



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“EVALUACIÓN DE UN FERTILIZANTE FOLIAR A TRES
DOSIS EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PAPA
(*Solanum tuberosum*) VARIEDAD “SÚPER CHOLA” EN EL
BARRIO UMBRIA, ALOASÍ, CANTÓN MEJÍA”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título
de Ingeniero Agrónomo

Autor:

Espin Villamarin Francisco Javier

Tutor:

Chancusig Francisco Hernán

LATACUNGA – ECUADOR

Agosto 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Espin Villamarin Francisco Javier con cédula de ciudadanía No. 1727651893, declaro ser autor del presente proyecto de investigación “**Evaluación de un Fertilizante Foliar a tres dosis en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) variedad “súper chola” ubicado en el barrio Umbria, Aloasí, cantón Mejía**”, siendo el Ingeniero Mg. Francisco Hernán Chancusig, tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 15 de agosto 2024

Javier Espin

Francisco Javier Espin Villamarin

C.C: 1727651893

ESTUDIANTE

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **ESPIN VILLAMARIN FRANCISCO JAVIER**, identificado con cédula de ciudadanía **1727651893** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agronomía, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“EVALUACIÓN DE UN FERTILIZANTE FOLIAR A TRES DOSIS EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum Tuberosum*) VARIEDAD “SÚPER CHOLA” EN EL BARRIO UMBRIA, ALOASÍ, CANTÓN MEJÍA”**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Octubre 2020 - Marzo 2021

Finalización de la carrera: Abril 2024 – Agosto 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 29 de febrero del 2024

Tutor: Ing. Francisco Hernán Chancusig Mg.

Tema **“EVALUACIÓN DE UN FERTILIZANTE FOLIAR A TRES DOSIS EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum Tuberosum*) VARIEDAD “SÚPER CHOLA” EN EL BARRIO UMBRIA, ALOASÍ, CANTÓN MEJÍA”**

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.

- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.


CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 15 días del mes de agosto del 2024.


Francisco Javier Espin Villamarin
EL CEDENTE

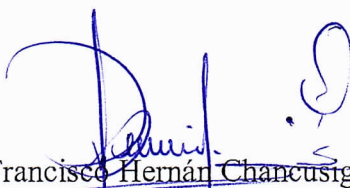
Dra. Idalia Pacheco Tigslema, Ph.D.
LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

“EVALUACIÓN DE UN FERTILIZANTE FOLIAR A TRES DOSIS EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum Tuberosum*) VARIEDAD “SÚPER CHOLA” EN EL BARRIO UMBRIA, ALOASÍ, CANTÓN MEJÍA”, de Espin Villamarin Francisco Javier , de la carrera de Agronomía, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, 15 de agosto del 2024



Ing. Francisco Hernán Chancusig, Mg.

DOCENTE TUTOR

C.C: 0501883920

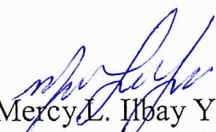
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

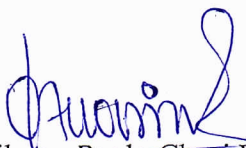
En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Espin Villamarin Francisco Javier, con el título del Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DE UN FERTILIZANTE FOLIAR A TRES DOSIS EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD “SÚPER CHOLA” EN EL BARRIO UMBRIA, ALOASÍ, CANTÓN MEJÍA”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 15 de agosto del 2024


Ing. Clever Castillo de la Guerra, Mg.
CC.0501715494
LECTOR 1 (PRESIDENTE)


Ing. Mercy L. Ibay Y, PhD.
C.C: 0604147900
LECTOR 2 (MIEMBRO)


Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuete, Mg.
C.C: 0502409725
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a Dios por darme la fortaleza y la sabiduría necesarias para completar esta etapa de mi vida.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi y, en particular, a la carrera de Agronomía, por brindarme la oportunidad de crecer académica y personalmente. A todos mis profesores, quienes con paciencia y dedicación compartieron su conocimiento, mi más sincero agradecimiento.

A mi familia, que ha sido mi pilar inquebrantable a lo largo de este proceso. A mis padres, por su amor incondicional, su apoyo constante, y por enseñarme a luchar por mis sueños con humildad y determinación. A mis hermanas, por su compañía y palabras de aliento en los momentos difíciles.

A mis amigos y compañeros, quienes me acompañaron en este viaje, gracias por las risas, los retos compartidos y por estar siempre ahí, en las buenas y en las malas.

A mi tutor, el Ing. Mg. Francisco Hernán Chancusig, por su guía, paciencia, y valiosos consejos que hicieron posible la realización de esta investigación.

Javier Espin Villamarin

DEDICATORIA

Dedico este trabajo con todo mi cariño a mi padre, Francisco, y a mi madre, Anita, cuya devoción y amor incondicional me han guiado y sostenido en cada paso de este viaje. Su sabiduría y fortaleza han sido mi mayor inspiración.

A mis queridos abuelitos, cuya memoria y enseñanzas han dejado una huella imborrable en mi corazón. A los que ya no están con nosotros, su legado de amor y sabiduría sigue iluminando mi camino. A los que aún están presentes, su apoyo constante y cariño son un pilar fundamental en mi vida.

A mi hermana Rosita, por ser una fuente constante de motivación y alegría. Su apoyo incondicional y su presencia amorosa han sido un faro de esperanza y fortaleza en los momentos más difíciles.

A mi enamorada, Silvana, por su amor sincero y paciencia. Su apoyo y aliento han sido cruciales para que pueda alcanzar esta meta, y su comprensión ha sido una fuente de fortaleza en cada etapa de este proceso.

Este trabajo es un tributo a todos aquellos que me han inspirado y apoyado. Que el amor y la dedicación que me han brindado continúen siendo mi guía y mi fuerza en el futuro.

Francisco Javier Espin Villamarin

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “Evaluación de un Fertilizante Foliar a tres dosis en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*) variedad “súper chola” ubicado en el barrio Umbria, Aloasí, cantón Mejía”.

Autor:

Espin Villamarin Francisco Javier.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado "Evaluación de un Fertilizante Foliar a tres dosis en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) variedad 'Súper Chola' en Umbria, Aloasí, Cantón Mejía", busca evaluar y optimizar el uso de fertilizantes foliares. El cultivo de papa, enfrenta problemas de bajo rendimiento en áreas como Aloasí, lo que hace necesario mejorar las técnicas de fertilización. Se trabajó por medio de una investigación cuantitativa y experimental, donde se analizó la eficacia del fertilizante ANONE CPA a cuatro dosis: 0 mg/L 1,5 mg/L 2 mg/L 2,5 mg/L, expuestos en 16 tratamientos con 3 repeticiones cada una. Para el análisis de datos se ejecutó la prueba de chi-cuadrado y LSD de Fisher en SPSS. Los resultados reflejaron que tras la segunda aplicación del fertilizante se obtiene una mayor cantidad de tubérculos y un mejor peso, siendo la dosis de 2,5 mg/L la de mayor eficiencia, ya que se obtuvo un rendimiento de 21,94 Tn/ha, la cual supera la producción nacional. Con respecto al análisis económico se identificó que el tratamiento 16 (2,5 mg/L) maximiza los beneficios de la producción de papa con una ganancia superior a los \$20000 por hectárea. Como conclusión, la dosis de 2,5 mg/L de ANONE CPA mejoró el rendimiento, y rentabilidad económica del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Súper Chola. Palabras clave:

ANONE CPA, fertilización foliar, papa súper chola, producción, rendimiento.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL
RESOURCES

THEME: "Evaluation of a Foliar Fertilizer at Three Doses on the Yield of Potato Crop (*Solanum Tuberosum*) Variety 'Súper Chola' in the Umbria Neighborhood, Aloasí, Mejía Canton"

Author:

Francisco Javier Espin Villamarin

ABSTRACT

The present research titled "Evaluation of a Foliar Fertilizer at Three Doses on the Yield of Potato Crop (*Solanum tuberosum*) Variety 'Súper Chola' in Umbria, Aloasí, Mejía Canton" aims to evaluate and optimize the use of foliar fertilizers. The potato crop faces low yield issues in areas such as Aloasí, making it necessary to improve fertilization techniques. A quantitative and experimental research was carried out to analyze the efficacy of ANONE CPA fertilizer in four doses: 0,1,5,2,2,5 mg/L, exposed in 16 treatments with 3 replications each. For data analysis, the Chi-square and *Fishers LSD test* in SPSS were used. The results showed that after the second fertilizer application, a greater quantity of tubers and a better weight were obtained, with the 2.5 mg/L dose being the most efficient, since a yield of 21.94 Tn/ha was obtained, which exceeds national production. Concerning the economic analysis, it was identified that treatment 16 (2.5 mg/L) maximizes the benefits of potato production with a profit of more than \$20000 per hectare. In conclusion, the 2.5 mg/L dose of ANONE CPA improved the soil, quality, and economic profitability of the potato (*Solanum tuberosum*) variety Super Chola.

Keywords: ANONE CPA, foliar fertilization, super chola potato, soil, profitability.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	v
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	vi
<i>AGRADECIMIENTO</i>	vii
<i>DEDICATORIA</i>	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	4
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
5. OBJETIVOS	7
5.1. General	7
5.2. Específicos.....	7
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	7

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	9
7.1. Cultivo de papa	9
7.1.1. Impacto económico y social del cultivo de papa	9
7.1.2. Botánica y fisiología	11
7.1.3. Valor nutricional de la papa	14
7.1.4. Propiedades antioxidantes de la papa.....	15
7.1.6. Variedad de papa Superchola.....	16
7.2. Fertilizante foliar	17
7.2.1. Definición.....	17
7.2.2. Ventajas del uso de fertilizantes foliares.....	18
7.2.3. Características de un fertilizante foliar	19
7.2.4. Componentes de un fertilizante foliar	19
7.2.5. Fertilizante foliar ANONE.....	21
8. HIPÓTESIS	22
8.1. Hipótesis Nula	22
8.2. Hipótesis Alternativa	22
9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	22
9.1. Enfoque de Investigación	22
9.2. Tipo de Investigación	22
9.3. Área de Estudio	23

9.4.	Factores de estudio	23
9.5	Tratamiento	24
9.5.	Análisis estadístico	24
9.6.	Esquema del ensayo	25
9.9.	Manejo de la Investigación	26
9.9.1.	Preparación del Suelo:.....	26
9.9.2.	Siembra:	27
9.9.3.	Aplicación del Fertilizante Foliar Anone CPA:.....	27
9.9.4.	Monitoreo del Desarrollo Vegetativo.....	27
9.9.5.	Muestreo de Tubérculos:.....	27
9.9.6.	Evaluación de Calidad de Tubérculos:.....	27
9.9.7.	Monitoreo Sanitario	27
9.9.8.	Recolecta de Datos de Suelo	28
9.10.	Evaluación Económica:	28
10.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	28
10.1.	Indicadores morfológicos y agronómicos de la papa.....	28
10.1.1.	Porcentaje de germinación	28
10.1.2.	Altura de la Planta	30
10.1.3.	Número de tubérculos	32
10.1.4.	Peso de los tubérculos	34

10.1.5. Rendimiento del Cultivo	37
10.2. Análisis económico.....	38
10.3. Discusión de resultados	41
11. IMPACTOS	42
11.1. Impacto ambiental.....	42
11.2. Impacto Técnico.....	42
11.3. Impacto económico	43
12. PRESUPUESTO DEL PROYECTO	43
13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	44
13.1. Conclusiones	44
13.2. Recomendaciones.....	44
14. BIBLIOGRAFÍA	45
15. ANEXO	
Anexo 1. Costos de producción experimental	48
Anexo 2. Aval del Traductor	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Componentes de un fertilizante foliar</i>	20
Tabla 2. <i>Composición de ANONE</i>	21
Tabla 3. <i>Características físico-químicas de ANONE</i>	21
Tabla 4. <i>Factores de estudio</i>	23

Tabla 5. <i>Tratamientos</i>	24
Tabla 6. <i>Prueba de chi cuadrado para el porcentaje de germinación de la papa</i>	29
Tabla 7. <i>Prueba LSD de Fisher para el porcentaje de germinación de la papa</i> .	30
Tabla 8. <i>Prueba de Chi cuadrado para la altura de la papa: etapa 1 y 5</i>	31
Tabla 9. <i>Prueba LSD de Fisher para la altura de la papa</i>	32
Tabla 10. <i>Prueba de chi cuadrado para el número de tubérculos: primera y segunda aplicación</i>	33
Tabla 11. <i>Prueba LSD de Fisher para el número de tubérculos de la papa</i>	34
Tabla 12. <i>Prueba de Chi cuadrado para el peso de tubérculos: primera y segunda aplicación</i>	36
Tabla 13. <i>Prueba LSD de Fisher para el número de tubérculos de la papa</i>	36
Tabla 14. <i>Ganancias generadas por el experimento</i>	39
Tabla 15. <i>Ganancias generadas por hectáreas</i>	39
Tabla 16. <i>Presupuesto del proyecto</i>	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Esquema del ensayo</i>	25
Figura 2. <i>Porcentaje de germinación de la papa</i>	29
Figura 3. <i>Altura de la planta de papa</i>	31
Figura 4. <i>Número de tubérculos de las plantas de papa</i>	33
Figura 5. <i>Peso de tubérculos de las plantas de papa</i>	35
Figura 6. <i>Rendimiento del Cultivo de Papa</i>	37

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

“Evaluación de un Fertilizante Foliar a tres dosis en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) variedad “súper chola” en el barrio Umbria, Aloasí cantón Mejía.

Fecha de inicio: 20 de diciembre del 2023

Fecha de finalización: 6 de julio del 2024

Lugar de ejecución

Barrio: Umbria

Parroquia: Aloasí

Cantón: Mejía

Provincia: Pichincha

Zona: 9

Institución: Universidad Técnica de Cotopaxi

Facultad que auspicia: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia: Carrera de Agronomía.

Proyecto de investigación vinculado: Producción y Buenas Prácticas de Alimentos

Equipo de Trabajo

- **Tutor de Titulación:** Ing. Francisco Hernán Chancusig, Mg
- **Investigador :** Espin Villamarin Francisco Javier

Área de Conocimiento: Agricultura, Silvicultura, Pesca.

Línea de investigación: Análisis, conservación y aprovechamiento racional de la biodiversidad, fauna y recursos naturales para el desarrollo sustentable y la prevención de desastres naturales.

Sub líneas de investigación de la Carrera: Producción Agrícola sostenible.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La presente investigación se justifica por su relevancia en múltiples niveles, abordando desde la problemática global de la producción de papa hasta las necesidades específicas de los agricultores locales en el barrio Umbria de Aloasí. A nivel teórico, este estudio contribuirá a ampliar el conocimiento científico sobre la fertilización foliar en el cultivo de papa, especialmente en la variedad Súper Chola, que es de gran importancia en la región. Se analizará la eficacia de la fertilización foliar como complemento a la fertilización tradicional, evaluando su impacto en el rendimiento, calidad y rentabilidad del cultivo. Los resultados obtenidos aportarán información valiosa para la toma de decisiones en el manejo agronómico de la papa y podrán ser utilizados como base para futuras investigaciones en el área.

En 2019, la provincia de Pichincha, conocida por su rica tradición agrícola, logró una producción notable de 40,633 toneladas de papa, con un rendimiento promedio de 25.7 toneladas por hectárea. Este logro fue el resultado del arduo trabajo y la inversión de los productores locales, quienes dedicaron su esfuerzo físico, económico y social a este cultivo esencial.

A pesar de este éxito, los productores de papa en Pichincha enfrentan desafíos significativos que afectan su rentabilidad y motivación. Uno de los factores más importantes es la cadena de comercialización, que a menudo presenta ineficiencias y desequilibrios de poder entre los diferentes actores involucrados. Esto puede resultar en precios bajos para los productores y precios altos para los consumidores, lo que reduce los márgenes de ganancia para los agricultores y dificulta su capacidad para reinvertir en sus cultivos.

Además de la cadena de comercialización, otros factores como las fluctuaciones climáticas, las plagas y enfermedades, y la falta de acceso a tecnologías y financiamiento también pueden afectar el rendimiento económico de la producción de papa en Pichincha. Es fundamental abordar estos desafíos de

manera integral para garantizar la sostenibilidad de este sector agrícola vital y apoyar a los productores locales en su importante labor.

A nivel metodológico, la investigación utilizará un diseño experimental riguroso, con tratamientos y repeticiones adecuadas, para garantizar la validez y confiabilidad de los resultados. Se emplearán técnicas de análisis estadístico apropiadas para interpretar los datos y extraer conclusiones sólidas. Además, se documentará detalladamente la metodología utilizada, lo que permitirá la replicación del estudio en otras zonas y condiciones agroecológicas.

A nivel práctico, los resultados de esta investigación tendrán una aplicación directa en la mejora de la productividad y calidad de la papa Súper Chola en el barrio Umbria. Se espera que la aplicación de fertilizante foliar, en la dosis óptima determinada por el estudio, permita a los agricultores incrementar sus rendimientos, obtener tubérculos de mayor calidad y mejorar su rentabilidad económica. Esto contribuirá a fortalecer la producción local de papa, mejorar los ingresos de los agricultores y garantizar la disponibilidad de alimentos para la población local.

A nivel social, el cultivo de papa es una actividad fundamental para la seguridad alimentaria y el desarrollo socioeconómico de la región. Al mejorar la productividad y calidad de la papa Súper Chola, se estará contribuyendo a fortalecer la economía local, generar empleo y mejorar la calidad de vida de los agricultores y sus familias. Además, al promover prácticas de fertilización más eficientes y sostenibles, se estará contribuyendo a la conservación del medio ambiente y la protección de los recursos naturales.

Además de los beneficios directos para los agricultores y la producción local, la presente investigación tiene una justificación más amplia en el contexto de la sostenibilidad y la seguridad alimentaria. La adopción de prácticas agrícolas más eficientes y respetuosas con el medio ambiente es esencial para enfrentar los desafíos globales del cambio climático y la degradación de los suelos. Al

investigar y promover la fertilización foliar como una técnica complementaria a la fertilización tradicional, se busca no solo mejorar los rendimientos y la calidad de la papa, sino también reducir el uso de insumos químicos, minimizar el impacto ambiental y fomentar una agricultura más sostenible.

Los conocimientos generados podrán ser aplicados en otras regiones y cultivos, contribuyendo a la resiliencia de los sistemas agrícolas frente a las fluctuaciones climáticas y económicas. De esta manera, la investigación no solo beneficiará a los productores locales de papa en Pichincha, sino que también aportará al bienestar de la comunidad global al avanzar hacia una producción agrícola más sostenible y segura.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

3.1. Beneficiarios directos

Los beneficiarios directos son los investigadores de la Universidad Técnica De Cotopaxi

3.2. Beneficiarios indirectos

Los beneficiarios indirectos de la investigación son docentes de la Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC) y estudiantes de la carrera de Agronomía (434) en la enseñanza formativa y los agricultores de la provincia y del país ya que mediante la información obtenida servirá como una herramienta que pueden aprovechar para alcanzar la producción deseada y mejorando su actividad económica de beneficiarios directos e indirectos por género.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

A nivel mundial, la papa (*Solanum tuberosum*) es el cuarto cultivo alimentario más importante, después del arroz, el trigo y el maíz. Su relevancia radica en su alto valor nutricional, su adaptabilidad a diversas condiciones climáticas y su papel fundamental en la seguridad alimentaria de muchas regiones. Sin embargo,

la producción de papa enfrenta desafíos significativos a nivel global. El cambio climático, con sus patrones climáticos erráticos y eventos extremos como sequías, inundaciones y heladas, representa una amenaza creciente para la producción de papa en todo el mundo. Las altas temperaturas y la escasez de agua pueden reducir drásticamente los rendimientos, mientras que las plagas y enfermedades se vuelven más virulentas y difíciles de controlar en condiciones climáticas cambiantes (Vásquez, Sevilla, Rivadeneira, & Cuesta, 2022).

El cultivo de papa es vital para la economía y la seguridad alimentaria en muchas regiones del mundo, pero enfrenta problemas significativos de bajo rendimiento y producción, especialmente en áreas como Aloasí, Cantón Mejía. Diversos estudios han señalado que el rendimiento de la papa puede verse gravemente afectado por prácticas agrícolas subóptimas y la falta de aplicación adecuada de fertilizantes.

A nivel nacional, el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) es de vital importancia para la seguridad alimentaria y la economía ecuatoriana. Sin embargo, la productividad del cultivo se ve afectada por diversos factores, como la degradación de los suelos, la incidencia de plagas y enfermedades, y la variabilidad climática. Estos factores limitan el potencial productivo y afectan la calidad de los tubérculos, lo que a su vez repercute en los ingresos de los agricultores y en la disponibilidad de alimentos para la población (García, Ilbay, & Ramos, 2023).

En la provincia de Pichincha, y específicamente en el cantón Mejía, el cultivo de papa es una actividad agrícola tradicional y fundamental para la economía local. La variedad Súper Chola es ampliamente cultivada en la zona debido a su adaptación a las condiciones agroecológicas y su demanda en el mercado. No obstante, los agricultores enfrentan desafíos para mantener la productividad y calidad de esta variedad, lo que se traduce en menores ingresos y dificultades para competir en el mercado (Singaña, 2021).

En el barrio Umbria de Aloasí, los productores de papa Súper Chola han observado una disminución en el rendimiento y calidad de sus cultivos en los últimos años. Esto se atribuye a la pérdida de fertilidad del suelo, la falta de prácticas de manejo adecuadas y la limitada adopción de tecnologías innovadoras. La fertilización tradicional, basada principalmente en la aplicación de fertilizantes granulados al suelo, no siempre es suficiente para satisfacer las necesidades nutricionales del cultivo, especialmente en etapas críticas de desarrollo.

Además, uno de los principales problemas que enfrenta la producción de papa a nivel local y global es la baja producción. En el barrio Umbria de Aloasí, este problema es particularmente agudo debido a la combinación de factores adversos como la degradación del suelo, la incidencia de plagas y enfermedades, y la falta de acceso a tecnología y conocimientos actualizados sobre manejo de cultivos. La baja producción no solo afecta la rentabilidad de los agricultores, sino que también pone en riesgo la seguridad alimentaria local (Mora, Flores, Chulde, Puetate, & Revelo, 2021).

En este contexto, la fertilización foliar se presenta como una alternativa prometedora para mejorar la productividad y calidad de la papa Súper Chola. La aplicación de nutrientes directamente sobre las hojas permite una absorción más rápida y eficiente, complementando la fertilización tradicional y corrigiendo deficiencias nutricionales específicas. Sin embargo, es necesario evaluar la eficacia de esta técnica en las condiciones locales y determinar la dosis óptima de fertilizante foliar para maximizar los beneficios y garantizar la rentabilidad económica para los agricultores.

5. OBJETIVOS

5.1.General

Evaluar el efecto de la aplicación de un Fertilizante Foliar a tres dosis en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Súper Chola

5.2.Específicos

- Determinar el efecto de la aplicación del fertilizante foliar Anone a tres dosis en el rendimiento del cultivo de papa súper chola
- Evaluar el costo beneficio de la aplicación del fertilizante foliar Anone a tres dosis en el cultivo de papa súper chola

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

OBJETIVOS	ACTIVIDAD	METODOLOGÍA	RESULTADOS
Determinar el efecto de la aplicación del fertilizante foliar Anone a tres dosis en el rendimiento del cultivo de papa súper chola	Seleccionar las distintas dosis de Anone a aplicar en el cultivo de papas.	Preparación y medición experimental de las papas cosechadas bajo cada dosis de Anone	Registro del total de papas cosechadas para cada dosis de Anone
	Preparación y medición experimental de las papas cosechadas bajo cada dosis de Anone	Recolección de datos de crecimiento de plantas y rendimiento de tubérculos en parcelas experimentales.	Datos comparativos del rendimiento de papa bajo diferentes dosis de Anone.
	Monitoreo del crecimiento y	Observación y registro de las	Datos sobre el desarrollo de las plantas y su

OBJETIVOS	ACTIVIDAD	METODOLOGÍA	RESULTADOS
	desarrollo de las plantas de papa bajo diferentes dosis de Anone.	variables	correlación con las diferentes dosis de Anone.
	Registro del total de papas cosechadas para cada dosis de Anone	Cosecha de las papas en cada parcela experimental, pesaje y conteo de tubérculos.	Cantidad total y peso de papas cosechadas por dosis de Anone.
Evaluar el costo beneficio de la aplicación del fertilizante foliar Anone a tres dosis en el cultivo de papa súper chola.	<p>Determinar el costo de adquisición de Anone</p> <p>Medir el aumento en el rendimiento de la cosecha debido a la aplicación de Anone</p> <p>Comparar el costo total de la aplicación de Anone con el beneficio económico total derivado de un aumento en el rendimiento de la cosecha</p>	<p>Obtener los precios de Anone</p> <p>Registrar los gastos asociados con la mano de obra y la maquinaria necesaria para la aplicación de Anone</p> <p>Calcular el costo total de la aplicación de Anone por hectárea de cultivo</p>	<p>Costo total de la aplicación de Anone</p> <p>Costo total de producción de la papa.</p> <p>Costo total por hectárea producida con Anone</p>

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1. Cultivo de papa

La papa, *Solanum tuberosum*, es un cultivo de relevancia indiscutible en el panorama agrícola global y local. Su adaptabilidad a diversos climas, su valor nutricional y su potencial productivo la han convertido en un pilar fundamental de la seguridad alimentaria y la economía agraria en numerosas regiones del mundo (Singaña, 2021). La papa desempeña un papel crucial en la economía agrícola de muchos países, siendo un cultivo de gran importancia tanto para pequeños agricultores como para grandes productores comerciales. Su cultivo genera empleo en diversas etapas de la cadena de producción, desde la preparación del suelo hasta la comercialización de los tubérculos. En el caso de Ecuador, la papa es el segundo cultivo de mayor importancia después del maíz, y su producción se concentra principalmente en la Sierra, donde se cultivan diversas variedades adaptadas a las condiciones locales (García, Ilbay, & Ramos, 2023).

Desde el punto de vista social, la papa es un alimento básico en la dieta de millones de personas en todo el mundo, especialmente en países en desarrollo. Su contenido en carbohidratos, proteínas, vitaminas y minerales la convierte en una fuente importante de energía y nutrientes esenciales. Además, la papa es un cultivo versátil que se puede consumir de diversas formas, desde cocida y frita hasta procesada en productos como harina, almidón y snacks.

7.1.1. Impacto económico y social del cultivo de papa

La papa desempeña un papel crucial en la economía agrícola de numerosos países, generando empleo e ingresos en toda la cadena de valor. Desde la producción primaria hasta la transformación industrial y la comercialización, este cultivo dinamiza diversos sectores y contribuye al crecimiento económico. En países en desarrollo, la papa es a menudo un cultivo de subsistencia para pequeños agricultores, proporcionándoles alimentos e ingresos para cubrir sus necesidades básicas. En países desarrollados, la papa es un cultivo comercial de gran

importancia, generando miles de millones de dólares en ingresos anuales (Mora, Flores, Chulde, Puetate, & Revelo, 2021).

La producción de papa involucra a una amplia gama de actores, desde agricultores y jornaleros hasta transportistas, comerciantes y procesadores. Esta cadena de valor genera empleo directo e indirecto, estimulando la economía local y regional. Además, la papa es un cultivo que requiere insumos como fertilizantes, pesticidas y maquinaria agrícola, lo que impulsa la demanda de estos productos y servicios en el mercado.

Se puede mencionar también que el comercio internacional de papa también es significativo, ya que muchos países importan y exportan este producto para satisfacer la demanda interna y aprovechar las ventajas comparativas de diferentes regiones productoras. La papa procesada, en forma de papas fritas congeladas, harina de papa y almidón, también constituye un importante rubro de exportación para algunos países (Barboza, Solórzano, & Paniagua, 2021).

Con relación al campo social, la papa es un alimento básico en la dieta de millones de personas en todo el mundo, especialmente en regiones donde otros cultivos alimentarios son menos accesibles o asequibles. Su alto contenido en carbohidratos proporciona una fuente importante de energía, mientras que sus proteínas, vitaminas y minerales contribuyen a una dieta equilibrada y saludable. La papa es especialmente importante en la lucha contra la desnutrición y la inseguridad alimentaria, ya que es un cultivo relativamente fácil de cultivar y almacenar, lo que lo convierte en una fuente confiable de alimentos durante todo el año (Wilches, Vargas, & Espitia, 2022).

Además de su valor nutricional, la papa tiene un profundo significado cultural en muchas sociedades. En los Andes, por ejemplo, la papa es considerada un regalo sagrado de los dioses y ha sido cultivada y consumida durante miles de años. En otros países, la papa es un ingrediente central en platos tradicionales y festividades, formando parte de la identidad cultural y el patrimonio culinario de

las comunidades. El cultivo de papa también tiene un impacto social positivo al promover la cohesión comunitaria y el desarrollo rural. En muchas regiones, la producción de papa es una actividad familiar que involucra a hombres, mujeres y niños, fortaleciendo los lazos familiares y la solidaridad comunitaria. Además, las organizaciones de productores de papa desempeñan un papel importante en la promoción del desarrollo rural, brindando capacitación técnica, acceso a mercados y servicios financieros a sus miembros.

7.1.2. Botánica y fisiología

La papa es una planta herbácea perenne perteneciente a la familia de las solanáceas. Su parte comestible es el tubérculo, un tallo subterráneo modificado que almacena reservas de almidón y otros nutrientes. La planta presenta un sistema radicular fibroso y superficial, tallos aéreos ramificados y hojas compuestas. Las flores son hermafroditas y se agrupan en inflorescencias terminales. La polinización es principalmente autógama, aunque también puede ocurrir polinización cruzada por insectos (Cotrina, Nolvert, Huanhuayo, Palomino, & Melgar, 2021).

El ciclo de crecimiento y desarrollo de la papa se divide en varias etapas: brotación, crecimiento vegetativo, tuberización, maduración y senescencia. La duración de cada etapa varía según la variedad, las condiciones ambientales y el manejo agronómico. La tuberización, que es la formación de los tubérculos, es una etapa crítica que depende de factores como la temperatura, la duración del día y la disponibilidad de agua y nutrientes (García, Ilbay, & Ramos, 2023).

La papa es una planta herbácea perenne que pertenece a la familia de las solanáceas (Solanaceae). Su parte comestible es el tubérculo, un tallo subterráneo modificado que almacena reservas de almidón y otros nutrientes. La planta presenta un sistema radicular fibroso y superficial, que se extiende horizontalmente en las capas superiores del suelo. Los tallos aéreos son

herbáceos, ramificados y pueden alcanzar alturas variables según la variedad y las condiciones de crecimiento.

Las hojas de la papa son compuestas, alternas y están divididas en folíolos de forma ovalada o lanceolada. La superficie de las hojas está cubierta de tricomas, pequeños pelos que ayudan a reducir la pérdida de agua por transpiración. Las flores son hermafroditas, con cinco pétalos fusionados en forma de estrella y cinco estambres que rodean el pistilo. La polinización es principalmente autógena, aunque también puede ocurrir polinización cruzada por insectos (Vásquez, Sevilla, Rivadeneira, & Cuesta, 2022).

En lo que respecta al ciclo de vida de la papa, este se presenta en diferentes etapas. Estas etapas son las siguientes:

- **Brote:** Los tubérculos-semilla, que son tubérculos seleccionados para la siembra, comienzan a brotar cuando las condiciones de temperatura y humedad son favorables. Los brotes emergen de los ojos del tubérculo y dan origen a los tallos aéreos.
- **Crecimiento Vegetativo:** Durante esta etapa, la planta desarrolla hojas, tallos y raíces, y acumula biomasa a través de la fotosíntesis. La duración de esta etapa depende de la variedad, las condiciones ambientales y el manejo agronómico.
- **Tuberización:** Esta es una etapa crítica en la que se forman los tubérculos. La tuberización es inducida por una combinación de factores, como la disminución de la duración del día, la temperatura del suelo y la disponibilidad de agua y nutrientes. Durante esta etapa, los estolones, que son tallos subterráneos horizontales, comienzan a engrosarse en sus extremos para formar los tubérculos.
- **Maduración:** Los tubérculos continúan creciendo y acumulando almidón y otros nutrientes. La piel de los tubérculos se engrosa y se forma una capa protectora que les permite resistir el almacenamiento.

- **Senescencia:** La planta comienza a envejecer y las hojas se vuelven amarillas y se secan. Los tubérculos alcanzan su tamaño máximo y están listos para la cosecha (Vargas, Wilches, & Espitia, 2022).

Por otro lado, el crecimiento y desarrollo de la papa dependen también de diferentes factores, tanto ambientales como genéticos. Dentro de los principales factores que influyen en este proceso se destacan los siguientes:

- **Temperatura:** La papa es un cultivo de clima templado y prefiere temperaturas moderadas para su crecimiento óptimo. Las temperaturas extremas, tanto altas como bajas, pueden afectar negativamente el desarrollo de la planta y la formación de tubérculos.
- **Luz:** La papa es una planta de día corto, lo que significa que la tuberización es inducida por días cortos y noches largas. La intensidad de la luz también afecta la fotosíntesis y la acumulación de biomasa.
- **Agua:** La papa requiere un suministro adecuado de agua durante todo su ciclo de crecimiento, especialmente en las etapas de tuberización y llenado de los tubérculos. El estrés hídrico puede reducir el rendimiento y la calidad de los tubérculos.
- **Nutrientes:** La papa tiene requerimientos nutricionales específicos para cada etapa de su desarrollo. Los macronutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio son esenciales para el crecimiento vegetativo y la formación de tubérculos, mientras que los micronutrientes como hierro, zinc y manganeso son necesarios para diversas funciones metabólicas.
- **Suelo:** La papa prefiere suelos sueltos, bien drenados y ricos en materia orgánica. El pH del suelo también es importante, ya que afecta la disponibilidad de nutrientes para la planta.
- **Factores Genéticos:** La variedad de papa también influye en su crecimiento y desarrollo. Diferentes variedades tienen diferentes requerimientos ambientales y ciclos de crecimiento, así como

características de calidad y rendimiento distintas (Sanabria, Sanabria, & Sánchez, 2022).

7.1.3. Valor nutricional de la papa

Más allá de su versatilidad culinaria y su capacidad para adaptarse a diversos climas y suelos, la papa es un tesoro nutricional que ofrece una amplia gama de beneficios para la salud. A continuación, exploraremos en detalle el valor nutricional de la papa, desde sus macronutrientes y micronutrientes hasta sus propiedades antioxidantes y su papel en la prevención de enfermedades (Mora, Flores, Chulde, Puetate, & Revelo, 2021).

Macronutrientes en la papa:

- **Carbohidratos:** La papa es una excelente fuente de carbohidratos complejos, principalmente en forma de almidón. Estos carbohidratos proporcionan energía sostenida al cuerpo, lo que la convierte en un alimento ideal para deportistas y personas con alta actividad física. Además, el almidón de la papa contiene una cantidad significativa de almidón resistente, un tipo de fibra que no se digiere en el intestino delgado y que actúa como prebiótico, alimentando a las bacterias beneficiosas del intestino.
- **Proteínas:** Aunque no es su principal componente, la papa contiene proteínas de buena calidad, con un perfil de aminoácidos similar al de la proteína del huevo. Estas proteínas son importantes para la construcción y reparación de tejidos, la producción de enzimas y hormonas, y el mantenimiento de un sistema inmunológico saludable.
- **Grasas:** La papa es naturalmente baja en grasas, lo que la convierte en una opción saludable para quienes buscan controlar su ingesta de lípidos. La mayor parte de la grasa presente en la papa se encuentra en la piel, por lo que es recomendable consumirla con piel para aprovechar al máximo sus nutrientes (Barboza, Solórzano, & Paniagua, 2021).

Micronutrientes en la papa:

- **Vitaminas:** La papa es una fuente importante de vitamina C, un potente antioxidante que protege las células del daño causado por los radicales libres y fortalece el sistema inmunológico. También contiene vitaminas del complejo B, como la vitamina B6, que es esencial para el metabolismo de los carbohidratos, las proteínas y las grasas, y la niacina, que participa en la producción de energía y el mantenimiento de la piel y los nervios saludables.
- **Minerales:** La papa es rica en potasio, un mineral clave para la regulación de la presión arterial, la función muscular y nerviosa, y el equilibrio de líquidos en el cuerpo. También contiene cantidades significativas de magnesio, fósforo y hierro, minerales esenciales para la salud ósea, la producción de energía y el transporte de oxígeno en la sangre (Vásquez, Sevilla, Rivadeneira, & Cuesta, 2022).

7.1.4. Propiedades antioxidantes de la papa

Las papas, especialmente las de pulpa amarilla, roja o morada, contienen una variedad de compuestos antioxidantes, como carotenoides, flavonoides y antocianinas. Estos antioxidantes ayudan a proteger las células del daño oxidativo causado por los radicales libres, que pueden contribuir al desarrollo de enfermedades crónicas como enfermedades cardíacas, cáncer y enfermedades neurodegenerativas (Cotrina, Nolverto, Huanhuayo, Palomino, & Melgar, 2021).

Consideraciones importantes:

- **Preparación:** La forma en que se prepara la papa puede influir en su valor nutricional. Evitar freírlas y optar por métodos de cocción más saludables como hornear, asar o hervir puede ayudar a preservar sus nutrientes y reducir la ingesta de grasas y calorías.
- **Variedades:** Existen numerosas variedades de papa, cada una con su propio perfil nutricional y sabor. Explorar diferentes variedades puede

añadir variedad a la dieta y aprovechar al máximo los beneficios de este alimento versátil.

7.1.6. Variedad de papa Superchola

La Superchola es una variedad de papa que se destaca por su versatilidad y calidad. Fue desarrollada en Ecuador y se ha convertido en un cultivo importante para muchos agricultores. Creada a partir de cruzamientos entre diferentes variedades de papa, con el objetivo de obtener una variedad con características deseables tanto para agricultores como para consumidores en 1984 (Basantes, Aragón, Albuja, & Vázquez, 2020).

Los tubérculos de la Superchola son de tamaño mediano a grande, con una forma elíptica a ovalada. La piel es de color rosado y lisa, con ojos superficiales, mientras que la pulpa es de color amarillo pálido. Esta variedad es ideal tanto para consumo fresco, como en sopas y purés, como para procesamiento, especialmente en la elaboración de papas fritas y hojuelas. La Superchola se adapta bien a climas templados y fríos, siendo principalmente cultivada en zonas de altura. Presenta un buen rendimiento y es resistente a diversas enfermedades (Arteaga, Ortiz, & Cartagena, 2022).

Entre las ventajas de la Superchola se encuentran su versatilidad, ya que se puede utilizar en una amplia variedad de platos; su buen sabor, que es agradable y suave; su adaptabilidad a diferentes condiciones de cultivo; y su resistencia a diversas enfermedades. Estas características han hecho de la Superchola una elección popular entre los agricultores y consumidores ecuatorianos.

Requerimiento Hídrico

El requerimiento hídrico para la variedad de papa 'Súper Chola' es crucial para un crecimiento óptimo y un buen rendimiento. Las papas, en general, tienen altas

necesidades de agua debido a su sistema radicular poco profundo y a la cantidad significativa de agua requerida para el desarrollo de los tubérculos

El requerimiento hídrico del cultivo de papa en términos de milímetros (mm) de agua es:

Por hectárea: Entre 500 mm y 700 mm de agua durante el ciclo de cultivo.

Requerimiento Hídrico	Mm(milímetros)
Diciembre 2023	204 mm
Enero 2024	189 mm
Febrero 2024	197 mm
Marzo 2024	240 mm
Abril 2024	232 mm
Mayo 2014	166 mm
Junio 2014	194 mm
Julio 2024	92 mm
TOTAL	1424 mm

7.2. Fertilizante foliar

7.2.1. Definición

La fertilización foliar es una técnica complementaria a la fertilización de raíces que puede mitigar los efectos adversos de la salinización y degradación del suelo, como la acidificación, salinización secundaria y desequilibrio de nutrientes. Estos problemas, exacerbados por una aplicación inadecuada de fertilizantes químicos, limitan la disponibilidad de nutrientes para las plantas debido a factores como la temperatura, humedad, salinidad y microbiota del suelo, y la fijación de nutrientes con elementos como calcio, magnesio, hierro y zinc. La fertilización foliar proporciona nutrientes directamente a las partes aéreas de las plantas, mejorando la absorción y reduciendo los impactos negativos en el suelo y está ganando popularidad como una estrategia eficaz para promover una agricultura más sostenible (Niu, Liu, Huang, Kezhong, & Yan, 2020).

La alimentación foliar es una técnica que consiste en aplicar fertilizante líquido directamente a las hojas de las plantas, permitiendo la absorción de nutrientes esenciales a través de los estomas y la epidermis. Esta técnica es adecuada para la aplicación de pequeñas cantidades de fertilizantes, especialmente micronutrientes, y es útil cuando la capa superior del suelo carece de humedad adecuada. Aunque la alimentación foliar no reemplaza la fertilización del suelo, sirve como un complemento efectivo, especialmente en cultivos hortícolas, para proporcionar nutrientes secundarios y micronutrientes (Basaraj & Chetan, 2018).

El proceso de aplicación implica la penetración del fertilizante a través de la cutícula externa y la pared de la célula epidérmica antes de ser absorbido por las células, similar a la absorción por las raíces. La alimentación foliar es excelente para satisfacer las necesidades de nutrientes durante períodos críticos de crecimiento y retrasar la senescencia después de las etapas de crecimiento reproductivo.

7.2.2. Ventajas del uso de fertilizantes foliares

La fertilización foliar presenta varias ventajas sobre la fertilización del suelo (Niu, Liu, Huang, Kezhong, & Yan, 2020):

- **Mayor eficacia:** La fertilización foliar permite la absorción directa de nutrientes a través de las hojas y su transporte rápido a otros órganos de la planta, reponiendo nutrientes esenciales de manera más rápida y eficiente.
- **Orientada a objetivos y respetuosa con el medio ambiente:** Los nutrientes se pueden aplicar en cantidades controladas y en períodos específicos del crecimiento de la planta, lo que reduce el riesgo de contaminación y desperdicio.
- **Superación de las limitaciones del suelo:** En suelos áridos, salinos o con otros problemas que limitan la disponibilidad de nutrientes, la fertilización foliar puede proporcionar los nutrientes necesarios de manera efectiva.

- **Mejora de la calidad y concentración de nutrientes:** La aplicación foliar de nutrientes como nitrógeno, zinc y selenio ha demostrado ser más efectiva que la aplicación al suelo en aumentar la concentración y calidad de nutrientes en los cultivos.
- **Rápida recuperación de deficiencias:** La fertilización foliar puede corregir rápidamente las deficiencias de nutrientes, mejorando la salud y productividad de las plantas en situaciones de limitación de nutrientes en el suelo.

7.2.3. Características de un fertilizante foliar

Las características deseables de la fertilización foliar incluyen (Basaraj & Chetan, 2018):

- **Solubilidad:** Los fertilizantes foliares deben disolverse o suspenderse en agua y contener ingredientes activos como sales, quelatos o complejos de nutrientes minerales.
- **Peso/tamaño molecular:** Deben tener bajo peso molecular para mejorar la penetración en la cutícula de la hoja.
- **pH de la solución:** Debe ajustarse para mejorar la actividad de los nutrientes y evitar daños por abrasión o quemaduras.
- **Forma:** La absorción de iones de amonio es más rápida que la de nitrato, y la urea penetra mejor que otros fertilizantes nitrogenados inorgánicos. KCl no es adecuado para aplicaciones foliares debido a su rápida cristalización en la superficie de la hoja.

7.2.4. Componentes de un fertilizante foliar

Los componentes del fertilizante foliar se deben seleccionar cuidadosamente para maximizar la absorción y minimizar el daño al follaje:

Tabla 1.*Componentes de un fertilizante foliar*

Componente	Descripción
Nitrógeno	La urea es la más adecuada debido a su baja salinidad y alta solubilidad. Debe tener bajo contenido de biuret para evitar quemaduras. Otras fuentes incluyen polifosfatos de amonio, tiosulfato de amonio y sulfato de amonio fluido. El compuesto de nitrógeno Triazone es efectivo por sus características de baja combustión.
Fósforo	Las combinaciones de poli y ortofosfatos son ideales, ya que disminuyen las quemaduras de las hojas y mejoran la absorción.
Potasio	Las polifosfatos de potasio son una excelente fuente por su alta solubilidad y bajo índice de sal. También son adecuados el sulfato de potasio, hidróxido de potasio, nitrato de potasio y tiosulfato de potasio.
Nutrientes secundarios y micronutrientes	Incluyen calcio, magnesio, azufre, zinc, manganeso, hierro, cobre, boro y molibdeno. La aplicación foliar es eficaz, pero requiere fuentes adecuadas debido a las dificultades de absorción y translocación. Los agentes quelantes orgánicos, como ácidos cítrico y málico, mejoran la absorción foliar de estos nutrientes.

Nota: Adaptado de (Gajc, Mazur, Niedzinska, Kowalczyk, & Zolnierczyk, 2018; Tejada, Rodríguez, Paneque, & Parrado, 2018)

7.2.5. Fertilizante foliar ANONE

Anone CPA es un fertilizante foliar formulado para incrementar el tamaño de frutos y tubérculos, lo que resulta en un aumento significativo del rendimiento en la cosecha. Entre sus beneficios clave se destacan el incremento del tamaño de los frutos y tubérculos, así como una mayor producción por área cultivada. Además, es compatible con otros productos fitosanitarios comúnmente utilizados. Anone CPA es especialmente útil en cultivos como la papa, donde ayuda a aumentar el tamaño de los tubérculos, y la piña, donde previene la formación de frutos pequeños y desuniformes, optimizando así la producción.

Tabla 2.

Composición de ANONE

Componente	%p/V
Potasio (K ₂ O)	8,32
Ingredientes activos	91,68
Total	100

Tabla 3.

Características físico-químicas de ANONE

Característica	Descripción
Estado físico	Líquido
Olor	Característico
Densidad	1,02
pH	6.5-7,5
Flamabilidad	No inflamable
Solubilidad	Altamente soluble en agua

8. HIPÓTESIS

8.1.Hipótesis Nula

La aplicación de diferentes dosis de fertilizante foliar ANONE no tendrá un efecto en el rendimiento, del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Súper Chola.

8.2.Hipótesis Alternativa

La aplicación de diferentes dosis de fertilizante foliar ANONE tendrá un efecto el rendimiento en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Súper Chola

9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

9.1. Enfoque de Investigación

Se trabajó por medio de un enfoque de investigación cuantitativo, porque permite medir y analizar de manera precisa los efectos del fertilizante en el rendimiento del cultivo. Este enfoque facilita la recolección de datos numéricos sobre el peso de los tubérculos y otras métricas relevantes, permitiendo el uso de herramientas estadísticas para evaluar la significancia de las diferencias entre tratamientos. A través del análisis estadístico, se pueden identificar patrones y variaciones en el impacto del fertilizante, proporcionando resultados objetivos y replicables que son cruciales para validar la eficacia del fertilizante en condiciones específicas. Además, el enfoque cuantitativo ayuda a generalizar los hallazgos a otras situaciones similares y a formular conclusiones basadas en evidencia sólida.

9.2.Tipo de Investigación

Se utilizó una investigación de tipo experimental ya que permite establecer relaciones causales entre la variable independiente (el fertilizante) y la variable dependiente (el rendimiento del cultivo). En un diseño experimental, se pueden

manipular variables controladas y medir sus efectos específicos, lo que facilita la identificación de cómo el fertilizante influye en el crecimiento y producción de los tubérculos. La asignación aleatoria de tratamientos y el uso de grupos de control permiten controlar factores externos y minimizar sesgos, asegurando que cualquier cambio en el rendimiento se pueda atribuir al fertilizante en lugar de a otras variables. Este enfoque proporciona una base sólida para concluir si el fertilizante realmente tiene un impacto significativo en el cultivo, permitiendo una evaluación rigurosa y objetiva de su eficacia.

9.3. Área de Estudio

Se seleccionó el Barrio Umbria en la Parroquia Aloasí en Machachi como el lugar de estudio debido a su relevancia en la producción de papas y la prevalencia de la variedad “Súper Chola”. Bajo las siguientes características

ÁREA:

- Largo 84 m * Ancho 33 = 2772 m²
- Número de surcos 23
- Distanciamiento entre plantas 0,50 m entre surcos 1,5m

9.4. Factores de estudio

Tabla 4.

Factores de estudio

FERTILIZANTES FOLIARES	DOSIS
FERTILIZANTE FOLIAR	DOSIS 1: (0 mg/L)
FERTILIZANTE FOLIAR	DOSIS 2: (1,5 mg/L)
FERTILIZANTE FOLIAR	DOSIS 3: (2 mg/L)

FERTILIZANTE FOLIAR

DOSIS 4: (2,5 mg/L)

9.5 Tratamiento

Tabla 5.

Tratamientos

TRATAMIENTO	CÓDIGO	Descripción
T 1	F1+D1	FERTILIZANTE FOLIAR 1 + DOSIS 1
T 2	F1+D2	FERTILIZANTE FOLIAR 1 + DOSIS 2
T 3	F1+D3	FERTILIZANTE FOLIAR 1 + DOSIS 3
T 4	F1+D4	FERTILIZANTE FOLIAR 1 + DOSIS 4
T 5	F2+D1	FERTILIZANTE FOLIAR 2 + DOSIS 1
T 6	F2+D2	FERTILIZANTE FOLIAR 2 + DOSIS 2
T 7	F2+D3	FERTILIZANTE FOLIAR 2 + DOSIS 3
T 8	F2+D4	FERTILIZANTE FOLIAR 2 + DOSIS 4
T 9	F3+D1	FERTILIZANTE FOLIAR 3 + DOSIS 1
T 10	F3+D2	FERTILIZANTE FOLIAR 3 + DOSIS 2
T 11	F3+D3	FERTILIZANTE FOLIAR 3 + DOSIS 3
T 12	F3+D4	FERTILIZANTE FOLIAR 3 + DOSIS 4
T 13	F4+D1	FERTILIZANTE FOLIAR 4 + DOSIS 1
T 14	F4+D2	FERTILIZANTE FOLIAR 4 + DOSIS 2
T 15	F4+D3	FERTILIZANTE FOLIAR 4 + DOSIS 3
T 16	F4+D4	FERTILIZANTE FOLIAR 4 + DOSIS 4

9.5.Análisis estadístico

Para identificar la existencia de diferencias significativas se empleó la prueba de Chi cuadrado, con el fin de evaluar la eficacia del fertilizante foliar, proporcionando evidencia sobre si el fertilizante tiene un impacto real y

significativo en el rendimiento del cultivo de papa. Cada uno de los cálculos se ejecutó por medio de Microsoft Excel y SPSS bajo un nivel de confianza del 95%.

9.6. Esquema del ensayo

Figura 1.

Esquema del ensayo

REPETICIÓN I	REPETICIÓN II	REPETICIÓN III
F1 + D1	F1 + D1	F1 + D1
F1 + D2	F1 + D2	F1 + D2
F1 + D3	F1 + D3	F1 + D3
F1 + D4	F1 + D4	F1 + D4
F2 + D1	F2 + D1	F2 + D1
F2 + D2	F2 + D2	F2 + D2
F2 + D3	F2 + D3	F2 + D3

F2 + D4	F2 + D4	F2 + D4
F3 + D1	F3 + D1	F3 + D1
F3 + D2	F3 + D2	F3 + D2
F3 + D3	F3 + D3	F3 + D3
F3 + D4	F3 + D4	F3 + D4
F4 + D1	F4 + D1	F4 + D1
F4 + D2	F4 + D2	F4 + D2
F4 + D3	F4 + D3	F4 + D3
F4 + D4	F4 + D4	F4 + D4

9.9. Manejo de la Investigación

9.9.1. Preparación del Suelo:

La preparación del suelo se ejecutó con las prácticas agrícolas locales, teniendo en cuenta las condiciones específicas del Barrio Umbria.

9.9.2. Siembra:

La siembra de paras de la variedad “Súper Chola” se realizó de acuerdo a la ficha técnica tradicional agrícola. Tomando en consideración la Densidad de siembra y el número de semillas.

9.9.3. Aplicación del Fertilizante Foliar Anone CPA:

La aplicación del fertilizante Foliar Anone CPA se ejecutó de acuerdo con las dosis establecidas en los tratamientos asignados. Se siguieron las recomendaciones del fabricante y las mejores prácticas agronómicas.

9.9.4. Monitoreo del Desarrollo Vegetativo

Se realizó una medición regular de la altura de las plantas y se evaluó su vigorosidad en diferentes etapas de crecimiento.

9.9.5. Muestreo de Tubérculos:

Se realizó un de tubérculos para evaluar el tamaño, peso y uniformidad en función de los tratamientos aplicados.

9.9.6. Evaluación de Calidad de Tubérculos:

Se analizó la forma de los tubérculos y la presencia de defectos, como enfermedades o malformaciones.

9.9.7. Monitoreo Sanitario

Se realizó un monitoreo constante para identificar problemas de salud de las plantas, registrando la presencia de enfermedades y plagas.

9.9.8. Recolecta de Datos de Suelo

Se recopiló datos climáticos y análisis de muestras de suelo para contextualizar los resultados en relación con las condiciones ambientales locales.

9.10. Evaluación Económica:

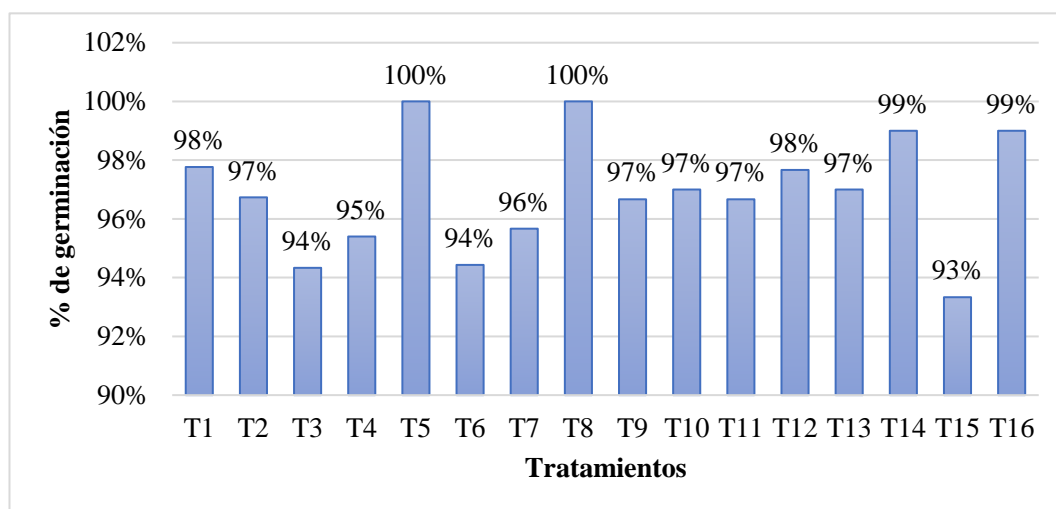
Finalmente, se calculó el costo-beneficio de la aplicación del fertilizante Anone CPA, considerando el costo del producto y los beneficios derivados del aumento en el rendimiento y la calidad de la cosecha.

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

10.1. Indicadores morfológicos y agronómicos de la papa

10.1.1. Porcentaje de germinación

La figura 2 muestra el porcentaje de germinación de papas en 16 tratamientos diferentes, designados como T1 a T16. Los resultados varían desde un mínimo de 93% en T15 hasta un máximo de 100% en T5 y T8. La mayoría de los tratamientos presentan una germinación alta, con porcentajes en su mayoría superiores al 95%. Estos datos sugieren una efectividad generalizada en los tratamientos aplicados, aunque hay ligeras variaciones que podrían ser atribuidas a diferencias en las condiciones específicas de cada tratamiento o en los factores ambientales. Los tratamientos con un porcentaje de germinación del 100% (T5 y T8) indican condiciones óptimas para la germinación en esos casos específicos.

Figura 2.*Porcentaje de germinación de la papa****Prueba de chi cuadrado para el porcentaje de germinación de la papa***

La tabla 6 muestra los resultados de una prueba de chi-cuadrado para el porcentaje de germinación de la papa y dosis de fertilizante foliar aplicado, con un valor de chi-cuadrado de Pearson de 0,000, 5 grados de libertad y una significación asintótica de 1,000, lo que indica que no hay una asociación significativa entre las variables analizadas.

Tabla 6.*Prueba de chi cuadrado para el porcentaje de germinación de la papa*

	Valor	Df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	0,000	5	1,000
Razón de verosimilitud	0,000	5	1,000
Asociación lineal por lineal	0,000	1	1,000
N de casos válidos	96		

Prueba LSD de Fisher para el porcentaje de germinación de la papa

La Tabla 7 presenta los resultados de la prueba LSD de Fisher para el porcentaje de germinación de la papa, donde se evaluaron dos aplicaciones de tratamiento. Ambas dosis (1 y 2) mostraron un porcentaje medio de germinación idéntico de 96,92%, basado en 48 observaciones para cada aplicación. El rango indica que no hay diferencias significativas entre las dos aplicaciones, ya que ambas están clasificadas con la letra A, por lo que ambas dosis son igualmente efectivas en términos de porcentaje de germinación.

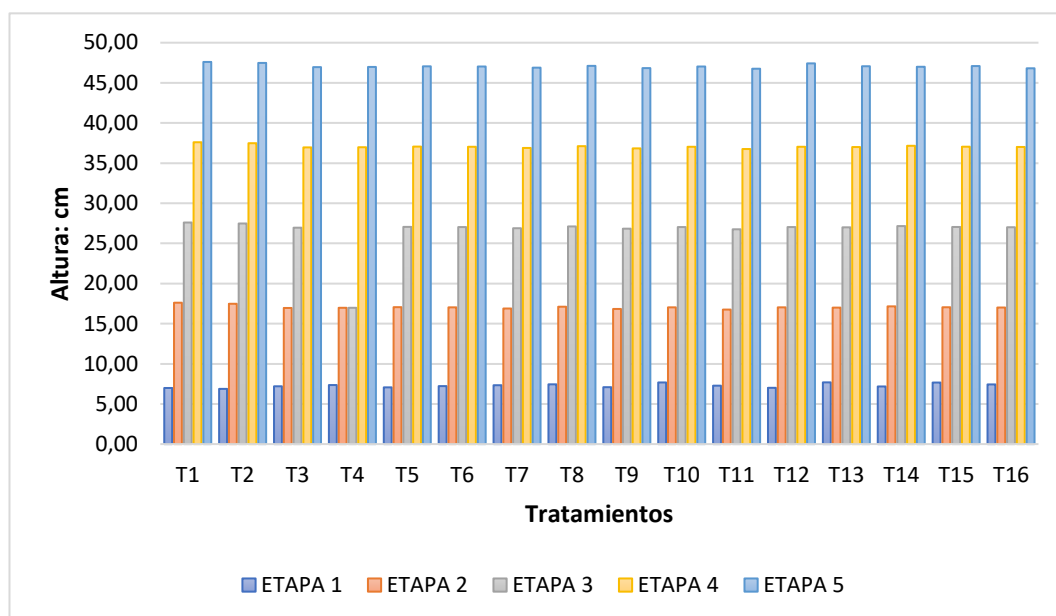
Tabla 7.

Prueba LSD de Fisher para el porcentaje de germinación de la papa

Aplicaciones	Medias	N	Rango
1	96,92	48	A
2	96,92	48	A

10.1.2. Altura de la Planta

La figura 3 muestra la altura de la planta de papa en diferentes tratamientos a lo largo de cinco etapas de crecimiento. Los datos indican un crecimiento progresivo en todas las plantas a medida que avanzan las etapas. Aunque hay variaciones en las alturas iniciales y finales entre los tratamientos, estas diferencias no parecen ser pronunciadas. Por ejemplo, en la etapa 1, las alturas oscilan entre 6,88 cm (T2) y 7,69 cm (T13), mientras que en la etapa 5, las alturas van desde 46,76 cm (T11) hasta 47,60 cm (T1). Estos resultados sugieren que todos los tratamientos promueven un crecimiento relativamente uniforme de las plantas de papa, con ligeras variaciones que podrían ser atribuibles a factores específicos de cada tratamiento o a diferencias inherentes en las condiciones de cultivo.

Figura 3.*Altura de la planta de papa***Tabla 8.***Prueba de Chi cuadrado para la altura de la papa: etapa 1 y 5*

	ETAPA 1			ETAPA 5		
	Valor	df	SA	Valor	df	SA
Chi-cuadrado de Pearson	0,000	36	1,000	0,000	32	1,000
Razón de verosimilitud	0,000	36	1,000	0,000	32	1,000
Asociación lineal por lineal	0,000	1	1,000	0,000	1	1,000
N de casos válidos	96			96		

Nota: SA: Significación asintótica (bilateral)

En la primera etapa, el valor del chi-cuadrado de Pearson es 0,000 con 36 grados de libertad y una significación asintótica de 1,000, lo que indica que no hay una asociación significativa entre las variables analizadas: dosis de fertilizante foliar

aplicado y la altura de la papa. En la quinta etapa, el valor del chi-cuadrado de Pearson es 0,000 con 32 grados de libertad y una significación asintótica de 1,000, nuevamente indicando que no hay una asociación significativa entre las variables analizadas y la altura de la papa. Por lo tanto, en la etapa 1 como en la etapa 5 los resultados de las pruebas de chi-cuadrado indican que no hay una asociación significativa entre la dosis de fertilizante foliar aplicado y la altura de la papa, sugiriendo que cualquier diferencia observada puede atribuirse al azar.

Tabla 9.

Prueba LSD de Fisher para la altura de la papa

Aplica	ETAPA 1			ETAPA 5			
	Medias	n	Rango	Dosis	Medias	n	Rango
1	7,28	48	A	1	47,07	48	A
2	7,28	48	A	2	47,07	48	A

La Tabla 10 presenta los resultados de la prueba LSD de Fisher para la altura inicial y final de la papa, donde se evaluaron dos aplicaciones de tratamiento. Ambas dosis (1 y 2) mostraron una altura igual al inicio y final, 7,28 y 47,07 respectivamente. El rango indica que no hay diferencias significativas entre las dos aplicaciones, ya que ambas están clasificadas con la letra A, por lo que ambas dosis son igualmente efectivas.

10.1.3. Número de tubérculos

La figura presenta el número de tubérculos producidos por las plantas de papa en dos aplicaciones diferentes para cada tratamiento. Los resultados muestran una consistencia notable entre las dos aplicaciones, con la mayoría de los tratamientos produciendo el mismo número de tubérculos en ambas ocasiones. T16 tiene la mayor producción con 62 tubérculos, mientras que T10 muestra la menor con 41 y 42 tubérculos en la primera y segunda aplicación, respectivamente. Algunas variaciones mínimas, como en T7 y T9, sugieren ligeras diferencias en la

efectividad de los tratamientos o en las condiciones de crecimiento, pero en general, los tratamientos parecen ser consistentes en la producción de tubérculos.

Se observa que, en todos los tratamientos, los valores después de la segunda aplicación son mayores que los de la primera. Por ejemplo, para T1, el valor incrementa de 54 a 56, para T7 de 49 a 52, y para T16 de 62 a 72. Este patrón se repite consistentemente en todos los tratamientos, indicando una mejora significativa en el número de tubérculos tras la segunda aplicación

Figura 4.

Número de tubérculos de las plantas de papa

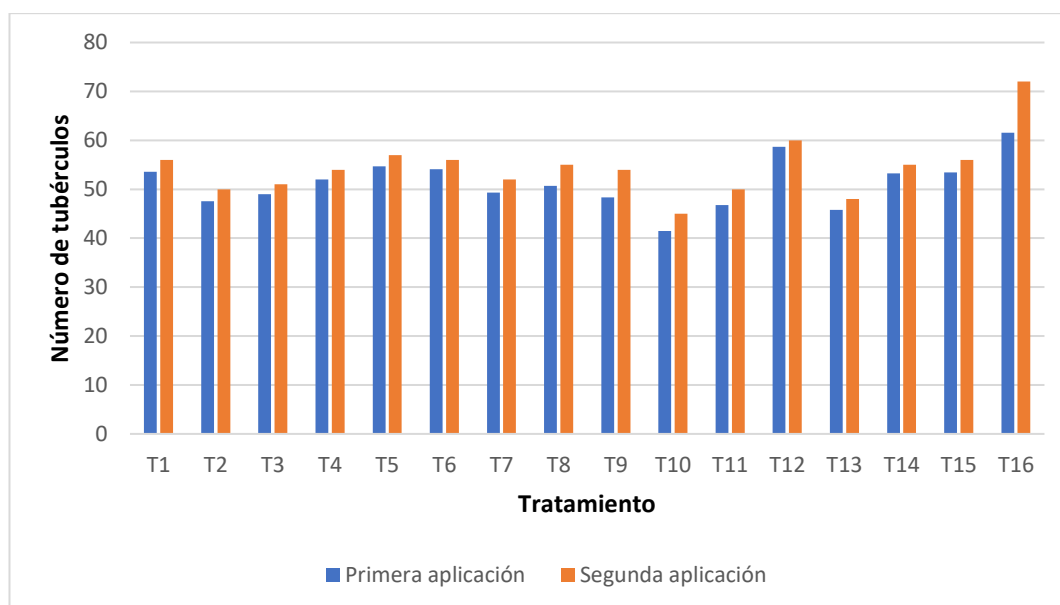


Tabla 10.

Prueba de chi cuadrado para el número de tubérculos: primera y segunda aplicación

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	96,000	22	0,000
Razón de verosimilitud	133,084	22	0,000
Asociación lineal por lineal	71,429	1	0,000
N de casos válidos	96		

La tabla 11 muestra los resultados de la prueba de chi-cuadrado para el número de tubérculos tras la primera y segunda aplicación. El valor del chi-cuadrado de Pearson es 96,000 con 22 grados de libertad y una significación asintótica de 0,000, indicando una asociación significativa entre las variables analizadas y el número de tubérculos. Estos resultados implican que las diferencias observadas no son atribuibles al azar, sino que reflejan una relación significativa entre la dosis de aplicación del fertilizante foliar y el número de tubérculos.

Tabla 11.

Prueba LSD de Fisher para el número de tubérculos de la papa

Aplicaciones	Medias	n	Rango
1	20.57	48	A
2	29,63	48	B

La Tabla 12 presenta los resultados de la prueba LSD de Fisher para el número de tubérculos, donde se evaluaron dos aplicaciones de tratamiento. La aplicación uno presenta un menor valor, por lo que se encuentra en el rango A, mientras que, la aplicación 2 se encuentra en el rango B. El rango indica que hay diferencias significativas entre las dos aplicaciones, por lo que la aplicación 2 es la más efectiva para obtener una mayor cantidad de tubérculos.

10.1.4. Peso de los tubérculos

La figura 5 muestra el peso de tubérculos de plantas de papa en dos aplicaciones diferentes. En general, los datos reflejan una ligera mejora en el peso de los tubérculos tras la segunda aplicación en comparación con la primera. Aunque hay algunas variaciones entre las plantas (T1 a T16), la mayoría muestra un incremento en el peso con la segunda aplicación, con la excepción de algunas plantas que muestran un ligero descenso o una mejora marginal. Esto sugiere que

la segunda aplicación podría tener un efecto positivo en el desarrollo de los tubérculos, pero la magnitud del impacto varía entre las plantas. El peso de los tubérculos en la segunda aplicación oscila entre 29,20 y 31,27 gramos, en comparación con el rango de 19,81 a 22,33 gramos en la primera aplicación, lo que indica una tendencia general de incremento. El mejor tratamiento con respecto a peso fue el T1 seguido del T16.

En todos los casos, los valores obtenidos después de la segunda aplicación son significativamente mayores que los de la primera aplicación. Por ejemplo, para T1, el valor incrementa de 21,21 a 30,96, y para T3, de 19,81 a 30,89. Este patrón se repite consistentemente a lo largo de todos los tratamientos, con la segunda aplicación mostrando siempre un mayor número de tubérculos en comparación con la primera.

Figura 5.

Peso de tubérculos de las plantas de papa

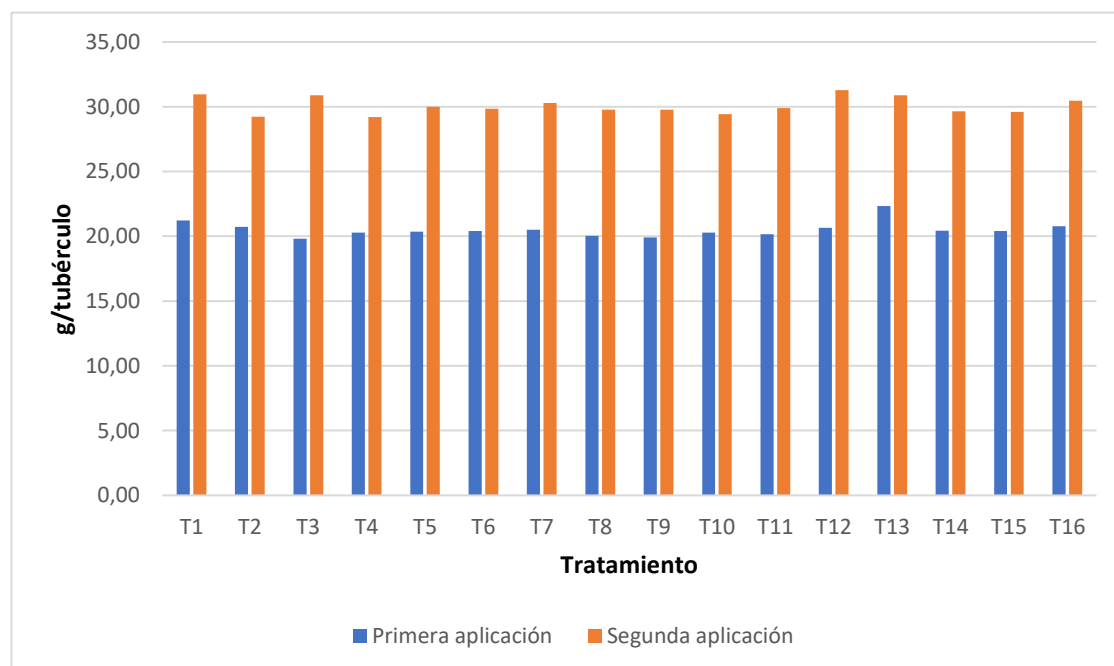


Tabla 12.
Prueba de Chi cuadrado para el peso de tubérculos: primera y segunda aplicación

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	96,000	22	0,000
Razón de verosimilitud	133,084	22	0,000
Asociación lineal por lineal	71,429	1	0,000
N de casos válidos	96		

La tabla 9 muestra los resultados de la prueba de chi-cuadrado para el peso de tubérculos tras la primera y segunda aplicación. El valor del chi-cuadrado de Pearson es 96,000 con 22 grados de libertad y una significación asintótica de 0,000, indicando una asociación significativa entre las variables analizadas y el número de tubérculos. Estos resultados implican que las diferencias observadas no son atribuibles al azar, sino que reflejan una relación significativa entre la dosis de aplicación y el peso de tubérculos.

Tabla 13.

Prueba LSD de Fisher para el número de tubérculos de la papa

Aplicaciones	Medias	n	Rango
1	20,57	48	A
2	99,63	48	B

La Tabla 14 presenta los resultados de la prueba LSD de Fisher para el peso de tubérculos, donde se evaluaron dos aplicaciones de tratamiento. La aplicación uno presenta un menor valor, por lo que se encuentra en el rango A, mientras que, la aplicación 2 se encuentra en el rango B. El rango indica que hay diferencias

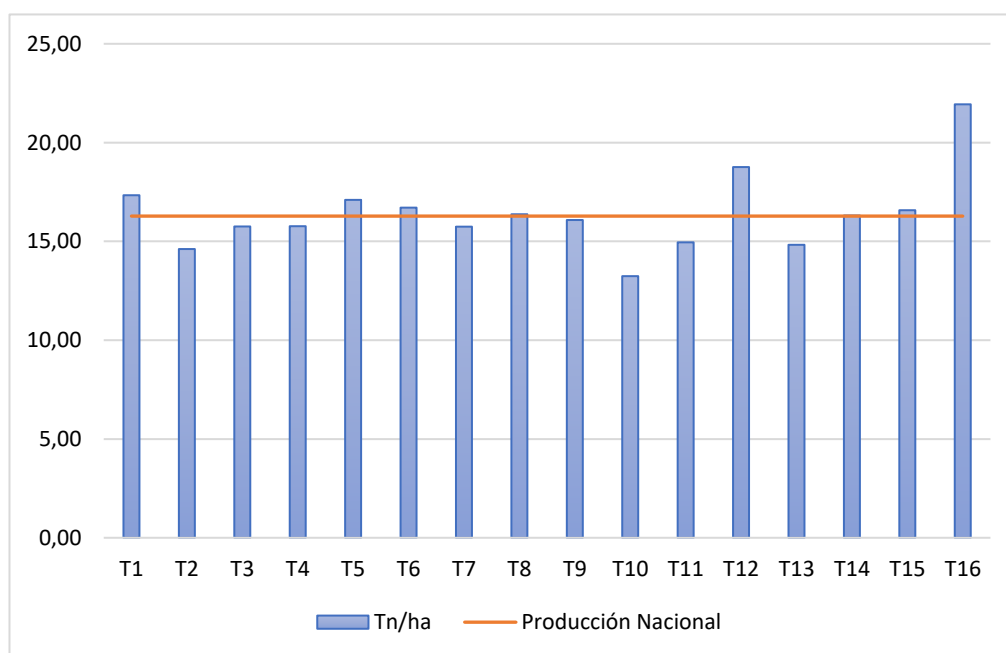
significativas entre las dos aplicaciones, por lo que la aplicación 2 es la más efectiva para obtener un mayor peso de tubérculos.

10.1.5. Rendimiento del Cultivo

La Figura 6 muestra la producción de papa en toneladas por hectárea (Tn/ha) para diferentes tratamientos (T1 a T16) en comparación con la producción nacional promedio, que es de 16,28 Tn/ha. Al observar los datos, se puede ver que algunos tratamientos, como T1, T5, T6, T12 y T16, superan la producción nacional, destacando especialmente el tratamiento T16, que logra una producción significativamente mayor de 21,94 Tn/ha. Por otro lado, tratamientos como T2, T10, y T11 muestran una producción inferior al promedio nacional, sugiriendo que estos métodos pueden no ser tan eficientes bajo las condiciones evaluadas.

Figura 6.

Rendimiento del Cultivo de Papa



Nota: La producción nacional de papa superchola fue tomada de Arteaga et al., (2022).

10.2. Análisis económico

Las tablas descritas a continuación proporcionan un análisis detallado de las ganancias generadas por diferentes tratamientos en el cultivo de papa, tanto a nivel de experimento individual como por hectárea. En la primera tabla, cada tratamiento utiliza 100 plantas con una dosis de fertilización fija y se observa que el tratamiento T16 destaca con el mayor peso de tubérculos (2,19 kg) y la mayor ganancia por experimento (\$140,54). Este tratamiento supera significativamente a los demás en términos de rentabilidad. El tratamiento T12 también muestra buenos resultados, con una ganancia de 108,78 unidades. Por el contrario, el tratamiento T10 es el menos rentable, generando solo \$53,58 de ganancia.

En la segunda tabla, se amplía la escala a 13,000 plantas por hectárea, manteniendo la dosis de fertilización, lo que proporciona una perspectiva sobre el impacto comercial de cada tratamiento. Aquí, el tratamiento T16 nuevamente sobresale, generando ingresos de \$28,516.80 y una ganancia neta de \$20,634.80, reafirmando su eficacia económica. Esto indica que el tratamiento T16 no solo es el más rentable en un experimento pequeño sino también a gran escala. Las ganancias totales por hectárea para todos los tratamientos suman \$214,578.42, lo que sugiere que la elección del tratamiento adecuado es crucial para maximizar los beneficios en la producción de papa.

Tabla 14.*Ganancias generadas por el experimento*

Tratamiento	Número de plantas	Dosis de fertilización	Costo de fertilización	Peso de tubérculos	Costo/Kg papa	Ingresos	Ganancia por experimento
T1	100	10	78,82	1,73	1	173,35	94,53
T2	100	10	78,82	1,46	1	146,11	67,29
T3	100	10	78,82	1,58	1	157,53	78,71
T4	100	10	78,82	1,58	1	157,68	78,86
T5	100	10	78,82	1,71	1	171,00	92,18
T6	100	10	78,82	1,67	1	167,07	88,25
T7	100	10	78,82	1,57	1	157,44	78,62
T8	100	10	78,82	1,64	1	163,72	84,90
T9	100	10	78,82	1,61	1	160,80	81,98
T10	100	10	78,82	1,32	1	132,40	53,58
T11	100	10	78,82	1,50	1	149,50	70,68
T12	100	10	78,82	1,88	1	187,60	108,78
T13	100	10	78,82	1,48	1	148,27	69,45
T14	100	10	78,82	1,63	1	163,11	84,29
T15	100	10	78,82	1,66	1	165,76	86,94
T16	100	10	78,82	2,19	1	219,36	140,54
TOTAL							1359,58

Tabla 15.*Ganancias generadas por hectáreas*

Tratamiento	Número de plantas de papa	Dosis de fertilización	Costo de fertilización	Peso de tubérculos	Costo/Kg papa	Ingresos	Total de ganancias
T1	13000	10	7882	1,73	1	22535,64	14653,64
T2	13000	10	7882	1,46	1	18994,44	11112,44
T3	13000	10	7882	1,58	1	20479,33	12597,33
T4	13000	10	7882	1,58	1	20498,40	12616,40
T5	13000	10	7882	1,71	1	22230,00	14348,00
T6	13000	10	7882	1,67	1	21718,67	13836,67
T7	13000	10	7882	1,57	1	20467,78	12585,78
T8	13000	10	7882	1,64	1	21283,17	13401,17
T9	13000	10	7882	1,61	1	20904,00	13022,00
T10	13000	10	7882	1,32	1	17212,00	9330,00
T11	13000	10	7882	1,50	1	19435,00	11553,00
T12	13000	10	7882	1,88	1	24388,00	16506,00
T13	13000	10	7882	1,48	1	19274,67	11392,67
T14	13000	10	7882	1,63	1	21203,72	13321,72
T15	13000	10	7882	1,66	1	21548,80	13666,80
T16	13000	10	7882	2,19	1	28516,80	20634,80
TOTAL							214578,42

10.3. Discusión de resultados

Los resultados después de las dos aplicaciones de fertilizante en la producción de papa, reflejaron que tratamiento T16 se destaca con el mayor número de tubérculos y el mayor peso, mientras que T10 tiene los valores más bajos. La prueba de chi-cuadrado confirma que las diferencias observadas en el número y peso de los tubérculos entre las aplicaciones no son aleatorias, sino que reflejan una relación significativa con la dosis de fertilizante aplicada. Este resultado indica que la segunda aplicación tiene un efecto positivo en el rendimiento de las plantas de papa.

Estos resultados se obtuvieron gracias a la aplicación del fertilizante ANONE CPA cuya formulación contiene principalmente potasio. Este ingrediente químico, según Torabian et al., (2021) es crucial para el crecimiento y la productividad de la papa, ya que interviene en funciones fisiológicas como la regulación estomática y la fotosíntesis. Además, es vital en la síntesis de almidón y la calidad de los tubérculos, por lo que es esencial optimizar su aplicación en el cultivo, ajustando la fuente, método, tasa y momento de fertilización.

De igual manera, Grzebisz et al., (2020) afirmaron que el K es fundamental en la acumulación del almidón y desarrollo de tubérculo, en cuya investigación determinaron que a una mayor concentración de este químico se obtiene un mejor rendimiento del cultivo y un mayor peso en los tubérculos. Sandaña et al., (2020) también demostraron que el peso y cantidad de tubérculos disminuyen hasta en un 70% cuando la planta de papa no dispone de K como nutriente, siendo indispensable que se suministre a la planta entre 150-250 mg/Kg.

Soratto et al., (2020) por su parte, evaluaron el impacto del potasio (K) en el crecimiento y rendimiento de tubérculos de papa 'Agata' en suelos tropicales arcillosos con diferentes niveles de K. En suelos con baja disponibilidad de K, la fertilización aumentó significativamente la biomasa y la absorción de varios nutrientes, mientras que, en suelos con media y alta disponibilidad, el efecto fue menos pronunciado.

Evidenciando que el K es indispensable para toda variedad de papa y que los cambios se observan principalmente en suelos con bajas concentraciones de este químico.

Dentro de la presente investigación no se obtuvo diferencias significativas entre los tratamientos empleados y la altura de la papa. Sin embargo, Ali et al., (2021) determinaron que se obtiene una mayor altura de la planta cuando se ejecuta una fertilización foliar con K a una concentración del 100%, además, de un mayor contenido de almidón y peso de tubérculos. Estos resultados contrastan con los obtenidos por Ewais et al., (2020).

Al incrementar tanto la cantidad de almidón como la calidad de tubérculos, el fertilizante ANONE CPA obtuvo rendimientos altos con respecto a la producción nacional del Ecuador. El tratamiento 16 obtuvo el mejor rendimiento con 21,94 Tn/hectárea de cultivo, resultados que son similares a los obtenidos por, Sandaña et al., (2020) quienes obtuvieron un rendimiento de 19 Tn/ha y de Soratto et al., (2020) con un rendimiento de 22 Tn/hectárea. Las variaciones se deben al tipo de fertilizante y a la calidad de suelo en donde se cultivó la papa.

11. IMPACTOS

11.1. Impacto ambiental

La evaluación del fertilizante foliar en el cultivo de papa puede tener un impacto ambiental significativo, especialmente si el fertilizante utilizado contiene compuestos químicos que podrían filtrarse en el suelo y las fuentes de agua cercanas. El uso excesivo de fertilizantes puede llevar a la contaminación del agua por nutrientes, afectando la calidad del agua y los ecosistemas acuáticos. Por otro lado, un fertilizante foliar bien formulado y administrado adecuadamente podría minimizar el riesgo de contaminación y promover prácticas agrícolas más sostenibles.

11.2. Impacto Técnico

Desde el punto de vista técnico, la investigación permitirá determinar la eficacia del fertilizante foliar en mejorar el rendimiento de la papa en términos de tamaño y calidad del tubérculo. Esto ayudará a optimizar las prácticas agrícolas, ajustando las dosis y la frecuencia de aplicación del fertilizante para maximizar los beneficios. La implementación de técnicas precisas y la monitorización continua de los resultados son esenciales para validar las recomendaciones técnicas y garantizar la consistencia en los resultados obtenidos.

11.3. Impacto económico

Económicamente, la investigación puede influir positivamente al potencialmente aumentar el rendimiento y la calidad de los tubérculos, lo que podría traducirse en mayores ingresos para los agricultores al mejorar la competitividad del cultivo en el mercado. Sin embargo, el costo del fertilizante y su aplicación deben ser considerados en relación con los beneficios obtenidos. Una evaluación económica detallada permitirá a los agricultores tomar decisiones informadas sobre la inversión en fertilizantes foliares y su impacto en la rentabilidad de su producción.

12. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Tabla 16.

Presupuesto del proyecto

Materiales / Insumos.	Unidad	Costo unitario	Costo Total
Fertilizantes	16	78,82	1261,13
Productos e insumos de limpieza	1	10,80	\$10.80
Productos e insumos agrícolas	1	50	\$50.00
Letreros informativos	20	1	\$20.00
Total del ensayo			\$1341,93

Nota: La descripción total de la fertilización se encuentra en el anexo 1

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1. Conclusiones

- Se evaluó que el efecto de la aplicación de la dosis de fertilizante foliar de 2,5 mg/L mejoró el rendimiento, calidad y rentabilidad económica del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Súper Chola en el barrio Umbria, Aloasí, Cantón Mejía.
- Se determinó que la aplicación del fertilizante foliar ANONE CPA bajo la aplicación de 2,5 mg/L obtuvo un rendimiento mayor a la producción nacional de papa, alcanzando 21,94 Tn/hectárea.
- Se evaluó que la aplicación de 2,5 mg/L de ANONE CPA obtuvo el mayor beneficio económico, gracias a que aumentó el rendimiento, peso y número de tubérculos.

13.2. Recomendaciones

- Se recomienda la evaluación de la aplicación de las mismas dosis de fertilizante ANONE CPA en otra variedad de papa, con el fin de contrastar los resultados obtenidos.
- Dado que la aplicación del fertilizante foliar ANONE a 2,5 mg/L ha mostrado mejoras en el rendimiento y la rentabilidad económica, es importante proporcionar capacitación y asesoría a los agricultores sobre su uso adecuado. Esto incluye la correcta preparación y aplicación del fertilizante, así como la evaluación continua de los resultados en sus propios cultivos.
- Finalmente, se recomienda implementar un sistema de monitoreo para evaluar cualquier posible impacto ambiental asociado con el uso del fertilizante foliar ANONE. Aunque la dosis de 2,5 mg/L ha mostrado beneficios significativos en rendimiento y rentabilidad, se debe garantizar que su uso no tenga efectos adversos en el entorno local

14. BIBLIOGRAFÍA

- Ali, S., Petropolus, S., Fattah, D., Elbagory, M., Othman, M., Omara, A., y Mohamed, M. (2021). Crecimiento, rendimiento y calidad de las plantas de papa en relación con la fertilización con potasio. *Agronomía*, 11(4). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/agronomy11040675>
- Arteaga, G., Ortiz, R., y Cartagena, y. (2022). Dinámica de la absorción de nutrientes en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Superchola, para la producción de semilla prebásica. *Siembra*, 9(2).
- Barboza, D., Solórzano, J., y Paniagua, J. (2021). Optimización económica para el cultivo de papa, zanahoria y cebolla en Cartago, Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 34(4). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18845/tm.v34i4.5184>
- Basantes, T., Aragón, J., Albuja, L., y Vázquez, L. (2020). Diagnóstico de los costos, rendimientos de producción y comercialización de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la Zona 1 del Ecuador, año 2019 . *Agronegocios*, 6(2), 103-113. [https://doi.org/ https://doi.org/10.18845/ea.v6i2.5103](https://doi.org/https://doi.org/10.18845/ea.v6i2.5103)
- Basaraj, P., y Chetan, H. (2018). Fertilización foliar de nutrientes. *MARUMEGH*, 3(1).
- Cotrina, G., Nolverto, E., Huanhuayo, K., Palomino, M., y Melgar, L. (2021). Uso de Plaguicidas Químicos en el cultivo de Papa (*Solanum tuberosum* L), su relación con Medio Ambiente y la Salud. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(2), 1482-1503. https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i2.366
- Ewais, M., Lamyaa, A., y Sayed, D. (2020). Effect of Foliar Application of Boron and Potassium Sources on Yield and Quality of Potato (*Solanum tuberosum* L.). *Middle East*, 10(1), 120-137.
- Gajc, J., Mazur, K., Niedzinska, M., Kowalczyk, K., y Zolnierczyc, P. (2018). Influencia de los fertilizantes foliares en la calidad y rendimiento del pimiento dulce (Pimiento morrónL.). *SCIENDO*, 30(1).
- García, V., Ilbay, M., y Ramos, R. (2023). Modelo de predicción para los factores que influyen en el rendimiento del cultivo de papa en Ecuador. *Revista Bases de la*

Ciencia, 8(2).

<https://doi.org/https://doi.org/10.33936/revbasdelaciencia.v8i2.5403>

- Grzebisz, W., Sczczepaniak, W., y Bocianowski, J. (2020). Fertilización potásica como impulsor del manejo sustentable del nitrógeno en papa (*Solanum tuberosum* L.). *Investigación sobre cultivos de campo*, 254(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107824>
- Mora, S., Flores, S., Chulde, J., Puetate, L., y Revelo, V. (2021). Alternativas de fertilización empleando bioestimulantes y biofertilizantes para el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), en Montúfar - Carchi. *SATHIRI*, 16(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.32645/13906925.1045>
- Niu, J., Liu, C., Huang, M., Kezhong, L., y Yan, D. (2020). Efectos de la fertilización foliar: una revisión del estado actual y perspectivas futuras. *Revistas de ciencias del suelo y nutrición vegetañ*, 21, 104-118.
- Orrego, R., Pérez, W., Fonseca, C., Kawarazuka, N., y Andrade, J. (2023). *Guía para mujeres agricultoras: Características, manejo y precauciones en el uso de plaguicidas en el cultivo de papa*. Centro Internacional de la Papa. <https://doi.org/10.4160/cip.2023.12.006>
- Sanabria, C., Sanabria, I., y Sánchez, R. (2022). Evaluación de la sostenibilidad de cultivos de papa (páramo de Gámeza, Boyacá, sector Daita, Colombia). *Revista Mutis*, 12(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.21789/22561498.1769>
- Sandaña, P., Orena, s., y Uribe, M. (2020). Valor crítico del potasio del suelo para el cultivo de papa en suelos volcánicos. *Ciencias del suelo y nutrición vegetal*, 20(1), 1171-1177.
- Singaña, D. (2021). Los límites de la productividad del cultivo de papa en Ecuador entre 2017 y 2018. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 25(1), 39-51. <https://doi.org/https://doi.org/10.37066/ralap.v25i1.416>
- Soratto, R., Job, a., y Fernandes, F. (2020). Acumulación de biomasa y requerimientos nutricionales de la papa según el aporte de potasio. *Ciencias del suelo y nutrición vegetal*, 20(1), 1051-1066.

- Tejada, M., Rodríguez, B., Paneque, P., y Parrado, J. (2018). Efectos de la fertilización foliar con un bioestimulante obtenido de plumas de pollo sobre el rendimiento del maíz. *Revista Europea de Agronomía*, 96(1).
- Torabian, S., Garhangi, S., Jun, R., Noulas, C., Sathuvalli, V., Charlton, B., y Loka, D. (2021). Potasio: un macronutriente vital en la producción de papa: una revisión. *Agronomía*, 11(3). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/agronomy11030543>
- Vargas, R., Wilches, W., y Espitia, E. (2022). Efecto del establecimiento de sistemas de rotación para el cultivo de la papa sobre las características químicas y físicas del suelo. *Siembra*, 9(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.29166/siembra.v9i2.4023>
- Vásquez, W., Sevilla, A., Rivadeneira, J., y Cuesta, X. (2022). Resistencia genética como estrategia para el control de *Phytophthora infestans* en papa (*Solanum tuberosum*). *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 23(2). https://doi.org/https://doi.org/10.21930/rcta.vol23_num2_art:2292
- Wilches, W., Vargas, R., y Espitia, E. (2022). Efectos del clima y su relación con el tizón tardío (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) en cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.). *Siembra*, 9(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.29166/siembra.v9i2.4008>