UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Agronomía

Tema:

EFICIENCIA AGROPRODUCTIVA DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SÚPER CHOLA EN BASE A LA ADICIÓN DE TRES FORMULACIONES QUÍMICAS EDÁFICAS

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingenieras Agrónomas Otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agronomía

Autoras

Areli Natalia Allas Rea

Erika Jadira Chisag Lucintuña

Tutor

Ing. David Rodrigo Silva García Mg.

Guaranda – Ecuador

2026

EFICIENCIA AGROPRODUCTIVA DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD SÚPER CHOLA EN BASE A LA ADICIÓN DE TRES FORMULACIONES QUÍMICAS EDÁFICAS

REVISADO Y APROBADO POR:



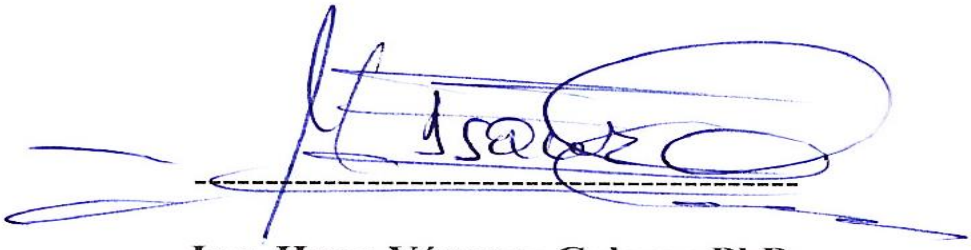
Ing. David Rodrigo Silva García Mg.

TUTOR



Ing. Nelson Monar Gavilánez MSc.

DOCENTE LECTOR



Ing. Hugo Vásquez Coloma PhD.

DOCENTE LECTOR

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

NOTARÍA TERCERA
Msc. Ab. Henry Rojas Narváez
GUARANDA - ECUADOR

Yo, Areli Natalia Allas Rea y Erika Jadira Chisag Lucintuña, con CI 0250144342 y 0250156320, declaro que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.

Areli Natalia Allas Rea

0250144342

Erika Jadira Chisag Lucintuña

0250156320

Ing. David Rodrigo Silva García Mg.

0201600327

Tutor

Notaría Tercera del Cantón Guaranda
Msc.Ab. Henry Rojas Narvaez
Notario

NOTARÍA TERCERA
Msc. Ab. Henry Rojas Narvaez
GUARANDA - ECUADOR

No. ESCRITURA	20260201003P00359

DECLARACION JURAMENTADA
OTORGADA POR:
ALLAS REA ARELI NATALIA
CHISAG LUCINTUÑA ERIKA JADIRA
FACTURA: 001-002- 000015861
DI: 2 COPIAS

En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día diecinueve de febrero de dos mil veintiséis, **ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda**, comparecen las señoritas ALLAS REA ARELI NATALIA, soltera, domiciliada en la parroquia Guanujo, cantón Guaranda, provincia Bolívar, con celular número 0999360584, correo electrónico aallas@mailes.ueb.edu.ec, CHISAG LUCINTUÑA ERIKA JADIRA, soltera, domiciliada en la parroquia Simiatug, cantón Guaranda, provincia Bolívar, con celular número 0985273439, correo electrónico erchisag@mailes.ueb.edu.ec, por sus propios derechos. Las comparecientes son de nacionalidad ecuatoriana, mayores de edad, hábiles e idóneas para contratar y obligarse a quienes de conocerlas doy fe en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana, bien instruidas por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que procede libre y voluntariamente, advertido de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presentan su declaración Bajo Juramento que dicen: DECLARAMOS QUE EL PRESENTE PROYECTO DE TITULACIÓN CON EL TEMA: "**EFICIENCIA AGROPRODUCTIVA DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum L.*) VARIEDAD SÚPER CHOLA EN BASE A LA ADICIÓN DE TRES FORMULACIONES QUÍMICAS EDÁFICAS". Previo la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, de la Universidad Estatal de Bolívar,** es de nuestra autoría, este documento no ha sido previamente presentado por ningún grado de calificación profesional y que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas por las autoras. Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad, la misma que la hacemos para los fines legales pertinentes. HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA. La misma que queda elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que les fue a las comparecientes por mí el Notario en unidad de acto, aquellas se afirman y se ratifican de todo lo expuesto y firman conmigo en unidad de acto, quedando incorporado al protocolo de esta Notaria, la presente declaración, de todo lo cual doy fe.-

ALLAS REA ARELI NATALIA
C.C. 0250144342

CHISAG LUCINTUÑA ERIKA JADIRA
C.C. 0250156320

AB. HENRY ROJAS NARVAEZ
NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA

NOTARÍA TERCERA
Msc. Ab. Henry Rojas Narvaez
GUARANDA - ECUADOR

CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

ALLAS_CHISAG_PROYECTO_PAPA_2026

6% Textos sospechosos

- 6% Similitudes
- 0 % similitudes entre comillas
- < 1 % entre las fuentes mencionadas
- 5% Idiomas no reconocidos (ignorado)
- 18% Textos potencialmente generados por la IA (ignorado)

Nombre del documento: ALLAS_CHISAG_PROYECTO_PAPA_2026.pdf
ID del documento: 98cc238486ab114b3a4b53fd976e8d2c5190eb5d
Tamaño del documento original: 1,91 MB

Depositante: DAVID RODRIGO SILVA GARCIA
Fecha de depósito: 18/2/2026
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 18/2/2026

Número de palabras: 15.556
Número de caracteres: 109,518

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	cia.uagraria.edu.ec https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/GAIBOR ESTUPIÑAN VICTOR ANTONIO.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (95 palabras)
2	www.molinosycia.com | Fertilización del Cultivo de Papa - Molinos & Cía https://www.molinosycia.com/fertilizacion-del-cultivo-de-papa/	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (75 palabras)
3	dspace-test.ucuenca.edu.ec https://dspace-test.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/43404/1/Trabajo-de-Titulación.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (70 palabras)
4	diproagro.com https://diproagro.com/wp-content/uploads/2022/06/FICHA-TECNICA-NPK-10-20-20.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (68 palabras)
5	www.inaturalist.org https://www.inaturalist.org/projects/agri-andes-ecuador/journal/73983-bactericera-cockerelli-...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (62 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	diproagro.com | Fertimacho - 10-26-26 (2)S - Fertilizante NPK - Diproagro https://diproagro.com/fertimacho	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (40 palabras)
2	www.yara.com.ar https://www.yara.com.ar/nutricion-vegetal/papa/resumen-nutricional-papa/	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (39 palabras)
3	repositorio.upec.edu.ec | Evaluación del rendimiento del cultivo de papa (Solanu... https://repositorio.upec.edu.ec/items/25bea379-cfed-4d87-bb6a-15c1172b9fae	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (31 palabras)
4	Documento de otro usuario #3d2aec Viene de de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (26 palabras)
5	repositorio.uteq.edu.ec | Evaluación de un compuesto bioactivo altamente dilui... https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6995	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (26 palabras)

Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas)

Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

1 https://www.adama.com/peru/es/actualidad-adama/tips/elementos-clave-en
2 https://diproagro.com/wp-content/up
3 http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/siembra/v9n2/2477-8850-siembra-09-020
4 https://www.ecuaquimica.com.ec/wp-content/uploads/2017/09
5 https://repositorio.utn

DEDICATORIA

Dedico este logro, en primer lugar, a Dios quien ha sido mi guía y fortaleza, llenándome de sabiduría, fe y perseverancia para superar cada desafío durante este transcurso.

A mis queridos padres Cecilia Rea y Francisco Allas, con todo mi amor y gratitud, dedico este logro ya que es el reflejo de su esfuerzo, sacrificio y apoyo incondicional a lo largo de mi vida. Gracias por impulsarme a seguir adelante cuando sentía que no podía más, y por enseñarme con su ejemplo el valor del trabajo, la humildad y la perseverancia. Cada una de estas páginas representa no solo mi esfuerzo, sino también el suyo, porque detrás de cada meta cumplida están sus consejos, sus oraciones y sus manos que nunca me soltaron. Ustedes han sido mi mayor motivación para superarme y alcanzar mis sueños.

A mi hermano Alexis Allas, por ser mi compañero en el camino de la vida y amigo incondicional, gracias por estar siempre presente, por tus palabras de ánimo, tu apoyo sincero y por creer en mí incluso cuando las circunstancias parecían difíciles.

A mi amada hija, Bélgica Rea, mi mayor motivo de superación y la razón más hermosa para nunca rendirme. Cada esfuerzo, cada desvelo y cada paso dado en este camino han tenido como inspiración tu sonrisa y tu amor. Este logro es también tuyo, porque en los momentos de cansancio pensaba en ti y encontraba la fuerza para continuar. Eres la luz que ilumina mis días, la alegría que llena mi corazón y el impulso que me motiva a ser una mejor persona y un mejor ejemplo para ti. Que este triunfo sea una muestra de que, con fe, esfuerzo y perseverancia, todo sueño puede hacerse realidad.

A todos ustedes, con amor y gratitud eterna, dedico este logro que representa no solo el fin de una etapa, sino el comienzo de un nuevo sueño.

Areli Natalia Allas Rea

DEDICATORIA

Quiero dedicar este logro, primeramente, a Dios, por ser mi guía, mi fuerza, mi esperanza ya que, gracias a él, he logrado concluir mi carrera, y a todos los que pusieron un poquito de luz cuando era obscuro y palabras cuando había silencio.

A mis padres, Luis Chisag y Lida Lucintuña a quienes les debo toda mi vida, le agradezco el cariño y su comprensión los cuales me enseñaron buenos sentimientos hábitos y valores, donde me ayudaron a salir en adelante buscando siempre el mejor camino, También agradecerle a mi hermana Johana, Mayra y mi hermano Ariel, porque de alguna y otra forma ellos han influido en mi vida con el tiempo, experiencia y confianza que me han demostrado hacia a mí, a mis compañeros y amigos quienes sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos alegrías y tristezas durante los 5 años de mi carrera universitaria.

A los ingenieros gracias por compartir no solo conocimiento, sino también pasión, paciencia y humanidad, cada clase, cada consejo y cada desafío dejaron huellas que van más allá de lo académico.

Erika Jadira Chisag Lucintuña

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios, por ser nuestro guía y fortaleza en cada etapa de nuestra formación profesional, por brindarnos la sabiduría, la perseverancia y la salud necesaria para culminar con éxito esta meta.

Queremos agradecer a nuestra familia, por su amor incondicional, comprensión y constante apoyo moral y emocional. Su confianza para nosotras ha sido la motivación más grande para continuar y superar cada desafío.

A nuestros amigos, quienes con su compañía y palabras de aliento hicieron más llevadero este proceso, compartiendo momentos de esfuerzo, aprendizaje y alegría.

Expresamos nuestro más profundo agradecimiento a nuestro tutor, por su valiosa orientación, dedicación y compromiso en la dirección de este proyecto, aportando sus conocimientos y experiencia para el desarrollo de esta investigación.

A los docentes de la carrera de Agronomía, nuestro más profundo agradecimiento. Gracias por haber sembrado en nosotras no solamente conocimiento técnico y científico, sino también valores, humildad y, sobre todo, amor por la tierra. Cada enseñanza, cada consejo y cada experiencia compartida han dejado una huella que trasciende el aula y se refleja en nuestra formación profesional y personal.

Su dedicación, paciencia y compromiso con la educación han guiado nuestro camino y nos han inspirado a asumir con responsabilidad el noble oficio de trabajar por el campo y su gente. Gracias por mostrarnos que la agronomía no solo se aprende, sino que se vive con pasión, respeto y entrega.

Finalmente, a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, por brindarnos el espacio, las herramientas y los conocimientos necesarios para nuestra formación.

Areli Allas

Erika Chisag

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO Pág.

CAPÍTULO I.....1

1.1.INTRODUCCIÓN 1

1.2.PROBLEMA.....3

1.3.OBJETIVOS 4

1.4.HIPÓTESIS..... 5

CAPÍTULO II 6

2.MARCO TEÓRICO.....6

2.1.Origen..... 6

2.2.Descripción morfológica de la papa..... 6

2.3.Valor nutritivo de la papa..... 7

2.4.Requerimientos edafoclimáticos del cultivo 8

2.5.Manejo del cultivo..... 10

2.6.Plagas y enfermedades 15

2.7.Cosecha 18

2.8.Post cosecha 18

2.9.Rendimiento y eficiencia 19

2.10.Costos de producción..... 19

2.11.Fichas técnicas 19

CAPÍTULO III.....25

3.MARCO METODOLÓGICO..... 25

3.1.Ubicación de la investigación 25

3.2.Metodología 25

3.2.1.Material en estudio..... 25

3.2.2.Factores en estudio..... 25

3.2.3.Tratamientos..... 26
3.2.4.Tipo de diseño experimental o estadístico 26
3.2.5.Manejo de la investigación..... 26
3.2.6.Métodos de evaluación..... 29
3.2.7.Análisis de datos 32
CAPÍTULO IV.....33
4.RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....33
4.1.Interpretación de resultados 33
4.1.1.Variables agronómicas y productivas 33
4.1.2.Análisis económico de la relación beneficio/costo (B/C)..... 46
4.2. Comprobación de hipótesis..... 47
CAPÍTULO V 49
5.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....49
5.1.CONCLUSIONES 49
5.2.RECOMENDACIONES..... 50
BIBLIOGRAFÍA 51
ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

N°	Detalle	Pág.
1	Resultados del análisis estadístico en los componentes evaluados. Días a la emergencia (DE), días a la floración (DF) y altura de planta (AP).	33
2	Resultados del análisis estadístico en los componentes evaluados. Días a la cosecha (DC), número de tubérculos de planta (NTP), peso de tubérculos por planta (PTP), peso de campo por parcela y categoría (PCP) rendimiento, porcentaje papa comercial (PPC), sacos por hectárea (sacos/ha), ingreso bruto (IB).	37
3	Relación económica del análisis beneficio/costo	47

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Detalle	Pág.
1	Días a la emergencia	34
2	Días a la floración	35
3	Altura de la planta	36
4	Días a la cosecha	38
5	Número de tubérculos por planta	39
6	Peso de tubérculo por planta	40
7	Peso de campo por parcela y categoría	41
8	Rendimiento por hectárea	42
9	Porcentaje de papa comercial	43
10	Sacos por hectárea	44
11	Ingreso bruto	45

ÍNDICE DE ANEXOS

N°	Detalle
1	Mapa de la ubicación de la investigación
2	Croquis del ensayo
3	Análisis de suelo
4	Base de datos
5	Fotografías
6	Glosario de términos técnicos

RESUMEN

La papa (*Solamun Tuberosum*), es un cultivo de gran relevancia socioeconómica en Ecuador, especialmente en la provincia de Bolívar, donde su rendimiento se ve limitado por prácticas tradicionales de fertilización que no consideran los requerimientos nutricionales del cultivo. En este contexto, la investigación tuvo como propósito evaluar la eficiencia agroproductiva del cultivo de papa variedad Súper Chola mediante la aplicación de tres formulaciones químicas edáficas, comparadas con un tratamiento testigo. El estudio se desarrolló en la comunidad Guantug, a 3174 msnm, empleando un Diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Se utilizaron las fórmulas (N-P-K) 15-15-15, 18-46- 00 y 8-20-20 complementadas con Sulphomag, Urea y Muriato de Potasio, además de un testigo (10-30-10). Se evaluaron variables agronómicas (emergencia, floración, altura) y productivas (número y peso de tubérculos, rendimiento, porcentaje comercial e ingresos). El análisis se realizó mediante ADEVA y Tukey al 5%. Los resultados mostraron que los componentes agronómicos no presentaron diferencias significativas; sin embargo, sí existieron diferencias en los productivos. El tratamiento 15-15-15 registró el mayor rendimiento (53 701 kg/ha), el mayor porcentaje de papa comercial (42.41 %) y la mejor relación beneficio/costo (1.14), superando ampliamente a los demás tratamientos. El testigo obtuvo los valores más bajos en todas las variables productivas. Se concluye que la fertilización edáfica diferenciada favorece el desarrollo agronómico, incrementa el rendimiento y mejora la rentabilidad del cultivo de papa variedad Súper Chola. La formulación 15-15-15 (467 kg/ha) + Sulphomag (150 kg/ha)+ Urea (304 kg/ha) + Muriato de Potasio (545 kg/ha) se posiciona como la alternativa más eficiente para productores de la zona, contribuyendo a un manejo agrícola más sostenible y tecnificado.

Palabras clave: fertilización edáfica, formulaciones químicas, rendimiento, beneficio/costo.

SUMMARY

The potato (Solanum tuberosum L.) is a crop of great socioeconomic importance in Ecuador, especially in the province of Bolívar, where its yield is limited by traditional fertilization practices that do not consider the crop's nutritional requirements. In this context, the research aimed to evaluate the agro-productive efficiency of the Super Chola potato variety through the application of three soil chemical formulations, compared to a control treatment. The study was conducted in the community of Guantug, at 3174 meters above sea level, using a Randomized Complete Block Design with four treatments and three replications. The (N-P-K) formulations 15-15-15, 18-46-00, and 8-20-20 were used, supplemented with Sulphomag, Urea, and Muriate of Potassium, in addition to a control (10-30-10). Agronomic variables (emergence, flowering, height) and productive variables (number and weight of tubers, yield, marketable percentage, and income) were evaluated. Analysis was performed using ANOVA and Tukey's test at the 5% significance level. The results showed that the agronomic components did not present significant differences; however, differences were found in the productive components. The 15-15-15 treatment registered the highest yield (53,701 kg/ha), the highest percentage of marketable potatoes (42.41%), and the best benefit/cost ratio (1.14), significantly outperforming the other treatments. The control treatment obtained the lowest values in all productive variables. It is concluded that differentiated soil fertilization favors agronomic development, increases yield, and improves the profitability of the Super Chola potato variety. The formulation 15-15-15 (467 kg/ha) + Sulphomag (150 kg/ha) + Urea (304 kg/ha) + Muriate of Potassium (545 kg/ha) is positioned as the most efficient alternative for producers in the area, contributing to more sustainable and technologically advanced agricultural management.

Keywords: soil fertilization, chemical formulations, yield, cost-benefi

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

La producción del cultivo de papa a nivel mundial es de aproximadamente de 341 millones de t. en una superficie de 20 millones de ha. Cabe mencionar que China lidera como el mayor productor de papa con una producción que varía entre los 66 y 71 millones de t. Además, de China otros grandes países productores de papa son, Estados Unidos, Ucrania, Alemania, Países bajos, La india y Rusia. El consumo de papas frescas en los países desarrollados se mantiene estable. Sin embargo, existe un cambio notable así el aumento en el consumo de papas procesadas, especialmente en el ámbito de la comida rápida (Yara, 2023).

En Ecuador, la producción nacional de papa en el año 2023 fue de 0.3 millones de t, con una superficie cosechada de 17997 ha. Los cultivos de papa se encuentran principalmente en la región Sierra, se cultiva entre los 2 800 hasta los 3 500 msnm, siendo las provincias de Carchi, Cotopaxi, Chimborazo Bolívar y Tungurahua las provincias con mayor superficie cosechada la cual representa el 66.5 % del total de la superficie y en la producción la provincia de Carchi es la de mayor participación con un 43.5 % de la producción, y un rendimiento promedio de 14.3 %. Este tubérculo es muy importante para la canasta alimenticia de los ecuatorianos por ser rico en nutrientes como carbohidratos, proteína, aminoácidos, calcio, potasio, magnesio, hierro, zinc, entre otros (Vásconez, 2024).

La provincia Bolívar ocupa el séptimo lugar con 7.47% de la superficie cultivadas, alrededor de 3500 ha, destaca la calidad de producción del cultivo. El Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), informó que en la provincia Bolívar existen actualmente 1500 productores de papa, lo que nos representa aproximadamente 3500 ha de este cultivo con un rendimiento promedio de 11 t/ha (MAG, 2022).

La fertilización edáfica tiene como fin suplementar a la planta las necesidades nutricionales no satisfechas por el suelo en su condición de fertilidad natural. La fertilización de la papa se debe realizar teniendo en cuenta el análisis de suelo que indica los nutrientes presentes en el mismo. A partir de éste, se determinan las cantidades necesarias de macronutrientes como nitrógeno (N), fósforo (P), potasio

K), magnesio (Mg) y azufre (S), y micronutrientes como boro (B), hierro (Fe), cobre (Cu), zinc (Zn) calcio (Ca) (Gaibor, 2022).

En cuanto a la fertilización química, con los productos edáficos es una práctica esencial para el cultivo de la papa resultando ser muy eficiente, siempre que se tomen en cuenta las diferentes fases fisiológicas y necesidades del cultivo, para mejorar el rendimiento, la calidad y la resistencia de las plantas, además de asegurar una nutrición adecuada durante su ciclo de vida, también son cruciales para el cultivo porque aportan la mayoría de los nutrientes esenciales que el suelo no podrá proveer de manera suficiente, lo que obtendrá un mayor rendimiento y la calidad en la cosecha (Simba, 2024).

1.2. PROBLEMA

La papa es un cultivo de alta importancia socioeconómica para la provincia Bolívar, especialmente en zonas rurales como la comunidad Guantug perteneciente al cantón Guaranda parroquia Guanujo, donde la mayoría de los habitantes depende de la agricultura para su sustento.

Sin embargo, su eficiencia agro-productiva es limitada debido a prácticas tradicionales de fertilización, donde los agricultores, por el desconocimiento técnico, utilizan únicamente una formulación química edáfica desde la siembra hasta en las labores como aporque y la deshierba. Esta práctica no considera las diferentes necesidades nutricionales de la planta a lo largo de su ciclo fenológico, lo cual puede afectar el rendimiento, calidad y sanidad del cultivo.

La falta de conocimiento sobre el uso adecuado de distintas formulaciones químicas edáficas adaptadas a cada etapa de desarrollo de la papa impide optimizar la absorción de nutrientes esenciales, limita el potencial productivo y reduce la rentabilidad del cultivo. Además, el uso inadecuado y prolongado de un solo tipo de fertilizante podría generar desequilibrios nutricionales en el suelo, afectando su fertilidad a largo plazo.

Por lo tanto, la presente investigación tiene el impulso de evaluar la eficiencia agroproductiva del cultivo de papa variedad Súper Chola en base a la adición de tres formulaciones químicas edáficas donde busca determinar si una fertilización diferenciada y técnicamente adecuada puede mejorar los rendimientos y eficiencia de la producción, contribuyendo a una agricultura más sostenible y tecnificada.

1.3. OBJETIVOS

Objetivo general

- Evaluar la eficiencia agroproductiva del cultivo de papa variedad Súper Chola en base a la adición de tres formulaciones químicas edáficas.

Objetivos específicos

- Caracterizar los componentes del desarrollo agronómico del cultivo.
- Valorar la respuesta productiva en base a cada formulación.
- Establecer la relación beneficio costo en cada tratamiento.

1.4. HIPÓTESIS

Ho: La eficiencia agroproductiva del cultivo de papa no depende de la formulación química edáfica empleada.

Ha: La eficiencia agroproductiva del cultivo de papa depende de la formulación química edáfica empleada.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Origen

Esta variedad de papa fue creada por el señor Germán Bastidas. La cual proviene de los cruzamientos realizados con las variedades Curipamba negra y Chola seleccionada creada en 1984 en el Ecuador (Loachanmín,2023).

2.2.Descripción morfológica de la papa

La papa variedad Súper Chola desarrolla un follaje frondoso, su crecimiento es erecto, cuenta con numerosos tallos bien desarrollados y pubescentes, hojas verdes intenso con tres pares de foliolos secundarios y cinco pares de foliolos terciarios, sus flores de color morado (Saltos, 2020).

2.2.1. Tallos, estolones y tubérculos

La planta se compone de tallo, estolones y tubérculos; cuando provienen de semilla la planta posee un solo tallo, mientras que si se origina por semilla-tubérculo produce varios tallos; los estolones se los conoce como tallos de tipo lateral que mantienen un crecimiento de tipo horizontal debajo del suelo, en el caso de los tubérculos son tallo de tipo modificados y en los cuales se comportan como los principales órganos de almacenamiento, se compone por dos partes: el lado basal conocido como talón y el lado expuesto conocido como apical (INIAP, 2022).

2.2.2. Brotes

Estos crecen de las yemas, ubicados en los ojos del tubérculo, y el tipo de color presente dependerá del tipo de variedad de la papa, pueden presentarse de color blanco, coloreados de manera parcial o coloreados en su totalidad, en el caso de los blancos al exponerse a la luz cambian su color a verdes, la parte basal del brote da origen a la parte subterránea del tallo y presenta lenticelas, inmediatamente después del sembrado estas producen tallos o estolones de tipo lateral (INIAP, 2022).

2.2.3. Hojas y flores

Las hojas se disponen de manera espiral sobre el tallo, y son de tipo compuestas, es decir mantienen un raquis de tipo central con varios pares de foliolos de tipo primario laterales y un foliolo de tipo terminal, la presencia de foliolos primarios puede verse interceptada por otros foliolos pequeños de tipo secundarios; de manera general el pedúnculo de la inflorescencia se compone de dos ramas conocida como cimosa, de éstas brotan los pedicelos y de la parte superior salen los cálices, a partir de cada pedicelo se encuentra articulaciones, a partir de las cuales se desprenden del tallo, las flores o los frutos, en el caso de ciertas variedades suelen pigmentarse (Racines et al., 2023).

2.2.4. Fruto, semilla

El fruto se lo conoce con el nombre de baya, el mismo que contiene en su interior numerosas semillas, la forma es de tipo esférica, pero en el caso de variedades pueden presentarse ovaladas o de tipo cónicas, generalmente es del color verde el fruto, o pueden presentarse con puntos blancos o pigmentaciones según la variedad de la planta, existen aproximadamente 200 semillas por cada fruto, éstas se presentan pequeñas, planas y ovaladas, cada semilla posee una envoltura conocida con el nombre de testa que da protección al embrión y al tejido de reserva presente (endosperma), a estos se los da el nombre de semilla verdadera para evitar confusiones con el tubérculo-semilla (Morales, 2020).

2.3. Valor nutritivo de la papa

La papa es uno de los principales cultivos al nivel mundial debido a su gran producción por área y a la diversidad de formar en las que se puede preparar (cocida, frita, locro, como tortillas, puré, etc.). La papa es considerada como una fuente importante de vitaminas, minerales y Fitonutrientes debido a su alto consumo diario. El tubérculo de papa es rico en carbohidratos, además aporta con vitaminas y minerales; tiene un elevado contenido de fibra dietética, en especial una vez que es consumido con cascar y es rico en antioxidantes (poli fenoles, vitamina C, carotenoides, etc.), especialmente las papas rojas-moradas y de pulpa amarilla o morada, esto compuestos son reconocidos por prevenir el cáncer y enfermedades cardiovasculares. Las papas frescas son virtualmente libres de grasas y colesterol.

El contenido de proteína presente en la papa tiene un excelente valor biológico comparable al del huevo (Herrera & Lozano, 2022).

Elemento	**Promedio**
Materia seca (%)	21.87
Azucares reductores (%)	0.18
Proteína (%)	6.15
Polifenoles (mg/g)	1.47
Carotenoides (ug/g)	27.51
Fibra (%)	2.43
Zn (ppm)	12.00
Fe (ppm)	25.00
Mn (ppm)	16.00
K (%)	1.78
Ca (%)	0.06
P (%)	0.18
Mg (%)	0.18
Na (%)	0.01
Cu (ppm)	4.00
Vitamina C (mg/100g)	35.00

Fuente: (Huacanes, 2022).

2.4. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo

2.4.1. Temperatura

La planta de papa se desarrolla en clima considerado templado-frío, aproximadamente entre los 13 a 18 ℃, al momento de la siembra esta debe permanecer entre los 7 ℃, si el frío es intenso los tubérculos no se desarrollan y se quedan de tamaño pequeño, mientras que el calor excesivo provoca el desarrollo de enfermedades como de plagas, las heladas producen muerte de la planta como afectación en la producción del tubérculo (Zúñiga et al., 2020).

2.4.2. Altitud

La papa se cultiva en zonas altoandinas, donde la temperatura diaria se mantiene en promedio de 12° a 20°C., en altitudes que van desde 2800 a 3500 (msnm) (Velásquez, 2021).

2.4.3. Humedad

Debe considerarse que el exceso de agua en el suelo provoca un mal desarrollo de las raíces, la pudrición de los tubérculos recién formados, floración y desarrollo de los tubérculos. Además, el exceso de humedad ambiental contribuye al desarrollo de enfermedades como el tizón tardío, siendo el porcentaje óptimo de 70 a 80 % (Araque, 2020).

2.4.4. Clima y suelo

La planta de papa prefiere los suelo de tipo ligero, ricos en materia orgánica presente en el suelo, además de subsuelo profundo, soporta pH entre 5.5 – 6.0, aunque la papa se adapta a varios condiciones edáficas, la textura del suelo es importante al momento de considerar su siembra, los cuales permitirán presencia adecuada de aire, drenaje como de penetración profunda en las raíces, en el caso de los suelos arcillosos no se adapta debido a la excesiva humedad, en la cual la semilla muere, en el caso de los suelos arenosos mantienen muy poca humedad, entonces en las épocas de falta de presencia de lluvias evita el crecimiento de la misma, son los suelos denominados francos los que son los más adecuados para el cultivo, además el cultivo de papa necesita entre 700 – 1000 mm de lluvia (Gallegos et al., 2021).

2.4.5. Luz y viento

El cultivo de papa tiene un mejor comportamiento con periodos de 8 a 12 horas luz, la luminosidad que reciben las plantas durante el día incide en la función de los cloroplastos y desencadenan una serie de reacciones en las cuales interviene el dióxido de carbono y el agua, las cuales ayudan a la formación de los diferentes tipos de azúcares los que pasan a formar parte de los tubérculos. La luminosidad tiene predominación en la fotosíntesis y fotoperiodos requeridos por las plantas.

La presencia de viento debe ser moderado, debido a que las plantas no resisten vientos con velocidades mayores a 20 km/hora, sin que esta variación de corrientes presente daño o influya en los rendimientos (Herrera & Lozano, 2022).

2.5.Manejo del cultivo

2.5.1. Preparación del suelo

Proporciona a la semilla un suelo adecuado para la siembra que contempla básicamente una preparación primaria o aradura y una secundaria o mullido. Por otra parte, de acuerdo con los conocimientos de los agricultores que tienen experiencia, será importante que esta labor se realice cuando la luna se encuentra entre el tercer día de la fase menguante y el tercer día de la fase nueva es decir noche oscura, pues esto contribuye a evitar la presencia de insectos plagas y enfermedades (Lala, 2022).

2.5.2. Arado

Se realiza dos meses antes de la siembra, tiempo suficiente para la descomposición de las malezas y otros residuos vegetales. Lo cual se lo realiza con tractor, yunta o manualmente consistiendo en la rotura de la costra superior del suelo con una profundidad de 30 cm. En terrenos con pendiente superior al 15%, el arado debe ser perpendicular a la dirección de la pendiente; esto evitará que el agua de lluvia acarree el suelo. El arado es importante para eliminar larvas y pupas de insectos como el gusano blanco (INIAP, 2021).

2.5.3. Rastrado

Llamadas también cruzas, consiste en desmenuzar los terrones del suelo para obtener una capa suelta. Se debe realizar hasta una profundidad máxima de 20 cm (Ortiz & Patiño, 2023).

2.5.4. Surcado

Se realiza un día antes de la siembra o el mismo día de preferencia, con el fin de mantener la humedad en el terreno. La dirección del surco debe ser en contra de la pendiente, dando caída al agua de riego y así evitar que el agua se encharque y provoque problemas fitosanitarios en la semilla. La distancia entre surco debe ser

de 1 m a 1.50 m esto depende de la variedad que se vaya a sembrar, con el fin de garantizar el aporque durante el desarrollo del cultivo (Lala, 2022).

2.5.5. Siembra

La siembra más común es a mano, en la cual se deposita la semilla en surcos con distancias entre 0.9 a 1.30 m y una distancia entre golpes de 30 a 50 centímetros, una vez ubicado se cubre con una capa aproximada de 5 a 10 cm de tierra, en el caso de que la profundidad sea mayor la emergencia o brote se retarda y si son superficiales se corre el riesgo de enverdecimiento, la planta emerge en los siguientes 20 a 30 días (Basantes, 2021).

2.5.6. Rascadillo o deshierbe

Esta labor de rascadillo o deshierbe es una actividad de remoción del suelo alrededor de la planta para aflojar la tierra endurecida, y eliminar malezas. Es importante eliminar malezas en estadios tempranos para evitar la competencia con las plantas con nutrientes. Se realiza a los 45 días después de haber realizado la siembra o cuando la planta tenga entre 15 a 20 cm de altura (Gaibor, 2022).

2.5.7. Aporque

El aporque consiste en una labor cultural que se realiza a los 15 días después del primer aporque, consiste en acumular la tierra alrededor del tallo de una planta en forma de montaña, esto se realiza a lo largo de toda la hilera. Con el fin de proteger las raíces y los tubérculos de agentes que puedan causar daños. De la misma manera permite generar mayor cantidad de raíces por lo cual aumenta el rendimiento del cultivo (Tene, 2024).

2.5.8. Riego

Las papas tienen una necesidad de agua que puede alcanzar hasta 25 mm/semana durante el crecimiento. Al mismo tiempo, son muy sensibles al bajo y sobre riego, que puede dañar las plantas y, a su vez, los tubérculos. Tienen un sistema de raíces muy poco profundo que les impide alcanzar nutrientes y agua de mayor profundidad. El manejo preciso del agua es crítico para lograr los mejores rendimientos. Excesos de agua generan saturación del perfil del suelo durante más de 8 a 12 horas y pueden causar daño a la raíz y lixiviar el nitrógeno debajo de la

zona radicular poco profunda de la planta. Los déficits de agua reducen el crecimiento de la planta al minimizar la presión del agua en las células de la planta, las cuales son necesarias para la expansión, y se correlaciona directamente con la expansión reducida/atrofiada del tubérculo (MundoAgro, 2020).

2.5.9. Control fitosanitario

Esta labor consiste en realizar el control de plagas (insectos, enfermedades) en suelos y plantas. Ya que es una parte esencial de la gestión agrícola que busca mantener la salud y la productividad de los cultivos de manera sostenible y equilibrada (INIAP, 2021).

2.5.10. Deshierba

Mediante esta labor podemos combatir la presencia de malezas, se realiza unos 30 a 50 días posteriores a la siembra, si la extensión de siembra es pequeña se la hará con azadón y si es extensa y en lugar plano con la ayuda de un cultivador tiller, se aconseja unos dos días antes realizar el control del gusano blanco (Ortiz & Patiño, 2023).

2.5.11. Fertilización

La fertilización consiste en realizar la incorporación de nutrientes al suelo con el objetivo de permitir un crecimiento y desarrollo óptimo del cultivo. Así mismo es una de las decisiones más importantes del manejo agronómico por su impacto en los rendimientos y los costos de producción. Si bien los nutrientes están presentes en todos los suelos, puede ocurrir que se encuentren en niveles deficientes para el cultivo, afectando negativamente su desarrollo y finalmente el rendimiento. Una buena fertilización es necesario, no sólo para obtener un buen rendimiento y calidad, sino para resistir condiciones adversas como bajas temperaturas, estrés hídrico y enfermedades (Molinos, 2020).

Los requerimientos nutricionales de la papa son complejos y dependen de la etapa de desarrollo de la planta. Los nutrientes más importantes son nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio, así como micronutrientes como calcio y Zinc. Además, la papa también requiere otras cantidades de nutrientes como hierro, manganeso y cobre (INIA, 2020).

Requerimientos nutricionales de la papa para diferentes niveles de producción					
Producción obtenida (t/ha)	N	P_20_5	K_20	Mg	S
20	120	40	250	20	10
40	210	70	430	40	20
50	300	100	600	60	25

Fuente: (Porras & Herrera, 2020)**.**

Nutrientes esenciales

Nitrógeno

El nitrógeno es un nutriente esencial para el crecimiento y el desarrollo de la papa influye en el rendimiento y la calidad de los tubérculos, ya que interviene en la fotosíntesis y forma parte de las vitaminas, proteínas y ácido nucleico (Molinos, 2020).

Fósforo

En el cultivo de papa una adecuada tuberización dependerá de la presencia de lo macronutrientes como el fósforo, que estará relacionado de manera directa con la formación en el número de tubérculos, todas las plantas absorben el fósforo en forma de iones como fosfato o como fosfato ácido; además este mineral es esencial en la síntesis, transporte y el almacenamiento de los almidones, su deficiencia reduce la productividad y rendimiento como el retraso del crecimiento de la planta (Barona et al., 2025).

Potasio

El macroelemento potasio las plantas de papa lo absorben como ión K+, la papa requiere grandes cantidades de este mineral para todas sus funciones metabólicas, esto es el movimiento de azúcares a partir de las hojas hacia los tubérculos y la transformación de estos azúcares en almidón, la falta produce que reduzca la absorción de nitrógeno (N), como la reducción del rendimiento y resistencia a enfermedades (Barona et al., 2025).

Calcio

El calcio es un componente clave en las paredes celulares, dando una estructura fuerte y asegurando buena estabilidad celular (Valenzuela, 2023).

Magnesio

El magnesio juega un papel importante en la fotosíntesis como está presente en el centro de cada molécula de clorofila. También está involucrado en diferentes pasos en la producción de azúcares y proteínas (Yara, 2023).

Azufre

El Azufre es importante en la protección de las células, ya que evita la deshidratación por el calor y sequía donde juega un papel en la protección de los daños de las células por frio (Intagri, 2020).

Zinc

El zinc garantiza una disponibilidad continua de este elemento en la zona radicular durante el crecimiento de las plantas. Permite controlar la exudación de compuestos ricos en carbono, y en consecuencia reduce drásticamente la infección de raíces por patógenos del suelo (Molinos & Cía. Fertilizantes, 2022).

Manganeso

Es uno de los nutrimentos reportados como esenciales para el crecimiento y desarrollo normal de las plantas. De igual manera, este elemento es clasificado como un micronutriente por la cantidad tan pequeña que necesita la planta, pero no así su importancia, pues la necesidad que tiene la planta por este micronutriente es tan importante como la de nitrógeno o potasio (ADAMA, 2021).

Boro

Este elemento es importante ya que hace presencia en las paredes celulares, donde actúa como cemento entre las pectinas y genera resistencia cohesiva al tejido celular, afectando las cualidades de almacenaje de las papas (ADAMA, 2021).

2.6. Plagas y enfermedades

Plagas

Polilla de la papa (*Phthirimaea operculella*)

Produce daños más severos ya que no existen medidas de control eficaces contra esta plaga. Las medidas de control se basan en la aplicación conjunta de medidas preventivas. Sin embargo, las larvas de ambas polillas dañan los tubérculos excavando galerías en los mismos, además puede perforar los brotes, Estos daños se concentran únicamente en las hojas produciendo galerías en las partes de la planta. Hasta el momento son muy pocos los casos en los que ha sido necesario intervenir para su control. Algunos ingredientes activos registrados en la literatura con efecto sobre Phthorimaea operculella son el paratión metílico, triclorfon, acefate y carbarilo (Trujillo & Perera, 2020).

Pulguilla de la papa (*Epitrix* spp)

Esta plaga son pequeñas larvas que viven en el suelo, provocando daños en la piel del tubérculo, creando cavidades en toda la superficie de la papa. Los adultos causan daños al alimentarse del follaje de la planta realizando múltiples orificios finos y redondeados de hasta 3mm de diámetro que aumentan de tamaño al desarrollarse el folíolo. Además, son transmisores del "virus latente de los andes" (Santillán & Santillán, 2024).

Mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*)

Esta es una de las principales plagas del cultivo de papa, el ciclo de vida de este insecto se divide en la fase de huevo, larva, larvas maduras y adulto; siendo el segundo ciclo el que más me afecta al crear galerías en las hojas, impidiendo que se dé la fotosíntesis y transpiración de la planta. La plaga cuando se presenta en las primeras etapas del cultivo causa atrasos en el desarrollo vegetativo de la planta; mientras que en etapas posteriores disminuyen la tasa fotosintética y pueden causar la entrada de enfermedades (Vignola et al., 2020).

Gusano blanco *(Premnotrypes vorax)*

El adulto consume con mayor agrado las hojas (foliolos) del tercio medio e inferior de la planta por su mayor contenido de azúcares y menor cantidad de alcaloides (sabor amargo). Este insecto puede ocasionar la pérdida total de la cosecha cuando no existe un adecuado control. Las larvas de los insectos ocasionan daños severos, produciendo perforaciones a manera de galerías en los tubérculos. Algunos ingredientes activos registrados en la literatura con efecto sobre Phthorimaea operculella son el paration metilico, triclorfon, acefate y carbarilo (Andrade & Bonilla, 2020).

Trips (*Frankliniella tuberosi*)

El trips es un pequeño insecto que mide aproximadamente de 1,5 mm de largo, con un cuerpo alargado y dos pares de alas, formadas por protuberancias. Estas están presentes en el envés de los foliolos bajeros y las flores, cuando ataca a las hojas se caracteriza por presentar manchas de un color plateado o rojizas. Además, los excrementos de la peste también muestran manchas negras (Guaman, 2022).

Pulgones (*Myzus persicae*)

Los pulgones son insectos pequeños de hasta 4 mm de longitud. Se reconocen por su cuerpo globoso, piriforme, frágil y su característica posición casi inmóvil en las hojas de sus hospederos, dañan las papas principalmente al propagar enfermedades, Ocasionalmente, los pulgones se vuelven tan abundantes que su alimentación debilita las plantas. La infección del enrollamiento de la hoja a principios de la temporada atrofia la planta. Las plantas cultivadas a partir de semillas de papa infectadas no producirán papas comercializables, La decoloración marrón es más intensa en el extremo del tallo, pero puede extenderse bien dentro del tubérculo (Haviland, 2025).

Enfermedades

Punta morada (*Bactericera cockerelli*)

El psílido se alimenta del floema, con la ayuda de endosimbiontes obligados. Adquiere de la planta, los aminoácidos esenciales necesarios para su desarrollo. El

principal daño que causa es la trasmisión de fitoplasmas y/o de la bacteria Candidatus Liberibacter solanacerum responsable de Zebra chip. B. cockerelli al ser una plaga importante por las pérdidas que ocasiona. El daño puede llegar al 100% de afectación (Fernando, 2023).

Tizón tardío *(Phytophtora infestans)*

Estas se presentan inicialmente como pequeñas lesiones verde a verde oscuro. Bajo condiciones favorables presentan lesiones más grandes que tornan a manchas marrones a negras y se transforman en lesiones necróticas que pueden matar totalmente a la planta, la principal vía de transmisión son los tubérculos infectados ya que por medio de estos e propagan muy fácilmente (Simba, 2024).

Rhizoctonia *(Rhizoctonia solani)*

Los signos que presentan las plantas son lesiones necróticas de raíz, estolones y cuello de la planta que conducen a la formación de tubérculos aéreas en las axilas de las hojas, sobre los tubérculos, además se forman esclerosis aislados o en masa lo cual se conoce como costra negra. Es una de las principales enfermedades radiculares de la papa, está prácticamente presente en todas las zonas, especialmente en las de monocultivo. Su amplia capacidad de supervivencia y poder de adaptación, le confiere ventajas de persistencia frente a muchos de los fitopatógenos edáficos de la papa, este es un hongo que afecta los tubérculos especialmente a los brotes y disminuyendo el número de estolones y tallos viables, disminuyendo a su vez la cantidad y calidad de tubérculos producidos a cosecha (Lascano, 2022).

Lancha o tizón temprano (*Alternaria solani*)

Esta enfermedad se propaga con mayor rapidez durante períodos en los cuales se suceden condiciones de humedad y sequía de manera alternante, como suele ocurrir en días con rocío continuo. Se trata de una enfermedad frecuente durante el período final del cultivo. Los síntomas se caracterizan por la formación de manchas circulares de tonalidad marrón oscuro en las hojas, iniciando en las hojas más viejas (Tene, 2024).

Roya (*Puccinia pittieriana*)

La roya es una enfermedad causada por nutrientes biológicos, como el mildiu polvoroso, ataca a hojas, tallos o peciolo, en el envés de las hojas, presentando manchas redondas con perforaciones severas en el tejido, visibles como manchas redondas de color marrón rojizo hasta medio cm de largo. Esto puede presentar graves problemas de perdida de producción de la planta de papa y en etapa de fuerte avance llega hasta los tubérculos. Se propaga por el viento, por diseminación de las esporas, a través de la ropa del operador o por medio de los implementos de labranza (Cabascango, 2024).

2.7.Cosecha

La cosecha se la determina aproximadamente unos cinco a seis meses después de la siembra, y se observa que las matas se tornan secas y quebradizas, y se tornan de color amarillento, entre los métodos de cosecha existen dos tipos: manual mediante el uso del azadón, lo cual se realiza retirando un poco de tierra de alrededor de los surcos de siembra de la papa, posteriormente se invierte el suelo que está cubriendo toda la planta, quedando expuestos todos los tubérculos en la superficie para poder ser recogidos, en el caso que la cosecha se la haga mecanizada, se utiliza la cavadora de cadena sin fin o de molinete, estas herramientas son muy eficientes al momento de trabajar en suelos de tipo franco-arenosos, si se utiliza tracción animal se lo puede hacer mediante yunta con reja (Basantes et al., 2021).

2.8. Post cosecha

Una vez que se haya realizado la cosecha de los tubérculos, no se los deja directamente a la acción de la luz del sol, se los deja orear al ambiente, lo cual reducirá la humedad que se encuentra en la superficie de los tubérculos, además de la tierra que se queda adherida, se recomienda que se lave y cepille lo que permitirá que se observen de aspecto más limpio; antes de ser comercializados deberán llevar un proceso de secado previo, en esta etapa de postcosecha se incluyen las labores de selección, clasificación, ensacado y transporte de los tubérculos, se recomienda almacenar en granel y la ventilación se mantendrá de manera homogénea (Gallegos et al., 2021).

2.9.Rendimiento y eficiencia

El rendimiento nacional promedio de papa mejorada es de 16.28 t/ha, en la cual la variedad INIAP-Súper Chola es la más cultivada (62%), comportándose la provincia de Carchi como la de mayor superficie cosechada, con un rendimiento promedio 21.68 t/ha (Arteaga et al., 2022).

2.10. Costos de producción

Los costos de producción agrícola comprenden el conjunto de gastos necesarios para el desarrollo del cultivo desde la preparación del suelo hasta la cosecha. Entre estos se incluyen la compra de semillas, insumos agrícolas y el pago de la mano de obra. También se consideran los gastos asociados al riego, manejo fitosanitario y cuidado del cultivo. El empleo de maquinaria y equipos genera costos adicionales. A ello se suman gastos indirectos como el transporte y la venta del producto (Bordor, 2022).

2.11. Fichas técnicas

2.11.1. Ficha técnica de la papa variedad Súper Chola

Propiedades generales	
Descripción	Los tubérculos son medianos, elípticos a ovalados de piel rosada y lisa, con ojos superficiales y pulpa amarilla pálida.

Estadio de crecimiento				
Emergencia	Brotes laterales	Botón floral	Floración	Maduración
Usos	Es una papa para consumo fresco y procesamiento.			

Propiedades específicas	
Nombre común	Papa
Nombre científico	*(Solanum tuberosum* L.*)*
Familia	Solanaceae
Periodo vegetativo	150 a 200 días según la variedad
Clima	2800 a 3600 metros de latitud

Tipo de propagación	Por medio de tubérculos (asexual)
Variedad	Súper Chola
Tubérculo	20
Zonas	Provincias de la región sierra norte del callejón interandino
Características de la variedad	Días a la cosecha 180 días, hábito de crecimiento semirrecta, tallo color verde intenso. Floración moderada arriba del follaje con un largo pedúnculo. Periodo de dormancia 80 días.
Siembra	Densidad de siembra de 1000 a 1200 kg/ha de semilla certificada.
Rendimiento promedio	30 t/ha de tubérculo fresco
Recomendaciones	Se requiere comenzar con semilla de alta calidad sanitaria. Las siembras deben realizarse de octubre a diciembre (invierno) y de mayo a junio (verano). Realizar un análisis del suelo para aplicar un programa de fertilización adecuada.

Fuente: (Cuesta et al., 2022).

2.11.2. Ficha técnica del abono químico 15-15-15

Generalidades	
Nombre comercial	Triple 15
Fórmula comercial	15-15-15 (10)s
Registro INSAI	INSAI
Fabricado por	Phosagro (JSC APATIT, RUSIA)
Composición	
Composición garantizada	% p/p
Nitrógeno total	15
Fósforo total	15
Potasio total	15
Azufre total	10

Características físicas químicas

Presentación química	Fertilizante complejo, sólido granulado soluble, de color beige pálido
PH	6,0 -7,2
Características	Fertilizante con altos contenidos de Nitrógeno, Fósforo y Potasio
Solubilidad en agua	90g/100ml
Disponibilidad en el suelo	Fertilizante altamente soluble que proporciona una liberación rápida y continua de los nutrientes, lo cual permite una absorción eficiente de estos por las plantas
Granulometría	>97% gránulos tiene un diámetro entre 1-6mm
Cantidad de fertilizante por cada 100 kilogramos de producto	Triple quince 15-15-15 (10)s posee 55kg efectivos de nutrientes y 44 kg de material inerte por cada 100 kilogramos de fórmula. Lo que convierte en un fertilizante con alta eficiencia agronómica en el mercado
Contenido de metales pesados	Fertimacho es un fertilizante ambiental seguro, con bajo contenido de metales pesados, como el cadmio (cd) que causan daño al hígado y los riñones.

Fuente: (Agroinsumos, 2020).

2.11.3. Ficha técnica del abono químico 18-46-0

Generalidades	
Nombre comercial	DAP
Nombre genérico	Fosfato di amónico
Formula comercial	18-46-0
Registro ICA	10346

Composición:

Nutriente	**Nominal (%)**	**Mínimo (%)**	**Método analítico**
Nitrógeno total (N)	18.0	17.3	NTC 370

Nitrógeno amoniacal (NH4)	18.0	17.3	NTC 211
Fosforo asimilable (P2 Os)	46.0	24.0	NTC 234
Humedad	1.5	---	NTC 5167

Características físicas y químicas

Presentación física	Sólido granulado, de color café
PH	6-9
Densidad de granel	925 kg/mt3
Característica	Fertilizante fosfatado
Solubilidad en agua (30°C)	1g/2.5ml
Humedad critica relativa (30°C)	45%
Disponibilidad en el suelo	Fertilizante altamente soluble que proporciona una liberación rápida y continua de los nutrientes que contiene el DAP

Fuente: (Ignacio, 2020).

2.11.4. Ficha técnica del fertilizante químico 8-20-20

Datos del producto

Nombre comercial	8-20-20
Fórmula	N+P+K+Ca+Mg+S+Si+B+Zn+Mn+Mo
Registro Agrocalidad	071-F-AGR-A

Carga mineral

Nutriente	**Concentración**
Nitrógeno total (N)	8%
Fósforo (P2 Os)	20%
Potasio (K2o)	20%
Calcio (CaO)	8%
Magnecio (Mgo)	1%
Azufre (S)	3,8%
Silicio (SiO2)	6%
Boro (B)	0,01%

Zinc (Zn)	0,01%
Manganeso (Mn)	0,01%
Molibdeno (Mo)	0,015%

Propiedades Físico- Químicas

Granulometría	2-4mm
Estado físico	Gránulos redondos
Color	Multicolor
PH	8
Densidad aparente a 20°C	1.120 g/ml
Conductividad eléctrica	75000.00µS/cm
Solubilidad en agua a 20%C	Insoluble al 0.01%

Descripción:

Fertilizante edáfico con elevada concentración de macronutrientes como Nitrógeno, Fósforo y Potasio, meso nutrientes como Azufre, Calcio y Magnesio y micronutrientes, elementos indispensables para la correcta y abundante productividad de los cultivos.

Aplicación Edáfica

Dosificación:

Fertilizante	**Época de aplicación**	**Dosis (sacos de 50kg/ha)**
8-20-20 enriquecido	De 0 a 25 días	4-6

Fuente: (La Carolina, 2024).

2.12. Valor nutricional de la papa

La papa representa un valor nutricional en su consumo, siendo la producción más importante, donde ocupa una posición económica valiosa siendo la subsistencia por parte de los agricultores. Este tubérculo posee propiedades nutricionales importantes en el cual aportan los principales carbohidratos, proteínas y fibras, además aporta vitaminas como el B1, B3, B6, C y ofrece minerales como el magnesio, hierro, calcio, potasio y fosforo (Nájera & Zúñiga, 2025).

2.13. Usos de la papa en la actualidad

La papa es un cultivo esencial por los diversos usos que se le da en la actualidad. Principalmente se emplea en la alimentación humana, donde se prepara en forma de papas hervidas, fritas, en sopas, tortillas, guisos y otros platos tradicionales propios de la zona. Estas preparaciones forman parte de la dieta diaria de la población. Además, su producción genera ingresos económicos para los agricultores locales. La papa también se aprovecha en la alimentación animal y en prácticas agrícolas sostenibles. De esta manera, contribuye a la seguridad alimentaria y al desarrollo socioeconómico de la provincia (Horeca, 2024).

2.14. Análisis de costo/ beneficio

El análisis de costos y beneficios (o análisis costo/ beneficio) es un método económico estándar para evaluar la viabilidad financiera de la investigación.

Además, permite comparar los costos de producción de un cultivo con los beneficios económicos obtenidos. Este análisis ayuda al productor a tomar decisiones informadas, como elegir que cultivo sembrar, cuánto invertir, o si cambiar técnica agrícola (Sarah, 2025).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1.Ubicación de la investigación

Localización de la investigación

La investigación se realizó en la Provincia de Bolívar, Cantón Guaranda, Parroquia Guanujo, comunidad de Guantug.

Situación geográfica y edafoclimática

Altitud	3174 msnm
Latitud	1°48’56,71” S
Longitud	79°03’64,96” W
Temperatura máxima	20 ℃
Temperatura mínima	7 ℃
Temperatura promedio	12 ℃
Precipitación media anual	1200 mm
Heliofanía promedio anual	12 horas luz/día
pH	6.15
Tipo de suelo	Franco limoso

Fuente: (INAMHI, 2025).

Zona de vida

La zona de vida corresponde a la región bosque montañoso bajo (bsMB) el cual varía desde los fríos páramos hasta el subtropical cálido (Holdrige, 1979).

3.2.Metodología

3.2.1. Material en estudio

Papa variedad Súper Chola

Formulaciones químicas edáficas

3.2.2. Factores en estudio

Formulaciones edáficas con 3 tipos más testigo

3.2.3. Tratamientos

Tratamiento	Detalle
T1	15-15-15 + sulphomag + urea + muriato de potasio
T2	18-46-00 + sulphomag + urea + muriato de potasio
T3	8-20-20 + sulphomag + urea + muriato de potasio
Testigo	10-30-10

3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico

Se empleó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con tres repeticiones.

3.2.5. Manejo de la investigación

Distribución de las unidades experimentales

Esta labor se realizó de acuerdo con el mapa de campo, dividiéndose la parcela en unidades experimentales por medio de estacas. El diseño constó de tres repeticiones, cada una con cuatro tratamientos.

Análisis de suelo

Al inicio del ensayo se tomaron varias submuestras de las parcelas en diferentes lugares, con una profundidad de 0 a 0,50 m. Con la ayuda de una pala, un balde y una funda, estas submuestras fueron mezcladas homogéneamente para obtener una muestra de un kilogramo, la cual se envió al laboratorio de Suelos y Aguas de la Estación Santa Catalina - INIAP.

Preparación del suelo

La preparación del suelo se llevó a cabo manualmente utilizando herramientas agrícolas como azadones. El procedimiento consistió en voltear la capa superficial del terreno para facilitar la aireación y, posteriormente, desmenuzar los terrones con el fin de obtener una textura más fina y homogénea, adecuada para la siembra.

Cuadre de las unidades experimentales

Para el trazado y división del terreno experimental se utilizó una cinta métrica, estacas y piola, siguiendo el diseño establecido en el croquis correspondiente. Estos materiales permitirán definir con precisión las unidades experimentales, asegurando la correcta distribución y homogeneidad de los tratamientos en el área de estudio.

Siembra

Se seleccionaron los tubérculos semillas de cuerdo a tamaños similares que posean de 2 y 4 brotes, mismos que se utilizaron 2 por sitio de siembra a una distancia de 0.50 m entre planta y 1.25 m entre surco.

Riego

Se implemento un sistema de riego tecnificado por aspersión para garantizar una humedad uniforme en el cultivo. La aplicación de agua se ajustó a las condiciones climáticas de la zona de estudio, asegurando la homogeneidad en el suministro para minimizar el sesgo en los resultados de la investigación.

Control de malezas

El control de malezas se realizó de forma manual con la ayuda de un azadón cada vez que se evidenció la presencia de malezas en el cultivo. Esta labor permitió mantener el área libre de competencia por nutrientes, agua y luz, favoreciendo el adecuado desarrollo de las plantas.

Control de plagas y enfermedades

Para el control de plagas se realizó un control químico mediante la utilización cipermetrina 250 cc/ha, Azocor 1.2 cc/ha, Engeo 250 cc/ha y para el control de enfermedades se realizó control químico con la utilización de mancozed 2 kg/ ha, curamax 1.5 kg/ha, Cymoxanil 1.5 kg/ha según las condiciones de precipitación.

Fertilización

La fertilización se implementó en tres etapas como la siembra, deshierba y aporque es decir tres aplicaciones los cuales se aplicaron de acuerdo a los requerimientos nutricionales de la papa.

Requerimientos nutricionales para 40 t/ha								
T1	**N**	**P**	**K**	**Mg**	**S**	**fuente**	**Dosis kg/ha**	**g/plt**
	210	70	430	40	20			
Aplicación 1	52.5	52.5	52.5			15-15-15	350	21.88
			33	25.5	19.5	Sulphomag	150	9.38

Aplicación 2	17.55	17.55	17.55			15-15-15	117	7.31
	69.92					Urea	152	9.5
			163.5			Muriato de potasio	272.5	17.03
Aplicación 3	69.92					Urea	152	9.5
			163.5			Muriato de potasio	272.5	17.03
Total, cultivó	209.89	70.05	430.05	25.5	19.5			
T2	**N**	**P**	**K**	**Mg**	**S**			
Aplicación 1	63	161		25.5	19.5	18-46-00	350	21.88
			33			Sulphomag	150	9.38
Aplicación 2	74		198.6			Muriato de potasio	331	20.69
						Urea	160	10.00
Aplicación 3	73.6		198.6			Muriato de potasio	331	20.69
						Urea	160	10.00
Total, cultivó	210.2	161.00	430.2	25.5	19.5			
T3	**N**	**P**	**K**	**Mg**	**S**			
Aplicación 1	28	70	70			8-20-20	350	21.88
			33	25.5	19.5	Sulphomag	150	9.38
Aplicación 2	91.08					Urea	198	12.38
			163.5			Muriato de potasio	272.5	17.03
Aplicación 3	91.08					Urea	198	12.38
			163.5			Muriato de potasio	272.5	17.03
Total, cultivó	210.16	70	430	25.5	19.5			
T4 Testigo	**N**	**P**	**K**	**Mg**	**S**			
Aplicación 1	35	105	35			10-30-10	350	23.87
Aplicación 2	35	105	35					23.87
Aplicación 3	35	105	35					23.87
Total, cultivó	105	315	105					

Aporque

Se realizo el primer aporque a los 60 días cuando la planta alcanzo los 24 cm, el segundo aporque se realizó a los 90 días cuando las plantas alcanzaron los 40 cm de forma manual con la ayuda de un azadón juntando la tierra en cada planta, además en este proceso se realizó la fertilización complementaria.

Cosecha

La cosecha se realizó una vez que la planta alcanzó su madurez, lo cual se evidenció mediante el cambio de color amarillento en el follaje, indicadores de que habían llegado a su madurez fisiológica. Este proceso ocurrió aproximadamente a los 180 días después de la siembra. La recolección se efectuó de forma manual, utilizando azadones para extraer los tubérculos y costales para su almacenamiento y transporte.

Post cosecha

Una vez que la cosecha culminó, se realizó la clasificación de los tubérculos en cinco categorías: primera, segunda, tercera, cuarta y cuchi. Esta clasificación se efectuó de acuerdo con el tamaño de los tubérculos, separándolos cuidadosamente para garantizar una adecuada evaluación de su distribución y calidad.

3.2.6. Métodos de evaluación (variable respuesta)

Días a la emergencia (DE)

Se evaluó mediante observación directa, desde el momento de la siembra hasta cuando más del 50% estuvo emergido y los brotes tuvieron de dos o más hojas verdaderas, el cual se cuantificaron el número de plantas emergidas.

Días de floración (DF)

Se evaluó mediante una observación directa contando los días transcurridos desde la siembra hasta cuando más del 50% de las plantas estuvieron en floración y sus resultados fueron expresados en porcentajes.

Altura de la planta (AP)

Se midió en 10 plantas al azar con la ayuda de un flexómetro, para lo cual se midió desde el nivel del suelo hasta el ápice terminal de la planta, cuando la planta alcanzo su altura máxima al momento de la floración y sus datos fueron expresados en m.

Días a la cosecha (DC)

Fueron registrados contando los días desde la siembra hasta cuando la planta alcanzo su madurez comercial y estuvo lista para realizar la cosecha.

Número de tubérculos por planta (NTP)

Se determino en 10 plantas al azar dentro de cada unidad experimental al momento de la cosecha, contando el número total de tubérculos de cada planta y su valor correspondieron al promedio.

Peso de tubérculos por planta (PTP)

Se determino en 10 plantas al azar, lo cual se pesó el total de los tubérculos de cada planta con la ayuda de una balanza y el valor fueron expresados en kg.

Peso de campo por parcela y categoría (PCP)

Una vez cosechada cada una de las parcelas, se realizó el peso del total de los tubérculos obtenidos de cada parcela y se expresaron en kg/parcela; donde se realizó la clasificación de los tubérculos por categorías de tamaños (primera, segunda, tercera y cuarta, siendo ésta última los tubérculos más pequeños).

Rendimiento por hectárea (R)

Se calculó mediante la aplicación de una ecuación matemática, que relaciona el peso de cada parcela para así obtener el rendimiento en kg/ha.

$$\mathrm{R} = \mathrm{PCP\ X}\ (\frac{10000}{\mathrm{ANC}})$$

R: Rendimiento

PCP: Peso de campo por parcela

ANC: Área neta cosechada

Porcentaje de papa comercial %PC

Una vez cosechada cada parcela experimental, se procedió al pesaje total de los tubérculos obtenidos, expresados en kg/parcela. Posteriormente, los tubérculos fueron clasificados según las categorías comerciales establecidas (primera, segunda, tercera, cuarta y quinta). Para el cálculo del porcentaje de papa comercial, se consideraron únicamente los tubérculos pertenecientes a las categorías primera ya que cumplen con los requisitos de tamaño y calidad comercial.

Fórmula utilizada:

$$\%PC = \left(\frac{\text{Peso de papa comercial (kg)}}{\text{Peso total de tubérculos (kg)}}\right) \times 100$$

Papa comercial: Tubérculos de categoría primera + segunda

Peso total: Suma de todos los tubérculos clasificado

Sacos por hectárea Sacos/ha

Luego de obtener el peso total de tubérculos por parcela, este valor fue transformado a rendimiento por hectárea. Para ello se utilizó el área efectiva de cada unidad experimental, convirtiendo los kilogramos cosechados a la base estándar de 10 000 m² por hectárea.

Fórmula utilizada:

$$\text{Sacos/ha} = \frac{\text{Peso total por parcela (kg)}}{42} \times \frac{10\,000\ \text{m}^2}{\text{Área de la parcela (m}^2\text{)}}$$

Donde:

- 42 kg = 1 saco
- El factor $\frac{10\,000}{\text{Área parcela}^2}$permite convertir a hectárea

Ingreso Bruto IB

El ingreso bruto se determinó considerando el peso de papa comercial (categorías primera y segunda) obtenido en cada parcela, el cual posteriormente fue proyectado

a hectárea y valorizado según el precio de mercado por sacos vigente al momento de la cosecha.

Fórmula utilizada:

$$\text{IB} = \left(\frac{\text{Peso de papa comercial (kg)}}{42}\right) \times \text{Precio por sacos (S/. q}^{-1}\text{)}$$

Donde:

- Peso comercial corresponde únicamente a tubérculos aptos para venta.
- Se utiliza nuevamente la equivalencia de 42 kg = saco.

Relación beneficio/costo (B/C)

Se realizó el análisis económico de cada tratamiento mediante el beneficio costo, para lo cual se determinó los costos de producción del cultivo de papa y su rentabilidad.

3.2.7. Análisis de datos

Se realizó un análisis de varianza para comparar las medidas de cada tratamiento, se aplicó la prueba de tukey al 5% de significancia. Estas pruebas estadísticas se realizaron utilizando Statistix. Además, se aplicó la prueba de relación beneficio costo tomando en cuenta los costos de producción del cultivo de papa.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1 Interpretación de resultados

4.1.1 Variables agronómicas y productivas

Tabla 1

Resultados del análisis estadístico en los componentes evaluados. Días a la emergencia (DE), días a la floración (DF) y altura de planta (AP).

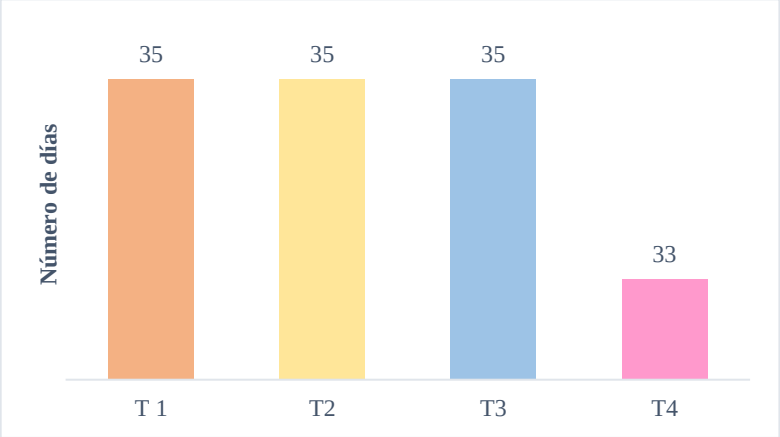
VARIABLES AGRONÓMICAS						
T	**DE** (NS)	**R**	**DF** (NS)	**R**	**AP** (NS)	**R**
1	35	A	120	A	79.83	A
2	35	A	123	A	78.13	A
3	35	A	121	A	85.26	A
4	33	A	141	A	75.00	A
CV:	4.83		12.82		9.42	

Nota: no significativo (NS), letras diferentes expresan rangos de Tukey al 5%.

Según la tabla 1, se puede observar que no existieron diferencias significativas estadísticamente al 1 y 5 % las variables agronómicas evaluadas, que tienen relación con las etapas fisiológicas de emergencia, floración, así como en una de las características agronómicas relacionada al desarrollo vegetativo, que es la altura de la planta.

Figura 1

Promedio para días a la emergencia



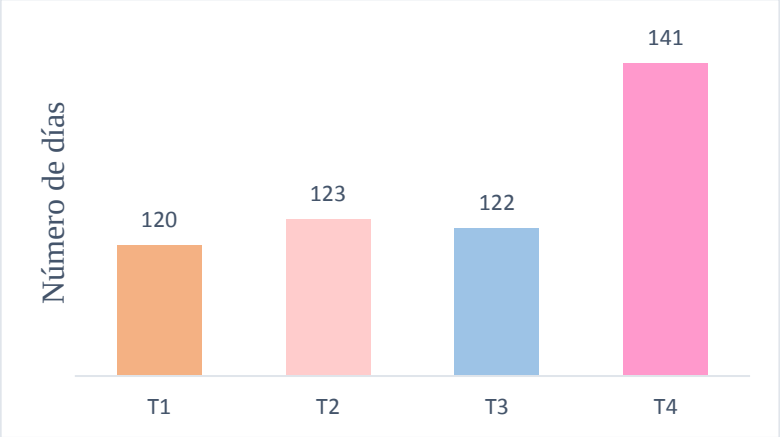
De acuerdo con los resultados y el análisis estadístico mediante la prueba de Tukey al 5 %, los días a la emergencia del cultivo de papa variedad Súper Chola no mostraron diferencias significativas entre las distintas formulaciones químicas. No obstante, el T4 (10-30-10) presentó la emergencia más temprana a los 33 días, mientras que los demás como T1(15-15-15), T2(18-46-00), T3(08-20-20) con sulphomag, urea, muriato de potasio) lo hicieron a los 35 días, registrándose un coeficiente de variación de 4.83.

La emergencia más rápida bajo la aplicación de 10-30-10, puede suceder debido a que esta fórmula estimula un fuerte desarrollo de raíces y brotes, asegurando un enraizamiento vigoroso y un crecimiento inicial fuerte, ayudando a la planta a establecerse, a soportar estrés y a acumular energía para fases posteriores, corrigiendo deficiencias de nutrientes y preparando para la floración y tubérculos, especialmente en suelos pobres en fósforo (La Carolina, 2020).

Sin embargo, al ser la diferencia numérica mínima, se puede inferir que la calidad de la semilla fue la adecuada, con un buen potencial de brotación y probablemente estas diferencias pueden haber sucedido por la heterogeneidad en el tapado del tubérculo-semilla al momento de la siembra.

Figura 2

Promedio para días a la floración



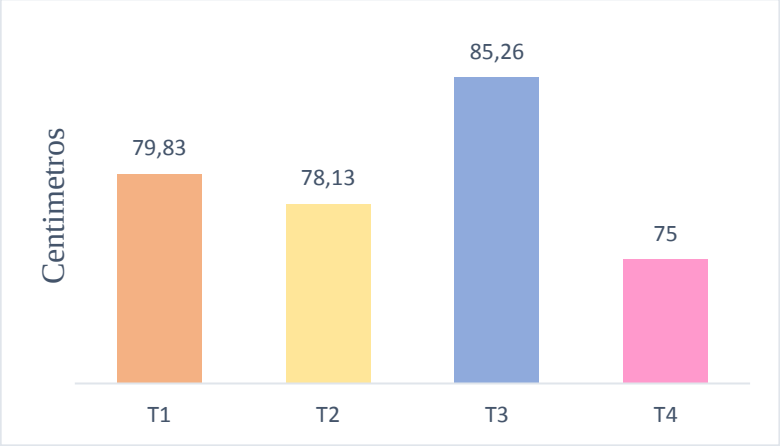
De acuerdo con los resultados obtenidos y el análisis estadístico mediante la prueba de Tukey al 5 %, los días a la floración del cultivo de papa variedad Súper Chola no mostraron diferencias significativas entre las distintas formulaciones químicas evaluadas. Sin embargo, se observó que el T1 (15-15-15 con sulphomag, urea, muriato de potasio) presentó la floración más temprana con 120 días, mientras que el T4 (10-30-10) registró la floración más tardía con 141 días, obteniéndose un coeficiente de variación de 12.82.

La floración más temprana en el T1 se debe a que su combinación de nutrientes aporta un balance más completo de N, P, K, lo que favorece un crecimiento vegetativo inicial más vigoroso y un desarrollo fisiológico más uniforme. Este equilibrio nutricional permite que la planta alcance antes el estado fenológico requerido para inducir la floración, a diferencia de formulaciones más desbalanceadas como el 10-30-10, que podrían haber priorizado el desarrollo de otra etapa específica.

El 15-15-15 aporta de forma equilibrada nitrógeno, fósforo y potasio, nutrientes esenciales para el desarrollo integral de la planta; el fósforo favorece el desarrollo radicular y estimula procesos metabólicos ligados a floración, mientras que el potasio contribuye al vigor general y al equilibrio fisiológico, lo que puede acelerar la transición a la fase reproductiva y adelantar la floración (Tierragro, 2023).

Figura 3

Promedio para altura de la planta



De acuerdo con los resultados obtenidos y el análisis estadístico mediante la prueba de Tukey al 5 %, la variable altura de planta en el cultivo de papa variedad Súper Chola no presentó diferencias significativas entre las distintas formulaciones químicas edáficas evaluadas. Aunque estadísticamente los tratamientos se ubicaron en un mismo grupo, se observó una ligera tendencia a mayor crecimiento en el T3 (08-20-20 con sulphomag, urea, muriato de potasio) el cual registró la mayor altura promedio con 85.26 cm. En contraste, el T4 (10-30-10) obtuvo la menor altura promedio con 75 cm**.** El coeficiente de variación fue de 9.42, lo que indica una variabilidad aceptable y confiable en los datos experimentales.

El T3 presentó una mayor altura porque suministró una combinación más completa de nutrientes, especialmente nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y azufre, que favorecieron el crecimiento vegetativo. La presencia de urea incrementó la disponibilidad de nitrógeno, estimulando la elongación de tallos y una mayor formación de biomasa. Además, el aporte de sulphomag mejoró la fotosíntesis, permitiendo un desarrollo más vigoroso de la planta.

El nitrógeno promueve la formación de tejido vegetativo y la elongación de tallos, mientras que el fósforo fortalece el desarrollo radicular y el potasio mejora la translocación de fotoasimilados. Esta combinación nutricional permite un crecimiento más vigoroso y plantas con mayor altura respecto a otras formulaciones menos equilibradas. (COMPO Expert, 2020).

Tabla 2

Resultados del análisis estadístico en los componentes evaluados. Días a la cosecha (DC), numero de tubérculos de planta (NTP), peso de tubérculos por planta (PTP), peso de campo por parcela y categoría (PCP) rendimiento (R), porcentaje papa comercial (PPC), sacos por hectárea (SACOS/HA), ingreso bruto (IB).

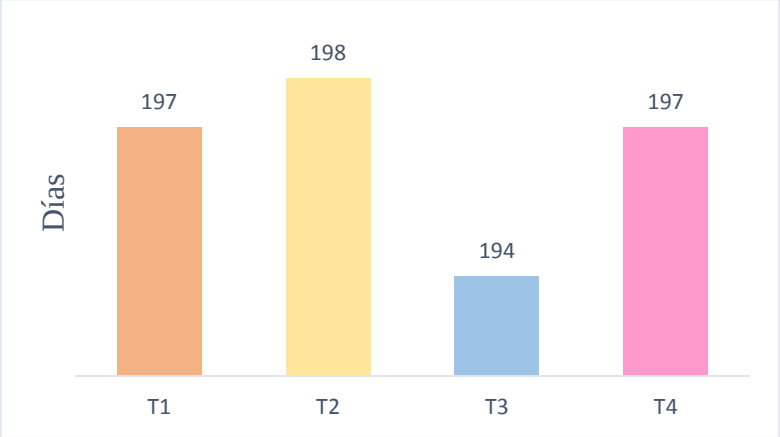
VARIABLES PRODUCTIVAS					
T	**1**	**2**	**3**	**4**	**CV:**
DC (NS)	197	198	194	197	1.5
R	A	A	A	A	
NTP (NS)	45	42	47	55	10.7
R	A	A	A	A	
PTP (NS)	3.46	3.74	3.14	3.27	7.143
R	A	A	A	A	
PCP (*)	302.07	283.73	253.85	236.43	8.36
R	A	AB	AB	A	
REN (*)	53701	50441	45131	42033	8.36
R	A	AB	AB	A	
PPC (NS)	42.42	38.69	29.59	39.97	20.25
R	A	A	A	A	
Sacos/ha (*)	1260	1186	1064	990	8.31
R	A	AB	AB	A	
IB (NS)	15818	14817	12015	12293	11.96
R	A	A	A	A	

Nota: no significativo (ns), significativo (*), letras diferentes expresan rangos de Tukey al 5%.

Según la tabla 2 se evidencian diferencias significativas en la variable peso de campo por parcela y categoría, rendimiento y sacos por hectárea mientras que las demás variables no mostraron significancia estadística al 1 y al 5%.

Figura 4

Promedio para días a la cosecha



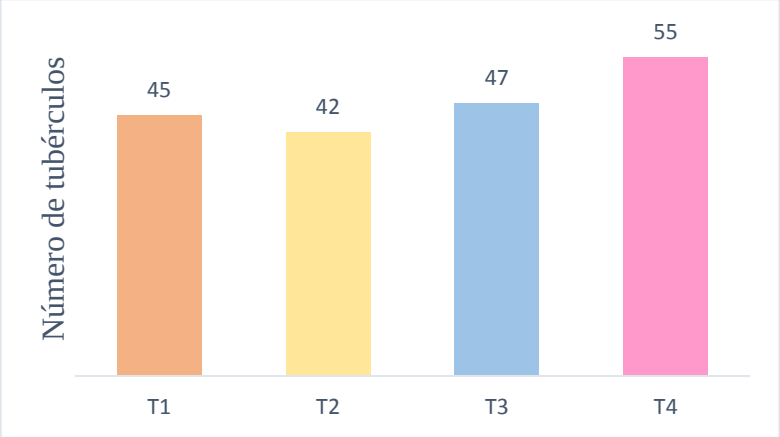
De acuerdo a los resultados obtenidos y el análisis estadístico de la prueba de tukey al 5 %, la respuesta para días a la cosecha del cultivo de papa variedad Súper Chola frente a las diferentes formulaciones químicas edáficas no presento diferencias significativas observando el promedio más rápido a la cosecha fue el T3 (08-20-20 con sulphomag, urea, muriato de potasio) con 194 días, mientras que el promedio más tardío correspondió al T2 (18-46-00 con sulphomag, urea, muriato de potasio) con 198 días, y un coeficiente de variación de 1.5.

El menor ciclo vegetativo observado en el T3 se debe a una fertilización con menor nitrógeno y mayor potasio, complementada con magnesio y azufre, lo cual favoreció una madurez fisiológica más rápida, mientras que formulaciones con alto N o P tienden a prolongar el ciclo vegetativo del cultivo.

La aplicación de la formulación (8-20-20 con sulphomag, urea, muriato de potasio) permite que la papa variedad Súper Chola alcance su madurez fisiológica en menor tiempo, debido a un mejor balance nutricional, especialmente por su contenido moderado de nitrógeno y mayor proporción de potasio. Este equilibrio favorece una rápida transición de la fase vegetativa a la tuberización, evitando el crecimiento foliar excesivo. Además, el potasio estimula la movilización de carbohidratos hacia los tubérculos, acelerando su llenado, mientras que el magnesio y azufre aportados por el sulphomag mejoran la eficiencia fotosintética y metabólica, contribuyendo a una maduración más temprana y uniforme del cultivo (Olivas et al., 2020).

Figura 5

Promedio para número de tubérculos por planta



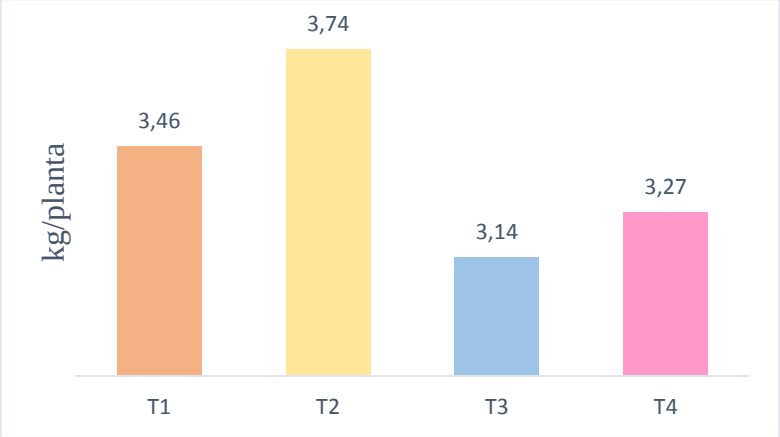
De acuerdo con los resultados obtenidos y el análisis estadístico mediante la prueba de Tukey al 5 %, la variable número de tubérculos por planta en el cultivo de papa variedad Súper Chola no presentó diferencias significativas entre los distintos tratamientos evaluados. No obstante, se observó que el mayor número de tubérculos por planta se registró en el T4 (10-30-10) con un promedio de 55 tubérculos, mientras que el menor promedio correspondió al T2 (18-46-00 con sulphomag, urea, muriato de potasio) con 42 tubérculos por planta. El coeficiente de variación de 10.7 % indica una moderada variabilidad entre las repeticiones, reflejando consistencia en los datos experimentales.

La mayor cantidad de tubérculos por planta observada en el T4 (10-30-10) se puede atribuir a la proporción equilibrada de nutrientes esenciales que esta formulación proporciona. El fósforo (P) favorece el desarrollo radicular, aumentando la capacidad de absorción de agua y nutrientes, mientras que el potasio (K) regula la translocación de carbohidratos hacia los tubérculos, promoviendo su llenado y multiplicación.

Los fertilizantes con relación equilibrada N-P-K mantienen un crecimiento general estable, pero la producción de tubérculos suele incrementarse cuando existen mayores proporciones de potasio en relación con el nitrógeno. (Ortiz & Patiño, 2023).

Figura 6

Promedio para peso de tubérculo por planta



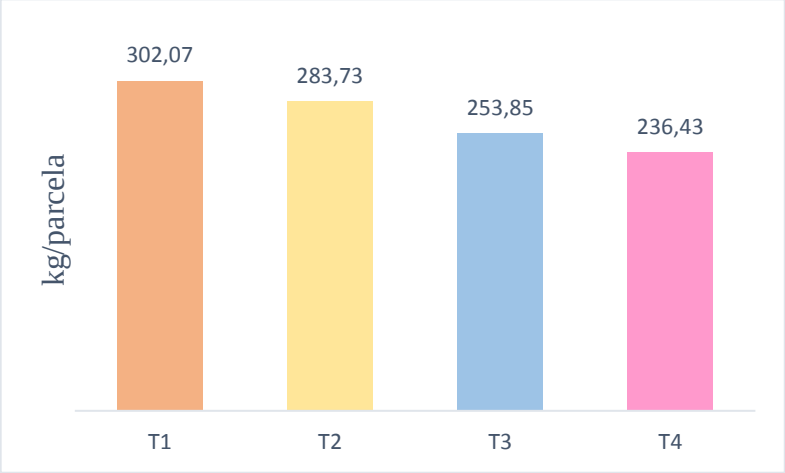
De acuerdo a los resultados obtenidos y el análisis estadístico de la prueba de tukey al 5 %, la respuesta de peso de tubérculos por planta del cultivo de papa variedad Súper Chola frente a las diferentes formulaciones químicas edáficas no presento diferencias significativas observando el promedio mayor de peso por planta en T2 (18-46-00 con sulphomag, urea, muriato de potasio) con 3.74 kg, mientras que el menor promedio correspondió al T3(08-20-20 con sulphomag, urea, muriato de potasio) con 3.14 kg, y un coeficiente de variación de 7.14

La combinación del fertilizante18-46-00 con sulphomag, urea, muriato de potasio aporta nutrientes esenciales en cantidades balanceadas para el cultivo de papa, lo que favorece la formación de tubérculos de mayor peso. El fósforo (P) presente en el 18-46-00 promueve un adecuado desarrollo radicular y una mayor cantidad de estolones, lo que se traduce en un incremento del número y tamaño de tubérculos.

Esto indica que no solo la cantidad, sino la combinación adecuada de nutrientes (N, P, K, posiblemente Mg o Ca) puede mejorar la productividad, lo que respalda la idea de usar sulphomag (que aporta Mg y K), muriato de potasio, N (urea) y P (18-46-00) para cubrir necesidades múltiples (Chemeda et al., 2022).

Figura 7

Promedio para peso de campo por parcela y categoría

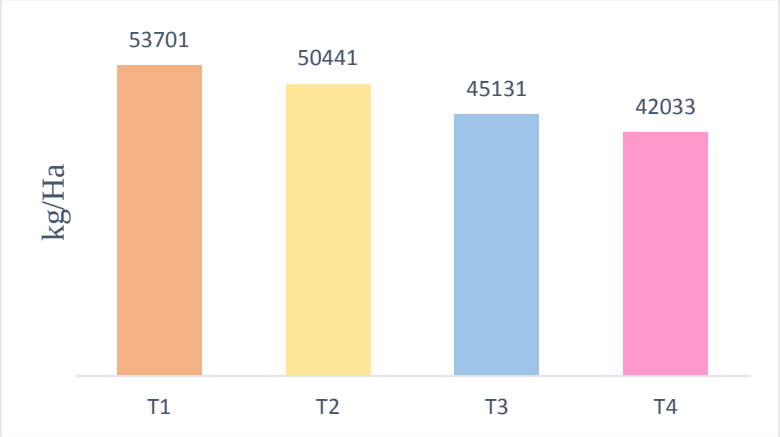


De acuerdo a los resultados obtenidos y el análisis estadístico de la prueba de Tukey al 5% en el parámetro peso de campo por parcela, demuestra que existió una interacción significativa entre los tratamientos en estudio, determinando un mayor promedio en T1 (15-15-15 con sulphomag, urea, muriato de potasio) con 302.07 kg/parcela y con el menor promedio en el presente parámetro de evaluación se obtuvo en T4 con un peso de 236.43 kg /parcela. En la presente variable en estudio se puede evidenciar que la aplicación de dosis optimas de 15-15-15 con sulphomag, urea, muriato de potasio dentro del proceso del manejo del cultivo, contribuye a una mejor formación y mayor peso de los tubérculos tanto por plantas y parcela.

Señalan que el potasio participa activamente en el transporte interno de nutrientes influyendo en el tamaño y la calidad del tubérculo, es determinante para sostener el crecimiento subterráneo en cultivos como la papa y la fertilización complementaria mejora la absorción y eficiencia de los macronutrientes. El peso de parcela es un componente directo del rendimiento, en donde se asocian factores importantes de la calidad del tubérculo que va desde su llenado fisiológico, sanidad, número de tubérculos por cada planta, tamaño y densidad de los mismos elevando significativamente la producción (Arteaga et al. 2022).

Figura 8

Promedio para rendimiento por hectárea



Según los resultados obtenidos y los análisis estadísticos de la prueba de Tukey al 5%, se establecen dos categorías de respuestas para los tratamientos en estudio en la variable rendimiento por hectárea, observando un promedio más sobresaliente en T1 (15-15-15 con sulphomag, urea, muriato de potasio) con un promedio de 53701 kg/ha mientras que la dosis que presento el menor promedio de rendimiento fue el T4 con 42033 kg/ha, no obstante, es importante destacar que todos los tratamientos superaron el rendimiento potencial de la variedad Súper chola, estimado en 30 t/ha, evidenciando una respuesta positiva a las fertilizaciones edáficas aplicadas. Así mismo, al compararse con el rendimiento promedio nacional de 14.3 t/ha, se registraron incrementos significativos, siendo el T1 el más destacado con un aumento del 375.53 %, seguido de T2 (352.73 %), T3 (315.60 %) y T4 (293.94 %), lo que demuestra la alta eficiencia productiva de los tratamientos evaluados.

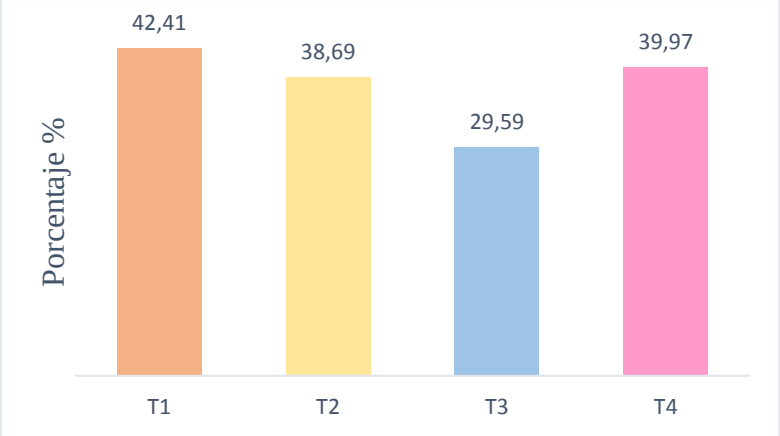
El presente parámetro de evaluación se vio determinado principalmente por las características genéticas de la variedad, y las condiciones medioambientales, las labores culturales y fitosanitarios durante el desarrollo del cultivo. Sin embargo, se evidencia además una relación directa con el manejo de la nutrición mineral. En este sentido, los resultados obtenidos demuestran que T1 (15-15-15 con sulphomag, urea, muriato de potasio) con la dosis aplicada permitió expresar de mejor manera el potencial productivo del cultivo lo que influye directamente un incremento importante en el rendimiento. Además, cabe indicar que a través del análisis del

suelo se determinaron en general altos niveles de macro y micro nutrientes en la zona de estudio.

El rendimiento del tubérculo de papa depende de la variedad y de factores relacionados al manejo agronómico controlado por el hombre (calidad de la semilla, fertilización, riego y momento de cosecha) y la eficiencia en la absorción y uso de los nutrientes, ya que estos factores determinan la capacidad fotosintética de la planta, la formación de tubérculos y la acumulación final de materia seca (Bañez & Salinas, 2020).

Figura 9

Promedio para porcentaje de papa comercial



Según los resultados obtenidos y el análisis estadístico de la prueba de Tukey al 5% demuestra que no existen rangos diferentes entre los tratamientos en estudio sin embargo es importante mencionar la respuesta numérica, ya que los valores son altos, presentando un mayor promedio en T1 con el 42.41% que corresponde a la aplicación de diferentes dosis de fertilizante mineral N-P-K (15-15-15 con sulphomag, urea, muriato de potasio) mientras que el valor más bajo corresponde a T3 (8-20-20 con sulphomag, urea, muriato de potasio) con el 29.59% de papa comercial.

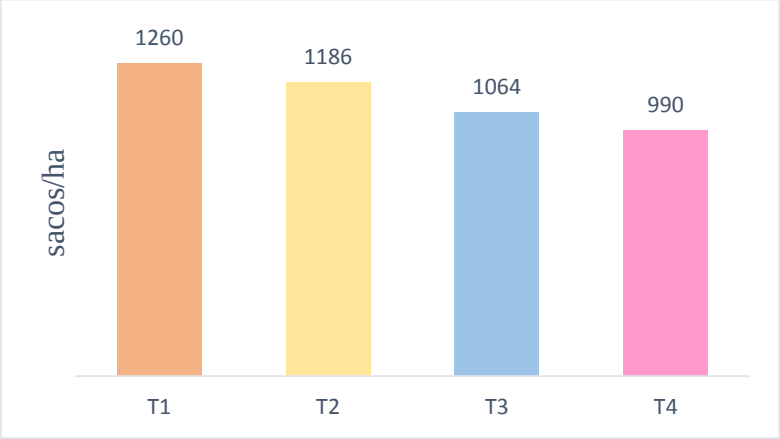
El mayor porcentaje se obtuvo en T1 lo que indica que este manejo favoreció la producción de tubérculos con características comerciales (tamaño y calidad adecuados). considerándose aptos para la venta, según estándares establecidos, esta variación evidencia que la calidad comercial de los tubérculos está estrechamente

relacionada con la disponibilidad equilibrada de nutrientes durante el ciclo del cultivo, además la eficiencia del manejo agronómico y una buena fertilización tiende a aumentar los tubérculos en categorías superiores obteniendo así una rentabilidad considerable en el cultivo.

El fertilizante 15-15-15 complementado con sulphomag, urea y muriato de potasio aporta una nutrición balanceada que favorece un crecimiento vegetativo adecuado y una correcta formación de tubérculos. El nitrógeno estimula el desarrollo foliar, el fósforo fortaleció el sistema radicular y el potasio mejoró el llenado y tamaño del tubérculo. Además, el magnesio y el azufre optimizan la fotosíntesis, permitiendo obtener un mayor porcentaje de papa comercial (Villareal, 2022).

Figura 10

Promedio para sacos por hectárea



Mediante el análisis estadístico de la prueba de Tukey al 5%, se establecen dos categorías de respuestas para los tratamientos en estudio, observando un promedio más sobresaliente en T1 (15-15-15 con sulphomag, urea, muriato de potasio) con 1260 sacos/ha**,** demostrando un mejor comportamiento productivo. Mientras que el menor promedio se presentó en T4 (10-30-10) testigo con 990 sacos/ha, lo que indica un rendimiento inferior respecto al mejor tratamiento, determinando que el manejo de la fertilización influye de manera directa en la productividad del cultivo.

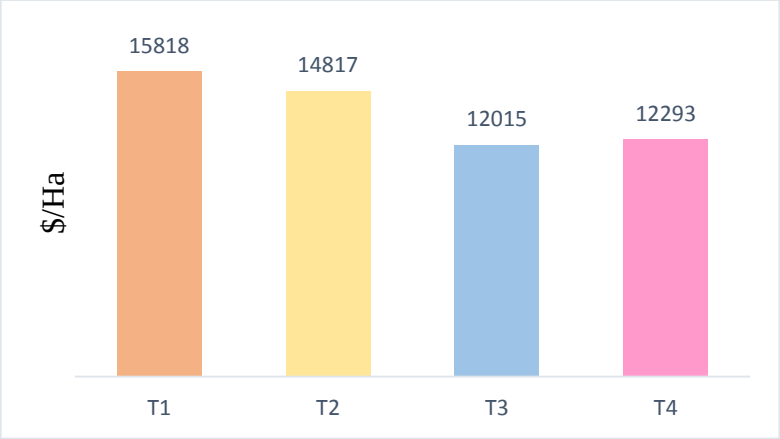
El presente parámetro en estudio se debe a que el tratamiento contó con una fertilización completa y balanceada, aportando macronutrientes esenciales y una fertilización adicional que favoreció el crecimiento de la planta, la formación y el

llenado de los tubérculos durante todo el ciclo del cultivo, también un buen manejo agronómico y fitosanitario lo que ayudo a obtener rendimientos altos en el cultivo como nos demuestra el T1 en comparación al T3.

El promedio de rendimiento en sacos por hectárea del cultivo de papa está directamente relacionado con una nutrición mineral completa y balanceada**,** ya que el suministro adecuado de nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio favorece el crecimiento vegetativo, el desarrollo radicular y, especialmente, la formación, llenado y calidad de los tubérculos**.** Además, una fertilización eficiente incrementa la actividad fotosintética, A esto se suma que un buen manejo agronómico y fitosanitario reduce el estrés en el cultivo, permite una mayor eficiencia en el uso de nutrientes y se traduce en un aumento significativo de la productividad por unidad de superficie (Chicaiza, 2023).

Figura 11

Ingreso bruto



Según el análisis estadístico de la prueba Tukey al 5% demuestra una respuesta igual en los rangos entre los tratamientos en estudio demostrándonos que en T1 se presentó el mayor ingreso bruto por ha, con un valor de 15818 $/ha, diferenciándose estadísticamente de los demás tratamientos, mientras que el menor ingreso bruto se registró en el T3**,** con 12015 $/ha, evidenciando el comportamiento económico más bajo dentro de los tratamientos evaluados.

El mayor ingreso obtenido en T1 se debe a que la aplicación del fertilizante 15-15- con sulphomag, urea, muriato de potasio proporcionó una nutrición mineral

completa y balanceada favoreciendo el crecimiento vegetativo, la eficiencia fotosintética y el adecuado llenado de los tubérculos, lo que permitió una mayor producción comercial y un mayor ingreso económico. Por el contrario, el menor ingreso en el T3 se asocia a que, el fertilizante base 8-20-20 presenta un alto contenido de potasio, su menor aporte de nitrógeno limita el desarrollo vegetativo lo que finalmente se refleja en una menor producción y menor rentabilidad.

Un mayor ingreso bruto se asocia con una mejor respuesta fisiológica de la planta, una producción comercial más elevada y una mayor estabilidad económica del productor, convirtiéndose en una herramienta clave para la toma de decisiones en la gestión agrícola (Loachamín & Chancusig, 2023).

4.1.2 Análisis económico de la relación beneficio/costo (B/C)

En este ensayo, se realizó un análisis económico, donde se utilizó el cálculo de la utilidad neta, que es el beneficio económico efectivo, esta se determina a partir de los ingresos generados para la obtención de uno o varios productos agrícolas, Se calculó la venta del tubérculo papa; de igual manera, se contabilizó todos los gastos, en este caso fue: la compra de semilla, análisis de suelo, preparación del lote, mano de obra, compra de insumos químicos, fertilizantes y el costo de cosecha. Los costos de producción en esta investigación se expresaron en dólares por hectárea. Torres & Callegari (2025).

Para realizar el análisis económico de la relación B/C se seleccionó el tratamiento estadístico con el promedio más elevado del rendimiento del cultivo de papa en kg/ha mismo que fue el T1 con (53701 kg/ha) de acuerdo con los precios oficiales de la papa en los mercados locales y regionales, se determinó un precio promedio de primera a $ 17, segunda a $ 3, terceras a $ 8, cuarta a 5 y quinta a $ 2.50 para el año 2025. El análisis económico de la relación B/C se realizó en función del ingreso bruto e ingreso neto de la producción de una hectárea de papa.

Tabla 3

Relación del análisis beneficio/costo

RELACIÓN BENEFICIO/COSTO				
TRATAMIENTOS				
	T1	**T2**	**T3**	**T4**
Rendimiento qq	1260.00	1186.00	1064.00	990.00
Ingreso bruto	15817.56	14816.6	12014.5	12292.71
Costo total	7402.64	7524.02	7252.09	7825.12
Ingreso neto	8414.92	7292.58	4762.41	4467.59
B/C	1.14	0.97	0.66	0.57

La relación costo beneficio muestra la pérdida o ganancia por cada unidad invertida. Si la relación es mayor que uno se considera que existe un apropiado beneficio si es igual a uno los beneficios son iguales a los costos y la actividad no es rentable, valores menores que uno indican perdida y la actividad no es rentable.

Según los datos obtenidos para el análisis de la relación B/C los tratamientos agrícolas revela diferencias significativas en el rendimiento, ingresos y rentabilidad, siendo el T1 el más elevado con un rendimiento de 1260 sacos/ha con un ingreso neto de $ 8414.92 y una relación B/C de 1.14 lo que significa que el productor por cada dólar invertido tiene ganancia neta de $1.14, indicando que genera más ingresos que costos. El T2 y T3 también son viables, aunque con una menor rentabilidad (B/C de 0.97 y 0.66) lo que sugiere que siguen siendo opciones aceptables, pero con menores márgenes de ganancia. En cambio, el T4 es económicamente sostenibles en márgenes bajos ya que presenta relaciones de (B/C de 0.57) es decir que nos indica rendimientos bajos comparados con los otros tratamientos, Además el T4 tiene el menor desempeño en todos los aspectos por ser el tratamiento testigo con un rendimiento de 990 sacos/ha siendo el menos favorable económicamente.

4.2 Comprobación de hipótesis

De acuerdo a los resultados estadísticos obtenidos en la presente investigación se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, debido a que la eficiencia

agroproductiva del cultivo de papa depende de la formulación química edáfica empleada.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

La caracterización del desarrollo agronómico del cultivo de papa variedad Súper Chola permitió identificar que sus componentes actuaron de manera similar bajo las diferentes formulaciones químicas edáficas evaluadas. Se evidenció que la adecuada disponibilidad de nutrientes, especialmente nitrógeno, fósforo y potasio, incidió positivamente en el crecimiento vegetativo y en la uniformidad del cultivo.

En términos productivos, las formulaciones químicas mostraron variaciones significativas en el rendimiento total y comercial. La formulación con mejor balance nutricional como fue el 15-15-15 presentó el mayor número de tubérculos de calidad comercial y un peso promedio superior, lo que demuestra que el manejo nutricional edáfico influye directamente en la eficiencia fisiológica y en la productividad del cultivo. Esto confirma que la respuesta productiva de la variedad Súper Chola depende no solo de la dosis de fertilizantes, sino también de la proporción de nutrientes disponibles en el suelo.

El análisis económico evidenció que, si bien algunas formulaciones implicaron mayores costos de producción, no todas generaron una rentabilidad proporcional. La formulación 15-15-15, que combinó un rendimiento alto con un costo moderado presentó la mejor relación beneficio/ costo, consolidándose como la opción más eficiente desde el punto de vista agroproductivo y económico. Esto resalta la importancia de considerar la sostenibilidad financiera junto con la productividad agronómica al definir estrategias de fertilización en el cultivo de papa.

.

5.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda emplear la formulación edáfica, 467 kg/ha de 15-15-15, 150 kg/ha de sulphomag, 304 kg/ha de Urea, 545 kg/ha de muriato de potasio, que presentó el mejor equilibrio entre rendimiento y rentabilidad, priorizando la adecuada proporción de nitrógeno, fósforo y potasio, complementada con micronutrientes esenciales. Esto permitirá mantener un desarrollo vegetativo vigoroso y una alta producción de tubérculos de calidad comercial.

Antes de la siembra, es importante realizar análisis periódicos de suelo para ajustar las dosis de fertilización según la disponibilidad real de nutrientes. Este seguimiento técnico garantizará un uso más eficiente de los insumos y evitará deficiencias o excesos que afecten el rendimiento y la sostenibilidad del sistema productivo.

Se sugiere considerar no solo la productividad, sino también los costos de los insumos al seleccionar la formulación a utilizar. La relación beneficio/costo debe guiar la toma de decisiones, priorizando aquellas alternativas que garanticen una mayor rentabilidad para el productor sin comprometer la calidad del producto, como también fortalecer la capacitación en temas de manejo nutricional, técnicas de fertilización y uso racional de productos químicos edáficos, promoviendo la adopción de prácticas agrícolas sostenibles y económicamente viables.

Es conveniente continuar con estudios que evalúen el efecto de estas formulaciones en diferentes condiciones agroecológicas, así como su interacción con otros factores de manejo como la densidad de siembra, riego, control fitosanitario.

BIBLIOGRAFÍA

ADAMA. (2021). Elementos clave en la nutrición del cultivo de papa. obtenido de https://www.adama.com/peru/es/actualidad-adama/tips/elementos-clave-en-la-nutrición-del-cultivo-de-papa

Agroinsumos. (2020). Diproagro, Fertilizante granulado, Ficha técnica del fertili zante químico 15-15-15. obtenido de https://diproagro.com/wp-content/uploads/2021/06/ficha-tecnica-triple-15.pdf

Arteaga, G., Ortiz, R., & Cartagena, Y. (2022). Dinámica de la absorción de nutri mentos en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Súper Chola, para la producción de semilla prebásica. Siembra, 9(22), 1-12. obtenido de http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/siembra/v9n2/2477-8850-siembra-09-020 3481.pdf

Andrade, R., & Bonilla, P. (2020). Plagas, Gusano Blanco de la papa en Ecuador. obtenido de https://www.ecuaquimica.com.ec/wp-content/uploads/2017/09 /info-tecnica-papa.pdf

Araque Ipiales, L. M. (2020). Evaluación del rendimiento y calidad nutricional del cultivo de papa *(Solanum tuberosum),*Var. Supe chola, bajo aplicaciones de biol mejorado, comunidad San Luis de Agualongo, Parroquia San Juan de Ilumán, Cantón Otavalo, [Universidad Técnica del Norte, Tesis de Inge nieria]. Repositorio Institucional, Ibarra. obtenido de https://repositorio.utn. edu .ec/handle/123456789/9864

Bañez, D., & Salinas, N. (2020). *Solanum Tuberosum*. CRC Handbook of Flowe ring, 363-366. obtenido de: https://doi.org/10.1201/9781351072564-47.

Barona, D., Mateus-Rodríguez, J., & Montesdeoca, F. (2025). La planta de papa: ecofisiología y nutrición mineral (pp. 109-132). Agorsavia. obtenido de http s://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/1378/81475-66 406.pdf

Basantes, e. (2021). Manejo de los cultivos andinos del Ecuador. (Universidad de las Fuerzas Armadas). obtenido de https://www.researc hgate.net/profile /emiliobasantes/publication/3859569-manejo-de-cultivos-andinos-del-ecua

dor/links/620adb7c7b05f82592ec7947/manejo-de-cultivos-andinos-del-ecuador.pdf

Borbor Suárez, G. D. (2022). Costos de producción y determinación de precios en organizaciones, [Universidad Estatal Península de Santa Elena, Tesis de Ingenieria]. Repositorio Institucional. obtenido de https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/7161/1/UPSE-TCA-2022-0003.pdf

Cabascango Romero, A. (2024). Plagas y enfermedades del cultivo de la papa. obtenido de http://es.slideshare.net/slideshow/plagas-y-enfermedades-del cultivo-de-la-papa/265372045.

Chemeda, M., Negasa, G., Gerenfes, D., Tadesse, K., & Debebe, A. (25 de Junio de 2022). Composición suplementaria de nitratos en fertilizantes líquidos de Ca y Mg aplicados a papa (*Solanum tuberosum L.*) para aumentar el rendimiento del tubérculo en el distrito de Tiyo de Arsi, Etiopía. Revista Estado unidense de agricultura y silvicultura. doi: 10.11648/j.ajaf.20221001.15

Chicaiza, A. (2023). Caracterización espectral de papa (*solanum tuberosum*) de la Provincia de Chimborazo mediante la técnica demzaacampo. Obtenido de dspace: http://dspace.espoch.edu.ec/.

COMPO Expert. (13 de Octubre de 2020). Programa de fertilización en papa (ficha técnica). Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://compo-expert.com/sites/default/file/2020-10/Progras-Papas.pdf

Cuesta , H. x., Monteros, J. C., Racines, M. R., & Rivadeneira, J. E. (Junio de 2022). *INIAP*. Obtenido de http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5850

Fernando, D. (2023). *Bactericera cockerelli* (vector punta morada papa). Obtenido de https://ecuador.inaturalist.org/posts/73983-bactericera-cockerelli-vector-punta-morada-papa

Gallegos, P., Montenegro, F., Falconí, C., & Velasteguí, R. (2021). El cultivo de papa. Edifarm., 34. Obtenido de https://quickagro.edifarm.com.ec/pdfs/manual-cultivos/ papa2011.pdf

Gaibor Estupiñan, V. A. (2022). Efecto de la aplicación de fertilizantes foliar y edáfico en el cultivo de papa (*solanum tuberosum*), variedad Súper Chola, San pablo de Atenas - Bolívar. [Universidad Agraria del Ecuador, Titulo de Ingeniería]. Repositorio Universitario, Guayaquil-Ecuador. Obtenido de https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/gaibor%20estupi%c3%91an% 20victor%20antonio.pdf

Guaman, T. E. (2022). Evaluación de la fluctuación de *Bactericera cockerelli* y las palomillas en cultivos establecidos de papa *Solanum tuberosum L.* en tres localidades de Penipe. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimbo razo. Obtenido de doi: 10.18004/investig.agrar.2022.diciembre.2402707

Haviland, H. (2025). Plagas, pulgones en el cultivo de papa. Obtenido de https: //ipm-ucanr-edu.translate.goog/?x-tr-sl=en&-x-tr-tl=es&-x-tr-hl=es&-x-tr-pto=rq&-x-tr-hist=true#gsc.tab=0

Herrera Gallo, K. X., & Lozano Mora, G. F. (2022). Respuesta agronómica del cultivo de papa (*solanum tuberosum l.*) variedad chaucha a la aplicación de ácidos húmicos, [Universidad Técnica de Cotopaxi, Tesis de Ingeniería]. Re positorio Institucional. Obtenido de http://repositorio.utc.edu.ec/handle/ 27000/8644

Holdrige. (1979). Sistema de Holdrige. Obtenido de https://www.google.com/ur l?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://cartografiasdelsur. undav.edu.ar/index.php/CdS/article/download/94/83/348&ved=2ahUKEwj 6-ZDr4YKNAxXPVzABHSdTPD0QFnoECCMQAQ&usg=AOvVaw1rW XdA5euTH2LRc40uIdTI

Horeca. (2024). La papa, un pilar gastronómico y de sostenibilidad global. Obtenido de https://www.expohorecaec.com/la-papa-un-pilar-gastronomico-y-de-sos tenibilidad-global.html

Huacanes Rosero, M. E. (2022). Evaluación de alternativas de biofertilización para el cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) variedad Súper Chola, con la em pleo de microorganismos en el Centro Experimental San Francisco, Cantón Huaca, [Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Tesis de Ingeniería].

Repositorio Institucional, Tulcán. Obtenido de http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/1689

Ignacio, J. M. (2020). Nutrición de plantas. de Ficha técnica del ferti lizante químico 18-46-0: Obtenido de https://nutriciondeplantas.com.co/wp-content/uploads/2023/11/Nutriciondeplantas-ficha-tecnica-dap.pdf

INAMHI. (2025). Datos metereológicos Guanujo. Obtenido de https://www.meteoconsult.es/tiempo-ecuador/ciudad-315082/previsiones-tiempoguanujohoy

INIA. (2020). Antecedentes sobre Fertilización del Cultivo de Papa. Obtenido de https://biblioteca.inia.cl/bitstreams/5ec74963-ba23-47fa-9999-9bbd5e8df273/download

INIAP. (2021). Manual del cultivo de papa para pequeños produc tores (3.ª edición*).* Obtenido de http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5672

INIAP. (2022). Manual de producción de tubérculo semilla de papa. Obtenido de http://repositorio.iniap.gob.ec:8080/bitstream/41000/6124/1/3.2ManualProducciónTuberculoSemillaPapa.pdf

Intagri. (2020). Importancia del Azufre (S) en las Plantas. Obtenido de https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/importancia-del-azufre-s-en-las-plantas

La Carolina, A. (17 de Abril de 2024). Ficha técnica 8-20-20 Enriquecido. Obtenido de file:///C:/Users/HP/Downloads/8-20-20%20enriquecido-1.pdf

La Carolina. (23 de Octubre de 2020). Función de los Micronutrinetes en elcultivo de papa. Obtenido de Función de los nutrientes: https://lacolina.com.ec/funcion-de-los-micronutrientes-en-el-cultivo-de-papa-como-lograr-un-buen-rendimiento-de-mis-cosechas-la-colina-Ecuador/

Lala Patiño, T. M. (2022). Evaluación del potencial productivo de seis variedades de papas nativas (*solanum tuberosum* l.) precoces con fertilización química y orgánica química, comunidad de sigsihuayco provincia de cañar, [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Tesis de Ingenieria]. Repositorio Institucional, Riobamba. Obtenido de https://www.google.com/url?sa=t

&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/17418&ved=2ahUKEwilqcrOqcyNAxUlSjABHW-2NCoQFn oECA4QAQ&usg=AOvVaw3T4GADJ4mvtYY--bDx-HMa

Lascano, M. (03 de Junio de 2022). Efecto de la aplicación de potasio en tres variedades de papa (*solanum tuberosum* l.) En la parroquia Juan Benigno Vela y Pilahuin, Provincia de Tungurahua, Ecuador. Repositorio Institucio nal, Universidad Estatal de Bolivar-Ingenieria Agronomica, Latacunga. Obtenido de https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreamse00 20a0b-7a59-43c5-9752-b2509f8127f0/content

Loachanmín Tipán, A. L. (2023). Evaluación de tres dosis cianobacterias en el crecimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Súper Chola en el cantón Mejía Provincia de Pichincha 2023, [Tesis de Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Repositorio Universitario, Latacunga. Obtenido de https://repositorio.utc.edu.ec/items/93c5498f-6a 08-49e5-83 63-29e225b3d2c4

MAG. (2022). Pequeños productores de Bolívar incrementarán producción de papa. Obtenido de https://www.agricultura.gob.ec/pequenos-productores-de-b olivar-incrementaran-produccion-de-papa/

Molinos & Cía. Fertilizantes. (2022). Zinc en la Nutrición del Cultivo de Papa. Obtenido de https://es.linkedin.com/pulse/zinc-en-la-nutrici%C3%B3n-del-cultivo-de-papa-molinos-c%C3%ADa-fertilizantes

Molinos. (5 de Noviembre de 2020). Fertilización del Cultivo de Papa. Obtenido de https://www.molinosycia.com/fertilizacion-del-cultivo-de-papa/

MundoAgro. (5 de Mayo de 2020). En su medida justa: pautas para un mejor riego de papas. Obtenido de https://mundoagro.cl/mejor-riego-de-papas/

Nájera Lumbi, E., & Zúñiga, C. (2025). Caracterización de la incidencia y severidad de trips (*Frankliniella tuberosi*) y gusano blanco (*Premnotrypes vorax*) en el rendimiento de semilla certificada de papa (*Solanum tuberosum)*, [Universidad Estatal de Bolívar, Tesis de Ingenieria]. Repositorio Instituci onal. Obtenido de https://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/8137

Olivas Alvarado, T., Pinedo T., R., Rodríguez Soto, G., & Castro, V. (07 de mayo de 2020). Obtenido de Efecto de fuentes de fertilización nitrogenada y fosforada en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.): https://doi.org/10.15446/rfnam.v73n3.82624

Ortiz Molina, J. E., & Patiño Fernández, C. L. (2023). Evaluación del potencial de rendimiento de accesiones de papas nativas tardías con fertilización química en honorato vásquez,[Universidad de Cuenca, Tesis de Ingeniería]. Reposi torio Institucional, Cuenca. Obtenido de https://www.google.com/url?sa=t &source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://dspace-test.ucuenca.edu. ec/bitstream/123456789/43404/1/Trabajo-de-Titulaci%25C3%25B3n.pdf &ved=2ahUKEwiMsMHBrcyNAxU6RTABHYNsFwAQFnoECBoQAQ &usg=AOvVaw0aUlhOnrm-M-OrZ2-vYrBg

Porras, P. D., & Herrera, C. A. (2020). Modelo productivo de la papa. Obtenido de https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.1234/13751

Racines Jaramillo, M., Amagua Bautista, J., Suango Sánchez, V., & Cuesta Subía, H. (2023). Producción y consumo de papa en Ecuador. Libro de Memorias Del X Congreso Ecuatoriano de La Papa, 10. Obtenido de https://reposit orio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/6125/1/4.2MemoriaX-CEP2023%28ver sióndigital%29.pdf

Saltos Pérez, B. E. (2020). Evaluación del Impacto Ambiental de Cuatro Estrategias de Manejo, para el control del psílido de la papa (*Bactericera cockerelli*), en el cultivo de papa (*Solanun tuberosum)* variedad Súper Chola ubicado en el Cantón Mejía, estación experimental Santa Catalina 2020. [Universidad Técnica de Cotopaxi, Tesis de Ingeniería]. Repositorio institucional, Latacunga. Obtenido de https://repositorio.utc.edu.ec/items/1392aba7-7786 -4bff-942a-45587f94f4c5

Santillán Aucatoma, J. V., & Santillán Santillán, M. V. (2024). Valoración pro ductiva de semilla certificada de papa (*solanum tuberosum*) variedad supér chola, bajo la aplicación de dos dosis de calcio boro, [Universidad Estatal de Bolívar, Tesis de Ingeniería]. Repositorio Universitario, Guaranda.

Sarah, L. (2025). Cómo hacer un análisis costo-beneficio en el cultivo de cultivos. Obtenido de https://www.numberanalytics.com/blog/cost-benefit-analys is-crop-farming

Simba Minta, A. S. (2024). "Evaluación de Biol en la producción de papa (*Solanum tuberusum*) variedad Súper Chola en la asociación de mujeres productoras "Aspromoy" perteneciente ala parroquia toacaso cantón Latacunga Provinc ia Cotopaxi" [Universidad técnica de cotopaxi, Tesis de Ingenieria]. Reposi torio Institucional, Latacunga. Obtenido de http://repositorio.utc.edu.ec/ handle/27000/12132

Tene Saca, E. C. (2024). Caracterización morfológica y evaluación agronómica de tres variedades nativas de papa *(Solanum spp.)* provenientes del cantón Sara guro, provincia de Loja, [Universidad Nacional de Loja, Tesis de Ingeniería] Repositorio Universitario. Obtenido de file:///C:/Users/HP/Downloads/Elsa Carmen-TeneSaca.pdf

Tierragro. (2023). Fertilizante triple quince 15-15-15. Obtenido de https://www.tie rragro.com/products/15-15-15-x-50-kg-nutrimonfertilizantesagrosrsltid=A fmBOoo1p6ZIctaYslDe4owGlMSjwieVRNpREiaywPaOJ4mrObHNrbQr

Trujillo, E., & Perera, S. (2019). Manejo integrado de plagas y enfermedades en cultivo de papas. Obtenido de https: //www.agrocabildo.org/publica/Publica ciones/papa-686-GU%C3%8DA.pdf

Valenzuela Coba, K. G. (2023). Evaluación del efecto de fertilización con dos fuentes de calcio en el rendimiento de la papa *(Solanum tuberosum)*, [Universidad Técnica de Ambato, Tesis de Magister]. Repositorio Institu cional. Obtenido de https://repositorio.uta.edu.ec/bitstreams/bc67a360-0 417-45 d3-8 fad-35688c2a63e4/download

Vásconez , L. (2024). Estas son las tres provincias con mayor producción de papa en Ecuador. El comercio. Obtenido de https://www.elcomercio.com/act ualidad/negocios/provincias-con-mayor-produccion-de-papa-enecuador/

Velásquez Carrera, J. S. (2021). Manual de producción de tubérculo semilla de papa. Obtenido de https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5790/5/

Manual%20de%20producci%C3%B3n%20de%20tuberculo%20semilla20 de%20papa-primera%20edici%C3%B3n-compressed.pdf

Vignola, R., Watler, W., Vargas Céspedes, A., & Morales, M. (2020). Ficha técnica Cultivo de papa. Obtenido de https://www.mag.go.cr/bibli otecavirtual/ F01-8214.pdf

Villareal, P. (2022). Morfologia del Cultivo de Papa Antecedentes sobre Fertilización del Cultivo de papa, produccion por hectareas In Boletin *INIA* (Vol. 396, pp.1–15).

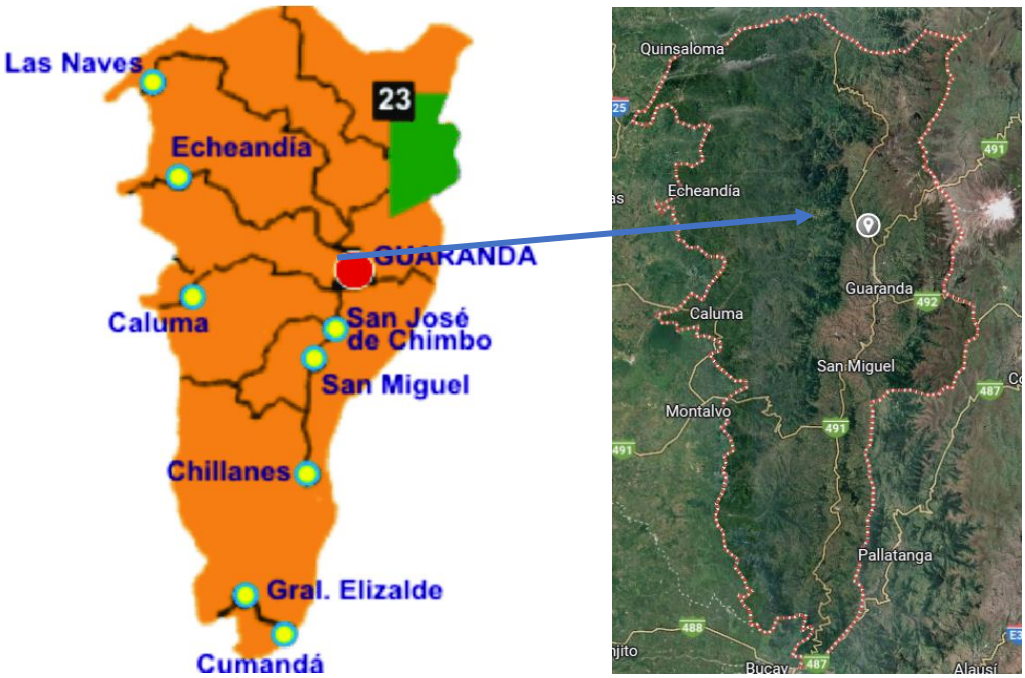
Yara. (2023). La producción mundial de papas. Obtenido de https://www.yara.com. ec/nutricion-vegetal/papa/la-produccion-mundial-de-papas/

Yara. (2023). Resumen nutricional de la papa. Obtenido de Yara.com: https://www. yara.com.co/nutricion-vegetal/papa/resumen-nutricional-de-la-papa/

Zúñiga, S., Morales, C., & Estrada, M. (2020). Cultivo de la papa y sus condiciones climáticas. Gestión Ingenio y Sociedad, 2(2), 140–152. Obtenido de http ://gis.unicafam.edu.co/index.php/gis/article/view/60/96.

ANEXOS

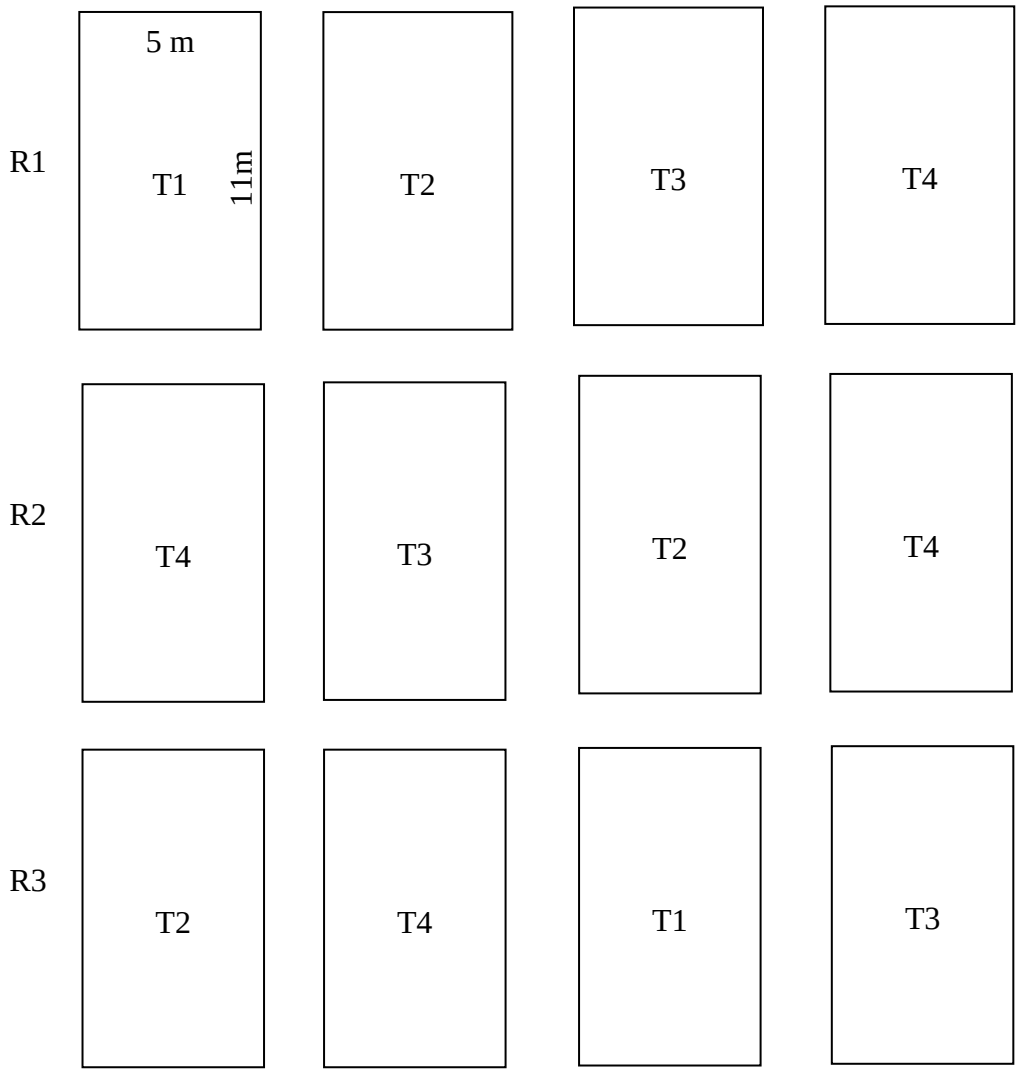
Anexo 1. Mapa de ubicación de la investigación





Fuente: (Google Maps, 2025).

Anexo 2. Croquis del ensayo



MC-LASPA-2201-01

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGUAS
Panamericana Sur Km. 1. S/N Cutuglagua.
Tlfs. (02) 3007284 / (02)2504240
Mail: laboratorio.dsa@iniap.gob.ec

INFORME DE ENSAYO No: 25-0136

NOMBRE DEL CLIENTE: Allas Rea Areli Natalia
PETICIONARIO: Allas Rea Areli Natalia
EMPRESA/INSTITUCIÓN: Allas Rea Areli Natalia
DIRECCIÓN: Via a Salinas

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 05/05/2025
HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 10:33
FECHA DE ANÁLISIS: 12/05/2025
FECHA DE EMISIÓN: 22/05/2025
ANALISIS SOLICITADO: S4

Análisis	pH		N		P		S		B		K	Ca	Mg	Zn		Cu		Fe		Mn		Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Σ Bases	MO		CO.*	Textura (%)				IDENTIFICACIÓN
Unidad			ppm		ppm		ppm		ppm		meq/ 100g	meq/ 100g	meq/ 100g	ppm		ppm		ppm		ppm					meq/ 100g	%		%	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural	
25-0615	6,15	L Ac	520,47	A	36,13	A	38,55	A	1,22	M	1,05	A	17,13	A	1,66	A	15,4	A	7,6	A	725	A	24,2	A	10,32	1,58	17,92	19,84	10,04	A		35	56	9	FRANCO-LIMOSO	Muestra1

Análisis	Al+H*		Al*		Na*		C.E. *		N. Total*	N-NO3*	K H2O*	P H2O*	Cl*	pH KCl*		HG*	IDENTIFICACION
	ppm		ppm		meq/ 100g				%	ppm	meq/ 100g	ppm	ppm			%	

OBSERVACIONES:

* Ensayos no solicitados por el cliente

METODOLOGIA USADA			
pH =	Suelo:Agua (1:2,5)	P K Ca/Mg =	Olsen Modificado
S,B =	Fosfato de Calcio	Cu Fe Mn Zn =	Olsen Modificado
		B =	Curcumina

INTERPRETACION					
pH				Elemento	
Ac =	Acido	N =	Neutro	B =	Bajo
L Ac =	Liger. Acido	L Al =	Lige. Alcalino	M =	Medio
P N =	Prac. Neutro	Al =	Alcalino	A =	Alto
RC =	Requieren Cal			T =	Tóxico (Boro)

ABREVIATURAS	
C.E. =	Conductividad Eléctrica
M.O. =	Materia Orgánica

METODOLOGIA USADA		
C.E. =	Pasta Saturada	
M.O. =	Dicromato de Potasio	
Al+H =	Titulación NaOH	

INTERPRETACION							
Al+H,Al y Na		C.E.				M.O y Cl	
B =	Bajo	NS =	No Salino	S =	Salino	B =	Bajo
M =	Medio	LS =	Lig. Salino	MS =	Muy Salino	M. =	Medio
T =	Tóxico					A =	Alto

LABORATORISTA

RESPONSABLE DE LABORATORIO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmentesin la aprobación escrita del laboratorio.

Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo

NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electronico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibida. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

* Opiniones de interpretación ,etc,que se indican en este informe constituye una guía para el cliente.

Activ
Ve a C

Anexo 3. Análisis de suelo

Anexo 4. Base de datos

Repeticiones	DE	DF	AP	DC	NTP	PTP	PCP	R	% PC	QQHA	IB
1	34	122	86.1	200	46	3.90	296,4	52693,33	42,41	1235,08	15484,62
1	36	124	79.7	196	54	3.92	316,2	56213,33	40,01	1322,54	16683,09
1	36	123	85.2	191	51	3.47	264,98	47107,56	41,05	1106,52	13786,45
1	32	180	81.5	194	61	3.31	240,1	42684,44	38,57	1009,25	12153,00
2	36	120	77.3	198	45	3.03	309,8	55075,56	46,61	1292,20	16506,78
2	34	123	79.6	198	41	3.59	250	44444,44	34,76	1045,19	12750,05
2	36	124	87.8	194	48	3	251	44622,22	15,14	1058,16	10077,80
2	34	124	59.8	197	49	3.50	260	46222,22	42,32	1085,55	13864,34
3	34	118	76.1	194	45	3,45	300	53333,33	38,23	1252,01	15461,27
3	36	123	75.1	201	32	3,7	285	50666,67	41,29	1189,71	15016,66
3	32	118	82.8	197	42	2.95	245,6	43662,22	32,57	1026,83	12179,26
3	34	120	83.7	200	54	3.01	209,2	37191,11	39,01	875,06	10860,79

Anexo 5. Fotografías



Preparación del suelo



Distribución de la unidad experimental



Siembra



Días a la emergencia



Fertilización y primer aporque



Riego



Fertilización y segundo aporque



Control de plagas y enfermedades



Días de floración



Altura de la planta



Visita de campo



Días a la cosecha



Numero de tubérculos por planta



Cosecha



Peso de tubérculo por planta



Post cosecha



Papa comercial



Rendimiento

Anexo 6. Glosario de términos técnicos

Axonómica: En las plantas, el término axonómico se refiere a que su cuerpo se organiza de manera simétrica en torno a un eje.

Beneficio-costo: Beneficio-costo se refiere a la relación entre los ingresos obtenidos por la venta de la papa y los gastos totales invertidos en la producción. Un beneficio-costo positivo indica que la actividad es rentable, mientras que uno negativo sugiere que la operación es perdedora.

Cónicas: Se refiere a la forma o baya del fruto de la planta, que se puede ser redonda, alargada, ovalada o cónica.

Déficits: Es la falta o insuficiencia de los nutrientes esenciales para el desarrollo normal de las plantas.

Diseminación: Es el proceso mediante el cual una enfermedad o plaga se propaga de un lugar a otro dentro de un campo muy cercano.

Desequilibrios nutricionales: En el cultivo de papa, los desequilibrios nutricionales se refieren a la falta, de exceso o proporción incorrecta de los nutrientes esenciales para la planta, lo que afecta su crecimiento, desarrollo y su producción. Estos desequilibrios pueden manifestarse como síntomas específicos en las hojas, tallos y tubérculos, indicando carencias o toxicidades de nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio y azufre.

Enmiendas: Son los que aportan la materia orgánica en cantidad y la calidad, y nutrientes esenciales para los suelos agrícola.

Expansión atrofiada: Se refiere a la situación en la que el desarrollo de los tubérculos se ve significativamente reducido o detenido.

Estabilidad celular: Es la resistencia y la capacidad de las células para mantener su estructura y sus funciones durante la vida del cultivo

Fertilización edáfica: Es la práctica de aplicar los fertilizantes directamente al suelo para enriquecer con los nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas.

Fitopatógenos edáficos: Son microorganismos como, hongos y bacterias, que viven en el suelo y causan enfermedades a las plantas.

Formulaciones químicas edáficas: Es la combinación de los elementos químicos (fertilizantes) que se aplican al suelo para proporcionar a la planta los nutrientes que necesita para un desarrollo óptimo y una producción saludable. Estas formulaciones están diseñadas para complementar la fertilidad natural del suelo y asegurar que la planta tenga acceso a los nutrientes esenciales en la cantidad y la forma adecuada.

Homogeneidad: Se refiere a la uniformidad o similitud en las características relevantes entre las plantas dentro de ese cultivo

Protuberancias: Son las estructuras que se ven desarrolladas en los tallos de los tubérculos y que actualmente se convierten en tubérculos (papas).

Trips: Insecto plaga pequeño del orden Thysanoptera que se alimenta raspando y succionando tejidos vegetales, causando daños directos en las plantas cultivadas, los trips en la papa dañan las hojas al succionar sus células, afectando el crecimiento del cultivo.