

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

Tema: “Evaluación de biofertilizantes foliares en tres variedades de papa (*Solanum tuberosum*) Tulcán, Ecuador”

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de Ingeniera en Agropecuaria

AUTOR: Pozo Tarupi Erin Dayana

TUTOR: MSc. Mora Quilisman Segundo Ramiro, PhD.

Tulcán, 2024

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que la estudiante Pozo Tarupi Erin Dayana con el número de cédula 0401565742 respectivamente ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de biofertilizantes foliares en tres variedades de papa (*Solanum Tuberosum*) Tulcán, Ecuador"

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

MSc. Mora Quilisman Segundo Ramiro, PhD.

TUTOR

Tulcán, febrero de 2024

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniera en la Carrera de agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Pozo Tarupi Erin Dayana con cédula de identidad número 0401565742 respectivamente declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



Pozo Tarupi Erin Dayana

AUTORA

Tulcán, febrero de 2024

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo Pozo Tarupi Erin Dayana declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de biofertilizantes foliares en tres variedades de papa (*Solanum Tuberosum*) Tulcán, Ecuador" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



Pozo Tarupi Erin Dayana

AUTORA

Tulcán, febrero de 2024

AGRADECIMIENTO

A Dios, quien me guío con su luz infinita para alcanzar una meta académica importante en mi vida, gracias por estar conmigo cuando más lo necesite y bendecir todas las actividades que realice dentro de mi carrera.

A mis padres, Cecilia Tarupi y José Pozo, quienes me apoyaron en cada una de mis decisiones y motivarme siempre a ser una persona responsable para culminar esta etapa académica con éxito.

A mis hermanos, Elsa Nazate y Fernando Nazate, quienes por sus consejos y anécdotas me impulsaban a ser mucho mejor que antes, me permitieron aprender junto con ellos nuevas cosas dentro del aspecto agrícola y pecuario, que me ayudaron mucho de manera practica en mis estudios.

A mi tutor, PhD. Ramiro Mora, por la información y paciencia compartida que me brindo al momento de realizar mi tesis, sus sabios conocimientos y consejos fueron importantes en esta investigación.

A la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, por ser aquella entidad académica que me permitió obtener muchos conocimientos, sobre aspectos que serán importantes dentro de mi vida profesional y personal.

Erin Dayana Pozo Tarupi

DEDICATORIA

Esta investigación es reflejo de mi esfuerzo y sacrificio, la cual se la dedico a Dios, la fe y amor que siempre le he tenido ha permitido, que exitosamente culmine mi carrera profesional.

A mi madre Cecilia Tarupi, ha sido mi apoyo incondicional siempre, por la confianza a ciegas que pone en mí, su esfuerzo y sacrificio para darme la oportunidad de crecer profesionalmente, motivarme en los momentos más cruciales de mi vida académica y por todo el amor brindado, mis triunfos serán siempre suyos.

A mi padre José Pozo, quien con sus consejos me ha impulsado a seguir adelante.

A Elsa y Fernando Nazate, mis hermanos gracias por el apoyo desinteresado y las enseñanzas que me brindaron de acorde a sus conocimientos, me motivaron a ser cada día mejor.

Erin Dayana Pozo Tarupi

ÍNDICE

RESUMEN.....	11
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN	13
I. EL PROBLEMA.....	14
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	15
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	15
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	16
1.4.1. Objetivo General	16
1.4.2. Objetivos Específicos	16
1.4.3. Preguntas de Investigación	16
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	17
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	17
2.2. MARCO TEÓRICO	20
2.2.1 Cultivo de papa.....	20
2.2.2 Fertilización Foliar	29
2.2.3 Biofertilizantes	31
2.2.4 Té de estiércol	34
2.2.5 Biol	34
2.2.6 Extracto de Algas.....	35
2.2.7 Kelpak	35
III. METODOLOGÍA	37
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	37
3.1.1. Enfoque Cuantitativo	37
3.1.2. Tipo de Investigación.....	37
3.2. HIPÓTESIS	38

3.2.1 Hipótesis Alternativa:	38
3.2.2 Hipótesis Nula:	38
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	39
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	40
3.4.1 Localización del experimento	40
3.4.2 Tratamientos del experimento	40
3.4.3. Características del diseño experimental	41
3.4.4 Distribución de las unidades experimentales	41
3.4.5 Selección de las unidades experimentales (Plantas)	41
3.4.6 Variables evaluadas	42
3.4.7 Materiales	43
3.4.8 Procedimiento.....	44
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	46
3.5.1. Esquema del análisis estadístico.....	46
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
4.1. Altura de planta (cm) a los 45,60,90 dds	47
4.2 Número de tallos principales (u) a los 45,60 Y 90 dds	51
4.3 Diámetro de tallos principales (cm) a los 45, 60 y 90 dds.....	53
4.4. Número de tubérculos (u) por categorías (1°,2°,3°)	56
4.5 Peso de tubérculos (kg) por categorías (1°,2°,3°)	59
4.6. Análisis Costo Beneficio	62
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	63
5.1. CONCLUSIONES	63
5.2. RECOMENDACIONES	63
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
VII. ANEXOS.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la papa (<i>Solanum Tuberosum L</i>)	21
Tabla 2. Descripción de papa variedad "Superchola"	25
Tabla 3. Descripción de papa variedad Única Pera	26
Tabla 4. Descripción de papa variedad Diacol Capiro	26
Tabla 5. Plagas que atacan al cultivo de papa	29
Tabla 6. Enfermedades que atacan al cultivo de papa.....	29
Tabla 7. Beneficios de los Biofertilizantes en el cultivo de la papa	33
Tabla 8. Análisis físicoquímico de té de estiércol.....	34
Tabla 9. Análisis físicoquímico del Biol	35
Tabla 10. Análisis físicoquímico del extracto de algas	35
Tabla 11. Análisis físicoquímico del Kelpak.....	36
Tabla 12. Operacionalización de variables	39
Tabla 13. Tratamientos de estudio y descripción	40
Tabla 14. Características del diseño experimental	41
Tabla 15. Representación del análisis de la varianza (ANOVA)	46
Tabla 16: ANOVA para la altura de planta (cm) a los 45,60 Y 90 dds.....	47
Tabla 17. Prueba Tukey AL 5 % para la altura de planta (cm) a 45,60 y 90 dds.....	49
Tabla 18. ANOVA para número de tallos principales (u) a los 45,60 Y 90 dds	51
Tabla 19. Prueba Tukey al 5 % para número de tallos (u) a los 45,60 y 90 dds	51
Tabla 20. ANOVA para el diámetro de tallos principales (cm) los 45, 60 y 90 dds.....	53
Tabla 21. Prueba Tukey para diámetro de tallos principales (cm) a 45, 60 y 90 dds..	54
Tabla 22. ANOVA para el número de tubérculos (u)por categorías (1°,2° y 3°)	56
Tabla 23. Prueba Tukey para número de tubérculos (u) por categorías (1°,2°y 3°)....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de la planta de papa	21
Figura 2. Fases fenológicas del cultivo de la papa.....	27
Figura 3. Mapa Ubicación de la Finca "LA Rancherita" Sector Guamag Bajo.....	40
Figura 4. Distribución de las unidades experimentales	41
Figura 5. Diseño de la parcela y ubicación de plantas evaluadas.....	42
Figura 6. Altura de planta en (cm) a los 45 (dds)	49
Figura 7. Altura de planta en (cm) a los 60 (dds)	50
Figura 8. Altura de planta en (cm) a los 90 (dds)	50

Figura 9. Número de tallos principales (u) a los 45 dds	52
Figura 10. Número de tallos principales (u) a los 60 dds	52
Figura 11. Número de tallos principales (u) a los 90 dds	53
Figura 12. Diámetro del tallos principales (cm) a los 45 dds.....	54
Figura 13. Diámetro del tallos principales (cm) a los 60 dds.....	55
Figura 14. Diámetro del tallos principales (cm) a los 90 dds.....	55
Figura 15. Número de tubérculos (u) categoría 1°	57
Figura 16. Número de tubérculos (u) categoría 2°	58
Figura 17. Número de tubérculos (u) categoría 3°	58
Figura 18. Peso de tubérculos(Kg) categoría 1°	60
Figura 19. Peso de tubérculos (Kg) categoría 2°	61
Figura 20. Peso de tubérculos (Kg) categoría 3°	61
Figura 21. Dosificación en bomba 20L	75
Figura 22. Biofertilizantes	75
Figura 23. Pesaje de tubérculos	75
Figura 24. Clasificación de tubérculos.....	75
Figura 25. Preparacion de biofertilizantes	76
Figura 26. Fertilización foliar	76
Figura 27. Toma de datos altura de planta	76
Figura 28. Realización de aporque	76

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC	71
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas	72
Anexo 3. Análisis del Biofertilizante (Biol)	74
Anexo 4. Fotos del desarrollo del experimento	75
Anexo 5. Tabla costo de producción en una hectárea.....	77
Anexo 6. Resultado de análisis de suelo.....	78

RESUMEN

Se realizó la evaluación de tres biofertilizantes foliares con un testigo químico, en cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) variedades (Superchola, Única Pera y Capiro), aptas para la zona del cantón Tulcán. Se utilizaron biofertilizantes foliares como (té de estiércol, biol, extracto de algas y un testigo químico (kelpak), se realizó un experimento de Diseño de Bloques Completamente al Azar con cuatro repeticiones y doce tratamientos. Las variables evaluadas fueron: altura de planta (cm), número de tallos principales (u), diámetro de tallos principales (cm), número de tubérculos (u) por categorías de (1,2,3), peso fresco de tubérculos (kg) y costos de producción (USD). Para el análisis estadístico se empleó el programa Infostat 2020 y para la comparación de las medias se utilizó la prueba de Tukey $p < 0,05$. El análisis de resultados mostró que el número y peso de tubérculos en categoría primera, el tratamiento ocho T8 (variedad Única Pera + kelpak), presentó el rendimiento más alto con un promedio de tubérculos de 15.75 unidades, un peso de 3.93 kg por tratamiento y un beneficio directo de 1.22 dólares por cada dólar invertido. Se demuestra que el fertilizante kelpak de síntesis químico es una alternativa para aumentar la producción y eficiencia con respecto a número y peso de tubérculos, convirtiéndose en una opción productiva que mejora los índices de rendimiento productivo.

Palabras Claves: fertilización foliar, biol, extracto de algas, kelpak.

ABSTRACT

The evaluation of three foliar biofertilizers was carried out with chemical control in potato cultivation (*Solanum tuberosum*) varieties (Superchola, Única Pera, and Capiro). Suitable for Tulcán canton area. Biofertilizers use foliar substances such as (manure tea, biol, algae extract, and chemical control (kelpak). A completely Alternate Block Design experiment was carried out randomly with four repetitions and twelve treatments. The variables evaluated were plant height (cm), number of main stems (u), diameter of main stems (cm), number of tubers (u) by categories of (1,2,3), weight tuber freshness (kg), and production costs (USD). For the Statistical analysis, the Infostat 2020 program was used, and for comparison of the mean in Tukey's test, $p < 0.05$. The analysis of results showed that the number and weight of tubers in the first category, treatment eight T8 (Single Pear + kelpak variety), presented the highest yield with an average tuber of 15.75 units, weighing 3.93 kg per treatment and a direct benefit of \$1.22 for every dollar invested. It demonstrates that chemical synthesis kelpak fertilizer is an alternative to increase the production and efficiency concerning the number and weight of tubers, becoming a productive option that improves performance rates.

KEYWORDS: foliar fertilization, biol, seaweed extract, kelpak.

INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es uno de los alimentos más producidos a nivel mundial, se ubica en quinto lugar después de la caña de azúcar, maíz, trigo y arroz. En más de cien países la papa es un cultivo que se sitúa dentro de las principales actividades y fuentes agrícolas, obteniendo una importante contribución en la generación de ingresos a productores y comerciantes, como de la misma forma parte de la dieta alimentaria diaria de millones de personas (Tocagón y Prado, 2021).

La producción nacional de papa en Ecuador, se registró en el año 2021 una producción de 244 749 toneladas y una superficie cosechada de 19 088 hectáreas, con un rendimiento promedio de 12.82 t/ha. (SIPA-MAG, 2022). En particular, la producción vincula a 82 mil productores en un total de 90 cantones; este tubérculo cuenta con una superficie sembrada de 50 mil hectáreas, de donde se producen 300 mil toneladas repartidas en la alimentación de cada familia; en el país, cada persona consume un promedio de 30 Kg de papa al año, se estima que aproximadamente 250 familias dependen del cultivo de papa como tal, dado que el 50% de los agricultores son considerados pequeños, con áreas cultivadas de 2 hectáreas en promedio que representan el 20% del área total de siembra, en la demanda nacional del producto, el 74% es consumo doméstico, el 9% consumo industrial y el 17% semilla; por la importancia ancestral social y económica que representa el producto, cada 29 de junio se conmemora el día nacional de la papa (Bayer, 2022).

La papa se siembra en la región sierra, siendo las provincias de Carchi, Chimborazo y Tungurahua las provincias con mayor superficie cosechada la cual representa el 66.33% del total de la superficie y en producción la provincia de Carchi es la de mayor participación con un 41.27% (INIAP, 2022).

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El desarrollo de prácticas productivas extensivas en busca de mejorar la productividad ha promovido la utilización excesiva de insumos químicos y causados problemas ambientales y productivos en el ámbito agrícolas. Por ello, el gran desafío es proporcionar seguridad alimentaria sin afectar la sostenibilidad ambiental (Beltrán y Bernal, 2022).

En el Ecuador, de acuerdo con datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), en el año 2019 la superficie cultivada de papa fue de 21 107 hectáreas (ha) con una producción de 517 655 toneladas métricas (t) y un rendimiento de 23.42 t/ha. Aproximadamente el 81% de la producción se comercializa para consumo en fresco y el resto es utilizado por la industria de procesamiento. El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) mantiene una colección de 550 variedades de las especies: *S. andigena*, *S. phureja*, *S. stenotomum* y *S. chaucha*. En el país se siembran alrededor de 30 variedades mejoradas, de las cuales las más cultivadas son: Superchola, Única, Yema de huevo e INIAP Fripapa, que representan más de la mitad del área sembrada en el país (Araujo, y otros, 2021).

El cultivo de la papa, *Solanum tuberosum*, demanda un alto uso de insumos agrícolas entre los que destacan los fertilizantes químicos (FQ) y enmiendas orgánicas (EO), las cuales alcanzan en muchos casos un alto porcentaje en los costos de producción, por lo que se hace necesario buscar estrategias de manejo que disminuyan el valor de la fertilización. La producción de papa se basa en el excesivo uso de agroquímicos, especialmente para la producción de semilla, lo cual no solo encarece la producción, sino que contamina los suelos, el ambiente y la salud de los productores. Desde hace una década se ha impulsado la producción agrícola sustentable, para lo cual se han desarrollado prácticas alternativas para la producción sostenible que incluye utilización de semilla sana de variedades tolerantes o resistentes a plagas y enfermedades, control integrado de plagas y uso de abonos orgánicos (Ormeño, 2019).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La finca "La Rancherita" enfrenta desafíos debido al uso excesivo de fertilizantes químicos en cultivo de papa. Esta práctica está provocando una degradación del suelo y una pérdida progresiva de nutrientes, lo que a su vez ocasiona la aparición de enfermedades y una reducción en la producción de tubérculos por planta. Además, el elevado costo de los fertilizantes foliares químicos hace evidente la necesidad de considerar la implementación de una fertilización orgánica como una alternativa relevante y viable.

1.3. JUSTIFICACIÓN

La papa es un cultivo tradicional de la sierra ecuatoriana, convirtiéndose en un componente importante de la canasta básica de las familias ecuatorianas. Las zonas de producción se ubican en su mayoría sobre los 3 000 m de altitud, el ministerio de agricultura (MAG) define tres regiones diferentes de producción de papa. El norte, el centro y el sur. La provincia del Carchi constituye actualmente la zona de producción de papa más importante del país, con agricultores que cultivan casi el 35% de la producción nacional en solamente el 25% de la superficie (Crissman et al., 2022).

Los biopreparados ya sean biofertilizantes o bioestimulantes contribuyen a que el metabolismo en los cultivos donde se han probado haya sido más intenso; y por lo tanto se ha logrado un incremento en el rendimiento de dichos cultivos. Estos productos se preparan a partir de recursos orgánicos disminuyendo costos y la carga contaminante del medio por lo que son una alternativa viable para la producción de alimentos libres de residuos químicos (Sánchez Llevat, 2022).

Por esta razón, la presente investigación evaluó el efecto de la aplicación de biofertilizantes foliar en el cultivo de papa (*solanum tuberosum*), con el fin de aprovechar los residuos orgánicos y remplazar a la fertilización química, para obtener mejores resultados en desarrollo fenológico, rendimiento de producción y aumento de peso de tubérculos en las diferentes variedades de papa.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Evaluar biofertilizantes foliares en tres variedades de papa (*Solanum Tuberosum*) Tulcán- Ecuador.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Analizar el desarrollo vegetativo foliar de cada tratamiento en las tres variedades de papa (*Solanum Tuberosum*) Capiro, Única Pera y Superchola.
- Determinar el rendimiento productivo por tratamiento en función del mayor número y peso de tubérculos al momento de cosecha.
- Analizar el índice del costo beneficio de los tratamientos.

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Cuáles son los biofertilizantes a adquirir?
- ¿Cuál la es principal ventaja de aplicar biofertilizantes foliares proveniente de los estiércoles y los extractos?
- ¿Cuál es el desarrollo vegetativo foliar alcanzado en cada tratamiento en las tres variedades de papa (*Solanum Tuberosum*) Capiro, Única Pera y Superchola con la aplicación de los biofertilizantes?
- ¿Cuál es el rendimiento productivo por tratamiento en función del mayor número y peso de tubérculos al momento de cosecha?
- ¿Cuál es el costo – beneficio de la producción de cada tratamiento?
- ¿Cómo beneficia a la finca "La Rancherita" y a los diferentes productores de papa de la zona?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación realizada por (Yucailla, 2020), tuvo el objetivo de obtener un producto de papa chaucha libre de contaminantes, para ello evaluaron la respuesta agronómica de tres tipos de abonos orgánicos en el cultivo de papa chaucha, así como la determinación del porcentaje de mejora. Para la ejecución del proyecto, se empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar que involucró la aplicación de 5 tratamientos con 5 repeticiones cada uno. La aplicación de diferentes abonos orgánicos se realizó en dosis específicas: T1 (4 kg de estiércol de cuy), T2 (3 kg de gallinaza), T3 (4 kg de humus), T4 (1 kg de fertilizante sólido), T5 (testigo).

En cuanto a la altura de las plantas a los 120 días de cultivo, el T4 (1 kg de fertilizante sólido), mostró el mejor desempeño. En la variable número de tubérculos, el T1 (4 kg de estiércol de cuy), obtuvo el resultado más destacado, con un total de 83 unidades de tubérculos. En lo que respecta al peso de los tubérculos por tratamiento, nuevamente el T4, lideró con un peso promedio de 49.07 kg.

Sin embargo, es importante destacar que, en términos de beneficio/costo, los mejores resultados se observaron en el T4 y T5 (testigo), con valores de 1.15 y 1.16 USD respectivamente. Es relevante mencionar que los valores obtenidos mediante la aplicación de los abonos orgánicos no resultaron satisfactorios. Dado que, durante el período de la investigación, el cultivo enfrentó problemas relacionados con el ataque de una enfermedad conocida como "punta morada".

En el artículo desarrollado por (Mora et al, 2021) se abordó la evaluación de diferentes estrategias de fertilización en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), empleando: Biol, microorganismos solubilizadores de fósforo y extractos de algas. El experimento se desarrolló en condiciones de campo abierto, bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 7 tratamientos, cada uno con 4 repeticiones, sumando un total de 28 unidades experimentales. Cada unidad estaba compuesta por 30 plantas, de las cuales se seleccionaron 6 para conformar una muestra total de diámetro de los tallos, número de tallos, rendimiento por planta y la relación costo

beneficio (C/B). El tratamiento T2 (100% NPK + Fosfotic) se destacó como el más productivo, logrando un peso de tubérculos de 2.29 kg por planta y una cantidad de tubérculos de primera categoría que alcanzó los 12.88 por planta. Estos resultados positivos respaldan la viabilidad de utilizar estrategias de biofertilización, aprovechando la interacción adecuada entre los nutrientes NPK y los microorganismos solubilizadores de fósforo, lo que mejora la absorción de nutrientes disponibles en el suelo. Desde una perspectiva económica, el tratamiento más rentable fue el T2 (100% NPK + Fosfotic), con un índice de costo/beneficio (C/B) de -0.11 USD, lo que indica una inversión que genera beneficios netos. En comparación con el tratamiento de control T1 (100% NPK), cuyo C/B fue de -0.20 USD, se observa claramente que el tratamiento T2 es más favorable en términos de rentabilidad y rendimiento.

La investigación de (Yanarico, 2021) tuvo el objetivo de evaluar la aplicación de los biofertilizantes Phostop, Energy top y Tricobal-L en dos variedades de papa con una dosis de 45ml por kg de semilla. Los resultados muestran que en la variedad Waych'a, los productos Phostop y Tricobal-L alcanzaron un porcentaje de emergencia del 66.82% y 98.90% respectivamente a los 30 y 45 días. En cuanto a la altura de las plantas, la variedad Sani Imilla tratada con Energy top alcanzó los 31.60 cm. En el número de tubérculos por planta, la variedad Waych'a tratada con Phostop produjo en promedio 9 tubérculos. En cuanto al diámetro de los tubérculos, en la variedad Waych'a, la co-inoculación de los tres biofertilizantes resultó en un mayor porcentaje de tubérculos de tamaño III (40.25%), mientras que el testigo tuvo un tamaño IV (37.65%). Para la variedad Sani Imilla, la mayoría de los tubérculos también fueron de tamaño III, excepto aquellos tratados con Tricobal-L (28.25%) que obtuvieron un tamaño IV (30.36%). En términos de rendimiento, la variedad Waych'a tratada con Energy top alcanzó 7,694.00 Kg/ha y la variedad Sani Imilla tratada con Energy top obtuvo 8,680.50 Kg/ha de producción. El análisis económico basado en el beneficio/costo (B/C) de los rendimientos obtenidos determinó que la variedad Sani Imilla tratada con Energy top obtuvo un B/C de 2.05, lo que indica que este tratamiento resulta rentable.

Este trabajo es relevante en términos de aplicación de biofertilizantes en el cultivo de papa, así como la metodología de seguimiento y evaluación de la productividad en términos de tallos, altura, número de tubérculos, peso y rendimiento económico, los cuales también se analizan en la presente.

En el estudio de Oliveira (2021) se evaluó la acumulación de macronutrientes y la productividad de papa mediante la aplicación de biofertilizante (BF) en las hojas, en comparación con una fertilización química convencional NPK basada en nitrógeno, fósforo y potasio siendo el testigo y una fertilización convencional combinada con biofertilizantes. Se llevaron a cabo evaluaciones a los 31, 41, 51, 61, 71, 81 y 91 días después de la siembra (DDS). Los BF generaron mayores acumulaciones de nutrientes como N, K, Ca y Mg en las hojas, especialmente N y K, alcanzando el período de máxima acumulación entre los 62 y 66 DDS. Las acumulaciones de N, P, K, Ca y Mg en los tubérculos se aceleraron a partir de los 71 DDS. Al final del ciclo, se observó que la aplicación de biofertilizantes incrementó significativamente las acumulaciones de N, P, K y Ca en un rango del 30% al 64%, mientras que las acumulaciones de Mg se duplicaron y las acumulaciones de S no mostraron diferencias significativas entre los períodos de evaluación. Finalmente, el uso de biofertilizantes también resultó en una mayor productividad de tubérculos, con un calibre más grande y mayores contenidos de sólidos solubles en el cultivo de papa.

Esta investigación fue considerada dada su aplicación e interacción entre biofertilizantes y fertilización química para determinar su rendimiento en la papa. De igual manera la metodología resulta interesante para la futura discusión de resultados.

La investigación llevada a cabo por (Gaibor, 2022) se centró en la aplicación de fertilizantes, tanto foliares como edáficos, en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*). Este estudio se rigió por un diseño de bloques completamente aleatorios, con un total de 5 tratamientos y 4 repeticiones. La variedad de papa utilizada fue la Superchola, y la densidad de siembra varió de 24 a 40 cm entre plantas y de 90 a 120 cm entre las filas. Para la fertilización del suelo, se emplearon tres tipos de fertilizantes: cloruro de potasio, fosfato diamónico y urea. En cuanto a la fertilización foliar, se utilizó el producto denominado peka. Antes de iniciar el ensayo experimental, se efectuó un análisis del suelo, y la tierra se preparó mediante el uso de azadones y trincheras para la siembra. La siembra del cultivo se realizó de forma manual, y el riego se aplicó de acuerdo a las necesidades. La recopilación de datos se llevó a cabo mediante el uso de herramientas como cintas métricas, balanzas digitales, libretas, cámaras, lápices y computadoras portátiles. Se evaluaron diferentes variables, incluyendo el rendimiento, el número de tubérculos por parcela, el diámetro de los tubérculos, el peso de los tubérculos y la altura de la planta a los 30, 60 y 90 días. Según los

resultados, el tratamiento más efectivo en términos de rendimiento del cultivo de papa fueron los tratamientos T2 (P60% + N50%) y T4 Foliar 40%+ T2), con el mayor número de tubérculos por parcela con 17 y 22 unidades, el mayor diámetro de los tubérculos, el mayor peso de los tubérculos y el mayor rendimiento en comparación con los otros tratamientos. Además, la altura de la planta a los 30, 60 y 90 días también fue mayor en los tratamientos T2 (P60%+ N50%) y T4 (Foliar 40%+ T2). Los resultados también detallaron que el tratamiento T2 tuvo un beneficio neto de \$ 1,156.50 dólares y una relación beneficio/costo de 1.67, mientras que el tratamiento T4 (Foliar 40%+ T2) tuvo un beneficio neto de \$ 1,126.50 dólares y una relación beneficio/costo de 1.63. Por lo tanto, se puede concluir que los tratamientos T2 y T4 fueron los más efectivos en términos de beneficio neto y relación beneficio/costo.

En la investigación realizada por (Villa, 2023), se evaluaron dos abonos orgánicos y nitrato de calcio para el rendimiento de papa de variedad chaucha. Cada tratamiento se aplicó en diferentes dosis de 50, 100 y 150 kg/ha de nitrógeno, lo que resultó en un total de 9 unidades experimentales. El estudio utilizó un diseño de bloques completos al azar DBCA bifactorial (3x3), con 3 repeticiones y un total de 27 unidades experimentales. Se evaluaron los siguientes parámetros: porcentaje de emergencia, días a la floración, número de tubérculos/planta, peso de los tubérculos/categoría en gramos/planta, rendimiento por hectárea en kg/ha y el análisis económico mediante la relación beneficio/costo. Los resultados del estudio mostraron que el abono orgánico Gallinaza a una dosis de 150 kg/ha de nitrógeno presentó el mejor rendimiento, con 13,914.13 kg/ha en el cultivo de papa chaucha. En referencia a la relación beneficio-costo, el tratamiento con Gallinaza a una dosis de 150 kg/ha de nitrógeno presentó el mayor beneficio/costo con una ganancia de 1.37 USD. Por lo tanto, se sugiere la aplicación de Gallinaza a una dosis de 150 kg/ha de nitrógeno para obtener un mayor rendimiento agronómico y económico.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1 Cultivo de papa

2.2.1.1 Origen

El cultivo de papa es originario de América del Sur específicamente en la "Cordillera de los Andes", donde ha sido cultivada desde épocas prehispánicas. Hace 7 000 y 10 000 años, se encontraron los primeros cultivos en las proximidades del lago Titicaca ubicado al sur de Perú. (Araujo et al, 2021).

Desde entonces el desarrollo del cultivo y las variedades adaptables de papa otorgó importancia, siendo en la actualidad el cultivo que se produce como alimento básico a nivel mundial (Jiménez y Nava, 2023).

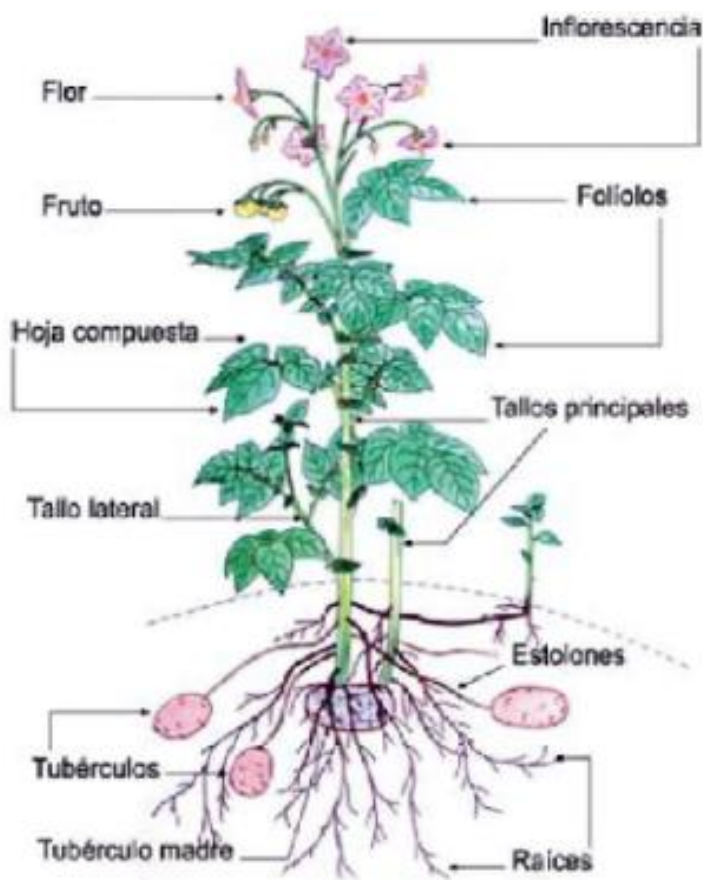


Figura 1. Esquema de la planta de papa
Fuente: (Inostroza et al., 2019, p.8).

2.2.1.2 Clasificación Taxonómica de cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*)

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la papa (*Solanum Tuberosum* L)

TAXONOMÍA	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Genero	Solanum L
Especie	Tuberosum L

Fuente: (CONABIO, 2017).

2.2.1.3 Descripción botánica

(Vizcaíno, 2017), señala que la papa es una planta herbácea que exhibe diferentes patrones de crecimiento, los cuales pueden variar tanto entre las distintas especies

como dentro de una misma especie. Se considera que una planta presenta ciertas características botánicas específicas cuando la mayoría o prácticamente todas sus hojas se ubican en la base de tallos cortos y se mantienen próximas al suelo.

2.2.1.3.1 La raíz

Las plantas que se originan a partir de semillas sexuales presentan tallos delgados, y de estos tallos surgen las radículas laterales. Por otro lado, las plantas que emergen directamente de los tubérculos desarrollan raíces adventicias en los nodos del tallo y, en general, poseen un sistema radicular que se extiende a mayor profundidad, alcanzando una media de entre 46 a 50 cm bajo el suelo (Molina et al., 2004).

2.2.1.3.2. Tallos

Las plantas derivadas de semilla verdadera exhiben típicamente un solo tallo principal, mientras que aquellas originadas a partir de tubérculos-semilla tienen la capacidad de generar varios tallos. Estos tallos secundarios se consideran ramificaciones de los tallos principales. Cuando observamos un corte transversal de los tallos de papa, podemos notar que su forma tiende a ser una combinación de circulares y angulares, con frecuencia presentando alas o costillas en los bordes angulares. Estas alas pueden adoptar diversas formas, como ser rectas, onduladas o dentadas (Molina et al., 2004).

Normalmente, el tallo exhibe un color verde, aunque ocasionalmente puede mostrar tonalidades marrón-rojizas o moradas. La estructura interna de los tallos puede variar, siendo sólida o parcialmente tubular debido a la descomposición de las células de la médula. Además, en las axilas de las hojas en el tallo, se desarrollan yemas que, en determinadas condiciones, pueden dar origen a tallos laterales, estolones, inflorescencias y, en ocasiones, incluso tubérculos aéreos (Molina et al., 2004).

2.2.1.3.3 Estolones

Los estolones de la papa son tallos laterales que se extienden horizontalmente bajo la superficie del suelo, originándose a partir de yemas ubicadas en la parte subterránea de los tallos principales. Es importante destacar que, en las variedades de papas silvestres, es común encontrar estolones de considerable longitud, aunque uno de los objetivos en el mejoramiento de este cultivo es obtener estolones más cortos. Estos estolones tienen la capacidad de generar tubérculos a través de una expansión en su extremo terminal, aunque es relevante señalar que no todos los estolones logran

desarrollar tubérculos. En circunstancias en las que un estolón no se encuentra cubierto por el suelo, puede evolucionar en un tallo vertical con un follaje típico (Molina et al., 2004).

2.2.1.3.4 El tubérculo

La formación de los tubérculos se inicia a partir de los estolones, que son tallos laterales que se desarrollan bajo la superficie del suelo y se originan en los tallos principales. Este proceso generalmente coincide con el inicio de la floración de la planta, que ocurre alrededor de los 35 a 45 días después de la siembra, en aquellas variedades que presentan este fenómeno. Aproximadamente a los 60 días desde la siembra, los tubérculos ya han comenzado a formarse y su desarrollo continúa hasta que la planta alcanza su madurez fisiológica. Este período varía según el tipo de variedad de papa: alrededor de 90 días para las variedades precoces, entre 110 y 120 días para las variedades de ciclo intermedio, y más de 120 días para las variedades tardías (Molina et al., 2004).

2.2.1.3.5. Las flores

Las flores de la papa son pentámeras y presentan una amplia gama de colores. Estas flores están compuestas por un solo estilo y estigma, y su ovario es bilocular. La inflorescencia de la planta de papa adopta la forma de una cima terminal que puede ser tanto simple como compuesta. Es importante destacar que no todas las variedades de papas, ya sean provenientes de tubérculos o de semillas sexuales, son propensas a florecer y producir bayas. En las variedades derivadas de semilla sexual, la floración tiende a retrasarse en comparación con las otras variedades, normalmente en una o dos semanas adicionales. Además, es relevante señalar que las flores de papa son principalmente auto polinizadoras, con alrededor del 98% de las polinizaciones ocurriendo de esta manera, mientras que solo un 2% involucra la polinización cruzada (Molina et al., 2004).

2.2.1.3.6. Hojas

Las hojas están dispuestas de manera espiral en el tallo. En general, estas hojas son compuestas, lo que significa que poseen un raquis central del cual se desprenden varios folíolos. Cada raquis puede llevar múltiples pares de folíolos laterales primarios, junto con un folíolo terminal. La porción del raquis ubicada debajo del par inferior de folíolos primarios se conoce como pecíolo. Cada folíolo puede estar unido al raquis

mediante un pequeño peciólulo o puede estar unido directamente, sin peciólulo, en cuyo caso se le llama folíolo sésil (Molina et al., 2004).

2.2.1.3.7 El fruto

La papa produce una baya de tono verde que alberga su verdadera semilla sexual. Esta baya presenta una forma redondeada y puede alcanzar hasta 2.5 cm de diámetro. En su interior, se desarrollan numerosas semillas, aproximadamente unas 200 por cada baya. El proceso de maduración de estas bayas se extiende a lo largo de 45 a 60 días después de la etapa de floración (Molina et al., 2004).

2.2.1.3.8 Semilla

Las semillas de papa se caracterizan por su forma ovalada y tamaño reducido, con alrededor de 1.000 a 1.500 semillas por gramo. Cada una de estas semillas está recubierta por una capa protectora denominada testa, que resguarda al embrión, así como un tejido nutritivo de reserva conocido como endosperma. Estas semillas se identifican también como semillas verdaderas o botánicas, diferenciándolas de los tubérculos-semilla que se emplean en la producción (Molina et al., 2004).

2.2.1.4 Variedades de papa en Ecuador

En términos generales, las variedades de papa se pueden clasificar en dos grupos principales. El primero abarca las variedades mejoradas, las cuales han sido sometidas a mejoras genéticas específicas con el propósito de fortalecer su resistencia y aumentar su rendimiento. El segundo grupo está compuesto por las variedades nativas, que han surgido a lo largo de años de selección y domesticación, en gran medida a través de métodos más empíricos, sin intervención genética planificada (Romero, 2019).

2.2.1.4.1 Variedad Superchola

El cultivo de papa fue sometido a un proceso de mejora llevado a cabo por el Sr. Germán Bastidas Vaca, el cual implicó la realización de aproximadamente 20,000 cruzamientos utilizando variedades como (*Curipamba negra* x *Solanum demissum*) y (clon resistente con comida amarilla x chola seleccionada). Esta variedad resultante fue introducida en el mercado en el año 1984 y se distribuyó de manera gratuita a los agricultores de menor escala, proporcionando paquetes de 20 a 30 papas con el objetivo de fomentar su cultivo y su posterior expansión. Posteriormente, se hizo disponible para el resto del país (Burbano, 2014).

Según INIAP (2016) la descripción de papa variedad Superchola, es la siguiente:

Tabla 2. Descripción de papa variedad "Superchola"

CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS	
Maduración	Tardía (180 a 210 días)
Rendimiento	20 – 30 t/ha
Altitud del cultivo	2800 a 3400 m. s. n. m
Periodo de dormancia	80 días
Contenido de materia seca	22 – 24 %
Densidad de siembra	1000 – 1200 kg/ha de semilla certificada
Enfermedades	Susceptible a lancha (<i>Phytophthora infestans</i> Mont. De Bary)
	Medianamente resistente a roya (<i>Puccinia piittieriana</i> P. Hennings)
	Tolerante al nematodo del quiste (<i>Globodera pallida</i> Stone Behrens)

Fuente: (INIAP,2016).

Características morfológicas

- La planta presenta un crecimiento erguido
- Múltiples tallos de color verde con pigmentación púrpura, bien desarrollados y con superficie pubescente.
- Su follaje es abundante y de crecimiento rápido, lo que le permite cubrir eficazmente el suelo.
- Sus hojas se muestran en un vibrante tono de verde, son amplias y están compuestas por tres pares de folíolos primarios, tres pares de folíolos secundarios y cinco pares de folíolos terciarios.
- Las flores, que exhiben un tono predominante morado con detalles en blanco, tienen una forma que se asemeja a una corola estrellada.
- Los tubérculos, de forma ovalada, presentan una coloración principalmente rosada, con tonalidades secundarias en blanco crema.
- Período de reposo de aproximadamente 80 días (Vélez, 2018)

2.2.1.4.2 Variedad Única Pera

La variedad ICA Única es de origen colombiano y fue desarrollada por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Surgió a partir de la polinización de un clon *Neotuberosum* y se adaptó mediante selección a zonas de clima templado. Se logró esta adaptación mediante la combinación de polen proveniente de variedades nativas colombianas que mostraban resistencia a (*P. Infestans*), el agente causante de la enfermedad conocida como "gota" de la papa. Este proceso de mejora genética comenzó en 1985 y, después de un riguroso proceso de multiplicación y

selección, se recomendó oficialmente su cultivo entre los productores en el año 1993 (Hernández et al., 1996).

Tabla 3. Descripción de papa variedad Única Pera

CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS	
Maduración	150 a 165 días
Rendimiento	37– 42 t/ha
Altitud del cultivo	2500 a 3000 m. s. n. m
Periodo de dormancia	50 días
Contenido de materia seca	21 – 21,9 %
Densidad de siembra	1500 kg/ha de semilla certificada
Enfermedades	Presenta alta resistencia a Tizón tardío de la papa (<i>Phytophthora infestans</i>)

Fuente: (Hernández et al., 1996).

Características morfológicas

- La planta presenta un porte alto
- Tallos robustos de tono oscuro y un frondoso follaje de color verde profundo
- Sus foliolos son grandes y muestran prominentes nervaduras
- Flores de tonalidad rojo-lila, aunque esta fase es relativamente corta
- Los tubérculos tienen una piel de tonalidad crema con yemas de ojos de color morado y una pulpa de tono amarillo claro (Hernández et al., 1996).

2.2.1.4.3 Variedad Capiro

La variedad Diacol Capiro, según el Centro Internacional de la papa (2020), es una variedad de papa originaria de Colombia y fue desarrollada por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) mediante una serie de cruzamientos. Esta variedad se presentó al público en 1968. En Colombia, Diacol Capiro es ampliamente utilizada en la industria de procesamiento, tanto para la producción de hojuelas como de bastones, aunque su producción conlleva costos significativos. (Centro Internacional de la papa, 2020).

Tabla 4. Descripción de papa variedad Diacol Capiro

CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS	
Maduración	Semi tardía (165 días)
Rendimiento	40 t/ha
Altitud del cultivo	1800 a 3200 m. s. n. m
Periodo de dormancia	90 – 100 días
Contenido de materia seca	20 – 21 %
Densidad de siembra	1000 – 1200 kg/ha de semilla certificada
Enfermedades	Es susceptible al virus de nervadura amarilla de la papa (<i>Potato yellow vein virus</i>) PYVV y Roña (<i>Spongospora subterranea</i>) y altamente susceptible a lanchar (<i>Phytophthora infestans</i>).

Fuente: (Centro Internacional de la papa, 2020).

Características morfológicas

- Las plantas presentan un follaje de color verde oscuro
- Su proceso de floración es de duración media, y raramente produce frutos.
- Los tubérculos de esta variedad requieren un período de reposo de alrededor de 90 días a una temperatura de 15°C y una humedad relativa del 75%
- Maduración de manera semitardía, aproximadamente en 165 días
- Sus tubérculos son de forma ligeramente aplanada y tienen una piel de color rojo con ojos superficiales. La pulpa es de tono crema (Centro Internacional de la papa, 2020).

2.2.1.5 Etapas Fenológicas del cultivo de papa

El cultivo de la papa se desarrolla a lo largo de varias etapas distintas, que pueden dividirse en cinco fases fundamentales. Estas fases abarcan desde la brotación inicial y la emergencia de las plantas hasta la maduración y la posterior cosecha. En cada una de estas etapas, es esencial tener en cuenta las prácticas de manejo adecuadas, la elección de la variedad más apropiada y la influencia de las condiciones agroclimáticas. Estos factores juegan un papel crucial en la determinación de la duración total del ciclo fenológico del cultivo (Méndez, 2013).

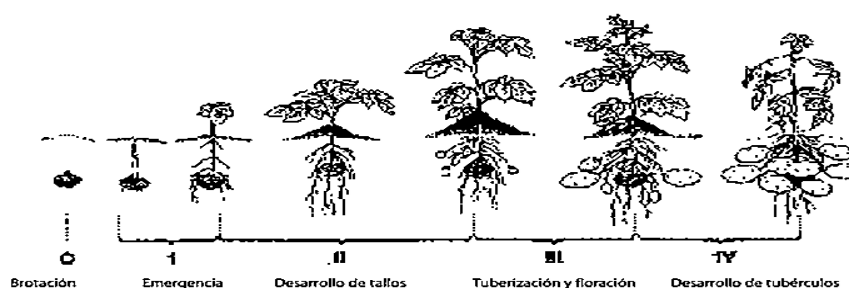


Figura 2. Fases fenológicas del cultivo de la papa

Fuente: (Centro Internacional de la papa, 2020).

2.2.1.7 Requerimientos de nutrientes del cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*)

El cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) tiene requerimientos específicos de nutrientes que son esenciales para su desarrollo y producción óptimos. Esta planta demanda una serie de elementos nutritivos, siendo los tres macronutrientes primarios nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) los más críticos. El nitrógeno es esencial para el crecimiento vegetativo y la formación de hojas. El fósforo es fundamental para el desarrollo de sistemas radiculares saludables y la maduración temprana de los tubérculos. El potasio, por su parte, influye en la resistencia a enfermedades, la

calidad del tubérculo y su contenido de almidón. Además de estos, la papa requiere otros nutrientes esenciales, como calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S), junto con micronutrientes como hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn) y cobre (Cu), en cantidades más pequeñas, pero igualmente importantes (Sifuentes et al., 2013). La correcta fertilización y el equilibrio de estos nutrientes son críticos para garantizar un rendimiento óptimo, la calidad de los tubérculos y la resistencia a enfermedades, lo que hace que la gestión adecuada de la nutrición sea una parte fundamental en el cultivo de la papa (Marouani y Harbeoui, 2016).

2.2.1.8 Rol de nutrientes en el cultivo de papa

Los nutrientes desempeñan un papel fundamental en el cultivo de la papa al influir directamente en su crecimiento, desarrollo y rendimiento. El nitrógeno (N) es esencial para la formación de proteínas y clorofila, lo que impulsa el crecimiento vegetativo y la producción de hojas. El fósforo (P) contribuye al desarrollo de un sistema radicular saludable y promueve la formación temprana de tubérculos. El potasio (K) desempeña un papel crucial en la resistencia de la planta a enfermedades y estrés, además de influir en la calidad del tubérculo y su contenido de almidón. El calcio (Ca) es esencial para mantener la integridad de las membranas celulares y prevenir trastornos como la necrosis apical. El magnesio (Mg) es un componente esencial de la clorofila y, por lo tanto, es vital para la fotosíntesis. Los micronutrientes, como hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn) y cobre (Cu), son necesarios en cantidades mínimas pero críticas para una serie de procesos metabólicos, como la formación de enzimas y la síntesis de clorofila (García, 2022). El equilibrio adecuado de estos nutrientes es esencial para lograr un crecimiento vigoroso, una producción abundante de tubérculos de alta calidad y la resistencia a enfermedades y factores ambientales adversos en el cultivo de papa.

2.2.1.9 Principales plagas y enfermedades que atacan al cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*)

Es importante recordar que existen diversas cepas y variantes de estas plagas y enfermedades, y su impacto puede variar según la región y las condiciones locales. El manejo integrado de plagas y enfermedades es esencial para proteger el cultivo de papa y garantizar una cosecha exitosa.

Tabla 5. Plagas que atacan al cultivo de papa

PLAGAS	DESCRIPCIÓN
Gusano Blanco	Larvas que se alimentan de las raíces y tubérculos
Pulgones	Insectos chupadores que debilitan la planta
Escarabajo de Colorado	Daña las hojas y reduce la fotosíntesis
Nematodos	Gusanos microscópicos que afectan las raíces

Fuente: (Pérez y Forbes, 2011).

Tabla 6. Enfermedades que atacan al cultivo de papa

ENFERMEDADES	DESCRIPCIÓN
Tizón Tardío	Enfermedad fúngica que afecta hojas y tubérculos
Tizón Temprano	Provocado por hongos, afecta hojas y tallos
Virus del Enrollamiento de la Hoja	Virus transmitidos por pulgones
Pudrición Blanca	Enfermedad fúngica que afecta tubérculos

Fuente: (Pérez y Forbes, 2011).

2.2.1.10 Importancia Nutricional de la papa

La papa (*Solanum tuberosum*) tiene una gran importancia nutricional debido a su perfil de nutrientes versátil y equilibrado. Este tubérculo es una fuente rica de carbohidratos complejos, siendo una valiosa fuente de energía para el organismo. Además, es una excelente fuente de vitamina C, un antioxidante esencial para fortalecer el sistema inmunológico y mantener una piel saludable. La papa también proporciona vitamina B6, necesaria para el funcionamiento adecuado del cerebro y el sistema nervioso. Su contenido de potasio es significativo, lo que ayuda a regular la presión arterial y la función muscular (Burgos, 2019). Además, contiene fibra dietética que favorece la digestión y contribuye a la saciedad. La papa, cuando se consume con piel, ofrece una cantidad apreciable de hierro, magnesio y otros minerales esenciales. La papa es un alimento versátil y nutritivo que desempeña un papel importante en la dieta de muchas personas en todo el mundo, proporcionando una fuente confiable de energía y una amplia gama de nutrientes esenciales (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2018).

2.2.2 Fertilización Foliar

2.2.2.1 Concepto

La fertilización foliar es una técnica agrícola que implica la aplicación de nutrientes directamente a través de las hojas de las plantas en forma de solución o suspensión. Esta técnica es utilizada para complementar la nutrición de las plantas cuando hay deficiencias específicas de nutrientes o cuando las condiciones del suelo dificultan la absorción de ciertos elementos esenciales (Fernández et al., 2015). La fertilización

foliar permite una rápida absorción de nutrientes por parte de las plantas, ya que evita muchos de los obstáculos que pueden afectar la toma de nutrientes a través de las raíces, como el pH del suelo o la presencia de nutrientes antagonistas. Los nutrientes se aplican en forma de pulverización sobre las hojas y se absorben a través de las estomas, pequeñas aberturas en la epidermis de las hojas (Saborío, 2002). Esta técnica se utiliza para corregir deficiencias nutricionales, mejorar el rendimiento de los cultivos y promover un crecimiento saludable de las plantas. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la fertilización foliar debe realizarse con cuidado y siguiendo las recomendaciones específicas para cada cultivo y tipo de nutriente, ya que una aplicación inapropiada puede tener efectos adversos en las plantas (Molina, 2002).

2.2.2.2 Importancia y función de la fertilización foliar

La fertilización foliar desempeña un papel crucial en la agricultura moderna al proporcionar una herramienta eficaz para corregir deficiencias nutricionales y mejorar el rendimiento de los cultivos. Su importancia radica en su capacidad para suministrar nutrientes directamente a las plantas de manera rápida y eficiente, lo que es especialmente valioso cuando las condiciones del suelo dificultan la absorción de ciertos nutrientes esenciales (Molina, 2002). Asimismo, la fertilización foliar puede ser una estrategia eficaz para combatir deficiencias temporales o específicas durante diferentes etapas de crecimiento de las plantas. Esta técnica también permite una mayor flexibilidad en la aplicación de nutrientes, ya que los agricultores pueden ajustar las formulaciones según las necesidades específicas de sus cultivos. Además de corregir deficiencias, la fertilización foliar también puede utilizarse para mejorar la calidad de los cultivos, promover un crecimiento vegetativo saludable y aumentar la resistencia de las plantas a las enfermedades y el estrés ambiental. En resumen, la fertilización foliar desempeña un papel esencial en la optimización de la producción agrícola y la nutrición de las plantas, contribuyendo así a la seguridad alimentaria y la sostenibilidad de la agricultura (Fernández et al., 2015).

2.2.2.3 Mecanismos de absorción de la nutrición foliar

La absorción de nutrientes a través de la nutrición foliar es un proceso esencial para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Los nutrientes en forma de iones disueltos se incorporan a través de las estomas, pequeñas aberturas en la superficie de las hojas y tallos que regulan el intercambio de gases y la transpiración. Una vez dentro de la

planta, los nutrientes pueden moverse a través de los tejidos vegetales por difusión o transporte activo, dependiendo de su carga eléctrica y concentración (Fernández et al., 2015). Los nutrientes pueden ingresar directamente a las células de la planta a través de los estomas o viajar a través de la epidermis de la hoja y luego ingresar a las células. Una vez dentro de las células, los nutrientes pueden ser utilizados para una variedad de procesos metabólicos, incluido el crecimiento de la planta, la síntesis de proteínas y la producción de energía. En general, los mecanismos de absorción de nutrientes en la nutrición foliar son altamente regulados y permiten a las plantas aprovechar eficientemente los nutrientes disponibles en el entorno, lo que es fundamental para su salud y rendimiento óptimo (Molina, 2002).

2.2.3 Biofertilizantes

Los biofertilizantes son productos biológicos o biotecnológicos que contienen microorganismos beneficiosos para las plantas y que se utilizan para mejorar la fertilidad del suelo y promover un crecimiento saludable de los cultivos. Estos microorganismos pueden ser bacterias fijadoras de nitrógeno, hongos micorrícicos, bacterias solubilizadoras de fósforo u otros microorganismos que participan en ciclos de nutrientes y promueven la disponibilidad de nutrientes para las plantas (Grageda et al., 2012). Los biofertilizantes son una alternativa sostenible a los fertilizantes químicos, ya que no solo suministran nutrientes esenciales, sino que también mejoran la estructura del suelo, aumentan su capacidad de retención de agua y promueven la resistencia de las plantas a enfermedades y estrés ambientales. Además, contribuyen a la reducción de la contaminación del suelo y el agua, lo que los convierte en una opción respetuosa con el medio ambiente en la agricultura moderna (Afanador, 2017).

2.2.3.1 Función de biofertilizantes en el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*)

Los biofertilizantes desempeñan un papel fundamental en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) al promover un equilibrio nutricional y mejorar la salud del suelo. Estos productos, ricos en microorganismos beneficiosos como bacterias fijadoras de nitrógeno y solubilizadoras de fósforo, trabajan en simbiosis con las raíces de las plantas, ayudando en la absorción de nutrientes esenciales como el nitrógeno y el fósforo. Esto se traduce en un aumento en la productividad de los tubérculos y una mejor calidad de los mismos (Grageda et al., 2012). Además, los biofertilizantes contribuyen a reducir la dependencia de los fertilizantes químicos, disminuyendo los

costos de producción y minimizando la contaminación del suelo y el agua. Al fortalecer el sistema de raíces y mejorar la resistencia de las plantas a enfermedades y condiciones adversas, los biofertilizantes desempeñan un papel clave en la producción sostenible de papa, beneficiando tanto a los agricultores como al medio ambiente (Afanador, 2017).

2.2.3.3 Importancia de los biofertilizantes

Los biofertilizantes son de gran importancia en la agricultura y la producción de cultivos por varias razones clave:

- Aumento de la fertilidad del suelo: Los biofertilizantes, especialmente aquellos a base de microorganismos beneficiosos, como bacterias fijadoras de nitrógeno y hongos micorrícicos, mejoran la fertilidad del suelo al liberar nutrientes esenciales y hacer que estén disponibles para las plantas. Esto puede reducir la necesidad de fertilizantes químicos (Grageda et al., 2012).
- Sostenibilidad agrícola: El uso de biofertilizantes fomenta prácticas agrícolas sostenibles al reducir la dependencia de fertilizantes químicos que pueden tener impactos ambientales negativos, como la contaminación del agua y la degradación del suelo (Grageda et al., 2012).
- Mayor eficiencia en el uso de nutrientes: Los biofertilizantes mejoran la eficiencia en la absorción de nutrientes por parte de las plantas al establecer simbiosis con las raíces o liberar nutrientes en formas fácilmente asimilables. Esto conduce a un mejor rendimiento de los cultivos y menos pérdida de nutrientes por lixiviación o volatilización (Grageda et al., 2012).
- Reducción de costos: Al reducir la necesidad de fertilizantes químicos y mejorar la salud del suelo, los biofertilizantes pueden ayudar a los agricultores a reducir los costos de producción y aumentar sus márgenes de beneficio (Grageda et al., 2012).
- Menor impacto ambiental: Al disminuir la cantidad de fertilizantes químicos utilizados en la agricultura, los biofertilizantes contribuyen a la reducción de la contaminación del suelo y el agua, lo que beneficia tanto al medio ambiente como a la salud humana (Grageda et al., 2012).
- Fomento de la biodiversidad microbiana: Los biofertilizantes promueven la biodiversidad de microorganismos beneficiosos en el suelo, lo que es fundamental para mantener un suelo saludable y productivo a largo plazo (Grageda et al., 2012).

- Mejora de la calidad de los cultivos: La aplicación de biofertilizantes puede mejorar la calidad de los cultivos al aumentar la concentración de compuestos beneficiosos, como antioxidantes y vitaminas, en las plantas (Grageda et al., 2012).
- Adaptación al cambio climático: Al mejorar la resistencia de las plantas al estrés y mejorar la capacidad de retención de agua del suelo, los biofertilizantes pueden ayudar a las plantas a enfrentar mejor las condiciones cambiantes del clima (Grageda et al., 2012).

En consecuencia, los biofertilizantes desempeñan un papel fundamental en la agricultura sostenible al mejorar la salud del suelo, reducir los impactos ambientales y aumentar la eficiencia de los cultivos. Su uso contribuye a la producción de alimentos de alta calidad de manera más responsable y rentable.

2.2.3.4 Beneficios de los biofertilizantes para mejorar la productividad del cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*)

Los biofertilizantes ofrecen una serie de beneficios significativos para mejorar la productividad del cultivo de papa. En primer lugar, proporcionan nutrientes esenciales de manera altamente asimilable para las plantas, lo que mejora el desarrollo vegetativo y, en última instancia, el rendimiento de los tubérculos. Además, estos biofertilizantes contribuyen a la mejora de la estructura y la fertilidad del suelo, promoviendo un ambiente óptimo para el crecimiento de las plantas (Mora et al., 2021).

Tabla 7. Beneficios de los Biofertilizantes en el cultivo de la papa

BENEFICIOS DE LOS BIOFERTILIZANTES EN EL CULTIVO DE LA PAPA	
Mejora de la Fertilidad del Suelo	Los microorganismos en los biofertilizantes ayudan a liberar nutrientes en el suelo, aumentando su fertilidad.
Aumento de la Absorción de Nutrientes	Los biofertilizantes pueden facilitar la absorción de nutrientes esenciales por parte de las plantas.
Estímulo del Crecimiento de las Raíces	Los microorganismos beneficiosos pueden promover el crecimiento radicular, lo que mejora la absorción de agua y nutrientes.
Reducción de la Necesidad de Fertilizantes Químicos	El uso de biofertilizantes puede reducir la dependencia de fertilizantes químicos costosos.
Mayor Tolerancia al Estrés Abiótico	Los biofertilizantes pueden ayudar a las plantas a resistir mejor el estrés ambiental, como la sequía y la salinidad.
Mejora de la Calidad de los Tubérculos	Los biofertilizantes pueden aumentar el contenido de nutrientes y la calidad de los tubérculos de papa.
Prácticas Agrícolas Sostenibles	El uso de biofertilizantes se alinea con prácticas agrícolas sostenibles y la conservación del suelo.
Reducción de Impactos Ambientales	Al disminuir la necesidad de insumos químicos, los biofertilizantes pueden reducir los impactos ambientales negativos.
Contribución a la Seguridad Alimentaria	Mejorar la productividad de la papa mediante biofertilizantes puede contribuir a la seguridad alimentaria local.

Fuente: (Mora et al., 2021).

Esta Tabla 7 resalta cómo los biofertilizantes pueden ser beneficiosos para el cultivo de papa al mejorar la fertilidad del suelo, aumentar la absorción de nutrientes y promover el crecimiento saludable de las plantas.

2.2.4 Té de estiércol

El té de estiércol es un extracto líquido producido a partir de remojo material de estiércol de bovinos en agua para crear una solución de nutrientes solubles orgánicos e inorgánicos y un gran número de microorganismos. Se obtiene a través de un proceso de fermentación donde el estiércol bien seco sea colocado en una bolsa para introducirlo en agua durante dos o tres semanas, agitando regularmente una vez al día. (Mallma & Preciosa, 2019)

Las ventajas del té de estiércol son diversas: enriquece el suelo con nutrientes esenciales, fomenta la actividad microbiana beneficiosa en la zona de las raíces, y mejora la estructura del suelo, lo que aumenta la capacidad de retención de agua y nutrientes. Este líquido también reduce la necesidad de fertilizantes químicos y ayuda a fortalecer la resistencia de las plantas a enfermedades y estrés ambiental. El té de estiércol suele presentarse en envases convenientes, listos para su aplicación, o puede prepararse en el hogar siguiendo instrucciones específicas de dilución y fermentación (Domínguez, 2022).

Tabla 8. Análisis físicoquímico de té de estiércol

COMPOSICIÓN	CONTENIDOS
Agua	43 %
Materia orgánica (MO)	106 g/ kg
Óxido fosfórico (P ₂ O ₅)	5.8 %
Óxido de potasio (K ₂ O)	3.1 %
Manganeso (Mn)	0.026 %
Calcio (Ca)	1.3 %
Magnesio (Mg)	1.3 mEq/100 gr
pH	6.8
Relación C/N	13.6/1

Fuente: (Chávez & Suquilanda, 2023).

2.2.5 Biol

El biol es un fertilizante orgánico líquido que se obtiene a través de la fermentación de materia orgánica como estiércol, plantas, frutos, cáscaras, entre otros, en combinación con agua en un entorno libre de oxígeno. Rico en nutrientes fácilmente absorbibles por las plantas, el biol mejora tanto su crecimiento como su resistencia, promoviendo un desarrollo vegetativo. La producción de biol se lleva a cabo

mediante el uso de biodigestores, lo que lo convierte en un recurso sostenible (Sistema Biobolsa, 2013).

Tabla 9. Análisis físicoquímico del Biol

COMPOSICIÓN	CONTENIDOS
Potasio (K)	0.06 %
Conductividad eléctrica (CE)	6.7 mS/cm
Óxido fosfórico (P ₂ O ₅)	0.17 %
Sólidos totales (ST)	2.86 %
Manganeso (Mn)	0.5 %
Cobre (Cu)	0.1 mg/kg
Magnesio (Mg)	0.032 %
Ph	6.91
Nitrógeno total (NT)	0.25 %

Fuente: (Narro, 2015).

2.2.6 Extracto de Algas

El extracto de algas es una solución orgánica que se aplica en la agricultura por las características de los organismos vivos que contiene vitaminas, minerales y hormonas vegetales, siendo estas propagadas por corto tiempo donde se potencia su acción y hace posible la aplicación en dosis muy bajas. Las algas marinas o sus derivados permiten mejorar el suelo y vigorizar el desarrollo de las plantas incrementando los rendimientos productivos y la calidad de las cosechas. A medida que se extienda su uso, irá sustituyendo el uso de los insumos químicos por orgánicos, favoreciendo así la agricultura sustentable. (Lopez, 1999)

Tabla 10. Análisis físicoquímico del extracto de algas

COMPOSICIÓN	CONTENIDOS
Materia Orgánica (MO)	48.5 %
Potasio Total (K ₂ O)	18.3 %
Ácido Alginico	12.1 %
Calcio (Ca)	2.25 %
Aminoácidos	8.57 dS/m
pH	5.8
Nitrógeno total (NT)	0.6 %

Fuente: (Cibochem, 2019).

2.2.7 Kelpak

Kelpak se origina a partir de extractos de algas marinas del tipo Ecklonia Máxima, convirtiéndose en un bioestimulante altamente efectivo. Este compuesto actúa como regulador del crecimiento y potenciador del enraizamiento. Su equilibrada combinación de auxinas y citoquininas desencadena una relación simbiótica que estimula de manera destacada la formación de raíces. Este proceso, a su vez, fomenta una mayor producción de citoquininas, que se generan en los extremos

radiculares. El resultado de este fenómeno es una multiplicación de las raíces, lo cual optimiza significativamente la absorción de nutrientes y agua desde el suelo. En consecuencia, se potencia el desarrollo de la parte foliar de las plantas y se incrementa la producción general. Kelpak demuestra ser una solución integral para promover un crecimiento más vigoroso y una cosecha más abundante (BASF, 2023).

Tabla 11. Análisis físicoquímico del Kelpak

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO	
Conductividad eléctrica (CE)	2.5 dS/m
Acidez (pH)	4.3
Ácido Algínico	0.8 %
Solubilidad	99.9 %
Nitrógeno (N)	0.4 g/L
Fósforo (P ₂ O ₅)	0.3 g/L
Potasio (K ₂ O)	6.1 g/L

Fuente: (Products, 2020).

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque Cuantitativo

Se evaluará indicadores de producción basados en la recolección de datos de medición numérica de altura de planta, diámetro de tallos, número de tallos principales, número y peso de tubérculos de las diferentes variedades de papa., aquellos datos fueron analizados bajo procesos estadísticos para determinar cuál es la alternativa o el tratamiento más favorable del experimento.

Hernández et al. (2014) manifiesta que el enfoque cuantitativo "utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías" (p. 4).

3.1.2. Tipo de Investigación

3.1.2.1 Campo

La investigación se desarrolló en la finca "La Rancherita" a condiciones de campo abierto, obteniendo datos sobre el terreno de las variables a evaluar.

3.1.2.2 Bibliográfica

Se recolectó información detallada de diferentes fuentes dentro de la web, como: libros, artículos científicos, tesis, informes que se han realizado dentro y fuera del país, concordando con el tema de esta investigación para desarrollarla.

3.1.2.3 Experimental

Se implantó un ensayo con diseño de bloques completamente al azar (DBCA), para diferenciar a los tratamientos estadísticamente se realizó la prueba de Tukey al 5%, tomando datos del desarrollo foliar y de tubérculos de cada unidad experimental para su respectivo análisis.

3.2. HIPÓTESIS

3.2.1 Hipótesis Alternativa:

La evaluación de biofertilizantes foliares en tres variedades de papa (*Solanum Tuberosum*) mejora el desarrollo vegetativo foliar y la producción de tubérculos.

3.2.2 Hipótesis Nula:

La evaluación de biofertilizantes foliares en tres variedades de papa (*Solanum Tuberosum*) no mejora el desarrollo vegetativo foliar y la producción de tubérculos.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 12. Operacionalización de variables

HIPÓTESIS	VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	
La aplicación de abono líquido a base de estiércoles y purines de ortiga en las 3 variedades de papa ayudan al desarrollo vegetativo obteniendo consigo mejor producción de tubérculos a menor costos	Variable dependiente: Desarrollo productivo y foliar de cada variedad	La producción de cada variedad de papa se contabilizo cada 3 meses y el peso de los tubérculos a los 6 meses después de la siembra	Desarrollo vegetativo foliar	Altura de planta	Observación (Se contabilizó la altura de 6 plantas por variedad a los 45, 60, 90 días post siembra)	Ficha de registro	
				Numero de tallos principales	Observación (Se contabilizó la altura de 6 plantas por variedad a los 45, 60, 90 días post siembra)		
				Grosor de tallo	Observación (Se contabilizó la altura de 6 plantas por variedad a los 45, 60, 90 días post siembra)		
			Número de tubérculos	Observación (Se contabilizó el número de tubérculos de 6 plantas por variedad)			
			Producción	Peso de producción	Observación (Peso de tubérculos de 6 plantas al azar de cada variedad a los 6 meses)		Ficha de registro
	La fertilización foliar con biofertilizantes	Fertilización foliar aplicada directamente a las hojas	Te de estiércol	Biól	Costos Ingresos	Observación (Se estableció un costo y beneficio por cada 50 kg)	Ficha de registro
					2000 ml *20 litros de agua	Observación (se aplicó por cada 30 plantas que contiene el bloque experimental)	
				5000 ml*20 litros de agua	Extracto de algas Kelpak		
				100ml*20 litros de agua			

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1 Localización del experimento



Figura 3. Mapa Ubicación de la Finca “La Rancherita” Sector Guamag Bajo.

El lugar de experimentación se ubica en la ciudad de Tulcán, Cabecera Cantonal, Parroquia Tulcán, Sector Guamag Bajo, Provincia del Carchi, República del Ecuador. El cantón cuenta con una extensión de 65.90km². Altura: 2950 msnm y temperatura promedio: 12°C.

3.4.2 Tratamientos del experimento

A continuación, se presenta los 12 tratamientos empleados en la investigación que se describe en la siguiente Tabla 13:

Tabla 13. Tratamientos de estudio y descripción

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN	DOSIS	DOSIS ML/20 L
T1	Variedad Superchola + Té de estiércol	10%	5000ml
T2	Variedad Superchola + Biol	25%	2000ml
T3	Variedad Superchola + Extracto de algas	0,5%	100ml
T4	Variedad Superchola + Químico (Kelpak)	0,5%	100ml
T5	Variedad Única + Té de estiércol	10%	5000ml
T6	Variedad Única + Biol	25%	2000ml
T7	Variedad Única + Extracto de algas	0,5%	100ml
T8	Variedad Única + Químico (Kelpak)	0,5%	100ml
T9	Variedad Capiro + Té de estiércol	10%	5000ml
T10	Variedad Capiro + Biol	25%	2000ml
T11	Variedad Capiro + Extracto de algas	0,5%	100ml
T12	Variedad Capiro + Químico (Kelpak)	0,5 %	100ml

3.4.3. Características del diseño experimental

Se realizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), conformado por doce tratamientos y cuatro repeticiones, dando un total de 48 unidades experimentales, cada unidad experimental consta de 30 plantas con una densidad de siembra de 0.50 entre planta y 1 m entre surco.

Tabla 14. Características del diseño experimental

DISEÑO DE BLOQUES COMPLETAMENTE AL AZAR	DIMENSIONES
Área total del Experimento	1 375 m ²
Unidad experimental	17.50 m ²
Parcela neta	3 m ²
Distancia entre surcos	1 m
Distancia entre plantas	0.50 m
Número de tratamientos	12
Número de repeticiones	4
Número de unidades experimentales	48
Tubérculos de semilla por cada unidad experimental	30

3.4.4 Distribución de las unidades experimentales

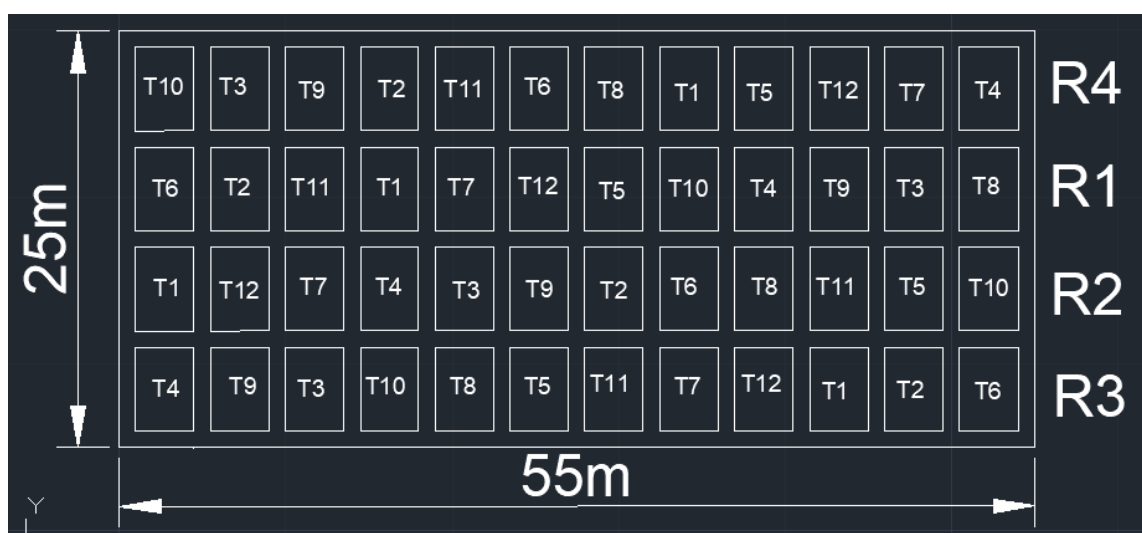


Figura 4. Distribución de las unidades experimentales

3.4.5 Selección de las unidades experimentales (Plantas)

La investigación cuenta con un diseño experimental que contó con una población total de 1.440 plantas fraccionadas en 48 parcelas. Se eligió una muestra de 6 plantas por tratamiento dando un total de 288 unidades a evaluar.

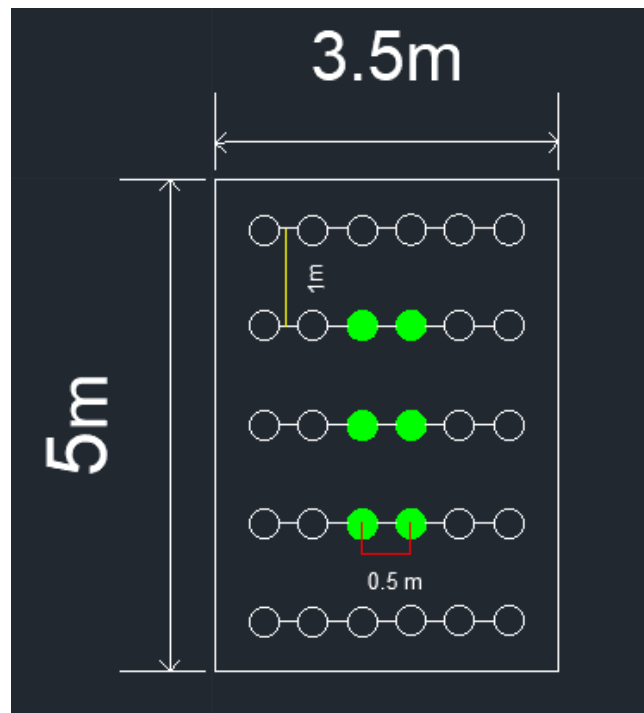


Figura 5. Diseño de la parcela y ubicación de plantas evaluadas.

3.4.6 Variables evaluadas

3.4.6.1 Altura de planta

Se realizó el control a los 45, 60 y 90 días iniciando en las fases de desarrollo de hojas e inicio de tuberización, hasta el llenado de tubérculos o floración, las medidas se tomaron desde la base del tallo hasta la yema apical en las seis plantas de la parcela neta, con ayuda de un flexómetro expresando los datos en centímetros (cm).

3.4.6.2 Número de tallos principales

Se contabilizó el número de tallos principales de las seis plantas que se encuentran dentro de la parcela neta de cada tratamiento, a los 45, 60 y 90 días se registró desde la fase de desarrollo hasta la floración, de manera observatorio y manual.

3.4.6.3 Diámetro de tallos principales

A 2 cm de la base del tallo que se identificó al azar con una cinta plástica roja, se mide el diámetro utilizando un calibre o pie de rey en los 45, 60 y 90 días desde su desarrollo hasta la floración, los datos son expresados en centímetros (cm).

3.4.6.4 Clasificación de tubérculos

Realizada la cosecha a los 180 días después de la siembra de las seis plantas pertenecientes a la parcela neta, se clasificó los tubérculos con la categorización de papa en primera, segunda y tercera, para su posterior registro.

3.4.6.5 Número de tubérculos

Una vez realizada la clasificación de los tubérculos de las plantas en la parcela neta de cada tratamiento, se procedió a contabilizar los tubérculos de primera, segunda y tercera y el total de tubérculos producidos por planta de cada tratamiento.

3.4.6.6 Pesaje de tubérculos

De las seis plantas de la parcela neta por cada tratamiento se realizó el pesaje de los tubérculos por su respectiva categoría y posterior el total de tubérculos por planta. Se utilizó una pesa electrónica y los datos obtenidos se expresan en kg planta⁻¹.

3.4.6.7 Costos de producción

Se realizó análisis de costos de producción de cada tratamiento en base a ingresos y egresos que se efectuó durante la investigación, obteniendo consigo los resultados del tratamiento más rentable para costo – beneficio.

3.4.7 Materiales

Para llevar a cabo la investigación se necesitó lo siguiente:

- Semilla de papa: variedades Superchola, Única Pera y Capiro
- Biofertilizantes: Biol, Té estiércol y Extracto de algas.
- Fertilizante químico: Kelpak
- Fertilizantes químicos: SOLVESA (10- 30- 10); FERTISA 8- 20 -20
- Herramientas de labranza (Bomba de fumigar, Azadón)
- Baldes para dosificación
- Dosificador
- Estacas
- Rótulos
- Piola Amarilla
- Cinta métrica o flexómetro
- Regla de medición
- Calibrador (Pie de rey)

- Cuaderno de campo
- Registro de datos
- Esferos
- Costales
- Fundas plásticas
- Balanza electrónica
- Computadora
- Calculadora
- Cámara fotográfica
- Flash memory

3.4.8 Procedimiento

3.4.8.1 Preparación de terreno

En el área de terreno de 1375 m² se empleó maquinaria agrícola para realizar arada y rastra del suelo, posterior a ello la surcada a un metro de distancia, utilizando azadón.

3.4.8.2 Instalación del ensayo

La investigación se la estableció en un lote inclinado con una superficie de 1 375 m², donde se delimitó con estacas y piola a 48 parcelas experimentales de 3.5x 5 (17.5 m²) en cuatro repeticiones y 12 tratamientos, con caminos de 1m de distancia y para definir el área de cada parcela se implementó un rotulo arriba de cada tratamiento.

3.4.8.3 Siembra

Se utilizó semilla de categoría semi certificada de la variedad Superchola, única pera y Capiro, por lo cual se colocó dos tubérculos con su respectiva nacencia a una distancia de 0.50 metros entre plantas y a 1 metro entre surco, dando un total de 30 semillas colocadas por tratamiento y 1 440 semillas en todo el ensayo. Posteriormente se desinfectó la semilla con fungicida de síntesis orgánica TERRACLOR 75 (Pentacloronitrobenzeno), contiene *Beauveria bassiana* y *Trichoderma* que son hongos que actúan como controladores biológicos, garantizando así una buena germinación del tubérculo.

3.4.8.4 Retape

Esta labor se hizo manualmente con azadón, a los 20 días posteriores a la siembra, consiste en tapar con tierra a los primeros brotes del tubérculo y se incorpora una

fertilización con abono de síntesis química aplicando 2.08 kg (10-30-10) por cada unidad experimental, para que la planta brote a la superficie con mayor vigor.

3.4.8.5 Biofertilización

Se realizó la biofertilización foliar correspondiente acorde a cada tratamiento para evaluar el efecto de estos como alternativa de fertilización. La aplicación de Biol con dosis de (5 000 ml/ 20 L de agua), Té de estiércol con dosis de (2 000 ml/ 20 L de agua), Extracto de algas (100 ml/ 20 L de agua), y Kelpak con dosis de (100 ml/ 20 L de agua) vía foliar durante el período de desarrollo hasta la floración con un intervalo de 15 días entre cada aplicación utilizando la bomba de mochila, posterior a la caída de la flor se realizó la aplicación de dos fertilizaciones más antes del periodo de cosecha. La adquisición de los biofertilizantes foliares se realizó en la finca agroecológica "Moritas"

3.4.8.6 Deshierba y medio aporque

A los 48 días se aplicó 120 ml de SENCOR con ingrediente activo (metribuzina) en 20 litros de agua, aportando al control del crecimiento de malezas, y a los 50 días después de la siembra se realiza la deshierba con ayuda del azadón de manera manual, retirando las malezas sobrantes y realizando un medio aporte que corresponde a la primera alzada de tierra alrededor de las plantas, con el fin de brindarles soporte.

3.4.8.7 Aporque

A los 80 días post siembra se realizó el aporque que es la misma actividad del medio aporque donde se alza la tierra al surco, esta labor da la forma definitiva a los surcos, protege a los estolones en desarrollo y genera un ambiente óptimo para una buena tuberización. Se destaca que se empleó abono químico 2.08 kg de 8-20-20.

3.4.8.8 Cosecha

Esta labor se efectuó a los 180 días después de la siembra al momento que el cultivo alcanzó su última etapa fenológica, madurez. Esta actividad consiste en extraer del suelo con ayuda de un azadón los tubérculos donde fueron tomadas en cuenta las 6 plantas de la parcela neta de cada tratamiento, para realizar así la respectiva clasificación por conteo en categoría (primera, segunda y tercera) y pesaje de tubérculos con la misma clasificación. Los valores son llevados a kg/parcela, posterior a ello mediante cálculos se obtiene en kg/ha-1 para así calcular la utilidad neta de

cada tratamiento y sacar el análisis costo-beneficio que determinará cuál de los tratamientos planteados tiene mejor rentabilidad.

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Evaluar el efecto de biofertilizantes foliares (biol, té estiércol y extracto de algas), sobre el rendimiento del cultivo de papa en condiciones de campo abierto. Los datos obtenidos a lo largo de esta investigación fueron analizados mediante el programa estadístico InfoStat 2020.

3.5.1. Esquema del análisis estadístico.

Tabla 15. Representación del análisis de la varianza (ANOVA)

FUENTES DE VARIACIÓN	FÓRMULA	GRADOS DE LIBERTAD
Total	$(Tr-1)$	47
Tratamientos	$(T-1)$	11
Repeticiones	$(r-1)$	3
Error experimental	$(T-1)(r-1)$	33

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Altura de planta (cm) a los 45,60,90 dds

El (ANOVA) correspondiente a la variable de altura de planta a los 45,60 y 90 días después de la siembra (Tabla 16), muestra que no hubo diferencias significativas entre tratamientos con el valor p 0.0518 a los 45 días, por otro lado, presento diferencias significativas ($p < 0.05$), a los 60 días con un valor de 0.0013 y a los 90 días con 0.0403. Los coeficientes de variación (CV) que presentaron a los 45, 60 y 90 dds fueron de 8.90 %, 11.74 % y 5.83%.

Tabla 16: ANOVA para la altura de planta (cm) a los 45,60 Y 90 dds

F. V	G.L.	45dds p-valor	60dds p-valor	90dds p-valor
Rep/Bloq	3			
Trat	11	0.0518ns	0.0013*	0.0403*
Error	33			
Total	47			
Media		18.46	37.12	87.77
C.V. (%)		8.90	11.74	5.83

Leyenda: GL= Grados de libertad; CV= Coeficiente de Variación; P-valor= Grado de significancia; ns= No significancia; *=Significativo; **=Altamente significativo.

En la tabla 17, según la prueba de Tukey al 5% para altura de planta en cm a los 45 dds, entre los tratamientos T9 (Variedad Capiro + té de estiércol), T12(Capiro+ Kelpak), T3(Superchola + Extracto de algas), T2(Superchola + Biol), T11(Capiro + Extracto de algas), T8 (Única + Kelpak), T4(Superchola + Kelpak), T5 (Única + Té de estiércol), T7(Única + Extracto de algas), T1(Superchola + Té de estiércol) no presentan diferencias significativas, como también los tratamientos T12(Capiro+ Kelpak), T3(Superchola + Extracto de algas), T2(Superchola + Biol), T11 (Capiro + Extracto de algas), T8(Única + Kelpak), T4(Superchola + Kelpak), T5(Única + Té de estiércol), T7(Única + Extracto de algas), T1(Superchola + Té de estiércol), T10(Capiro + Biol), T6(Única + Biol) tampoco presentan diferencias significativas. Sin embargo, el T9(Capiro+ Té de estiércol) si difiere del tratamiento T10(Capiro+ Biol) y T6(Única+ Biol) presentando al tratamiento 9 como el más favorable con una altura de 21.26 cm.

A los 60 dds los tratamientos T9(Variedad Capiro + té de estiércol),T11(Capiro + Extracto de algas),T12(Capiro+ Kelpak), T8(Única + Kelpak), T10(Capiro + Biol), T1 (Superchola + Té de estiércol), T3 (Superchola + Extracto de algas), T7(Única + Extracto de algas), T5(Única + Té de estiércol), T6(Única + Biol), T2(Superchola + Biol), no presentan diferencias significativas, como también los tratamientos T8(Única + Kelpak), T10(Capiro + Biol), T1 (Superchola + Té de estiércol), T3(Superchola + Extracto de algas), T7(Única + Extracto de algas), T5(Única + Té de estiércol), T6(Única + Biol), T2 (Superchola + Biol), y T4(Superchola + Kelpak), de igual manera no presentan diferencias significativas sin embargo los tratamientos T9(Variedad Capiro + té de estiércol), T11(Capiro + Extracto de algas) y T12(Capiro+ Kelpak), obteniendo los resultados más favorables, si difiere del tratamiento T4. A los 90 dds los tratamientos T2(Superchola + Biol), T6(Única + Biol), T10(Capiro + Biol), T3(Superchola + Extracto de algas), T12(Capiro+ Kelpak), T8, T5(Única + Té de estiércol), T1 (Superchola + Té de estiércol), T7(Única + Extracto de algas) no presentan diferencias significativas, como también los tratamientos T6(Única + Biol), T10(Capiro + Biol), T3(Superchola + Extracto de algas), T12(Capiro+ Kelpak), T8, T5(Única + Té de estiércol), T1 (Superchola + Té de estiércol), T7(Única + Extracto de algas), T4(Superchola + Kelpak), T9(Variedad Capiro + té de estiércol), T11(Capiro + Extracto de algas) tampoco presentan diferencias significativas entre ellos, en contraste el tratamiento T2(Superchola + Biol), si difiere de los tratamientos T4(Superchola + Kelpak), T9(Variedad Capiro + té de estiércol), y T11(Capiro + Extracto de algas), siendo el tratamiento 2 el que obtuvo mayor crecimiento de plantas con un valor de 97.92 cm.

Yucailla (2020), obtuvo una altura promedio de planta 53.60 cm a los 90 dds con su tratamiento T5(Testigo químico). Lo que no concuerda con los resultados de esta investigación ya que el tratamiento T2 (variedad Superchola + Biol) obtuvo una altura promedio de planta 97.92 cm siendo un impacto positivo en el crecimiento de las plantas. Por otro lado, Yanarico (2021) obtuvo una altura de 31.60 cm a los 45 días, lo que tampoco concuerda con la investigación a los 45 dds, es considerablemente inferior el resultado. Esto sugiere que el tratamiento utilizado en la investigación actual tiene efecto en el crecimiento a largo plazo en comparación con el estudio de Yanarico (2021). Finalmente, Gaibor (2022) obtuvo una altura media de 98.43 cm en el tratamiento T2, lo que concuerda con los resultados de la presente investigación. Esto refuerza la idea de que el tratamiento T2 es altamente efectivo en promover el

crecimiento de las plantas, pues se ha observado tanto en esta investigación como en la de Gaibor.

Tabla 17. Prueba Tukey AL 5 % para la altura de planta (cm) a 45,60 y 90 dds

TRATAMIENTOS	45 dds		60 dds		90 dds	
	MEDIA	G.H	MEDIA	G.H	MEDIA	G.H
T1 Superchola+ Té de estiércol	17.58	AB	37.75	AB	85.67	AB
T2 Superchola+ Biol	18.94	AB	32.71	AB	97.92	A
T3 Superchola+ Extracto de algas	18.98	AB	37.11	AB	88.08	AB
T4 Superchola+ Kelpak	18.52	AB	29.52	B	85.21	AB
T5 Única+ Té de estiércol	17.98	AB	34.52	AB	86.34	AB
T6 Única+ Biol	16.73	B	33.27	AB	91.25	AB
T7 Única+ Extracto de algas	17.84	AB	34.68	AB	85.58	AB
T8 Única+ Kelpak	18.71	AB	39.40	AB	87.42	AB
T9 Capiro+ Té de estiércol	21.26	A	42.75	A	84.71	B
T10 Capiro+ Biol	17.18	B	39.27	AB	89.37	AB
T11 Capiro+ Extracto de algas	18.71	AB	42.65	A	84.17	B
T12 Capiro+ Kelpak	19.06	AB	41.86	A	87.54	AB

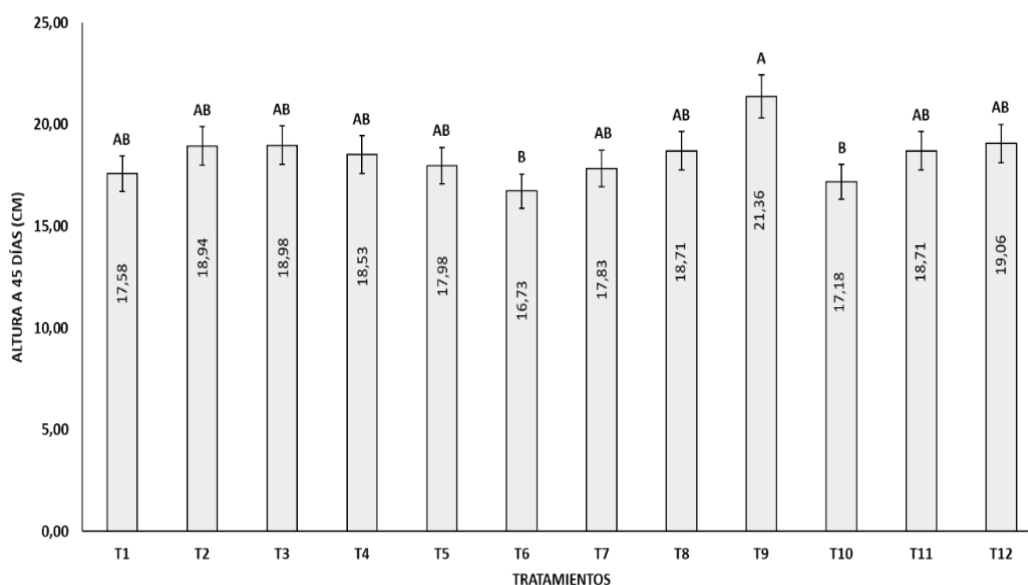


Figura 6. Altura de planta en (cm) a los 45 (dds)

Nota: T1: (Superchola + Té de estiércol); T2: (Superchola + Biol); T3: (Superchola + Extracto de algas); T4: (Superchola + Kelpak); T5: (Única + Té de estiércol); T6: (Única + Biol); T7: (Única + Extracto de algas); T8: (Única + Kelpak); T9: (Capiro + Té de estiércol); T10: (Capiro + Biol); T11: (Capiro + Extracto de algas); T12: (Capiro + Químico Kelpak)

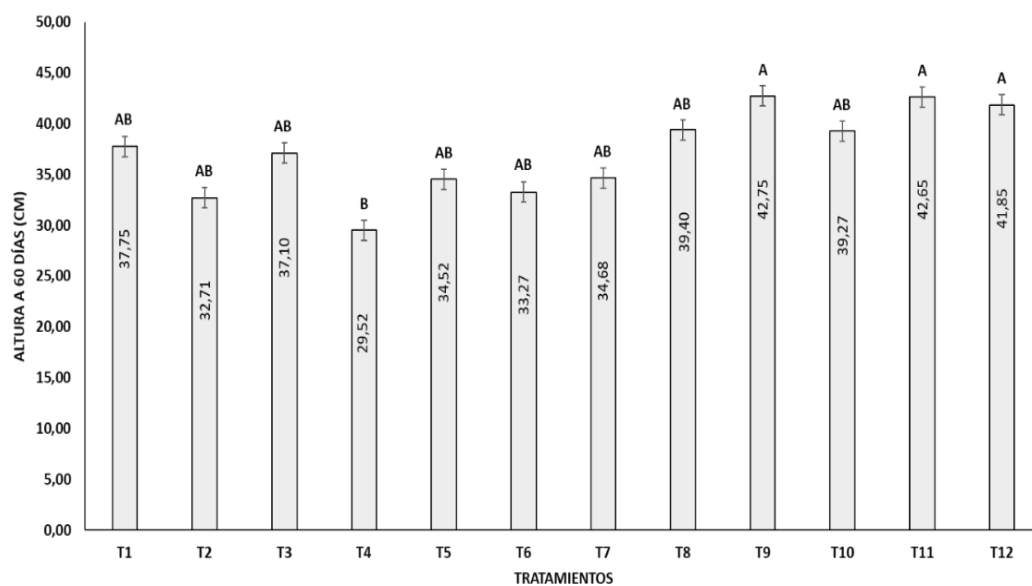


Figura 7. Altura de planta en (cm) a los 60 (dds)

Nota: T1: (Superchola + Té de estiércol); T2: (Superchola + Biol); T3: (Superchola + Extracto de algas); T4: (Superchola + Kelpak); T5: (Única + Té de estiércol); T6: (Única + Biol); T7: (Única + Extracto de algas); T8: (Única + Kelpak); T9: (Capiro + Té de estiércol); T10: (Capiro + Biol); T11: (Capiro + Extracto de algas); T12: (Capiro + Químico Kelpak)

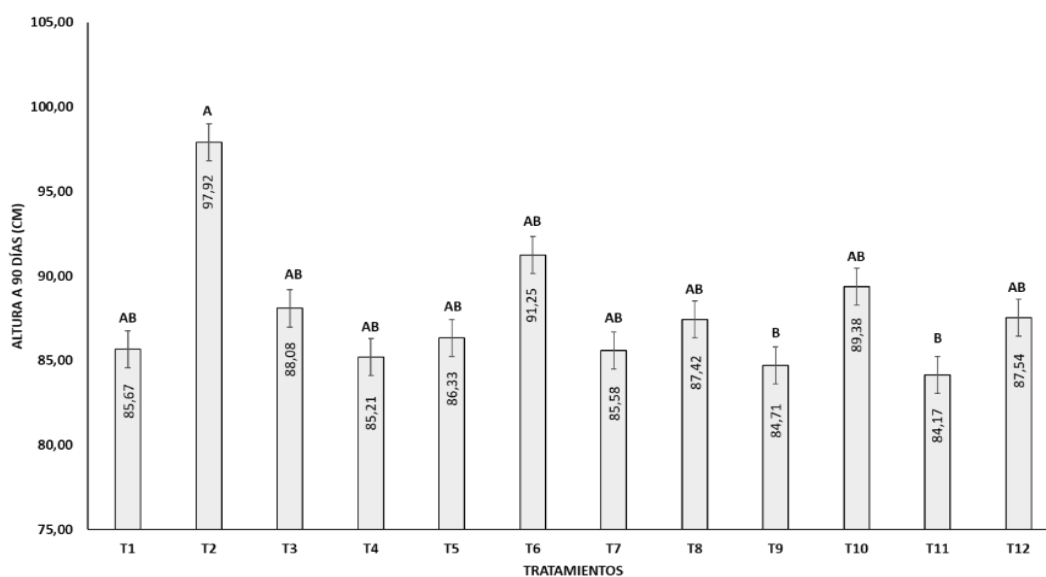


Figura 8. Altura de planta en (cm) a los 90 (dds)

Nota: T1: (Superchola + Té de estiércol); T2: (Superchola + Biol); T3: (Superchola + Extracto de algas); T4: (Superchola + Kelpak); T5: (Única + Té de estiércol); T6: (Única + Biol); T7: (Única + Extracto de algas); T8: (Única + Kelpak); T9: (Capiro + Té de estiércol); T10: (Capiro + Biol); T11: (Capiro + Extracto de algas); T12: (Capiro + Químico Kelpak)

4.2 Número de tallos principales (u) a los 45,60 Y 90 dds

El (ANOVA) correspondiente a la variable de número de tallos principales a los 45,60 y 90 dds (Tabla 18), muestra que no hubo diferencias significativas entre tratamientos con el valor p 0.8239 a los 45 días, 0.2376 a los 60 dds y 0.9956 a los 90 dds. Los coeficientes de variación (CV) que presentaron a los 45, 60 y 90 dds fueron de 24.48%, 13.06% y 12.52.

Tabla 18. ANOVA para número de tallos principales (u) a los 45,60 Y 90 dds

F. V	G.L.	45DDS	60DDS	90DDS
		P-VALOR	P-VALOR	P-VALOR
Rep/Bloq	3			
Trat	11	0.8239 ns	0.2376 ns	0.9956 ns
Error	33			
Total	47			
Media		2.39	3.27	3.94
C.V. (%)		24.48	13.06	12.52

Leyenda: GL= Grados de libertad; CV= Coeficiente de Variación; P-valor= Grado de significancia; ns= No significancia; *=Significativo; **=Altamente significativo.

En la tabla 18, luego de llevar a cabo la prueba de Tukey al 5% para la variable número de tallos principales a los 45, 60 y 90 dds, no presentó diferencias entre tratamientos, ya que existe un solo rango(A). Sin embargo, el tratamiento T4 (Superchola+ Kelpak) consigue el valor más alto en número de tallos en las tres tomas de datos con un promedio de 2.75 a los 45dds, 3.75 a los 60 dds y 4 tallos a los 90 dds.

Mora et al. (2021) en su estudio reportó que, a los 60 días, el tratamiento T3(100% NK+50%P) logró un promedio de 6.13 tallos, lo cual supera el resultado encontrado en la presente investigación a los 90 días. Esto sugiere que el tratamiento T3 de Mora et al. (2021) es más efectivo en promover un mayor número de tallos en un período de tiempo más corto en comparación con la investigación actual.

Tabla 19. Prueba Tukey al 5 % para número de tallos (u) a los 45,60 y 90 dds

TRATAMIENTOS	45 DDS		60 DDS		90 DDS	
	MEDIA	G.H	MEDIA	G.H	MEDIA	G.H
T1 Superchola+ Té de estiércol	2.50	A	3.50	A	4.00	A
T2 Superchola+ Biol	2.50	A	3.50	A	3.75	A
T3 Superchola+ Extracto de algas	2.00	A	3.25	A	4.00	A
T4 Superchola+ Kelpak	2.75	A	3.75	A	4.00	A
T5 Única+ Té de estiércol	2.50	A	3.25	A	4.00	A
T6 Única+ Biol	2.25	A	3.00	A	3.75	A
T7 Única+ Extracto de algas	2.50	A	3.00	A	4.00	A
T8 Única+ Kelpak	2.50	A	3.50	A	4.00	A
T9 Capiro+ Té de estiércol	2.25	A	3.25	A	4.00	A
T10 Capiro+ Biol	2.00	A	3.00	A	3.75	A
T11 Capiro+ Extracto de algas	2.50	A	3.25	A	4.00	A
T12 Capiro+ Kelpak	2.50	A	3.00	A	4.00	A

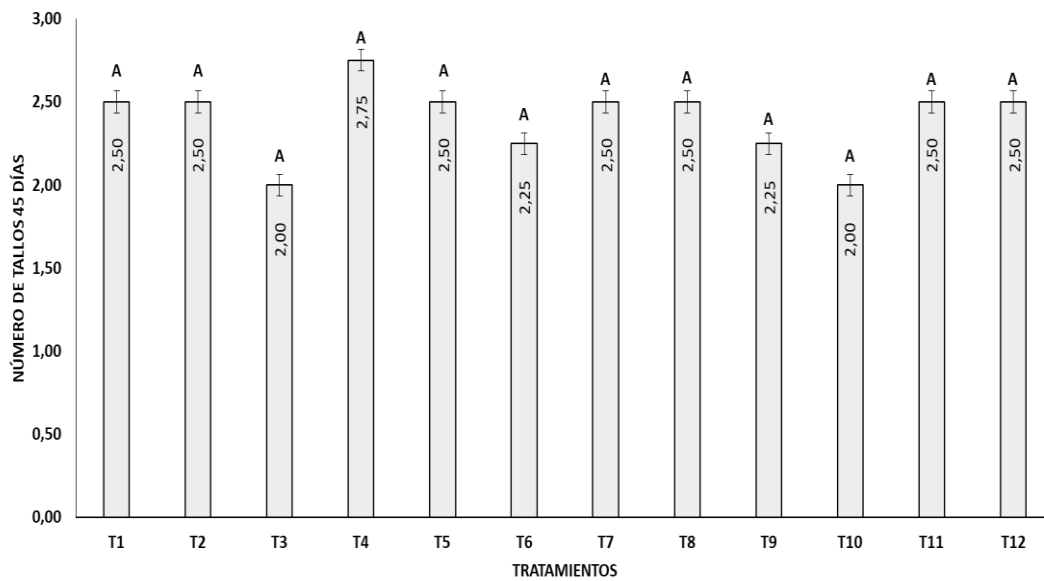


Figura 9. Número de tallos principales (u) a los 45 dds

Nota: T1: (Superchola + Té de estiércol); T2: (Superchola + Biol); T3: (Superchola + Extracto de algas); T4: (Superchola + Kelpak); T5: (Única + Té de estiércol); T6: (Única + Biol); T7: (Única + Extracto de algas); T8: (Única + Kelpak); T9: (Capiro + Té de estiércol); T10: (Capiro + Biol); T11: (Capiro + Extracto de algas); T12: (Capiro + Químico Kelpak)

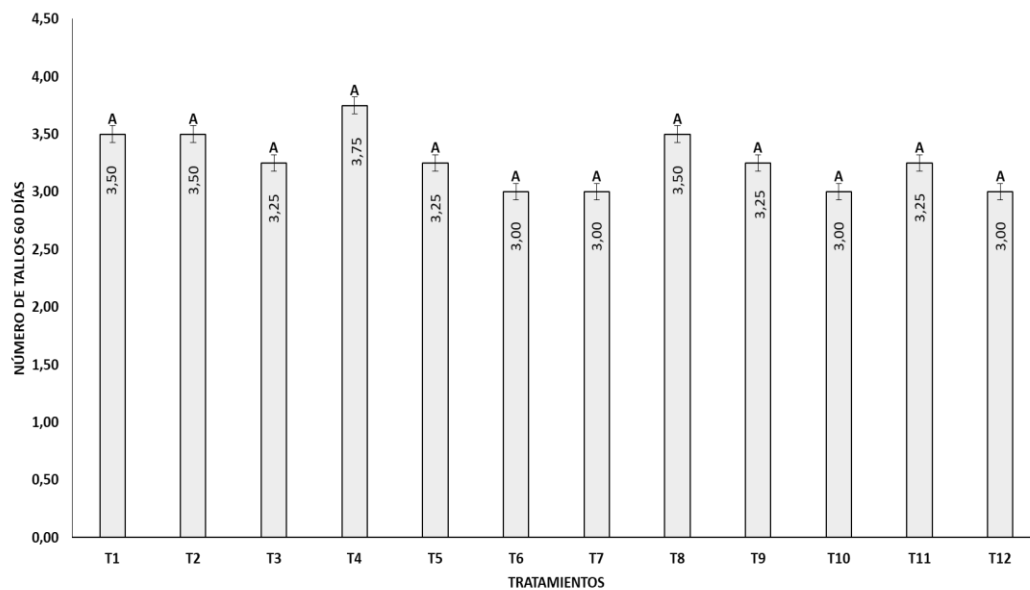


Figura 10. Número de tallos principales (U) a los 60 dds

Nota: T1: (Superchola + Té de estiércol); T2: (Superchola + Biol); T3: (Superchola + Extracto de algas); T4: (Superchola + Kelpak); T5: (Única + Té de estiércol); T6: (Única + Biol); T7: (Única + Extracto de algas); T8: (Única + Kelpak); T9: (Capiro + Té de estiércol); T10: (Capiro + Biol); T11: (Capiro + Extracto de algas); T12: (Capiro + Químico Kelpak)

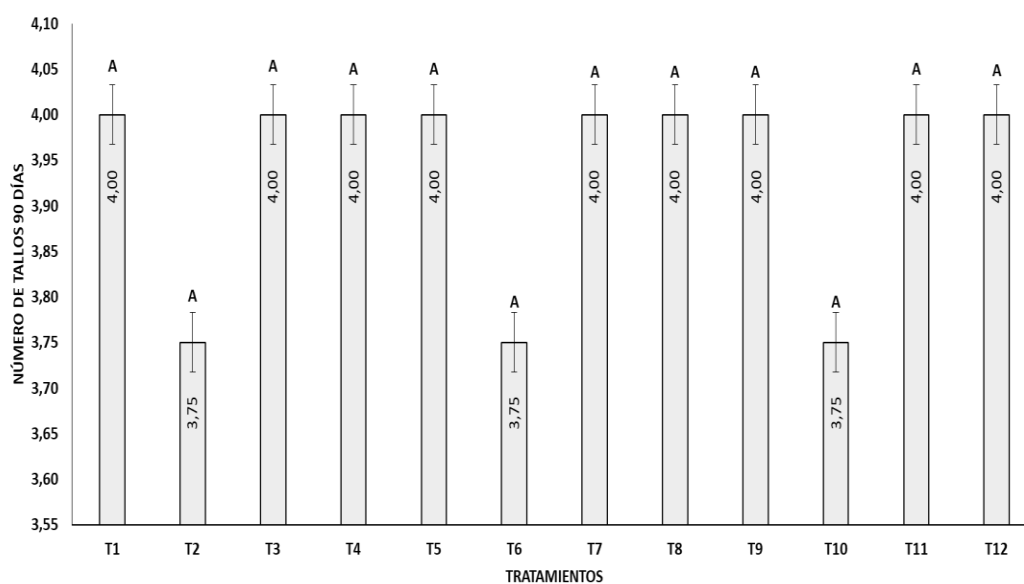


Figura 11. Número de tallos principales (u) a los 90 dds

Nota: T1: (Superchola + Té de estiércol); T2: (Superchola + Biol); T3: (Superchola + Extracto de algas); T4: (Superchola + Kelpak); T5: (Única + Té de estiércol); T6: (Única + Biol); T7: (Única + Extracto de algas); T8: (Única + Kelpak); T9: (Capiro + Té de estiércol); T10: (Capiro + Biol); T11: (Capiro + Extracto de algas); T12: (Capiro + Químico Kelpak)

4.3 Diámetro de tallos principales (cm) a los 45, 60 y 90 dds

El (ANOVA) correspondiente a la variable diámetro del tallo de planta a los 45,60 y 90 días después de la siembra (Tabla 20), muestra que no hubo diferencias significativas entre tratamientos con el valor p 0.2477 a los 45 días, 0.2637 a los 60 dds y 0.5883 a los 90 dds. Los coeficientes de variación (CV) que presentaron a los 45, 60 y 90 dds fueron de 4.32%, 4.97% y 7.36%.

Tabla 20. ANOVA para el diámetro de tallos principales (cm) los 45, 60 y 90 dds

F. V	G.L.	45DDS P-VALOR	60DDS P-VALOR	90DDS P-VALOR
Rep/Bloq	3			
Trat	11	0.2477ns	0.2637ns	0.5883ns
Error	33			
Total	47			
Media		1.06	1.26	1.60
C.V. (%)		4.32	4.97	7.36

Leyenda: GL= Grados de libertad; CV= Coeficiente de Variación; P-valor= Grado de significancia; ns= No significancia; *=Significativo; **=Altamente significativo.

En la tabla 21, luego de llevar a cabo la prueba de Tukey al 5% para la variable diámetro de tallos a los 45, 60 y 90 dds, no presentó diferencias entre tratamientos, ya que existe un solo rango(A). Sin embargo, el tratamiento T2 (Superchola+ Biol) se destaca consiguiendo el valor más alto en diámetro de tallos a los 90 días con un promedio de 1.70 cm.

En la presente investigación, se midió el diámetro de tallos a los 90 días del experimento, y se encontró que el tratamiento T2 (Papa+ Gallinaza 3kg) obtuvo un promedio de 1.70 cm. En este caso, no se tiene información de la investigación de Yucailla (2020) en relación al diámetro de tallos, por lo que no se puede realizar una comparación directa en este aspecto. Sin embargo, Mora et al. (2021) en su estudio reportó que en el tratamiento T4(100% NPK+ fosfotíc) obtuvo un diámetro promedio de 1.46 cm. Esto indica que el tratamiento T2 de la investigación actual tiene un diámetro de tallos significativamente mayor en comparación con el tratamiento T4 de Mora et al. (2021).

Tabla 21. Prueba Tukey para diámetro de tallos principales (cm) a 45, 60 y 90 dds

Tratamientos	45 dds		60 dds		90 dds	
	Media	G.H	Media	G.H	Media	G.H
T1 Superchola+ Té de estiércol	1.02	A	1.23	A	1.57	A
T2 Superchola+ Biol	1.02	A	1.20	A	1.70	A
T3 Superchola+ Extracto de algas	1.06	A	1.29	A	1.60	A
T4 Superchola+ Kelpak	1.06	A	1.20	A	1.65	A
T5 Única+ Té de estiércol	1.11	A	1.29	A	1.60	A
T6 Única+ Biol	1.07	A	1.28	A	1.68	A
T7 Única+ Extracto de algas	1.06	A	1.25	A	1.52	A
T8 Única+ Kelpak	1.10	A	1.27	A	1.53	A
T9 Capiro+ Té de estiércol	1.08	A	1.26	A	1.58	A
T10 Capiro+ Biol	1.07	A	1.30	A	1.61	A
T11 Capiro+ Extracto de algas	1.04	A	1.30	A	1.55	A
T12 Capiro+ Kelpak	1.06	A	1.23	A	1.59	A

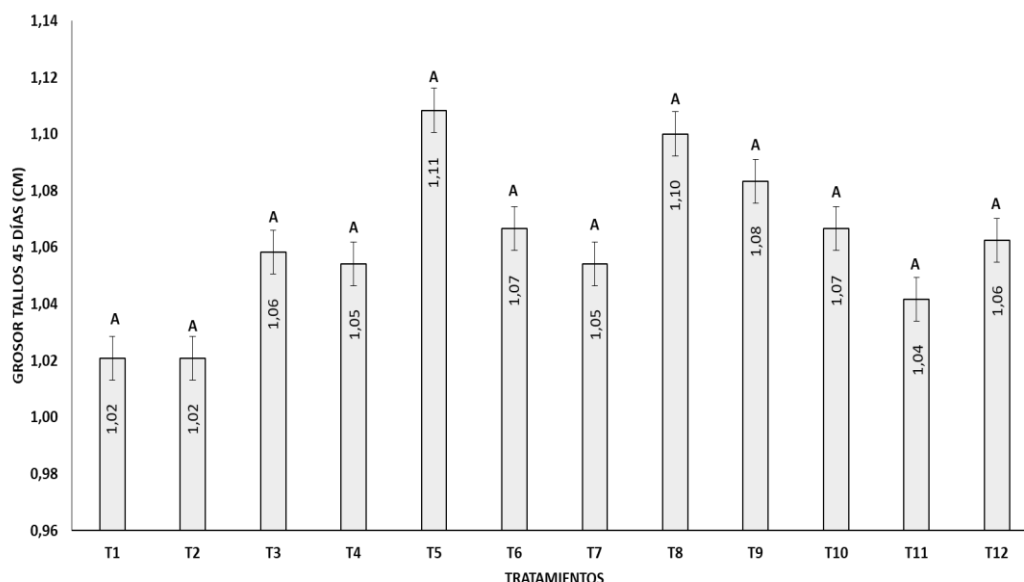


Figura 12. Diámetro del tallos principales (cm) a los 45 dds

Nota: T1: (Superchola + Té de estiércol); T2: (Superchola + Biol); T3: (Superchola + Extracto de algas); T4: (Superchola + Kelpak); T5: (Única + Té de estiércol); T6: (Única + Biol); T7: (Única + Extracto de algas); T8: (Única + Kelpak); T9: (Capiro + Té de estiércol); T10: (Capiro + Biol); T11: (Capiro + Extracto de algas); T12: (Capiro + Químico Kelpak)

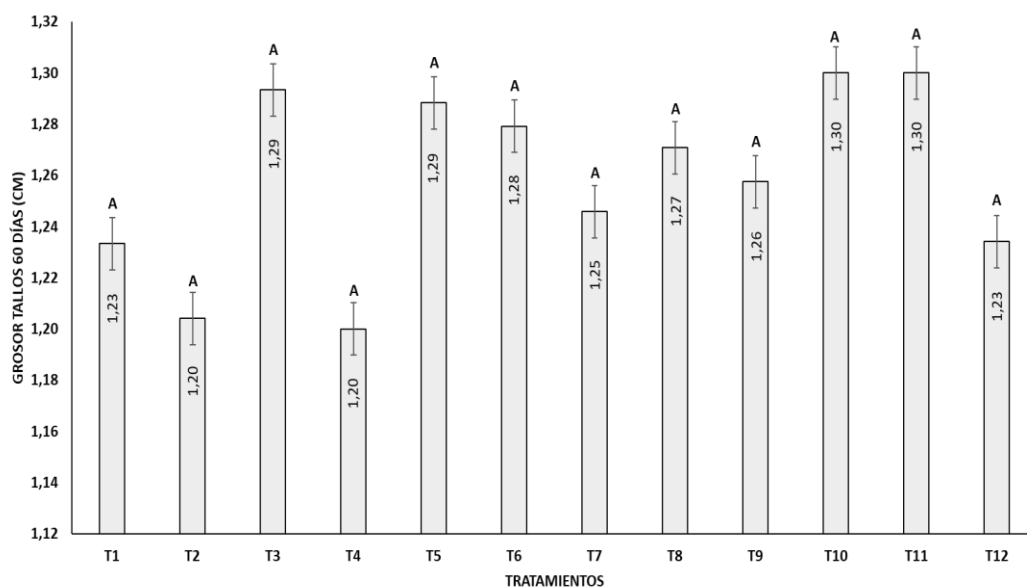


Figura 13. Diámetro del tallos principales (cm) a los 60 ds

Nota: T1: (Superchola + Té de estiércol); T2: (Superchola + Biol); T3: (Superchola + Extracto de algas); T4: (Superchola + Kelpak); T5: (Única + Té de estiércol); T6: (Única + Biol); T7: (Única + Extracto de algas); T8: (Única + Kelpak); T9: (Capiro + Té de estiércol); T10: (Capiro + Biol); T11: (Capiro + Extracto de algas); T12: (Capiro + Químico Kelpak)

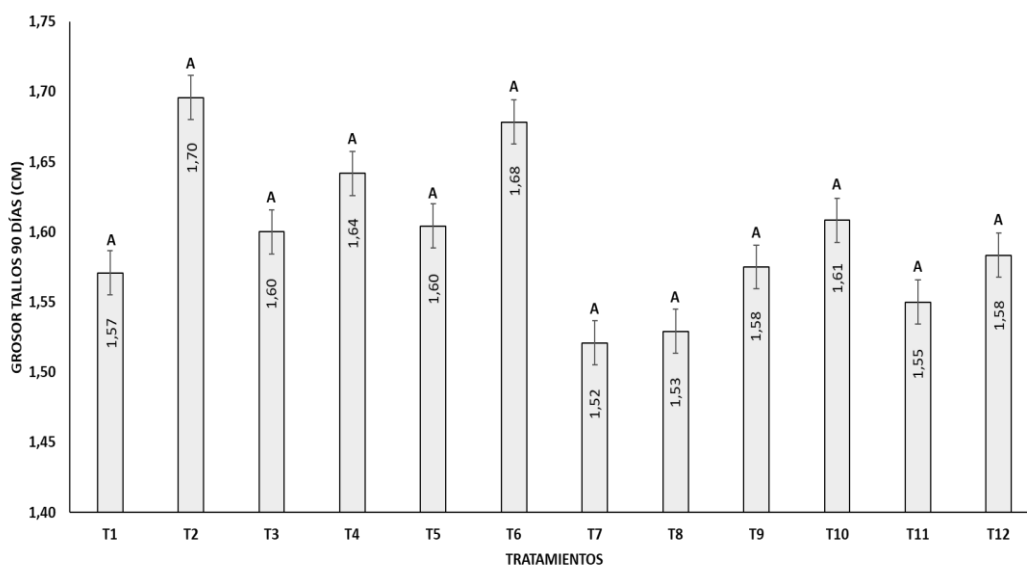


Figura 14. Diámetro del tallos principales (cm) a los 90 ds

Nota: T1: (Superchola + Té de estiércol); T2: (Superchola + Biol); T3: (Superchola + Extracto de algas); T4: (Superchola + Kelpak); T5: (Única + Té de estiércol); T6: (Única + Biol); T7: (Única + Extracto de algas); T8: (Única + Kelpak); T9: (Capiro + Té de estiércol); T10: (Capiro + Biol); T11: (Capiro + Extracto de algas); T12: (Capiro + Químico Kelpak)

4.4. Número de tubérculos (u) por categorías (1°,2°,3°)

El (ANOVA) correspondiente número de tubérculos por categoría 1°,2° y 3° (Tabla 22), existen diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p < 0,05$) al presentar un valor de p de < 0.0001 en las tres categorías. El coeficiente de variación (CV) para esta variable es de 4.11%, 6.36% y 12.21%.

Tabla 22. ANOVA para el número de tubérculos (u) por categorías (1°,2° y 3°)

F. V	G.L.	1° CATEGORÍA	2° CATEGORÍA	3° CATEGORÍA
		P-VALOR	P-VALOR	P-VALOR
Rep/Bloq	3			
Trat	11	<0.0001**	<0.0001**	<0.0001**
Error	33			
Total	47			
Media		11.48	8.14	5.12
C.V. (%)		4.11	6.36	12.21

Leyenda: GL= Grados de libertad; CV= Coeficiente de Variación; P-valor= Grado de significancia; ns= No significancia; *=Significativo; **=Altamente significativo.

Luego de aplicar la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5% para número de tubérculos por categorías de cada tratamiento, se identifica que en la categoría de 1° el tratamiento T8 (Única+ Kelpak) es el más favorable con un promedio de 15.75 valor con categoría A, los tratamientos T2, T6, T4 Y T10 no presentan diferencias significativas, de igual manera, entre los tratamientos T10,T5,T3 y T9 no existe diferencias significativas y en los tratamientos T3, T9, T1, T11 y T7, que tampoco existe diferencias significativas, sin embargo, el tratamiento T8 difiere del tratamiento T12. Para la categoría de 2°, existen 10 rangos de significancia donde los tratamientos T4, T1 y T3 no presentan diferencias significativas y son los más favorables encontrándose dentro del rango A, aunque encontramos más grupos que entre tratamientos no encuentran diferencia significativa, pero sin embargo el tratamiento T4 difiere de T2. Finalmente, en la 3° categoría existen 8 rangos donde los tratamientos T3, T5, T1, T8, y T11 no indican diferencias significativas, considerándolos los más favorables, los tratamientos T5, T1, T8, T11, T4, T9 de igual manera no indican diferencias significativas entre ellos, sin embargo, el tratamiento T3 si difiere del tratamiento T12.

Los resultados en relación en número de tubérculos, el tratamiento T8 (Única+ Kelpak) alcanzó un número de 15.75 unidades, lo que no concuerda a los resultados de Yucailla (2020) en el T1 (Papa + Estiércol de cuy 4kg) con 83 unidades y en el caso de Gaibor (2022) en los tratamientos T2 (P60%+ N50%) y T4 (Foliar 40%+T2) también arrojaron resultados similares en términos de número de tubérculos con 17 y 22

unidades en la categoría de 1°. Sin embargo, fueron superiores a los resultados alcanzados en la investigación de Mora et al. (2021) en el T2 (100% NPK+ fosfotico) con 12.88 unidades.

Tabla 23. Prueba Tukey para número de tubérculos (u) por categorías (1°,2°y 3°)

TRATAMIENTOS	1° CATEGORÍA		2° CATEGORÍA		3° CATEGORÍA	
	MEDIA	G.H	MEDIA	G.H	MEDIA	G.H
T1 Superchola+ Té de estiércol	10.00	EF	10.75	AB	6.00	ABC
T2 Superchola+ Biol	12.25	B	5.00	G	4.00	EF
T3 Superchola+ Extracto de algas	10.75	DE	10.00	ABC	7.25	A
T4 Superchola+ Kelpak	12.75	B	11.25	A	5.50	BCDE
T5 Única+ Té de estiércol	11.25	CD	8.75	CD	6.25	AB
T6 Única+ Biol	12.75	B	7.75	DE	4.00	EF
T7 Única+ Extracto de algas	9.75	EF	6.00	FG	4.50	CDEF
T8 Única+ Kelpak	15.75	A	9.75	BC	5.75	ABCD
T9 Capiro+ Té de estiércol	10.50	DE	6.00	FG	5.25	BCDE
T10 Capiro+ Biol	12.25	BC	7.75	DE	4.25	DEF
T11 Capiro+ Extracto de algas	9.75	EF	6.50	EF	5.75	ABCD
T12 Capiro+ Kelpak	9.00	F	8.25	D	3.00	F

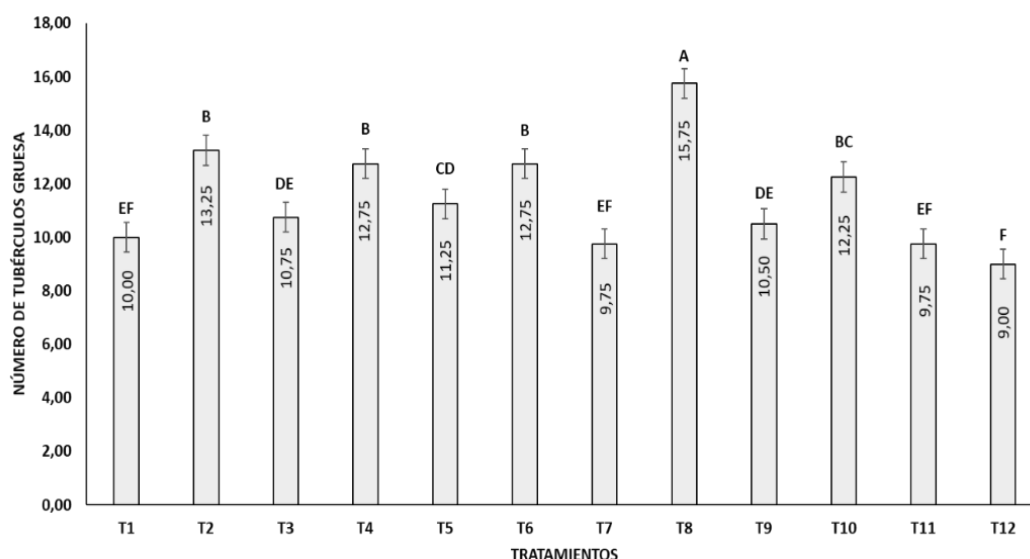


Figura 15. Número de tubérculos (u) categoría 1°

Nota: T1: (Superchola + Té de estiércol); T2: (Superchola + Biol); T3: (Superchola + Extracto de algas); T4: (Superchola + Kelpak); T5: (Única + Té de estiércol); T6: (Única + Biol); T7: (Única + Extracto de algas); T8: (Única + Kelpak); T9: (Capiro + Té de estiércol); T10: (Capiro + Biol); T11: (Capiro + Extracto de algas); T12: (Capiro + Químico Kelpak)

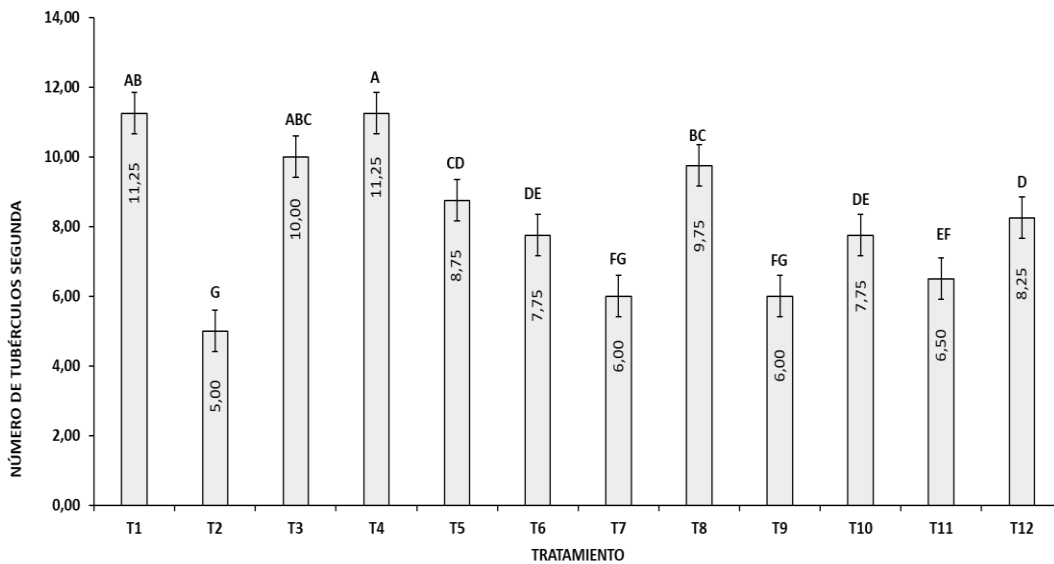


Figura 16. Número de tubérculos (u) categoría 2°

Nota: T1: (Superchola + Té de estiércol); T2: (Superchola + Biol); T3: (Superchola + Extracto de algas); T4: (Superchola + Kelpak); T5: (Única + Té de estiércol); T6: (Única + Biol); T7: (Única + Extracto de algas); T8: (Única + Kelpak); T9: (Capiro + Té de estiércol); T10: (Capiro + Biol); T11: (Capiro + Extracto de algas); T12: (Capiro + Químico Kelpak)

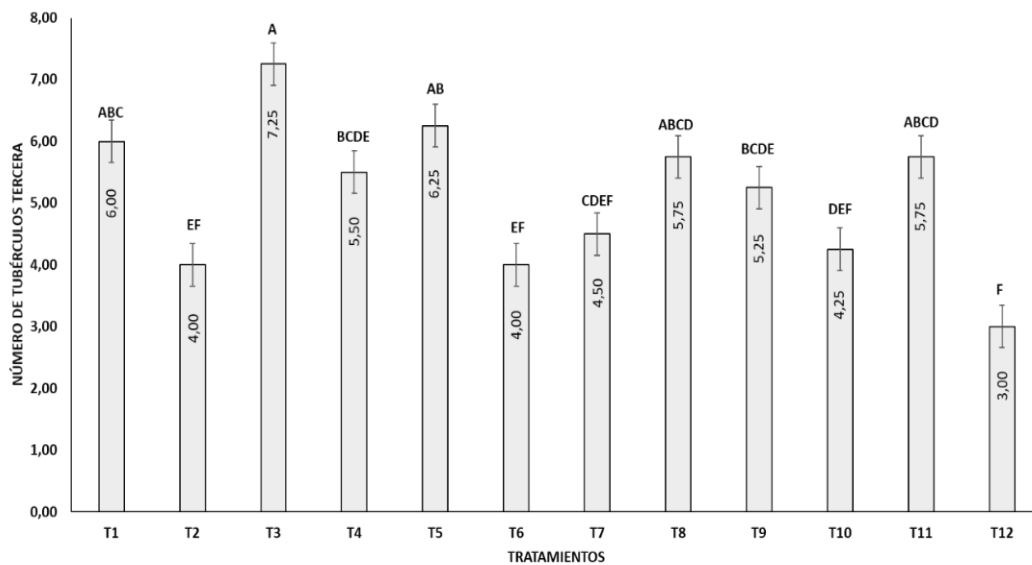


Figura 17. Número de tubérculos (u) categoría 3°

Nota: T1: (Superchola + Té de estiércol); T2: (Superchola + Biol); T3: (Superchola + Extracto de algas); T4: (Superchola + Kelpak); T5: (Única + Té de estiércol); T6: (Única + Biol); T7: (Única + Extracto de algas); T8: (Única + Kelpak); T9: (Capiro + Té de estiércol); T10: (Capiro + Biol); T11: (Capiro + Extracto de algas); T12: (Capiro + Químico Kelpak)

4.5 Peso de tubérculos (kg) por categorías (1°,2°,3°)

El (ANOVA) correspondiente a la variable peso de tubérculos en clasificación primera (Tabla 24), muestra que en la 1°, 2° y 3° categoría, existe diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p < 0,05$), el valor obtenido de p es de < 0.0001 para las tres categorías. Se obtuvo valores en el coeficiente de variación (CV) de 9.90%, 3.25% y 24.62%.

Tabla 24. ANOVA para peso de tubérculos (Kg) por categorías (1°,2° y 3°)

F. V	G.L.	1° CATEGORÍA	2° CATEGORÍA	3° CATEGORÍA
		P-VALOR	P-VALOR	P-VALOR
Rep/Bloq	3			
Trat	11	<0.0001**	<0.0001**	<0.0001**
Error	33			
Total	47			
Media		2.65	0.84	0.12
C.V. (%)		9.90	3.25	24.62

Leyenda: GL= Grados de libertad; CV= Coeficiente de Variación; P-valor= Grado de significancia; ns= No significancia; *=Significativo; **=Altamente significativo.

Luego de aplicar la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5% para peso de tubérculos por categorías de cada tratamiento, se identifica que en la categoría de 1° los tratamientos T8, T6, T10 y T5 no presentan diferencias significativas, obteniendo resultados favorables, entre los tratamientos T5 y T7 no existe diferencias significativas y en los tratamientos T7, T9, T1, T4, T3 Y T11, tampoco existe diferencias significativas, sin embargo, los tratamientos T8, T6, T10 y T2 difieren del tratamiento T12. Para la categoría de 2°, existen 9 rangos de significancia donde los tratamientos T1 y T8 no presentan diferencias significativas y son los más favorables encontrándose dentro del rango A, aunque encontramos más grupos que entre tratamientos no encuentran diferencia significativa, pero sin embargo el tratamiento T1 difiere de T7. Finalmente, en la 3° categoría existen 5 rangos donde los tratamientos T8, T3, T6, T5, T10, Y T1 no indican diferencias significativas, así como los tratamientos T10, T1, T7, T4 Y T11 de igual manera no indican diferencias significativas entre ellos, sin embargo el tratamiento T8 si difiere de los tratamientos T9, T2 y T12.

Los resultados obtenidos de Mora et al. (2021) que obtuvo un peso de 2.29 kg en su tratamiento T2 (100% NPK + fosfotico), lo cual es inferior a los resultados de la presente investigación en el T8 (Única+ Kelpak), demostrando que el rendimiento productivo fue alto por las características de la variedad y las propiedades del fertilizante foliar (kelpak). Por otra parte, en el caso de Gaibor (2022), se encontró que los tratamientos T2(N50%+K100%) y T4 (Foliar40% + T2) lograron medias de 2.19 kg y 2.18 kg,

respectivamente, en términos de peso de tubérculos por planta. Estos resultados son similares a los obtenidos en la presente investigación y sugieren que los tratamientos T8 (Única+ Kelpak) y T6(Única+ Biol) pueden ser efectivos en la producción de peso de tubérculos y podemos decir que la adición de fertilización orgánico foliar es favorable. De igual manera, Villa (2023) proporciona información sobre el peso de los tubérculos en relación con diferentes categorías. En el grupo "A", la gallinaza tuvo un promedio de 193.39 g en la primera categoría, mientras que, en la segunda categoría, la fuente con la gallinaza tuvo un promedio de 83.94 g por planta.

Tabla 25. Prueba Tukey para peso de tubérculos (Kg) por categorías (1°,2° y 3°)

TRATAMIENTOS	1° CATEGORÍA		2° CATEGORÍA		3° CATEGORÍA	
	MEDIA	G.H	MEDIA	G.H	MEDIA	G.H
T1 Superchola+ Té de estiércol	2.29	CD	1.33	A	0.14	ABC
T2 Superchola+ Biol	3.28	A	0.82	CDE	0.08	C
T3 Superchola+ Extracto de algas	2.14	CD	0.71	EFG	0.13	AB
T4 Superchola+ Kelpak	2.18	CD	0.97	BC	0.10	BC
T5 Única+ Té de estiércol	2.95	AB	0.95	BCD	0.16	AB
T6 Única+ Biol	3.45	A	0.99	BC	0.16	AB
T7 Única+ Extracto de algas	2.54	BC	0.48	G	0.11	BC
T8 Única+ Kelpak	3.54	A	1.09	AB	0.20	A
T9 Capiro+ Té de estiércol	2.29	CD	0.72	DEF	0.08	C
T10 Capiro+ Biol	3.39	A	0.97	BC	0.14	ABC
T11 Capiro+ Extracto de algas	2.01	CD	0.52	FG	0.09	BC
T12 Capiro+ Kelpak	1,74	D	0.52	FG	0.07	C

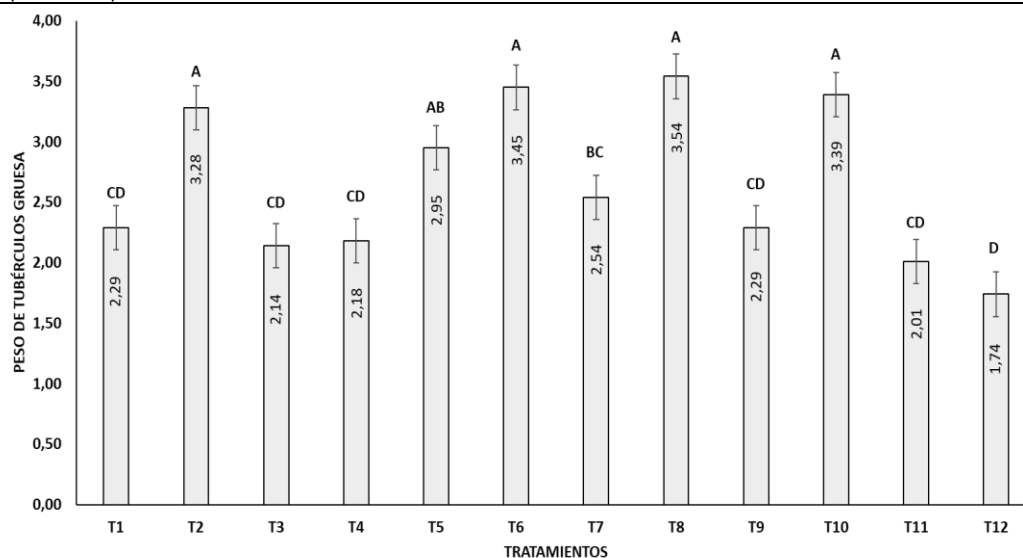


Figura 18. Peso de tubérculos (Kg) categoría 1°

Nota: T1: (Superchola + Té de estiércol); T2: (Superchola + Biol); T3: (Superchola + Extracto de algas); T4: (Superchola + Kelpak); T5: (Única + Té de estiércol); T6: (Única + Biol); T7: (Única + Extracto de algas); T8: (Única + Kelpak); T9: (Capiro + Té de estiércol); T10: (Capiro + Biol); T11: (Capiro + Extracto de algas); T12: (Capiro + Químico Kelpak)

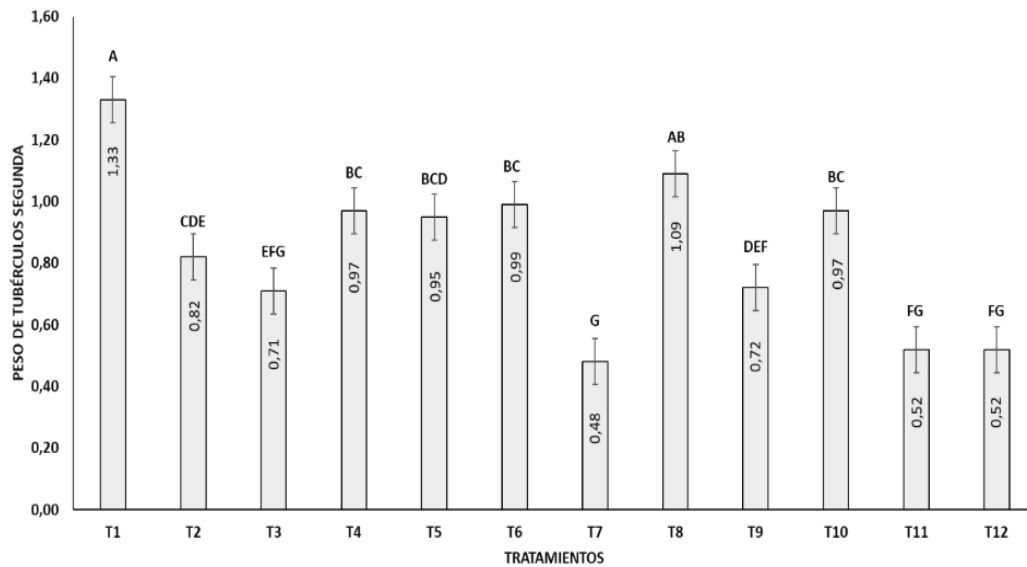


Figura 19. Peso de tubérculos (Kg) categoría 2°

Nota: T1: (Superchola + Té de estiércol); T2: (Superchola + Biol); T3: (Superchola + Extracto de algas); T4: (Superchola + Kelpak); T5: (Única + Té de estiércol); T6: (Única + Biol); T7: (Única + Extracto de algas); T8: (Única + Kelpak); T9: (Capiro + Té de estiércol); T10: (Capiro + Biol); T11: (Capiro + Extracto de algas); T12: (Capiro + Químico Kelpak)

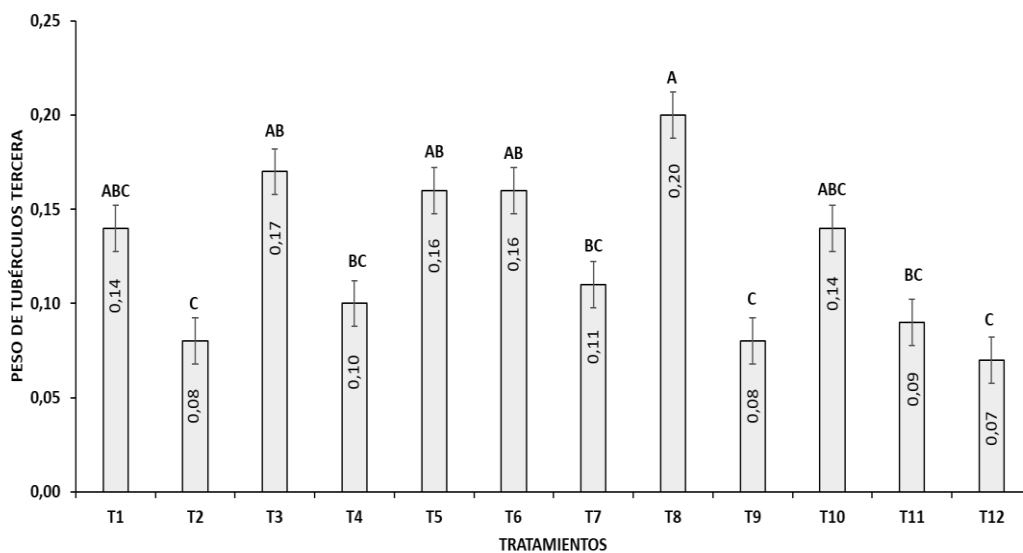


Figura 20. Peso de tubérculos (Kg) categoría 3°

Nota: T1: (Superchola + Té de estiércol); T2: (Superchola + Biol); T3: (Superchola + Extracto de algas); T4: (Superchola + Kelpak); T5: (Única + Té de estiércol); T6: (Única + Biol); T7: (Única + Extracto de algas); T8: (Única + Kelpak); T9: (Capiro + Té de estiércol); T10: (Capiro + Biol); T11: (Capiro + Extracto de algas); T12: (Capiro + Químico Kelpak)

4.6. Análisis Costo Beneficio

Tabla 26. Análisis económico Costo Beneficio por hectárea y tratamiento

TRATAMIENTO	COSTO TOTAL \$ HA ⁻¹	RENDIMIENTO KGHA ⁻¹	PRECIO PROM \$KG ⁻¹	VALOR TOTAL \$ VENTA	UTILIDAD \$	COSTO BENEFICIO \$	BENEFICIO DIRECTO \$
1	7558.92	27027.02	0.46	12432.43	4873.51	1.64	0.64
2	10798.92	31940.53	0.46	14692.64	3893.72	1.36	0.36
3	6401.08	29484.31	0.46	13562.78	7161.70	2.12	1.12
4	8152.43	31940.53	0.46	14692.65	6540.22	1.80	0.80
5	7558.92	29484.32	0.46	13562.79	6003.87	1.79	0.79
6	10798.92	39312.42	0.46	18083.71	7284.79	1.67	0.67
7	6401.08	17198.91	0.46	7911.50	1510.42	1.24	0.24
8	8152.43	39312.42	0.46	18083.71	9931.28	2.22	1.22
9	7558.92	22113.51	0.46	10172.21	2613.29	1.35	0.35
10	10798.92	31940.53	0.46	14692.65	3893.73	1.36	0.36
11	6401.08	22113.51	0.46	10172.21	3771.13	1.59	0.59
12	8152.43	17198.91	0.46	7911.50	-240.93	0.97	-0.03

En la tabla 43 se mostró los resultados detallados del costo beneficio por cada uno de los tratamientos evaluados, como también una estimación de producción kg por hectárea y el índice de costo beneficio, el cual T8 (Variedad única + Kelpak), fue el mejor donde se obtuvo un resultado de 1.22 dólares siendo este valor el más alto, por otra parte, el T12 (Variedad Capiro + Kelpak), generó una pérdida de 0.03 dólares. Por lo tanto, no es factible la utilización del tratamiento T12, debido a su costo elevado al momento de adquirirlo.

Para el valor de precio al momento de venta se estimó un valor promedio de 23 dólares, por quintal de 50 kg al momento de venta para las tres variedades de papa, tomando en cuenta de que el precio más bajo dentro del mercado puede llegar a ser de 8 dólares y el más alto de 38 dólares.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Las nuevas alternativas de biofertilización son favorables para productores de la zona porque se obtiene bajos costos de inversión y beneficios económicos favorables
- El tratamiento T8 (Única+ Kelpak) presenta los mejores resultados en cuanto a las variables de producción en número y peso de tubérculos.
- Económicamente las mejores alternativas de biofertilización fueron los tratamientos T3(Súper+ extracto de algas) y T8 (Única+ Kelpak) con un beneficio de \$ 1,12 y \$ 1,22 por cada dólar invertido.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar nuevas alternativas de producción en cultivo de papa, utilizando biofertilizantes foliares, especialmente biol para obtener bajos costos de producción y aumento en peso de tubérculos.
- Es favorable cultivar papa de variedad única con Kelpak, ya que presenta mejores resultados en producción de tubérculos superando a los biofertilizantes.
- Es importante que se siga investigando biofertilizantes foliares porque presenta buenos resultados, pero también se puede implementar en otros cultivos para comparar producción.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afanador, L. (2017). Biofertilizantes: conceptos, beneficios y su aplicación en Colombia. *Ingeciencia*, 2(1), 65-76. Obtenido de https://editorial.ucentral.edu.co/ojs_uc/index.php/Ingeciencia/article/view/2353/2177
- Araujo, Andrés, Cartagena, Y., Castillo, C., Cuesta, X., Monteros, C., . . . Velásquez, J. (2021). *Manual del cultivo de papa para pequeños productores*. Pichincha - Ecuador: Imprenta IdeaZ.
- Basantes, T., Aragón, J., Albuja, L., & Vázquez, L. (2020). *Diagnóstico de la situación actual de la producción y comercialización de la papa (Solanum tuberosum L.) en la Zona 1 del Ecuador*. Obtenido de <https://doi.org/10.18845/ea.v6i2.5103>
- BASF. (2 de abril de 2023). *Kelpak-Bioestimulante con certificación orgánica*. Obtenido de BASF-Ecuador: <https://agriculture.basf.com/ec/es/proteccion-de-cultivo-y-semillas/productos-para-proteccion-de-cultivos/bioestimulante-Kelpak.html>
- Bayer, A. (2022). *Solución para papa*. Obtenido de <https://www.agro.bayer.ec/es-ec/cultivos/papa.html>
- Beltrán, M., & Bernal, A. (2022). Biofertilizantes: alternativa biotecnológica para los agroecosistemas. *Revista Mutis*, 12(1). doi:DOI: 10.21789/22561498.1771
- Burbano, M. (2014). *Evaluación de la micro tuberización de los cultivares de papa INIAP -victoria y Superchola, bajo sistemas de inmersión temporal*. Quito: Universidad Central del Ecuador .
- Burgos, G. (2019). *Potencial nutricional de la papa*. CIP. Obtenido de <https://cipotato.org/wp-content/uploads/2019/08/CIP-PANAMERICANOS-LIMA-2019.pdf>

- Centro Internacional de la papa. (septiembre de 2020). *Inventario de tecnologías e información para el cultivo de papa en Ecuador*. Obtenido de CIPOTATO: <https://cipotato.org/papaenecuador/category/variedades-mejoradas/>
- CONABIO. (2017). *Solanum tuberosum*. Obtenido de http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/20914_sg7.pdf
http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/20914_sg7.pdf
- Crissman, C., Yanggen, D., & Espinosa, P. (2022). *El uso de plaguicidas en la producción de papa en Carchi*. Obtenido de *Los plaguicidas: Impactos en producción, salud y medio ambiente en Carchi, Ecuador* (pp. 9-24): <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3314/6/iniapsc211c1.pdf>
- Domínguez, D. (3 de octubre de 2022). *Cómo hacer el Té de estiércol*. Obtenido de *Esto es agricultura*: <https://estoesagricultura.com/te-de-estiercol/>
- Feliu, F. (12 de septiembre de 2017). *Extracto de algas en la agricultura*. Obtenido de AEFA: <https://aefa-agronutrientes.org/extractos-de-algas-en-la-agricultura>
- Fernández, V., Sotiropoulos, T., & Brown, P. (2015). *Fertilización Foliar principios científicos y experiencias de campo*. París: Asociación Internacional de la Industria de Fertilizantes (IFA). Obtenido de <https://fertilizar.org.ar/wp-content/uploads/2021/01/2013-no-27-Fertilizacio%CC%81n-foliar-principios-cienti%CC%81ficos-y-experiencias-de-campo.pdf>
- Flores, S. (2019). *Alternativas de fertilización para el cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) con el empleo de biol de producción local, microorganismos solubilizadores de fósforo y extracto de algas en la Comunidad de Canchaguano, Montúfar, Carchi*. Tulcán: Universidad Politécnica Estatal del Carchi. Obtenido de <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/762/1/346%20Alternativas%20de%20fertilizaci%20c3%b3n%20para%20el%20cultivo%20de%20papa%20-%20Canchaguano.pdf>
- Gaibor, V. (2022). *Efecto de la aplicación de fertilizantes foliar y edáfico en el cultivo de papa (Solanum tuberosum), variedad Superchola, San Pablo de Atenas-Bolívar*. Guayaquil: Universidad Agraria del Ecuador. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/GAIBOR%20ESTUPI%20C3%91AN%20VICTOR%20ANTONIO.pdf>
- García, C. (2022). *Efecto de dosis de nitrógeno y fósforo en el rendimiento y eficiencia agronómica del cultivo de papa (Solanum tuberosum L.)*. Apata-Jauja. Lima: Universidad Nacional del Centro del Perú. Obtenido de <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/8460>

- Grageda, O., Díaz, A., Peña, J., & Vera, J. (2012). Impacto de los biofertilizantes en la agricultura. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 3(6), 1261-1274. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v3n6/v3n6a15.pdf>
- Hernández, E., Rodríguez, A., Pineda, R., Valbuena, I., & Estrada, N. (1996). *Variedad de papa para consumo fresco UNIPAPA: ICA- UNICA*. Comunicaciones y asociados LTDA. Obtenido de https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/32463/39467_23354.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, L. (2014). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill Education. Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- INIAP. (Marzo de 2016). *Cátalogo de variedades de papa en el Ecuador*. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2748/1/iniapscpm427.pdf>
- INIAP. (2022). *Cátalogo de variedades de papa del Ecuador*. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5850/1/CATALOGO%20PAPA%202022.pdf>
- Inostroza, J., Méndez, P., & Sotomayor, L. (2019). *Botánica y morfología de la papa*. INIA Carillanca. Obtenido de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7275/NR36476.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- Jiménez, E., & Ramos, R. (2021). Bactericera cockerelli Sulc. (Hemíptera: Triozidae) causante de punta morada (Candidatus liberibacter, solanacearum) en papa (Solanum tuberosum L.) en Estelí, Nicaragua. *Ciencia de las plantas*, 21(36), 36-41. doi:<https://doi.org/10.5377/calera.v21i36.11832>
- Jiménez, V., & Nava, S. (2023). Diagnóstico fitopatológico en el cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) en atzalan Veracruz. *Brazilian Journal of Development*, 9(1), 123-129. doi:DOL:10.34117/bjdv9n1-009
- Mamani, E. (Diciembre de 2016). *Aplicación de biofertilizantes foliares en el cultivar Huaycha (Solanum tuberosum subsp. andigena) en los valles interandinos de Bolivia*. Obtenido de https://scholar.google.com.ec/scholar?q=tesis+sobre+biofertilizantes+foliares+en+papa&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar

- Marouani, A., & Harbeoui, Y. (2016). Eficiencia de uso de nitrógeno en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.). *Acta Agronómica*, 65(2), 164-169. doi:<https://doi.org/10.15446/acag.v65n2.48200>
- Méndez, P. (2013). *Antecedentes fenológicos asociados al manejo del cultivo de papa*. Boletín INIA 414. Obtenido de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6856/NR41996.pdf?sequence=7&isAllowed=y#:~:text=Estos%20se%20dividen%20en%3A%20plantaci%C3%B3n,identificar%20el%20inicio%20del%20cultivo.>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2018). *INIAP difunde valor nutritivo de la papa y su contribución a la salud humana*. Obtenido de MAG: <https://www.agricultura.gob.ec/iniap-difunde-valor-nutritivo-de-la-papa-y-su-contribucion-a-la-salud-humana/>
- Molina, E. (2002). Fertilización foliar de cultivos florícolas. En G. Meléndez, & E. Molina, *Fertilización foliar: Principios y aplicaciones* (págs. 82-100). Costa Rica: ACCS. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/39390677/librosagronomicos.blogspot.mx-Memoria_Curso_Fertilizacion_Foliar-libre.pdf?1445642792=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DMemoria_Curso_Fertilizacion_Foliar.pdf&Expires=1694054246&Signature=FkQ
- Molina, J., Boanerge, M., & Aguilar, L. (2004). *Manejo integrado de plagas*. México: PASA-DANIDA. Obtenido de <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENH10M722.pdf>
- Mora, S., Flores, S., Chulde, J., Puetate, L., & Revelo, V. (2021). Alternativas de fertilización empleando bioestimulantes y biofertilizantes para el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), en Montúfar - Carchi. *Sathiri: Sembrador*, 16(1), 132-143. doi:<https://doi.org/10.32645/13906925.1045>
- Murillo, R., Piedra, G., & León, R. (2013). Absorción de nutrientes a través de la hoja. *Uniciencia*, 232-244. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/87996367/4945327-libre.pdf?1656247200=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DAbsorcion_de_nutrientes_a_traves_de_la_h.pdf&Expires=1694057408&Signature=Z6zsVtRWNMNCIHencATuBtM~ZeCyBmdTqMZo4fWsceHIQffNsob2Vb
- Oliveira, R. C. (2021). *Acumulación de macronutrientes y productividad de papa con aplicación foliar de biofertilizante*. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S2452-57312021000200070&script=sci_arttext&lng=en

- Ormeño, A. (16 de Septiembre de 2019). *Uso de abonos orgánicos líquidos como alternativa de fertilización para producción de semilla de papa variedad Andinita*. Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2017/Informe_Ejecutivo_ESPA_C_2017.pdf
- Pérez, W., & Forbes, G. (2011). *Guía de identificación de plagas que afectan a la papa en la zona andina*. Bogotá: International Potato Center.
- Rodríguez, L. (2010). Origen y evolución de la papa cultivada. Una revisión. *Agronomía Colombiana*, 28(1), 9-17. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v28n1/v28n1a02.pdf>
- Romero, C. (2019). "RENDIMIENTO DE SEMILLA PRE BÁSICA DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD CHAUCHA ROJA, PROVENIENTE DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN AEROPÓNICO.". UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.
- Romhed, V., & Elfouly, M. (1999). *Aplicación foliar en nutrientes: retos y limites en la producción agrícola*. Informaciones agronómicas. Obtenido de <https://www.profertil.com.ar/wp-content/uploads/2020/08/aplicacion-foliar-de-micronutrientes.pdf>
- Saborío, F. (2002). Bioestimulantes en fertilización Foliar. En G. Meléndez, & E. Molina, *Fertilización Foliar: Principios y aplicaciones* (págs. 107-124). Costa Rica: ACCS. Obtenido de https://www.nutricaodeplantas.agr.br/site/downloads/unesp_jaboticabal/Memoria_CursoFertilizacionFoliar.pdf#page=110
- Salas, R. (2002). Herramientas de diagnóstico para definir recomendaciones de fertilización foliar. En G. Meléndez, & M. Eloy, *Fertilización Foliar: Principios y Aplicaciones* (págs. 7-18). Costa Rica: ACCS. Obtenido de <http://www.cia.ucr.ac.cr/sites/default/files/2021-09/02%20Memoria%20Curso%20Fertilizaci%C3%B3n%20Foliar.pdf#page=11>
- Sánchez Llevat, I. L. (2022). Estado del arte de los biopreparados por digestión anaerobia como biofertilizantes y bioestimulantes. *Ingeniería Agrícola*, 12(4).
- Sarti, G., Miguez, C., & Curá, A. (2019). Optimización de las condiciones de cultivo para el desarrollo de una biopelícula bacteriana y su aplicación como biofertilizante en *Solanum lycopersicum* L. var. Río grande. *Revista de*

Protección Vegetal, 34(2), 1-13. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v34n2/2224-4697-rpv-34-02-e01.pdf>

Sifuentes, E., Ojeda, W., Mendoza, C., Macías, J., Rúelas, J., & Inzunza, M. (2013). Nutrición del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) considerando variabilidad climática en el "Valle del Fuerte", Sinaloa, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 4(4), 585-597. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342013000400008#:~:text=El%20cultivo%20de%20papa%20demanda,pesticidas%2C%20agua%20y%20fertilizantes).

SIPA-MAG. (2022). *INFORMACIÓN PRODUCTIVA TERRITORIAL*. Obtenido de <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>

Sistema Biobolsa. (2013). *Manual de Biol.* México: Sistema Biobolsa. Obtenido de https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/SISTEMA%20BIOBO%20LSA%20s.f.%20Manual%20del%20BIOL.pdf

Terry, E., Terán, Z., Martínez, R., & Pino, M. (2002). Biofertilizantes, una alternativa promisorio para la producción hortícola en organopónicos. *Cultivos Tropicales*, 23(3), 43-46. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193218120005.pdf>

Tocagón, S., & Prado, J. (Agosto de 2021). *EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA POBLACIONAL DE LOS ESTADÍOS DE *Bactericera cockerelli* Sûlc EN PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN LA PARROQUIA SAN PABLO, CANTÓN OTAVALO*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11422/2/03%20AGP%20293%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

Vélez, A. (Septiembre de 2018). *Producción y comercialización de la papa variedad Superchola (*Solanum Tuberosum*) en el cantón Tulcán, Provincia del Cachi, año 2017*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8592/1/03%20AGN%20035%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>

Villa, S. (2023). *Evaluación de dos abonos orgánicos y nitrato de calcio, en el rendimiento de papa (*solanum tuberosum*) variedad chaucha*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/19059/1/13T01086.pdf>

Vizcaíno, F. (2017). *Evaluación de tres tipos de sustratos en la producción de semilla básica de papa variedad Superchola (*Solanum tuberosum* L), bajo condiciones de invernadero*. Espejo: Universidad Técnica de Babahoyo.

Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3215/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000071.pdf;jsessionid=695421457B7C421DBEC18A81A2DDA13F?sequence=2>

Yanarico, J. (2021). *Evaluación de tres biofertilizantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de papa (Solanum sp) en la comunidad Centro Molino, provincia de Omasuyos*. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/25931/T-2899.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Yucailla, M. (2020). *Evaluación de tres tipos de abonos orgánicos en la producción de la papa (Solanum Tuberosum) variedad chaucha en el cantón Ambato provincia de Tungurahua*. Maná: Universidad Técnica de Cotopaxi. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6919/1/UTC-PIM-000261.pdf>

VII. ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC


UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI			
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES			
CARRERA DE AGROPECUARIA			
ACTA			
DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR			
ESTUDIANTE:	Pozo Tarupl Erin Dayana	CÉDULA DE IDENTIDAD:	0401565742
PERIODO ACADÉMICO:	2023B		
PRESIDENTE TRIBUNAL	MSC. PAUL SANTIAGO ORTIZ TIRADO	DOCENTE TUTOR:	PHD SEGUNDO RAMIRO MORA QUILISMAL
DOCENTE:	MSC. JACOME SARCHI GUILLERMO ALEXANDER		
TEMA DEL TIC:	"Evaluación de biofertilizantes foliares en tres variedades de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) Tulcán, Ecuador"		
No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	7.83	
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7.83	
3	METODOLOGÍA	7.83	Describir la metodología utilizada en campo, principalmente describir la dosificación de aplicación de los tratamientos
4	RESULTADOS	7.83	Incluir costos de producción de acuerdo con los datos reales del valor de venta
5	DISCUSIÓN	7.83	
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	7.83	Mejorar las recomendaciones con relación a los resultados obtenidos
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	7.83	Mejorar la presentación ante el tribunal
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	7.83	Revisar ortografía y signos de puntuación en el formato establecido

Obteniendo una nota de: **7.83** Por lo tanto, **APRUEBA** ; debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el **miércoles, 24 de enero de 2024**


MSC. PAUL SANTIAGO ORTIZ TIRADO
PRESIDENTE TRIBUNAL


PHD SEGUNDO RAMIRO MORA QUILISMAL
DOCENTE TUTOR


MSC. JACOME SARCHI GUILLERMO ALEXANDER
DOCENTE

Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER**

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Erin Dayana Pozo Tarupi				
DATE: 29 de enero de 2024				
Título: "Evaluación de biofertilizantes foliares en tres variedades de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) Tulcán, Ecuador"				
MARKS AWARDED		QUANTITATIVE AND QUALITATIVE		
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 1 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/> <small>INERS IDIVA Edwin Andrés S</small>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 1 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text.	The message has been communicated appropriately and identify the type of text.	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing.	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate.
	EXCELLENT: 1 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events.	Good flow of ideas and events.	Average flow of ideas and events.	Poor flow of ideas and events.
	EXCELLENT: 1 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement.	Minor errors when supporting the thesis statement.	Some errors when supporting the thesis statement.	Lots of errors when supporting the thesis statement.
	EXCELLENT: 1 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
TOTAL/AVERAGE	9-10: EXCELLENT		TOTAL 9	
	7-8,5: GOOD			
	6-6,5: AVERAGE			
	0-4,5: LIMITED			



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL
CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE
CENTER**

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

Autor: Erin Dayana Pozo Tarupi

Fecha de recepción del abstract: 29 de enero de 2024

Fecha de entrega del informe: 29 de enero de 2024

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma inglés. Según los rubrics de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9, por lo cual se valida dicho trabajo.


Atentamente




EDISON PEÑAFIEL ARCOS
COORDINADOR DEL CIDEN

Ing. Edison Peñafiel Arcos MSc
Coordinador del CIDEN


Anexo 3. Análisis del Biofertilizante (Biol)

	<p>ESTACIÓN EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" DEPARTAMENTO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS Y AGUAS Panamericana sur Km. 1. Apartado 17-01-340 Teléfono: 3007284. Email: laboratorio.dmsa@iniap.gob.ec Mejía - Ecuador</p>																		
REPORTE DE ANÁLISIS DE ABONOS ORGÁNICOS																			
<p>DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : UPEC – Ing. Ramiro Mora Dirección : Huaca Ciudad : Teléfono : Fax :</p>	<p>DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : San Francisco Provincia : Cuzco Cantón : Huaca Parroquia : La Calera Ubicación :</p>	<p>PARA USO DEL LABORATORIO No. Muestra Lab. : 1197-1206 Fecha de Muestreo : 23/10/2018 Fecha de Ingreso : 26/10/2018 Fecha de Salida : 31/10/2018</p>																	
		g/100 ml	mg/l																
No. Muestra Lab.	Identificación de la muestra	N	P	K	Ca	Mg	S	M.O.	B	Zn	Cu	Fe	Mn	pH	C/N				
		Total																	
1197	Ermas 1 – M1	0.03	0.01	0.09	0.08	0.03		0.71						3.87	13.73				
1198	Ermas 2 – M2	0.08	0.01	0.42	0.15	0.05		3.09						3.84	22.40				
1199	Ermas 3 – M3	0.13	0.01	0.01	0.06	0.02		0.34						3.45	1.50				
1200	Biol – M4	0.09	0.01	0.04	0.09	0.04		0.64						7.31	4.12				
1201	Humus líquido – M5	0.03	0.01	0.31	0.08	0.03		0.19						7.80	3.67				
1202	Humus – M6	1.37	0.71	1.88	1.42	0.40		43.65						8.72	18.48				
1203	Vermicompost – M7	0.62	0.24	0.72	0.63	0.25		16.44						8.35	15.38				
1204	Micorrizas – M8	0.64	0.19	0.21	0.70	0.22		18.02						7.12	16.33				
1205	Compost – M9	0.58	0.24	0.41	0.63	0.24		17.29						7.95	17.29				
1206	Suelo micorrizado – M9	0.46	0.20	0.20	0.70	0.25		13.06						6.93	16.47				

Unidades	Método
g/100 ml : gramos/100 mililitros = % : porcentaje	pH : Potenciométrico
mg/l : miligramos/litro = ppm : partes por millón.	C.E: Conductimétrico
dS/m : deciSiemens/metro = mmhos/cm : milimhos/centímetro.	M.O.: Calcificación.



RESPONSABLE DEL LABORATORIO



LABORATORISTA

Anexo 4. Fotos del desarrollo del experimento



Figura 21. Dosificación en bomba 20L



Figura 212. Biofertilizantes



Figura 223. Pesaje de tubérculos

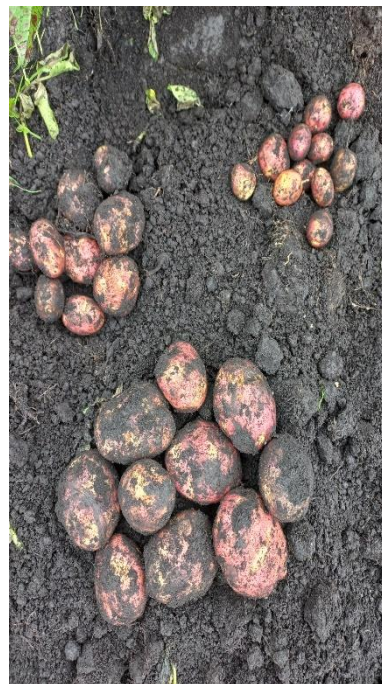


Figura 234. Clasificación de tubérculos



Figura 25. Preparación de biofertilizantes



Figura 26. Fertilización foliar



Figura 27. Toma de datos altura de planta




Figura 28. Realización de aporque

Anexo 5. Tabla costo de producción en una hectárea

COSTOS DE PRODUCCIÓN EN UNA HECTÁREA					
CULTIVO: Papa, variedad Superchola, Única Pera y Capiro			SISTEMA: Semitecnificado		
PROVINCIA: Carchi			CANTÓN: Tulcán		
Parroquia: Tulcán Rural			SECTOR: Guamag Bajo		
RESPONSABLE: Erin Dayana Pozo			FECHA: 2023		
CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	DE	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MANO DE OBRA					
Siembra/fertilización	12	Jornal		10	120
Retape	12	Jornal		10	120
Surcada	12	Jornal		10	120
Aporque	12	Jornal		10	120
Deshierbe	12	Jornal		10	120
Fumigación	20	Jornal		10	200
Cosecha	32	Jornal		10	320
SUBTOTAL					1120
INSUMOS AGRICOLAS					
Semilla Superchola	35	Qq		10	350
Semilla Única Pera	22	Qq		10	220
Semilla Capiro	40	Qq		10	400
SUBTOTAL					970
FERTILIZACIÓN					
RETAPE 10-30-10	30	Qq		40.50	1215
APORQUE 8-20-20	30	Qq		28	840
Té de estiércol	10	Lt		1.50	15
Biol	25	Lt		3	75
Extracto de algas	3	Lt		15.80	47.40
Kelpak	2	Lt		17.75	35.50
SUBTOTAL					2227.90
CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES					
Terraclor 75	2.5	Kg		12.50	31.25
Sencor	0.9	Lt		19	19
SUBTOTAL					50.25
MAQUINARIA/EQUIPO					
Arada y rastra	8	Hora		25	200
Análisis de suelo	1	Unidad		40	40
SUBTOTAL					240.00
COSECHA					
Costales	840	Unidad		0.3	252
Cabuya	1	Unidad		6	6
Trasporte – Sacada	840	Qq		0.25	210
Mano de obra	840	Qq		1.10	924
SUBTOTAL					1392
1.-SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS					6000.15
2.-SUBTOTAL COSTOS INDIRECTOS					0
TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN					6000.15

Anexo 6. Resultado de análisis de suelo



LABONORT

LABORATORIOS NORTE
Av. Cristóbal de Troya 4-93 y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DE PROPIETARIO Nombre: CECILIA TARIPI Ciudad: Tulcán Teléfono: 0997823834 Fax:	DATOS DE LA PROPIEDAD Provincia: Carchi Cantón: Tulcán Parroquia: Sitio: Las Juntas
DATOS DEL LOTE Sitio: Las Juntas Superficie: Número de Campo: Muestra #1 Cultivo Actual: A Cultivar: Papa	DATOS DE LABORATORIO Nro Reporte.: 11674 Tipo de Análisis: Elemental Muestra: Suelo, muestra 1 Fecha de Ingreso: Fecha de Reporte:

Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION
N	47.50	ppm	
P	22.26	ppm	
S	11.50	ppm	
K	0.31	meq/100 ml	
Ca	3.30	meq/100 ml	
Mg	0.43	meq/100 ml	
Zn	2.78	ppm	
Cu	1.26	ppm	
Fe	69.23	ppm	
Mn	12.68	ppm	
B	0.26	ppm	
pH	4.90		
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	
Al		meq/100 ml	
Na		meq/100 ml	
Ce	0.150	mS/cm	
MO	17.55	%	

Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	(%)	Clase Textural		
Mg	K	K	Sulf. Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
7.67	1.39	12.03	4.04						

Dr. Quím. Edison M. Miño M.
Responsable Laboratorio

