

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS:

**Influencia de microorganismos en la productividad de semilla
prebásica de papa nativa (*Solanum goniocalyx*) var. Peruanita.
Canaán, Ayacucho**

Para optar el título profesional de:
INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:
Bach. Jhanys Tadeo CONDE QUISPE

ASESORA:
Dra. Roberta ESQUIVEL QUISPE

AYACUCHO - PERÚ

2026

DEDICATORIA

*Primeramente, agradezco a
Dios por darme la vida y la salud,
Él es quien ha querido terminar mis
estudios superiores y seguir en la vida.*

*Agradezco infinitamente a mis padres,
Máximo y Marcelina quienes mi dieron
Su apoyo incondicional desde mis
primeros pasos de formación profesional.*

*Igualmente agradezco a mis hermanos y hermanas
quienes me dieron su apoyo durante mi
formación profesional.*

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mis sinceros agradecimientos a la Universidad Nacional de san Cristóbal de Huamanga por la oportunidad de abrirme las puertas para poder cumplir mis metas trazadas.

Mis agradecimientos a la Escuela Profesional de Agronomía, y a todo el docente que laboran en la dicha escuela. Gracias por los conocimientos compartidos.

Mi sincero agradecimiento al proyecto PROSEM del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) por el valioso apoyo brindado. Su contribución con materiales de calidad, como los plantines de semilla prebásica, así como la realización de los análisis de suelo y la disposición de la casa malla, fueron fundamentales para llevar esta investigación.

Agradezco a la Dra. Roberta Esquivel Quispe. asesora del presente trabajo, por apoyo, incondicional de sus conocimientos y consejos que fueron fundamentales para el desarrollo de este proyecto de investigación.

Agradezco al Dr. José Antonio Quispe Tenorio, Mg. Walter Augusto Mateu Mateo, Dr. Rolando Bautista Gómez, por sus aportes de este trabajo de investigación.

Agradezco a Emperatriz Huaycha Pacotaype por acompañarme en este duro proceso de trabajo de investigación.

Agradezco a la Bióloga Vique Soledad Tineo Vargas por permitirme este espacio en Centro Experimental CANAÁN -INIA y también por sus consejos como profesional para poder realizar mi investigación.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE TABLA.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	14
CAPÍTULO I.....	17
MARCO TEÓRICO.....	17
1.1. Antecedentes.....	17
1.2 Origen y características de cultivo de papa.....	21
1.2.1. Centros productores de la papa.....	21
1.2.2. Clasificación taxonómica.....	22
1.2.3. Características y morfológicas del cultivo de papa.....	22
1.2.4. Variedades nativas de papa amarga.....	25
1.2.5. Variedades mejoradas de papa.....	26
1.2.6. Características de papa variedad Peruanita (<i>Solanum goniocalyx</i>).....	26
1.2.7. Composición nutricional de la papa Peruanita.....	27
1.2.8. Estados fenológicos del cultivo.....	29
1.3. Productividad de semilla prebásica de papa.....	30
1.3.1. Origen y la multiplicación de semilla prebásica.....	30
1.3.2 Definición de producción de semilla prebásica.....	30
1.3.3. Concepto y posición en la cadena semillera.....	31
1.3.4. Importancia para la agricultura.....	31

1.3.5. Plantines de papa	31
1.3.6. Cultivo In Vitro	32
1.3.7. Proceso productivo de semilla prebásica.....	33
1.4. Requerimientos agroecológicos	34
1.5. Control de enfermedades y plagas principales de semilla de papa prebásica en condiciones controladas	36
1.6. Labores culturales y agronómicas	38
1.7. Importancia de los Microorganismos Eficientes (EM), Microorganismos de montaña (MM), (<i>Glomus iranicum</i>) y <i>Trichoderma asperellum</i> en los cultivos.....	40
CAPÍTULO II.....	43
METODOLOGÍA.....	43
2.1. Ubicación de la investigación	43
2.2. Antecedentes del área del cultivo	44
2.3. Características climáticas.....	44
2.4. Material biológico.....	i
2.5. Materiales, equipos y reactivos.....	i
2.6. Características edáficas del sustrato	ii
2.7. Variables en estudio.....	v
2.8. Diseño experimental	vi
2.9. Factores estudiados	vi
2.10. Descripción de tratamientos	vi
2.11. Característica de campo experimental	vii
2.11.1. Camas del experimento	vii
2.11.2. Parcelas por cama	vii
2.11.3. Calles de las camas.....	vii
2.11.4. Área total del experimento	vii
2.11.5. Área de la casa malla.....	vii

2.11.6. Unidad experimental	viii
2.11.7. Unidad de análisis	viii
2.12. Croquis del campo experimental de producción de semilla prebásica	viii
2.13. Instalación y conducción del experimento	viii
2.13.1. Inoculación	x
2.13.2. Conducción del experimento.....	xi
2.14. Variables evaluadas del experimento	xii
2.15. Variables de productividad	xii
CAPÍTULO III	xv
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	xv
3.1. Variables de precocidad.....	xv
3.1.1. Fenología del cultivo de semilla prebásica.....	xv
3.2. Variable de productividad	62
3.2.1. Altura de la planta	xvi
3.2.2. Comparación de crecimiento de los tratamientos.....	xviii
3.2.3. Longitud de raíz (cm).....	xix
3.2.4. Clasificación de semilla prebásica, gruesa, primera, segunda, tercera y cuarta.....	xxi
3.2.5. Número de tubérculos por planta	xxx
3.2.6. Rendimiento por (kg/ m ²).....	xxxii
3.2.7. Peso seco de la parte aérea	xxxiv
3.2.8. Porcentaje de colonización de los microorganismos en la raíz.....	xxxvi
CONCLUSIONES.....	xxxviii
RECOMENDACIONES	xxxix
REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA	xl
ANEXO	xlvi

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. 1 Composición nutricional de la papa Peruanita	28
Tabla 1. 2 Aporte en compuestos nutritivos de la papa en comparación con las pastas y el arroz	28
Tabla 1. 3 parámetros de productividad por variedad.	40
Tabla 2. 1 Temperatura media, mínima, máxima, precipitación y balance hídrico de marzo 2025 a setiembre 2025, registrada en la estación meteorológica INIA-Canaán.....	45
Tabla 2. 2 Resultados de análisis químico del suelo de origen del distrito de Vinchos, Huamanga, Ayacucho 2025.....	iii
Tabla 2. 3 Análisis químico de compost de cuy	iv
Tabla 2. 4 Tratamientos e inoculación de microorganismos	vi
Tabla 2. 5 Inoculación de microorganismos al cultivo de semilla papa prebásica variedad Peruanita.	x
Tabla 2. 6 Periodo y fecha de Inoculación de los microorganismos	xi
Tabla 3. 1 Variables de precocidad, días después del trasplante de papa nativa var. Peruanita (<i>Solanum goniocalyx</i>) inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025..	xv
Tabla 3. 2 Análisis de varianza de altura de la planta de papa nativa var. “Peruanita” (<i>Solanum goniocalyx</i>) inoculado con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.....	xvi
Tabla 3. 3 Análisis de varianza de longitud de la raíz (cm), de papa nativa var. “Peruanita”, (<i>Solanum goniocalyx</i>), inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.	xix
Tabla 3. 4 Análisis de varianza de número de tubérculos por planta de papa nativa var. Peruanita (<i>Solanum goniocalyx</i>) “gruesa” (> 40 g) inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.....	xxi
Tabla 3. 5 Análisis de varianza de número de tubérculos por planta de papa nativa var. “Peruanita” (<i>Solanum goniocalyx</i>) “primera” (30 a 39 g) inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.....	xxii
Tabla 3. 6 Análisis de varianza de número de tubérculos por planta de papa nativa var. “Peruanita” (<i>Solanum goniocalyx</i>) “segunda” (20 a 29 g) inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.....	xxiv

Tabla 3. 7 Análisis de varianza de número de tubérculos por planta de papa nativa var. “Peruanita” (<i>Solanum goniocalyx</i>) “tercera” (10 a 19 g) con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.....	xxv
Tabla 3. 8 Análisis de varianza de número de tubérculos por planta de papa nativa var. “Peruanita” (<i>Solanum goniocalyx</i>) “cuarta” (1 a 9 g) inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025..	xxvi
Tabla 3. 9 Análisis de la varianza de número de tubérculos por planta de papa nativa var. “Peruanita” (<i>Solanum goniocalyx</i>) con morfologías deformes , inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.	xxviii
Tabla 3. 10 Análisis de varianza número de tubérculos por planta de papa nativa var. Peruanita” (<i>Solanum goniocalyx</i>) inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025..	xxx
Tabla 3. 11 Análisis varianza de rendimiento por kg/m ² de papa nativa var. “Peruanita” (<i>Solanum goniocalyx</i>) inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.	xxxii
Tabla 3. 12 Análisis varianza de peso seco de parte aérea (g) de papa nativa var. “Peruanita” (<i>Solanum goniocalyx</i>) inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025..	xxxiv
Tabla 3. 13 Análisis varianza de porcentaje de colonización de microorganismos benéficos en la raíz de papa nativa var. “Peruanita” (<i>Solanum goniocalyx</i>). Ayacucho, 2025..	xxxvi

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 Morfología de cultivo de papa	25
Figura 2. 1 Estación experimental (INIA)	43
Figura 2. 2 Temperatura máxima, mínima, media y balance hídrico correspondiente de marzo 2025 a setiembre 2025; Estación Meteorológica de INIA (SENAMHI) – Ayacucho.	46
Figura 2. 3 Se muestra el croquis del campo experimental con 5 tratamientos cada uno con tres repeticiones	viii
Figura 3. 1 Prueba de Tukey (0.05) altura de la planta de papa nativa var. “Peruanita” (<i>Solanum goniocalyx</i>) inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025	xvii
Figura 3. 2 Crecimiento y desarrollo de la planta de papa nativa var. “Peruanita” (<i>Solanum goniocalyx</i>) inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025. ...	xviii
Figura 3. 3 Prueba de Tukey (0.05) de longitud de raíz de papa nativa var. “Peruanita” (<i>Solanum goniocalyx</i>), inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025. ...	xix
Figura 3.4 Prueba de Tukey (0.05) número de tubérculos por planta de papa nativa var. “Peruanita” (<i>Solanum goniocalyx</i>) “gruesa” (mayores de 40 g)), inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.	xxi
Figura 3.5 Prueba de Tukey (0.05) número de tubérculos por planta de papa nativa var. “Peruanita” (<i>Solanum goniocalyx</i>) “primera” (30 a 39 g)), inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025	xxiii
Figura 3. 6 Prueba de Tukey (0.05) número de tubérculos por planta de papa nativa var. “Peruanita” (<i>Solanum goniocalyx</i>) “segunda” (20 a 29 g)), inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.	xxiv
Figura 3. 7 Prueba de Tukey (0.05) número de tubérculos por planta de papa nativa var. Peruanita (<i>Solanum goniocalyx</i>) “tercera” (entre 10-19 g)), inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.	xxvi
Figura 3. 8 Prueba de Tukey (0.05) número de tubérculos por planta de papa nativa var. Peruanita (<i>Solanum goniocalyx</i>) “tercera” (entre 1 a 9 g)), inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.	xxvii
Figura 3. 9 Prueba de Tukey (0.05) número de tubérculos por planta de papa nativa var. Peruanita (<i>Solanum goniocalyx</i>) con morfologías deformes, inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.	xxix

Figura 3. 10 prueba de Tukey (0.05) número de tubérculos por planta de papa nativa var. Peruanita” (<i>Solanum goniocalyx</i>), inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.	xxxi
Figura 3. 11 Prueba de Tukey (0.05) rendimiento por kg/m ² de papa nativa var. “Peruanita” (<i>Solanum goniocalyx</i>) inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025	xxxiii
Figura 3. 12 Prueba de Tukey (0.05) de peso seco de parte aérea (g), de papa nativa var. “Peruanita” (<i>Solanum goniocalyx</i>) inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.	xxxv
Figura 3. 13 Prueba de Tukey (0.05) porcentaje de colonización (%) de microorganismos benéficos en la raíz de papa nativa var. Peruanita (<i>Solanum goniocalyx</i>). Ayacucho, 2025.	xxxvi

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Datos de la evaluación de altura, rendimiento, número de tubérculos por planta, y longitud de raíz.	xlvi
Anexo 2 Clasificación por categoría gruesa, primera, segunda, tercera y cuarta.	l
Anexo 3 Porcentaje de colonización en las raíces	lv
Anexo 4 Panel de fotografías del experimento.	lvi
Anexo 5 Fotografías de porcentaje de colonización en las raíces	lxxi
Anexo 6 Biofertilizantes utilizados	lxxiii
Anexo 7 Informe de análisis de suelo.	lxxiv
Anexo 8 Datos de estación climatológico	lxxvii

RESUMEN

Este presente trabajo se desarrolló en el campo experimental de CANAÁN INIA del distrito Andrés Avelino Cáceres, provincia Huamanga y departamento Ayacucho a 2750 msnm. Y en el laboratorio de Agrobiología de la Escuela profesional de agronomía, Facultad Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. El estudio se llevó a cabo con el objetivo de determinar la influencia de microorganismos en la productividad de semilla prebásica de papa nativa (*Solanum goniocalyx*) variedad Peruanita, Canaán 2750 msnm. Para ello, se instaló en condiciones de casa malla 5 tratamientos, las cuales fueron de Microorganismos Eficientes (EM), Microorganismos de Montaña, el hongo *Glomus iranicum*, fertilizante NPK y un testigo (sin aplicaciones). Los parámetros evaluados fueron altura de la planta, longitud de la raíz, clasificación por categoría (gruesa, primera, segunda, tercera y cuarta), número de tuberculoso por planta, rendimiento (kg/m²) y peso seco parte aérea (g). Los resultados mostraron que el tratamiento con Microorganismos eficientes fue el más óptimo, lográndose mayores valores en: altura de la planta (179.7 cm), rendimiento (5.04 kg/m²), longitud de raíz (21 cm) y el número más alto de tubérculos por planta (38.17). También los tratamientos inoculados con microorganismo montaña (MM) y *Glomus iranicum* tuvieron rendimientos de 4.04kg/m² y 4.28 kg/ m² respectivamente; asimismo en el número de tubérculos tuvieron 27.37 y 24.27 por planta, pero sin diferencia estadística entre dichos tratamientos. Todos los tratamientos inoculados superaron con significancia estadística al tratamiento sin inocular, quienes tuvieron un rendimiento de 3.36kg/ m² y 16.77 tubérculos por planta.

Palabras clave: Microorganismos eficientes, *Glomus iranicum*, y microorganismos de montaña (*Solanum goniocalyx*).

ABSTRACT

This present work was developed in the experimental field of Canaan INIA of the Andrés Avelino Cáceres district, Huamanga province and Ayacucho department at 2750 meters above sea level. And in the Agrobiology laboratory of the Professional School of Agronomy, Faculty of Agrarian Sciences, of the National University of San Cristóbal de Huamanga. The study was carried out with the objective of determining the influence of microorganisms on the productivity of pre-basic seed of native potato (*Solanum goniocalyx*) Peruvian variety, Canaan 2750 meters above sea level. To this end, 5 treatments were installed in mesh house conditions, which were Efficient Microorganisms (EM), Mountain Microorganisms, the fungus *Glomus iranicum*, NPK fertilizer and a control (without applications). The parameters evaluated were plant height, root length, classification by category (coarse, first, second, third and fourth), number of tuberculous plants per plant, yield (kg/m²) and aerial dry weight (g). The results showed that the treatment with efficient microorganisms was the most optimal, achieving higher values in: plant height (179.7 cm), yield (5.04 kg/m²), root length (21 cm) and the highest number of tubers per plant (38.17). Also, the treatments inoculated with mountain microorganism (MM) and *Glomus iranicum* had yields of 4.04kg/m² and 4.28 kg/m² respectively; Likewise, in the number of tubers they had 27.37 and 24.27 per plant, but without statistical difference between these treatments. All inoculated treatments outperformed the non-inoculated treatment with statistical significance, which had a yield of 3.36kg/m² and 16.77 tubers per plant.

Key words: Efficient microorganisms, *Glomus iranicum*, and mountain microorganisms (*Solanum goniocalyx*)

INTRODUCCIÓN

Tineo et al, (2025) afirma que la baja productividad de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en Perú está estrechamente relacionada con el uso de semilla infectada y el acceso limitado a tecnologías de desinfección efectivas. Ramos et al, (2025) menciona que la producción de semillas certificadas de papa (*Solanum goniocalyx*) es esencial para altos rendimientos, estabilidad productiva y sanidad vegetal en regiones altoandinas. En Perú, menos del 0.2% de agricultores las usa, predominando sistemas informales con alto riesgo de patógenos. Ante ello, el uso de plántulas in vitro libres de virus, combinado con fitotoldos y bioestimulantes, es una alternativa accesible para pequeños productores.

Thanuja et al, (2025) menciona que las enfermedades virales representan una grave amenaza para los cultivos de papa (*Solanum goniocalyx*) entre otras especies, principalmente ocasiona graves pérdidas económicas a los agricultores debido a la falta de estrategias de manejo eficaces. Rodríguez (1998) menciona que no existen métodos curativos para eliminar virus en plantas, por lo que la principal medida preventiva es el uso de semilla "sana" (libre de patógenos). Por ello, los programas de producción de semilla de papa se centran en generar y distribuir este material a gran escala mediante técnicas como la erradicación de virus a través de termoterapia y cultivo de meristemas, la multiplicación in vitro en laboratorio, y la rápida propagación en invernaderos y campo a partir de plántulas in vitro y esquejes provenientes de plantas libres de virus.

Higa (1994) sostiene los microorganismos eficientes (EM), es importantes en la producción de cultivos porque actúan sinérgicamente para regenerar y equilibrar la microbiología del suelo: "los EM y MM mejoran la fertilidad, descomponen materia orgánica y suprimen patógenos mediante la producción de metabolitos secundarios y el establecimiento de una dominancia microbiana regenerativa que optimiza la disponibilidad de nutrientes para las plantas."

Flores et al, (2018) menciona que la producción de semilla prebásica de papa (*Solanum tuberosum* L.) en invernadero tiene un propósito fundamental: obtener semilla libre de enfermedades que pueda expresar todo su potencial productivo una vez que llegue al campo. Esto aplica tanto para la producción de semilla como para el cultivo comercial del tubérculo.

Por eso, es clave contar con tubérculos de al menos 10 mm de diámetro, ya que ese tamaño permite que la planta emerja con fuerza, genere un buen número de tallos por metro lineal y, en consecuencia, logre un establecimiento óptimo del cultivo y una mayor productividad.

Quispe et al. (2018) sostiene que el Perú tiene la mayor diversidad de papas del mundo, y entre ellas hay verdaderas joyas como la especie (*Solanum goniocalyx*) variedad "Peruanita" o la "Amarilla Tumbay", que destacan por su pulpa amarilla intensa. Y no es solo por el color: su perfil nutricional es espectacular, con carotenoides en niveles altos, proteínas de buena calidad y un balance de aminoácidos difícil de encontrar. Son papas que prometen muchísimo, pero lamentablemente su industrialización es casi nula. Y ahí está el punto clave: cómo aprovechar todo ese potencial sin quedarnos solo en el consumo tradicional.

Marmolejo et al. (2021) menciona que en los Andes centrales del Perú, la demanda de estas variedades Peruanita viene creciendo notablemente, tanto en restaurantes de cocina peruana como en industrias que las procesan para elaborar hojuelas tipo snack, teniendo a Lima como el principal mercado que dinamiza esta cadena. Frente a este auge comercial y ante la necesidad de contar con semillas de calidad que garanticen rendimientos óptimos, los autores plantean evaluar las características agronómicas y el desempeño productivo de semillas básicas de dichas variedades, las cuales fueron obtenidas bajo condiciones controladas de invernadero para asegurar su sanidad y calidad genética.

INEI (2024) menciona que la producción de papa en Perú alcanzó 1 millón 449 mil 642 toneladas en 2024, con un crecimiento de 73,2% respecto al mismo mes de 2023, impulsado por temperaturas favorables y precipitaciones superiores a los registros históricos que incrementaron las superficies cosechadas; Puno (286,5%), Ayacucho (37,3%), La Libertad (8,3%) y Cusco (5,2%) concentraron el 71,3% de la producción nacional, mientras que departamentos como Huancavelica, Lambayeque e Ica también mostraron resultados positivos, en contraste con Piura (-57,1%), Tacna (-50,8%) y Lima (-30,2%), que registraron las mayores caídas.

Considerando la importancia de los antecedentes se realizó el presente trabajo de investigación con los siguientes objetivos:

Objetivo general

-Determinar la influencia de microorganismos en la productividad de semilla pre básica de papa nativa (*Solanum goniocalyx*) variedad Peruanita, Canaán 2750 msnm, Ayacucho 2024.

Objetivos específicos

1. Determinar la influencia de los microorganismos eficientes (EM) en la productividad de semilla prebásica de papa nativa (*Solanum goniocalyx*) variedad Peruanita, Canaán 2750 msnm, Ayacucho.
2. Determinar la influencia del microorganismo montaña (MM) en la productividad de semilla prebásica de papa nativa (*Solanum goniocalyx*) variedad Peruanita Canaán 2750 msnm, Ayacucho.
3. Determinar la influencia de *Glomus iranicum* (HMA) en la productividad de semilla pre básica de papa nativa (*Solanum goniocalyx*) variedad Peruanita 2750 msnm, Ayacucho.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

Luna et al. (2020) menciona que el uso excesivo de fertilizantes y plaguicidas químicos afecta negativamente al medio ambiente, por lo que el empleo de hongos micorrízicos representa una alternativa sostenible para la agricultura:

La investigación se realizó en Puno, a 3 820 msnm, durante la campaña agrícola 2015–2016, con el objetivo de evaluar el efecto del hongo micorrízico vesículo-arbuscular *Glomus intraradices* (MicorrizaFer) en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en las variedades Imilla Negra y Compis, bajo condiciones de secano. Se aplicaron cinco dosis del inoculante (1,00; 0,75; 0,50; 0,25 y 0,00 g por planta) utilizando un diseño de Bloques Completos al Azar con arreglo factorial 2×5 y tres repeticiones. Los resultados mostraron que la dosis de 1,00 g por planta produjo el mayor rendimiento, alcanzando $14,01 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ en Imilla Negra y $13,82 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ en Compis, superando al testigo sin fertilización química ni control químico de plagas. Se concluye que el uso de micorrizas mejora el rendimiento del cultivo de papa, aunque la altitud pudo influir en los resultados obtenidos.

Valverde (2016) menciona en su presente trabajo de investigación, titulado "efecto de los microorganismos eficaces y bioabonos en el rendimiento de la papa (*solanum tuberosum* l.) variedad canchan, tuvo como objetivo evaluar el efecto de la aplicación de microorganismos eficaces (EM) y bioabonos en el rendimiento del cultivo de papa, variedad Canchan:

La investigación realizada es, de tipo aplicada y nivel experimental, se realizó en la localidad de Huacrachuco, a 2,920 msnm, con clima frío templado y suelos franco arenosos. Se utilizó un diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 3 repeticiones y 16 tratamientos, totalizando 48 unidades experimentales. La población fue de 1,536 plantas y la muestra de 12 plantas por área neta experimental. Se evaluaron variables como peso, tamaño y número de tubérculos. Los resultados mostraron que el tratamiento T15 (2.0 L de EM-1 A + 3 t de compost con EM) obtuvo los mejores rendimientos, alcanzando promedios de 3,384.58 kg/ha en tubérculos de primera, 3,411.45 kg/ha en segunda y 3,550.00 kg/ha en tercera calidad. Se recomienda realizar ensayos complementarios con diferentes dosis, densidades de siembra y variedades, así como evaluar la rentabilidad económica de esta práctica.

Flores & León (2024) menciona en su investigación “Influencia de microorganismos benéficos en el comportamiento agronómico del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.)”. “Bicentenario” el uso excesivo de fertilizantes químicos provoca alteraciones en la actividad microbiana del suelo, contaminación ambiental y alto costo de producción del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.).

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de microorganismos benéficos como biofertilizantes sobre el crecimiento y producción del cultivo de la papa. Para ello, se empleó un total de 1.600 plantas de papa cv. “Bicentenario”, donde se evaluaron cuatro tratamientos: *Trichoderma harzianum* (0,5 g.L⁻¹), *Glomus spp.* (30g/planta⁻¹), microorganismos eficientes (EM) (50 mL.L⁻¹) y un testigo (sin aplicación). Se usó un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones por tratamiento. El efecto de los tratamientos se evaluó mediante variables vegetativas y reproductivas. Se evidenció que el tratamiento con *Trichoderma harzianum* favoreció significativamente al resto de los tratamientos en altura de la planta a los 90 días (43,60 cm), masa del tubérculo (154 g) y rendimiento (57,13 t/ha⁻¹). El empleo de *Glomus spp.* y los EM sólo ejercieron un efecto parcial sobre el crecimiento de la planta. El tratamiento con *Trichoderma harzianum* podría representar una alternativa agrícola ecológica para la producción de papa.

Tineo et al. (2025) en la “investigación evaluó cómo la aplicación de un sistema de riego con microburbujas de ozono y oxígeno influye en la calidad y el vigor de la semilla prebásica de papa, variedad INIA 303, en la localidad de Canaán, Ayacucho” menciona:

En el Perú el bajo rendimiento del cultivo de semilla prebásica de papa (*Solanum tuberosum* L.) se debe principalmente al empleo de semillas contaminadas y a la falta de acceso a métodos eficaces de desinfección. Esta investigación evaluó cómo la aplicación de un sistema de riego con microburbujas de ozono y oxígeno influye en la calidad y el vigor de la semilla prebásica de papa, variedad INIA 303, en la localidad de Canaán, Ayacucho. Se probaron cuatro condiciones experimentales (T1: 100% nano-oxígeno, T2: 75%, T3: 50% y T4: grupo control) mediante un diseño completamente aleatorizado. Los datos se analizaron con ANOVA y la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$). Los resultados mostraron diferencias muy significativas ($p < 0,0001$) en la altura de planta. A los 21 días, el tratamiento T1 ($17,24 \pm 0,43$ cm) fue notablemente superior al control T4 ($10,02 \pm 0,95$ cm). A los 140 días, T1 ($172,4 \pm 2,04$ cm) registró el mejor desempeño, seguido por T2 ($166,6 \pm 3,33$ cm), mientras que T4 ($104,0 \pm 5,34$ cm) presentó el valor más bajo. Respecto al peso del tubérculo-semilla, T1 produjo más cantidad de papas mayores a 20 g, lo que favoreció un mayor rendimiento. Estos hallazgos indican que la tecnología de oxigenación y ozonización estimula el desarrollo vegetativo, incrementa el rendimiento potencial y reduce problemas de hipoxia y estrés por patógenos, posicionándose como una alternativa prometedora para mejorar la sanidad y productividad de la semilla en la producción de papa prebásica en zonas altoandinas.

Contreras (2019) menciona en la investigación que realizó el efecto de la inoculación de cepas bacterianas nativas sobre el comportamiento agronómico de la papa (*Solanum tuberosum*) en fincas productoras de la región Lima.

Mediante ensayos de campo bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar y un análisis de sustentabilidad ambiental usando el método multicriterio de Sarandón, se determinó que las fincas presentan un bajo nivel de sustentabilidad ambiental. La inoculación con *Azotobacter* sp generó incrementos significativos en el rendimiento y peso comercial de los tubérculos, además de reducir el daño por mosca minadora en comparación con el control. Los resultados evidencian que el uso de bacterias promotoras del crecimiento

vegetal contribuye a mejorar la productividad y a fortalecer la sustentabilidad ambiental del cultivo de papa a nivel de finca.

Flores & Leon (2024) menciona que el uso excesivo de fertilizantes químicos en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) genera impactos negativos en el suelo, el ambiente y los costos de producción, por lo que los microorganismos benéficos representan una alternativa sostenible.

Este estudio evaluó el efecto de *Trichoderma harzianum*, *Glomus* spp. y microorganismos eficientes (EM) como biofertilizantes en el crecimiento y rendimiento de papa cv. Bicentenaria. Se aplicaron cuatro tratamientos bajo un diseño completamente aleatorizado con cuatro repeticiones. Los resultados mostraron que *T. harzianum* presentó el mejor desempeño, incrementando significativamente la altura de planta, el peso del tubérculo y el rendimiento ($57,13 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), mientras que *Glomus* spp. y EM tuvieron efectos parciales. Se concluye que *T. harzianum* constituye una alternativa ecológica eficaz para mejorar la producción del cultivo de papa.

Ramos et al. (2025) menciona en su investigación que “cómo influyen los bioestimulantes en la obtención de semillas prebásicas de papa (*Solanum goniocalyx*)”

Empleando plántulas provenientes de cultivo in vitro y alojadas en módulos tipo fitotoldo, en las zonas altoandinas de Huánuco, Perú. Se probaron tres mezclas de bioestimulantes: Bioauxinas + Aminoácidos (T2), AATC + Ácido fólico + Aminoácidos (T3) y Aminoácidos + Nitrógenos + Fitohormona (T4). El experimento se realizó bajo un diseño de bloques completamente al azar, con 4 tratamientos y 12 unidades experimentales en total. Los hallazgos indicaron que el T3 (AATC, ácido fólico y aminoácidos) fue el más efectivo: alcanzó el promedio más alto de tallos por planta (2,85), la mayor altura (55,26 cm), la mayor cantidad de tubérculos por planta (13,53), y los pesos más elevados tanto en tubérculos de primera (49,63 g) como de segunda categoría (73,57 g). En conclusión, el uso de bioestimulantes, especialmente la combinación T3, potencia de manera importante la producción de semilla prebásica en ambientes de altura, constituyendo una opción factible para campesinos que deseen contar con semilla de alta calidad y sin patógenos.

De la Cruz & Viera (2022) en la “investigación que se realizó en las instalaciones del Centro de Investigación de Cultivo Agrícolas (CICA), durante la campaña agrícola 2018 – 2019”.

El objetivo de la tesis fue incrementar la producción de tubérculos semilla pre básica a partir de plántulas in vitro de los cultivares Canchán y Única. Los factores que se utilizaron fueron: cultivar, densidad y sustrato, realizando las permutaciones de dichos factores se obtuvo 8 tratamientos y se aplicó el diseño Completamente al Azar con parcelas Sub divididas. En la cosecha se determinaron el número de tubérculos por planta, el cultivar Canchán obtuvo un promedio de 4,9 unidades, la interacción cultivar Canchán a una densidad de plantación de 20 x 20 cm y la interacción del mismo cultivar en el sustrato de arena gruesa obtuvieron un promedio de 5,5 unidades de tubérculos por planta, siendo iguales en resultados, en cuanto a la mayor producción de tubérculos semillas pre básica de papa lo obtuvo la interacción: cultivar Canchán en una densidad de plantación de 15 x 15 cm en sustrato de arena gruesa con un valor de 5,6 unidades, superando en número a los otros resultados, resaltando este tratamiento como ideal y recomendado para la producción en tubérculos semillas en mayor número.

1.2 Origen y características de cultivo de papa

Rodríguez (2010) menciona que todo empezó hace miles de años: entre 6000 y 10 000 atrás, en los Andes del sur de Perú, al norte del lago Titicaca, las primeras papas cultivadas fueron seleccionadas a partir de especies silvestres como *Solanum bukasovii*, *Solanum canasense* y *Solanum multisectum*. De ahí surgió *Solanum stenotomum*, considerada la primera papa domesticada, y luego, mediante procesos naturales de poliploidización e hibridación en distintas zonas de cultivo, se fue gestando *Solanum andigena*, que es la base genética de las papas andinas que hoy conocemos. Más tarde, cruzamientos con la silvestre *Solanum tarijense* dieron origen a los cultivares chilenos, y en el siglo XVI la papa cruzó el Atlántico hacia Europa para luego dispersarse por todo el mundo, dando lugar a lo que actualmente conocemos como *Solanum tuberosum*.

1.2.1. Centros productores de la papa

MIDAGRI (2023) menciona que en la campaña 2023, el rendimiento de papa a nivel nacional (kg/ha) liderado por la región Arequipa con 35,328 kg/ha, seguido de Ica (33,086 kg/ha) y Lima Metropolitana (29,388 kg/ha), mientras que en el extremo inferior se ubica Lambayeque con 6,660 kg/ha; regiones como La Libertad, Lima, Ayacucho, Apurímac y Tacna

superan los 19,000 kg/ha, mientras que en el grupo intermedio se sitúan Junín, Pasco, Amazonas, Huánuco, Cusco y Huancavelica con valores entre 14,000 y 19,000 kg/ha, y con rendimientos por debajo de los 13,000 kg/ha figuran Áncash, Cajamarca, Moquegua, Piura y Puno; finalmente, Callao, Loreto, Madre de Dios, San Martín, Tumbes y Ucayali son los departamentos con déficit de producción.

MIDAGRI (2023) menciona que, a nivel nacional la campaña 2023 se registró 323,919 hectáreas sembradas de papa, siendo Puno el departamento con mayor superficie sembrada (56,575 ha), seguido por Huánuco (42,841 ha) y Ayacucho (31,133 ha); en el extremo opuesto, las menores extensiones se ubicaron en Lambayeque (662 ha), Moquegua (635 ha) y Tacna (432 ha), mientras que Callao, Loreto, Madre de Dios, San Martín, Tumbes y Ucayali reportaron cero hectáreas sembradas.

1.2.2. Clasificación taxonómica

La taxonomía del cultivo de papa (*Solanum goniocalyx*) se clasifica de la siguiente manera: Según Kumar, S. & Singh, A. (2020). La clasificación Taxonomía de la papa (*Solanum goniocalyx*).

Reino: *Plantae*

División: Angiospermae

Clase: Eudicotyledonae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: *Solanum*

Especie: *Solanum goniocalyx*

Nombre común: Peruanita

1.2.3. Características y morfológicas del cultivo de papa

Raíz

Martínez & Ojeda (2023) menciona que la papa se puede cultivar de semilla o de tubérculo, y según cómo lo haga, sus raíces son distintas. Si viene de semilla, desarrolla una raíz principal con ramificaciones laterales, bien delicada. Si nace de tubérculo, echa raíces

adventicias desde la base de los brotes y de los nudos subterráneos de los tallos; a veces también salen en los estolones. Comparada con otros cultivos, la papa tiene un sistema radicular débil, por eso necesita un suelo con muy buenas condiciones físicas y químicas para crecer bien. Dependiendo de la variedad, sus raíces pueden ser superficiales y frágiles o más fibrosas y profundas.

Tallo

Martínez & Ojeda (2023) sostiene que el sistema de tallos de la papa incluye los tallos, los estolones y los tubérculos. Si la planta nace de semilla verdadera, tiene un solo tallo principal; si nace de un tubérculo semilla, puede sacar varios. De los tallos principales salen ramas laterales. Los tallos en corte transversal pueden ser redondeados o angulosos, y a menudo en los bordes angulosos se forman alas o costillas que pueden ser rectas, onduladas o dentadas. El color suele ser verde, aunque a veces es marrón rojizo o morado. En las axilas de las hojas se forman yemas que pueden convertirse en tallos laterales, estolones, flores o incluso tubérculos aéreos.

Hojas

Martínez & Ojeda (2023) menciona que las hojas de la papa se distribuyen en espiral alrededor del tallo, y normalmente son compuestas, es decir, tienen como un eje central llamado raquis con varios folíolos. En ese raquis se organizan varios pares de folíolos laterales primarios y uno terminal al final. La parte del raquis que queda por debajo del par más bajo se llama pecíolo, que es como el cabito que une la hoja al tallo. Cada folíolo puede tener su propio cabito (peciolado) o estar pegado directamente (sésil). A veces entre los folíolos primarios aparecen folíolos secundarios más pequeñitos. En la base del pecíolo hay dos hojuelas laterales llamadas pseudo estípulas, y desde ese punto de inserción pueden seguirse las alas o costillas del tallo hacia abajo.

Flores

Martínez & Ojeda (2023) indica que el pedúnculo, que es como el tallito que sostiene la inflorescencia, generalmente se divide en dos ramas, y cada una de esas ramas se vuelve a dividir en dos más, formando una inflorescencia llamada cimosa. De esas ramas salen los pedicelos los cabitos individuales de cada flor y en sus puntas están los cálices. Cada pedicelo

tiene una especie de coyuntura o articulación por donde después se desprenden las flores o los frutos; en algunas variedades cultivadas, esa articulación tiene un colorcito que la hace notar. Las flores de la papa son bisexuales, o sea que tienen los dos sexos en la misma flor, y cuentan con las cuatro partes típicas: cáliz, corola, estambres y pistilo.

Frutos

Martínez & Ojeda (2023) afirma que cuando la flor es fertilizada, el ovario se transforma en un fruto llamado baya, que contiene muchísimas semillas. Este fruto generalmente es esférico, aunque en algunas variedades puede ser ovoide o cónico. Por lo común es de color verde, y en ciertas variedades cultivadas tiene puntos blancos o pigmentados, o incluso franjas y áreas con color. La cantidad de semillas por fruto puede superar las 200, dependiendo de la fertilidad de cada variedad. Las semillas son planas, ovaladas y muy pequeñas: entran entre 1.000 y 1.500 semillas en un solo gramo. Cada semilla está envuelta por una capa protectora llamada testa, que resguarda al embrión y a un tejido nutritivo de reserva conocido como endospermo. A estas se les llama semilla verdadera o botánica, para diferenciarlas de los tubérculos que se usan como semilla en la siembra comercial.

Brotes

Martínez & Ojeda (2023) menciona que los brotes de la papa crecen a partir de las yemas que están en los ojos del tubérculo, y su color es un rasgo importante que varía según la variedad. Pueden ser blancos, tener algo de color solo en la base o en la punta, o estar casi totalmente coloreados. Cuando los brotes blancos reciben luz indirecta, se ponen verdes. La parte de abajo del brote es la que forma el tallo subterráneo y se reconoce porque tiene lenticelas (como pequeños poros); después de sembrar, esa parte rápidamente echa raíces y después produce estolones o tallos laterales. La parte de arriba del brote, en cambio, es la que da origen a las hojas y es por donde el tallo va creciendo hacia arriba.

Estolones

Martínez & Ojeda (2023) sostiene que, los estolones de la papa son tallos laterales que crecen horizontalmente bajo tierra, saliendo de las yemas de la parte subterránea de los tallos. En las papas silvestres es común que los estolones sean largos, y una de las metas del mejoramiento genético ha sido lograr estolones más cortos. En la punta de los estolones se

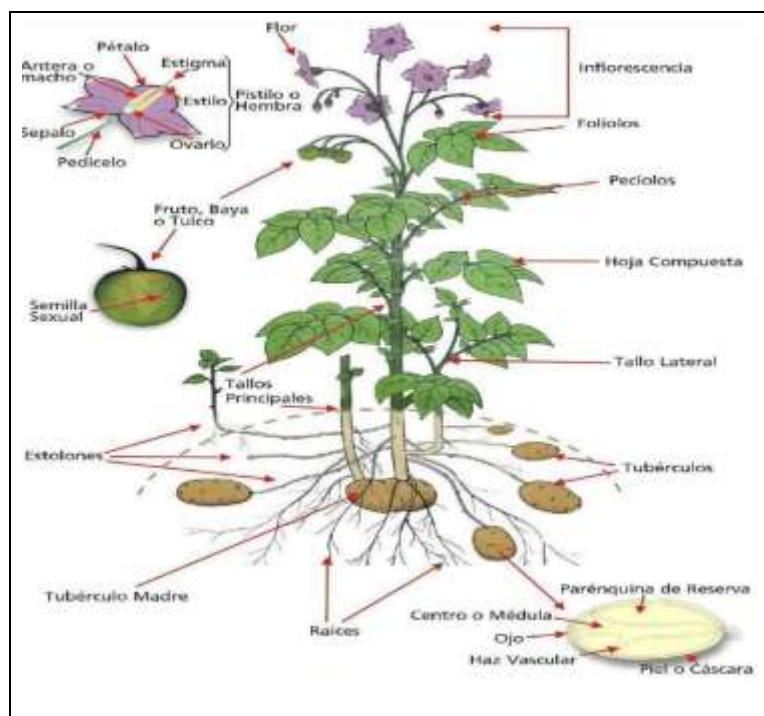
pueden formar los tubérculos, cuando esa punta se engorda; pero no todos los estolones llegan a producir tubérculos. Y si un estolón queda descubierto y no está cubierto por suelo, puede animarse a crecer hacia arriba y convertirse en un tallo vertical con hojas normales.

Tubérculos

Inostroza (2009) afirma que Los tubérculos de papa son tallos modificados que funcionan como los principales órganos de almacenamiento de la planta. Cada tubérculo tiene dos extremos: el basal, que es por donde estaba unido al estolón y se llama talón, y el extremo opuesto, llamado extremo apical o distal. Los ojos que son las yemas de donde brotan las nuevas plantas se distribuyen en espiral sobre la superficie del tubérculo, se concentran más hacia la punta o extremo apical, y están ubicados en las axilas de unas hojitas escamosas que se conocen como "cejas". Dependiendo de la variedad, esas cejas pueden ser bien marcadas y saltonas, más bien planas o hundidas.

Figura 1. 1

Morfología de cultivo de papa



NOTA: muestra de morfología de la planta de la papa que nos indica. Fuente: (Martínez & Ojeda ,2023)

1.2.4. Variedades nativas de papa amarga

Cahuana & Arcos (2002) menciona que las papas de estas variedades presentan un sabor amargo y desagradable, por su alto contenido de glicoalcaloides. Estos glicoalcaloides hacen

que las papas al estado fresco, no sean aptas para el consumo; por ello la papa se someten a un proceso de transformación para la obtención de chuño. Aunque, se ha comprobado que después de 4 o 5 meses de almacenamiento en oscuridad, entre ellas tenemos las siguientes especies.

Especie triploide ($2n = 3x = 36$): *Solanum x juzepczukii*

Especie pentaploide ($2n = 5x = 60$): *Solanum x curtilobum*

La especie *Solanum juzepczukii* representa a las variedades de mayor importancia, se tiene a la Piñaza, Locka, K'eta, Ruckii, Anchahuri, Parkos, Cuchijiphylla y Parinas.

1.2.5. Variedades mejoradas de papa

Las variedades mejoradas se obtenidas a través de un proceso de mejoramiento genético por hibridación, selección clonal o por otras metodologías de mejoramiento. Estas variedades, desde el inicio de su mejoramiento hasta la liberación y producción de semilla básica, son manejadas y estas son estas variedades Canchan (INIA 303), Yungay, Única, Perricholi y Serranira (INIA 309) (Cahuana y Arcos ,2002).

1.2.6. Características de papa variedad Peruanita (*Solanum goniocalyx*)

Característica de la planta según (Cahuana & Arcos 2002).

- Tamaño: Mediano
- Tallos: 1 a 3 por planta, de color marrón verdoso
- Hojas: Tamaño mediano, de color verde oscuro
- Flores: Violeta, de regular floración
- Tipo tuberización: Medianamente disperso
- Periodo vegetativo: 160 días
- Rendimiento: Hasta 20 t/ha

Características de tubérculo

- Forma: Oval chato
- Tamaño: Medianos a pequeños
- Ojos: Superficiales
- Color de piel: Rojo con bandas amarillas
- Color de carne: Blanco con anillo vascular rojizo
- Calidad culinaria: Regular

- Conservación: Regular
- Usos: Sancochado, fritura y elaboración de chuño

Comportamiento a plagas y enfermedades

- Susceptible a verruga, roña, pudrición seca y enfermedades virósicas
- Tolerante a trips y epitrix
- Tolerante a corazón vacío y nematodos

Comportamiento a factores climáticos

- Cierta tolerancia a heladas y periodos cortos de sequía
- Tolerante al tumbado por efecto de nevada y vientos
- Susceptible a la granizada

Requerimientos del cultivo

- Densidad de siembra: 0.80 m x 0.25 a 0.30 m
- Aporques: Dos aporques
- Zonas de cultivo: Puno, Cusco, Apurímac, Ayacucho, Tacna y Moquegua

1.2.7. Composición nutricional de la papa Peruanita

Martínez (2007) afirma que la papa es un tubérculo cuyo valor nutritivo muchas veces ha sido subestimado. De su materia seca, el 75% es almidón y cerca del 15% es proteína, además contiene cantidades importantes de vitamina C y vitamina B6. Tiene muy poca grasa, prácticamente es libre de grasa y es de baja densidad energética, o sea, llena sin aportar muchas calorías. También aporta cantidades moderadas de fósforo, cloro, azufre, magnesio y hierro, y la cáscara es rica en potasio. El Perú cuenta con una enorme variabilidad genética de papas que se puede aprovechar para obtener subproductos como hojuelas, papas fritas en tiras, puré, almidón, precocidos y congelados, además de productos tradicionales como chuño y papa seca. También se puede hacer un procesamiento básico de papas nativas e híbridas, seleccionándolas y embolsándolas para los supermercados. Sin embargo, según reportes del MINAGRI, en el Perú solo el 4% de la producción de papa se destina a la industrialización, lo que muestra que aún hay un gran potencial por desarrollar.

Tabla 1. 1**Composición nutricional de la papa Peruanita**

Fuente	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	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 clorgénico	19 a 399 mg
Glicoalcaloides	0.7 a 18.7 mg

Nota: Agrupación de fuentes de nutrientes. Fuente: CIP 2019

Aporte en compuestos nutritivos de la papa en comparación con las pastas y el arroz.

Nótese la menor cantidad de grasas, calorías y mayor contenido de vitaminas de la papa.

Tabla 1. 2**Aporte en compuestos nutritivos de la papa en comparación con las pastas y el arroz**

	Papa (175 g)	Pasta (230 g)	Arroz (230 g)	Unidad
Energía(calorías)	126	198	248	Kcal
Carbohidratos	27	43	56	G
Grasa	0.17	1.15	2.99	G
Proteínas	3.15	6.9	4.68	G
Fibra	2.1	2.07	0.18	G
Vitamina C	0.5	0	0	Mg
Vitamina B6	0.58	0.023	0.13	Mg

Nota: Agrupación de nutrientes de la papa y arroz. Fuente: (Muños 2014)

1.2.8.Estados fenológicos del cultivo

Estado de dormancia o reposo del cultivo

Molina et al. (2004) indica que es el período que transcurre entre la cosecha y la brotación. Para el tubérculo semilla, esta etapa dura de 2 a 3 meses y para la semilla sexual entre 4 a 6 meses. La dormancia puede ser rota o inducida por heridas o alguna enfermedad en el tubérculo; en estos casos la brotación ocurre en menor tiempo. También puede inducirse por tratamiento químico, utilizando el ácido giberélico en dosis de 1 a 5 ppm.

Brotación

Molina et al. (2004) menciona que cuando las yemas de los tubérculos comienzan a despertar y a asomar los primeros brotes, empieza un proceso que dura entre dos y tres meses, al cabo de los cuales la papa ya está lista para ser sembrada. Lo ideal es que en ese momento los tubérculos tengan al menos tres brotes cortos, fuertes y con una longitud de medio centímetro a un centímetro, así se asegura que la planta arranque con buen vigor.

Propagación

Quiñones et al. (2004) afirma que la propagación comercial se hace a través de tubérculo-semilla, que es la forma tradicional de multiplicar el cultivo. Pero también se usan técnicas más avanzadas, como el cultivo de tejidos y métodos acelerados de multiplicación, que permiten producir semilla original a partir de una planta madre en condiciones controladas. Así se logra obtener material sano y de buena calidad genética para iniciar las primeras categorías de semilla.

Inicio de floración y tuberización

Molina et al. (2004) sostiene que la floración en la papa es una señal importante, porque indica que la planta ya está empezando a emitir estolones o que se está iniciando la formación de los tubérculos. Esto no ocurre al mismo tiempo en todas las variedades: en las precoces sucede alrededor de los 30 días después de la siembra; en las intermedias, entre los 35 y 45 días; y en las tardías, entre los 50 y 60 días. Esta etapa, que marca el comienzo de la tuberización, dura unos 30 días

Final de floración y tuberización

Zapata & Alvarado (2019) menciona que la floración llega a su fin, el cultivo de papa entra en un momento clave: la planta empieza a cambiar sus prioridades y redirige toda la energía que antes destinaba a las flores y al follaje hacia lo que realmente importa en la cosecha, que es el crecimiento y engorde de los tubérculos. Esta fase es determinante, porque de ella depende tanto el rendimiento final como la calidad de las papas que se van a cosechar.

1.3. Productividad de semilla prebásica de papa

1.3.1. Origen y la multiplicación de semilla prebásica

Ezeta (2016) menciona que los progresos tecnológicos más importantes para la papa en la región fue haber logrado multiplicar semilla de buena calidad. En los años ochenta, el Centro Internacional de la Papa (CIP), con sede en Perú, impulsó en los sistemas de investigación agraria una técnica para multiplicar rápido las plantas y controlar enfermedades. Esto permitió producir más rápido nuevas variedades de papa y actualizar la semilla de las variedades viejas, además de abaratar mucho los costos de producción.

1.3.2 Definición de producción de semilla prebásica

Inciso (2019) menciona que la semilla prebásica de papa es aquella que cumple los máximos requisitos de calidad dentro del sistema formal de semilla certificada. Se obtiene en condiciones controladas de invernadero y constituye el primer eslabón del esquema de multiplicación, a partir del cual se producen posteriormente las categorías básica, registrada, certificada.

Pérez & Andrade-Piedra (2024) afirma que la semilla de excelente calidad, tanto en términos sanitarios como fisiológicos, representa el factor fundamental para lograr cultivos exitosos y alcanzar una productividad máxima. En naciones con bajos ingresos económicos, gran parte de la diferencia entre el rendimiento potencial y el real se debe a la mala calidad de las semillas. Por esta razón, el fortalecimiento del sistema semillero se ha convertido en una prioridad para los gobiernos, los investigadores y las asociaciones de productores. Desde la perspectiva del Centro Internacional de la Papa (CIP), la producción de tubérculo-semilla resulta esencial para promover la distribución de nuevas variedades y para recopilar información sobre su adaptación, rendimiento y tolerancia a estreses bióticos (plagas, enfermedades) y abióticos (sequía, temperaturas extremas, etc.) (p. 3)

FAO (2022) menciona que la semilla de buena calidad ayuda a que el cultivo tenga éxito, ya que mantiene las características genéticas, fisiológicas, físicas y sanitarias necesarias en cualquier material para reproducirse. Esto permite garantizar que se pueda seguir el rastro del material en cada fase de la producción.

La producción en condiciones controladas asegura la obtención de semilla exenta de hongos patógenos y plagas, condición esencial para clasificarla como semilla prebásica. Los costos de producción disminuyen de manera considerable al no depender del valor del tubérculo-semilla tradicional (Ríos, 2013, p. 45).

1.3.3. Concepto y posición en la cadena semillera

La producción de semilla prebásica representa la etapa inicial de multiplicación, ya sea en campo abierto o bajo condiciones protegidas, partiendo de material vegetal obtenido mediante cultivo in vitro. Esta categoría ocupa una posición intermedia entre la semilla del fitomejorador (breeder seed) y la semilla básica o fundación (basic seed), desempeñando un papel estratégico al aumentar la disponibilidad de material genéticamente puro y libre de patógenos antes de que ingrese a los circuitos de certificación comercial. En consecuencia, la semilla prebásica actúa como el vínculo entre el laboratorio y la producción formal de semilla. (Sakha et al., 2007, p. 8).

1.3.4. Importancia para la agricultura

La producción eficiente de semilla prebásica resulta esencial para los sistemas nacionales de semilla, particularmente en los países en desarrollo. Al contar con material de alta calidad genética y sanitaria, los agricultores tienen acceso a variedades mejoradas que ofrecen mayor rendimiento, resistencia a enfermedades y capacidad de adaptación a condiciones adversas. En consecuencia, la inversión en infraestructura destinada a la producción de semilla prebásica se refleja en un incremento de la productividad y la rentabilidad del cultivo de papa, lo que a su vez contribuye a la seguridad alimentaria. (Sakha, Rai & Dhital, 2007, p. 12).

1.3.5. Plantines de papa

Velásquez et al. (2021) afirma que los plantines de semilla prebásica representan el nivel más inicial y genéticamente homogéneo dentro del esquema de producción de semilla de papa. Se producen mediante cultivo in vitro (micropropagación) a partir de explantes extraídos de

plantas madre que están libres de patógenos. Estos plantines, capaces de generar microtubérculos en condiciones controladas, sirven como material de origen para la multiplicación de semilla básica y certificada, lo que asegura la sanidad y la pureza genética de las cosechas futuras (p.8).

INIA (2010) menciona que, mediante la micropropagación, a partir de un fragmento o explante tomado de una planta madre, se genera una progenie homogénea conformada por plantas genéticamente iguales denominadas clones. Para lograr el enraizamiento de los explantes, se emplean principalmente plantines individuales con un tamaño aproximado de 2 centímetros (p.2).

El control del microambiente al interior de los recipientes empleados en los cultivos in vitro permite estimular el crecimiento y desarrollo de las plántulas, disminuir los trastornos fisiológicos, prevenir pérdidas por contaminación y simplificar la aclimatación durante el trasplante tanto de papa como de otras especies, lo cual se traduce en una disminución de los costos de producción. (Rigato et al., 2001, p. 115).

1.3.6. Cultivo In Vitro

El cultivo in vitro de tejidos vegetales representa una de las aplicaciones más relevantes para la propagación masiva de plantas con valor económico o biológico. Este término hace referencia al proceso de cultivar porciones de la planta denominadas explantes, tales como fragmentos de hoja, tallo, raíces u otros tejidos u órganos dentro de un recipiente de vidrio, en un ambiente artificial donde se regulan la esterilidad, el crecimiento y la diferenciación de los tejidos (Rivas, 2016, p. 3).

El cultivo in vitro consiste en aislar los explantes de la planta madre y desarrollarlos en condiciones estériles, utilizando medios de cultivo con composición química definida. La regeneración de plantas in vitro puede lograrse a través de tres procedimientos: propagación a partir de meristemos ya existentes, formación de brotes adventicios y desarrollo de embriones somáticos (Barceló et al., 2012, p. 2).

La micropropagación constituye una de las aplicaciones más trascendentes dentro del cultivo de tejidos vegetales. Se define como la multiplicación asexual, fundamentada en el principio de totipotencia celular, que se lleva a cabo en condiciones in vitro. Por su parte, la

aclimatación representa una fase esencial del proceso, pues de ella dependen tanto la efectividad del método como la calidad final de las plantas obtenidas (Cruz, 2015, p. 3).

1.3.7. Proceso productivo de semilla prebásica

Manejo de plántulas in vitro en casa malla de producción de semilla pre básica de papa

Ramos & Mayco (2020) indican que “Para el buen éxito del manejo de las plántulas en los módulos de producción de semilla pre básica, debemos seguir una secuencia ordenada que a continuación se detalla”.

Manejo de las plántulas in vitro

Ramos & Mayco (2020) mencionan que se agrega dos centímetros de agua en cada pote, y se deja así durante uno a cinco días, cambiando el agua cada día. Todo este trabajo se realiza dentro del módulo para evitar cualquier riesgo de contaminación. Si las plántulas se ven vigorosas y fuertes, el lavado se puede hacer al día siguiente sin problema.

Lavado de plántulas

Ramos & Mayco (2020) sostiene que las plántulas no deben sacarse de los potes con pinzas, porque es fácil dañarlas. El mejor método es deshacer la gelatina nutritiva en agua dentro de un lavatorio; así las plántulas quedan sueltas solitas, y se logra obtener el 100% de ellas completas y sin ningún daño.

Aclimatación de plántulas en agua

Ramos & Mayco (2020) mencionan las plántulas se colocan en agua limpia durante uno a cinco días para que se aclimaten, y se cambia el agua cada día. En esta etapa las plantitas se vigorizan, se fortalecen. Si se las ve bien fuertes, el repicado en bandejas se puede hacer al día siguiente, así se gana tiempo en el desarrollo de las plantas dentro de las bandejas.

Repicado de plántulas en bandejas hortícolas

Ramos & Mayco (2020) afirman que el repicado de las plántulas se hace en bandejas hortícolas de 72 celdas, para que ahí sigan desarrollándose y enraizando bien. Es importante usar un sustrato preparado a base de musgo o comprar algún sustrato especial, ya sea de

procedencia nacional o importada, que tenga buena estructura y nutrientes para que las plantitas agarren fuerte desde el principio.

Aclimatación y fortalecimiento de plántulas en sustrato

Ramos & Mayco (2020) menciona que cuando las plántulas ya están bien desarrolladas y se ven vigorosas, están listas para ser trasplantadas a las camas de los Módulos. Lo ideal es hacer el trasplante máximo a los 15 días después del enraizado, para que no se atrasen. Las camas tienen un ancho de 1,20 metros y el largo depende del módulo; en total se preparan tres camas.

Preparación de camas y trasplante de plántulas

Ramos & Mayco (2020) menciona que el sustrato que se usa es turba proveniente de zonas altoandinas. Se aplica una capa de unos 8 centímetros de alto y se incorpora una dosis mínima de fertilizantes. El distanciamiento para el trasplante es de 18 por 18 centímetros, colocando una plántula por cada agujero, lo que da una densidad de 36 plántulas por metro cuadrado.

El trasplante de plántulas in vitro o de otro material de siembra, como esquejes, debe hacerse cuando las plantitas ya tienen un tamaño adecuado y un número de folíolos suficiente para poder manipularlas sin problemas. Usando pinzas de acero inoxidable, se extraen con cuidado del tubo de ensayo o del contenedor de plástico. Luego se retira el medio de cultivo que haya quedado adherido a las raíces, sumergiéndolas en agua destilada estéril o desionizada, y después se colocan en el sustrato o en discos de sustrato prensado que hayan sido hidratados previamente (Pérez & Andrade 2024).

Plántulas en desarrollo

El desarrollo de las plántulas es rápida y vigorosas, a los 5 días del trasplante se aporcan, a los 25 días se agrega 5 cm más de sustrato (Ramos & Mayco, 2020).

1.4. Requerimientos agroecológicos

Temperatura

INTAGRI (2017) afirma que la temperatura es el factor que más limita al cultivo de la papa. Si baja de 10 °C o sube por encima de 30 °C, la planta sufre daños irreversibles en su desarrollo. La ventana ideal para una buena producción está entre los 17 y 23 °C. Por eso, en zonas templadas se siembra a principios de primavera, en regiones más cálidas a finales de invierno, y en climas tropicales calurosos se aprovechan los meses más frescos del año. La papa es una planta termo periódica, es decir, necesita que haya variación entre la temperatura del día y la noche; lo ideal es que en el aire haya un contraste de entre 10 y 25 °C. En el suelo, la temperatura también juega un papel clave: durante la noche lo óptimo es que esté entre 10 y 16 °C, y durante el día entre 16 y 22 °C. Cuando esa oscilación es menor, el crecimiento y la formación de tubérculos se ven afectados.

Humedad

INTAGRI (2017) Indica que la humedad es un factor crucial en el cultivo de papa peruana, ya que influye en el crecimiento de las plantas, la formación de tubérculos y la calidad del producto final. Un nivel adecuado de humedad favorece la absorción de nutrientes y mejora la resistencia a enfermedades. Sin embargo, tanto la escasez como el exceso de agua pueden causar problemas, como la pudrición de raíces o la proliferación de patógenos. Por ello, el manejo eficiente del riego es esencial para maximizar el rendimiento y la calidad de la cosecha.

INTAGRI (2017) sostiene que la humedad es esencial en el cultivo de papa, ya que afecta directamente el crecimiento vegetativo, la tuberización y el rendimiento. Un balance hídrico adecuado permite una mejor absorción de nutrientes y contribuye a la calidad del tubérculo. Demasiada o muy poca humedad puede generar estrés en las plantas, lo que resulta en pérdidas de rendimiento y problemas de calidad. Por lo tanto, el manejo del riego es crucial para optimizar la producción.

Suelo

INTAGRI (2017) menciona que la papa puede crecer en la mayoría de los suelos, aunque son recomendables suelos con poca resistencia al crecimiento de los tubérculos. Los mejores suelos son los francos, francos arenosos, franco-limosos y franco-arcillosos, con buen drenaje y ventilación, que además facilitan la cosecha. Sin embargo, se pueden alcanzar altas producciones en suelos con textura arcillosa al aplicar materia orgánica y regulando las frecuencias de riego. Suelos con una profundidad efectiva mayor 50 cm, son necesarios para

permitir el libre crecimiento de estolones y tubérculos de la planta. El cultivo tiene un adecuado desarrollo en un rango de pH de 5.0 a 7.0. Los suelos salinos, alcalinos o compactados provocan trastornos en el desarrollo y producción de la papa. Es recomendable tener suelos con una densidad aparente de 1.20 g/cm³, contenido de materia orgánica mayor a 3.5 % y una conductividad eléctrica menor a 4 dS/m.

Agua

INTAGRI (2017) menciona que el cultivo de papa requiere el agua a lo largo de su ciclo fenológico varía bastante, entre los 600 y 1000 milímetros por producción, según cómo estén las temperaturas, la capacidad que tenga el suelo para retener humedad y la variedad que se esté manejando. Los momentos en los que más agua demanda son durante la germinación y cuando los tubérculos están creciendo y engordando. Por eso, si en esos períodos críticos no llueve, hay que echar mano de riegos complementarios para que la planta no sufra y pueda desarrollar bien sus tubérculos.

Luz

INTAGRI (2017) sostiene que el cultivo de papa es una planta que necesita bastante luz para desarrollarse bien. La luminosidad afecta directamente la fotosíntesis, que es el proceso mediante el cual la planta combina agua y CO₂ para producir azúcares, y esos azúcares son justo los que luego van a formar los tubérculos. La cantidad de luz que requiere varía según la temperatura, pero en términos generales, para tener una buena producción se necesitan jornadas de entre 8 y 12 horas de luz, aunque algunas variedades pueden necesitar hasta 16 horas. La luz también influye mucho en cuándo empieza a formarse el tubérculo y en cuánto dura el crecimiento vegetativo. Los días cortos hacen que la tuberización comience más temprano y acortan el ciclo de la planta; en cambio, los días largos producen el efecto contrario, retrasan la formación de tubérculos y alargan el crecimiento del follaje.

1.5. Control de enfermedades y plagas principales de semilla de papa prebásica en condiciones controladas

Control de plagas

La casa malla actúa como barrera para la entrada de plagas al mismo, se recomienda como medida preventiva la aplicación de productos para el control de plagas como de barrenadores, masticadores y entre otros (Arellano et al.,2010).

Gorgojo de los Andes (*Premnotrypes spp*)

El llamado gorgojo de los Andes no es una sola plaga, sino que agrupa a varios géneros y especies de la familia *Curculionidae*. El daño que causan se ve de dos maneras: en las hojas, los adultos comen los bordes dejando mordiscos en forma de medialuna o semicírculo; en los tubérculos, las larvas se encargan del daño, consumen el tejido por dentro y dejan agujeros llenos de su propio excremento. Este último daño es considerado el más grave, porque afecta directamente la calidad comercial de los tubérculos, dejándolos inservibles para la venta (Arcos et al., 2020.p.2).

Epitrix (*Epitrix spp.*)

La *Epitrix spp.*, conocida comúnmente como pulguilla de la papa o altica, es un género de pequeños escarabajos que representa una seria amenaza para el cultivo de papa. Su importancia radica en que tanto los adultos como las larvas causan daños directos en la planta, afectando el follaje y, más críticamente, los tubérculos, lo que reduce drásticamente su valor comercial (Arcos et al.,2020).

Control de enfermedades

Para evitar la proliferación de enfermedades en el interior de la casa malla, se recomienda la aplicación preventiva de fungicidas, bactericidas y antivirus, con una frecuencia de aplicación de cada 15 días, para lograr la sanidad del cultivo algunos productos especificados (Arellano et al., 2010).

Tizón tardío (*Phytophthora infestans*)

Phytophthora infestans, patología que en Cuba es capaz de destruir más del 50 % del área foliar de la planta y causar una importante reducción de los rendimientos (Almándoiz et al., 2014).

Tizón temprano, Negrón de la papa, hierrillo (*Alternaria solani*)

Trujillo y Pepera (2019) sostiene que la *Alternaria solani* es una enfermedad frecuente durante el período final del cultivo de papa. Los síntomas consisten en la aparición de manchas circulares de color marrón oscuro en las hojas, comenzando por las hojas más viejas. Las manchas están limitadas por los nervios principales de la hoja y a menudo tienen forma de anillos concéntricos que le dan aspecto de diana. Cuando la enfermedad aparece en cultivos jóvenes el hongo que la ocasiona mata las hojas y por tanto disminuye el rendimiento tanto disminuye el rendimiento.

1.6. Labores culturales y agronómicas

Deshierbo

Cabrera (2009) menciona que el deshierbo es la labor por la cual se eliminan las malas hierbas o malezas que crecen dentro del cultivo, la importante del deshierbo es para evitar la competencia con las plantas, por agua, luz, aire y por macro micro nutrientes. Las malezas son hospederas de plagas y enfermedades. Esta labor se realizará en forma oportuna, durante el crecimiento del cultivo con la finalidad de evitar la competencia de las malezas por el agua, luz y nutrientes. Es esencial para eliminar malezas que compiten por recursos y afectan el rendimiento. Se realiza en preemergencia, mediante labranza o herbicidas, y en pos emergencia, de forma manual o mecánica, evitando dañar el cultivo. Este manejo periódico mejora la calidad del tubérculo y reduce riesgos de plagas y enfermedades.

Fertilización

Cabrera (2009) sostiene que la fertilización es necesario hacer un análisis de suelos. Generalmente la mayoría de los suelos de la sierra son pobres en nitrógeno, medio en fósforo y de medio a alto en potasio; por lo que se recomienda la aplicación de estos elementos. En el caso del nitrógeno aplicaciones en exceso pueden causar problemas como: producción de tubérculos grandes no deseables para semilla, susceptibilidad a enfermedades porque los tallos son suculentos, etc.

Distanciamiento entre plantas y surcos

Morote (2006) menciona que la instalación de plántulas in vitro se sembró a una distancia de 15 por 15 cm. con 36 plantas por metro cuadrado y con un espesor de 20 cm de sustrato.

Aporque

Cabrera (2009) menciona que el aporque es esa labor en la que, con ayuda de una lampa, se cubre con tierra la base de la planta. Generalmente se hace entre los 15 y 20 días después del deshierbo, cuando la planta ya está iniciando la floración. Lo ideal es que el aporque sea bien alto, cubriendo la mayor longitud posible de los tallos en su parte aérea, así se protegen los estolones y se favorece la formación de tubérculos.

Prevención de control fitosanitario

Cabrera (2009) menciona que para prevenir o controlar el ataque de plagas y enfermedades, lo primero que hay que hacer es evaluar bien el campo, revisar cómo están las plantas y qué problemas se están presentando. Con esa información se puede hacer un control fitosanitario oportuno, eficiente y usando el producto adecuado, evitando aplicar a lo loco y logrando mejores resultados.

Cosecha

Alvarado (2004) menciona que la cosecha es un momento clave, porque de cómo se haga depende mucho cómo se va a comportar la papa después, durante el almacenamiento. El tubérculo es un tejido succulento con mucha agua entre 75 y 80%, por eso es muy sensible a los golpes y daños que pueda sufrir al arrancarlo y transportarlo. El momento ideal para cosechar es cuando las plantas ya están maduras: se ven con el follaje amarillento, gran parte de los tallos están postrados en el suelo, o las hojas ya se cayeron o secaron. Pero en la práctica, muchas veces la cosecha se define más por el precio del mercado y por el tamaño que hayan alcanzado los tubérculos. Cuando se trata de papa para semilla, lo que se busca son tubérculos pequeños a medianos, así que en ese caso se puede adelantar la cosecha, antes de que la planta esté completamente madura. Además, la selección y clasificación son labores indispensables para que el producto tenga buena aceptación, sobre todo si se va a ofrecer como tubérculo-semilla.

Floración de plántulas y cosecha de tubérculos pre básicos

Las variedades de papa tienen distintos tiempos de maduración: las precoces están listas a los 90 días, las semiprecoces a los 120 días y las tardías a los 150 días. Cuando se trata de tubérculos para semilla, la selección y clasificación es bien rigurosa, se eligen solo los mejores. Después pasan por un lavado, se desinfectan y finalmente se almacenan en buenas condiciones para conservar su calidad (Ramos & Mayco, 2020).

parámetros de productividad por variedad

Tabla 1. 3

parámetros de productividad por variedad.

Variedad	Parámetros
Yungay	14.4-14.3 tubérculos por plántula
Canchan	8.6-11.4 tubérculos por plántula
Peruanita	7.1-10.0 tubérculos por plántula
Única	5.7-8.6 tubérculos por plántula

Nota: los parámetros de la variedad de papa. Fuente:(Ramos y Mayco 2020)

1.7. Importancia de los Microorganismos Eficientes (EM), Microorganismos de montaña (MM), (*Glomus iranicum*) y *Trichoderma asperellum* en los cultivos

Microorganismos eficientes

Cables & Almaguer (2013) afirma que los microorganismos eficientes, conocidos como EM, son una mezcla compleja de microorganismos benéficos y seguros, como bacterias del ácido láctico, bacterias fotosintéticas y levaduras. Hoy en día se reconoce como una tecnología que aprovecha todo el potencial de la naturaleza mediante el uso de estos microorganismos benéficos. Se pueden obtener en cualquier lugar, son fáciles de fabricar y aplicar, resultan económicos y ayudan a producir cosechas de alta calidad.

Cables & Almaguer (2013) menciona que la tecnología de los microorganismos benéficos o eficientes es una alternativa completamente viable para cualquier productor agrícola, sobre todo si se toma en cuenta que es económica, fácil de fabricar y de aplicar. Los resultados en el campo muestran una calidad superior, porque los frutos que se obtienen no quedan contaminados con sustancias químicas y, además, ayudan a cuidar el medio ambiente. En cuanto a la cantidad producida, puede ser similar a la que se logra con

productos químicos, pero la gran diferencia está en que estos últimos afectan la salud de los consumidores y causan daños irreversibles al planeta.

Cables & Almaguer (2013) indica que los microorganismos eficientes (EM) son esenciales para la salud del suelo en los cultivos de papa, ya que mejoran su estructura y fertilidad. Estos microorganismos favorecen la descomposición de materia orgánica, liberando nutrientes esenciales y promoviendo la actividad biológica del suelo. Su presencia ayuda a equilibrar el pH y a aumentar la retención de humedad, lo que es crucial para el crecimiento de las papas. Además, los EM contribuyen a la supresión de patógenos del suelo, lo que reduce la incidencia de enfermedades en las plantas.

Microorganismos de montaña

Castro & González (2021) menciona que los microorganismos de montaña, conocidos como MM, son un consorcio microbiano o inóculo complejo que se elabora de manera artesanal. Tienen un gran potencial porque permiten expresar una amplia diversidad de microorganismos y favorecen interacciones y procesos biológicos muy valiosos. Esta opción es muy utilizada por los productores ecológicos, que la emplean para incorporar esa diversidad a sistemas agrícolas que son menos diversos o que están decaídos, ayudándolos a recuperar su equilibrio natural.

Castro & González (2021) menciona que microorganismos de montaña, su rol en el sistema suelo es fundamental para la productividad tanto del suelo como de las plantas. Los distintos grupos funcionales que componen los MM tienen la capacidad de colonizar las raíces y la materia orgánica, estableciéndose de manera activa. Una vez allí, promueven la síntesis de sustancias benéficas para las plantas, facilitan la absorción de nutrientes y ayudan a protegerlas contra enfermedades. Además, son capaces de solubilizar fosfatos y otros nutrientes esenciales, fijar nitrógeno e inducir resistencia al estrés, convirtiéndose en un aliado poderoso para el cultivo.

Glomus iranicum

Devia et al. (2021) sostiene que los hongos micorrízicos arbusculares, conocidos como HMA, pertenecen al filo *Glomeromycota* y son considerados unos de los microorganismos ecológicamente más importantes del planeta. Esto se debe a que establecen una simbiosis con nada menos que el 72% de las plantas vasculares. En esta asociación, los

hongos ayudan a la planta a absorber más agua y nutrientes como fósforo y nitrógeno, y a cambio reciben carbohidratos y lípidos que la planta produce. Es un intercambio perfecto que beneficia a ambos y mejora el desarrollo de los cultivos.

Devia et al. (2021) menciona que *Glomus iranicum*, es un hongo que desempeña un papel crucial en la salud de las plantas y el suelo. Este microorganismo mejora la absorción de nutrientes, especialmente fósforo, y aumenta la tolerancia de las plantas a condiciones de estrés, como sequías y suelos salinos. Su asociación con las raíces de las plantas no solo promueve su crecimiento, sino que también contribuye a la estructura del suelo y la biodiversidad microbiana. La utilización de *Glomus iranicum* en prácticas agrícolas puede potenciar la sostenibilidad y la productividad de los cultivos (p 671-679).

Trichoderma asperellum

Rivera et al. (2018) menciona que el *Trichoderma asperellum* es un hongo que se encuentra en muchos tipos de ambientes alrededor del mundo. Se usa principalmente como antagonista y mico parásito, y en total se conocen más de 100 especies de este género. Algunas de ellas no solo combaten hongos patógenos, sino que además promueven el crecimiento de las plantas, mejoran la absorción de nutrientes, aumentan la tasa de germinación de las semillas y estimulan las defensas naturales de la planta para que tolere mejor enfermedades y situaciones de estrés. Hoy en día, ocupa el primer lugar entre los bio fungicidas más exitosos en la agricultura: más del 60% de los productos registrados en el mundo provienen de este género.

Rivera et al. (2018) afirma que las especies de *Trichoderma asperellum* también regula vías metabólicas en la planta, como la producción de auxinas, que son hormonas que estimulan el crecimiento de las raíces. Hasta la fecha, se han identificado más de 100 compuestos de metabolitos secundarios producidos por este biocontrolador. En respuesta, las plantas depositan callosa y sintetizan polifenoles, lo que fortalece su defensa sistémica contra los patógenos. Este hongo es uno de los microorganismos más importantes en la agricultura, no solo porque controla patógenos, sino porque también promueve el crecimiento y desarrollo de las plantas. Además, mejora la salud del suelo, especialmente en terrenos erosionados, ayudándolos a recuperarse.

CAPÍTULO II

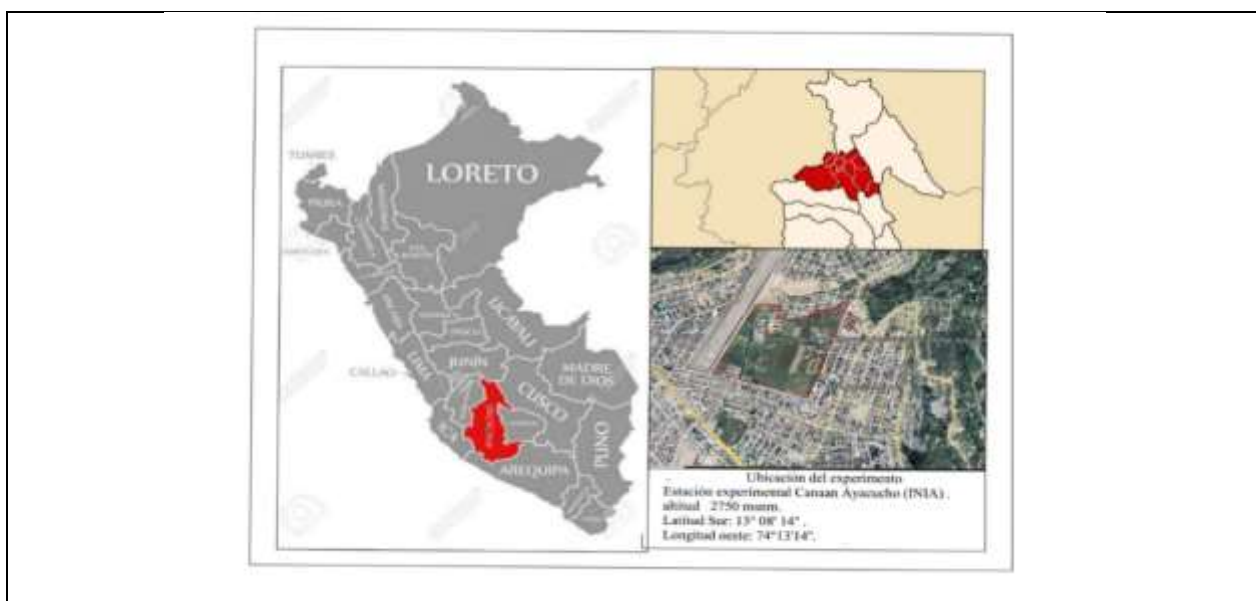
METODOLOGÍA

2.1. Ubicación de la investigación

El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro Experimental Canaán – INIA, perteneciente al distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray de la provincia de Huamanga, Ayacucho a 2750 msnm. Con las coordenadas: Latitud Sur: 13° 08' 14'' y Longitud oeste 74°13'14''. Así mismo en el laboratorio de Agrobiología AD 411 de la Escuela profesional de agronomía _ Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; ubicada pampa del arco a 2772 msnm.

Figura 2. 1

Estación experimental (INIA)



2.2. Antecedentes del área del cultivo

El área utilizada anteriormente fue el cultivo de achira, dicha área se hizo respectiva limpieza y desinfección. El proceso de desinfección descrito combina un método térmico y químico. Se realizaron tres pasadas con una lanza de llama para eliminar patógenos, plagas y semillas de las arvenses en la superficie, aplicando calor directo mientras se volteaba la tierra para exponer nuevas capas. Simultáneamente, se incorporó un nematicida durante el volteo para actuar específicamente contra nemátodos en el suelo. Este método busca una desinfección rápida y de amplio espectro, utilizando el calor para debilitar organismos y potenciar la penetración del producto químico en el sustrato.

2.3. Características climáticas

El análisis climático de la estación meteorológica INIA- CANAÁN en Ayacucho (2,750 msnm) revela un régimen térmico templado con temperatura máxima promedio de 24.26°C, mínima de 9.03°C y media de 16.64°C, que enmarca un marcado contraste hidrológico estacional, siendo particularmente significativo que durante el mes de marzo -precisamente cuando se instaló la producción de semilla prebásica de papa nativa variedad Peruanita (*Solanum goniocalyx*)- se registró el pico máximo de precipitaciones (128.6 mm) dentro de la breve época húmeda con excedentes hídricos, lo que constituyó una ventana fenológica óptima para el establecimiento del cultivo, seguida sin embargo por una prolongada estación seca de mayo a septiembre con déficit crítico donde los escasos registros pluviométricos (menos de 20 mm/mes) resultaron insuficientes para compensar la alta evapotranspiración, estableciendo así una dependencia absoluta del riego suplementario para el desarrollo exitoso de este material genético durante los cinco meses consecutivos de escasez hídrica que caracterizan a la zona.

La Estación Experimental Agraria Canaán del INIA en Ayacucho se ubica en la región natural quechua, entre los 2,300 a 3,500 msnm, presentando un clima templado-frío característico de los valles interandinos. Sus condiciones climáticas específicas, con una temperatura media anual de 16.64°C, precipitaciones estacionales concentradas en verano (239.8 mm en el periodo marzo-septiembre) y una marcada estacionalidad hídrica con época de lluvias de noviembre a abril y estación seca de mayo a octubre, la sitúan en una zona agroecológica ideal para el cultivo de papa, maíz y otros productos andinos.

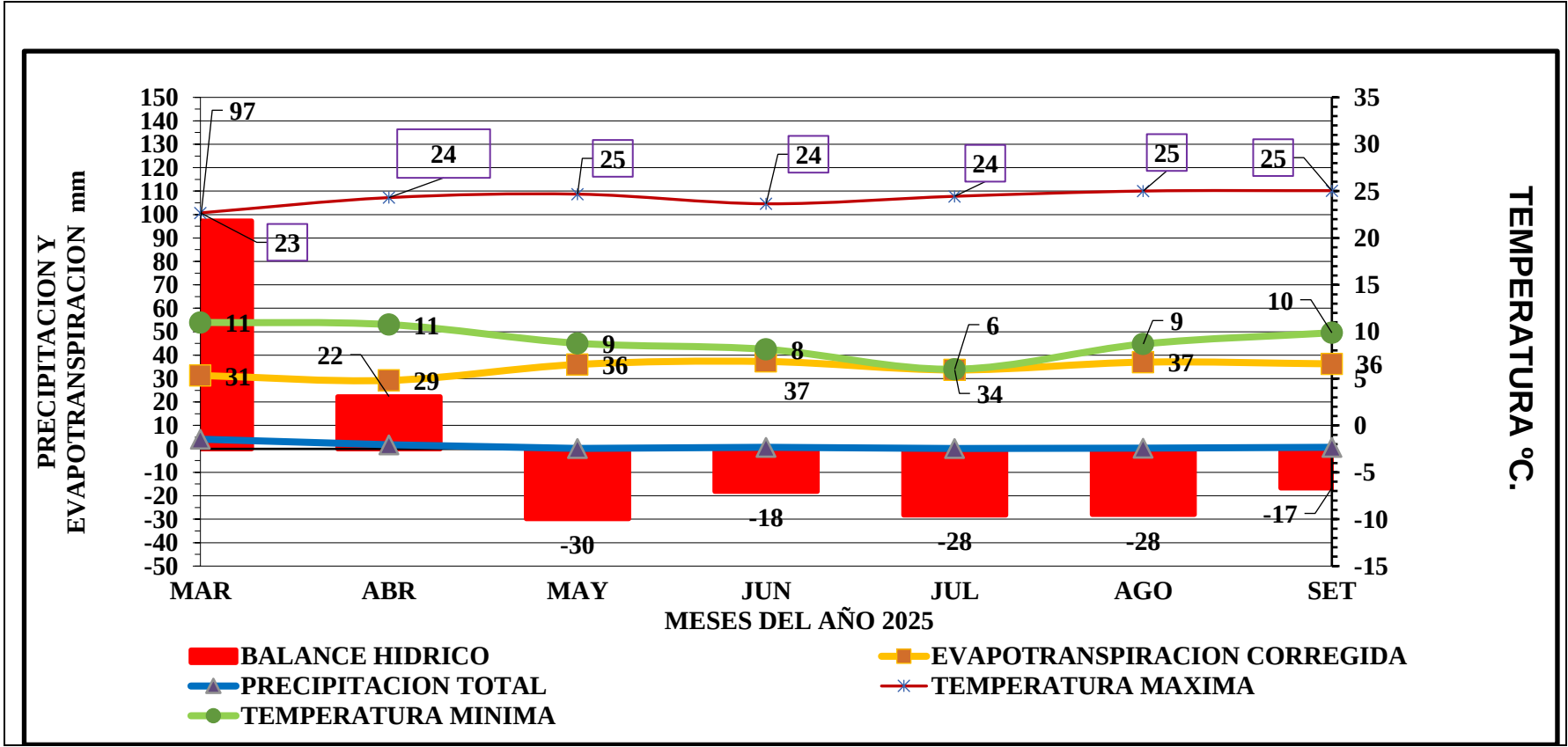
Tabla 2. 1

Temperatura media, mínima, máxima, precipitación y balance hídrico de marzo 2025 a setiembre 2025, registrada en la estación meteorológica INIA-Canaán.

ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE INIA- CANAÁN									
Departamento:	Ayacucho				Latitud	13° 08' 14''			
Provincia:	Huamanga				Longitud	74°13'14''.			
Distrito:	Andrés Avelino Cáceres Dorregaray				Altitud	2750 msnm			
Mes	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	Total	Promedio
T° Máxima (°C)	22,68	24,31	24,68	23,65	24,45	25,01	25,05		24,26
T° Mínima (°C)	10,99	10,76	8,77	8,12	6,00	8,69	9,89		9,03
T° Media (°C)	16,84	17,53	16,73	15,89	15,23	16,82	17,47		16,64
factores corrección	4,96	4,80	4,96	4,80	4,96	4,96	4,80		
ETP (mm)	111,9	104,4	128,7	133,2	120,3	133,3	129,6	861,4	
Precipitación (mm)	128,6	51,6	6,2	19,1	5,4	9,3	19,6	239,8	
ETP Ajust. (mm)	31,33	29,23	36,04	37,30	33,68	37,32	36,29		
H del suelo (mm)	97,27	22,37	-29,84	-18,20	-28,28	-28,02	-16,69		
Exceso (mm)	97,27	22,37							
Déficit (mm)			29,84	18,2	28,28	28,02	16,69		

Figura 2. 2

Temperatura máxima, mínima, media y balance hídrico correspondiente de marzo 2025 a setiembre 2025; Estación Meteorológica de INIA (SENAMHI) – Ayacucho”



2.4. Material biológico

Se utilizó plantines de papa variedad Peruanita (*Solanum goniocalyx*) obtenidos a través de cultivo in vitro procedente de la CIP. como material vegetal para la producción de semilla prebásica, la multiplicación de los plantines se realizó en el laboratorio de INIA.

Se utilizó como inoculantes los microorganismos eficientes (EM), los microorganismos de montaña (MM) y *Glomus iranicum*.

2.5. Materiales, equipos y reactivos

Durante del desarrollo de la investigación de producción semilla prebásica se utilizó los siguientes materiales y equipos:

Materiales:

Materiales que se utilizó durante la producción de semilla prebásica de papa nativa variedad Peruanita (*Solanum goniocalyx*).

- | | |
|---------------|----------------------|
| – Pico | – Mangueras |
| – Lampa | – Libreta de campo |
| – Carretilla | – Wincha |
| – Lanza llama | – Termómetro |
| – Placa Petri | – Mochila fumigadora |
| – Cuaderno | – Lapicero |

Equipos:

- | | |
|---------------------|----------------------|
| – Balanza | – Calculadora |
| – Balanza eléctrica | – Destilador |
| – Baño maría | – Cámara digital |
| – Laptop | – Microscopio óptico |

Reactivos:

- Hidróxido de potasio (KOH) 10%
- Ácido clorhídrico (HCL) 10%
- Azul de tripano 0.05% en lacto glicerol
- Nematicida

2.6. Características edáficas del sustrato

Para el reconocimiento físico-químico del suelo, se tomó una muestra representativa de origen de Vinchos, la muestra se tomó 1kg de suelo y se secó al aire libre y se tamizó para eliminar materiales indeseados como piedras, raíces y otros residuos, con el fin de obtener una muestra homogénea y representativa para realizar el análisis físico y químico correspondientes. El análisis del suelo se realizó en el laboratorio INIA-Canaán, Red de laboratorios de suelos, aguas y foliares (2025), para determinar sus propiedades física y química, como pH, textura, estructura, contenido de nutrientes, materia orgánica, entre otros parámetros relevantes para entender la fertilidad y aptitud del suelo para el cultivo de semilla prebásica de papa variedad Peruanita (*Solanum goniocalyx*).

Tabla 2. 2

Resultados de análisis químico del suelo de origen del distrito de Vinchos, Huamanga, Ayacucho 2025.

Ensayo	Unidad	Lc	Resultados	Interpretación
pH	pH	0.1	4.4	Ligeramente acido
Conductividad eléctrica	mS/m	1.0	7.3	Medio
Materia orgánica	%	0.2	3.8	Medio
Textura	-	-	-	
Arena	%	-	66.76	
Arcilla	%	-	9.85	
Limo	%	-	23.39	
Clase textural	-	-	-	Franco arenoso
Nitrógeno total	%	-	0.19	Medio
Fósforo disponible	mg/kg	-	27.6	Alto
Potasio disponible	mg/kg	-	182.1	Medio
Acidez intercambiable	cmol (+) /kg	0.1	3.7	Alto
CICe	cmol (+) /kg	-	7.29	
Aluminio intercambiable	cmol (+) /kg	0.1	2.0	Alto
Calcio intercambiable	cmol (+) /kg	0.20	2.51	Bajo
Magnesio intercambiable	cmol (+) /kg	0.10	0.31	Bajo
Potasio intercambiable	cmol (+) /kg	0.10	0.271	Bajo
Sodio intercambiable	cmol (+) /kg	0.10	0.49	Moderado

Fuente: Red de laboratorios de suelos, aguas y foliares (INIA).

El sustrato utilizado en el experimento fue del distrito de Vinchos, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, cuyo análisis se realizó en laboratorio de “Red de laboratorios de suelos, aguas y foliares (LABSAF) (INIA)”, el resultado muestra textura franco arenosa, caracterizada por un alto contenido de arena (66.76%) y proporciones significativamente inferiores de limo (23.39%) y arcilla (9.85%).

En cuanto a su fertilidad química, el suelo presenta niveles medios de nutrientes esenciales: materia orgánica (3.8%), fósforo disponible (27.6 mg/kg) y potasio disponible (182.1 mg/kg). Sin embargo, la condición más crítica y limitante es su acidez elevada. El valor de pH de 4.4 indica una reacción fuertemente ácida, la cual está directamente asociada con un alto nivel de acidez intercambiable (3.7 cmol (+) /kg) y, de mayor impacto, una concentración alta de aluminio intercambiable (2.0 cmol(+) /kg).

La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) es de 7.29 cmol(+)/kg, un valor bajo que es consistente con la textura franco arenosa y que confirma la limitada capacidad del suelo para almacenar cationes nutritivos como Calcio, Magnesio y Potasio. Según los resultados de laboratorio de suelos de INIA, la clase textural del suelo es franco arenoso que es ideal para cultivos que requieren buena drenaje y aeración, tiene un pH de 4.4 ,materia orgánica 3.8 % en promedio, nitrógeno total 0.19 %, fosforo disponible 27.06 mg/kg, potasio disponible 182.1 mg/kg.

Tabla 2. 3

Análisis químico de compost de cuy

Ensayo	Unidad	Resultados	Interpretación
pH	pH	9.2	Alcalino
Conductividad Eléctrica	dS/m	11.8	Alta concentracion de sales
Materia Orgánica	%	31.7	Alto
Nitrógeno Total	%	1.4	Alto
Fósforo (P ₂ O ₅)	%	1.4	Medio
Potasio (K ₂ O)	%	3.0	Alto
Relación C/N	%	12.5	Medio

Fuente: Red de laboratorios de suelos, aguas y foliares (INIA) ver anexo 7.

En la tabla 2.3 muestra el análisis del compost de cuy, el análisis se realizó en “Red de laboratorios de suelos, aguas y foliares (LABSAF) (INIA)” los resultados muestran un alto contenido de Materia Orgánica (31.7%), lo que mejora la estructura del suelo, y una riqueza nutricional en Nitrógeno (1.4%) y Potasio (3.0%), esenciales para el crecimiento vegetativo y la calidad de los frutos, respectivamente. Además, su relación Carbono/Nitrógeno de 12.5 es baja confirma que es un compost bien maduro y estabilizado.

Por otro lado, el análisis señala dos características críticas que limitan y condicionan su uso. La primera es su extrema alcalinidad (pH 9.2), si bien es útil para corregir suelos ácidos, puede bloquear la disponibilidad de micronutrientes en suelos neutros o alcalinos, provocando deficiencias en las plantas. La segunda y más importante es su elevadísima salinidad (11.8 dS/m), un nivel que resulta fitotóxico para la mayoría de los cultivos, pudiendo causar estrés hídrico.

No se realizó un análisis del sustrato final ya mezclado, debido a que cada componente, suelo y compost de cuy, fue evaluado de forma individual para verificar su calidad antes de su incorporación; se recomienda, para futuras investigaciones, analizar también el sustrato homogenizado.

2.7. Variables en estudio

Variables dependientes a evaluar: rendimiento, fenología y colonización de microorganismos.

Variables independientes y dependientes

Variables independientes	Indicadores
Microorganismos eficientes	% de colonización en las raíces
Microorganismos montaña	% de colonización en las raíces
<i>Glomus iranicum</i>	% de colonización en las raíces

Variables dependientes

Variable dependiente	Indicadores
Productividad de semilla prebásica	Altura de la planta (cm)
	Crecimiento y desarrollo
	Número de tubérculos por planta
	Clasificación por categoría por pesos (gruesa > de 40 g, primera de 30 a 39 g, segunda 20 a 29 g, tercera 10 a 19 g y cuarta 1 a 9 g)
	Rendimiento (kg/ m ²)
	Longitud de la raíz (cm)
	Número de tubérculos deformes

2.8. Diseño experimental

Se empleó el Diseño completamente al azar (DCA), con cinco tratamientos y cada tratamiento tiene tres repeticiones. Se realizó el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba Tukey a 0.05.

$$Y_i = \mu + T_i + \epsilon_i$$

Donde:

Y_i = Efecto de microorganismos

μ = Media general

T_i = Efecto de tratamiento i-esimo

ϵ_i = Error experimental

Los datos fueron analizados utilizando el programa infostat, mediante el análisis de varianza (ANOVA) y la comparación con la prueba de tukey al 0.05.

2.9. Factores estudiados

Los factores estudiados son los siguientes:

Factor independiente

- ✓ Microorganismos eficientes EM (Bacterias Fotosintéticas, ácido láctico y levaduras según la etiqueta del producto)
- ✓ Microorganismos de montaña MM (Bacterias levaduras y hongos)
- ✓ *Glomus iranicum* (HMA)

2.10. Descripción de tratamientos

Se establecieron cinco tratamientos y con tres repeticiones de cada uno, lo que permitió evaluar y comparar los efectos de cada tratamiento.

Tabla 2. 4

Tratamientos e inoculación de microorganismos

Códigos	Tratamientos	Inoculación según la etiqueta / m ² y fertilización de NPK nivel medio.	N.º de aplicaciones
T1	Microorganismos eficientes (EM)	10 mL (EM) en 4L de agua	4
T2	Microorganismos de montaña (MM)	60 mL (MM) en 4 L de agua	4
T3	<i>Glomus iranicum</i>	1.05 g (HMA) / m ²	4
T4	NPK	18 g-18 g-20 g	1
T5	Testigo	0	

El tratamiento testigo recibió el mismo sustrato que los demás tratamientos, con la única diferencia de que no fue inoculado con microorganismos.

2.11. Característica de campo experimental

Las dimensiones de las camas experimentales fueron:

2.11.1. Camas del experimento

Número de camas 5

Largo de la cama 5 metros

Ancho de la cama 1 metro

Área de una cama 5 metros cuadrados

2.11.2. Parcelas por cama

Número de parcelas por cama 3

Número total de parcelas 15 unidades

Distanciamiento entre surcos 15 cm

Distanciamiento plantas 10 cm

Número de plantas por parcela 85 plántulas

2.11.3. Calles de las camas

Largo de calles 5 m

Ancho de las calles 1 m

Número de calles 3

Área de calles 15 metros cuadrados

2.11.4. Área total del experimento

Área total de las camas 25 metros cuadrados

Área total del experimento 40 metros cuadrados

Área total de las calles 15 metros cuadrados

2.11.5. Área de la casa malla

Ancho de casa malla 8 metros

Largo de casa malla 14 metros

Área total de casa malla 112 metros cuadrados

2.11.6. Unidad experimental

- Largo de parcelas 1.66 metros
- Ancho de parcelas 1 metro
- Área de parcelas 1.66 metros cuadrados

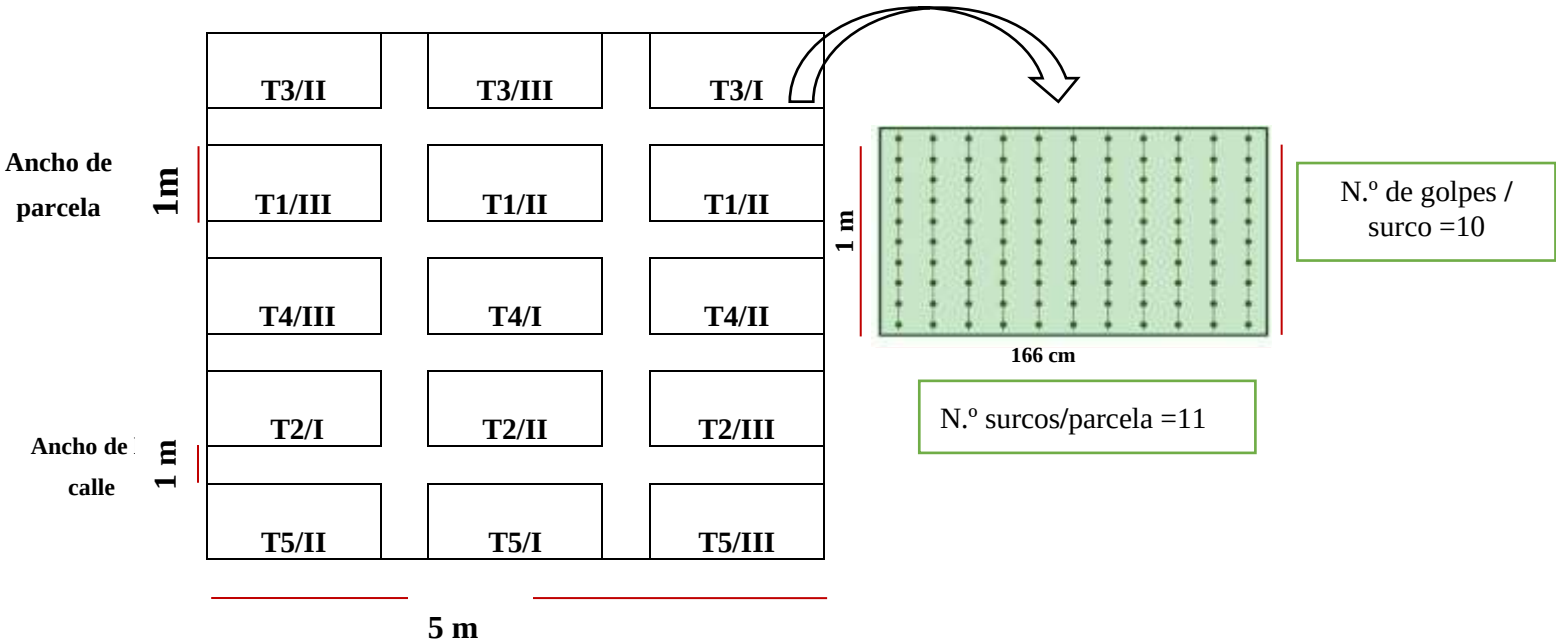
2.11.7. Unidad de análisis

En la unidad de análisis se consideró 10 plantas por repetición, obteniendo 30 plantas por tratamiento. Se instaló en 25m² de área total instalada del experimento, cada tratamiento fue de 5m² y cada unidad experimental en 1.66 m² (conformado por 330 plantas por tratamiento) y en total número de plantas del experimento 1650 plantas.

2.12. Croquis del campo experimental de producción de semilla prebásica

Figura 2. 3

Se muestra el croquis del campo experimental con 5 tratamientos cada uno con tres repeticiones



2.13. Instalación y conducción del experimento

Preparación de camas:

La preparación de las camas se realizó el 25 de enero de 2025 con una mezcla de sustrato compuesta por compost de cuy (10.5%), tierra agrícola (10.5%) y tierra negra (78.9%). El sustrato se desinfectó con lanzallamas y nematicida para eliminar patógenos y malezas, seguido de una labranza profunda de 15 a 20 cm para mejorar la aireación.

Abonamiento

El abonamiento del cultivo de papa se realizó el 26 de enero del 2025, incorporando compost de cuy para los 5 tratamientos incluido el testigo, la cantidad fue dos carretillas por cada cama en total 10 carretillas de compost por las 5 camas, cantidad total para una hectárea 8000 kg/ha de compost de cuy.

Nivelación

La nivelación se realizó el 20 de febrero 2025 una vez preparado, llenado del sustrato e incorporación de compost de cuy a las Camas. Esta labor se realizó con la ayuda de un rastrillo y cordel para el alineamiento respectivo. Considerando los distanciamientos entre surcos, calles y de acuerdo al croquis del campo experimental.

Distanciamiento entre surcos y entre plantas

El distanciamiento y preparación de hoyos se realizó 18 y 19 de marzo de 2025, el distanciamiento entre surcos fue de 15cm y entre plantas 10cm; Las demarcaciones realizamos con una regla y para hacer hoyos utilizamos estacas para que las mediciones queden exactas y para maximizar la densidad de siembra y optimizar la producción en espacios controlados. Este distanciamiento permite un desarrollo uniforme de las plantas, asegurando un buen equilibrio entre ventilación, penetración de luz y acceso a nutrientes, puede visualizar en anexo 4 y foto 7.

Aplicación del Hongo *Trichoderma asperellum*

La incorporación de *Trichoderma asperellum* se realizó 20 de marzo 2025 la aplicación fue de manera prevención de enfermedades patológicas; se aplicó 800 g de *Trichoderma asperellum* homogenizando, a todos los tratamientos incluido al testigo. Los inoculantes de *T. asperellum*, fueron obtenidas de SENASA Lima.

Trasplante

El trasplante se realizó 21, 22, 23, 24 y 25 de marzo de 2025 el trasplante se realizó de forma manual, de plantas previamente aclimatadas por dos días en el ambiente donde se ha instalado separando cuidadosamente; plantas de 10 cm de altura en hoyos preparados con estacas de madera una profundidad de 5 cm, distanciamiento entre surcos 15cm y entre plantas 10 cm, asegurando un manejo cuidadoso para minimizar daños a las raíces y promover un crecimiento saludable, se puede visualizar en anexo 4 y foto 8.

2.13.1. Inoculación

La inoculación de microorganismos se realizó con base en las especificaciones técnicas indicadas en la etiqueta de cada producto comercial, siguiendo las recomendaciones del fabricante.

Preparación y aplicación de microorganismos de montaña (MM)

La Inoculación con los microorganismos montaña (MM), se realizó el 20 de abril 2025; se realizó previa dilución de 300ml de (MM) en 20 litros de agua sin cloro se agito y se mezcló y luego se aplicó al tratamiento correspondiente al promediar de 5pm, se empleó mochila fumigadora de laboratorio de agrobiología donde no se usa agroquímicos, puede visualizar en anexo 4 y foto 13.

Preparación y aplicación de microorganismos eficientes (EM)

La inoculación con microorganismos eficientes (EM), se realizó el 20 de abril 2025, a previa activación del concentrado madre comercial (EM); utilizando 50 ml concentrado más 50 ml de melaza dejando por 3 días. Posteriormente a esta mezcla se agregó 20 litros de agua de rio. La que se aplicó al tratamiento de microorganismos eficientes (TI).

Preparación y aplicación de *Glomus iranicum*

La Inoculación con *Glomus iranicum* se realizó el 20 de abril 2025 (en su presentación en polvo) se pesó 4.2 g de *Glomus iranicum* y se ha diluido en 20 litros de agua de rio, luego se aplicó de manera uniforme al suelo y a las plántulas. Los tres tipos de inóculos fueron aplicados cada 15 días por tres veces y la cuarta aplicación fue después de 30 días.

Tabla 2. 5

Inoculación de microorganismos al cultivo de semilla papa prebásica variedad Peruanita.

Microorganismos	Inoculación / m ²	N.º de aplicaciones
Microrganismos eficientes	10 mL (EM) en 4L	4 veces
Microrganismos de montaña	60 mL (MM) en 4 L de agua por cuatro veces	4 veces
<i>Glomus iranicum</i>	1.05 g (HMA) / m ² por cuatro veces	4 veces
<i>Trichoderma asperellum</i>	160 g/ m ²	1 ves

Periodo y fecha de inoculación

Se realizó la inoculación según las indicaciones de los proveedores de los microorganismos y las experiencias de la asesora; cuyos periodos de inoculación se muestra en la siguiente tabla 2.8.

Tabla 2. 6

Periodo y fecha de Inoculación de los microorganismos

Inoculación	Fecha
Primera inoculación	20 de abril de 2025
Segunda inoculación	25 de mayo de 2025
Tercera inoculación	9 de mayo de 2025
Cuarta inoculación	7 de junio de 2025

2.13.2. Conducción del experimento

El experimento se ha conducido realizando riego, aporque, control fitosanitario, y deshierbo. Posteriormente se evaluó las diferentes etapas del cultivo. La casa malla nos permitió una facilidad para controlar las plagas y roedores y así se obtuvo semillas libres de patógenos.

Aporque

El primer aporque se realizó a 35 días de trasplante el 30 de abril de 2025, cuando las plantas alcanzaron una altura promedio de 15-20 cm, agregando el sustrato adecuadamente al cuello de la planta. El segundo aporque se realizó 21 de mayo 2025 cuando las plantas empiezan la inflorescencia alcanzando una altura de 40-50 cm de altura con el objetivo para una buena salida de los estolones, puede visualizar en foto 10.

Riego

El riego por goteo se instaló 20 de abril 2025 esta técnica fue eficiente, ya que permitió una distribución uniforme del agua directamente en la zona radicular de la planta. El riego se efectuó evaluando la capacidad de campo del suelo, en los primeros meses fue de cada dos a tres, pasado los meses fue a cada 7 a 8 días; esta metodología contribuye a mejorar el rendimiento y la productividad de semilla prebásica, puede visualizar en foto 15.

Deshierbo

El deshierbo se realizó 20 de abril y 5 de mayo de 2025, en forma oportuna, cuando las arvenses empiezan crecer y competir durante el crecimiento del cultivo con la finalidad de evitar la competencia de las arvenses por el agua, luz y nutrientes. Evitando la competencia por recursos. El deshierbo se realizó desde el trasplante, mediante labranza y manual, evitando dañar el cultivo. Este manejo periódico permitió la mejora en la producción del tubérculo y reducción de plagas y enfermedades.

Control fitosanitario:

El control fitosanitario en la producción de semilla prebásica en casa malla se realizó por prevención, se utilizó insecticida producto Regent y fipronil 20ml por 20litros de agua, la primera aplicación se realizó a un mes de trasplante 27 de abril de 2025 y la segunda aplicación se realizó de un mes de la primera aplicación 25 de mayo 2025, también se utilizó raticidas para los roedores.

Cosecha:

La cosecha de semilla prebásica de papa nativa variedad Peruanita (*Solanum goniocalyx*) se realizó a los 170 días después del trasplante, el 22 de setiembre 2025 donde el ciclo del cultivo termina alcanzando madurez fisiológica del cultivo. Para la cosecha se utilizó los materiales y herramientas como: pico, costales, escarbadora, libreta, etiquetas y entre otros, puede visualizar en foto 26.

2.14. Variables evaluadas del experimento

Variables de precocidad

Formación de estolones: La formación de estolones se registra cuando las plantas de papa comienzan a producir estolones, que son tallos subterráneos que crecen horizontalmente y dan lugar a la formación de tubérculos, lo que indica el inicio de la tuberización en el cultivo de papa.

Inicio de floración: El inicio de floración se ha registrado cuando al menos una planta en la cama de cada tratamiento presenta flores abiertas, lo que indica el comienzo de la fase de floración en el cultivo de papa.

Floración: La plena floración se ha registrado cuando la mayoría de las plantas en la parcela o tratamiento presentan flores abiertas, generalmente cuando más del 50% de las plantas están en floración, lo que indica el pico de la fase de floración en el cultivo de papa.

Madurez fisiológica: La madurez fisiológica se ha registrado cuando los tubérculos de papa han alcanzado su máximo desarrollo y madurez, lo que se evidencia por la senescencia de las plantas (amarillamiento y marchitamiento de las hojas y tallos), indicando que los tubérculos están listos para ser cosechados. También se ha observado visualmente a los tubérculos que al tacto no se ha desprendido la epidermis de los tubérculos.

2.15. Variables de productividad

Altura de la planta (cm). La altura de la planta se ha medido desde la base del tallo aéreo hasta el ápice. Se seleccionan 10 plantas al azar de cada tratamiento y repetición para medir la altura de la planta, lo que permite obtener una muestra representativa y reducir el sesgo en la medición, asegurando que los resultados sean precisos y confiables.

Crecimiento y desarrollo del cultivo (cm). Se evaluó el crecimiento y desarrollo de la planta de semilla prebásica de papa, midiendo la altura con un flexómetro cada 15 días en 10 plantas por tratamiento, registrando desde la base del tallo hasta el ápice, lo que permitió comparar con otras variables como la biomasa, rendimiento y otros.

Longitud de la raíz (cm). Se evaluó la longitud de la raíz (cm) en semilla prebásica de papa variedad Peruanita (*Solanum goniocalyx*) midiendo desde el cuello de la planta hasta el punto más profundo donde se desarrollan los tubérculos. Esta medición se efectuó en una muestra de 30 plantas por tratamiento (seleccionadas aleatoriamente).

Rendimiento por categoría (gruesa, primera, segunda, tercera y cuarta), según su peso, con las siguientes denominaciones (g)

- Gruesa: tubérculos mayores de 40 g
- Primera: tubérculos entre treinta gramos (30 g) y treinta y nueve gramos (39 g)
- Segunda: tubérculos entre veinte gramos (20 g) y veinte nueve gramos (29 g)
- Tercera: tubérculos entre diez gramos (10 g) y diecinueve gramos (19 g)
- cuarta: tubérculos entre un gramo (1 g) y nueve gramos (9 g)

Número de semillas deformes (cantidad). Se evaluó la incidencia de semillas deformes en el cultivo de semilla prebásica de papa, se tomaron muestras de 10 plantas por tratamiento y repetición, se cosecharon y se clasificaron todos los tubérculos producidos, contando el número total de tubérculos y el número de tubérculos deformes (con malformaciones, fisuras, crecimiento secundario).

Número de tubérculos por planta (cantidad). Se evaluó el número de tubérculos por planta, se seleccionó un área de un metro cuadrado y al azar se selecciona 10 plantas de cada repetición y en total 30 plantas por tratamiento. Luego, se cosecharon los tubérculos de cada planta seleccionada y se contabilizan individualmente. Finalmente, se calculó el promedio del número de tubérculos por planta para cada tratamiento, lo que proporciona una medida precisa y representativa de la productividad del cultivo de papa en cada condición experimental.

Rendimiento (kg/m²). Se determinó el rendimiento, seleccionando un metro cuadrado al azar de cada repetición, en total 3 repeticiones por tratamiento. se cosecharon y luego se pesó a los tubérculos de cada repetición por tratamiento. Luego, se calculó el peso total en kilogramos de tubérculos por metro cuadrado obtenidos. Finalmente, se compara el rendimiento entre los cinco tratamientos para evaluar cuál presenta el mayor rendimiento y determinar las diferencias significativas entre ellos. El rendimiento se expresa en kilogramos por unidad de área (kg/m²).

Porcentaje de colonización en las raíces

El porcentaje de colonización en raíces se determinó mediante la clarificación con hidróxido de potasio KOH y ácido clorhídrico , luego tinción con azul de tripano finalmente mediante la observación microscópica de segmentos radiculares; posteriormente se calculó la proporción de raíz colonizada respecto al total mediante la fórmula: % Colonización = (Nº de segmentos colonizados / Total de segmentos observados) × 100, donde se consideran colonizadas las raíces que presentan estructuras micorrícicas como arbuscúlos, vesículas o hifas.

Análisis estadístico. Se utilizó Diseño completamente al azar (DCA), implica asignar tratamientos de manera aleatoria a unidades experimentales, se realizó 5 tratamientos y cada tratamiento con tres repeticiones permitiendo evaluar diferencias significativas entre tratamientos mediante pruebas estadísticas (ANOVA) y la prueba de tukey de 0.05.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Variables de precocidad

3.1.1. Fenología del cultivo de semilla prebásica

Las variables evaluadas de precocidad de papa nativa variedad Peruanita, se muestran en la siguiente tabla 3.1; dichos análisis fueron tomados de acuerdo a la fenología del cultivo de papa prebásica variedad Peruanita (*Solanum goniocalyx*).

Tabla 3. 1

Variables de precocidad, días después del trasplante de papa nativa var. Peruanita (Solanum goniocalyx) inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.

Fenología	N.º de días
Formación de estolones	50-55
Inicio de floración	60-65
Plena floración	75-90
Madurez fisiológica	140-170
Madurez de cosecha	170

En la tabla 3.1, el cultivo de semilla prebásica de papa nativa variedad Peruanita (*Solanum goniocalyx*) presenta un ciclo completo de 170 días desde el trasplante hasta la cosecha. Las etapas fenológicas claves incluyen: formación de estolones (50-55 días), inicio de floración (60-65 días), plena floración (75-90 días), madurez fisiológica (120-130 días) y madurez de cosecha (170 días). Este ciclo evidencia un período vegetativo de aproximadamente más de 5 meses, seguido de una prolongada fase de tuberización y maduración del cultivo.

De igual forma Vivanco (2018) reporta un periodo vegetativo en su tesis de maestría con el título de “Costos de producción de semilla prebásica en la producción de semilla prebásica de 5 variedades nativas”, el ciclo del cultivo obtenido fue de 163.60 a 168.60 días para la variedad Peruanita (*Solanum goniocalyx*). En nuestro experimento, el periodo vegetativo promedio registrado fue de 170 días.

3.2. Variables de productividad

3.2.1. Altura de la planta

Tabla 3. 2

*Análisis de varianza de altura de la planta de papa nativa var. “Peruanita” (*Solanum goniocalyx*) inoculado con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.*

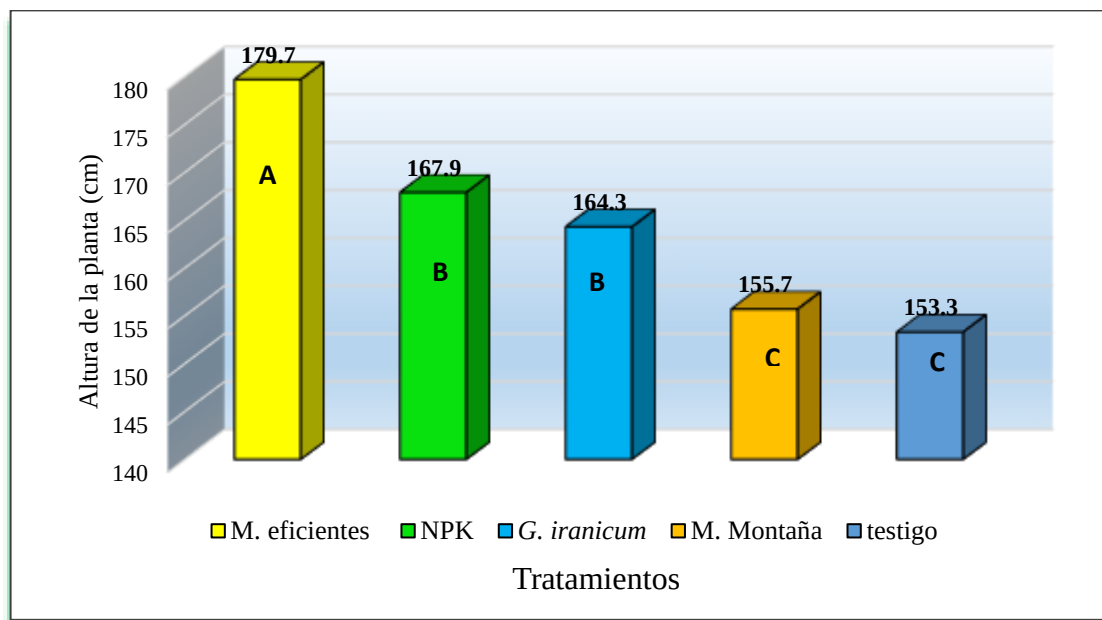
F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	p-valor
Modelo	4450.08	4	1112.52	30.17	<0.0001
Tratamientos	4450.08	4	1112.52	30.17	<0.0001
Error	1659.30	45	36.87		
Total	6109.38	49			

CV:3.70%

En la tabla 3.2 se muestra el análisis de varianza (ANOVA) de la altura promedio de la planta de semilla prebásica, que es altamente significativo para un valor ($p < 0.05$), lo que indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados. El coeficiente de variación ($CV = 3.70\%$) es bajo, esto permite que es una buena precisión experimental. En conjunto, los tratamientos tienen un efecto significativo sobre la altura de la planta.

Figura 3. 1

*Prueba de Tukey (0.05) altura de la planta de papa nativa var. "Peruanita" (*Solanum goniocalyx*) inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.*



En la figura 3.1 se muestra la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) donde el tratamiento de Microorganismos eficientes obtuvo mayor altura de 179.79 cm frente a los demás tratamientos, formando una diferencia significativamente superior a todos los demás. Con los tratamientos NPK y *Glomus iranicum* se obtuvieron 167.90 cm y 164.30 cm respectivamente; mostrándonos que no existe diferencias significativas entre sí, formando un grupo intermedio. Finalmente, con el tratamiento Microorganismos de montaña se obtuvo 155.70 cm y el testigo tuvo 153.30 cm, demostrándose que tuvieron obtuvieron valores más bajos frente al resto de los tratamientos.

De igual forma, Ramos et al. (2025) demostró en su trabajo de investigación titulado "Efecto de bioestimulantes en semillas prebásica de papa obtenidas de plántulas in vitro" reporta que, en la variedad de papa (*Solanum goniocalyx*), la altura de la planta alcanzó un promedio de (55.26 cm). Este resultado es inferior a la comparación de los resultados que obtuvimos.

Tineo et al. (2025) demostró en su investigación de *Aplicación de O₂ y O₃ en semilla prebásica de papa (*Solanum tuberosum* L.)* obtuvo 172.4 cm de altura de la planta en variedad canchan en centro experimental INIA Ayacucho, dicho resultado es similar a nuestro experimento.

Vásquez et al. (2019) demostró en su investigación de Evaluación de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) tres densidades de siembra y dos sustratos para producción de semilla prebásica, obtuvo 59.31 cm de altura de la planta, este resultado es inferior a los resultados que hemos obtenido.

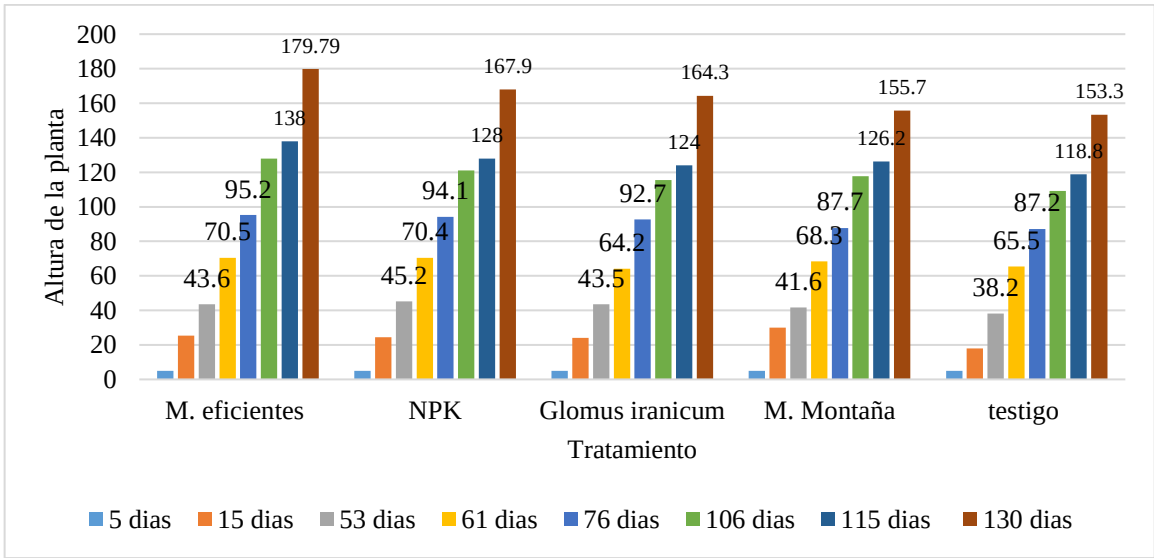
Flores et al. (2016) demostró en su investigación de Niveles de NPK para la producción de minitubérculos de papa en invernadero en el Valle de Toluca. Obtuvo promedio 47 cm de altura de la planta, este resultado es inferior a los resultados que hemos obtenido.

Magallan et al. (2018) menciona en su investigación de Evaluación del rendimiento de semilla prebásica de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum*) obtuvo 53.47 de altura en la variedad Yungay, este resultado es inferior a nuestro experimento.

3.2.2. Comparación de crecimiento de los tratamientos

Figura 3. 2

*Crecimiento y desarrollo de la planta de papa nativa var. “Peruanita” (*Solanum goniocalyx*) inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.*



En la figura 3.2 muestra el crecimiento y desarrollo en altura de plantas de semilla de papa prebásica en los diferentes tratamientos a lo largo del tiempo. Se observa que todos los tratamientos incrementan su crecimiento hasta 130 días posteriormente estabilizándose.

3.2.3. Longitud de raíz (cm)

Tabla 3. 3

Análisis de varianza de longitud de la raíz (cm), de papa nativa var. “Peruanita”, (*Solanum goniocalyx*), inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.

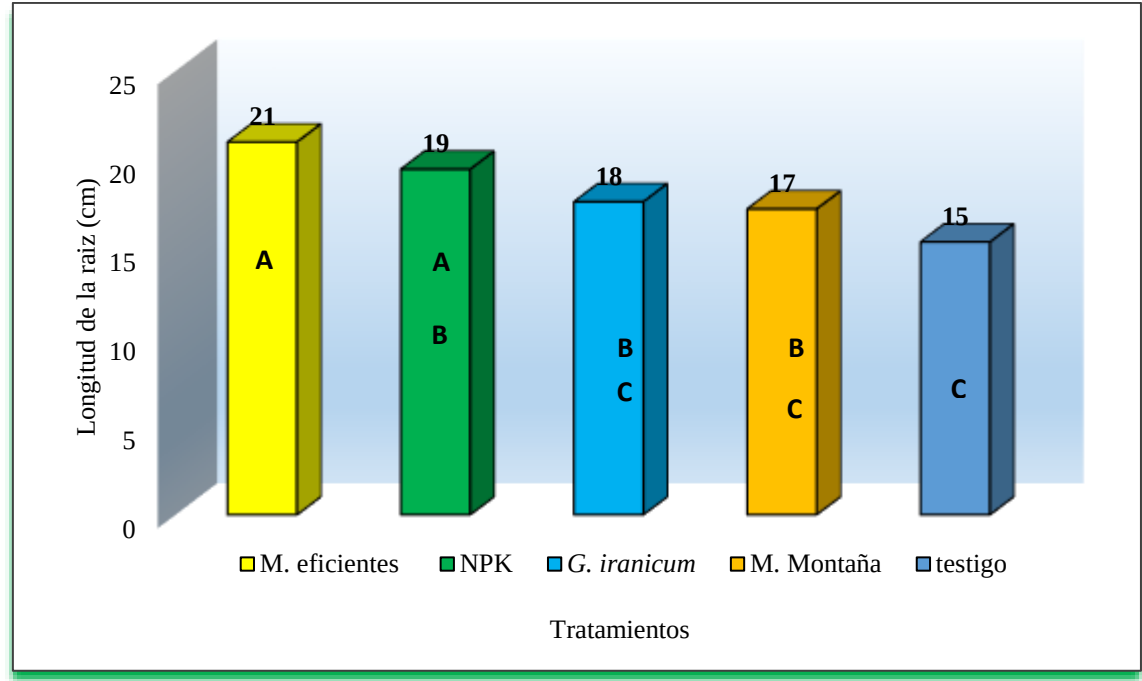
F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	p-valor
Modelo	561.29	4	140.32	7.71	<0.0001
Tratamientos	561.29	4	140.32	7.71	<0.0001
Error	2638.77	145	18.20		
Total	3200.06	149			

CV:23.52 %

La tabla 3.3 representa el análisis de varianza (ANOVA), de la longitud de la raíz (cm) de la semilla prebásica se muestra que los resultados son estadísticamente diferentes entre los tratamientos, para un valor (p-valor < 0.05), el coeficiente de variación (CV) es 23.52 % es regularmente alta, pero es aceptable.

Figura 3. 3

Prueba de Tukey (0.05) de longitud de raíz de papa nativa var. “Peruanita” (*Solanum goniocalyx*), inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.



La figura 3.3 representa la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) de la longitud de la raíz (cm) muestra que existen diferencias estadísticamente significativas en el desarrollo radical de la raíz de semilla prebásica de papa variedad 'Peruanita' según los tratamientos evaluados. Los resultados demuestran que la inoculación con "Microorganismos eficientes" alcanzó el mayor crecimiento de las raíces 21cm, sin presentar diferencias significativas con el fertilizante químico NPK 19.47 cm, lo que los sitúa en el mismo grupo estadístico de mayor efectividad. Por otro lado, "Microorganismos de Montaña" demostró un efecto significativamente menor que estos dos tratamientos e iguales con el tratamiento de *Glomus iranicum*. Mientras el tratamiento testigo tuvo 15.37 cm, fue menor de todos los tratamientos, pero estadísticamente similares con los tratamientos *G. iranicum* y *M. de montaña*.

De igual forma Méndez et al. (2021) demostró en su investigación de indicadores de colonización de hongos micorrícicos arbusculares en papa (*Solanum tuberosum*) reportaron que la mayor longitud promedio de raíz es 26.25 cm correspondió al tratamiento con *Glomus fasciculatum*, la cual fue la mayor registrada entre sus tratamientos. Este resultado es mayor a los resultados que hemos obtenido.

Enciso et al. (2026) demostró en su investigación de Evaluación agronómica de la producción de semilla prebásica de tres cultivares de papa (*Solanum tuberosum* L.) mediante tecnología aeropónica: obtuvieron longitud de la raíz 66.54 cm, este resultado es superior a nuestro experimento, por que realizaron en condiciones aeropónicas y en otra especie.

Rendimiento por categoría:

Considerando que la semilla prebásica se clasifica según su peso, con las siguientes denominaciones

- Gruesa: tubérculos mayores de 40 g
- Primera: tubérculos entre treinta gramos (30 g) y treinta y nueve gramos (39 g)
- Segunda: tubérculos entre veinte gramos (20 g) y veinte y nueve gramos (29 g)
- Tercera: tubérculos entre diez gramos (10 g) y diecinueve gramos (19 g)
- cuarta: tubérculos entre un gramo (1 g) y nueve gramos (9 g).

Se evaluaron de la siguiente manera:

3.2.4. Rendimiento por categoría de semilla prebásica, (gruesa, primera, segunda, tercera y cuarta).

Tabla 3. 4

Análisis de varianza de número de tubérculos por planta de papa nativa var. Peruanita (Solanum goniocalyx) “gruesa” (> 40 g) inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.

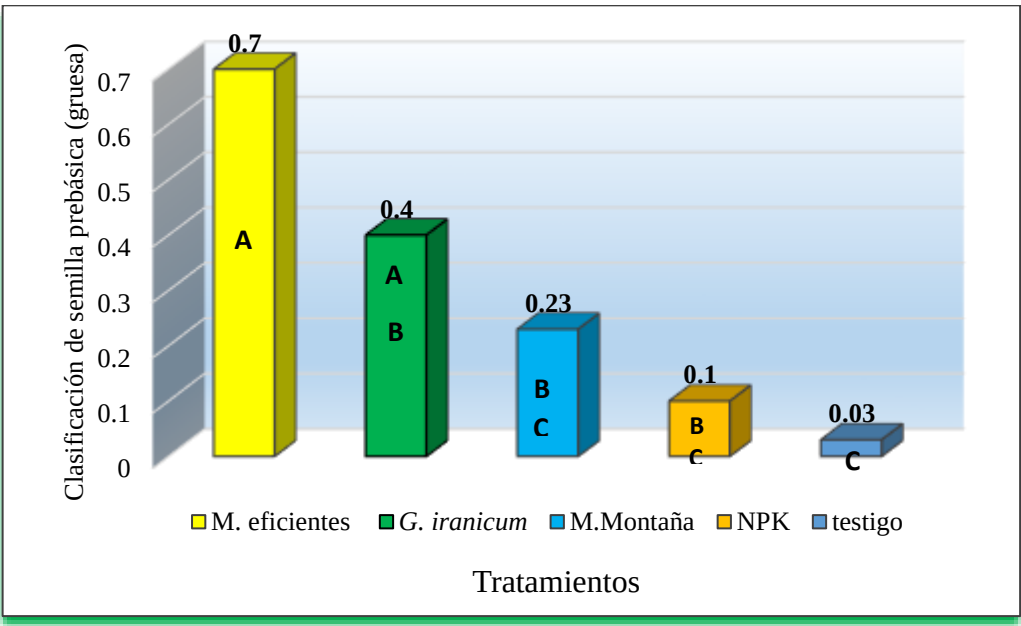
F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	p-valor
Modelo	8.56	4	2.14	11.69	<0.0001
Tratamientos	8.56	4	2.14	11.69	<0.0001
Error	26.53	145	0.18		
<u>Total</u>	35.09	149			

CV:145.83%

En la tabla de 3.4 representa el análisis de varianza (ANOVA) de clasificación de semilla prebásica (gruesa) muestra que existe una diferencia significativa para un valor de p ($p < 0.05$) entre los tratamientos. La clasificación tubérculos grandes (mayores de 40 g). Sin embargo, el coeficiente de variación (CV) es generalmente alto (145.83%), este alto % se debió a alto distribución de parcelas.

Figura 3.4

Prueba de Tukey (0.05) número de tubérculos por planta de papa nativa var. “Peruanita” (Solanum goniocalyx) “gruesa” (mayores de 40 g)), inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.



En la figura 3.4 muestra prueba de Tukey al (5%) de la clasificación de semilla muestra que hay diferencias estadísticamente significativas en el la cantidad de tubérculos (gruesa) El tratamiento "Microorganismos eficientes" obtuvo la media más alta 0.70 tubérculos y se agrupó en la categoría 'A', siendo significativamente superior a todos los demás. Los tratamientos "*Glomus iranicum*" 0.40 tubérculos y " Microorganismos montaña" 0.23 tubérculos compartieron la categoría 'B', sin diferencias significativas entre ellos, pero sí con los grupos restantes. Finalmente, los tratamientos "NPK" 0.10 tubérculos y "Testigo" 0.03 tubérculos formaron el grupo 'C', mostrando más bajos y sin diferencias significativas entre sí. Esto indica que "Microorganismos eficientes" fue el tratamiento más efectivo para la producción de tubérculos de mayor tamaño.

a) Rendimiento de semilla prebásica primera (entre 30-39 g)

Análisis de la varianza

Tabla 3. 5

*Análisis de varianza de número de tubérculos por planta de papa nativa var. "Peruanita" (*Solanum goniocalyx*) "primera" (30 a 39 g) inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.*

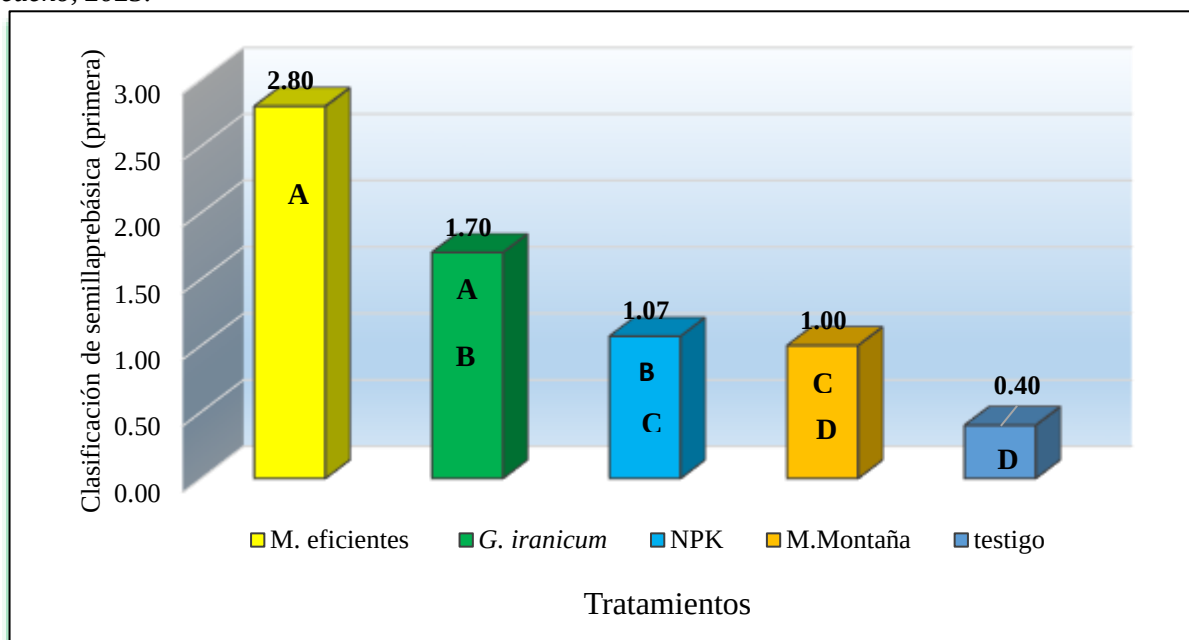
F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	p-valor
Modelo	99.63	4	24.91	28.62	<0.0001
Tratamientos	99.63	4	24.91	28.62	<0.0001
Error	126.17	145	0.87		
Total	225.79	149			

CV: 66.95 %

En la tabla 3.5 muestra el análisis de varianza (ANOVA) clasificación de semilla prebásica primera entre 30 a 39 g, demuestra que los tratamientos tienen un efecto estadísticamente muy significativo para un valor ($p < 0.05$), sin embargo, el coeficiente de variación es alto (66.95%).

Figura 3.5

Prueba de Tukey (0.05) número de tubérculos por planta de papa nativa var. "Peruanita" (*Solanum goniocalyx*) "primera" (30 a 39 g)), inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.



En la figura 3.5 representa prueba de tukey al 0.05 de clasificación de semilla prebásica (primera). Existe una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos evaluados. El tratamiento "Microorganismos eficientes" obtuvo la media más alta 2.80 tubérculos y es significativamente superior a todos los demás. El tratamiento "*Glomus iranicum*" 1.70 tubérculos comparte con el tratamiento NPK 1.07 tubérculos, lo que indica que no hay una diferencia significativa entre ellos. Sin embargo, el tratamiento NPK también comparte con "Microorganismos montaña" 1.00 tubérculos, mostrando que estos dos últimos tampoco son estadísticamente diferentes entre sí. Finalmente, el testigo 0.40 tubérculos es inferior a todos los demás tratamientos.

b) Rendimiento de semilla prebásica “segunda” (entre 20g a 29g)

Análisis de la varianza

Tabla 3. 6

Análisis de varianza de número de tubérculos por planta de papa nativa var. “Peruanita” (Solanum goniocalyx) “segunda” (20 a 29 g) inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.

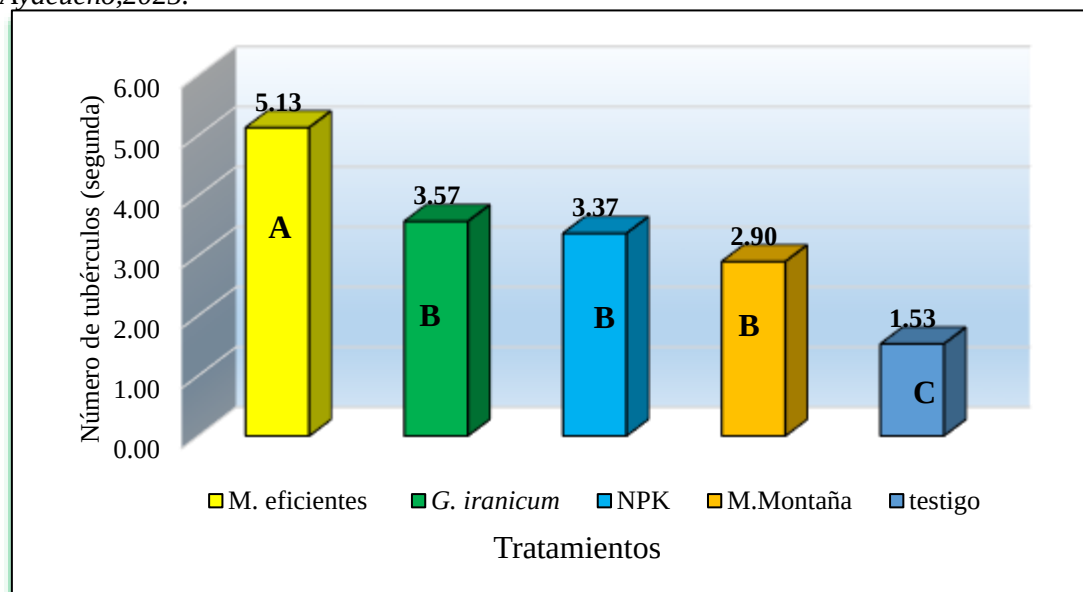
F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	p-valor
Modelo	201.53	4	50.38	26.09	<0.0001
Tratamientos	201.53	4	50.38	26.09	<0.0001
Error	279.97	145	1.93		
Total	481.50	149			

CV:42.11%

En la tabla de 3.6 representa el análisis de varianza (ANOVA) indica que los tratamientos aplicados tienen un efecto altamente significativo para un valor de ($p < 0.05$) en la variable de respuesta, lo que significa que existen diferencias significativas entre los tratamientos. Coeficiente de variación es alto ($CV = 42.11\%$).

Figura 3. 6

Prueba de Tukey (0.05) número de tubérculos por planta de papa nativa var. “Peruanita” (Solanum goniocalyx) “segunda” (20 a 29 g)), inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.



En la figura 3.6 representa prueba de tukey al 0.05, el tratamiento con Microorganismos eficientes se obtuvo la media más alta 5.13 tubérculos lo que lo posiciona como el mejor tratamiento frente a los demás tratamientos. Le siguen en la clasificación segunda, los tratamientos *Glomus iranicum* con 3.57 tubérculos, NPK con 3.37 tubérculos, Microorganismos montaña con 2.90 tubérculos, dichos tratamientos son superiores estadísticamente al testigo que solo tiene 1.53 tubérculos.

c) Rendimiento de semilla prebásica tercera (entre 10 g a 19 g)

Tabla 3. 7

Análisis de varianza de número de tubérculos por planta de papa nativa var. "Peruanita" (Solanum goniocalyx) "tercera" (10 a 19 g) con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.

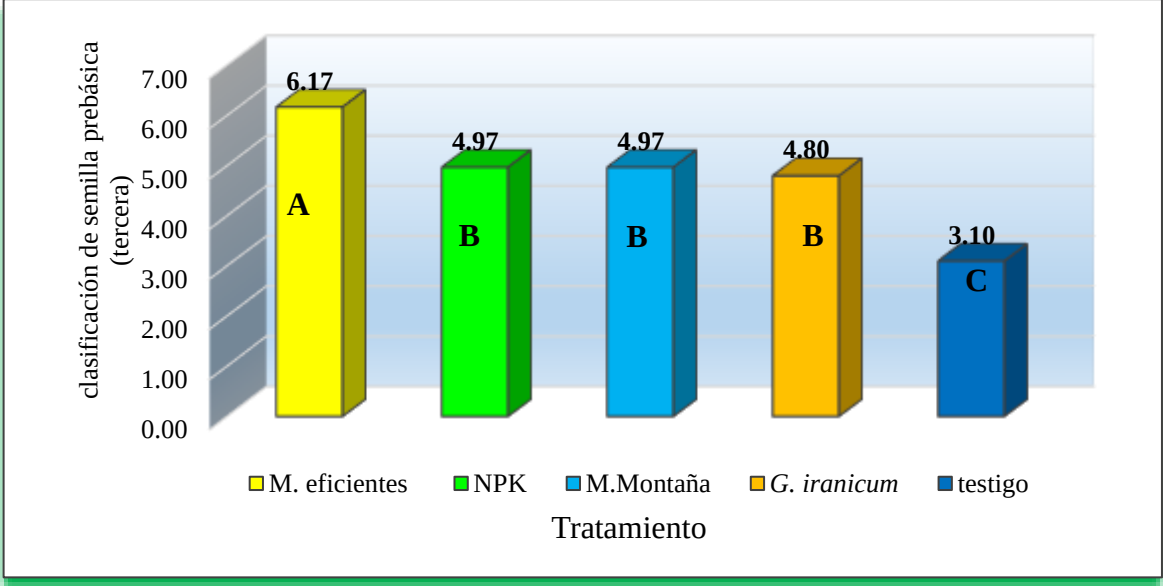
F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	p-valor
Modelo	144.40	4	36.10	13.03	<0.0001
Tratamientos	144.40	4	36.10	13.03	<0.0001
Error	401.60	145	2.77		
<u>Total</u>	546.00	149			

CV:34.67%

En la tabla 3.7 muestra el análisis de varianza (ANOVA), de clasificación de semilla prebásica (tercera) muestra que los tratamientos presentan diferencia significativa, para un valor ($p < 0.05$). El coeficiente de variación ($CV = 34.67\%$) indica una dispersión moderada-alta en los datos.

Figura 3. 7

Prueba de Tukey (0.05) número de tubérculos por planta de papa nativa var. Peruanita (*Solanum goniocalyx*) “tercera” (entre 10-19 g)), inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.



En la figura 3.7 presenta la prueba de Tukey 0.05 de clasificación de semilla prebásica (tercera) podemos concluir que el tratamiento Microorganismos eficientes tuvo 6.17 tubérculos es significativamente superior a todos los demás tratamientos. Los tratamientos "NPK", "Macroorganismos de montaña" y "*Glomus iranicum*" tuvieron 4.97, 4.97 y 4.80 tubérculos respectivamente, no muestra diferencias significativas entre sí, conformando el grupo efectividad intermedia. Finalmente, el testigo tuvo 3.10 tubérculos que es inferior a todos los tratamientos.

d) Rendimiento de semilla prebásica cuarta entre (1g a 9g)
Tabla 3. 8

Análisis de varianza de número de tubérculos por planta de papa nativa var. “Peruanita” (*Solanum goniocalyx*) “cuarta” (1 a 9 g) inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.

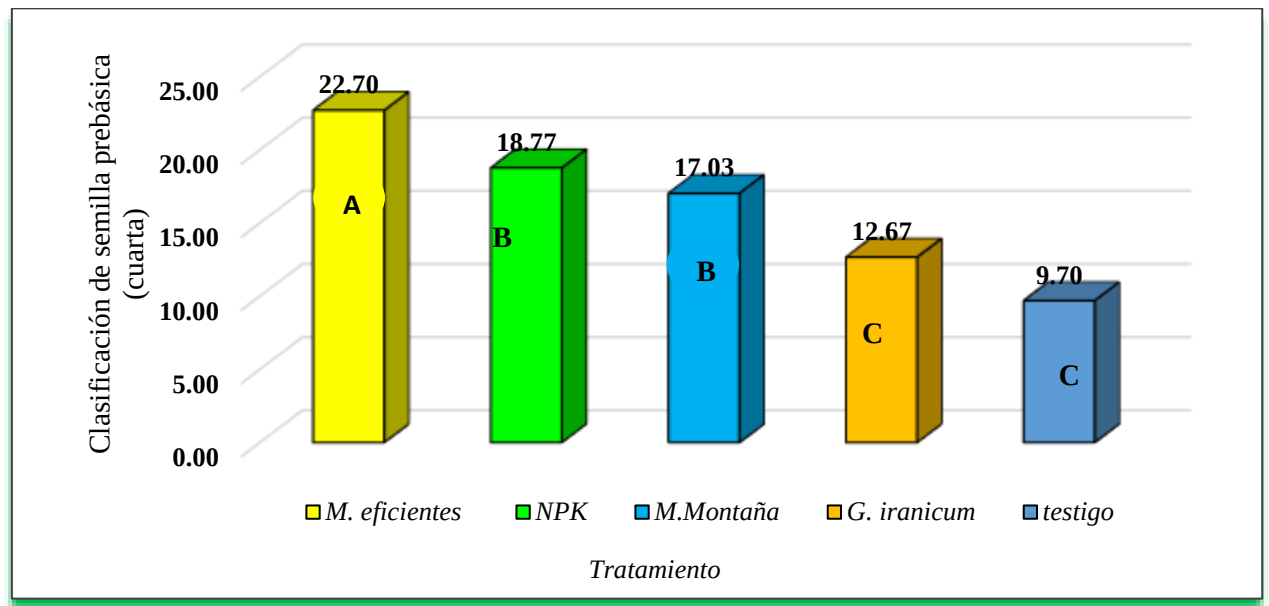
F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	p-valor
Modelo	3127.89	4	781.97	24.16	<0.0001
Tratamientos	3127.89	4	781.97	24.16	<0.0001
Error	4693.60	145	32.37		

Total	7821,49	149
CV:35.18%		

En la tabla 3.8 se muestra el análisis de varianza (ANOVA) clasificación de semilla prebásica (cuarta) revela que el efecto de los tratamientos es altamente significativo para un valor ($p\text{-valor} < 0.05$), No obstante, se observa un Coeficiente de Variación (CV) del 35.18%, el cual es relativamente mayor.

Figura 3. 8

Prueba de Tukey (0.05) número de tubérculos por planta de papa nativa var. Peruanita (Solanum goniocalyx) “cuarta” (entre 1 a 9 g)), inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.



En la figura 3.8 muestra prueba de tukey a 0.05 de los resultados de clasificación de tubérculos “cuarta “. El tratamiento de microorganismos eficientes muestra significativamente diferente de los demás tratamientos 22.70 tubérculos, seguida los tratamientos NPK y microorganismos de montaña no forman estadísticamente diferente Microorganismos eficientes.

Los tratamientos NPK 18.77 tubérculos y Microorganismos montaña 17.03 tubérculos forman un grupo homogéneo intermedio, siendo ambos significativamente superior que los tratamientos de *Glomus* y testigo.

De igual forma MINAGRI (2018), clasificó cinco categorías de semilla prebásica: semilla gruesa (> 40 g), semilla primera (30-39 g), segunda (20-29 g), tercera (10-19g), cuarta (> 1 -9).

Tabla 3. 9

Análisis de la varianza de número de tubérculos por planta de papa nativa var. “Peruanita” (Solanum goniocalyx) con morfologías deformes, inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.

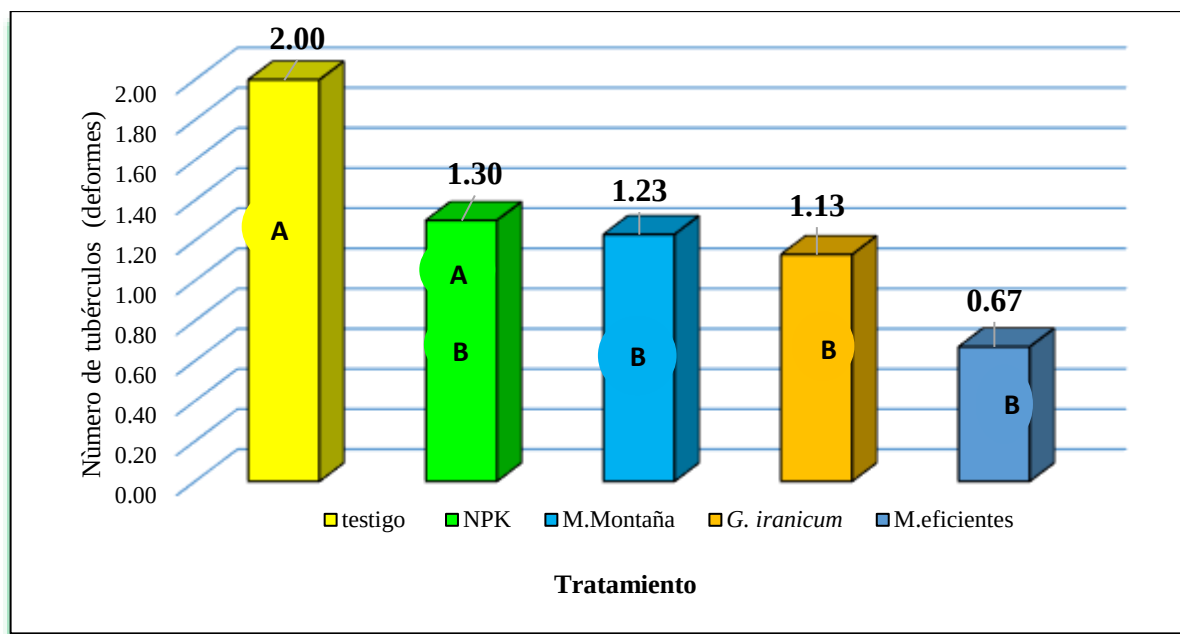
F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	p-valor
Modelo	27.53	4	6.88	6.49	0.0001
Tratamientos	27.53	4	6.88	6.49	0.0001
Error	153.80	145	1.06		
<u>Total</u>	181.33	149			

CV: 81.31%.

El análisis de varianza (ANOVA) para semillas deformes muestra que el efecto de los tratamientos es altamente significativo para un valor ($p < 0.05$). Esto indica que existen diferencias estadísticamente en la incidencia deformaciones de semillas, al menos, algunos de los tratamientos aplicados. Sin embargo, el dato más crítico de este análisis es el Coeficiente de Variación (CV) extremadamente alto del 81.31%.

Figura 3. 9

Prueba de Tukey (0.05) número de tubérculos por planta de papa nativa var. Peruanita Solanum goniocalyx) con morfologías deformes, inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.



En la figura 3.9 muestra la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$), se determinó que el testigo presentó 2.0 tubérculos significativamente deformes de todos los tratamientos, seguido de NPK, Microorganismos de Montaña, *Glomus iranicum* y Microorganismos eficientes), los cuales formaron un grupo homogéneo sin diferencias estadísticas entre sí, demostrando que tanto con la inoculación con microorganismos de montaña, *Glomus iranicum* y microorganismos eficientes mejoran la calidad de la semilla al reducir las deformaciones.

Asimismo, Cabrera (2009) selecciona tubérculos con las siguientes características: Tubérculos deformes, tubérculos que presentan rajaduras y crecimiento secundario, tubérculos que no se ajustan a las características de la variedad, tubérculos que presentan desprendimiento de piel y tubérculos dañados por las herramientas en el momento de la cosecha. También, consideramos los tubérculos deformes de nuestra investigación para poder garantizar la calidad de la semilla.

3.2.5. Número de tubérculos por planta

Tabla 3. 10

Análisis de varianza número de tubérculos por planta de papa nativa var. Peruanita” (Solanum goniocalyx) inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.

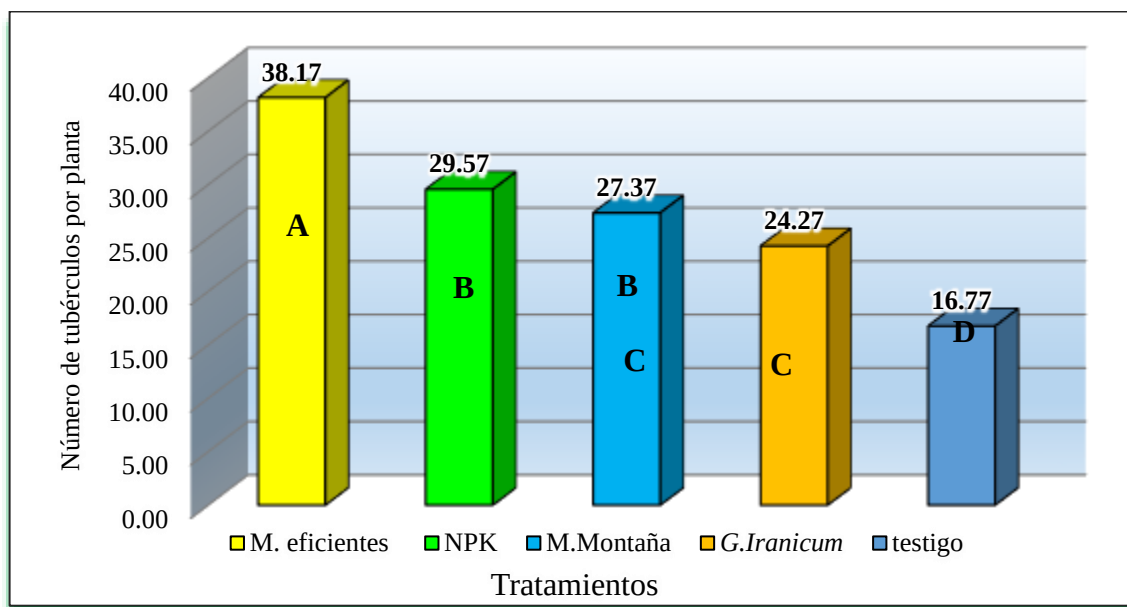
F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	p-valor
Modelo	7300.56	4	1825.14	45.36	<0.0001
Tratamientos	7300.56	4	1825.14	45.36	<0.0001
Error	5833.73	145	40.23		
Total	13134.29	149			

CV:23.30%

En la tabla 3.10 muestra el análisis de varianza (ANOVA) número de tubérculos por planta muestra que el efecto de los tratamientos es altamente significativo para un valor de ($p < 0.05$), lo que indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los tratamientos evaluados; con un coeficiente de variación regularmente alta (CV) del 23.30%.

Figura 3. 10

prueba de Tukey (0.05) número de tubérculos por planta de papa nativa var. Peruanita” (Solanum goniocalyx), inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.



En la tabla 3.10 muestra la prueba de Tukey (0.05) de número de semilla prebásica de cultivo de papa variedad Peruanita (*Solanum goniocalyx*), el tratamiento de Microorganismos eficientes obtuvo el mayor número de tubérculos por planta promedio 38.17 tubérculos/planta, siendo estadísticamente superior a todos los demás tratamientos. El tratamiento NPK y microorganismos de montaña no hay diferencia entre ellos obteniéndose con un promedio de 29.57 y 27.37 tubérculos/planta, respectivamente, se ubica en un nivel intermedio de efectividad. Asimismo, con el tratamiento *Glomus iranicum* se obtuvo 24.27 tubérculos/planta, que también es superior al testigo 16.77 tubérculos/planta.

Los resultados obtenidos por Ramos et al. (2025), quienes en su investigación "Efecto de bioestimulantes en la semilla prebásica de papa obtenidas de plántulas in vitro" reporta que, en la variedad de papa (*Solanum goniocalyx*), alcanzaron un promedio de 13.53 tubérculos por planta. Este dato corresponde a uno de los resultados de la investigación que evaluó la aplicación de bioestimulantes en la producción de semilla prebásica de esta variedad. Este resultado es inferior al resultado que obtuvimos.

De igual forma Ramos y Mayco (2020) demuestra que, utilizando módulos de producción al alcance de pequeños agricultores, obteniendo 7.1 y 11.0 tubérculos por planta en el cultivo de papas nativas, este resultado es inferior a nuestro experimento.

Enciso et al. (2026), demuestran que obtuvo 15.21 tubérculos mediante tecnológica aeropónica en la variedad de canchan, (*Solanum tuberosum L.*) los resultados obtenidos son similares al tratamiento testigo, esta producción fue de tipo aeropónica.

Vásquez et al. (2019) demostró en su investigación evaluación de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum L.*), tres densidades de siembra y dos sustratos para producción de semilla prebásica, que obtuvo 19.42 tubérculos por planta, este resultado es similar al tratamiento testigo que es 16.77 tubérculos y al tratamiento *Glomus iranicum* que es 24.27 tubérculos por planta.

Flores et al. (2016) demostró en su investigación con Niveles de NPK para la producción de minitubérculos de papa en invernadero en el Valle de Toluca, obtuvo 18.6 tubérculos por planta, este resultado es similar al tratamiento testigo que es 16.77 tubérculos y al tratamiento *Glomus iranicum* que es 24.27 tubérculos por planta.

Potosí et al. (2013) investigó el efecto de microorganismos benéficos en la producción de semilla prebásica de papa en aeropónica, demostrando el número de tubérculos por planta 39.92, este resultado es similar al tratamiento de microorganismos eficientes, afirmando que la influencia de los microorganismos tiene un efecto positivo en la producción de semilla prebásica.

3.2.6. Rendimiento por (kg/ m²)

Tabla 3. 11

Análisis varianza de rendimiento por kg/m² de papa nativa var. “Peruanita” (Solanum goniocalyx) inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	p-valor
Modelo	7.21	4	1.80	28.25	<0.0001
Tratamientos	7.21	4	1.80	28.25	<0.0001
Error	1.28	20	0.06		
<u>Total</u>	8.49	24			

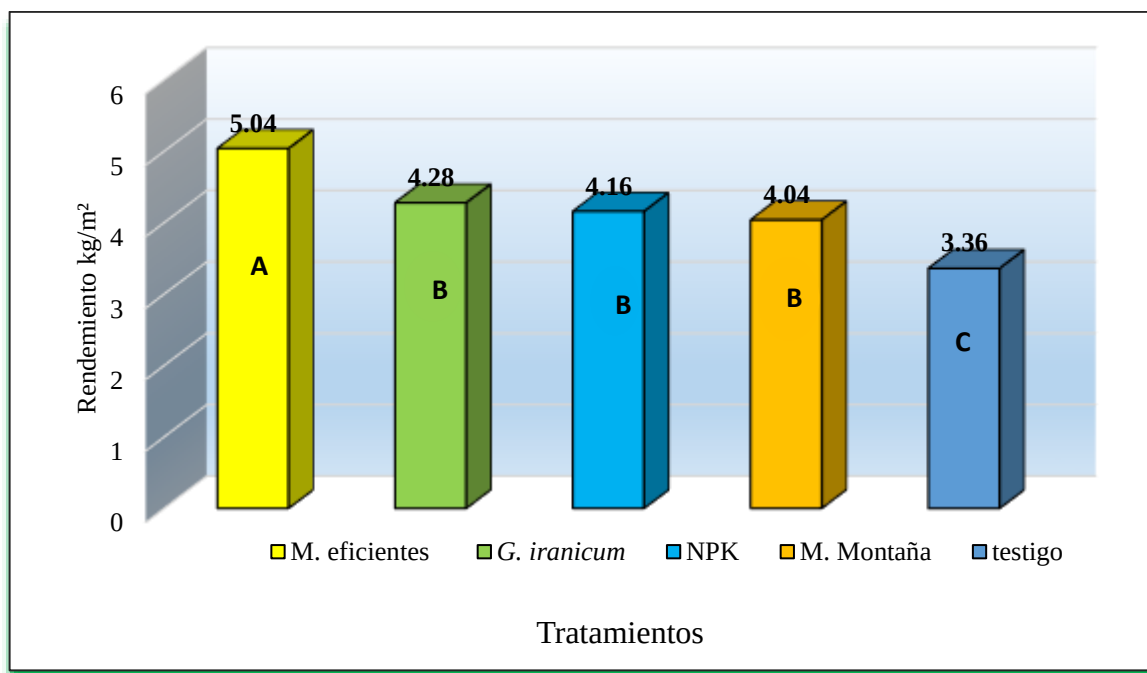
CV:6.05%

En la tabla 3.11 presenta el análisis de varianza (ANOVA) del rendimiento de semilla prebásica es la suma de gruesa, primera, segunda, tercera y cuarta de un área de 1 metro cuadrado lo permite concluir que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos

evaluados. Esto se evidencia en un valor ($p < 0.05$), el cual es muy inferior al de 0.05. El coeficiente de variación (CV) es 6.05%.

Figura 3. 11

Prueba de Tukey (0.05) rendimiento por kg/m² de papa nativa var. "Peruanita" (Solanum goniocalyx) inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.



La figura 3.11 representa la prueba de Tukey de rendimiento de semilla prebásica *S. goniocalix* con un nivel de significancia, El tratamiento Microorganismos eficientes con una media de 5.04kg/m² constituye el tratamiento de mayor rendimiento, significativamente superior a todos los demás. Los tratamientos "*Glomus iranicum*" (4.28kg/m²), "NPK" (4.16kg/m²) y " Microorganismos montaña" (4.04kg/ m²) forman un segundo grupo homogéneo, entre los cuales no existen diferencias significativas, pero que a su vez son superiores al testigo. Finalmente, el "testigo" (3.36kg/m²) forma un grupo aparte y presenta el rendimiento más bajo de todos los tratamientos evaluados.

Vásquez et al. (2019) menciona en su investigación evaluación de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), tres densidades de siembra y dos sustratos para producción de semilla prebásica, que obtuvo 320.75 g por planta, este resultado es superiores a nuestro experimento.

Potosí et al. (2013) investigo el efecto de microorganismos benéficos (*Azospirillum*) en la producción de semilla prebásica de papa en aeropónica, demostrando un rendimiento de 5495.62 g este resultado es similar al tratamiento de microorganismos eficientes, afirmando que la influencia de los microorganismos tiene un efecto positivo en la producción de semilla prebásica.

3.2.7. Peso seco de la parte aérea

Tabla 3. 12

Análisis varianza de peso seco de parte aérea (g) de papa nativa var. “Peruanita” (Solanum goniocalyx) inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.

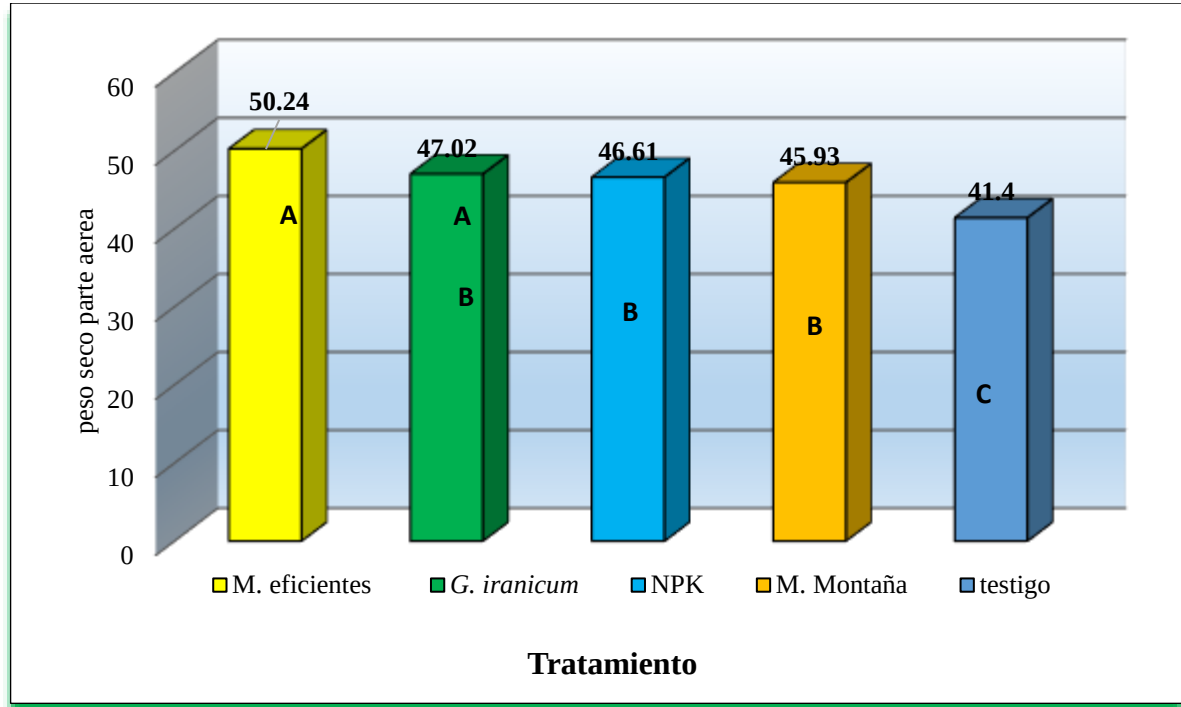
F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	p-valor
Modelo	402.40	4	100.60	14.81	<0.0001
Tratamientos	402.40	4	100.60	14.81	<0.0001
Error	305.76	45	6.79		
Total	708.16	49			

CV:5.64%

En la tabla de 3.12 representa peso seco del follaje análisis de varianza (ANOVA) Con un nivel de significancia del 5%, para el peso seco del follaje permite concluir que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados. Esta conclusión se sustenta para un valor p ($p < 0.05$). El coeficiente de variación fue de 5.64%.

Figura 3. 12

Prueba de Tukey (0.05) de peso seco de parte aérea (g), de papa nativa var. "Peruanita" (Solanum goniocalyx) inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.



En la figura 3.12 muestra la Prueba de Tukey de materia seca de parte aérea de la planta de semilla prebásica de papa nativa variedad Peruanita con un nivel de significancia de 0.05, Con el tratamiento Microorganismos eficientes se obtuvo 50.24 g demostrando una diferencia significativa a todos los demás tratamientos. Los tratamientos "*Glomus iranicum*" (47.02 g), "NPK" (46.6 g) y "Microorganismos Montaña" (45.93 g) no presentan diferencias estadísticamente significativas entre sí, los tres son significativamente superiores al "testigo" (41.40 g).

3.2.8. Porcentaje de colonización de los microorganismos en la raíz

Tabla 3. 13

Análisis varianza de porcentaje de colonización de microorganismos benéficos en la raíz de papa nativa var. “Peruanita” (*Solanum goniocalyx*). Ayacucho, 2025.

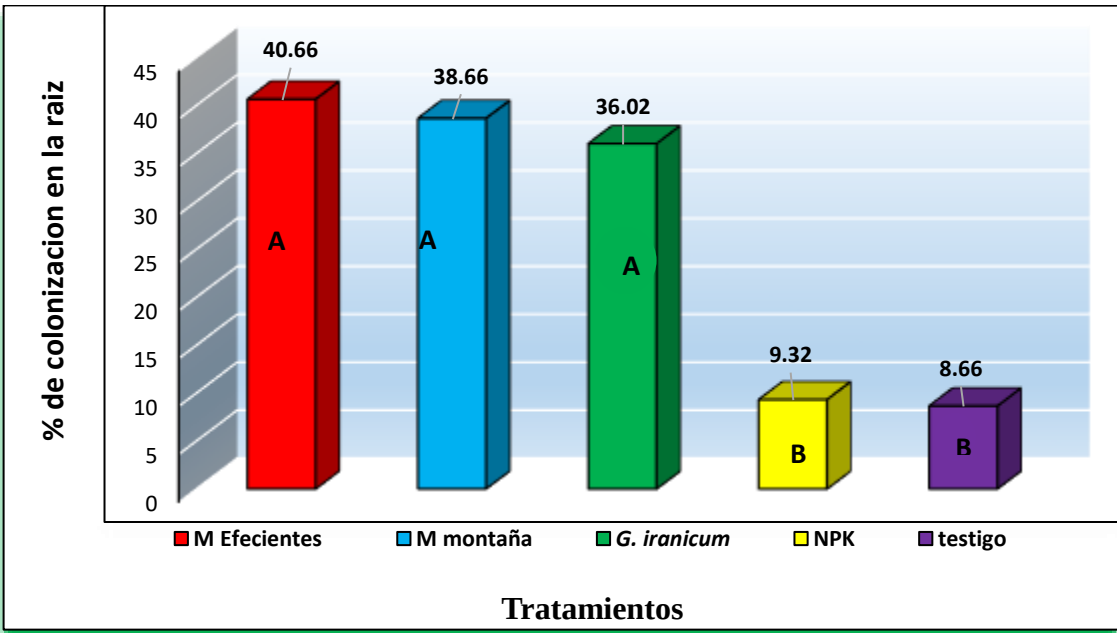
F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	p-valor
Modelo	6296.41	8	787.05	24.92	< 0.0001
Tratamientos	5261.43	4	1315.36	41.62	< 0.0001
Muestra	1034.98	4	258.75	8.19	0.009
Error	505.61	16	31.60		
Total	6802.02	24			

CV:21.08 %

En la tabla 3.13 presenta porcentaje de colonización de microorganismos análisis de varianza (ANOVA) revela que el modelo estadístico es altamente significativo para un valor ($p < 0.05$), explicando la variación en el porcentaje de colonización de microorganismos benéficos. El coeficiente de variación del 21.08%.

Figura 3. 13

Prueba de Tukey (0.05) porcentaje de colonización (%) de microorganismos benéficos en la raíz de papa nativa var. Peruanita (*Solanum goniocalyx*). Ayacucho, 2025.



En la figura 3.13 representa el porcentaje de colonización de microorganismos en la raíz del cultivo de semilla prebásica de papa nativa variedad Peruanita (*Solanum goniocalyx*), prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) identifica diferencias significativas entre los tratamientos aplicados. El tratamiento de microorganismos eficientes tiene un alto porcentaje de colonización 40.66%, microorganismo de montaña 38.66% y *Glomus iranicun* 36.02% estos tratamientos no forman una diferencia significativa entre sí. los tratamientos de NPK y testigo no forman una diferencia significativa entre sí. Hay una alta diferencia significativa entre los tratamientos inoculados y no inoculados.

De igual forma Méndez et al. (2021) en su investigación sobre indicadores de colonización de hongos micorrícicos arbusculares en papa (*Solanum tuberosum*), determinaron un porcentaje de colonización radicular de 46.25%, el cual se establece como un valor de referencia significativo. En nuestro estudio, los tratamientos con inoculantes con microorganismos benéficos mostraron valores cercanos a este referente, destacando Microorganismos Eficientes con 40.66%, seguido de Microorganismos de Montaña con 38.66% y *Glomus iranicum* con 36.02%. En contraste, los tratamientos convencionales registraron valores considerablemente inferiores, NPK con 9.32% y el testigo con 8.66%.

CONCLUSIONES

1. Se determinó que los microorganismos eficientes (EM) ejercieron influencia positiva en la productividad de papa nativa de variedad Peruanita (*Solanum goniocalix*), demostrando ser el tratamiento más efectivo al alcanzar los valores superiores en los diferentes parámetros evaluados como: altura de la planta, longitud de raíz, clasificación, número de tubérculos por planta, peso seco aéreo, rendimiento (5.04 kg/ m²) y porcentaje de colonización.
2. Los microorganismos de montaña (MM) y *Glomus iranicum* tuvieron rendimientos 4.04kg/m² y 4.28kg/m² respectivamente superiores al testigo, respectivamente; asimismo en el número de tubérculos se obtuvo 27.37 tubérculos por planta y 24.27 tubérculos por planta respectivamente sin diferencia estadística entre dichos tratamientos.
3. Los tres tratamientos inoculados superaron con significancia estadística al tratamiento sin inocular, quienes tuvieron un rendimiento de 3.36 kg/ m² y 16.77 tubérculos por planta. inferiores frente a inoculados. Resultados que nos permite concluir que estos microorganismos constituyen una alternativa agroecológica prometedora.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el uso de Microorganismos Eficientes (EM), Microorganismos de Montaña (MM) y *Glomus iranicum* después de 15 días de trasplante de plántulas de semilla prebásica de papa Peruanita (*Solanum goniocalyx*).
2. Se sugiere probar estos microorganismos en otras especies de tubérculos como en oca y mashua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almándo, J., Antigua, G., & Díaz, J. (2014). *Efectividad del formulado ametocradina 30 % + dimetomorf 22,5 % para el control del tizón tardío (Phytophthora infestans) en el cultivo de la papa (Solanum tuberosum)*. Fitosanidad, 18 (1), 41-43. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=209131412006>
- Alvarado, E. (2004). *Manejo Agronómico de Semilleros de Papa de Alta Calidad*. Instituto Nacional de Innovación Agraria. <http://repositorio.minagri.gob.pe:80/jspui/handle/MINAGRI/687>
- Arcos, J., Mamani, H., Barreda, W., & Holguin, V. (2020) *Manual técnico de Manejo integrado del cultivo de papa*. Instituto Nacional de Innovación Agraria_INIA. <https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/1146>
- Arellano, M., Villavicencio, E., & García, J. (2010) *Producción de plántulas y semilla prebásica de variedades comerciales de papa libres de enfermedades*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. <https://www.compucampo.com/tecnicos/produccionplantulas-papa.pdf>
- Barceló, A., Encina, C. L., & Pitta-Álvarez, S. (2012). *Regeneración de plantas in vitro*. Encuentros Multidisciplinares. <http://www.encuentros-multidisciplinares.org/revista-77/araceli-barcelo-y-otros.pdf>
- Cables, O., & Almaguer, E. (2013). *Alternativa saludable y económica para lograr una agricultura sostenible: los microorganismos eficientes*. Luz, 12 (1), 84-95. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=589165825008>
- Cabrera, H. (2009). *Manual Técnico de Producción de Semilla Básica de Papa*, Estación Experimental Baños del Inca INIA Cajamarca. <https://surl.li/vlbtwy>
- Castro-Barquero, L., y González-Acuña, J. (2021). *Factores relacionados con la activación líquida de microorganismos de montaña (MM)*. Agronomía Costarricense, 45(1), 81 a 92. <https://doi.org/10.15517/rac.v45i1.45703>
- Centro Internacional de la Papa (CIP). (2016). *Manual para la producción de semilla de papa usando aeroponía*. CGIAR. <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/76513/CIP-Manual-Produccion-Semilla-Papa-usando-Aeroponia.pdf>
- Contreras-Liza, Eduardo, S., Córdoba, N., Valenzuela, M., Arias A., Zúñiga L., Dávila, D., & García-Bendezú, S. (2019). *Uso de inoculantes como estrategia de manejo agronómico sustentable en fincas de papa (Solanum tuberosum) de la región Lima*. Idesia (Arica), 37(3), 29-37. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292019000300029>

- Cruz Pizarro, F. (2012). *Micropropagación (Manual de prácticas)*. Ediciones FESC; Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superior Cuautitlán. https://portal.cuautitlan.unam.mx/manuales/micropropagacion_manualprac.pdf
- De La Cruz, L., & Viera, I. (2022). *Producción de tubérculos de semilla pre básica de papa con dos cultivares, en dos tipos de sustrato y densidades de plantación* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. <https://repositorio.uncp.edu.pe/items/149911b2-52b5-4f88-b87e-d4dee54ef0e6>
- Devia, L., Pérez, A., López, E., & Varón, M. (2021). *Hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en bosques secos tropicales (BST) afectados por fuego y depósitos fluviovolcánicos en el departamento del Tolima, Colombia*. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 45 (177), 1137-1153. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1482>
- Enciso Ichpas, N. B., Herrera Fuentes, J. B., y Verástegui Rojas, C. R. (2026). *Evaluación agronómica de la producción de semilla prebásica de tres cultivares de papa (Solanum tuberosum L.) mediante tecnología aeropónica*. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 7(2), 866 a 877. <https://doi.org/10.56712/latam.v7i2.5603>
- Ezeta, F. (2001). *Producción de semilla de papa en Latinoamérica*. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 12(1), 1–14. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5512130>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2022). *Minitubérculos de papa: Semilla prebásica obtenida en los sistemas convencional y aeropónico*. Plataforma de conocimientos sobre agricultura familiar. <https://www.fao.org/family-farming/detail/en/c/1731558/>
- Flores, P., & León, B. (2024). *Influence of beneficial microorganisms on the agronomic behavior of potato crop cv*. *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia*, 41(1). <https://www.produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/41634>
- Flores, R., Sánchez, F., Rodríguez, J., Colinas, M., Mora, R., & Lozoya, H. (2009). *Densidad de población en cultivo hidropónico para la producción de tubérculo-semilla de papa (solanum tuberosum l.)*. *Revista chapingo serie horticultura*, 15 (3), 251-258. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60912186005>
- Garzón, L. (2014). *“Efecto de cuatro categorías de semilla en el rendimiento de papa (solanum tuberosum l.) variedad superchola.”* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica De Chimborazo]. Repositorio Académico de la producción intelectual de la Comunidad Politécnica. <https://dspace.esPOCH.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/cdebcd4f-8773-4f83-9ccc-2b7665e876ea/content>

- Higa, T., & Parr, J. F. (1994). *Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment* (Vol. 1). International Nature Farming Research Center. <http://www.infrc.or.jp/knf/PDF%20KNF%20Conf%20Data/C1-5-015.pdf>.
- Inciso (2019). *Evaluación de tres sistemas de producción de semilla prebásica en cuatro variedades de papa (Solanum tuberosum L.)* INIA – Huancayo. Repositorio UNH. <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/3cbeaad6-9230-485c-aac0-7ba7cbbc47cb/content>
- Inostroza, J. (2009). *Manual de papa para La Araucanía: Manejo y Plantación*. Temuco, Chile: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 193. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/7275>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (INEI). (2024). *A nivel nacional la producción de papa creció en 73,2%, cuatro departamentos contribuyeron con el 71,3% del total, durante abril de 2024. /1* <https://goo.su/hS0kZO>
- Instituto Nacional De Investigación Y Extensión Agraria (INIA). (2004). *Manejo agronómico de semilleros de papa alta calidad Potencial nutricional de la papa*. <https://us.docs.wps.com/module/common/aiGuide/?sid=sIBiyT46TAuHT970G#1740508132617>
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA). (2010). *Propagación de plantas por cultivo in vitro*. <https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/410/1/111219220807102417.pdf>
- INTAGRI. (2017). *Requerimientos de clima y suelo para el cultivo de la papa*. Intagri S.C. Recuperado de <https://www.intagri.com/articulos/hortalizas/requerimientos-de-clima-y-suelo-para-el-cultivo-de-la-papa>
- Luna Quecaño, J. C., Zapana Pari, J. G., Cutipa Limache, A. M., y Florida Rofner, N. (2020). *Efecto de la micorriza (Glomus intrarradices), en el rendimiento de dos variedades de papa (Solanum tuberosum L.) en el Altiplano de Puno, Perú*. Revista de Investigaciones Altoandinas, 22(1), 58 a 67. <https://doi.org/10.18271/ria.2020.535>
- Marmolejo, D., & Corpus, C. (2021). *Características y rendimiento de semillas básicas de papa nativa (Solanum goniocalyx) obtenidas en biorreactor de inmersión temporal en condiciones de invernadero*. Revista De La Facultad De Agronomía De La Universidad Del Zulia, 38(2), 322-341. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/35502>

- Martínez, A. (2007). *Conociendo la cadena productiva de la papa en Ayacucho*. Solid Perú. <https://vdocuments.mx/conociendo-la-cadena-productiva-dela-papa-en-ayacucho-peru.html>
- Méndez, S., Esquivel, R. & Ochoa, W. (2021). *Indicadores de colonización de hongos micorrízicos arbusculares en “papa” (Solanum tuberosum L.)*. Journal of the Selva Andina Biosphere, 9(1), 53-63. <https://doi.org/10.36610/j.jsab.2021.090100053>
- MIDAGRI (2023) *Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, Sistema Integrado de Estadística Agraria*. Boletín anual de estadística agraria 2024. <https://siea.midagri.gob.pe/portal/publicacion/boletines-anuales>
- MINAGRI D.S. N.º 010-2018-MINAGRI, Ministerio de Desarrollo de agricultura y riego 2018 https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/191715/DS_N__010-2018-MINAGRI.pdf?v=1593814507
- Molina, J., Mairena, B., & Aguilar, L. (2004). *Guía MIP en el cultivo de la papa*. (1ra edición) editorial INTA. <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENH10M722.pdf>
- Morote, M. (2006). *Mulch o cobertura alternativa de aporque en la producción de semilla pre básica de papa en invernadero*. INIA. Estación Experimental Agraria Canaán – Ayacucho. <https://repositorio.inia.gob.pe/items/0384b10f-d3c4-4b64-91f4-c85341838811>
- Pérez, W., & Andrade-Piedra, J. (2024). *Producción de tubérculos-semilla de papa calidad prebásica y básica: Procedimiento Operativo Estándar (POE)*. Centro Internacional de la Papa. <https://doi.org/10.4160/cip.2024.02.002>
- Pérez, W.; Andrade-Piedra, J. (2024). *Producción de tubérculos-semilla de papa calidad prebásica y básica. Procedimiento Operativo Estándar (POE)*. Centro Internacional de la papa. Lima, Perú. 22 p. DOI: 10.4160/cip.2024.02.002
- Potosí Argoti, B. F., Montesdeoca, F., Taipe, A., Alvarado Ochoa, S. P., Paucar, B., & Andrade-Piedra, J. (2013). *Efecto de microorganismos benéficos en la producción de semilla prebásica de papa en aeroponía*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y Centro Internacional de la Papa (CIP). <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2505>
- Quiñones, Y., Izquierdo, H., Martínez, O., Alcántara, P., & Rodríguez, E. (2004). *Métodos alternativos para la producción de semilla prebásica de papa (Solanum tuberosum, L.)*. Cultivos Tropicales, 25 (2), 23-27. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193217832004>

- Quiñones, Y., Izquierdo, H., Martínez, O., Alcántara, P., & Rodríguez, E. (2004). *Métodos alternativos para la producción de semilla prebásica de papa (Solanum tuberosum, L.)*. Cultivos Tropicales, 25 (2), 23-27. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193217832004>
- Quispe, L, Betalleluz, I., Vargas-Delgado, Luis, & Velezmoro, C. (2018). *Estabilidad de papa amarilla (Solanum goniocalyx) cocida/prensada durante el almacenamiento en congelación*. Scientia Agropecuaria, 9(1), 123-131. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.01.12>
- Ramos, A., et al. (2025). *Effect of biostimulants on pre-basic potato seeds obtained from seedlings in vitro*. Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria, 9(26), 398–410. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v9i26.354>
- Ramos, S., Campos, /1E., Condor, /1E. ., Toribio Ayala, N. & Rueda, D. (2025). *Efecto de bioestimulantes en semillas prebásica de papa obtenidas de plántulas in vitro*. Revista Alfa, 9(26), 398–410. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v9i26.354>
- Rigato, S., González, A., & Huarte, M. (2001). *Producción de plántulas de papa a partir de técnicas combinadas de micropropagación e hidroponía para la obtención de semilla prebásica*. Revista Latinoamericana de la Papa, 12(1), 110–120. <https://doi.org/10.37066/ralap.v12i1.112>
- Ríos, D. (2013). *Producción de semilla prebásica de papa*. Revistas Bolivianas – UMSA. http://revistasbolivianas.umsa.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308250X2013000100008
- Rivas, C. (2016). *Cultivo in vitro de células y tejido vegetal*. Serie Nutrición Vegetal. INTAGRI. <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/cultivo-in-vitro-de-celulas-y-tejidos-vegetal>
- Rivera, W., Brenes, J., & Zúñiga, C. (2018). *Efectos de la aplicación de Trichoderma asperellum y su filtrado en el crecimiento de almácigos de cebolla (Allium/1cepa)*. Revista Tecnología en Marcha, 31(2), 98-105. <https://dx.doi.org/10.18845/tm.v31i2.3627>
- Rodríguez, L., (2010). *Origen y evolución de la papa cultivada*. Una revisión. Agronomía Colombiana, 28 (1), 9-17. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180315651001>
- Sakha, M., Rai, P., & Dhital, P. (2007). *Disease-free pre-basic seed potato production through tissue culture in Nepal*. Nepal Agricultural Research Journal, 8, 7-13. <https://doi.org/10.3126/narj.v8i0.11564>
- Thanuja, K., Arulmozhiyan, R., Saraswathi, M. S., Selvarajan, R., Jegadeeswari, V., & Rajanbabu, V. (2025). *A comprehensive review on in vitro therapies for virus*

elimination and novel methods for virus protection in key horticultural crops. Planta, 262(1), 15. <https://doi.org/10.1007/s00425-025-04718-w>

- Tineo, V., Paitamala O., & Matsusaka, D.(2025). *Aplicación de O2 y O3 en semilla pre-básica de papa (Solanum tuberosum L.)*. Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable, 7(2). <https://doi.org/10.25127/agrops.20252.1085>
- Torres, C., Aguilar, E., Vázquez, H., Solís , M., Gómez, E., & Aguilar , J. (2022). *Evaluación del uso de microorganismos de montaña activados en el cultivo de rosas, Zinacantán, Chiapas, México*. Siembra, 9 (1), e3500. <https://doi.org/10.29166/siembra.v9i1.3500>.
- Torres-Limascca, E., Cordova-Tarifa, I., García-Lopez, K., Coaquira-Rios, G., & Matsusaka-Quiliano, D. (2025). *Aplicación de consorcios microbianos para la producción sostenible de semilla de papa var. Única en la Sierra Sur del Perú*. Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable, 7(1), 1-14. <https://doi.org/10.25127/agrops.20251.1121>
- Trujillo G. Y Perera G. (2019). *Manejo integrado de plagas y enfermedades en cultivos de papa*. coordinado carmen calzadilla hernández. (3ra edición) Agro cabildo. https://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/papa_686_Manejo.pdf
- Valverde, S. (2016) “*Efectos de los microorganismos eficaces y bioabonos en el rendimiento de la papa (Solanum tuberosum L.) var. Canchan, en condiciones edafoclimáticas de Huacrachuco - Marañon – 2015*”. tesis de grado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán (UNHEVAL). https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNHE_2bd37087b0a0635f0554c897aed a343f/Details
- Vásquez Ramírez, W., Pérez-Ascencio, M. A., y Lara-Ascencio, F. (2019). *Evaluación de tres variedades de papa (Solanum tuberosum L.)*, tres densidades de siembra y dos sustratos para producción de semilla prebásica. Revista Agrociencia, 3(13), 33 a 49. Recuperado de <https://agronomia.ues.edu.sv/agrociencia/index.php/agrociencia/article/view/149>
- Velásquez, J., Andrade, V., Araujo, A., Rivadeneira, J., y Tinoco, K. (2021). *Manual de producción de tubérculo semilla de papa (Manual n.º 124)*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5790>
- Vivanco, A. (2018). *Rentabilidad económica de la producción de semillas pre básicas de cinco variedades de papas nativas (solanum spp.) en la provincia de acobamba – Huancavelica*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio Institucional Universidad Nacional de Huancavelica. <https://hdl.handle.net/20.500.14597/2280>

ANEXO

Anexo 1. Datos de la evaluación de altura, rendimiento, número de tubérculos por planta, y longitud de raíz.

Altura de la planta (cm)				
M.eficientes I	M.montaña II	<i>G. Iranicum</i> III	NPK IV	Testigo V
185	156	156	165	145
180	152	160	170	154
184	150	172	165	148
178	160	155	168	152
175	145	172	170	160
185	158	174	168	159
180	162	166	162	138
175	156	155	164	155
185	158	168	172	160
170	160	165	175	162

Repetición	Rendimiento (kg)/ m ²				
	M.Eficientes I	M.Montaña II	<i>G. Iranicum</i> III	NPK IV	testigo V
I	5,4	4,2	4,6	4,2	3,2
II	4,8	4	4,4	4,2	3,4
III	5	3,8	4,4	4,6	3,1
IV	4,8	4	3,8	4	3,6
V	5,2	4,2	4,2	3,8	3,5

Repetición	Número de tubérculos por planta				
	M.eficientes I	M.montaña II	<i>G. Iranicum</i> III	NPK IV	testigo V
I	45	21	17	39	15
	36	35	19	49	20
	36	39	24	41	15
	38	23	18	23	17
	49	24	30	44	18
	39	27	26	27	17
	32	19	22	29	18
	36	44	24	17	18
	38	29	17	16	13
	32	25	20	27	18
II	45	26	18	28	17
	31	30	24	30	14
	34	37	23	25	18
	35	37	38	25	19
	29	22	18	22	15
	48	22	20	37	18
	39	27	36	29	14
	39	23	29	34	19
	47	22	17	27	17
	32	21	25	17	16
III	48	28	19	19	22
	34	26	30	27	13
	39	13	21	33	18
	42	13	26	41	17
	48	21	25	36	14
	31	34	25	26	14
	42	30	32	29	16
	40	28	25	29	14
	37	36	28	34	19
	24	39	32	27	20

Repeticiones	Longitud de raíz (cm)				
	M.Eficientes I	M.Montaña II	<i>G. Iranicum</i> III	NPK IV	testigo V
I	16	16	12	16	18
	18	18	14	18	12
	25	22	22	18	17
	18	16	13	29	13
	24	20	15	23	18
	22	19	17	17	15
	18	20	21	15	14
	40	19	17	17	13
	31	16	14	18	19
	25	18	25	14	13
II	42	15	17	19	15
	25	18	18	23	18
	23	21	20	15	14
	18	18	20	21	16
	27	17	21	21	15
	21	13	16	15	15
	18	18	23	25	15
	13	15	21	15	12
	12	13	12	23	17
	23	13	12	15	15
III	14	16	15	21	21
	18	15	15	25	13
	16	14	18	16	18
	16	13	20	29	15
	18	23	14	19	17
	16	21	23	19	14
	21	18	17	20	14
	18	20	18	17	15
	14	15	18	18	16
	20	17	21	23	14

Anexo 2. *Clasificación por categoría gruesa, primera, segunda, tercera y cuarta de la semilla prebásica.*

Repetición	Tratamiento I	N.º tubérculos por planta	Clasificación según la categoría					
			gruesa >40 g	primera 30-39 g	segunda 20-29g	tercera 10-19g	cuarta 1- 9g	deformes
I	M. eficientes	45	1	2	6	7	29	0
	M. eficientes	36	1	2	4	9	18	2
	M. eficientes	36	0	3	6	7	17	3
	M. eficientes	38	1	2	4	8	22	1
	M. eficientes	49	1	2	6	8	31	1
	M. eficientes	39	2	2	5	6	22	2
	M. eficientes	32	0	2	5	7	17	1
	M. eficientes	36	1	3	6	8	17	1
	M. eficientes	38	0	4	4	6	22	2
	M. eficientes	32	1	3	3	7	17	1
II	M. eficientes	45	0	5	3	4	31	2
	M. eficientes	31	1	0	7	5	18	0
	M. eficientes	34	1	2	5	5	21	0
	M. eficientes	35	1	2	9	4	18	1
	M. eficientes	29	0	3	4	3	19	0
	M. eficientes	48	1	5	7	5	30	0
	M. eficientes	39	1	3	5	5	25	0
	M. eficientes	39	0	3	4	6	26	0
	M. eficientes	47	1	2	5	7	32	0
	M. eficientes	32	1	3	4	5	18	1
III	M. eficientes	48	0	4	6	6	31	1
	M. eficientes	34	1	3	4	7	19	0
	M. eficientes	39	0	0	5	5	29	0
	M. eficientes	42	1	3	7	7	24	0
	M. eficientes	48	0	4	6	7	31	0
	M. eficientes	31	1	4	4	7	15	0
	M. eficientes	42	0	2	4	5	31	0
	M. eficientes	40	1	5	7	4	23	0
	M. eficientes	37	1	4	6	8	17	1
	M. eficientes	24	1	2	3	7	11	0

Repetición	Tratamiento II	N.º tubérculos por planta	Clasificación según la categorización					
			gruesa >40 g	primera 30-39 g	segunda 20-29g	tercera 10-19g	cuarta 1-9g	deformes
I	M. montaña	21	1	1	3	5	11	0
	M. montaña	35	0	2	4	7	21	1
	M. montaña	39	0	1	3	5	29	1
	M. montaña	23	0	1	2	6	14	0
	M. montaña	24	1	1	3	7	11	1
	M. montaña	27	0	1	2	5	18	1
	M. montaña	19	0	0	4	3	11	1
	M. montaña	44	1	1	3	6	31	2
	M. montaña	29	0	0	4	4	19	2
	M. montaña	25	1	1	5	8	10	0
II	M. montaña	26	0	0	6	8	12	0
	M. montaña	30	0	2	5	5	16	2
	M. montaña	37	1	2	4	9	20	1
	M. montaña	37	0	1	2	4	29	1
	M. montaña	22	0	2	3	3	13	1
	M. montaña	22	0	0	1	4	17	0
	M. montaña	27	0	0	2	5	14	6
	M. montaña	23	0	1	2	4	15	1
	M. montaña	22	1	2	2	0	13	4
	M. montaña	21	0	0	2	8	11	0
III	M. montaña	28	0	1	2	4	20	1
	M. montaña	26	0	1	2	4	17	2
	M. montaña	13	0	0	2	2	9	0
	M. montaña	13	0	1	2	4	5	1
	M. montaña	21	0	1	1	2	16	1
	M. montaña	34	0	2	3	5	22	2
	M. montaña	30	1	1	4	8	14	2
	M. montaña	28	0	2	3	6	16	1
	M. montaña	36	0	1	2	4	28	1
	M. montaña	39	0	1	4	4	29	1

Repetición	Tratamiento III	N.º tubérculos por planta	Clasificación según la categorización					
			gruesa >40 g	primera 30-39 g	segunda 20-29g	tercera 10-19g	cuarta 1-9g	deformes
I	<i>G. iranicum</i>	17	1	4	5	3	4	0
	<i>G. iranicum</i>	19	0	3	3	5	5	3
	<i>G. iranicum</i>	24	1	2	5	4	12	0
	<i>G. iranicum</i>	18	0	1	4	5	8	0
	<i>G. iranicum</i>	30	1	4	7	5	12	1
	<i>G. iranicum</i>	26	2	4	1	7	10	2
	<i>G. iranicum</i>	22	1	1	3	4	13	0
	<i>G. iranicum</i>	24	1	2	3	7	9	2
	<i>G. iranicum</i>	17	0	0	5	5	6	1
	<i>G. iranicum</i>	20	0	2	1	5	11	1
II	<i>G. iranicum</i>	18	0	0	2	7	9	0
	<i>G. iranicum</i>	24	0	2	3	4	13	2
	<i>G. iranicum</i>	23	0	1	3	8	10	1
	<i>G. iranicum</i>	38	1	3	5	2	26	1
	<i>G. iranicum</i>	18	0	2	3	4	8	1
	<i>G. iranicum</i>	20	1	1	3	3	12	0
	<i>G. iranicum</i>	36	1	1	5	4	22	3
	<i>G. iranicum</i>	29	0	1	2	8	16	2
	<i>G. iranicum</i>	17	0	1	1	3	12	0
	<i>G. iranicum</i>	25	0	0	4	8	11	2
III	<i>G. iranicum</i>	19	0	0	4	3	10	2
	<i>G. iranicum</i>	30	0	3	5	4	17	1
	<i>G. iranicum</i>	21	1	1	5	4	9	1
	<i>G. iranicum</i>	26	0	1	3	6	14	2
	<i>G. iranicum</i>	25	0	2	5	5	11	2
	<i>G. iranicum</i>	25	0	2	5	4	12	2
	<i>G. iranicum</i>	32	0	2	4	6	19	1
	<i>G. iranicum</i>	25	0	2	5	3	14	1
	<i>G. iranicum</i>	28	0	1	1	5	21	0
	<i>G. iranicum</i>	32	1	2	2	3	24	0

Repeticiones/1	Tratamiento IV	N.º Tubérculos por planta	Clasificación según la categoría					
			gruesa >40 g	primera 30-39 g	segunda 20-29g	tercera 10-19g	cuarta 1-9g	deformes
/II	NPK	39	0	1	4	6	25	3
	NPK	49	0	3	2	9	33	2
	NPK	41	0	0	3	8	28	2
	NPK	23	0	1	5	5	11	1
	NPK	44	0	3	3	7	30	1
	NPK	27	0	1	4	5	16	1
	NPK	29	1	2	3	4	19	0
	NPK	17	0	1	2	4	9	1
	NPK	16	0	0	1	4	11	0
	NPK	27	1	2	2	6	15	1
II	NPK	28	0	1	3	6	17	1
	NPK	30	0	1	9	4	15	1
	NPK	25	0	2	1	5	17	0
	NPK	25	1	0	4	8	9	3
	NPK	22	0	1	2	3	15	1
	NPK	37	0	1	5	6	23	2
	NPK	29	0	0	3	7	17	2
	NPK	34	0	1	5	8	19	1
	NPK	27	0	2	4	4	15	2
	NPK	17	0	0	3	5	7	2
III	NPK	19	0	1	3	4	10	1
	NPK	27	0	2	5	3	15	2
	NPK	33	0	1	4	5	21	2
	NPK	41	0	0	4	3	32	2
	NPK	36	0	0	5	3	27	1
	NPK	26	0	1	1	1	22	1
	NPK	29	0	0	4	3	21	1
	NPK	29	0	1	3	4	21	0
	NPK	34	0	1	2	5	26	0
	NPK	27	0	2	2	4	17	2

Repetición	Tratamiento V	N.º tubérculos por planta	Clasificación según la categoría					
			gruesa >40 g	primera 30-39 g	segunda 20-29g	tercera 10-19g	cuarta 1-9g	deformados
I	Testigo	15	0	0	1	4	9	1
	Testigo	20	0	1	2	5	7	5
	Testigo	15	0	0	1	3	10	1
	Testigo	17	0	0	0	3	11	3
	Testigo	18	1	1	3	2	9	2
	Testigo	17	0	0	2	3	11	1
	Testigo	18	0	1	3	2	10	2
	Testigo	18	0	1	3	1	11	2
	Testigo	13	0	0	0	3	7	3
	Testigo	18	0	0	2	4	11	1
II	Testigo	17	0	0	2	3	9	3
	Testigo	14	0	1	1	2	7	3
	Testigo	18	0	0	2	2	13	1
	Testigo	19	0	0	3	5	9	2
	Testigo	15	0	0	0	2	10	3
	Testigo	18	0	1	3	3	8	3
	Testigo	14	0	0	0	2	11	1
	Testigo	19	0	0	2	4	12	1
	Testigo	17	0	1	1	4	9	2
	Testigo	16	0	1	0	3	11	1
III	Testigo	22	0	1	2	5	13	1
	Testigo	13	0	0	1	3	7	2
	Testigo	18	0	0	1	5	10	2
	Testigo	17	0	1	2	3	11	0
	Testigo	14	0	0	2	2	8	2
	Testigo	14	0	0	1	2	11	0
	Testigo	16	0	0	1	5	9	1
	Testigo	14	0	1	0	3	7	3
	Testigo	19	0	1	2	3	9	4
	Testigo	20	0	0	3	2	11	4

Anexo 3 Porcentaje de colonización de los microorganismos en las raíces

Porcentaje de colonización en la raíz							
Tratamiento	Muestra	repetición I	repetición II	repetición III	Total	total /30	*100
M. Eficientes	V	4	5	7	16,00	30	53,3%
	A	3	4	2	9,00	30	30,0%
	E	1	2	5	8,00	30	26,7%
	MS	5	4	4	13,00	30	43,3%
	MC	5	3	4	12,00	30	40,0%
M. Montaña	V	3	3	7	13,00	30	43,3%
	A	4	4	2	10,00	30	33,3%
	E	5	4	3	12,00	30	40,0%
	MS	4	5	5	14,00	30	46,7%
	MC	4	4	4	12,00	30	40,0%
G. Iranicum	V	6	5	3	14,00	30	46,7%
	A	1	0	4	5,00	30	16,7%
	E	5	2	4	11,00	30	36,7%
	MS	5	3	3	11,00	30	36,7%
	MC	4	7	2	13,00	30	43,3%
NPK	V	2	1	3	6,00	30	20,0%
	A	0	0	0	0,00	30	0,0%
	E	1	1	2	4,00	30	13,3%
	MS	2	1	0	3,00	30	10,0%
	MC	0	0	1	1,00	30	3,3%
Testigo	V	1	1	2	4,00	30	13,3%
	A	0	0	0	0,00	30	0,0%
	E	1	1	1	3,00	30	10,0%
	MS	2	2	1	5,00	30	16,7%
	MC	0	0	1	1,00	30	3,3%

Anexo 4. *Panel de fotografías del experimento.*

Foto 1. Limpieza restos de campaña anterior



Foto 2. desinfeccion de las camas con lanza llama



Foto 3. Limpieza de las camas



Foto 4. Incorporación de plástico a la base de las camas



Foto 5. Incorporación de sustrato y compost de cuy a las camas



Foto 6. Aclimatación de los plantines en la casa malla



Foto 7. Transplante de plantines (*solanum goniocalyx*) aclimatadas



Foto 8. Instalacion



Foto 9. Colocación de Rotulado



Foto 10. Primer aporque a los 20 días de trasplante



Foto.11 Colocación de malla rascher



Foto 12. Riego



Foto 13. Preparación de los microorganismos



Foto 14. Inoculación con los microorganismos



Foto 15. Instalación del riego por goteo



Foto 16. Evaluación de altura de la `planta



Foto 17. Inicio de inflorescencia



Foto 18 evaluacion de la altura de la planta



Foto 19. Incidencia de la plaga



Foto 20 Evaluacion de tubérculos

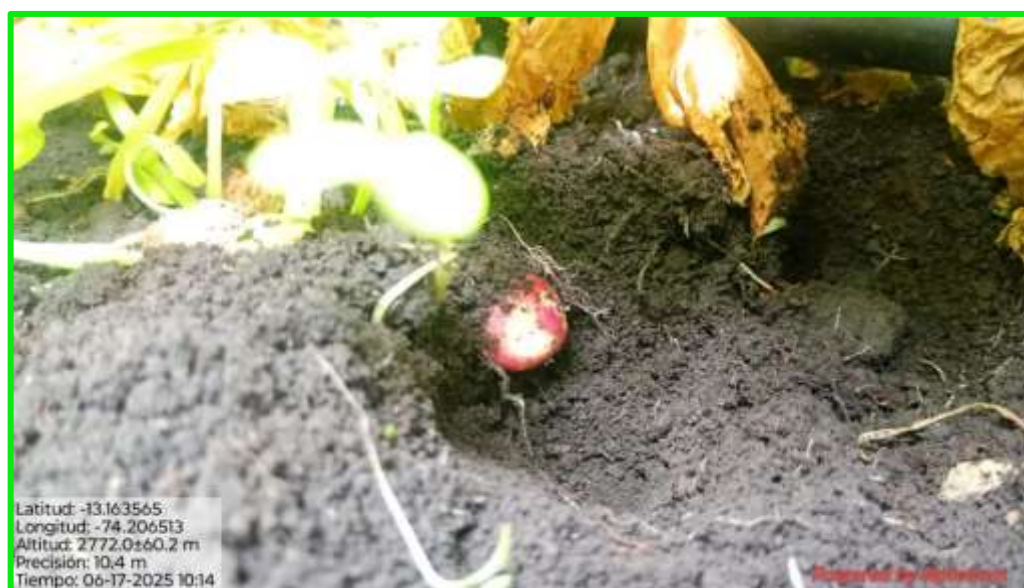


Foto 21. Plena floracion



Foto 22. Evaluación de la madurez fisiológica



Foto 23. Madurez del cultivo



Foto 24. Secado de la parte aérea del cultivo



Foto 25. Cosecha



Foto 26. Cosecha



Foto27.Evaluación en campo tratamiento con microorganismos eficientes



Evaluación en laboratorio



Foto 28. Pesado

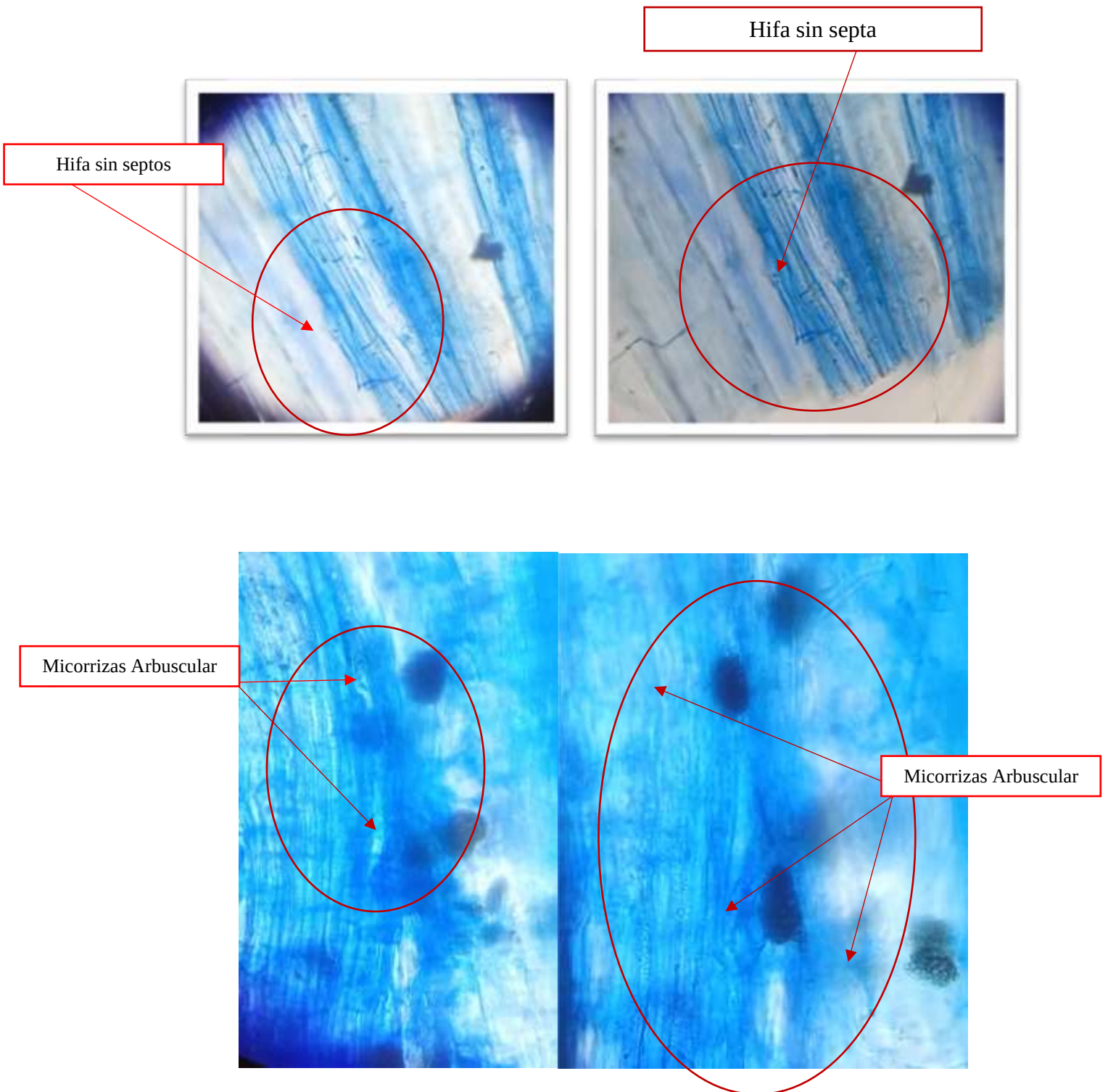


Anexo 5.*Fotografías de porcentaje de colonización en las raíces*

Foto 29. Evaluación de porcentaje de colonización en la raíz de los microorganismos



Foto 30. Visualizacion de los microorganismos en el microscopio



Anexo 6 Biofertilizantes utilizados

Microorganismos de montaña Microorganismos eficientes



Foto 32 MycoUp biofertilizante (*Glomus iranicum*)



Anexo 7. Informe de análisis de compost de cuy y suelo



Instituto Nacional de Innovación Agraria

INFORME DE ENSAYO
N° 080088 / AB / LABSAF - CANAAN



I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente	: Claudio Carlos Palomino Espinoza
Propietario / Productor	: Claudio Carlos Palomino Espinoza
Dirección del cliente	: Av. Abancay N° 299
Solicitado por	: Claudio Carlos Palomino Espinoza
Muestreado por	: Cliente
Número de muestra(s)	: 1
Producto declarado	: Abonos
Presentación de las muestras(s)	: Bolsa de plástico
Referencia del muestreo	: Reservado por el cliente
Procedencia de muestra(s) (***)	: Andrés Avelino Cáceres N° 299
Fecha(s) de muestreo (***)	: 2024-08-13
Fecha de recepción de muestra(s)	: 2024-08-13
Lugar de ensayo	: LABSAF CANAAN
Fecha(s) de análisis	: Del 2024-08-20 al 2024-08-23
Cotización del servicio	: 101-24-CA
Fecha de emisión	: 2024-08-27

II. RESULTADO DE ANALISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio	AB028-CA-24	AB029-CA-24	AB030-CA-24	AB031-CA-24	-	-
Matriz Analizada	Abonos	-	Abonos	Abonos	-	-
Fecha de Muestreo (***)	2024-08-13	2024-08-13	2024-08-13	2024-08-13	-	-
Hora de Inicio de Muestreo (h) (***)	11:00	11:00	11:00	11:00	-	-
Condición de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	-	-
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente (***)	-	-	-	-	-	-
Ensayo	Unidad	LC	Resultados			
pH (*)	unid. pH	-	9.2	9.4	9.3	9.4
Conductividad Eléctrica (*)	dS/m	-	11.8	14.6	10.1	18.0
Materia Orgánica (*)	%	-	31.7	43.8	25.1	47.6
Nitrogeno Total (*)	%	-	1.4	1.9	1.1	1.9
Fósforo (P2O5) (*)	%	-	1.4	1.8	1.2	2.6
Potasio (K2O) (*)	%	-	3.0	3.5	2.7	3.9
Relación C/N	%	-	12.5	12.6	12.9	13.8



Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Foliare
Acreditado con la Norma
NTP-ISO/IEC 17025:2017
LABSAF Canaan
Dirección: Av. Abancay N° 299 - Ayacucho
Email: labsafcanaan@inia.gob.pe

F-46 / Ver.05
www.inia.gob.pe

INFORME DE ENSAYO
N° 020545-25 / SU / LABSAF - CANAAN

III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA Method 9045 D Rev. 4 2004 Soil and waste pH.
Conductividad Eléctrica.	ISO 11265:1994 / Cor 1:1996 1994 Soil quality -- Determination of the specific electrical conductivity
Textura	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.9. AS-09 2002 Determinación de la textura del suelo (AS-09 Método de Bouyoucos).
Materia Orgánica	NOM-021-RECNAT-2000; 2da Sección. 2002; ítem 7.1.7 AS-07 2002 Determinación de Materia Orgánica (AS-07 Walkley y Black)
Fósforo Disponible.	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.10. AS-11 2002. Determinación de fósforo extraíble en suelos neutros y ácidos (AS-11 Método de Bray y Kurtz).
Potasio Disponible.	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.12. AS-12 // EPA 7000 B. Revisión 2. 2007). Determinación de potasio disponible en suelos con saturación de acetato de amonio 1N, PH 7.0 // Flame Atomic Absorption Spectrophotometry
Acidez y Aluminio Intercambiable	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.3.29. AS-33 2002 Determinación de Acidez y Aluminio Intercambiable (AS-33 método de Cloruro de Potasio).
Magnesio Intercambiable	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.12. AS-12 2002 Determinación de la capacidad de intercambio catiónico y bases intercambiables del suelo (AS-12 Método de acetato de amonio para magnesio)
Potasio Intercambiable	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.12. AS-12 2002 Determinación de la capacidad de intercambio catiónico y bases intercambiables del suelo (AS-12 Método de acetato de amonio para potasio)
Sodio Intercambiable	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.12. AS-12 2002 Determinación de la capacidad de intercambio catiónico y bases intercambiables del suelo (AS-12 Método de acetato de amonio para sodio intercambiable)
Calcio Intercambiable	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.12. AS-12 2002 Determinación de la capacidad de intercambio catiónico y bases intercambiables del suelo (AS-12 Método de acetato de

IV. CONSIDERACIONES

- Estado en las que ingreso la Muestras: Buenas Condiciones de almacenamiento
- Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo
- Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
- Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente.
- El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.
- Medición de pH realizada a 25 °C.
- Medición de Conductividad Eléctrica realizada a 25 °C.

(*) El (Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) a métodos de ensayo que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

(**) El (Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) a métodos de ensayo que no han sido acreditados por el INACAL-DA, debido a que la muestra no es idónea para el ensayo.

(***) Este dato ha sido proporcionado por el cliente, por lo que el laboratorio no es responsable de dicha información.

V. AUTORIZACIÓN DEL INFORME DE ENSAYO

- El presente Informe de ensayo ha sido autorizado por: Clenit Matos Poma - Especialista del LABSAF - CANAAN

Firma

FIN DE INFORME DE ENSAYO

INFORME DE ENSAYO
N° 020545-25 / SU / LABSAF - CANAAN

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : PROSEM
 Propietario / Productor : PROSEM
 Dirección del cliente : Av. Abancay N° 299
 Solicitado por : Vicky Soledad Tineo Vargas
 Muestreado por : Cliente
 Número de muestra(s) : 1
 Producto declarado : Suelo
 Presentación de las muestras(s) : Bolsa de plástico
 Referencia del muestreo : Reservado por el cliente
 Procedencia de muestra(s) : Ayacucho-Huamanga-Ayacucho
 Fecha(s) de muestreo : 2025-02-17
 Fecha de recepción de muestra(s) : 2025-02-19
 Lugar de ensayo : LABSAF CANAAN
 Fecha(s) de análisis : Del 2025-02-24 al 2025-02-28
 Cotización del servicio : 016-25-CA
 Fecha de emisión : 2025-02-28

II. RESULTADO DE ANALISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio	SU014-CA-25	-	-	-	-	-
Matriz Analizada	Suelo	-	-	-	-	-
Fecha de Muestreo (**)	2025-02-17	-	-	-	-	-
Hora de Inicio de Muestreo (h) (**)	9:00	-	-	-	-	-
Condición de la muestra	Conservada	-	-	-	-	-
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente (**)	-	-	-	-	-	-
Ensayo	Unidad	LC	Resultados	-	-	-
pH	unid. pH	0,1	4,4	-	-	-
Conductividad Eléctrica	mS/m	1,0	7,3	-	-	-
Materia Orgánica	%	0,2	3,8	-	-	-
Textura	-	-	-	-	-	-
Arena	%	-	66,76	-	-	-
Arcilla	%	-	9,85	-	-	-
Limo	%	-	23,39	-	-	-
Clase Textural	-	-	Franco Arenoso	-	-	-
Nitrógeno Total (*)	%	-	0,19	-	-	-
Fósforo Disponible (*)	mg/kg	-	27,6	-	-	-
Potasio Disponible (*)	mg/kg	-	182,1	-	-	-
Acidez Intercambiable (*)	cmol (+)/Kg	0,1	3,7	-	-	-
ClCe (*)	cmol (+)/Kg	-	7,29	-	-	-
Aluminio Intercambiable (*)	cmol (+)/Kg	0,1	2,0	-	-	-
Calcio Intercambiable (*)	cmol (+)/Kg	0,20	2,51	-	-	-
Magnesio Intercambiable (*)	cmol (+)/Kg	0,10	0,31	-	-	-
Potasio Intercambiable (*)	cmol (+)/Kg	0,10	0,27	-	-	-
Sodio Intercambiable (*)	cmol (+)/Kg	0,10	0,49	-	-	-

Anexo 8.

Datos de estación climatológico



GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
RED HIDROMETEOROLOGICA

Estación : **INIA - CANAAN**

Latitud: : 13° 10' 0.06" S Dpto: AYACUCHO

Parametro : Temp. Mínima diario mensual (C°)

Longitud: : 74° 12' 22.92" W Prov: HUAMANGA

AÑO : 2025

Altitud: : 2735 Dist: AYACUCHO

CODIGO : 031

AÑO	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET
1	12.2	9.8	11.0	10.2	9.4	7.6	9.8
2	12.2	12.0	8.6	9.4	10.2	6.4	11.0
3	11.0	11.2	9.4	7.8	7.4	7.6	10.0
4	12.6	12.2	9.4	5.6	4.0	6.2	9.8
5	11.2	12.0	10.4	6.2	3.6	6.0	7.2
6	11.0	12.0	12.2	6.8	3.4	7.0	10.8
7	10.8	12.2	8.8	7.0	3.2	9.4	10.2
8	11.4	10.2	9.2	8.0	2.8	7.2	9.8
9	11.4	10.0	8.4	9.4	3.8	6.4	8.0
10	11.8	10.8	10.0	9.0	4.2	8.2	9.6
11	12.2	8.8	10.4	7.8	4.6	9.0	8.4
12	12.0	9.0	8.2	8.0	4.8	7.4	8.4
13	11.2	12.2	8.6	9.0	5.4	7.8	11.4
14	11.2	13.0	8.4	6.4	5.0	9.0	8.2
15	11.4	10.0	7.6	6.8	5.4	8.6	10.6
16	11.2	9.2	6.8	10.6	4.6	9.4	11.6
17	11.2	10.0	8.0	10.0	4.4	9.8	10.0
18	10.0	10.2	6.6	10.8	6.4	10.6	11.4
19	11.0	11.4	7.6	8.0	7.4	8.8	10.0
20	11.8	11.4	8.0	6.6	8.2	9.6	9.8
21	10.4	11.2	9.0	6.8	6.0	9.6	10.4
22	12.0	10.8	9.4	7.0	5.2	11.0	9.6
23	11.6	10.8	10.0	6.2	5.4	10.4	10.4
24	10.0	10.2	9.8	8.4	5.2	9.4	10.0
25	10.2	9.8	9.4	8.4	5.4	11.2	10.2
26	8.8	7.6	8.6	7.0	6.8	12.0	12.8
27	8.4	8.2	5.4	8.4	6.2	10.2	8.2
28	9.4	13.2	6.2	9.6	6.8	10.0	10.4
29	10.0	11.8	8.0	10.2	9.8	7.2	9.8
30	11.4	11.6	10.4	8.2	10.6	7.2	9.0
31	9.8		8.0		10.4	9.2	



GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
RED HIDROMETEOROLOGICA

Estación : INIA - CANAAN

Latitud: : 13° 10' 0.06" S

Dpto: AYACUCHO

Parametro : Temp. Máxima diario mensual (C°)

Longitud: : 74° 12' 22.92" W

Prov: HUAMANGA

AÑO : 2025

Altitud: : 2735

Dist: AYACUCHO

CODIGO : 031

AÑO	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET
1	20.4	25.6	24.2	23.8	25.4	23.8	25.4
2	22.6	19.6	24.0	25.2	25.2	22.8	24.2
3	23.6	24.0	23.0	24.8	23.6	24.0	18.8
4	20.2	24.4	24.4	24.2	23.6	24.4	23.0
5	21.4	26.4	24.4	24.2	23.4	23.0	23.8
6	22.4	23.8	24.6	23.2	23.4	26.6	23.2
7	23.0	24.2	20.0	25.2	24.0	28.6	23.8
8	19.0	24.4	25.8	25.2	23.8	25.2	26.2
9	22.6	23.0	25.4	25.0	24.4	24.2	22.4
10	22.6	23.8	22.8	25.6	24.8	25.2	23.4
11	23.6	23.2	24.0	23.2	24.0	25.8	24.0
12	22.2	24.2	25.8	25.0	24.8	26.8	24.8
13	24.2	24.6	25.2	25.0	25.4	27.2	25.8
14	21.2	23.8	26.0	24.0	25.4	25.0	25.0
15	22.4	25.0	25.6	19.0	25.6	25.0	25.0
16	22.8	25.4	25.4	21.2	25.6	25.2	25.6
17	24.2	25.4	26.8	21.0	23.2	25.8	27.0
18	23.6	25.4	26.8	19.6	23.4	25.0	26.4
19	22.8	24.6	24.4	23.0	21.4	26.6	27.0
20	19.6	18.6	23.2	23.2	24.4	25.8	29.0
21	24.0	22.6	24.2	25.8	25.4	25.8	28.0
22	24.0	25.0	26.4	26.4	25.0	25.2	29.2
23	24.2	25.8	25.8	26.4	24.8	23.4	25.4
24	26.6	26.0	26.6	23.6	24.4	23.4	24.6
25	21.8	26.4	24.4	24.0	24.2	24.2	24.0
26	24.0	25.2	23.4	23.6	23.0	22.4	25.2
27	21.6	24.2	24.2	21.4	24.0	24.4	25.8
28	23.4	23.6	24.0	21.0	25.4	24.2	24.2
29	24.4	25.0	25.2	24.4	25.2	25.4	26.2
30	23.2	26.0	23.8	22.4	25.0	25.6	25.2
31	20.4		25.4		25.8	25.4	



GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
RED HIDROMETEOROLOGICA

Estación : INIA - CANAAN

Latitud:

: 13° 10' 74" 12' 2 Dpto: AYACUCHO

Parametro : Tanque de evaporación diario mensual (mm)

Longitud:

: 74° 12' 22.92" W Prov: HUAMANGA

AÑO : 2025

Altitud:

: 2735 Dist: AYACUCHO

CODIGO : 031

AÑO	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET
1	4.1	2.8	3.8	4.0	4.5	5.7	4.2
2	3.2	1.3	4.3	3.9	4.2	4.1	4.4
3	3.9	2.6	3.7	4.2	3.9	4.3	3.4
4	3.5	3.2	4.4	4.1	4.0	4.2	4.3
5	4.2	3.8	3.8	4.3	3.8	4.2	4.8
6	3.9	2.6	3.8	4.6	3.9	4.4	4.3
7	6.8	3.4	4.8	4.7	3.9	5.1	3.7
8	3.1	4.4	4.1	4.3	3.8	3.4	4.3
9	3.9	3.2	4.5	4.2	4.2	3.8	3.6
10	4.3	3.2	3.1	3.8	4.0	4.4	4.3
11	3.5	3.5	3.8	3.9	4.1	4.2	4.3
12	2.6	4.1	4.0	4.6	3.9	4.4	4.5
13	5.0	3.6	4.3	4.1	4.2	4.4	4.2
14	2.0	4.1	4.7	4.3	4.1	4.0	4.0
15	3.0	4.6	4.1	2.9	4.2	4.4	4.0
16	4.1	3.3	4.2	13.8	3.9	3.9	3.8
17	3.7	3.9	4.6	5.0	4.4	4.2	4.6
18	4.1	4.1	4.3	3.6	3.4	3.8	4.3
19	3.4	4.4	3.8	4.2	1.8	4.1	4.7
20	2.6	1.6	3.9	4.2	4.2	4.6	3.8
21	3.0	2.8	5.0	4.6	4.1	5.3	4.6
22	3.9	2.7	3.2	4.5	3.7	5.1	4.7
23	3.9	3.8	4.6	4.2	4.2	3.6	5.4
24	4.3	4.1	4.2	4.6	4.4	3.4	4.8
25	2.5	4.2	7.7	4.0	3.1	4.3	5.2
26	2.6	4.4	0.0	4.0	4.5	3.2	5.2
27	3.7	3.6	4.4	3.7	1.3	4.1	2.9
28	4.0	3.8	4.9	3.8	4.1	4.8	4.5
29	3.0	4.0	3.8	3.9	3.9	5.6	5.3
30	2.9	3.3	4.2	3.2	3.9	5.3	3.5
31	3.2		4.7		4.7	4.6	



GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
RED HIDROMETEOROLOGICA

Estación : INIA - CANAAN Latitud: : 13° 10' 0.06" S Dpto: AYACUCHO
Parametro : Precipitación diario mensual (mm) Longitud: : 74° 12' 22.92" W Prov: HUAMANGA
AÑO : 2025 Altitud: : 2735 Dist: AYACUCHO
CODIGO : 031

AÑO	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET
1	0.2	16.5	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0
2	9.3	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4
3	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
4	10.3	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.4	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2
6	14.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	11.2	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	6.1	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
9	5.6	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	27.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	9.6	8.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	0.4	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0
16	1.3	0.0	0.0	5.5	0.0	0.0	0.0
17	0.0	0.0	0.0	4.6	0.0	0.0	0.0
18	4.2	0.0	0.0	0.0	5.4	0.0	0.0
19	5.0	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3
21	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0
22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	0.0
23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24	2.5	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0
25	0.0	3.5	3.7	2.9	0.0	0.0	0.0
26	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	0.0
27	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0
29	1.6	2.5	1.6	0.0	0.0	0.0	8.3
30	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31	0.0		0.0		0.0	0.0	



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. JHANYS TADEO CONDE QUISPE

R.D. N° 450-2026-UNSCH-FCA-D

En la ciudad de Ayacucho, a los veintiocho días del mes de setiembre del año dos mil veintiséis, siendo las dieciocho con treinta horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Dr. Felipe Escobar Ramírez Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias; los miembros del jurado conformado por el Dr. José Antonio Quispe Tenorio, Dra. Roberta Esquivel Quispe como asesora, Dr. Rolando Bautista Gómez y el M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Influencia de microorganismos en la productividad de semilla prebásica de papa nativa (*Solanum goniocalyx*) var. Peruanita. Canaán, Ayacucho**, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo, presentado por el Bachiller **JHANYS TADEO CONDE QUISPE**.

El señor Decano previa verificación de los documentos exigidos solicitó se proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente. Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invitó a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberación y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
Dr. José Antonio Quispe Tenorio	16	15	16	16
Dra. Roberta Esquivel Quispe	17	15	16	16
Dr. Rolando Bautista Gómez	14	13	14	14
M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo	14	15	15	15
PROMEDIO GENERAL				15

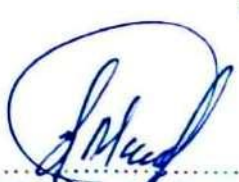
Acto seguido se invita a la sustentante y público en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.


Dr. José Antonio Quispe Tenorio
Presidente


Dra. Roberta Esquivel Quispe
Asesora


Dr. Rolando Bautista Gómez
Jurado


M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo
Jurado


Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Secretario Docente

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe, miembro de la comisión de docentes instructores responsables de operativizar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de **TESIS** de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, autorizado por la R.D N° 437-2026-UNSCH-FCA-D; hace constar que el trabajo titulado:

Influencia de microorganismos en la productividad de semilla prebásica de papa nativa (*Solanum goniocalyx*) var. Peruanita. Canaán, Ayacucho

Autor : Jhanys Tadeo CONDE QUISPE
Asesora : Roberta ESQUIVEL QUISPE

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software **TURNITIN UNSCH**, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de tesis, aprobando mediante de RCU 039-2021-UNSCH-CU, arrojando un resultado de seis por ciento (**6 %**) de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajo estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

Nota: Se adjunta el resultado con identificador de la entrega:3065011238

Ayacucho, 19 de octubre de 2026



.....
Dimas Alberto Quintanilla Melgar
M.Sc. en Producción Animal
E.P. Agronomía
Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

Influencia de microorganismos en la productividad de semilla prebásica de papa nativa (*Solanum goniocalyx*) var. Peruanita. Canaán, Ayacucho

por Jhanys Tadeo Conde Quispe

Fecha de entrega: 19-oct-2026 09:56p. m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 3065011238

Nombre del archivo: TESIS_DE_PRODUCTIVIDAD_DE_SEMILLA_PREBASICA_-JHANYS_TADEO_CONDE_QUISPE.pdf (2.8M)

Total de palabras: 25918

Total de caracteres: 142356

Influencia de microorganismos en la productividad de semilla prebásica de papa nativa (*Solanum goniocalyx*) var. Peruanita. Canaán, Ayacucho

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%

INDICE DE SIMILITUD

7%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

Trabajo del estudiante

3%

2

repositorio.unsch.edu.pe

Fuente de Internet

1%

3

extwprlegs1.fao.org

Fuente de Internet

1%

4

repositorio.uta.edu.ec

Fuente de Internet

<1%

5

revistaagrociencia.files.wordpress.com

Fuente de Internet

<1%

6

repositorio.undac.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

7

revistas.untrm.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

8

ri.uaemex.mx

Fuente de Internet

<1%

9

1library.co

Fuente de Internet

<1%

10

dspace.espoch.edu.ec

Fuente de Internet

<1%

11

repositorio.inia.gob.pe

Fuente de Internet

<1%

12

portal.amelica.org

Fuente de Internet

<1%

Excluir citas

Excluir bibliografía

Activo

Activo

Excluir coincidencias

< 30 words

Influencia de microorganismos en la productividad de semilla prebásica de papa nativa (*Solanum goniocalyx*) var. Peruanita. Canaán, Ayacucho 2025

Influence of microorganisms on the productivity of pre-basic seed of native potato (*Solanum goniocalyx*) var. Peruanita. Canaán, Ayacucho 2025

Jhanys Tadeo Conde Quispe¹

Roberta Esquivel Quispe²

jhanys.conde.01@unsch.edu.pe

roberta.esquivel@unsch.edu.pe

Área de investigación: Medio Ambiente

Línea de investigación: Sistema de Producción Agrícola

RESUMEN

Este presente trabajo se desarrolló en el campo experimental de CANAÁN INIA del distrito Andrés Avelino Cáceres, provincia Huamanga y departamento Ayacucho a 2750 msnm. Y en el laboratorio de Agrobiología de la Escuela profesional de agronomía, Facultad Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. El estudio se llevó a cabo con el objetivo de determinar la influencia de microorganismos en la productividad de semilla prebásica de papa nativa (*Solanum goniocalyx*) variedad Peruanita, Canaán 2750 msnm. Para ello, se instaló en condiciones de casa malla 5 tratamientos, las cuales fueron de Microorganismos Eficientes (EM), Microorganismos de Montaña, el hongo *Glomus iranicum*, fertilizante NPK y un testigo (sin aplicaciones). Los parámetros evaluados fueron altura de la planta, longitud de la raíz, clasificación por categoría (gruesa, primera, segunda, tercera y cuarta), número de tuberculoso por planta, rendimiento (kg/m²) y peso seco parte aérea (g). Los resultados mostraron que el tratamiento con Microorganismos eficientes fue el más óptimo, lográndose mayores valores en: altura de la planta (179.7 cm), rendimiento (5.04 kg/m²), longitud de raíz (21 cm) y el número más alto de tubérculos por planta (38.17). También los tratamientos inoculados con microorganismo montaña (MM) y *Glomus iranicum* tuvieron rendimientos de 4.04kg/m² y 4.28 kg/ m² respectivamente; asimismo en el número de tubérculos tuvieron 27.37 y 24.27 por planta, pero sin diferencia estadística entre dichos tratamientos. Todos los tratamientos inoculados superaron con significancia estadística al tratamiento sin inocular, quienes tuvieron un rendimiento de 3.36kg/ m² y 16.77 tubérculos por planta.

Palabras clave: Microorganismos eficientes, *Glomus iranicum*, y microorganismos de montaña (*Solanum goniocalyx*).

ABSTRACT

This present work was developed in the experimental field of Canaan INIA of the Andrés Avelino Cáceres district, Huamanga province and Ayacucho department at 2750 meters above sea level. And in the Agrobiology laboratory of the Professional School of Agronomy, Faculty of Agrarian Sciences, of the National University of San Cristóbal de Huamanga. The study was carried out with the objective of determining the influence of microorganisms on the productivity of pre-basic seed of native potato (*Solanum goniocalyx*) Peruvian variety, Canaan 2750 meters above sea level. To this end, 5 treatments were installed in mesh house conditions, which were Efficient Microorganisms (EM), Mountain Microorganisms, the fungus *Glomus iranicum*, NPK fertilizer and a control (without applications). The parameters evaluated were plant height, root length, classification by category (coarse, first, second, third and fourth), number of tuberculous plants per plant, yield (kg/m²) and aerial dry weight (g). The results showed that the treatment with efficient microorganisms was the most optimal, achieving higher values in: plant height (179.7 cm), yield (5.04 kg/m²), root length (21 cm) and the highest number of tubers per plant (38.17). Also, the treatments inoculated with mountain microorganism (MM) and *Glomus iranicum* had yields of 4.04kg/m² and 4.28 kg/m² respectively; Likewise, in the number of tubers they had 27.37 and 24.27 per plant, but without statistical difference between these treatments. All inoculated treatments outperformed the non-inoculated treatment with statistical significance, which had a yield of 3.36kg/m² and 16.77 tubers per plant.

Keywords: *Microorganismos eficientes, Glomus iranicum, y microorganismos de montaña (Solanum goniocalyx).*

INTRODUCCIÓN

Tineo et al, (2025) afirma que la baja productividad de la papa (*Solanum tuberosum L.*) en Perú está estrechamente relacionada con el uso de semilla infectada y el acceso limitado a tecnologías de desinfección efectivas. Ramos et al, (2025) menciona que la producción de semillas certificadas de papa (*Solanum goniocalyx*) es esencial para altos rendimientos, estabilidad productiva y sanidad vegetal en regiones altoandinas. En Perú, menos del 0.2% de agricultores las usa, predominando sistemas informales con alto riesgo de patógenos. Ante ello, el uso de plántulas in vitro libres de virus, combinado con fitotoldos y bioestimulantes, es una alternativa accesible para pequeños productores.

Thanuja et al, (2025) menciona que las enfermedades virales representan una grave amenaza para los cultivos de papa (*Solanum goniocalyx*) entre otras especies, principalmente ocasiona graves pérdidas económicas a los agricultores debido a la falta de estrategias de manejo eficaces. Rodríguez (2010) menciona que no existen métodos curativos para eliminar virus en plantas, por lo que la principal medida preventiva es el uso de semilla "sana" (libre de patógenos). Por ello, los programas de producción de semilla de papa se centran en generar y distribuir este material a gran escala mediante técnicas como la erradicación de virus a través de termoterapia y cultivo de meristemas, la multiplicación in vitro en laboratorio, y la rápida propagación en invernaderos y campo a partir de plántulas in vitro y esquejes provenientes de plantas libres de virus.

Higa (1994) sostiene los microorganismos eficientes (EM), es importantes en la producción de cultivos porque actúan sinérgicamente para regenerar y equilibrar la microbiología del suelo: "los EM y MM mejoran la fertilidad, descomponen materia orgánica y suprimen patógenos mediante la producción de metabolitos secundarios y el establecimiento de una dominancia microbiana regenerativa que optimiza la disponibilidad de nutrientes para las plantas."

Flores et al, (2018) menciona que la producción de semilla prebásica de papa (*Solanum tuberosum L.*) en invernadero tiene un propósito fundamental: obtener semilla libre de enfermedades que pueda expresar todo su potencial productivo una vez que llegue al campo. Esto aplica tanto para la producción de semilla como para el cultivo comercial del tubérculo.

Por eso, es clave contar con tubérculos de al menos 10 mm de diámetro, ya que ese tamaño permite que la planta emerja con fuerza, genere un buen número de tallos por metro lineal y, en consecuencia, logre un establecimiento óptimo del cultivo y una mayor productividad.

Quispe et al. (2018) sostiene que el Perú tiene la mayor diversidad de papas del mundo, y entre ellas hay verdaderas joyas como la especie (*Solanum goniocalyx*) variedad "Peruanita" o la "Amarilla Tumbay", que destacan por su pulpa amarilla intensa. Y no es solo por el color: su perfil nutricional es espectacular, con carotenoides en niveles altos, proteínas de buena calidad y un balance de aminoácidos difícil de encontrar. Son papas que prometen muchísimo, pero lamentablemente su industrialización es casi nula. Y ahí está el punto clave: cómo aprovechar todo ese potencial sin quedarnos solo en el consumo tradicional.

Marmolejo et al. (2021) menciona que en los Andes centrales del Perú, la demanda de estas variedades Peruanita viene creciendo notablemente, tanto en restaurantes de cocina peruana como en industrias que las procesan para elaborar hojuelas tipo snack, teniendo a Lima como el principal mercado que dinamiza esta cadena. Frente a este auge comercial y ante la necesidad de contar con semillas de calidad que garanticen rendimientos óptimos, los autores plantean evaluar las características agronómicas y el desempeño productivo de semillas básicas de dichas variedades, las cuales fueron obtenidas bajo condiciones controladas de invernadero para asegurar su sanidad y calidad genética.

INEI (2024) menciona que la producción de papa en Perú alcanzó 1 millón 449 mil 642 toneladas en 2024, con un crecimiento de 73,2% respecto al mismo mes de 2023, impulsado por temperaturas favorables y precipitaciones superiores a los registros históricos que incrementaron las superficies cosechadas; Puno (286,5%), Ayacucho (37,3%), La Libertad (8,3%) y Cusco (5,2%) concentraron el 71,3% de la producción nacional, mientras que departamentos como Huancavelica, Lambayeque e Ica también mostraron resultados positivos, en contraste con Piura (-57,1%), Tacna (-50,8%) y Lima (-30,2%), que registraron las mayores caídas.

Objetivo general

Determinar la influencia de microorganismos en la productividad de semilla pre básica de papa nativa (*Solanum goniocalyx*) variedad Peruanita, Canaán 2750 msnm, Ayacucho 2024.

Objetivos específicos

1. Determinar la influencia de los microorganismos eficientes (EM) en la productividad de semilla prebásica de papa nativa (*Solanum goniocalyx*) variedad Peruanita, Canaán 2750 msnm, Ayacucho.
2. Determinar la influencia del microorganismo montaña (MM) en la productividad de semilla prebásica de papa nativa (*Solanum goniocalyx*) variedad Peruanita Canaán 2750 msnm, Ayacucho.
3. Determinar la influencia de *Glomus iranicum* (HMA) en la productividad de semilla pre básica de papa nativa (*Solanum goniocalyx*) variedad Peruanita 2750 msnm, Ayacucho.

METODOLOGÍA

Ubicación de la investigación

El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro Experimental Canaán – INIA, perteneciente al distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray de la provincia de Huamanga, Ayacucho a 2750 msnm. Con las coordenadas: Latitud Sur: 13° 08' 14'' y Longitud oeste 74°13'14''. Así mismo en el laboratorio de Agrobiología AD 411 de la Escuela profesional de agronomía _ Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; ubicada pampa del arco a 2772 msnm.

Características climáticas

El análisis climático de la estación meteorológica INIA- CANAÁN en Ayacucho (2,750 msnm) revela un régimen térmico templado con temperatura máxima promedio de 24.26°C, mínima de 9.03°C y media de 16.64°C, que enmarca un marcado contraste hidrológico estacional, siendo particularmente significativo que durante el mes de marzo -precisamente cuando se instaló la producción de semilla prebásica de papa nativa variedad Peruanita (*Solanum goniocalyx*)- se registró el pico máximo de precipitaciones (128.6 mm) dentro de la breve época húmeda con excedentes hídricos, lo que constituyó una ventana fenológica óptima para el establecimiento del cultivo, seguida sin embargo por una prolongada estación seca de mayo a septiembre con déficit crítico donde los escasos registros pluviométricos (menos de 20

mm/mes) resultaron insuficientes para compensar la alta evapotranspiración, estableciendo así una dependencia absoluta del riego suplementario para el desarrollo exitoso de este material genético durante los cinco meses consecutivos de escasez hídrica que caracterizan a la zona.

La Estación Experimental Agraria Canaán del INIA en Ayacucho se ubica en la región natural quechua, entre los 2,300 a 3,500 msnm, presentando un clima templado-frío característico de los valles interandinos. Sus condiciones climáticas específicas, con una temperatura media anual de 16.64°C, precipitaciones estacionales concentradas en verano (239.8 mm en el periodo marzo-septiembre) y una marcada estacionalidad hídrica con época de lluvias de noviembre a abril y estación seca de mayo a octubre, la sitúan en una zona agroecológica ideal para el cultivo de papa, maíz y otros productos andinos.

Características edáficas del sustrato

Para el reconocimiento físico-químico del suelo, se tomó una muestra representativa de origen de Vinchos, la muestra se tomó 1kg de suelo y se secó al aire libre y se tamizó para eliminar materiales indeseados como piedras, raíces y otros residuos, con el fin de obtener una muestra homogénea y representativa para realizar el análisis físico y químico correspondientes. El análisis del suelo se realizó en el laboratorio INIA-Canaán, Red de laboratorios de suelos, aguas y foliares (2025), para determinar sus propiedades física y química, como pH, textura, estructura, contenido de nutrientes, materia orgánica, entre otros parámetros relevantes para entender la fertilidad y aptitud del suelo para el cultivo de semilla prebásica de papa variedad Peruanita (*Solanum goniocalyx*).

Material biológico

Se utilizó plantines de papa variedad Peruanita (*Solanum goniocalyx*) obtenidos a través de cultivo in vitro procedente de la CIP. como material vegetal para la producción de semilla prebásica, la multiplicación de los plantines se realizó en el laboratorio de INIA.

Se utilizó como inoculantes los microorganismos eficientes (EM), los microorganismos de montaña (MM) y *Glomus iranicum*.

Compost de Cuy

En la tabla 2.3 muestra el análisis del compost de cuy, el análisis se realizó en “Red de laboratorios de suelos, aguas y foliares (LABSAF) (INIA)” los resultados muestran un alto

contenido de Materia Orgánica (31.7%), lo que mejora la estructura del suelo, y una riqueza nutricional en Nitrógeno (1.4%) y Potasio (3.0%), esenciales para el crecimiento vegetativo y la calidad de los frutos, respectivamente. Además, su relación Carbono/Nitrógeno de 12.5 es baja confirma que es un compost bien maduro y estabilizado.

Por otro lado, el análisis señala dos características críticas que limitan y condicionan su uso. La primera es su extrema alcalinidad (pH 9.2), si bien es útil para corregir suelos ácidos, puede bloquear la disponibilidad de micronutrientes en suelos neutros o alcalinos, provocando deficiencias en las plantas. La segunda y más importante es su elevadísima salinidad (11.8 dS/m), un nivel que resulta fitotóxico para la mayoría de los cultivos, pudiendo causar estrés hídrico.

Diseño experimental

Se empleó el Diseño completamente al azar (DCA), con cinco tratamientos y cada tratamiento tiene tres repeticiones. Se realizó el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba Tukey a 0.05.

$$Y_i = \mu + T_i + \epsilon_i$$

2.16. Variables evaluadas del experimento

Variables de precocidad

Formación de estolones: La formación de estolones se registra cuando las plantas de papa comienzan a producir estolones, que son tallos subterráneos que crecen horizontalmente y dan lugar a la formación de tubérculos, lo que indica el inicio de la tuberización en el cultivo de papa.

Inicio de floración: El inicio de floración se ha registrado cuando al menos una planta en la cama de cada tratamiento presenta flores abiertas, lo que indica el comienzo de la fase de floración en el cultivo de papa.

Floración: La plena floración se ha registrado cuando la mayoría de las plantas en la parcela o tratamiento presentan flores abiertas, generalmente cuando más del 50% de las plantas están en floración, lo que indica el pico de la fase de floración en el cultivo de papa.

Madurez fisiológica: La madurez fisiológica se ha registrado cuando los tubérculos de papa han alcanzado su máximo desarrollo y madurez, lo que se evidencia por la senescencia de las plantas (amarillamiento y marchitamiento de las hojas y tallos), indicando que los tubérculos están listos para ser cosechados. También se ha observado visualmente a los tubérculos que al tacto no se ha desprendido la epidermis de los tubérculos.

2.17. Variables de productividad

Altura de la planta (cm). La altura de la planta se ha medido desde la base del tallo aéreo hasta el ápice. Se seleccionan 10 plantas al azar de cada tratamiento y repetición para medir la altura de la planta, lo que permite obtener una muestra representativa y reducir el sesgo en la medición, asegurando que los resultados sean precisos y confiables.

Crecimiento y desarrollo del cultivo (cm). Se evaluó el crecimiento y desarrollo de la planta de semilla prebásica de papa, midiendo la altura con un flexómetro cada 15 días en 10 plantas por tratamiento, registrando desde la base del tallo hasta el ápice, lo que permitió comparar con otras variables como la biomasa, rendimiento y otros.

Longitud de la raíz (cm). Se evaluó la longitud de la raíz (cm) en semilla prebásica de papa variedad Peruanita (*Solanum goniocalyx*) midiendo desde el cuello de la planta hasta el punto más profundo donde se desarrollan los tubérculos. Esta medición se efectuó en una muestra de 30 plantas por tratamiento (seleccionadas aleatoriamente).

Rendimiento por categoría (gruesa, primera, segunda, tercera y cuarta), según su peso, con las siguientes denominaciones (g)

- Gruesa: tubérculos mayores de 40 g
- Primera: tubérculos entre treinta gramos (30 g) y treinta y nueve gramos (39 g)
- Segunda: tubérculos entre veinte gramos (20 g) y veinte nueve gramos (29 g)
- Tercera: tubérculos entre diez gramos (10 g) y diecinueve gramos (19 g)
- cuarta: tubérculos entre un gramo (1 g) y nueve gramos (9 g)

Número de semillas deformes (cantidad). Se evaluó la incidencia de semillas deformes en el cultivo de semilla prebásica de papa, se tomaron muestras de 10 plantas por tratamiento y repetición, se cosecharon y se clasificaron todos los tubérculos producidos, contando el número total de tubérculos y el número de tubérculos deformes (con malformaciones, fisuras, crecimiento secundario).

Número de tubérculos por planta (cantidad). Se evaluó el número de tubérculos por planta, se seleccionó un área de un metro cuadrado y al azar se selecciona 10 plantas de cada repetición y en total 30 plantas por tratamiento. Luego, se cosecharon los tubérculos de

cada planta seleccionada y se contabilizan individualmente. Finalmente, se calculó el promedio del número de tubérculos por planta para cada tratamiento, lo que proporciona una medida precisa y representativa de la productividad del cultivo de papa en cada condición experimental.

Rendimiento (kg/m²). Se determinó el rendimiento, seleccionando un metro cuadrado al azar de cada repetición, en total 3 repeticiones por tratamiento. se cosecharon y luego se pesó a los tubérculos de cada repetición por tratamiento. Luego, se calculó el peso total en kilogramos de tubérculos por metro cuadrado obtenidos. Finalmente, se compara el rendimiento entre los cinco tratamientos para evaluar cuál presenta el mayor rendimiento y determinar las diferencias significativas entre ellos. El rendimiento se expresa en kilogramos por unidad de área (kg/m²).

Porcentaje de colonización en las raíces

El porcentaje de colonización en raíces se determinó mediante la clarificación con hidróxido de potasio KOH y ácido clorhídrico , luego tinción con azul de tripano finalmente mediante la observación microscópica de segmentos radiculares; posteriormente se calculó la proporción de raíz colonizada respecto al total mediante la fórmula: % Colonización = (Nº de segmentos colonizados / Total de segmentos observados) × 100, donde se consideran colonizadas las raíces que presentan estructuras micorrícicas como arbuscúlos, vesículas o hifas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de la planta

Tabla 3. 14

Análisis de varianza de altura de la planta de papa nativa var. “Peruanita” (Solanum goniocalyx) inoculado con microorganismos benéficos y sin inocular.Ayacucho, 2025.

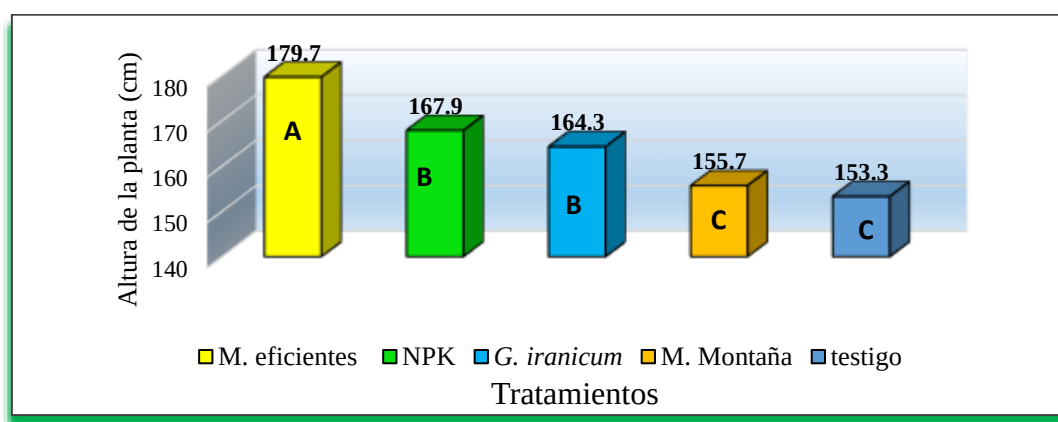
F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	p-valor
Modelo	4450.08	4	1112.52	30.17	<0.0001
Tratamientos	4450.08	4	1112.52	30.17	<0.0001
Error	1659.30	45	36.87		
Total	6109.38	49			

CV:3.70%

En la tabla 3.2 se muestra el análisis de varianza (ANOVA) de la altura promedio de la planta de semilla prebásica, que es altamente significativo para un valor ($p < 0.05$), lo que indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados. El coeficiente de variación ($CV = 3.70\%$) es bajo, esto permite que es una buena precisión experimental. En conjunto, los tratamientos tienen un efecto significativo sobre la altura de la planta.

Figura 3. 14

Prueba de Tukey (0.05) altura de la planta de papa nativa var. “Peruanita” (*Solanum goniocalyx*) inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.



En la figura 3.1 se muestra la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) donde el tratamiento de Microorganismos eficientes obtuvo mayor altura de 179.79 cm frente a los demás tratamientos, formando una diferencia significativamente superior a todos los demás. Con los tratamientos NPK y *Glomus iranicum* se obtuvieron 167.90 cm y 164.30 cm respectivamente; mostrándonos que no existe diferencias significativas entre sí, formando un grupo intermedio. Finalmente, con el tratamiento Microorganismos de montaña se obtuvo 155.70 cm y el testigo tuvo 153.30 cm, demostrándose que tuvieron obtuvieron valores más bajos frente al resto de los tratamientos.

De igual forma, Ramos et al. (2025) demostró en su trabajo de investigación titulado "Efecto de bioestimulantes en semillas prebásica de papa obtenidas de plántulas in vitro" reporta que, en la variedad de papa (*Solanum goniocalyx*), la altura de la planta alcanzó un promedio de (55.26 cm). Este resultado es inferior a la comparación de los resultados que obtuvimos.

Tineo et al. (2025) demostró en su investigación de *Aplicación de O₂ y O₃ en semilla prebásica de papa (*Solanum tuberosum* L.)* obtuvo 172.4 cm de altura de la planta en variedad canchan en centro experimental INIA Ayacucho, dicho resultado es similar a nuestro experimento.

Vásquez et al. (2019) demostró en su investigación de Evaluación de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) tres densidades de siembra y dos sustratos para producción de semilla prebásica, obtuvo 59.31 cm de altura de la planta, este resultado es inferior a los resultados que hemos obtenido.

Flores et al. (2016) demostró en su investigación de Niveles de NPK para la producción de minitubérculos de papa en invernadero en el Valle de Toluca. Obtuvo promedio 47 cm de altura de la planta, este resultado es inferior a los resultados que hemos obtenido.

Magallan et al. (2018) menciona en su investigación de Evaluación del rendimiento de semilla prebásica de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum*) obtuvo 53.47 de altura en la variedad Yungay, este resultado es inferior a nuestro experimento.

Longitud de raíz (cm)

Tabla 3. 15

*Análisis de varianza de longitud de la raíz (cm), de papa nativa var. “Peruanita”, (*Solanum goniocalyx*), inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.*

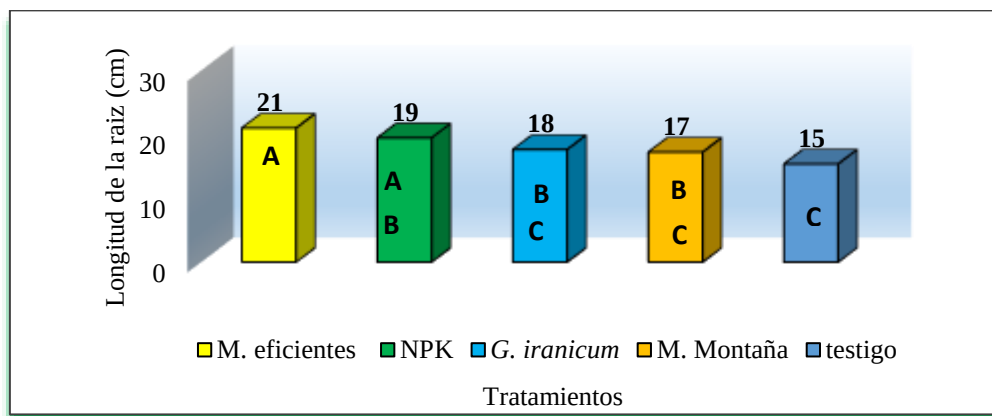
F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	p-valor
Modelo	561.29	4	140.32	7.71	<0.0001
Tratamientos	561.29	4	140.32	7.71	<0.0001
Error	2638.77	145	18.20		
Total	3200.06	149			

CV:23.52 %

La tabla 3.3 representa el análisis de varianza (ANOVA), de la longitud de la raíz (cm) de la semilla prebásica se muestra que los resultados son estadísticamente diferentes entre los tratamientos, para un valor (p-valor < 0.05), el coeficiente de variación (CV) es 23.52 % es regularmente alta, pero es aceptable.

Figura 3. 15

Prueba de Tukey (0.05) de longitud de raíz de papa nativa var. "Peruanita" (*Solanum goniocalyx*), inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.



La figura 3.3 representa la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) de la longitud de la raíz (cm) muestra que existen diferencias estadísticamente significativas en el desarrollo radical de la raíz de semilla prebásica de papa variedad 'Peruanita' según los tratamientos evaluados. Los resultados demuestran que la inoculación con "Microorganismos eficientes" alcanzó el mayor crecimiento de las raíces 21cm, sin presentar diferencias significativas con el fertilizante químico NPK 19.47 cm, lo que los sitúa en el mismo grupo estadístico de mayor efectividad. Por otro lado, "Microorganismos de Montaña" demostró un efecto significativamente menor que estos dos tratamientos e iguales con el tratamiento de *Glomus iranicum*. Mientras el tratamiento testigo tuvo 15.37 cm, fue menor de todos los tratamientos, pero estadísticamente similares con los tratamientos *G. iranicum* y *M. de montaña*.

De igual forma Méndez et al. (2021) demostró en su investigación de indicadores de colonización de hongos micorrícicos arbusculares en papa (*Solanum tuberosum*) reportaron que la mayor longitud promedio de raíz es 26.25 cm correspondió al tratamiento con *Glomus fasciculatum*, la cual fue la mayor registrada entre sus tratamientos. Este resultado es mayor a los resultados que hemos obtenido.

Enciso et al. (2026) demostró en su investigación de Evaluación agronómica de la producción de semilla prebásica de tres cultivares de papa (*Solanum tuberosum* L.) mediante tecnología aeropónica: obtuvieron longitud de la raíz 66.54 cm, este resultado es superior a nuestro experimento, por que realizaron en condiciones aeropónicas y en otra especie.

Rendimiento por categoría:

Rendimiento por categoría de semilla prebásica, (gruesa, primera, segunda, tercera y cuarta).

Tabla 3. 16

Análisis de varianza de número de tubérculos por planta de papa nativa var. Peruanita (Solanum goniocalyx) “gruesa” (> 40 g) inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.

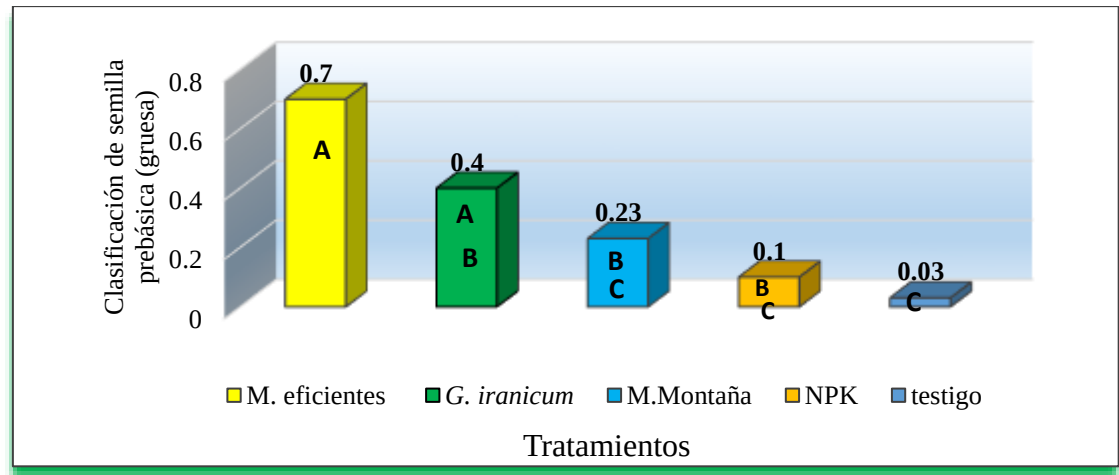
F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	p-valor
Modelo	8.56	4	2.14	11.69	<0.0001
Tratamientos	8.56	4	2.14	11.69	<0.0001
Error	26.53	145	0.18		
<u>Total</u>	35.09	149			

CV:145.83%

En la tabla de 3.4 representa el análisis de varianza (ANOVA) de clasificación de semilla prebásica (gruesa) muestra que existe una diferencia significativa para un valor de p ($p < 0.05$) entre los tratamientos. La clasificación tubérculos grandes (mayores de 40 g). Sin embargo, el coeficiente de variación (CV) es generalmente alto (145.83%), este alto % se debió a alto distribución de parcelas.

Figura 3.16

Prueba de Tukey (0.05) número de tubérculos por planta de papa nativa var. “Peruanita” (Solanum goniocalyx) “gruesa” (mayores de 40 g)), inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.



En la figura 3.4 muestra prueba de Tukey al (5%) de la clasificación de semilla muestra que hay diferencias estadísticamente significativas en el la cantidad de tubérculos (gruesa) El tratamiento "Microorganismos eficientes" obtuvo la media más alta 0.70 tubérculos y se agrupó

en la categoría 'A', siendo significativamente superior a todos los demás. Los tratamientos "*Glomus iranicum*" 0.40 tubérculos y " Microorganismos montaña" 0.23 tubérculos compartieron la categoría 'B', sin diferencias significativas entre ellos, pero sí con los grupos restantes. Finalmente, los tratamientos "NPK" 0.10 tubérculos y "Testigo" 0.03 tubérculos formaron el grupo 'C', mostrando más bajos y sin diferencias significativas entre sí. Esto indica que "Microorganismos eficientes" fue el tratamiento más efectivo para la producción de tubérculos de mayor tamaño.

Rendimiento de semilla prebásica primera (entre 30-39 g)

Tabla 3. 17

Análisis de varianza de número de tubérculos por planta de papa nativa var. “Peruanita” (Solanum goniocalyx) “primera” (30 a 39 g) inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.

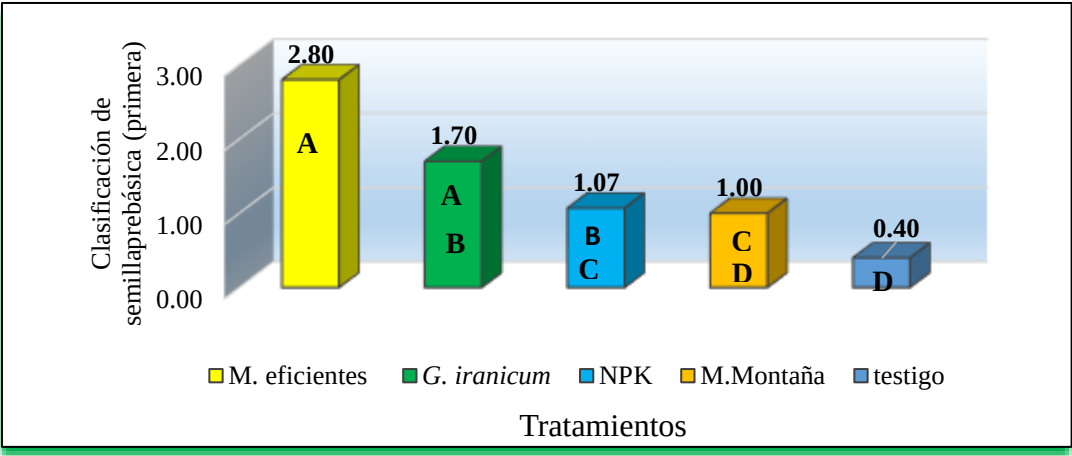
F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	p-valor
Modelo	99.63	4	24.91	28.62	<0.0001
Tratamientos	99.63	4	24.91	28.62	<0.0001
Error	126.17	145	0.87		
Total	225.79	149			

CV: 66.95 %

En la tabla 3.5 muestra el análisis de varianza (ANOVA) clasificación de semilla prebásica primera entre 30 a 39 g, demuestra que los tratamientos tienen un efecto estadísticamente muy significativo para un valor ($p < 0.05$), sin embargo, el coeficiente de variación es alto (66.95%).

Figura 3.17

Prueba de Tukey (0.05) número de tubérculos por planta de papa nativa var. “Peruanita” (Solanum goniocalyx) “primera” (30 a 39 g)), inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.



En la figura 3.5 representa prueba de tukey al 0.05 de clasificación de semilla prebásica (primera). Existe una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos evaluados. El tratamiento "Microorganismos eficientes" obtuvo la media más alta 2.80 tubérculos y es significativamente superior a todos los demás. El tratamiento "*Glomus iranicum*" 1.70 tubérculos comparte con el tratamiento NPK 1.07 tubérculos, lo que indica que no hay una diferencia significativa entre ellos. Sin embargo, el tratamiento NPK también comparte con "Microorganismos montaña" 1.00 tubérculos, mostrando que estos dos últimos tampoco son estadísticamente diferentes entre sí. Finalmente, el testigo 0.40 tubérculos es inferior a todos los demás tratamientos.

Rendimiento de semilla prebásica "segunda" (entre 20g a 29g)

Tabla 3. 18

*Análisis de varianza de número de tubérculos por planta de papa nativa var. "Peruanita" (*Solanum goniocalyx*) "segunda" (20 a 29 g) inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.*

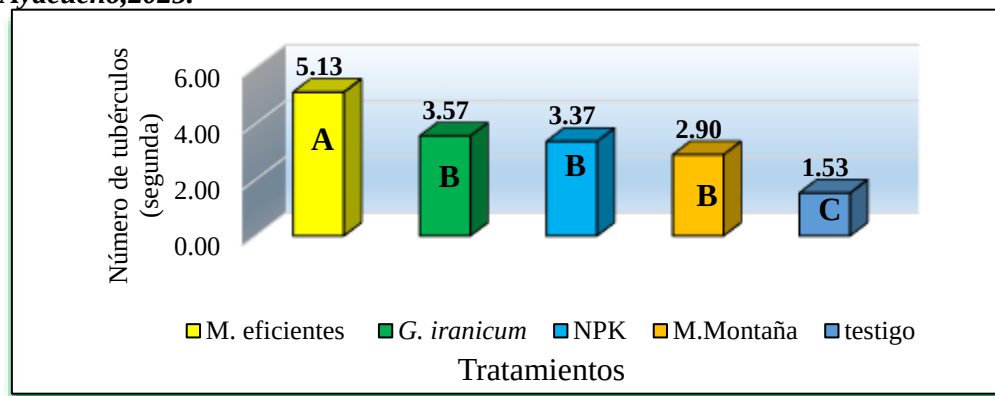
F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	p-valor
Modelo	201.53	4	50.38	26.09	<0.0001
Tratamientos	201.53	4	50.38	26.09	<0.0001
Error	279.97	145	1.93		
Total	481.50	149			

CV:42.11%

En la tabla de 3.6 representa el análisis de varianza (ANOVA) indica que los tratamientos aplicados tienen un efecto altamente significativo para un valor de ($p < 0.05$) en la variable de respuesta, lo que significa que existen diferencias significativas entre los tratamientos. Coeficiente de variación es alto (CV = 42.11%).

Figura 3. 18

Prueba de Tukey (0.05) número de tubérculos por planta de papa nativa var. “Peruanita” (*Solanum goniocalyx*) “segunda” (20 a 29 g), inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.



En la figura 3.6 representa prueba de tukey al 0.05, el tratamiento con Microorganismos eficientes se obtuvo la media más alta 5.13 tubérculos lo que lo posiciona como el mejor tratamiento frente a los demás tratamientos. Le siguen en la clasificación segunda, los tratamientos *Glomus iranicum* con 3.57 tubérculos, NPK con 3.37 tubérculos, Microorganismos montaña con 2.90 tubérculos, dichos tratamientos son superiores estadísticamente al testigo que solo tiene 1.53 tubérculos.

Rendimiento de semilla prebásica tercera (entre 10 g a 19 g)

Tabla 3. 19

Análisis de varianza de número de tubérculos por planta de papa nativa var. “Peruanita” (*Solanum goniocalyx*) “tercera” (10 a 19 g) con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.

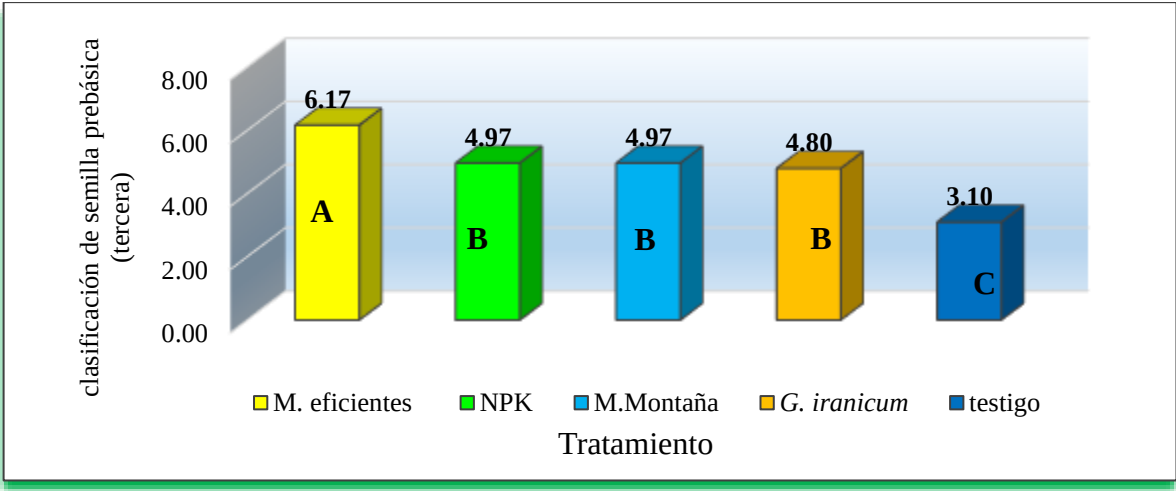
F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	p-valor
Modelo	144.40	4	36.10	13.03	<0.0001
Tratamientos	144.40	4	36.10	13.03	<0.0001
Error	401.60	145	2.77		
<u>Total</u>	546.00	149			

CV:34.67%

En la tabla 3.7 muestra el análisis de varianza (ANOVA), de clasificación de semilla prebásica (tercera) muestra que los tratamientos presentan diferencia significativa, para un valor ($p < 0.05$). El coeficiente de variación ($CV = 34.67\%$) indica una dispersión moderada-alta en los datos.

Figura 3. 19

Prueba de Tukey (0.05) número de tubérculos por planta de papa nativa var. Peruanita (*Solanum goniocalyx*) “tercera” (entre 10-19 g)), inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.



En la figura 3.7 presenta la prueba de Tukey 0.05 de clasificación de semilla prebásica (tercera) podemos concluir que el tratamiento Microorganismos eficientes tuvo 6.17 tubérculos es significativamente superior a todos los demás tratamientos. Los tratamientos "NPK", "Macroorganismos de montaña" y "*Glomus iranicum*" tuvieron 4.97, 4.97 y 4.80 tubérculos respectivamente, no muestra diferencias significativas entre sí, conformando el grupo efectividad intermedia. Finalmente, el testigo tuvo 3.10 tubérculos que es inferior a todos los tratamientos.

Rendimiento de semilla prebásica cuarta entre (1g a 9g)

Tabla 3. 20

Análisis de varianza de número de tubérculos por planta de papa nativa var. “Peruanita” (*Solanum goniocalyx*) “cuarta” (1 a 9 g) inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	p-valor
Modelo	3127.89	4	781.97	24.16	<0.0001
Tratamientos	3127.89	4	781.97	24.16	<0.0001
Error	4693.60	145	32.37		
Total	7821,49	149			

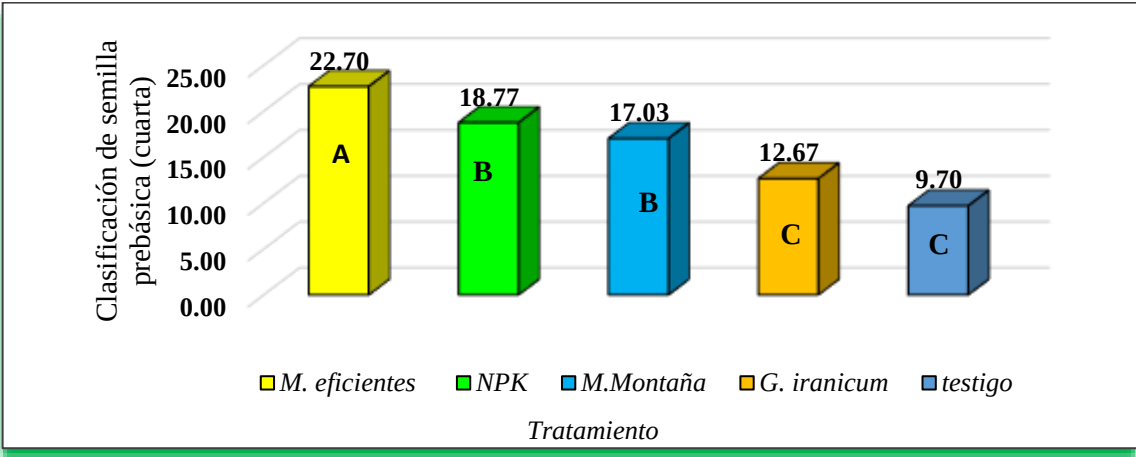
CV:35.18%

En la tabla 3.8 se muestra el análisis de varianza (ANOVA) clasificación de semilla prebásica (cuarta) revela que el efecto de los tratamientos es altamente significativo para un valor (p-valor

< 0.05), No obstante, se observa un Coeficiente de Variación (CV) del 35.18%, el cual es relativamente mayor.

Figura 3. 20

Prueba de Tukey (0.05) número de tubérculos por planta de papa nativa var. Peruanita (Solanum goniocalyx) “cuarta” (entre 1 a 9 g)), inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.



En la figura 3.8 muestra prueba de tukey a 0.05 de los resultados de clasificación de tubérculos “cuarta “. El tratamiento de microorganismos eficientes muestra significativamente diferente de los demás tratamientos 22.70 tubérculos, seguida los tratamientos NPK y microorganismos de montaña no forman estadísticamente diferente Microorganismos eficientes.

Los tratamientos NPK 18.77 tubérculos y Microorganismos montaña 17.03 tubérculos forman un grupo homogéneo intermedio, siendo ambos significativamente superior que los tratamientos de *Glomus* y testigo.

Tabla 3. 21

Análisis de la varianza de número de tubérculos por planta de papa nativa var. “Peruanita” (Solanum goniocalyx) con morfologías deformes, inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	p-valor
Modelo	27.53	4	6.88	6.49	0.0001
Tratamientos	27.53	4	6.88	6.49	0.0001
Error	153.80	145	1.06		
Total	181.33	149			

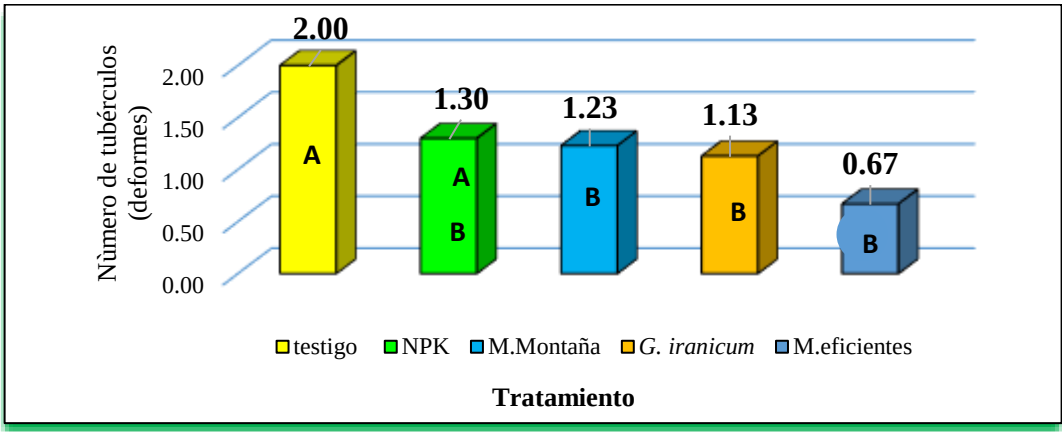
CV: 81.31%.

El análisis de varianza (ANOVA) para semillas deformes muestra que el efecto de los tratamientos es altamente significativo para un valor ($p < 0.05$). Esto indica que existen diferencias estadísticamente en la incidencia deformaciones de semillas, al menos, algunos de

los tratamientos aplicados. Sin embargo, el dato más crítico de este análisis es el Coeficiente de Variación (CV) extremadamente alto del 81.31%.

Figura 3. 21

Prueba de Tukey (0.05) número de tubérculos por planta de papa nativa var. Peruanita *Solanum goniocalyx*) con morfologías deformes, inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.



En la figura 3.9 muestra la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$), se determinó que el testigo presentó 2.0 tubérculos significativamente deformes de todos los tratamientos, seguido de NPK, Microorganismos de Montaña, *Glomus iranicum* y Microorganismos eficientes), los cuales formaron un grupo homogéneo sin diferencias estadísticas entre sí, demostrando que tanto con la inoculación con microorganismos de montaña, *Glomus iranicum* y microorganismos eficientes mejoran la calidad de la semilla al reducir las deformaciones.

Asimismo, Cabrera (2009) selecciona tubérculos con las siguientes características: Tubérculos deformes, tubérculos que presentan rajaduras y crecimiento secundario, tubérculos que no se ajustan a las características de la variedad, tubérculos que presentan desprendimiento de piel y tubérculos dañados por las herramientas en el momento de la cosecha. También, consideramos los tubérculos deformes de nuestra investigación para poder garantizar la calidad de la semilla.

Número de tubérculos por planta

Tabla 3. 22

Análisis de varianza número de tubérculos por planta de papa nativa var. Peruanita” (*Solanum goniocalyx*) inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	p-valor
Modelo	7300.56	4	1825.14	45.36	<0.0001

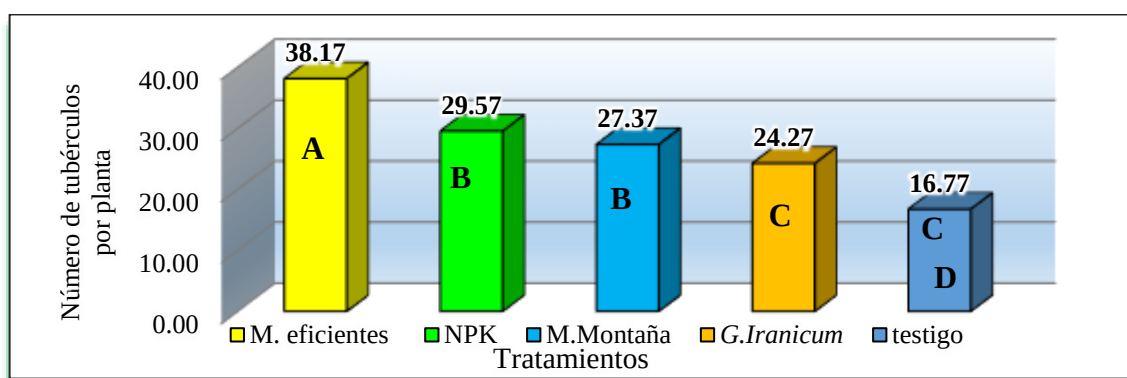
Tratamientos	7300.56	4	1825.14	45.36	<0.0001
Error	5833.73	145	40.23		
Total	13134.29	149			

CV:23.30%

En la tabla 3.10 muestra el análisis de varianza (ANOVA) número de tubérculos por planta muestra que el efecto de los tratamientos es altamente significativo para un valor de ($p < 0.05$), lo que indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los tratamientos evaluados; con un coeficiente de variación regularmente alta (CV) del 23.30%.

Figura 3. 22

prueba de Tukey (0.05) número de tubérculos por planta de papa nativa var. Peruanita” (*Solanum goniocalyx*), inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.



En la tabla 3.10 muestra la prueba de Tukey (0.05) de número de semilla prebásica de cultivo de papa variedad Peruanita (*Solanum goniocalyx*), el tratamiento de Microorganismos eficientes obtuvo el mayor número de tubérculos por planta promedio 38.17 tubérculos/planta, siendo estadísticamente superior a todos los demás tratamientos. El tratamiento NPK y microorganismos de montaña no hay diferencia entre ellos obteniéndose con un promedio de 29.57 y 27.37 tubérculos/planta, respectivamente, se ubica en un nivel intermedio de efectividad. Asimismo, con el tratamiento *Glomus iranicum* se obtuvo 24.27 tubérculos/planta, que también es superior al testigo 16.77 tubérculos/planta.

Los resultados obtenidos por Ramos et al. (2025), quienes en su investigación "Efecto de bioestimulantes en la semilla prebásica de papa obtenidas de plántulas in vitro" reporta que, en la variedad de papa (*Solanum goniocalyx*), alcanzaron un promedio de 13.53 tubérculos por planta. Este dato corresponde a uno de los resultados de la investigación que evaluó la

aplicación de bioestimulantes en la producción de semilla prebásica de esta variedad. Este resultado es inferior al resultado que obtuvimos.

De igual forma Ramos y Mayco (2020) demuestra que, utilizando módulos de producción al alcance de pequeños agricultores, obteniendo 7.1 y 11.0 tubérculos por planta en el cultivo de papas nativas, este resultado es inferior a nuestro experimento.

Enciso et al. (2026), demuestran que obtuvo 15.21 tubérculos mediante tecnología aeropónica en la variedad de canchan, (*Solanum tuberosum L.*) los resultados obtenidos son similares al tratamiento testigo, esta producción fue de tipo aeropónica.

Vásquez et al. (2019) demostró en su investigación evaluación de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum L.*), tres densidades de siembra y dos sustratos para producción de semilla prebásica, que obtuvo 19.42 tubérculos por planta, este resultado es similar al tratamiento testigo que es 16.77 tubérculos y al tratamiento *Glomus iranicum* que es 24.27 tubérculos por planta.

Flores et al. (2016) demostró en su investigación con Niveles de NPK para la producción de minitubérculos de papa en invernadero en el Valle de Toluca, obtuvo 18.6 tubérculos por planta, este resultado es similar al tratamiento testigo que es 16.77 tubérculos y al tratamiento *Glomus iranicum* que es 24.27 tubérculos por planta.

Potosí et al. (2013) investigó el efecto de microorganismos benéficos en la producción de semilla prebásica de papa en aeropónica, demostrando el número de tubérculos por planta 39.92, este resultado es similar al tratamiento de microorganismos eficientes, afirmando que la influencia de los microorganismos tiene un efecto positivo en la producción de semilla prebásica.

Rendimiento (kg/ m²)

Tabla 3. 23

Análisis varianza de rendimiento por kg/m² de papa nativa var. “Peruanita” (*Solanum goniocalyx*) inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.

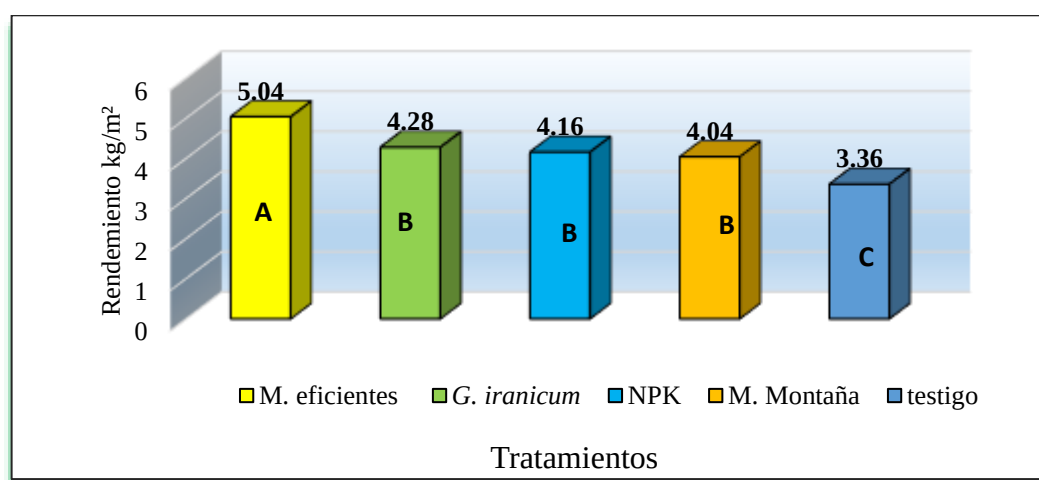
F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	p-valor
Modelo	7.21	4	1.80	28.25	<0.0001
Tratamientos	7.21	4	1.80	28.25	<0.0001
Error	1.28	20	0.06		
<u>Total</u>	8.49	24			

CV:6.05%

En la tabla 3.11 presenta el análisis de varianza (ANOVA) del rendimiento de semilla prebásica es la suma de gruesa, primera, segunda, tercera y cuarta de un área de 1 metro cuadrado lo permite concluir que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados. Esto se evidencia en un valor ($p < 0.05$), el cual es muy inferior al de 0.05. El coeficiente de variación (CV) es 6.05%.

Figura 3. 23

Prueba de Tukey (0.05) rendimiento por kg/m² de papa nativa var. “Peruanita” (*Solanum goniocalyx*) inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.



La figura 3.11 representa la prueba de Tukey de rendimiento de semilla prebásica *S. goniocalix* con un nivel de significancia, El tratamiento Microorganismos eficientes con una media de 5.04kg/m² constituye el tratamiento de mayor rendimiento, significativamente superior a todos los demás. Los tratamientos "*Glomus iranicum*" (4.28kg/m²), "NPK" (4.16kg/ m²) y " Microorganismos montaña" (4.04kg/ m²) forman un segundo grupo homogéneo, entre los cuales no existen diferencias significativas, pero que a su vez son superiores al testigo. Finalmente, el "testigo" (3.36kg/m²) forma un grupo aparte y presenta el rendimiento más bajo de todos los tratamientos evaluados.

Vásquez et al. (2019) menciona en su investigación evaluación de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), tres densidades de siembra y dos sustratos para producción de semilla prebásica, que obtuvo 320.75 g por planta, este resultado es superiores a nuestro experimento. Potosí et al. (2013) investigo el efecto de microorganismos benéficos (*Azospirillum*) en la producción de semilla prebásica de papa en aeropónica, demostrando un rendimiento de

5495.62 g este resultado es similar al tratamiento de microorganismos eficientes, afirmando que la influencia de los microorganismos tiene un efecto positivo en la producción de semilla prebásica.

Peso seco de la parte aérea

Tabla 3. 24

Análisis varianza de peso seco de parte aérea (g) de papa nativa var. “Peruanita” (Solanum goniocalyx) inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.

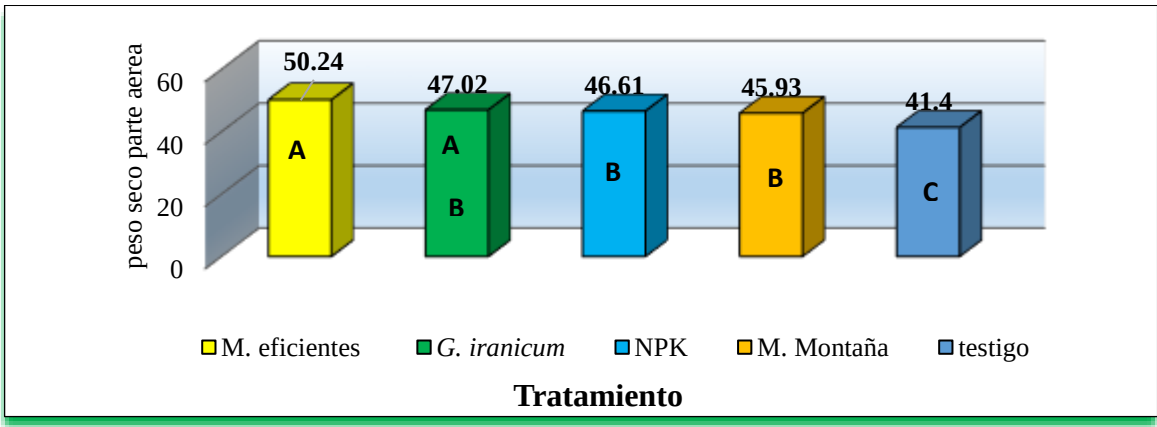
F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	p-valor
Modelo	402.40	4	100.60	14.81	<0.0001
Tratamientos	402.40	4	100.60	14.81	<0.0001
Error	305.76	45	6.79		
Total	708.16	49			

CV:5.64%

En la tabla de 3.12 representa peso seco del follaje análisis de varianza (ANOVA) Con un nivel de significancia del 5%, para el peso seco del follaje permite concluir que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados. Esta conclusión se sustenta para un valor p ($p < 0.05$). El coeficiente de variación fue de 5.64%.

Figura 3. 24

Prueba de Tukey (0.05) de peso seco de parte aérea (g), de papa nativa var. “Peruanita” (Solanum goniocalyx) inoculados con microorganismos benéficos y sin inocular. Ayacucho, 2025.



En la figura 3.12 muestra la Prueba de Tukey de materia seca de parte aérea de la planta de semilla prebásica de papa nativa variedad Peruanita con un nivel de significancia de 0.05, Con el tratamiento Microorganismos eficientes se obtuvo 50.24 g demostrando una diferencia

significativa a todos los demás tratamientos. Los tratamientos "*Glomus iranicum*" (47.02 g), "NPK" (46.6 g) y "Microorganismos Montaña" (45.93 g) no presentan diferencias estadísticamente significativas entre sí, los tres son significativamente superiores al "testigo" (41.40 g).

Porcentaje de colonización de los microorganismos en la raíz

Tabla 3. 25

Análisis varianza de porcentaje de colonización de microorganismos benéficos en la raíz de papa nativa var. "Peruanita" (Solanum goniocalyx). Ayacucho, 2025.

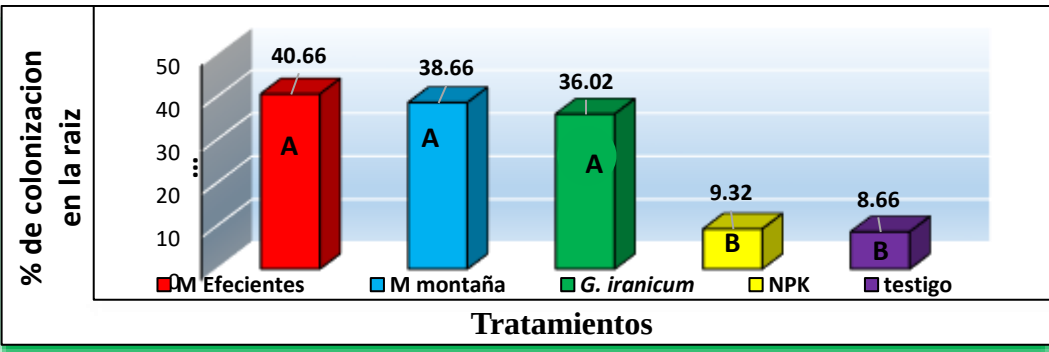
F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	p-valor
Modelo	6296.41	8	787.05	24.92	< 0.0001
Tratamientos	5261.43	4	1315.36	41.62	< 0.0001
Muestra	1034.98	4	258.75	8.19	0.009
Error	505.61	16	31.60		
Total	6802.02	24			

CV:21.08 %

En la tabla 3.13 presenta porcentaje de colonización de microorganismos análisis de varianza (ANOVA) revela que el modelo estadístico es altamente significativo para un valor ($p < 0.05$), explicando la variación en el porcentaje de colonización de microorganismos benéficos. El coeficiente de variación del 21.08%.

Figura 3. 25

Prueba de Tukey (0.05) porcentaje de colonización (%) de microorganismos benéficos en la raíz de papa nativa var. Peruanita (Solanum goniocalyx). Ayacucho, 2025.



En la figura 3.13 representa el porcentaje de colonización de microorganismos en la raíz del cultivo de semilla prebásica de papa nativa variedad Peruanita (*Solanum goniocalyx*), prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) identifica diferencias significativas entre los tratamientos aplicados. El tratamiento de microorganismos eficientes tiene un alto porcentaje de colonización 40.66%,

microorganismo de montaña 38.66% y *Glomus iranicum* 36.02% estos tratamientos no forman una diferencia significativa entre sí. los tratamientos de NPK y testigo no forman una diferencia significativa entre sí. Hay una alta diferencia significativa entre los tratamientos inoculados y no inoculados.

De igual forma Méndez et al. (2021) en su investigación sobre indicadores de colonización de hongos micorrícicos arbusculares en papa (*Solanum tuberosum*), determinaron un porcentaje de colonización radicular de 46.25%, el cual se establece como un valor de referencia significativo. En nuestro estudio, los tratamientos con inoculantes con microorganismos benéficos mostraron valores cercanos a este referente, destacando Microorganismos Eficientes con 40.66%, seguido de Microorganismos de Montaña con 38.66% y *Glomus iranicum* con 36.02%. En contraste, los tratamientos convencionales registraron valores considerablemente inferiores, NPK con 9.32% y el testigo con 8.66%.

CONCLUSIONES

4. Se determinó que los microorganismos eficientes (EM) ejercieron influencia positiva en la productividad de papa nativa de variedad Peruanita (*Solanum goniocalix*), demostrando ser el tratamiento más efectivo al alcanzar los valores superiores en los diferentes parámetros evaluados como: altura de la planta, longitud de raíz, clasificación, número de tubérculos por planta, peso seco aéreo, rendimiento (5.04 kg/ m²) y porcentaje de colonización.
5. Los microorganismos de montaña (MM) y *Glomus iranicum* tuvieron rendimientos 4.04kg/m² y 4.28kg/m² respectivamente superiores al testigo, respectivamente; asimismo en el número de tubérculos se obtuvo 27.37 tubérculos por planta y 24.27 tubérculos por planta respectivamente sin diferencia estadística entre dichos tratamientos.
6. Los tres tratamientos inoculados superaron con significancia estadística al tratamiento sin inocular, quienes tuvieron un rendimiento de 3.36 kg/ m² y 16.77 tubérculos por planta. inferiores frente a inoculados. Resultados que nos permite concluir que estos microorganismos constituyen una alternativa agroecológica prometedora.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cabrera, H. (2009). *Manual Técnico de Producción de Semilla Básica de Papa*, Estación Experimental Baños del Inca INIA Cajamarca. https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/724/1/Cabrera-Manual_producci%c3%b3n_semilla_papa.pdf
- Enciso Ichpas, B., Herrera Fuentes, B., y Verástegui Rojas, C., (2026). *Evaluación agronómica de la producción de semilla prebásica de tres cultivares de papa (Solanum tuberosum L.)* mediante tecnología aeropónica. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 7(2), 866 a 877. <https://doi.org/10.56712/latam.v7i2.5603>
- Flores-López, Román, Sotelo-Ruiz, Erasto, Rubio-Cobarrubias, Oswaldo, Álvarez-Gonzalez, Amanda, & Marín-Casimiro, Maricela. (2016). Niveles de NPK para la producción de minitubérculos de papa en invernadero en el Valle de Toluca. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(5), 1131-1142. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S200709342016000501131&lng=es&tlng=es.
- Garzón, L. (2014). *“Efecto de cuatro categorías de semilla en el rendimiento de papa (solanum tuberosum L.) variedad superchola.”* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica De Chimborazo]. Repositorio Académico de la producción intelectual de la Comunidad Politécnica. <https://dspace.esPOCH.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/cdebc4f-8773-4f83-9ccc2b7665e876ea/content>
- Higa, T., & Parr, F. (1994). Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment (Vol. 1). International Nature Farming Research Center. <http://www.infrC.or.jp/knf/PDF%20KNF%20Conf%20Data/C1-5-015.pdf>.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (INEI). (2024). A nivel nacional la producción de papa creció en 73,2%, cuatro departamentos contribuyeron con el 71,3% del total, durante abril de 2024. /1 <https://goo.su/hS0kZO>
- Magallán-Maslucán, L., Angulo Cueva, G. E., Juárez Contreras, L. del P., Silva Valqui, G., & Leiva-Espinoza, S. (2019). Evaluación del rendimiento de semilla prebásica de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum*) en un sistema aeropónico, distrito de Luya Viejo-región Amazonas. *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 2(3), 61-68. <https://doi.org/10.25127/aps.20183.405>

- Marmolejo, D., & Corpus, C. (2021). Características y rendimiento de semillas básicas de papa nativa (*Solanum goniocalyx*) obtenidas en biorreactor de inmersión temporal en condiciones de invernadero. *Revista De La Facultad De Agronomía De La Universidad Del* Zulia, 38(2), <https://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/35502> 322-341.
- Méndez, S., Esquivel, R. & Ochoa, W. (2021). Indicadores de colonización de hongos micorrícicos arbusculares en “papa” (*Solanum tuberosum* L.). *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 9(1), 53-63. <https://doi.org/10.36610/j.jsab.2021.090100053>
- Potosí, F., Montesdeoca, F., Taipei, A., Alvarado, P., Paucar, B., & Andrade-Piedra, J. (2013). *Efecto de microorganismos benéficos en la producción de semilla prebásica de papa en aeroponía*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y Centro Internacional de la Papa (CIP). <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2505>
- Quispe, L., Betalleluz, I., Vargas-Delgado, Luis, & Velezmoro, C. (2018). Estabilidad de papa amarilla (*Solanum goniocalyx*) cocida/prensada durante el almacenamiento en congelación. *Scientia Agropecuaria*, <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.01.12> 9(1), 123-131.
- Ramos, S., Campos, E., Condor, E., Toribio Ayala, N. & Rueda, D. (2025). Efecto de bioestimulantes en semillas prebásica de papa obtenidas de plántulas in vitro. *Revista Alfa*, 9(26), 398–410. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v9i26.354>
- Rodríguez, L., (2010). Origen y evolución de la papa cultivada. Una revisión. *Agronomía Colombiana*, 28 (1), 9-17. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180315651001>
- Tineo, S., Paitamala, O., & Matsusaka, C. (2025). Aplicación de O₂ y O₃ en semilla pre-básica de papa (*Solanum tuberosum* L.). *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 7(2). <https://doi.org/10.25127/agrops.20252.1085>
- Vásquez-Ramírez, W., Pérez-Ascencio, M., & Lara-Ascencio, F. (2019). Evaluación de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), tres densidades de siembra y dos sustratos para producción de semilla prebásica. *Revista Agrociencia*, 3(13), 33–49. <https://www.agronomia.ues.edu.sv/agrociencia/index.php/agrociencia/article/view/149>
- Vivanco, A. (2018). *Rentabilidad económica de la producción de semillas pre básicas de cinco variedades de papas nativas (solanum spp.) en la provincia de acobamba – Huancavelica*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio Institucional

Universidad Nacional de Huancavelica.

<https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/70d81d6d-3c45-42fa-8550-e226430874c5/content>