

Cantidad de producción en las regiones del Perú

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2022), hasta junio de 2022 la producción nacional de papa alcanzó las 746,196 toneladas, superando el volumen registrado en el mismo periodo del año 2021.

Según Cabrera y Escobal (2002), en el departamento de Cajamarca existen aproximadamente 14,158 hectáreas dedicadas al cultivo, con una producción promedio que oscila entre 107 y 752 toneladas, y un rendimiento medio de 7.611 t ha⁻¹. No obstante, si se considera el marco de influencia técnica en los últimos siete años, los registros disponibles se limitan a aspectos sociohistóricos, superficie cultivada, volumen de producción y los cultivares más difundidos.

Tabla 2*Producción de papa a nivel nacional*

Departamento	Porcentaje %
Ayacucho	44.3
La Libertad	13.2
Huancavelica	12.6
Cajamarca	10.6
Junín	5.4
Huánuco	3.0

Fuente: INEI (2022).

Morfología y funciones

EL brote

Según Inostroza et al. (2009), los tallos de la papa son generalmente de color verde a veces puede ser de color marrón rojizo o morado, sólidos y parcialmente tubulares; los que provienen de la semilla verdadera son de un solo tallo y los que provienen de tubérculos-semilla producen varios tallos.

Por otro lado, Egúsquiza (2000) describe a la planta de papa como un sistema compuesto por tallos aéreos y subterráneos, Los tallos aéreos tienen la función de sostener las hojas y flores, mientras que los subterráneos (tubérculos) se encargan de transportar azúcares y almacenar almidones, esenciales para el desarrollo y reproducción de la planta.

Tallo

Según Inostroza et al. (2009), los tallos de la papa son generalmente de color verde a veces puede ser de color marrón rojizo o morado, sólidos y parcialmente tubulares; los que provienen de la semilla verdadera son de un solo tallo y los que provienen de tubérculos-semilla producen varios tallos.

Por otro lado, Egúsqüiza (2000) describe a la planta de papa como un sistema compuesto por tallos aéreos y subterráneos, Los tallos aéreos tienen la función de sostener las hojas y flores, mientras que los subterráneos (tubérculos) se encargan de transportar azúcares y almacenar almidones, esenciales para el desarrollo y reproducción de la planta.

Raíz

La semilla verdadera forma una delicada raíz axonomorfa con ramificaciones laterales mientras que la semilla-tubérculo forman raíces adventicias en la base de cada brote y luego encima de los nudos en la parte subterránea de cada tallo (Inostroza et al., 2009).

Por su parte, Egúsqüiza (2000) señala que estas estructuras subterráneas tienen como función es absorber agua, y esta se origina de los nudos subterráneos y en conjunto forman un sistema fibroso.

Hoja

Las hojas son compuestas, poseen un raquis central y varios folíolos; El raquis lleva varios pares de folíolos laterales primarios y un folíolo terminal; Los folíolos pueden estar unidos al raquis a través del peciólulo, o ser sésiles; La secuencia regular de estos folíolos primarios puede estar interceptada por la presencia de folíolos secundarios pequeños (Inostroza et al., 2009).

Por su parte, Egúsqüiza (2000) destaca que la hoja cumple una función esencial en el metabolismo de la planta: captar la energía lumínica y transformarla en energía alimenticia, principalmente en forma de azúcares y almidón, mediante el proceso de fotosíntesis.

La flor

Según Inostroza et al. (2009), la planta de papa presenta flores bisexuales, es decir, contienen órganos reproductivos masculinos y femeninos en la misma estructura floral y tienen cuatro partes esenciales de una flor: cáliz, corola, estambres y pistilo. Asimismo, cumplen

funciones de reproducción sexual, se presentan en grupos que conforman la inflorescencia cuyos elementos cáliz, corola, anteras, estigma, botón floral, pedicelo inferior y superior y pedúnculo floral (Egusquiza, 2000). Además, Cabrera y Escobal (2002) indican que el polen es dispersado por el viento es así que se genera la autopolinización natural, siendo relativamente una polinización cruzada.

Estolón

Son tallos laterales que se desarrollan horizontalmente en el suelo a partir de yemas de la parte subterránea de los tallos; Los estolones largos son habitualmente de papas silvestres y los estolones cortos es producto del mejoramiento genético de la papa (Inostroza et al., 2009). Además, tiene como función el transporte de sustancias (azúcares) producidas en las hojas y que se almacenaran en los tubérculos en forma de almidones (Egusquiza, 2000).

Tubérculo

El tubérculo es el fruto agrícola (tallo subterráneo) donde se encuentra almacenado los excedentes de energía (almidón y azúcares), esto es el producto del trabajo, dedicación y responsabilidad netamente del agricultor y condiciones favorables del ambiente (Egusquiza, 2000). Por su parte, Cabrera y Escobal (2002) explican que se forma en un extremo del estolón, por la proliferación del tejido de reserva que resulta de un desarrollo y división celular, que constituye u aproximado de 64 veces el volumen de la célula.

Características de producción en la variedad amarilis

Según el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA, 2004) esta variedad de papa presenta un alto rango de adaptación, produce bien en la sierra norte y centro hasta 3200 msnm; así como en la costa central y sur del país; se caracteriza por su alta resistencia a la ranchara (*Phytophthora infestans*) además de su alto rendimiento (30 – 40 t ha⁻¹)

Fases fenológicas

Fase de emergencia o brotación

Según Vignola et al., (2017) el proceso de desarrollo de la planta de papa comienza inmediatamente después de la siembra de la semilla, la duración de esta etapa depende de las condiciones de almacenamiento, variedad y estado de brotación de la semilla; por medio de cambios bioquímicos se inicia la formación de una nueva planta que sufre al inicio un crecimiento acelerado de raíces, seguido de la emergencia de tallos y hojas.

Fase de crecimiento de brotes laterales

Vignola et al., (2017) describen que, luego de la emergencia de la plántula, comienza el proceso de fotosíntesis desarrollando la parte aérea de la planta; es decir la formación y diferenciación de tallos, ramas y hojas, además en la parte subterránea se da la expansión de estolones.

Fase de inicio de la tuberización

Vignola et al., (2017) relatan que, continua su crecimiento vegetativo en su parte aérea, así como en la parte radicular subterránea se están formando los tubérculos que comienzan su desarrollo en la punta de los estolones.

Fase de llenado de tubérculos

Según Vignola et al. (2017), la fase de llenado de tubérculos en el cultivo de papa suele coincidir con el inicio de la floración (en algunas variedades), donde las células de los tubérculos comienzan a expandirse por la acumulación de agua, nutrientes y carbohidratos; ya en esta etapa los tubérculos absorben la mayor cantidad de nutrientes y carbohidratos disponibles de la planta.

Fase de maduración

Según Vignola et al. (2017), en la fase de maduración, la tasa fotosintética de la planta disminuye progresivamente, y se manifiesta a través del amarillamiento del follaje hasta llegar a la senescencia completa de la planta. Durante esta etapa, el tubérculo alcanza su madurez fisiológica, desarrollando la piel externa más consistente que protege la acumulación de su máximo contenido de materia seca, por lo que es un indicador que se encuentra apto para realizar las labores de cosecha.

Importancia económica

Según el CIP (2006) en el año 2006 la Organización de las Naciones Unidas (ONU) destacó a la papa como un alimento de primera necesidad a nivel mundial, por el rol que desempeña de proporcionar la seguridad alimentaria y la erradicación de la pobreza; la papa se cultiva en más de 125 países y alimenta a más de un billón de personas en el mundo, por ello se ha convertido en una excelente opción en la dieta de las familias en muchos países en el mundo.

Consumo per cápita

Según el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI, 2021) antes del año 2000, el consumo per cápita de papa en el Perú era de aproximadamente 76 kilogramos por persona. Para el año 2022, se proyectó un incremento significativo, alcanzando los 92 kilogramos por persona a nivel nacional. De acuerdo con el Gobierno Regional de Cajamarca (GORECAJ, 2019) la región de Cajamarca ha mostrado un consumo históricamente superior, el promedio per cápita anual era de 97 kilogramos, y las proyecciones para el 2021 estimaban un consumo superior a los 100 kilogramos por persona, posicionando a Cajamarca como la región con mayor consumo de papa en el país.

Requerimiento Nutricional

Según Gómez (2012) una fertilización inadecuada puede reducir el potencial productivo entre un 40 % y 60 %, especialmente en suelos con baja disponibilidad de nutrientes. Los macronutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio deben ser suministrados en proporciones ajustadas al rendimiento esperado; por ejemplo, para una producción de 60 t ha⁻¹, se requieren aproximadamente 153 kg/ha⁻¹ de N, 28 kg/ha⁻¹ de P₂O₅ y 240 kg/ha⁻¹ de K₂O.

Según el INIA (2020) sobre la variedad de papa INIA 302 Amarilis en el distrito de Cutervo, Cajamarca, se evaluaron doce niveles de fertilización Química con el objetivo de determinar su efecto en el rendimiento del cultivo. Los resultados permitieron establecer una fórmula de abonamiento óptima para la siembra, recomendando la aplicación de 180 kg/ha⁻¹ de nitrógeno (N) mediante urea al 46 %, 60 kg/ha⁻¹ de fósforo (P₂O₅) utilizando fosfato diamónico (DAP), y 240 kg/ha⁻¹ de potasio (K₂O) a través de cloruro de potasio (KCl), lo cual favoreció significativamente el rendimiento y la calidad de los tubérculos comerciales bajo las condiciones agroecológicas del estudio.

Fertilización al suelo

La FAO (2002) señala que la fertilización se realiza por que el cultivo necesita cantidades específicas de nutrientes (dependiendo del rendimiento esperado), con ello se puede producir más alimento y cultivos comerciales, y de mejor calidad, además de mejorar la fertilidad de los suelos que han sido sobreexplotados. Además, los fertilizantes desempeñan un papel estratégico en el desarrollo agrícola, al contribuir con la seguridad alimentaria y mantener la productividad del suelo a largo plazo.

Complementando esta perspectiva, Valverde et al. (1998) mencionan los siguientes cuatro objetivos de la fertilización.

- Integrar los nutrientes del suelo que están deficientes para las plantas.
- Corregir las características físicas y biológicas del suelo.
- Aumentar los rendimientos.
- Reponer los nutrientes que fueron utilizados por cultivos anteriores.

Fertilización química

Según Valverde et al. (1998) el fertilizante químico contiene nutrientes de fácil disponibilidad para las plantas; para que el uso sea eficaz es preciso contar con buenas condiciones de humedad del suelo

Por su parte, Cerisola (2015) define los fertilizantes como sustancias o mezcla de sustancias que incorporada al suelo o aplicada sobre el aérea follaje de las plantas, proporciona elementos que requieran las plantas para su nutrición con el fin de estimular su crecimiento, incrementar su productividad y mejorar la calidad de las cosechas.

Macronutrientes

Nitrógeno

Según lo señala la FAO (2002) el nitrógeno es absorbido del suelo bajo forma de nitrato (NO_3) o de amonio (NH_4); Ya en la planta se combina con componentes producidos por el metabolismo de carbohidratos para formar amino ácidos y proteínas además (Valverde et al. 1998). Indica que este interviene en el proceso de la fotosíntesis, permite el desarrollo de las plantas y logra alcanzar buenos rendimientos.

Fosforo

Cerisola (2015) señala que las plantas absorben el ion fosfato (PO_4^{3-}) directamente de la solución del suelo, donde puede ser retenido por coloides como arcilla, humus y minerales de

hierro, aluminio y calcio Este nutriente es clave en la transferencia de energía, promoviendo la diferenciación celular y el desarrollo de tejidos esenciales para el crecimiento vegetal.

La FAO (2002) advierte que, su disponibilidad en suelos agrícolas es limitada debido a procesos de fijación, lo que exige una gestión eficiente para optimizar su uso y mejorar la productividad.

Potasio

Según Cerisola (2015) y la FAO (2002), este elemento, absorbido por las plantas en forma de ion K^+ , es esencial para procesos fisiológicos y mejora la producción de carbohidratos. También activa más de 60 enzimas, optimizando la síntesis de proteínas y carbohidratos. Además, fortalece el régimen hídrico vegetal, incrementando la tolerancia a sequías, heladas, salinidad y parásitos, lo que contribuye a una mayor resistencia y productividad.

Calcio

Los iones calcio adsorbidos al complejo de intercambio catiónico se encuentran en equilibrio con los contenidos en la solución del suelo (Cerisola, 2015).

La FAO (2002) destaca que el calcio es esencial para el desarrollo de las raíces y como un integrante del tejido celular de las membranas; Aunque gran parte de los suelos contienen suficiente recurso de Ca para las plantas, la deficiencia puede darse en los suelos tropicales que son muy pobres en Ca.

Magnesio

El magnesio (Mg^{2+}) es un nutriente esencial para las plantas, cuya absorción se realiza tanto a través de las raíces como de las hojas, lo que permite una distribución eficiente dentro del organismo vegetal (Cerisola, 2015). Según la FAO (2002) este mineral es fundamental en la clorofila, el pigmento responsable de captar la energía solar para la fotosíntesis. Aproximadamente

entre el 15 % y el 20 % del magnesio presente en la planta se localiza en sus partes verdes, donde contribuye activamente a su crecimiento y desarrollo.

Azufre

El azufre (S) es un nutriente esencial en la formación de proteínas, ya que participa directamente en la síntesis de aminoácidos como la cisteína y la metionina, fundamentales para el metabolismo vegetal. Además, desempeña un papel clave en la síntesis de clorofila, contribuyendo al desarrollo y vigor de las plantas (FAO, 2002). En el suelo, el azufre se encuentra principalmente integrado a la materia orgánica y a diversos minerales, como sulfatos y sulfuros, cuya disponibilidad depende de factores como la actividad microbiana, el pH, la textura del suelo y las condiciones de humedad (Cerisola, 2015).

Micronutrientes

FAO (2002). Son necesarios en el desarrollo de la planta; Son absorbidos en cantidades mínimas, su importancia de provisión óptima es muy pequeño; Su disponibilidad en las plantas depende principalmente de la reacción del suelo.

Zinc

Es esencial en la síntesis de hormonas vegetales como las auxinas. Su deficiencia se manifiesta con anomalías morfológicas, como hojas alargadas, formación de rosetas y acortamiento de los entrenudos

Cobre

La adsorción de cobre por parte de la planta es muy baja, por lo que no suelen presentarse carencias, si absorbe un exceso interfiere en las funciones vitales llegando a ser tóxico para la planta (Cerisola, 2015).

Hierro

Los suelos suelen poseer considerable cantidad de hierro, puede ocurrir que las plantas no puedan absorber suficiente cantidad, debido a las condiciones del medio; Pero en un medio ácido es muy soluble y, por tanto, puede ser aprovechado fácilmente por las plantas (Cerisola, 2015).

Manganeso

La disponibilidad de manganeso aprovechable por las plantas depende más del pH del suelo que de la cantidad de manganeso presente; Con pH bajo, este elemento se asimila con mucha facilidad (Cerisola, 2015).

Boro

Se maneja con suma precaución, porque es tóxico para las plantas a partir de una cierta concentración en el suelo; Los síntomas de carencia se muestran en primer lugar en los brotes y hojas jóvenes, que se atrofian y deforman (Cerisola, 2015).

Molibdeno

El requerimiento con respecto a este elemento es mínimo, pero hay que tener precaución en las aplicaciones porque es tóxico en concentraciones muy pequeñas (Cerisola, 2015).

Abono orgánico

Según Félix et al. (2008) la aplicación de materia orgánica humificada es clave para la nutrición vegetal, ya que favorece la formación de compuestos esenciales para la actividad microbiana, como los ácidos húmicos, fúlvicos y huminas. Además, mejora la estructura del suelo, aumentando su capacidad de retención de agua, aireación y agregación, evitando el encostramiento. Las plantas fertilizadas con estos abonos presentan mayor resistencia a bacterias patógenas gracias a la acción del calor y la microflora benéfica. Asimismo, los ácidos húmicos

estimulan el crecimiento radicular y foliar, optimizan la absorción de nutrientes y fortalecen la asimilación de nitrógeno, promoviendo un desarrollo saludable.

Torres (1998) propone además la reutilización de lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales como una alternativa viable para enriquecer los suelos agrícolas. Estos lodos, al ser estabilizados y caracterizados adecuadamente, actúan como abonos orgánicos, aportando nutrientes esenciales, materia orgánica y mejorando las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. De esta manera, la articulación entre el uso de abonos orgánicos provenientes de lodos tratados, están estrechamente relacionados con el Fertiabono, dado que representa una estrategia eficaz para fortalecer la fertilidad del suelo y promover una agricultura más resiliente y respetuosa con el medio ambiente. Además, esta integración contribuiría a disminuir la dependencia de fertilizantes sintéticos, impulsando al mismo tiempo prácticas agrícolas sostenibles y de bajo impacto ecológico.

Beneficios del abono orgánico

Los abonos orgánicos ofrecen múltiples beneficios, entre ellos el fortalecimiento de la actividad biológica del suelo, la mejora en la absorción y retención de humedad, y el incremento de la capacidad de intercambio catiónico.

Según Gómez (2011) estos materiales no solo optimizan las prácticas de labranza, sino que prolongan la disponibilidad de nutrientes, fomentan el empleo rural en su producción y son una alternativa sostenible gracias a sus ingredientes naturales.

Campos y Gómez (2018) complementan esta visión al destacar que estos residuos aumentan el contenido de materia orgánica del suelo y, lo más destacable, son más accesibles económicamente. En este sentido, destacan que el uso de estos residuos como método eficiente de

reciclaje impulsa el crecimiento vegetal y contribuye a la conservación y mejora de las propiedades del suelo.

Lombricultura

Según Schuldt et al. (2006) el desarrollo de poblaciones de lombrices cuyo proceso es limpio y de fácil aplicación para reciclar una variada gama de residuos biodegradables (restos orgánicos) produciendo abono y lombrices. Mestanza (2013) define la lombricultura como una conducción técnica que permite la obtención de productos orgánicos comerciales y además conservar el medio ambiente.

Humus de Lombriz.

Es un abono orgánico, rico en nutrientes y de baja densidad aparente, que al ser aplicado al suelo esta mejora sus características químicas, físicas y biológicas; este producto es obtenido a partir de un proceso de vermicompostaje en condiciones aeróbicas, donde las lombrices se alimentan de estos y transforman a través de su proceso digestivo en deyecciones el cual será el humus de lombriz (ETEA, 2018).

Según Schuldt et al. (2006) para la obtención del humus de lombriz tiene que pasar por tres fases, una de compostaje previa a la introducción de lombrices, otra de lombricomposta que es cuando se introducen las lombrices y finalmente la separación de las lombrices del humus.

Almerco et al. (2024) destacan que el humus de lombriz es una alternativa eficaz y sostenible para mejorar suelos agrícolas degradados o contaminados. Su aplicación favorece la recuperación de propiedades físicas y químicas, reduce la presencia de metales pesados como plomo y cadmio, incrementa la actividad biológica y la retención de agua, constituyéndose en una herramienta clave para la rehabilitación de ecosistemas afectados por minería o agroquímicos.

Beltrán (2022) evaluó la aplicación de diferentes dosis de humus en dos variedades de lechuga, observándose que las dosis más altas incrementaron el número de hojas, el peso por planta y el rendimiento total, alcanzando hasta 6045.64 kg ha⁻¹. Además, el análisis beneficio-costó reveló una rentabilidad superior a \$2.15 por cada dólar invertido, lo que evidencia su viabilidad económica en sistemas de producción intensiva. Estos resultados respaldan el uso del humus de lombriz como insumo estratégico en la agricultura sostenible.

Importancia de la fertilización orgánico química:

Según Abreu et al. (2018), la investigación sobre biofertilizantes alternativos es esencial para aumentar la productividad agrícola con menor impacto ambiental, fortaleciendo el enfoque agroecológico. Este avance ha incentivado el uso de abonos orgánicos, como el humus de lombriz, que no solo reduce costos de producción ante el incremento de precios de fertilizantes químicos, sino que también disminuye la contaminación del suelo y el agua.

Montaño et al. (2009) destacan que, para lograr una agricultura más sostenible, es fundamental reemplazar gradualmente los fertilizantes sintéticos por alternativas orgánicas, buscando un equilibrio entre rentabilidad y conservación de los recursos naturales. Este enfoque garantiza una producción eficiente sin afectar la salud de los ecosistemas.

El abono orgánico es fundamental para optimizar el uso de fertilizantes minerales, ya que su combinación dentro del Sistema Integrado de Nutrición de las Plantas (SINP) genera condiciones óptimas para el cultivo, mejorando las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y el suministro de nutrientes esenciales. Sin embargo, su disponibilidad suele ser limitada y, su uso de manera individual, no garantiza el nivel de producción esperado, por lo que es necesario complementar su aplicación con fertilizantes minerales para alcanzar rendimientos adecuados (FAO, 2002).

Productos químicos

En los últimos años, el uso de productos químicos en el cultivo de papa ha generado creciente preocupación debido a sus impactos en la salud humana y el medio ambiente. Sánchez (2022) señala que los plaguicidas empleados en este cultivo afectan de manera negativa la biodiversidad, el suelo, la atmósfera y la hidrósfera, además de inducir resistencia en enfermedades y acelerar la degeneración de semillas. A partir de una revisión sistemática de 59 estudios, se evidenció que el uso indiscriminado de agroquímicos contribuye a la degradación de tierras cultivables y a la desvalorización de alternativas orgánicas, lo que amenaza la sostenibilidad agrícola. Asimismo, se identificó una marcada brecha entre la legislación ambiental vigente y su efectiva aplicación en campo, lo que limita el control sobre el uso de estos insumos químicos.

Por otro lado, Cotrina et al. (2021) evidencian que en San Miguel (Ayacucho) los agricultores usan mezclas de insecticidas como Malathion, Phyton y Regent® 200 SC sin asesoramiento técnico adecuado, lo que incrementa el riesgo de intoxicación y contaminación ambiental. sin asesoramiento técnico, lo que aumenta riesgos de intoxicación y contaminación; además, el 70 % no recibe advertencias al comprar plaguicidas y los aplica de forma empírica, lo que resalta la urgencia de capacitaciones sobre su uso responsable en el cultivo de papa.

Fertiabono

Narváez, O. (2022). Abono orgánico modificado, mejorador de suelos para recuperar su fertilidad natural; cuyo fin es obtener rendimientos altos a menor costo; con una formulación exacta que el suelo y cultivo necesitan; además manteniendo la responsabilidad con el medio ambiente evitando su contaminación.

Además de su impacto económico, el Fertiabono ha sido objeto de análisis técnico en relación con su efectividad y alcance. De acuerdo con el MIDAGRI (2023), más de 300 000

productores fueron beneficiados, lo que permitió sostener la producción en más de 1.7 millones de hectáreas cultivadas. Este tipo de intervención estatal ha sido valorada como una medida de emergencia que, si bien no reemplaza una política agraria integral, contribuye a mitigar los efectos de la volatilidad del mercado de fertilizantes y a fortalecer la resiliencia de los sistemas agrícolas peruanos. La implementación del Fertiabono también ha abierto el debate sobre la necesidad de transitar hacia modelos de fertilización más sostenibles y menos dependientes de insumos importados.

CAPÍTULO III

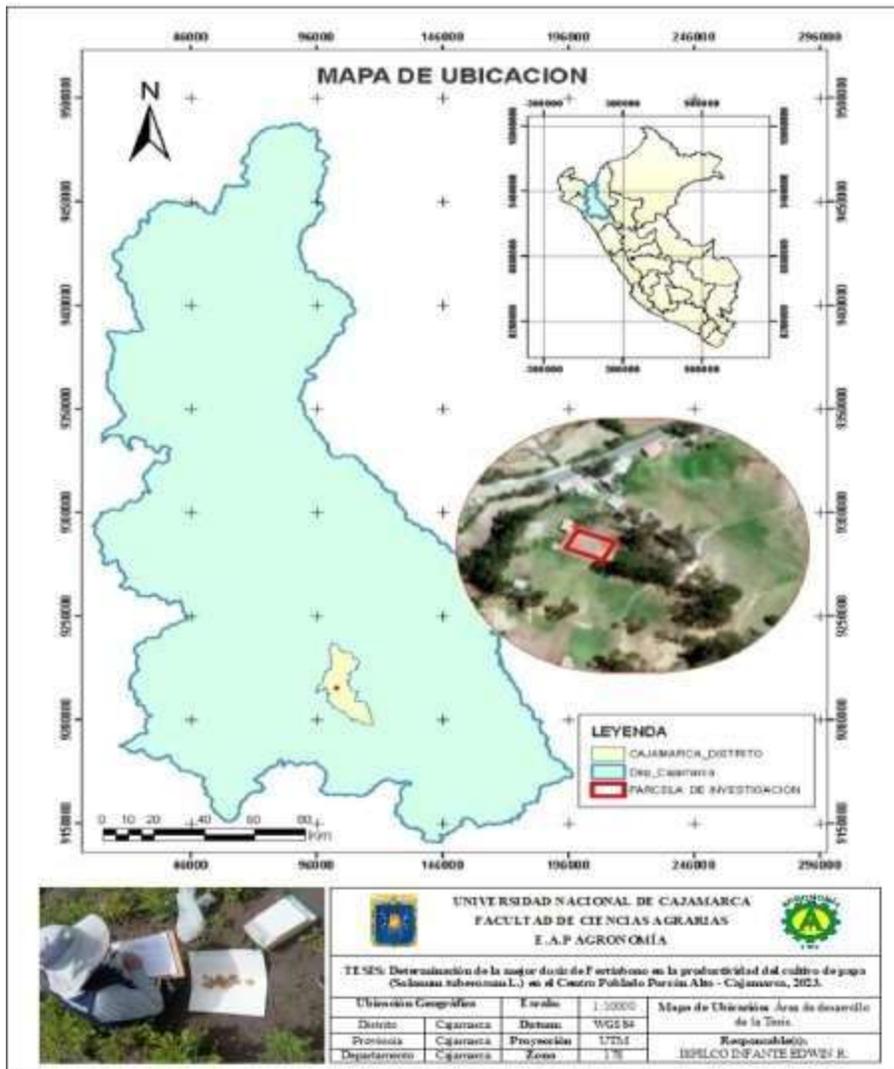
MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del campo experimental

La investigación se llevó a cabo en el caserío Suro Porcón, ubicado en el centro poblado de Porcón Alto, distrito y provincia de Cajamarca, región Cajamarca. Geográficamente, se localiza en las coordenadas UTM 766294 Este y 9216320 Norte, dentro de la Zona 17S, a una altitud de 3297 msnm.

Figura 1.

Mapa de localización del campo experimental



3.1.1. Características edafoclimáticas del lugar de estudio

La zona de estudio presenta suelos en el que predominan la clase textural: franco-arenosa, presentan buen drenaje, y porcentaje moderado de materia orgánica, ideal para cultivos como papa, maíz, gramíneas y leguminosas. Además, presenta un clima frío y húmedo, con temperaturas que oscilan entre los 5°C y 18°C, con precipitaciones moderadas a intensas durante la época de lluvias. La disponibilidad de agua para riego se encuentra influenciada por la gestión de los recursos hídricos de captaciones locales y la regulación de escurrimientos en épocas de lluvia, almacenados en reservorios para su uso durante la temporada seca, al cual no todos los agricultores tienen acceso.

3.1.2. Geomorfología de lugar de estudio.

Ayay (2018) refiere que el relieve del caserío Suro Porcón presenta geoformas estructurales, como lomas y colinas originadas por actividad tectónica, y geoformas volcánicas vinculadas a antiguos flujos de lava y depósitos piroclásticos. Estas formas del terreno han sido esculpidas por procesos denudacionales, principalmente la erosión hídrica y gravitacional, que han dado lugar a terrazas, conos de deyección y laderas intensamente disectadas. Asimismo, la presencia de geoformas fluviales como; valles encajonados, cauces activos y terrazas aluviales, evidencia una dinámica hídrica marcada, especialmente durante las temporadas de lluvias intensas

Estas condiciones geomorfológicas influyen directamente en la formación y distribución de los suelos, determinando su profundidad, textura, drenaje y susceptibilidad a la erosión. En zonas estructurales y volcánicas, los suelos tienden a ser poco desarrollados y pedregosos, mientras que en áreas fluviales y denudacionales pueden encontrarse suelos más profundos y fértiles, aunque con riesgo de degradación si no se manejan adecuadamente.

3.1.3. Vías de acceso al lugar de estudio

El caserío Suro Porcón, forma parte del Centro Poblado de Porcón Alto, es accesible mediante una carretera afirmada desde la ciudad de Cajamarca, recorriendo la carretera Cajamarca a Bambamarca a unos 17 km en aproximadamente 30 minutos. Es utilizada por automóviles, transporte público y carga pesada, no hay inconveniente alguno para trasladarse durante la época de invierno ya que cuenta con bastantes accesos afirmados y trochas carrozables. También se puede tener acceso desde Porcón Alto mediante trochas y caminos secundarios transitables, facilitando la conexión de la ciudad con la zona rural y el traslado de materiales e insumos agrícolas.

3.1.4 Hidrología de la zona

El caserío Suro Porcón, ubicado en el centro poblado Porcón Alto del distrito de Cajamarca, forma parte de la cuenca hidrográfica del río Cajamarquino, perteneciente a la vertiente del Atlántico. Esta zona presenta un régimen hidrológico influenciado por la topografía montañosa, la cobertura vegetal y las precipitaciones estacionales, lo que genera escorrentías superficiales que alimentan quebradas y afluentes como el río Mashcón.

Según el Gobierno Regional de Cajamarca (2023), se han identificado áreas de recarga hídrica en zonas de conservación ecológica, lo que favorece la disponibilidad de agua subterránea en diferentes zonas del Centro Poblado Porcón Alto para uso agrícola y poblacional. Sin embargo, el crecimiento poblacional y el uso intensivo del suelo han generado presión sobre los recursos hídricos, lo que exige una gestión integrada y sostenible del agua en la zona.

3.2 Materiales

3.2.1. Material Vegetal.

- Semilla de papa (variedad: INIA 302 – amarilis)

3.2.2. Insumos

- Humus de lombriz
- Fertilizante químico
- Plaguicida
- Fungicida

3.2.3. Maquinaria, equipos y herramientas

- Tractor
- Mochila de fumigar
- Balanza digital
- Lampa
- Zapa pico

3.2.4. Otros materiales.

- De Campo: Estacas, Wincha, Rafia, Letreros.
- De Gabinete: Laptop, cámara fotográfica, Libreta de campo, lapiceros, plumón indeleble, papel bond A4_100g, cinta adhesiva, tijeras, fólder manilo, tablero.

3.3 Análisis fisicoquímico del suelo donde se realizó el experimento.

Se tomaron muestras de suelo del lugar del experimento, realizando hoyos de 25 cm de profundidad en forma de “V”, y aprovechando aproximadamente 3 cm de grosor de la muestra y descartando los bordes con la ayuda de un cuchillo. El recorrido se hizo en zig-zag, luego se procedió a mezclar todas las muestras obtenidas uniformizando una sola muestra de un 1 kg, la cual fue rotulada y enviada al laboratorio de suelos del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) de la estación experimental Baños del Inca – Cajamarca para el respectivo análisis. Los resultados obtenidos son los que se muestran en la tabla 3.

Tabla 3*Resultado del análisis del suelo donde se realizó el experimento.*

Número de Muestras	pH	C.E. (1:1)	M. O.	P	K	CaCO ₃
Lab	(1:1)	dS/m	%	ppm	ppm	%
2536	6.85	0.62	2.3	15.6	169	0

Nota. INIA - Laboratorio de Suelos, aguas y foliares – LABSAF Baños de Inca.

3.4 Metodología

La investigación fue de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo y un diseño experimental de bloques completamente aleatorizado (DBCA). Este diseño permitió evaluar el efecto de las diferentes dosis de Fertiabono sobre variables agronómicas del cultivo de papa.

3.4.1 Diseño experimental, arreglo de tratamientos

El diseño estadístico que se empleó, fue el Diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con tres repeticiones (bloques), cinco tratamientos y un grupo control por repetición cuyo modelo estadístico es:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Son las observaciones obtenidas la j-ésima vez que se repite el experimento, con el tratamiento i-ésimo.

μ = Media general

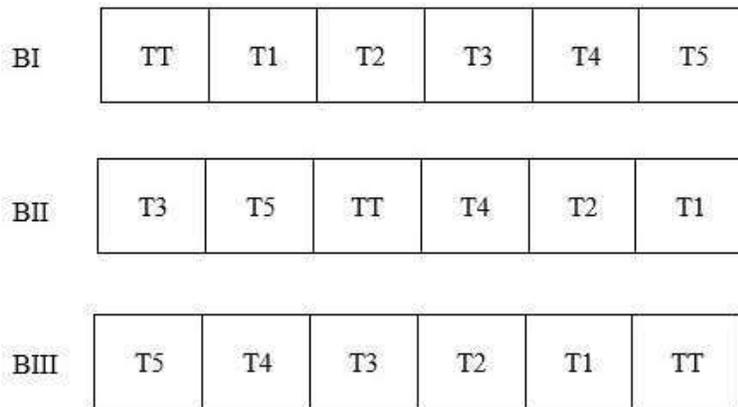
T_i = Efecto del tratamiento i

B_j = Efecto del Bloqueo j

E_{ij} = Efecto del error experimental que se presenta al efectuar la j-ésima observación del i-ésimo tratamiento.

Tabla 4*Descripción de los Tratamientos*

Tratamiento	Descripción
T1	150 N – 80 P ₂ O ₅ – 130 K ₂ O kg ha ⁻¹
T2	150 N – 80 P ₂ O ₅ – 130 K ₂ O kg ha ⁻¹ más 75% de Humus (0.75 t ha ⁻¹)
T3	150 N – 80 P ₂ O ₅ – 130 K ₂ O kg ha ⁻¹ más 50% de Humus (0.5 t ha ⁻¹)
T4	150 N – 80 P ₂ O ₅ – 130 K ₂ O kg ha ⁻¹ más 25% de Humus (0.25 t ha ⁻¹)
T5	100 % Humus (1 t ha ⁻¹)
Testigo	Sin aplicación de abono

Figura 2.*Distribución de tratamientos.***3.5 Procedimientos**

El experimento se realizó entre los meses de mayo a noviembre de 2024, donde se desarrollaron las siguientes actividades.

a. Preparación del terreno.

La preparación del terreno se realizó 30 días antes de la siembra. Primero se realizó una arada con tractor a 40 cm de profundidad, luego se realizó la cruz y después se niveló el terreno

de acuerdo a la pendiente con un zapapico desterronando algunos fragmentos (terrones) de suelo que el tractor no logro desmenuzar para darle mejores condiciones a la semilla de papa.

El área del experimento constituyo un área de 420 m², dividido en tres bloques de 118 m² cada uno, con separación de 1.1 metros entre bloques y los tratamientos constan de un área de 16 m² y de 1.1 metros de separación entre tratamientos.

b. Selección de la semilla.

La semilla de papa fue de la variedad amarilis (INIA 302) que fue adquirió de un semillerista certificado, la misma que fue manejada con mucho cuidado ya que estaba brotada. Se realizo la selección de semillas de buen vigor, considerando un peso y tamaño mediano entre 40 a 50g.

c. Preparación de humus

La preparación de Humus se realizó 5 meses antes de la siembra, el material usado para la alimentación de las lombrices fue el estiércol pre-compostado de vacuno, las lombrices utilizadas fueron (*Eisenia californiana*), de las cuales sus deyecciones fueron aprovechadas en la fertilización del cultivo de papa.

El humus de lombriz fue adquirido del área de abonos orgánicos que pertenece al laboratorio de Edafología y Medio ambiente.

Cabe señalar que los resultados del análisis de humus en laboratorio son como se muestra a continuación:

Tabla 5*Resultado del análisis del abono humus de lombriz.*

Ph	C.E	M.O	N	P₂O₅	K₂O	CaO	MgO	Hd	Na
7.5	5.22	59.90%	1.90%	1.61%	4.88%	3.81%	0.95%	38.43%	0.17%

Ds/m

*Nota: UNALM – Laboratorio de suelos, plantas, agua y fertilizantes***d. Distribución de tratamientos**

Para esta actividad se utilizó estacas, cal y rafia, donde se delimitó todos los tratamientos. Para su mejor identificación de cada parcela se generó un rótulo según le corresponda a cada tratamiento. Así también se delimito las calles de separación entre bloques y tratamientos.

e. Surcado

Para esta actividad hizo uso de una wincha, para marcar la distancia entre surcos (0.80 m), una cuerda para hacer trazos rectos y un zapapico para la remoción del suelo, además se tuvo en cuenta la menor pendiente para permitir un correcto paso de agua.

f. Siembra

Esta actividad se efectuó después del trazado de los surcos, colocando la semilla de papa en el fondo con un distanciamiento de 0,40 m entre plantas, para luego cubrirla con tierra, favoreciendo la conservación de la humedad y el proceso de emergencia.

e. Fertilización

De acuerdo al análisis del Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliare (LABSAF) del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) Baños del Inca Cajamarca. recomienda, la fórmula de 150-80-130 kg ha⁻¹ de N – P₂ O₅ – K₂ O respectivamente. En este contexto, la fertilización se aplicó en una sola etapa, durante la siembra, incorporando el 100 % del nitrógeno. Esta estrategia busca asegurar la disponibilidad de nutrientes en el momento en que la planta lo requiera. Asimismo, se complementó el abonamiento con la aplicación de humus de lombriz en

proporciones de 1 t ha⁻¹, 0.75 t ha⁻¹, 0.5 t ha⁻¹ y 0.25 t ha⁻¹, garantizando la disponibilidad de nutrientes en el momento crítico de demanda del cultivo.

f. Deshierbo

Esta labor se realizó a los 35 días después de la siembra, cuando la planta obtuvo entre 15 a 20 cm de altura aproximadamente, con la ayuda de una lampa removiendo el suelo y eliminando malezas, ya que estas compiten con la planta de papa por luz agua y nutrientes además de darle las condiciones adecuadas para que la planta logre su desarrollo óptimo.

g. Riegos

El riego se efectuó una vez por semana durante las primeras etapas de desarrollo del cultivo, utilizando agua de un pozo tubular disponible en el área experimental, conducida mediante una motobomba y manguera. A partir del inicio de la floración, la frecuencia de las precipitaciones complementó esta práctica, lo que permitió un adecuado desarrollo vegetativo y un óptimo llenado de los tubérculos.

h. Aporque

El aporque se realizó a los dos meses y medio del cultivo, durante el pleno desarrollo de los tallos laterales. Para esta labor se utilizó una lampa donde se acumuló abundante tierra alrededor del cuello de las plantas para cubrir todos los estolones, evitando que se formen nuevos tallos aéreos y favorezca el adecuado desarrollo y crecimiento de los tubérculos.

i. Manejo sanitario

Esta labor se efectuó previa evaluación de la incidencia de plagas en el cultivo. Seguidamente se realizaron dos aplicaciones fitosanitarias: la primera a los 37 días de establecido el cultivo, para el control de la pulga saltona o también conocida como mosquilla *Epitrix* sp. mediante la aplicación de TIFON 4E, cuyo ingrediente activo es Chlorpyrifos. Seguidamente se

realizó una aplicación a los tres meses teniendo en cuenta las condiciones climáticas del lugar para la prevención del tizón tardío (*Phytophthora infestans*), utilizando RIDOMIL GOLD MZ 68 WP, cuyo ingrediente activo es Metalaxyl + Mancozeb.

j. Cosecha

Esta labor se realizó a los 4.5 meses luego de que las plantas culminaron su periodo vegetativo, en la cual se procedió a cosechar manualmente con la ayuda de una lampa parcela por parcela, recolectando muestras de cada planta de acuerdo a las variables en estudio.

3.6 Procesamiento y análisis de datos

Los resultados que se obtuvieron en las evaluaciones de campo y laboratorio se ordenaron, clasificaron y agruparon en una hoja de Excel. Posteriormente se realizó el análisis de varianza (ANOVA) para determinar la significancia estadística entre tratamientos, para los ANOVA con significancia estadística se analizó la prueba de rangos múltiples de Tukey, con la finalidad de determinar cuáles fueron los mejores tratamientos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis de Varianza (ANOVA) de las variables en estudio

4.1.1. Peso de tubérculos por planta y rendimiento ($t\ ha^{-1}$)

El análisis de varianza para el peso de tubérculos (Tabla 6) evidenció significancia estadística para los bloques al 95 % de probabilidad, dado que el valor de F-calculado supera al F-tabular. Asimismo, en los tratamientos se observó una alta significancia estadística al 99 % de probabilidad, lo que confirma la variabilidad del peso total de tubérculos por planta expresado en $t\ ha^{-1}$. Esta variabilidad se refleja en el coeficiente de variación ($CV = 17,63\%$), valor considerado aceptable para experimentos realizados en condiciones de campo abierto, ya que indica que, en promedio, los datos fluctúan $17,63\%$ alrededor de la media.

Tabla 6

Análisis de varianza (ANOVA) para peso de tubérculos por planta y rendimiento ($t\ ha^{-1}$)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F-Calculado	F-Tabular	
					0.05	0.01
Bloque	139.02	2	69.51	4.21 *	4.10	7.56
Tratamiento	1273.85	5	254.77	15.44 **	3.33	5.64
Error	165.04	10	16.50			
Total	1577.92	17				

*C.V.=17.63% *= Significancia al 95% **= Alta significancia estadística al 99%*

Según el análisis de medias de Tukey al 5 % (Tabla 7) para el peso de tubérculos por planta evidencian diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. El tratamiento T3 que combinó fertilización química ($150\ N - 80\ P_2O_5 - 130\ K_2O\ kg\ ha^{-1}$) con $0.5\ t\ ha^{-1}$ de humus, alcanzó el mayor rendimiento, con $34.63\ t\ ha^{-1}$, y se ubicó exclusivamente en el grupo estadístico

A. Los tratamientos T4 (150 N – 80 P₂O₅ – 130 K₂O kg ha⁻¹+ 0.25 t ha⁻¹ de humus) y T2 (150 N – 80 P₂O₅ – 130 K₂O kg ha⁻¹ + 0.75 t ha⁻¹ de humus) también mostraron rendimientos elevados, con 28.92 y 28.24 t ha⁻¹ respectivamente y comparten los grupos estadístico A y B lo que sugiere que no existen diferencias estadísticas significativas entre sí. El tratamiento T1 (150 N – 80 P₂O₅ – 130 K₂O kg ha⁻¹) obtuvo un rendimiento de 20.22 t ha⁻¹ y se ubicó en los grupos B y C, lo que indica que su desempeño fue inferior al de los tratamientos combinados con humus, aunque no difiere estadísticamente de T2, T4, T5 ni del testigo. Por otro lado, los tratamientos T5 (1 t ha⁻¹ de humus) y el testigo (sin fertilización) presentaron los rendimientos más bajos, con 16.53 y 9.69 t ha⁻¹ respectivamente, ambos comparten el grupo C lo que confirma que no existe significancia estadística entre ellos.

Tabla 7

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para peso de tubérculos por planta (rendimientos t ha⁻¹)

Tratamiento	Medias	Agrupación
T3: 150 N–80 P ₂ O ₅ –130 K ₂ O kg ha ⁻¹ + 0.5 t ha ⁻¹ de Humus	34.63	A
T4: 150 N–80 P ₂ O ₅ –130 K ₂ O kg ha ⁻¹ + 0.25 t ha ⁻¹ de Humus	28.92	A B
T2: 150 N–80 P ₂ O ₅ –130 K ₂ O kg ha ⁻¹ + 0.75 t ha ⁻¹ de Humus	28.24	A B C
T1: 150 N–80 P ₂ O ₅ –130 K ₂ O kg ha ⁻¹	20.22	B C
T5: 1 t ha ⁻¹ de Humus	16.53	C
Testigo	9.69	C

Nota. Los tratamientos con una letra en común no presentan significancia estadística

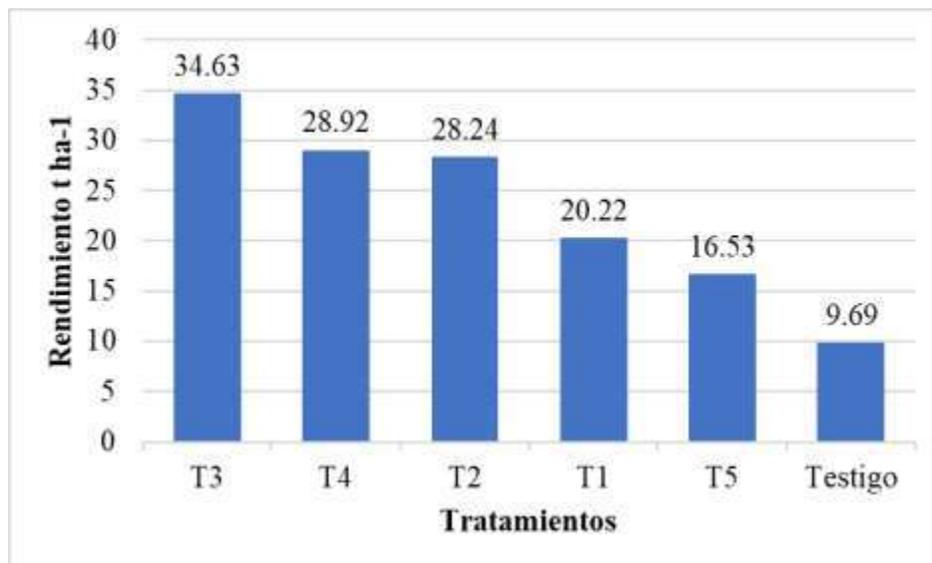
La Figura 3, evidencia objetivamente que el rendimiento de los tratamientos fluctuó entre 34.63 y 9.69 t ha⁻¹, siendo el T3 (150 N–80 P₂O₅–130 K₂O kg ha⁻¹ más 0.5 t ha⁻¹ de humus) el que alcanzó los mejores resultados, diferenciándose significativamente de los demás tratamientos y del testigo. Dichos valores superan a los reportados por Taipe y Taype (2023), quienes, empleando la combinación Química-Biofer-Estier, obtuvieron 21.78 t ha⁻¹. Sin embargo, en

cuanto al testigo, estos autores reportaron un promedio de 12.87 t ha^{-1} , rendimiento superior al observado en nuestra investigación. Por su parte, Gómez (2011) obtuvo un rendimiento semejante al testigo, con un promedio de 10.62 t ha^{-1} en un tratamiento combinado (50 % estiércol de cuy – 50 % fertilizante químico).

En cuanto a la producción orgánica, Durán et al. (2022) resaltan el efecto del humus de lombriz sobre el peso de tubérculos, alcanzando 37.79 t ha^{-1} con la aplicación de 20 t ha^{-1} de este insumo. Resultados similares fueron reportados por Guillén (2022), quien obtuvo 32.15 t ha^{-1} aplicando $0.5 \text{ kg planta}^{-1}$ de humus de lombriz localizado. Del mismo modo, Quisbert (2024) registró un rendimiento de 27.7 t ha^{-1} , superando ampliamente los obtenidos en nuestra investigación, donde la aplicación de humus de lombriz alcanzó 16.53 t ha^{-1} . No obstante, este valor es semejante al reportado por Benavides (2019), quien con la aplicación de 15 t ha^{-1} de humus de lombriz obtuvo un rendimiento de 16.2 t ha^{-1} en papa.

Figura 3.

Peso de tubérculos por planta y rendimientos (t ha^{-1}).



4.1.2. Número de tubérculos por planta

El análisis de varianza para el número de tubérculos por planta (Tabla 8) no muestra significancia estadística entre bloques, pero si entre tratamientos al 95 % de probabilidad dado que F-calculado es mayor que F-tabular, esta variabilidad en el número de tubérculos por planta, se refleja en el coeficiente de variación obtenido (CV = 23.22 %), lo que indica que, en promedio, los datos fluctúan un 23.22 % alrededor de la media. Este valor se considera aceptable para experimentos realizados en condiciones de campo abierto.

Tabla 8

Análisis de varianza (ANOVA) para número de tubérculos por planta.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F-Calculado	F-Tabular	
					0.05	0.01
Bloque	9.82	2	9.91	0.78 NS	4.10	7.56
Tratamiento	231.40	5	46.28	3.65 *	3.33	5.64
Error	126.93	10	12.69			
Total	378.14	17				

*C.V= 23.22 % NS= No significativo. *= Significancia al 95 %.*

Según el análisis de medias de Tukey al 5 % de probabilidad (Tabla 9) aplicada al número de tubérculos por planta, permite identificar diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados siendo, el tratamiento T3 (150 N–80 P₂O₅–130 K₂O kg ha⁻¹ + 0.5 t ha⁻¹ de humus) obtuvo el mayor número de tubérculos por planta, con una media de 22.33, situándose en el grupo A, lo que indica que es estadísticamente superior al resto de los tratamientos. Mientras que, los tratamientos T5 (1 t ha⁻¹ de humus), T2 (150 N–80 P₂O₅–130 K₂O kg ha⁻¹ + 0.75 t ha⁻¹ de humus), T1 (150 N–80 P₂O₅–130 K₂O kg ha⁻¹) y T4 (150 N–80 P₂O₅–130 K₂O kg ha⁻¹ + 0.25 t ha⁻¹ de humus) presentaron medias entre 12.40 y 15.67 tubérculos por planta, agrupándose en los grupos A y B, indicando que no existen diferencias significativas entre ellos ni con T3, aunque sus

valores son claramente inferiores. El testigo se ubicó únicamente en el grupo B registrando el menor número de tubérculos por planta (10.93), lo que confirma que es estadísticamente inferior al tratamiento T3.

Tabla 9

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para número de tubérculos por planta

Tratamiento	Medias	Agrupación	
T3: 150 N–80 P ₂ O ₅ –130 K ₂ O kg ha ⁻¹ + 0.5 t ha ⁻¹ de Humus	22.33	A	
T5: 1 t ha ⁻¹ de Humus	15.67	A	B
T2: 150 N–80 P ₂ O ₅ –130 K ₂ O kg ha ⁻¹ + 0.75 t ha ⁻¹ de Humus	15.53	A	B
T1: 150 N–80 P ₂ O ₅ –130 K ₂ O kg ha ⁻¹	15.20	A	B
T4: 150 N–80 P ₂ O ₅ –130 K ₂ O kg ha ⁻¹ + 0.25 t ha ⁻¹ de Humus	12.40	A	B
Testigo	10.93	B	

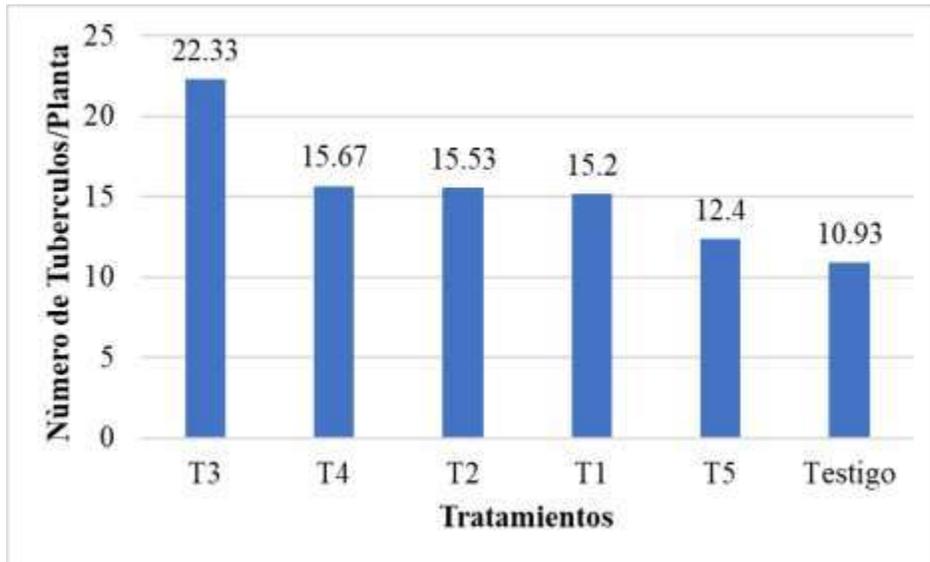
Nota. Los tratamientos con una letra en común no presentan significancia estadística

En la Figura 4 se observa claramente que el número de tubérculos por planta varió entre 22.33 y 10.93, siendo el T3 el tratamiento que alcanzó los mejores resultados, diferenciándose de los demás. Estos valores son semejantes a los reportados por Taípe y Taype (2023), quienes obtuvieron promedios de 23.21 y 16.46 tubérculos por planta en las variedades Yungay y Camotillo, respectivamente. En cuanto al testigo, en nuestra investigación se alcanzó un promedio de 10.93 tubérculos por planta, valor inferior al que obtuvieron sus testigos con promedios de 12.43 y 11.25 tubérculos por planta en las variedades evaluadas. No obstante, los resultados, son superiores a los encontrados por Gómez (2021), quien registró un máximo promedio de 7.5 tubérculos por planta.

En el caso de la fertilización química, se obtuvo un promedio de 15.20 tubérculos por planta, cifra superior a la reportada por Lucas y De la Rosa (2024) en la variedad Amarilis, donde con la aplicación de 160-160-140 de fertilización química alcanzaron 11.83 tubérculos por planta.

Figura 4

Número de tubérculos por planta



4.1.3. Tamaño de tubérculos por planta

El análisis de varianza para el tamaño de tubérculos por planta (Tabla 10) no muestra diferencias significativas entre bloques. Sin embargo, los tratamientos presentaron una alta significancia estadística, dado que el F-calculado superó al F-tabular al 99 % de probabilidad. Esto confirma la variabilidad en el tamaño de tubérculos por planta, lo cual se refleja en el coeficiente de variación (CV = 17.63 %). No obstante, este valor es aceptable para investigaciones realizadas en condiciones de campo abierto.

Tabla 10

Análisis de varianza (ANOVA) para tamaño de tubérculos por planta.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F-Calculado	F-Tabular	0.05	0.01
Bloque	2.74	2	1.37	1.67 NS	4.10	7.56	
Tratamiento	34.53	5	6.91	8.41 **	3.33	5.64	
Error	8.21	10	0.82				
Total	45.48	17					

*C.V.=14% NS= No significativo **= Alta significancia estadística al 99%*

Según el análisis de medias de Tukey al 5% (Tabla 11) se observa que, Los tratamientos T3, T2 y T4, que combinan fertilización química (150 N–80 P₂O₅–130 K₂O kg ha⁻¹) con 0.5, 0.75 y 0.25 t ha⁻¹ de humus, respectivamente, obtuvieron los mayores tamaños de tubérculos (entre 7.83 y 7.35 cm) y se agrupan exclusivamente en el grupo A, lo que indica que no hay diferencias significativas entre ellos, pero sí son superiores al testigo, que se sitúa en el grupo B presentando el menor tamaño con 3.90 cm. Sin embargo, los tratamientos T1 (150 N–80 P₂O₅–130 K₂O kg ha⁻¹) y T5 (solo humus a 1 t ha⁻¹), con medias de 6.14 y 5.82 cm, se ubican en los grupos A y B, por lo que, no difieren estadísticamente de los tratamientos ya mencionados, lo que indica una eficacia intermedia.

Tabla 11

Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para tamaño de tubérculos por planta.

Tratamiento	Medias	Agrupación	
T3: 150 N–80 P ₂ O ₅ –130 K ₂ O kg ha ⁻¹ + 0.5 t ha ⁻¹ de Humus	7.83	A	
T2: 150 N–80 P ₂ O ₅ –130 K ₂ O kg ha ⁻¹ + 0.75 t ha ⁻¹ de Humus	7.79	A	
T4: 150 N–80 P ₂ O ₅ –130 K ₂ O kg ha ⁻¹ + 0.25 t ha ⁻¹ de Humus	7.35	A	
T1: 150 N–80 P ₂ O ₅ –130 K ₂ O kg ha ⁻¹	6.14	A	B
T5: 1 t ha ⁻¹ de Humus	5.82	A	B
Testigo	3.90	B	

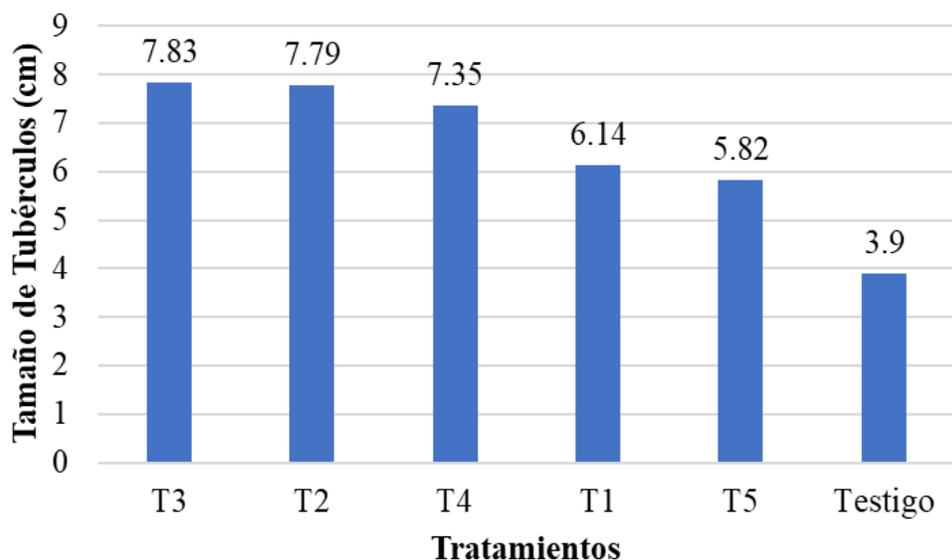
Nota. Los tratamientos con una letra en común no presentan significancia estadística

En la Figura 5, observamos que el tamaño de tubérculos (cm) de los tratamientos varió de 7.83 cm a 3.9 cm, siendo el T3 el que registró el mayor tamaño, sin diferenciarse estadísticamente de los tratamientos T4 y T2, En contraste, los tratamientos T1 y T5 mostraron valores semejantes al testigo, que obtuvo el menor tamaño con 3.9 cm. Cabe señalar que para esta variable se carece de información para la discusión, sin embargo, Archi, M (2020), refiere que el rendimiento del cultivo de papa lo establecen el número y tamaño de los tubérculos. Esto sugiere que la aplicación

combinada de fertilizantes químicos y humus mejora significativamente el tamaño de los tubérculos por planta, aplicando una dosis moderada de humus integrada con fertilizante químico.

Figura 5

Tamaño de tubérculos (cm)



4.1.4. Porcentaje de materia seca

El análisis de varianza para el porcentaje de materia seca (Tabla 12) muestra que no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre bloques ni entre tratamientos, dado que el valor de F-calculado fue menor al F-tabular al 95% de probabilidad. Esto se ve respaldado por el coeficiente de variación (CV = 9.80%) indicando que los datos presentan una mayor homogeneidad, y solo varían en un 9.8 % hacia arriba o hacia abajo alrededor de la media.

Tabla 12

Análisis de varianza (ANOVA) para % de materia seca

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F-Calculado	F-Tabular	
					0.05	0.01
Bloque	11.04	2	5.52	1.01 NS	4.10	7.56
Tratamiento	24.52	5	4.90	0.90 NS	3.33	5.64
Error	54.77	10	5.48			
Total	90.32	17				

C.V.=9.80 %

NS= No significativo.

Dado que no se encontraron diferencias estadísticas significativas, en la Tabla 13 se presentan los valores de porcentaje de materia seca obtenidos en cada tratamiento. Notándose que, el testigo registró el mayor valor con 25.30%, mientras que el tratamiento T1 (150 N–80 P₂O₅–130 K₂O kg ha⁻¹) mostró el menor porcentaje con 21.74%.

Tabla 13

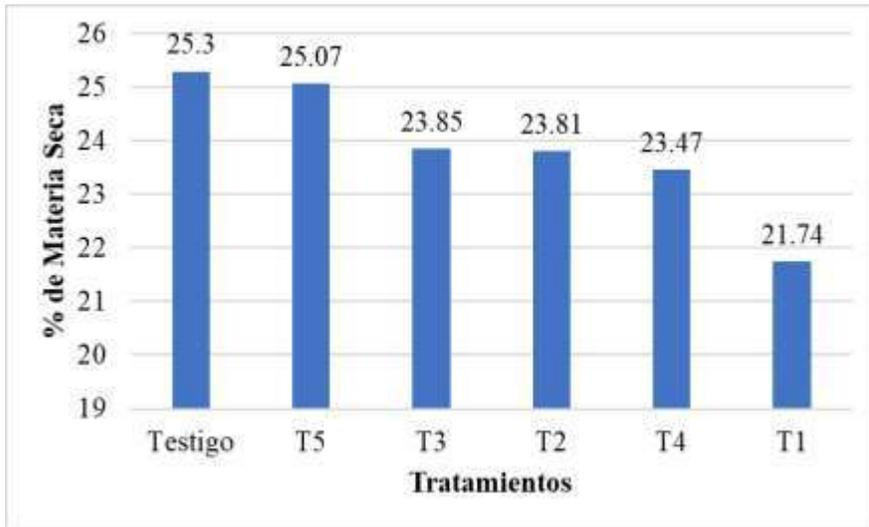
Promedios de % de materia seca.

Tratamiento	Medias
Testigo	25.30
T5: 1 t ha ⁻¹ de Humus	25.07
T3: 150 N–80 P ₂ O ₅ –130 K ₂ O kg ha ⁻¹ + 0.5 t ha ⁻¹ de Humus	23.85
T2: 150 N–80 P ₂ O ₅ –130 K ₂ O kg ha ⁻¹ + 0.75 t ha ⁻¹ de Humus	23.81
T4: 150 N–80 P ₂ O ₅ –130 K ₂ O kg ha ⁻¹ + 0.25 t ha ⁻¹ de Humus	23.47
T1: 150 N–80 P ₂ O ₅ –130 K ₂ O kg ha ⁻¹	21.74

En la Figura 6 se observa que el porcentaje de materia seca por tratamiento varió entre 25.30% y 21.74%, siendo el testigo el que presentó el valor más alto (25.30%), seguido muy de cerca por el tratamiento T5 (1 t ha⁻¹ de humus) con 25.07%. Sin embargo, a pesar de estas diferencias numéricas, no se evidencian diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, lo que sugiere que la aplicación de fertilizantes, tanto orgánicos como químicos, no afectó de manera contundente el contenido de materia seca en los tubérculos. Estos resultados son consistentes con los hallazgos de Benavides (2019) quien en su estudio sobre niveles de aplicación de humus reportó que las dosis de 15 y 10 t ha⁻¹ generaron los mayores porcentajes de materia seca, con 27.0% y 24.0%, respectivamente. Esto indica que, si bien el humus puede influir positivamente en la acumulación de materia seca, su efecto depende de la dosis y del contexto agronómico específico.

Figura 6

Porcentaje de Materia Seca



CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

La combinación de 150 N–80 P₂O₅–130 K₂O kg ha⁻¹ más 0.5 t ha⁻¹ de humus fue la dosis más eficiente de Fertiabono, alcanzando el mayor rendimiento con 34.63 t ha⁻¹, superando significativamente a las demás dosis. Esto confirma que la integración del fertiabono en su dosis (150 N–80 P₂O₅–130 K₂O kg ha⁻¹ más 0.5 t ha⁻¹ de humus) mejora la productividad del cultivo de papa en Porcón Alto, Cajamarca.

En cuanto a los componentes del rendimiento, la combinación 150 N–80 P₂O₅–130 K₂O kg ha⁻¹ más 0.5 t ha⁻¹ de humus también registró los mejores resultados: mayor número de tubérculos por planta (22.33 tubérculos) y mayor tamaño promedio (7.83 cm), lo que refuerza su efecto positivo sobre la productividad.

Respecto al porcentaje de materia seca, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Sin embargo, se observó que el testigo (25.30 %) y el tratamiento con 1 t ha⁻¹ de humus (25.07 %) mostraron los valores más altos, mientras que el tratamiento solo con fertilización química (21.74 %) registró el menor porcentaje. Esto indica que la fertilización química no necesariamente mejora la acumulación de materia seca en tubérculos.

5.2. Recomendaciones

Teniendo en consideración los resultados obtenidos en el presente estudio, se establecen las siguientes recomendaciones:

- Estudiar la respuesta de distintas variedades locales y comerciales al uso de Fertiabono, para determinar si los efectos positivos observados son consistentes o varían según la genética del cultivo.
- Complementar los ensayos agronómicos con análisis económico-financieros, para determinar la viabilidad de aplicar Fertiabono en distintos sistemas de producción (campesino y empresarial).

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, E., Araujo, E., Rodríguez, S., Valdivia, A., Fuentes, L., y Pérez, Y. (2018). Efecto de la aplicación combinada de fertilizante químico y humus de lombriz en *Capsicum annum*. *Centro Agrícola*, 45(1), 52–61.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025357852018000100007&lng=es&tlng=pt
- Almerco, P. D., Galván, L. J., y Yañac, C. (2024). *Humus de lombriz como alternativa en la recuperación de suelos contaminados con metales pesados en la Compañía Minera Argentum – 2023* [Tesis de ingeniería, Universidad Continental]. Universidad Continental.
https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/16368/1/IV_FIN_110_TE_%20Almerco_Galvan_Yanac_2024.pdf
- Archi, M. (2020). *Densidad de plantas de papa (Solanum tuberosum L.) en la producción de tubérculos del cultivar única, en contenedores para autoconsumo* [Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Universidad Nacional del Centro del Perú.
https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6442/T010_70232092_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ayay, R. (2018). *Geomorfología del Caserío Hierba Buena y entorno, Centro Poblado Porcón Alto- Cajamarca*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Cajamarca
<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1849>
- Beltrán, Á. D. J. (2022). *Efecto de la aplicación de humus de lombriz en dos variedades de lechuga (Lactuca sativa L.)* [Tesis de ingeniería agronómica, Universidad Agraria del Ecuador].

- Universidad Agraria del Ecuador.
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/BELTRAN%20MANTUANO%20ANGEL%20DE%20JESUS.pdf>
- Benavides, E. (2019). *Rendimiento de la papa (Solanum tuberosum, grupo phureja), cultivar amarilla redonda, con tres dosis de humus y tres niveles de bioestimulante foliar*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Cajamarca <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/2977>
- Borba, N. (2008). *La papa: Un alimento básico*. Uruguay: RAP-AL Uruguay.
https://www.rapaluruaguay.org/sitio_1/transgenicos/Papa/Papa.pdf
- Cabrera, H., y Escobal, F. (2002). *Cultivo de la papa en la región Cajamarca* (2.^a ed. rev. e imp.). Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA).
<http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/930>
- Cerisola, C. (2015). *Fertilidad química* [Material de aula virtual, Departamento de Ambiente y Recursos Naturales, Universidad Nacional de La Plata]. La Plata, Argentina.
https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/75204/mod_resource/content/1/UDD%20D8.1%20Fertilidad%20Qu%C3%ADmica%20.pdf
- Centro Internacional de la Papa (CIP). (2006). *La papa, tesoro de los Andes* (2.^a ed.). Lima, Perú: Biosfera.
- Centro Internacional de la Papa (CIP). (2019). *Potencial nutricional de la papa*.
<https://cipotato.org/wp-content/uploads/2019/08/CIP-PANAMERICANOS-LIMA-2019.pdf>
- Cotrina, G., Esteban, E. D., y Huanhuayo, K. M. (2021). Uso de plaguicidas químicos en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), su relación con medio ambiente y la salud. *Ciencia Latina*

<https://www.researchgate.net/publication/351361577>

Díaz, D. (2021). *Efecto de tres dosis de humus de lombriz (Eisenia foetida) en el cultivo de saúco (Sambucus peruviana L.)*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca].

Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Cajamarca
<http://hdl.handle.net/20.500.14074/4163>.

Durán, Y.; Álvarez, L., Valverde, A., Briceño, H., Illatopa, D. (2022). Las enmiendas orgánicas y su efecto en el rendimiento de la papa cv. Canchan en Panao, Huánuco. *Peruvian Agricultural Research* 4(2), 47-52.

Egusquiza, R. (2000). *La papa: Producción, transformación y comercialización*. Lima, Perú: Autor. <https://books.google.com.pe/books?id=6ciGbBX0uFwC&printsec=frontcover>

Estrada, N. (2000). *La biodiversidad en el mejoramiento genético de la papa*. La Paz, Bolivia: Plural Editores. https://books.google.es/books?id=AcB7_VJolocC&pg=PA11

ETEA. (2018). *Manual de vermicompostaje*. Intendencia de Montevideo. <https://montevideo.gub.uy/sites/default/files/biblioteca/imvermicompostajeinterior.pdf>

FAO. (2002). *Los fertilizantes y su uso*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=9HtOrqp5josC&oi=fnd&pg=PA1>

Félix, J., Sañudo, R., Rojo, G., Martínez, R., y Olalde, V. (2008). Importancia de los abonos orgánicos. *Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable*, (60), 1–10.

<http://www.uaaim.edu.mx/webraximhai/Ej-10articulosPDF/Art%5B1%5D%204%20Abonos.pdf>

- Gómez, D. (2011). *Abonos orgánicos*. Tegucigalpa, Honduras: Autor.
<http://bvirtual.infoagro.hn/xmlui/bitstream/handle/123456789/106/Manual%20de%20elaboracion%20de%20abono%20organico.pdf?sequence=1>
- Gómez, M. I. (2012). *Absorción, extracción y manejo nutricional específico en el cultivo de papa en la planicie Cundiboyacense*. INGEPLANT. <https://ingeplant.co/wp-content/uploads/Reporte-investigacion-Papa-02.pdf>
- Gomez, J. (2021.). *Agricultura urbana en sistema de bolsas: fertilización química y orgánica con azolla y estiércol de cuy en el crecimiento, rendimiento y calidad de papa (Solanum tuberosum cv. única)*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa] Repositorio institucional de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/d8ee77d0-7584-437a-b2c5-64767a5de19e/content>
- Goyes, S., Monserrate, P. (2018). El impacto de los abonos orgánicos en la agricultura. Importancia para el estudiante de agronomía. *Opuntia Brava*, 9(2), 104-111. <https://opuntiabrava.ult.edu.cu/index.php/opuntiabrava/article/view/152>
- GORECAJ. (2019). La Tierra del Cumbe es la ciudad con mayor índice de consumo de este tubérculo. Cajamarca, Perú. Obtenido de <https://www.regioncajamarca.gob.pe/portal/noticias/det/31#:~:text=El%20promedio%20es%20de%2097,de%20papa%20a%20nivel%20nacional>.
- Guevara, D. (2021). *Influencia de tres dosis de humus de lombriz (Eisenia foetida) en el crecimiento y desarrollo de la tara (Caesalpinia spinosa) Var. Molina Kuntze - en Cajamarca*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio

institucional de la Universidad Nacional de Cajamarca
<http://hdl.handle.net/20.500.14074/4162>.

Guillen, A. (2022). *Fertilización con humus de lombriz (Eisenia foetida) en la producción del cultivo de papa Solanum tuberosum L.) Variedad Canchan INIA Chuquibambilla – Grau*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac <https://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/1202>

Hoyos, G. (2023). *Efecto de la Aplicación de Guano de Isla Y Humus de Lombriz en el Rendimiento del Cultivo de Betarraga (Beta Vulgaris L.) Variedad Early Wonder en el Fundo la Victoria*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Cajamarca. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/5999>

INEI (2022). Producción de papa por departamento. Obtenido de <https://www.argenpapa.com.ar/noticia/12429-peru-ayacucho-lidera-ranking-en-produccion-de-papa#:~:text=Las%20regiones%20que%20reportaron%20mayor,%2C3%25%20del%20total%20producido>.

Instituto Nacional de Innovación Agraria. (2020). *Manejo nutricional del cultivo de papa en la sierra peruana*. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego del Perú. <https://www.inia.gob.pe>

Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). (2020). *Manual técnico: Manejo integrado del cultivo de papa*. Instituto Nacional de Innovación Agraria. <https://repositorio.inia.gob.pe>

- Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). (2024). *Amarilis INIA, variedad de papa para procesamiento* (Hoja divulgativa N.º 16). Instituto Nacional de Innovación Agraria. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/274>
- Inostroza, J., Méndez, P., & Sotomayor, L. (2009). *Botánica y morfología de la papa* (Boletín INIA N.º 193). Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). <https://hdl.handle.net/20.500.14001/7281>
- Lucas, R. y De La Rosa, K. (2024). *Efecto de dosis de fertilización en cinco variedades de papas mejoradas (Solanum tuberosum) en el distrito de Vilcabamba*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/4710/1/T026_43801456_T.pdf
- Mestanza, C. (2013). *Lombricultura*. Lima, Perú: Autor. https://www.researchgate.net/profile/Carlos-Mestanza-Novoa/publication/258204593_Lombricultura/links/0a85e52f2d1e4a486e000000/Lombricultura.pdf
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2023). *FertiAbono: Apoyo económico para productores agrarios*. Gobierno del Perú. <https://www.gob.pe/fertiabono>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2024). *Siembras y perspectivas de la producción de papa*. Biblioteca Nacional del Perú.
- Montaño, N., Simosa, J. y Perdomo, A. (2009) Respuesta de tres cultivares de berenjena (*Solanum melongena* L.) a diferentes combinaciones de fertilizante orgánico y fertilizante químico *Revista Científica UDO Agrícola*, 9(4), 807-815

- Mora, S., Flores, S., Chulde, J., Puetate, L. y Revelo, V. (2021). Alternativas de fertilización empleando bioestimulantes y biofertilizantes para el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) En Montúfar – Carchi. *SATHIRI*, 16(1), 132-143. <https://doi.org/10.32645/13906925.1045>
- Narvaéz, O. (2022). Nueva tecnología para el mejoramiento y recuperación de los suelos., (pág. 25). Obtenido de <https://es.scribd.com/document/599932533/nueva-tecnologia#>
- Quisbert, S. (2024). *evaluación de papa (solanum tuberosum L.) bajo producción orgánico y convencional en diferentes sistemas productivos en la estación experimental de choquenaira* [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés]. Repositorio institucional de la Universidad Mayor de San Andrés <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/36485/T-3266.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sánchez, E. (2022). *Impactos de la aplicación de plaguicidas químicos en cultivos de papa: Revisión sistemática* [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo]. Universidad César Vallejo.
- Schuldt, M., Pareja, E., Castrillo, N., Butto, A. y Cardozo, A. (2006). *Lombricultura teoría y práctica*. Madrid: Mundi prensa.
- Taipe, N. y Taype, D. (2023). *Efecto de la fertilización biológica, orgánica y química en el rendimiento de la papa (Solanum tuberosum L.)*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Huancavelica <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/f5ca7e94-7943-45db-bd60-c81ddb135be9/content>.

- Torres, G. E. (1998). *Investigación sobre optimización de lodos para el mejoramiento de suelos agrícolas*. [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid]. Universidad Politécnica de Madrid.
- Ugarte, M. (1992). *Descripción y Clasificación morfológica de especies y cultivares de papa del banco de germoplasma de Bolivia*. [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Simón].
- Valverde, F., Córdova, J., & Parra, R. (1998). *Fertilización del cultivo de papa*. Quito, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina.
<http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3260>
- Veliz, J. C. (2021). *Efecto de cuatro dosis de biol en el rendimiento del cultivo de alfalfa (Medicago sativa L.) variedad moapa en el fundo La Victoria – UNC*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Cajamarca <http://hdl.handle.net/20.500.14074/4238>.
- Vignola, R., Watler, W., Vargas, A., & Morales, M. (2017). *Prácticas efectivas para la reducción de impactos por eventos climáticos en el cultivo de papa en Costa Rica (Ficha técnica cultivo de papa)*. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica.
<http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-8214.pdf>

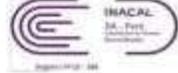
ANEXOS

Figura 7.

Análisis de suelo de la zona del experimento.



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



INFORME DE ENSAYO

I. INFORMACIÓN

Cliente	: EDWIN ROMARIO ISPILCO INFANTE
Propietario / Productor	: EDWIN ROMARIO ISPILCO INFANTE
Dirección del cliente*	
Solicitado por	: Cliente
Muestreado por	: Cliente
Número de muestra(s)	: 01 muestras
Producto declarado	: Suelo Agrícola
Presentación de las muestras(s)	: Bolsa de plástico
Referencia del muestreo	: Reservado por el Cliente
Procedencia de muestra(s)*	: Caserío Suro Porcón - Porcón Alto
Fecha(s) de muestreo*	: 18/06/2023
Fecha de recepción de muestra(s)*	: 19/06/2023
Lugar de ensayo	: Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliáres - LABSAF Baños del Inca
Fecha(s) de análisis	: 23/06/2023
Cotización del servicio	: 109-24-BI
Fecha de emisión	: 29/06/2023



Red de Suelos y Aguas

LABSAF

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	I		II		III		IV	
Código de Laboratorio	SU0403-BI-24							
Matriz Analizada	Suelo							
Fecha de Muestreo*	18/06/2023							
Hora de inicio de Muestreo (h)*	-							
Condición de la muestra	Conservada							
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	01- Cas. Suro Porcón							
	Ensayo	Unidad	LC	Resultados				
	pH		0,1	5,55				
	Acidez intercambiable (**)	(Cmol/Kg)	0,5	-				
	Aluminio intercambiable (**)	(Cmol/Kg)	0,5	-				
	Carbonatos de Calcio equivalente (**)	%	0,5	-				
	Materia Orgánica	%	0,1	2,3				
	Fósforo disponible (**)	ppm	-	15,5				
	Potasio disponible (**)	ppm	-	160				
	Conductividad Eléctrica	mS/m	-	0,62				
	Análisis de Textura							
	Arena (**)	%	-	38				
	Arcilla (**)	%	-	48				
	Limo (**)	%	-	14				
	Clase Textural (**)	-	-	Franco-arenoso				



Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Foliáres
Acreditado con la Norma
NTP-ISO/IEC 17025:2017

Dirección: Jr. Wraoccha s/n. Baños del Inca, Cajamarca -

Página 1 de 4

Figura 8.

Análisis de Humus de Lombriz.

 **UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES 

INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : GROVER HOYOS ZORRILLA
PROCEDENCIA : CAJAMARCA/ CAJAMARCA/ CAJAMARCA/ FUNDO LA VICTORIA UNC
MUESTRA : HUMUS DE LOMBRIZ
REFERENCIA : H.R. 71843
BOLETA : 4034
FECHA : 24/02/20

Nº LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	M.O. %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %
174		7.49	5.22	59.90	1.90	1.61	4.88

Nº LAB	CLAVES	CaO %	MgO %	Hd %	Na %
174		3.81	0.95	38.43	0.17

 *Ing. Braulio La Torre Martínez*
Jefe de Laboratorio

Las siguientes imágenes muestran las actividades realizadas durante el proceso de la investigación.

Figura 9.

Siembra del cultivo de papa.



Figura 10.

Manejo del campo experimental.



Figura 11.

Aplicación fitosanitaria.



Figura 12.

Cosecha del cultivo.



Figura 13.

Toma de datos de los resultados obtenidos.



Figura 14.

Clasificación de tamaño de tubérculos.



Figura 15.

Peso de tubérculos por planta.



Figura 16.

Preparación de material para evaluar materia seca.



Figura 17.

Material rotulado para determinación de materia seca.



Figura 18.

Colocado del material en la estufa para determinar materia seca.

