UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Agronomía

Tema

EFICIENCIA AGROPRODUCTIVA DEL CULTIVO DE PAPA *(Solanum phureja.)* VARIEDAD CHAUCHA EN BASE A LA ADICIÓN DE TRES FORMULACIONES QUÍMICAS EDÁFICAS

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

Autoras

Edith Estefania Cambo Quinche

Ines Adriana Cando Chariguaman

Tutor

Ing. Nelson Monar Gavilanez Msc

Guaranda – Ecuador

2026

EFICIENCIA AGROPRODUCTIVA DEL CULTIVO DE PAPA *(Solanum phureja.)* VARIEDAD CHAUCHA EN BASE A LA ADICIÓN DE TRES FORMULACIONES QUÍMICAS EDÁFICAS

REVISADO Y APROBADO POR



.....

Ing. Nelson Monar Gavilanez Msc

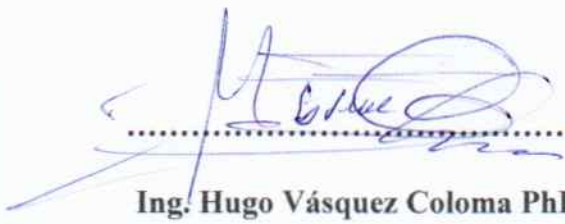
TUTOR



.....

Ing. David Silva García Mg

DOCENTE LECTOR



.....

Ing. Hugo Vásquez Coloma PhD

DOCENTE LECTOR

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Nosotras, Cambo Quinche Edith Estefania con CI 020219866, Cando Chariguaman Ines Adriana con CI 0250190584 declaramos 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.

Edith Estefania Cambo Quinche

Autora

CI: 020219866

Ines Adriana Cando Chariguaman

Autora

CI: 0250190584

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

Ing. Nelson Monar Gavilanez Msc

Tutor

CI: 0201089836

rio...

N° ESCRITURA 20250201003P03349

DECLARACION JURAMENTADA

OTORGADA POR: CANDO CHARIGUAMAN INES ADRIANA, y,

CAMBO QUINCHE EDITH ESTEFANIA

INDETERMINADA DI: 2 COPIAS H.R. Factura: 001-006- 000008799

En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día diecisiete de Octubre del dos mil veinticinco, **ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda**, comparecen **CANDO CHARIGUAMAN INES ADRIANA**, soltera de ocupación estudiante, domiciliada en la comunidad Guantug Coto de la parroquia Guanujo, cantón Guaranda provincia Bolívar, con celular número (0998375307), su correo electrónico es inescando16@gmail.com, y, **CAMBO QUINCHE EDITH ESTEFANIA**, soltera de ocupación estudiante, domiciliada en el barrio Flores Baja de la parroquia Guanujo, cantón Guaranda provincia Bolívar, con celular número (0988020105), su correo electrónico es ec6146112@gmail.com, por sus propios y personales derechos, obligarse a quien de conocer 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; y en cumplimiento de la Ley Notarial, la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales (**LOPDP**) y su Reglamento General (**RLOPDP**), los datos personales proporcionados en este documento son autorizados por el compareciente al Notario para su uso, verificación, tratamiento y archivo, los cuales reposaran además en los libros de la Notaria Tercera del cantón Guaranda conforme lo prevé la Ley Notarial, 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 presenta su declaración Bajo Juramento declara lo siguiente manifiesto que el criterio e ideas emitidas en el presente PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, con el tema: **EFICIENCIA AGROPRODUCTIVA DEL CULTIVO DE PAPA *(Solanum phureja.)* VARIEDAD CHAUCHA EN BASE A LA EDICIÓN DE TRES FORMULACIONES QUÍMICAS EDÁFICAS** Es de nuestra exclusiva responsabilidad en calidad de autoras, 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. Es todo cuanto puedo declarar en honor a la verdad, la misma que la hago para los fines legales pertinentes. HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA. La misma que 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 ratifican y firma conmigo de todo lo cual doy Fe.

CANDO CHARIGUAMAN INES ADRIANA

C.C. 0250190584

CAMBO QUINCHE EDITH ESTEFANIA

C.C 0202198966

AB. HENRY ROJAS NARVAEZ

NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA

CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

Titulacion_proyecto_papa_chaucha_Cambo_Cando

10% Textos sospechosos

- 6% Similitudes
  - < 1 % similitudes entre comillas
  - 0 % entre las fuentes mencionadas
- 3% Idiomas no reconocidos
- < 1% Textos potencialmente generados por la IA

Nombre del documento: Titulacion_proyecto_papa_chaucha_Cambo_Cando.pdf
ID del documento: 23493b6b44736e7ed77b8eec677cb97fc88f8643
Tamaño del documento original: 3,63 MB

Depositante: DEYSI MARGOTH GUANGA CHUNATA
Fecha de depósito: 9/1/2026
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 9/1/2026

Número de palabras: 19.996
Número de caracteres: 135.762

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	**dspace.espoch.edu.ec** http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/21357/1/13T01130.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (144 palabras)
2	**1library.co** | QUÉ FACTORES INFLUYEN EN EL DESARROLLO Y CRECIMIENTO DE L... https://1library.co/article/factores-influyen-desarrollo-crecimiento-tuberculos-papa.zkw3xee2 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (139 palabras)
3	**repositorio.inia.gob.pe** https://repositorio.inia.gob.pe/bitstreams/bbf189d2-31ec-4a87-9b69-c654d7aedcfc/download 2 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (139 palabras)
4	**fertimax.com.mx** https://fertimax.com.mx/ft/FICHA TECNICA DAP (18-46-00).pdf 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (127 palabras)
5	**cia.uagraria.edu.ec** https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/GAIBOR ESTUPIÑAN VICTOR ANTONIO.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (123 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	**riografia.com.ar** | El periplo de la papa a través de épocas y continentes - Riografia https://riografia.com.ar/el-periplo-de-la-papa-a-traves-de-epocas-y-continentes/	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (37 palabras)
2	**Documento de otro usuario** #3d2acc Viene de de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (17 palabras)
3	**cipotato.org** | Cosecha y poscosecha – Inventario de Tecnologías e Información p... https://cipotato.org/papaenecuador/cosecha-y-poscosecha/	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (16 palabras)
4	**www.fertinova.mx** https://www.fertinova.mx/sites/default/files/fichas técnicas.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (14 palabras)
5	**Documento de otro usuario** #9dfce5 Viene de de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (16 palabras)

Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas)

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

1. http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5672
2. http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27
3. http://hdl.handle.net/20.500.12324/20505
4. https://openknowledge.fao.org/server/api/core
5. Https://cia.uagraria.edu.ec/archivos/gaibor

Ing. Nelson Monar Gavilanez Msc
Tutor

DEDICATORIA

Este trabajo dedico a Dios, por ser mi guía constante, darme las fuerzas en los momentos difíciles y bendecir cada paso de mi camino.

En memoria de mi padre Carlos Cambo, quien ya no esté físicamente vive en mi corazón y en cada uno de mis logros quien me impulsó desde el inicio, a mi querida madre Rosa Quinche, por su amor, sacrificio y apoyo incondicional en cada momento de mi vida sin importar las diferentes opiniones y ser el pilar fundamental de mi vida.

A mis herman@s Judith, Vanessa y Ariel por su apoyo y estar presente en cada momento. Por darme sus consejos positivos, por su confianza, por ser herman@s y amig@s que son por eso y más infinitas gracias, gracias por darme una carrera para mi futuro todo esto se lo debo a ustedes.

A mi hija Desiree Tandapilco, mi mayor motivo de esfuerzo y razón de superación.

Extiendo mis agradecimientos a todos mis familiares, amigos y compañeros que me apoyaron e impulsaron a seguir este proyecto.

Edith Cambo

DEDICATORIA

Con profunda gratitud, dedico este proyecto de investigación primeramente a Dios, quien me ha dado el regalo de la vida, salud, fortaleza y la sabiduría necesaria para seguir adelante y no rendirme ante las dificultades.

De forma muy especial, dedico este logro a mis padres, Angel Cando y Olga Chariguaman, quienes han sido mi mayor motor y fuente de inspiración por brindarme su amor incondicional, su apoyo constante, por confiar en mí y ofrecer las herramientas, los consejos y la oportunidad de alcanzar mis metas.

A mis hermanos y hermanas, quienes siempre han estado presentes en cada paso de mi camino, acompañándome con su cariño y compromiso. En especial a Jhon y Henrry, por su paciencia sus palabras de aliento su fuerza y por creer en mi incluso cuando yo misma dudaba, gracias por ser mi ejemplo mi inspiración y mi motivación constante.

También extiendo mi gratitud a todos mis familiares y amigos, con quienes compartí momentos de esfuerzo, alegría y superación a lo largo de estos años. No ha sido un camino fácil, pero gracias a su compañía, apoyo y comprensión, hoy puedo decir lo logramos.

Ines Cando

AGRADECIMIENTO

Primer lugar, agradecemos profundamente a Dios, por habernos concedido la vida salud y fortaleza necesaria para continuar cada día con fe y esperanza, para superar cualquier obstáculos y dificultades durante el proceso de la finalización de nuestra carrera.

Nuestros sinceros agradecimientos a vuestros padres por guiarnos y ser el pilar fundamental de nuestras vidas, y por habernos dado su apoyo incondicional en todo transcurso de este tiempo de nuestros estudios lograr conseguir unos de nuestros objetivos.

A la Universidad Estatal de Bolívar, de manera especial Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agronomía quien nos abrió sus puertas, también a los docentes, doy gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad, quienes fueron en el transcurso de nuestra trayectoria de estudio por brindarnos y aportar sus conocimientos para ser unas profesionales.

Un agradecimiento especial al ingeniero Nelson Monar Gavilánez MSc. como tutor, por ser una guía, apoyo, comprensión y paciencia durante la elaboración de este proyecto.

A los Ingenieros, como miembros del tribunal de nuestro proyecto, Ing. David Silva e Ing. Hugo Vásquez, por compartir sus experiencias y sabiduría logrando culminar con éxito el presente trabajo de investigación.

Agradecemos a todos ustedes por formar parte de este camino que hoy culminamos con fe y sabiduría.

Edith Cambo & Ines Cando

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO Pag.
CAPÍTULO I..... 1
1.1 INTRODUCCIÓN 1
1.2. PROBLEMA 3
1.3. OBJETIVOS 4
1.3.1. Objetivo general 4
1.3.2. Objetivos específicos 4
1.4. HIPÓTESIS 5
CAPÍTULO II 6
2. MARCO TEÓRICO 6
2.1. Origen 6
2.2. Clasificación taxonómica 6
2.3. Descripción morfológica de la papa 7
2.3.1. Brote 7
2.3.2. Raíz 7
2.3.4. Tallo 7
2.3.5. Inflorescencia 8
2.3.6. Fruto 8
2.3.7. Tubérculo 8
2.3.8. Hojas 9
2.3.9. Estolón 9
2.4. Requerimientos edafoclimaticos 9
2.4.1. Suelo 9
2.4.2. Temperatura 9
2.4.3. Humedad 9
2.4.4. Altitud 10
2.4.5. Precipitación y viento 10
2.5. Manejo del cultivo 10
2.5.1. Selección de la semilla 10

2.5.2. Preparación del suelo 10
2.5.3. Siembra 11
2.5.4. Rascadillo 11
2.5.5. Aporque 11
2.5.6. Riego 12
2.5.7. Control fitosanitario 12
2.5.8. Requerimiento del cultivo 12
2.6. Plagas y enfermedades 15
2.6.1. Plagas 15
- La polilla de la papa (Phthorimaea operculella) 15
- Pulguilla (Epitrix spp) 16
- Mosca minadora (Liriomyza huidobrensis) 16
- Gusano blanco (Premnotrypes vorax) 16
- Trips (Frankliniella tuberosi) 17

2.6.2. Enfermedades 17
- Punta morada (Bactericera cockerelli) 17
- Tizón tardío (Phytophtora infestans) 17
- Tizón temprano (Alternaria solani) 17
- Rhizoctononia (Rhizoctonia solani) 18

2.7. Variedades de papa 18
2.7.1. Papa chaucha 18
2.8. Importancia 19
2.9. Cosecha 19
2.10. Pos-cosecha 19
2.10.1. Periodo de curación 19
2.10.2. Selección y clasificación 20
2.11. Fertilización edáfica 20
2.12. Valor nutricional de la papa 21

2.13. Benefició costo..... 21
2.14. Fertilizantes edáficos 21
CAPÍTULO III 26
3. MARCO METODOLÓGICO 26
3.1. Ubicación de la investigación 26
3.2. Metodología 26
3.2.1. Material en estudio..... 26
3.2.2. Factores en estudio..... 26
3.2.3. Tratamientos 27
3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico 27
3.2.5. Manejo del experimento..... 27
3.2.6. Métodos de evaluación (variables respuesta)..... 30
3.2.6. Análisis de datos 33
CAPITULO IV 34
4. RESULTADOS Y DISCUSION 34
4.1. Interpretación de resultados 34
4.2. Comprobación de la hipótesis 63
CAPITULO V 64
5.1. CONCLUCIONES..... 64
5.2 RECOMENDACIONES..... 66
BIBLIOGRAFÍA. 67
Anexos……..

ÍNDICE DE TABLAS

N°	Detalle	Pag
1	Resultado del análisis de varianza para días a la emergencia (DE)	34
2	Resultados de la prueba de Tukey, para FB en días a la emergencia (DE)	34
3	Resultado del análisis de varianza para días a la floración (DF)	36
4	Resultados de la prueba de Tukey, para FB en días a la floración (DF)	36
5	Resultado del análisis de varianza para número de tallos (NT)	38
6	Resultado del análisis de varianza para incidencia de plagas (IP)	38
7	Resultados de la prueba de Tukey, para FA*FB en incidencia de plagas (IP)	39
8	Resultado del análisis de varianza para incidencia de enfermedades (IE	40
9	Resultados de la prueba de Tukey, para FA*FB en incidencia de enfermedades (IE)	41
10	Resultado del análisis de varianza para altura de la planta (AP)	42
11	Resultado del análisis de varianza para días a la cosecha (DC)	43
12	Resultados de la prueba de Tukey, para FB para días a la cosecha (DC)	43
13	Resultado del analisis de varianza para número de tuberculos por planta (NTP)	45
14	Resultados de la prueba de Tukey, para FB para número de tubérculos por planta (NTP)	45
15	Resultados de la prueba de Tukey, para FA*FB en número de tubérculos por planta (NTP)	47
16	Resultado del análisis de varianza para peso de tubérculos por planta (PTP)	48
17	Resultados de la prueba de Tukey, para FA para peso de tubérculos por planta (PTP)	49
18	Resultados de la prueba de Tukey, para FB para peso de tubérculos por planta (PTP)	50
19	Resultados de la prueba de Tukey, para FA*FB en peso de tubérculos por planta (PTP)	51
20	Resultado del análisis de varianza para peso de campo por parcela (PCP)	53
21	Resultados de la prueba de Tukey, para FA para peso de campo por parcela (PCP)	53
22	Resultados de la prueba de Tukey, para FB para peso de campo por parcela (PCP)	55
23	Resultados de la prueba de Tukey, para FA*FB en peso de campo por parcela (PCP)	56
24	Resultado del análisis de varianza para rendimiento por hectárea (R/ha)	57
25	Resultados de la prueba de Tukey, para FA para rendimiento por hectárea (R/ha)	58
26	Resultados de la prueba de Tukey, para FB para rendimiento por hectárea (R/ha)	59
27	Resultados de la prueba de Tukey, para FA*FB en rendimiento por hectárea (R/ha)	60

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Detalle	Pag
1	Resultados de la prueba de Tukey, para FB para días a la emergencia (DE)	35
2	Resultados de la prueba de Tukey, para FB para días a la floración (DF)	37
3	Resultados de la prueba de Tukey, para FA*FB para incidencia de plagas (IP)	39
4	Resultados de la prueba de Tukey, para FA*FB para incidencia de enfermedades (IE)	41
5	Resultados de la prueba de Tukey, para FB para días a la cosecha (DC)	44
6	Resultados de la prueba de Tukey, para FB para número de tubérculos por planta (NTP)	47
7	Resultados de la prueba de Tukey, para FA*FB para número de tubérculos por planta (NTP)	47
8	Resultados de la prueba de Tukey, para FA para peso de tubérculos por planta (PTP)	49
9	Resultados de la prueba de Tukey, para FA para peso de tubérculos por planta (PTP)	50
10	Resultados de la prueba de Tukey, para FA*FB para peso de tubérculos por planta (PTP	52
11	Resultados de la prueba de Tukey, para FA para peso de campo por parcela (PCP)	54
12	Resultados de la prueba de Tukey, para FB para peso de campo por parcela (PCP)	55
13	Resultados de la prueba de Tukey, para FA*FB para en peso de campo por parcela (PCP)	56
14	Resultados de la prueba de Tukey, para FA para rendimiento por hectárea (R/ha)	58
15	Resultados de la prueba de Tukey, para FB para rendimiento por hectárea (R/ha)	59
16	Resultados de la prueba de Tukey, para FA*FB para rendimiento por hectárea (R/ha)	60

ÍNDICE DE ANEXOS

Nº	Detalle
1	Mapa de ubicación de la investigación
2	Croquis de ensayo.
3	Base de datos
4	Analis de suelo
5	Evidencia del manejo y evaluación del ensayo
6	Glosario de terminos técnicos

RESUMEN

La papa es un cultivo esencial en el mundo, fundamental para la seguridad alimentaria y la economía rural, especialmente en Ecuador donde la variedad chaucha destaca por su calidad y aceptación. En la Sierra ecuatoriana, su siembra abarca entre 25 y 50 mil hectáreas con un rendimiento promedio de 35 toneladas por hectárea. La fertilización, representando el 30% del costo, es vital para mejorar la productividad y calidad, ajustándose a análisis de suelo para suprimir macro y micronutrientes necesarios para el cultivo. La deficiente productividad de la papa chaucha en la provincia de Bolívar se atribuye a diferentes factores tales como: semillas de baja calidad, escasas oportunidades de comercialización, la ausencia de transferencia tecnológica para el manejo agronómico, la insuficiencia en el riego y las condiciones climáticas adversas limitan la producción del cultivo. La aplicación adecuada de fertilizantes puede superar estas carencias, mejorando significativamente el rendimiento y la salud del cultivo. La presente investigación se realizará en la Provincia de Bolívar, Cantón Guaranda, Parroquia Guanujo en la Localidad de Guantug Coto. Se empleó un Diseño de Bloques Completos al Azar, en arreglo factorial 2 x 4, con 3 repeticiones, La prueba de Tukey al 5% identificó dos grupos en resistencia a plagas y enfermedades. Los tratamientos T1 y T2 de un tubérculo por sitio, fertilizantes 15-15-15 y 18-46-00 mostraron menor incidencia de plagas (12-13%) y enfermedades (9- 11%). Los tratamientos T7 y T8 (dos tubérculos, fertilizantes 8-20-20 y 10-30-10) presentaron mayor incidencia. T1 y T8 destacaron en número y peso de tubérculos, mientras T8 y T4 lograron rendimientos máximos superiores a 14800 kg/ha. La fertilización con 10-30-10 y densidad de dos tubérculos por sitio mostro la mejor eficiencia productiva en papa chaucha, segunda de 15-15-15 con un tubérculo por sitio. El tratamiento T8 (10-30-10), dos tubérculos) alcanzó un rendimiento superior (14978 kg/ha). El tratamiento T1 (15-15-15, un tubérculo) fue el más rentable, con 301.68 quintales/ha, generando ingresos y una relación beneficio-costo favorable. Estas tecnologías destacaron en rendimiento y parámetros agronómicos

Palabras clave: Fertilización, Densidad, Rendimiento, Tubérculo Fuente Edáfica

SUMMARY

The potato is an essential crop worldwide, fundamental for food security and the rural economy, especially in Ecuador where the chaucha variety stands out for its quality and acceptance. The low productivity of the chaucha potato in Bolívar Province is attributed to various factors, such as: low-quality seed, limited commercialization opportunities, lack of technological transfer for agronomic management, insufficient irrigation, and adverse climatic conditions that restrict crop production. The lack of irrigation, adverse climatic conditions, and soils poor in essential nutrients limit the crop. The proper application of fertilizers can overcome these deficiencies, significantly improving yield and crop health. This research will be conducted in Bolívar Province, Guaranda Canton, Guanujo Parish, in the locality of Guantug Coto. A Completely Randomized Block Design was used, in a 2 x 4 factorial arrangement, with 3 repetitions. The Tukey test at 5% identified two groups in resistance to pests and diseases. Treatments T1 and T2 (one tuber per site, fertilizers 15-15-15 and 18-46-00) showed a lower incidence of pests (12-13%) and diseases (9-11%). Treatments T7 and T8 (two tubers, fertilizers 8-20-20 and 10-30-10) presented a higher incidence. T1 and T8 stood out in number and weight of tubers, while T8 and T4 achieved maximum yields greater than 14800 kg/ha. Fertilization with 10-30-10 and a density of two tubers per site showed the best productive efficiency in chaucha potato, followed by 15-15-15 with one tuber per site. Treatment T8 (10-30-10, two tubers) reached a superior yield (14978 kg/ha). Treatment T1 (15-15-15, one tuber) was the most profitable, with 301.68 quintals/ha, generating income and a favorable benefit-cost ratio. These technologies stood out in yield and agronomic parameters.

Keywords: Fertilization, Density, Yield, Tuber Soil Source

CAPÍTULO I

1.1 INTRODUCCIÓN

La papa o patata forma un cultivo esencial en todos los sistemas agroalimentarios del mundo, desde los pequeños agricultores que producen a mano diversas variedades nativas en los Andes, hasta las vastas explotaciones comerciales mecanizadas de distintos continentes. La papa, el tercer cultivo alimentario más disponible en el mundo, contribuye a la seguridad alimentaria, los medios de vida y el empleo de la población de las zonas rurales y urbanas de todo el mundo (FAO, 2024).

La papa chaucha *(Solanum phureja*) en Ecuador es una variedad de gran importancia agrícola, económica y cultural. Es una de las variedades más apreciadas por su calidad culinaria y aceptación en el mercado local, cultivada principalmente en la Sierra ecuatoriana, donde la producción nacional de papa se extiende sobre aproximadamente 25 a 50 mil ha, con un rendimiento promedio alrededor de 35 toneladas por hectárea. La producción de papa en Ecuador representa un contribuyente clave en la seguridad alimentaria y la economía rural, involucrando cerca de 80 mil agricultores en la cadena productiva. La papa es el segundo cultivo más importante en la Sierra, sólo detrás del maíz suave (choclo), y existen más de 500 variedades nacionales, entre las cuales la chaucha destaca por su precocidad (ciclo corto de 3 a 4 meses), sabor y uso en la gastronomía local, especialmente en sopas y acompañamientos de carnes (Guamán, 2024).

En la provincia de Bolívar, la siembra de la papa “chaucha” (Solanum phureja) es común en zonas agroecológica de altitudes entre 2000 y 3400 m.s.n.m. La papa chaucha es una variedad de cosecha, con un ciclo de cultivo corto de 3 a 4 meses, estimada por su calidad culinaria y alta aceptación en el mercado local. Esta variedad se emplea en la dieta cotidiana, usada en sopas y como acompañamiento de carnes (Mendoza, 2019).

En el cantón Guaranda, sector alto Guanujo existe gran biodiversidad de papas, sin embargo, la superficie cultivada con papas nativas se ha ido reduciendo paulatinamente, debido en parte, a su reemplazo por variedades mejoradas, falta de

oportunidades de mercado y el desconocimiento de los consumidores de su existencia, sus bondades nutricionales y organolépticas.

La fertilización en el cultivo de papa constituye una de la práctica agronómica fundamental, ya que influye directamente en el aumento del rendimiento y en la mejora de la calidad de los tubérculos cosechados. El cultivo de papa requiere de una fuerte inversión de capital, si se toman en cuenta todos sus factores de manejo. La fertilización generalmente representa el 30% de los costos totales de producción (Gaibor, 2022).

La fertilización edáfica tiene como propósito complementar los requerimientos nutricionales de la planta cuando el suelo logra cubrirlos de manera natural. Para la fertilización de la papa es fundamental su realización partiendo del análisis de suelo mediante el cual se toman en cuenta los indicadores de los nutrientes presentes en el mismo. A partir de este análisis, se determinan las cantidades necesarias de macro nutrientes como nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), magnesio (Mg) y aluminio (Al); y micronutrientes como boro (B), hierro (Fe), cobre (Cu), zinc (Zn) calcio (Ca) (Gaibor, 2022).

1.2. PROBLEMA

El principal problema de la provincia de Bolívar es la baja productividad del cultivo de papa, especialmente de la variedad chaucha. Esta situación se debe a múltiples factores, entre los que destacan la escasa disponibilidad de semillas de calidad y las limitadas oportunidades para su comercialización a gran escala. A ello se suma una deficiente transferencia de tecnología del manejo agronómico del cultivo, lo cual afecta aspectos clave como la densidad de siembra, el control fitosanitario, el uso de semillas con adecuada genética, la aplicación de fertilizantes edáficos, así como la siembra en fechas no apropiadas. Además, la falta de infraestructura de riego y las condiciones climáticas adversas agravan aún más esta problemática.

Además, el bajo rendimiento está expuesto al desconocimiento de los beneficios semilla certificada, el desconocimiento de los requerimientos nutricionales de los macros y micro elementos que la planta necesita. La papa chaucha, al igual que otras variedades de papa, requiere cantidades elevadas de nutrientes fundamentales del suelo, tales como fósforo, nitrógeno y potasio, para asegurar su crecimiento, desarrollo y una producción óptima. No obstante, la falta de estos fertilizantes presentes en el suelo compromete tanto la salud como el rendimiento del cultivo.

También la falta de nutrientes principales como el nitrógeno, fósforo y potasio dificulta el crecimiento, ralentizar el desarrollo de la planta, aumentando su susceptibilidad a enfermedades y reduce el tamaño de los tubérculos. Estos problemas se agravan aún más en suelos que presentan bajo contenido de materia orgánica, un pH inadecuado o condiciones ambientales desfavorables. La incorporación de fertilizantes edáficos de diferentes fuentes y formulaciones químicas podría solventar las necesidades nutricionales de la planta y cubrir las carencias de los principales nutrientes del suelo.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

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

1.3.2. Objetivos específicos

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

1.4. HIPÓTESIS

H_o: La eficiencia agroproductiva del cultivo de papa variedad chaucha, no depende de la adición de las formulaciones químicas edáficas

H_1: La eficiencia agroproductiva del cultivo de papa variedad chaucha, depende de la adición de las formulaciones químicas edáficas

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Origen

La mayor variedad genética de papa (*Solanum tuberosum*) cultivada y rústico se encuentra en las tierras de altos Andes de América del Sur. Nativa de los Andes y cultivada desde la época prehispánica. La especie o variedad que ha dado origen a (*Solanum tuberosum*) es al parecer (*Solanum phureja*), que algunos consideran una subespecie de la anterior. Los primeros residuos de papa poseen más de 8000 años de antigüedad y fueron encontrados durante unas excavaciones realizadas en las cercanías del pueblo de Chilca, al sur de Lima, en el año de 1976. La variedad adaptables a diversas condiciones ambientales y con su ingreso, en forma exitosa, en casi todos los países del planeta (Gaibor, 2022).

Variedad chaucha

La papa chaucha (*Solanum phureja*) es una papa nativa cuyo nombre "*phureja*" se deriva de la lengua Aymara que quiere decir precocidad, temprana o precoz, se desarrolla en tiempos pocos de aproximadamente 90 días, son cultivadas entre los 2000 a 3000 msnm (Ponce, 2024). La papa chaucha es amarilla de crecimiento rápido, es la única especie de papa que germina casi de inmediato sin necesidad de un periodo de dormancia (Chigue & Saracay, 2021).

2.2. Clasificación taxonómica

Reino: Plantae

División: Magoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanácea

Género: Solanum

Especie: phureja

Nombre científico: *Solanum phureja* (Gaibor, 2022).

2.3. Descripción morfológica de la papa

La planta de papa es de naturaleza herbácea, se compone de un sistema aéreo compuesto por inflorescencia, hojas compuestas tallos y frutos, y un sistema subterráneo compuesto por raíces, estolones y tubérculos. Perteneciendo a la familia de las solanáceas, entre los que encuentran el tomate, pimiento, ají y berenja, entre otros. El *Solanum tuberosum* se divide en dos subespies: la phureja adaptada a condiciones de días cortos, cultivadas principalmente en los Andes, y tuberosum, la variedad que hoy se cultiva en todo el mundo (Fernando, 2021).

2.3.1. Brote

Desde las yemas del tubérculo, se desarrollan pequeños tallos conocidos como brotes. Los mismos que cambian de tamaño y apariencia en función del entorno de almacenamiento y la variedad de papa. Estos tubérculos que brotan se utilizan para la siembra, ya que crecen rápidamente y producen un nuevo tallo cuando emergen. El color del brote puede variar según la variedad de papa. La parte basal se caracteriza por tener lenticelas y normalmente constituye la parte subterránea del tallo. Mientras que la parte apical es responsable del desarrollo de las hojas y el crecimiento de la planta (Santillan, 2024).

2.3.2. Raíz

La semillas sexual produce una raíz principal fibrosa con raíces absorbente secundarias y terciarias; el tubérculo semillas (asexual) produce raíces adventicias muy fibrosas que nacen en número de 3 a 5 en los brotes superiores de los nudos de la parte subterránea del tallo principal; se estima que puede llegar hasta 30 cm de fondo promedio, mientras que las raíces fibrosas adyacentes pueden llegar a medir hasta 1.20 m de profundidad en suelos francos y profundos (Pijungo, 2020).

2.3.4. Tallo

Los tallos nacen de las yemas u ojos presentes en el tubérculo madre. Por lo general tienen una tonalidad de color verde y algunas veces puede ser marrón rojizo o morado. El tallo aéreo, que puede desarrollarse con ramificaciones, suele ser hueco y tienen una transversal triangular. Se considera principal que un tallo es principal

cuando crece directamente del tubérculo, mientras que las ramas laterales de este se les denomina tallo secundario (Martínez, 2020).

2.3.5. Inflorescencia

Es un vástago muy reformado, especializado en la reproducción; las hojas reformadas que forman las partes de la flor son: antofilos, pedúnculo, pedicelo, son hermafroditas, pentámeras y auto fecundadas que presentan otras colores según la diversidad; pueden ser blancas, amarillas, azules o rojizas y de tamaño pequeño (Pijungo, 2020).

2.3.6. Fruto

Al ser fertilizado, el ovario se tiende para convertirse en un fruto llamado bayaque, en éste dominan numerosas semillas. El fruto generalmente presenta una forma esférica, pero en ciertas variedades pueden ser ovoides o cónicos. En cuanto al color, el fruto es de color verde, y en algunas combinaciones cultivadas tienen puntos blancos o pigmentados, o franjas o áreas pigmentadas. El límite de semillas obtenidas por fruto alcanza a más de 200 según la fertilidad de cada cultivar.

Las semillas son planas, ovaladas y pequeñas (1000 a 1500 semillas/gramo). Cada semilla está envuelta en una capa llamada testa que protege al embrión y un tejido nutritivo de reserva llamado endosperma, Las semillas son también conocidas como semilla verdadera o botánicas, para distinguirlas de los tubérculos-semillas, usados para la producción (Morales , 2021).

2.3.7. Tubérculo

El tubérculo es la parte apical del estolón cuyo incremento es vigorosamente reducido y orientado hacia los costados. El tubérculo de papa es el tallo subterráneo cultivado para el almacenamiento del exceso de energía. Además, pueden presentar de diferentes formas desde ovaladas hasta incluso más alargadas según la variedad del cultivo, sus ojos pueden disponer en el tubérculo de forma superficial o profunda, la aparte carnosa presenta una amplia diversificación pero entre el blanco y el amarillo son los más fuertes (Santillan, 2024).

2.3.8. Hojas

Las hojas son compuestas, que quiere decir que tienen un peciolo con varios foliolos (hojas o partes de una hoja compuesta) laterales y uno terminal. A medida que crece la planta, hojas fabrican el almidón, que se transfiere a las terminaciones sus tallos subterráneos o estolones (Martínez, 2020).

2.3.9. Estolón

Los estolones son tallos laterales horizontales que crecen sobre o justo debajo de la superficie del suelo. Tienen la capacidad de producir nuevas plantas, ya que pueden desarrollar raíces y formar tubérculos en sus extremos. No todos los estolones desarrollan tubérculos en el extremo terminal. Si un estolón que no está cubierto con suelo, puede desarrollar un tallo vertical con follaje común (Aucatoma, 2024).

2.4. Requerimientos edafoclimaticos

2.4.1. Suelo

El tubérculo se desenvuelve mejor en los suelos francos, con un buen drenaje, humíferos y adecuadamente abastecidos de materias orgánicas y nutrientes. Suelos de textura liviana y media, tales como los negros andinos, permiten bajo número de operaciones de labranza para establecer las condiciones ideales para el crecimiento de las raíces. El pH de los suelos varía de levemente ácido a neutro, a medida que disminuye la altitud (Pillajo, 2021).

2.4.2. Temperatura

Para el cultivo de la papa la mayor limitante son las temperaturas, ya que si son mínimos a 10 °C y superiores a 30 °C afectan irreversiblemente el desarrollo del cultivo, mientras que la temperatura óptima para una mejor producción va de 17 a 23 °C. Por ese motivo, la papa se siembra a principios de la primavera en zonas templadas y a finales de invierno en las regiones más calurosas (Aguilar, 2021).

2.4.3. Humedad

La humedad relativa apropiada para el cultivo de papa oscila entre 80% y 85%, especialmente cuando la planta comienza a generar los tubérculos. Es un factor importante para el desarrollo del cultivo de papa. Se destaca una humedad excesiva,

mayor a 70% durante la germinación de tubérculos y en la aparición de flores hasta la maduración del tubérculo. Humedad mayor a 80% favorece el ataque de enfermedades (Santillan, 2024).

2.4.4. Altitud

La papa o patata, se caracteriza por tener una extraordinaria capacidad de adaptación a condiciones climáticas y de suelo. Existen variedades que pueden ser cultivadas casi a nivel del mar, como a altitudes de más de 3000 msnm. En el Ecuador el cultivo de papa se generalmente, realiza, en las partes altas de la sierra ecuatoriana, con un ciclo vegetativo de seis a siete (Jiménez, 2021).

2.4.5. Precipitación y viento

El cultivo de papa requiere una cantidad de precipitación que varía entre los 600 y 1000mm. En cuanto al viento el cultivo no requiere excesivo de vientos sino más moderados, ya que el cultivo se ve severamente afectadas en ambientes donde la velocidad del viento supere los 20 km/h, dado a que influye perdida en la producción del cultivo (Aucatoma, 2024).

2.5. Manejo del cultivo

2.5.1. Selección de la semilla

Selección de la semilla es un factor clave para obtener buenos rendimientos en el cultivo. La semilla debe ser de una variedad bien aceptada en el mercado. Lo más importante es que la semilla esté libre de plagas y enfermedades, ya que muchas de las peores enfermedades son transmitidas por semillas (Jiménez, 2021).

2.5.2. Preparación del suelo

Una vez realizado las labores de arado del suelo se procede a remover el mismo para poder formar surcos dependiendo del terreno si es plana o una pendiente, por lo general de 1 metro de distancia entre surcos, y de 40 a 50 cm de profundidad. Dicha labor se realiza de forma manual con la ayuda de un azadón o a su vez con una maquinaria agrícola (Santillan, 2024).

2.5.3. Siembra

La siembra suele realiza, generalmente entre surcos a una distancia de 0.90 a 1.00 m la cual varía según la variedad y fines de producción. Los tubérculos destinados a semillas se van tratando en forma manual en el fondo del surco manteniendo una distancia de 20 a 25 cm entre tubérculos. Una vez realizada la siembra y aplicación de fertilizantes y abono orgánico se procede al cubierto y retapado.

La densidad de siembra o la cantidad de plantas por hectárea depende de las variedades, el capacidad de los tubérculos-semillas, distanciamiento entre surcos y tubérculos (Corzo J, 2020).

2.5.4. Rascadillo

Consiste en remover el suelo, lograr el control oportuno de malezas y permite que el suelo se airee. Esta labor se hace a los 30 o 35 días después de la siembra cuando las plantas tienen de 10 a 15 cm de altura. Se puede realizar en forma manual con azadón o en forma mecánica con un tiller (Jiménez, 2021)

2.5.5. Aporque

El proceso consiste en acumular tierra alrededor de las plantas, formando camellones bien definidos. Al igual que en el caso anterior, este trabajo puede llevarse a cabo manualmente o mediante herramientas mecanizadas como la yunta o el tractor.

En general, en el Ecuador se realizan dos ciclos de aporque. Sin embargo, con las variedades modernas de ciclo corto, aquellas que requieren menos de 100 días, es viable efectuar un solo aporque. Si en estas situaciones se presentan problemas de drenaje, podría ser recomendable llevar a cabo un segundo aporque.

El período ideal para realizar el aporque se determina por el desarrollo de la planta, este indicador está relacionado con la formación de estolones y el proceso de tuberización. El aporque básico debe ejecutarse entre los 50 y 60 días, mientras que el aporque completo se realiza entre los 70 y 80 días.(Noroña, 2021).

2.5.6. Riego

En verano se recomienda realizar un riego inmediatamente después de la siembra, para proporcionar la humedad necesaria para el inicio del crecimiento de las plantas. Además, para favorecer la tuberización y por ende el rendimiento del cultivo será mayor, por lo general realizar riego cada 15 días. Si el cultivo no tiene humedad no se puede realizar deshierbes, aporques ni fertilizantes (Santillan, 2024).

2.5.7. Control fitosanitario

Para tener superación en la producción de papa es importante la adecuada roturación del terreno, la cual debe realizarse, de preferencia, inmediatamente después de la cosecha del cultivo anterior, esto con la finalidad de exponer restos de enfermedades fungosas, larvas de plagas y estados juveniles de nematodos a los efectos de la radiación solar, frío y aves. Para el control de malezas, las semillas germinadas de éstas son eliminadas con la pasada de rastra de discos al momento de la siembra.

Para el mejor control de plagas, enfermedades y malezas, la roturación del terreno debe ser profunda; de tal manera, que el suelo este a mayor profundidad quede expuesto y lo que está sobre la superficie se profundice. Esta práctica también permite la incorporación de los residuos de cosecha del cultivo anterior para su descomposición y favorecer la buena aireación del suelo (Maicelo, 2021)

2.5.8. Requerimiento del cultivo

Uno de los aspectos clave en el manejo del cultivo de papa es la fertilización. Esto se debe a la necesidad de garantizar una adecuada disponibilidad de nutrientes para cada etapa fenológica del desarrollo, lo que permite alcanzar las metas productivas deseadas. La relevancia de los elementos nutritivos en este proceso depende de la cantidad que el cultivo requiere o absorbe. En este contexto, los nutrientes se clasifican como macronutrientes (tanto primarios como secundarios) y micronutrientes. La papa es un cultivo con una alta respuesta a la aplicación de fertilizantes. Esto se debe a su elevado índice de cosecha (76%), su limitada densidad radicular, que reduce la eficiencia en la absorción de nutrientes, y a su

corto ciclo de desarrollo, que varía entre 90 y 160 días. Existe una alta demanda de nutrientes, necesarios para alcanzar un óptimo desarrollo (Méndez, 2023).

Nitrógeno

Las plantas pueden humedecer este nutriente en forma de ion de nitrato (NO3-) o de amonio (NH4+). Pueden también absorber nitrógeno en forma orgánica (aminoácidos), tanto por las raíces como por la parte aérea. Forma parte de una gran cifra de compuestos orgánicos necesarios para el incremento y la mejora de las plantas como: aminoácidos, proteínas, coenzimas, ácidos nucleicos, clorofila, etc. Ayuda el crecimiento vegetativo, el buen exterior y el color verde de la planta. La insuficiencia de nitrógeno se manifiesta con la espectro de hojas pálidas y la reducción tanto del crecimiento de la planta como del rendimiento de los tubérculos (tamaño y número) (Barona & Mateus, 2021)

Fosforo

El fósforo influye en la fotosíntesis, y es importante para el crecimiento del cultivo, además, de participar en la descomposición de carbohidratos y síntesis de transferencia es muy importante para el crecimiento del sistema radicular de las plantas. (Santillan, 2024)

Potasio

La patata requiere altos niveles de potasio en concentraciones tamaños e incluso mayores que el nitrógeno. Elemento que es atraído por las raíces desde la solución del suelo como ion potasio (K+). La disponibilidad de potasio influye en la producción y tamaño de tubérculos en el peso específico, color y calidad de almacenamiento. Las faltas de potasio disminuyen la actividad fotosintética, reduciendo la producción de materia seca y almidón. Cuando la absorción de K es excesiva, este se tras loca a los tubérculos causando una mayor absorción de agua y disminuyendo la gravedad específica, control fitosanitario, plagas y enfermedades, características de la variedad chola, ficha técnica calcio - boro, valor nutricional de la papa, tipos de semillas (Méndez, 2023).

Calcio

Además, de permitir la absorción de nutrientes, así como también los diversos procesos metabólicos. Este elemento es indispensable para el crecimiento y la división celular. La aplicación de calcio como enmienda y como nutriente al suelo se recomienda en agricultura porque: Contribuye a reducir la acidez, tiene efectos sobre la disponibilidad de fósforo, reduce los niveles de amonio soluble, el cual es potencialmente tóxico, contribuye a la liberación de nitrógeno y algunos elementos menores a partir de la M.O, reduce la actividad de algunos microorganismos patógenos. Los excesos de calcio en el suelo afectan la disponibilidad de elementos como hierro y manganeso (Medina, 2020).

Magnesio

Este componente está relacionado con las reacciones del metabolismo energético, síntesis de constituyente del núcleo, cloroplastos y ribosomas.

Azufre

El azufre participa en el metabolismo de proteínas, azucares y grasas. Forma parte de los aminoácidos azufrados, también de algunos elementos que realizan actividades bilógicas dentro de la planta (Santillan, 2024).

Manganeso.

El manganeso se absorbe como ion Mn2+. Forma parte de la membrana del cloroplasto. Es activador de varias enzimas, entre ellas las que intervienen en la síntesis de ácidos grasos y en la formación de ADN y ARN la deficiencia de este elemento se ve según las características:

Presencia de puntos negros o marrones en las hojas más jóvenes.

- Hojas amarillentas. Mal acabado de la piel de los tubérculos.
- Los tubérculos se perjudican más fácilmente durante el depósito.

Zinc

El zinc se absorbe en forma activa de ión Zn2+. Es fundamental en la síntesis de auxinas y ácido indo acético (IAA). También participa en la activación de algunas

enzimas. Los principales síntomas de deficiencia Las hojas jóvenes se vuelven cloróticas (verde o amarillo claro), se estrechan, sus márgenes se enrollan hacia arriba y se queman sus puntas. Otros síntomas foliares son: venas verdes, apariencia erecta y presencia de manchas de tejido muerto.(Barona & Mateus, 2021)

Boro

La planta incorpora el boro principalmente como ácido bórico. Este elemento desempeña un papel crucial en la regulación del transporte de azúcares a través de las membranas, además de intervenir de manera significativa en la división y el desarrollo celular, así como en el metabolismo de las auxinas. Los síntomas más destacados de su deficiencia incluyen la muerte de los brotes en crecimiento, lo que confiere a las plantas una apariencia arbustiva con entrenudos cortos. Las hojas se vuelven gruesas y tienden a enrollarse hacia arriba. Asimismo, el tejido foliar se oscurece y colapsa, mientras que en los tubérculos aparecen manchas necróticas marrones y otras marcas características interior.(Barona & Mateus, 2021).

2.6. Plagas y enfermedades

2.6.1. Plagas

- **La polilla de la papa** (*Phthorimaea operculella*)

Se trata de un micro lepidóptero de hábito preferentemente nocturno. La hembra puede poner de un promedio 138 huevos en pequeños grupos en hojas, tallos, tubérculos o en el suelo cerca de los tubérculos, Son pequeños tamaños de 0,5mm de diámetro y color blanco cremoso.

La larva inicialmente es de color blanco volviéndose verde a medida que se alimenta y desarrolla. En el último estado larval son de color blancuzco o en el caso que se alimenten de clorofila pueden ser verde intenso y siempre apareciendo unas manchas rosadas en el dorso. Al emerger tienen un tamaño de 1 mm y en pleno desarrollo pueden alcanzar 1,2cm de largo descantando la cabeza de color café oscuro**.**(Perera, 2021)

- **Pulguilla** (*Epitrix spp)*

Las pulguillas de la patata son escarabajos negros pequeños, de 2 a 3 mm, que rebotan con mucha facilidad sobre el follaje. Allí producen agujeros circulares pequeños, menores de 3 mm de diámetro. Las hojas fuertemente dañadas pueden secarse totalmente, lo que afecta la capacidad fotosíntesis y el rendimiento de la planta.

Las larvas también son perjudícales por que se alimentan de las raíces, estolones y tubérculos. En los tubérculos las larvas rozan la superficie o producen minas superficiales. Estos daños favorecen el ingreso de hongos patógenos que se hallan en el suelo (Jiménez, 2021)

- **Mosca minadora** *(Liriomyza huidobrensis*)

Una de las más nocivas es una de las tres plagas más nocivas en el cultivo de papa. Los insectos adultos son de color negro y muestran pequeñas manchas de color amarrillo. Las larvas se alimentan del tejido que se encuentra en la epidermis del haz y del envés de la hoja, dejando intactas las capas externas. Las hojas afectadas pierden su capacidad fotosintética y llegan a caerse las hojas de las plantas. Control; Ciromazina, Abamentina, Cipermetrina y Lambdacihalotrina (Araujo, 2021)

- **Gusano blanco** (*Premnotrypes vorax*)

En estado de larvas, se encuentran en los tubérculos formando galerías. En estado de adultos, proliferan desde la elaboración del suelo hasta los 45 días de próximo de que emergen, y de 30 a 90 días después de la cosecha. Atacan a todas las variedades de papa y pueden causar grandes pérdidas económicas. Se recomienda realizar un manejo integrado para eliminar la mayor cantidad de adultos y evitar su reproducción.

Después de sembrar, cuando el 80% de las plantas haya emergido, realice la primera aplicación de insecticida. De persistir los daños, aplique a los 40, 60 y 90 días con: fipronil (2 cc/l de agua), lambdacialotrina + tiametoxam (1.25 cc/l de agua), triflumuron (1.5 cc/l de agua) o diflubenzuron (1.5 cc/l de agua). (Araujo, 2021)

- **Trips** (*Frankliniella tuberosi*)

Son insectos infantes, de 1 a 2 mm de longitud, delgados, que se alimentan del contenido celular del envés de las hojas. La planta se debilita las hojas secándose y la planta reduce su rendimiento. Este caso severo las plantas pueden secarse. Los trips también transmiten virus de la marchitez apical del tomate (Araujo, 2021)

2.6.2. Enfermedades

- **Punta morada** (*Bactericera cockerelli)*

La punta morada es una de las enfermedades más comunes en cultivo de papa, debido a que afecta el desarrollo de la planta y la formación de bulbos. Los síntomas más comunes son el enanismo, tubérculos delgados, acortamiento entre los nudos, hojas enrolladas cloróticas o moradas y brotación de tubérculos aéreos. Debido a esta enfermedad en rendimiento de la producción puede reducir hasta el 100%, lo cual provoca pérdidas económicas (Méndez, 2023).

- **Tizón tardío** *(Phytophtora infestans)*

Es una enfermedad peligrosa en cultivo de papa, ya que afecta a las hojas produciendo lesiones más o menos circulares con anillos concéntricos de color marrón oscuro, en tallos presenta lesiones en la parte superior de la planta, en tubérculos al crecer un ligero raspado, por debajo de la piel afecta el tejido que es de color marrón. Cuando hay condiciones favorables, esta enfermedad se propaga desde las hojas inferiores a las hojas superiores. Control; Mancozeb, Clorotalonil, Caldo bordeles + Mancozed, Mancozed + Metalaxil, Sulfato de cobre petahidratado, Cimoxanil (Santillan, 2024).

- **Tizón temprano** (*Alternaria solani)*

Es un hongo patogénico de mucha importancia en la papa. Normalmente, se presenta en la segunda mitad del ciclo del cultivo, sobre todo en las plantas desnutridas, atacadas con otro hongo o insecto, mal regadas o cualquier situación de debilidad de la planta - en términos generales se puede decir que es un hongo oportunista. El hongo ataca los tallos y hojas y no los tubérculos. En las hojas se presentan pequeñas manchas circulares de color café frecuentemente rodeadas de un halo amarillo. Las manchas tienen la característica de tener anillos concéntricos

de color oscuro. Usualmente las manchas aparecen en las hojas más viejas y de éstas suben al resto de la planta (Jiménez, 2021).

- **Rhizoctononia** (*Rhizoctonia solani)*

Es una enfermedad endémica al cultivo de la papa que provoca importantes pérdidas, sobrevive de una temporada a otra en el suelo y sobre los tubérculos-semilla. Este es un hongo del suelo y su daño lo hace del cuello hacia abajo (afectando tallos en su parte subterránea, estolones y tubérculos. Los suelos húmedos y un poco fríos favorecen su desarrollo, ataca tallos en su parte subterránea, estolones y tubérculos (Noroña, 2021).

2.7. Variedades de papa

En el Ecuador consta de una gran variedad de especies originarias o nativas de papas y las cuales se cultivan más de 400 variedades, pero existe una gran desventaja en su comercialización ya que solo alrededor de 20 tienen presencia comercial en los mercados y son distribuidas solo en las provincias de la sierra central del país porque carecen de total desconocimiento por parte los comerciantes y consumidores (Yucailla, 2020).

2.7.1. Papa chaucha

La papa chaucha es una de las variedades poca conocidas y comercializadas, su producción se puede dar con clima frio con un promedio de 15°C con altitudes que pueden llegar 2500 msnm que es en la región Sierra del Ecuador, sus tubérculos poseen una contextura alargada con un color amarillo pálido con pulpa amarillenta, la planta llega alcanzar una altura media de unos 50 a 60 cm, sus hojas son compuestas de color verde, su estado vegetativo es corto llevando un periodo de 120 días para su cosecha (Yucailla, 2020).

Características morfológicas

Zonas recomendadas y altitud, valles templados de la sierra, 2.500 a 2.800 m.s.n.m su follaje se desarrolla muy rápido, hojas medianas, planta vigorosa. Tubérculo de representación anulada, tamaño mediano, poco uniforme, piel amarilla intensa y lisa, ojos medianos y pulpa de color amarillo intenso. Maduración a 3.000 m de

altitud muy temprana (90 días) su consumo en fresco: Sirve como acompañante de platos típicos (Chigue & Saracay, 2021).

2.8. Importancia

En el Ecuador, la papa es uno de los cultivos de mayor demanda en el consumidor y en el sector agrícola es un cultivo de referencia principalmente en la región sierra. Las condiciones de clima y suelo en esta región hacen que sea favorable su siembra y posterior cosecha. Además, la papa (*Solanum tuberosum*) tiene su importancia como un producto con mayor consumo a nivel global, ubicándole como uno de los cultivos con altos índices de producción en todo el mundo (Velastequí, 2022).

2.9. Cosecha

En Ecuador, los productores suelen dejar los cultivos de papa en el campo hasta que la planta muestra signos de senescencia, lo que se evidencia cuando los tallos se inclinan y las hojas adquieren un tono amarillento. No obstante, es importante considerar el uso que se le dará a la cosecha. Para el mercado de consumo en fresco, los aspectos fundamentales a tener en cuenta son el tamaño, la forma y la apariencia del tubérculo. Al término de la madurez de la planta se procedió a realizar la cosecha. Con una azadilla se procede a cavar para extraer la planta con los tubérculos, se desprenden los tubérculos de la planta y se clasifican en 4 categorías de acuerdo al tamaño, a la vez los tubérculos clasificados se van colocando en sacos para su transporte y venta (Chigue & Saracay, 2021).

2.10. Pos-cosecha

2.10.1. Periodo de curación

Los tubérculos cosechados se preparan en zonas resguardadas de factores ambientales adversos, organizándolos en montones o apilamientos protegidos y cubiertos con paja o restos de avena para su proceso de curado, el cual tiene una duración de 15 a 20 días. Este periodo de curación tiene como propósito cicatrizar las heridas ocasionadas durante la cosecha y el transporte, facilitar el secado y retirar la tierra que pueda estar adherida a los tubérculos, además de identificar posibles signos de pudrición. Esta etapa resulta crucial para llevar a cabo una correcta selección y clasificación. (Rojas & Seminario, 2019).

2.10.2. Selección y clasificación

Es preciso que la selección de la papa se realice en un sitio bajo sombra. Una selección cruel es sinónimo de calidad. Es necesario separar aquellos tubérculos enfermos, podridos y los que se encuentran claramente dañados. Con la selección el material se debe catalogar atendiendo el peso y tamaño de los tubérculos, siguiendo las requerimientos del mercado (Chigue & Saracay, 2021).

2.11. Fertilización edáfica

La aplicación de fertilizantes en el cultivo de papa es un trabajo agronómicamente importante para lograr beneficios de tubérculos de calidad; sin embargo, es esencial tener en cuenta que el rendimiento no depende únicamente de la fertilización, ya que también son influenciados por otras prácticas de manejo tales como las condiciones de suelo y el clima. Pese a la alta demanda de nutrientes, en especial el N-P-K a lo largo de todo el ciclo del cultivo, la aplicación excesiva de fertilizantes provocar efectos negativos en el medio ambiente derivando en la reducción de la rentabilidad del cultivo (López, 2023).

Para lograr una fertilización efectiva en el cultivo de papas se debe considerar la compleja interacción de diversos factores biológicos, físicos y químicos, combinadas con las condiciones ambientales que incluye el suelo, agua y planta, esta compleja relación dificulta la fertilización precisa. Sin embargo, es posible acercarse a una fertilización adecuada si se lleva a cabo unos estudios químicos del suelo que facilite información sobre la fertilidad del suelo de un lugar específico. La fertilización del cultivo de papa presenta variaciones significativas en cada provincia y deprende de la economía de los agricultores, así como de los desiguales tipos de suelo, su origen y manejo.

El cultivo de papa chaucha requiere valiosos aportes nutricionales a la planta, la obtención de un beneficio de 56 t/ha se requiere cerca de 300, 100 y 500 kg/ha de N, P2O5 y K2O, equitativamente. Esto explica la razón por la que necesario utilizar fertilizantes para obtener rendimientos satisfactorios (Cruz, 2019).

2.12. Valor nutricional de la papa

La papa representa un gran valor en su consumo se estima que ronda los 20-30 kg por persona al año, con un dato de 25 kg en 2020 , siendo el principal que es su producción de clima frio, la papa conlleva un lugar importante dentro de la economía siendo la subsistencia por parte de los agricultores a grandes alturas, este tubérculo posee propiedades nutricionales la cual aporta uno de los principales carbohidratos seguida por, proteínas y fibras, además de eso aporta vitaminas como el B1, B3, B6, C y los minerales como el magnesio, hierro, calcio, potasio y fosforo

Las papas poseen componentes muy importantes la cual esto demuestra que es indispensable en la dieta humana y facilitar la digestibilidad, la papa es conocido como uno de los alimentos más completos, ya que aporta sustancias inactivas que presentan actividades antioxidantes (Yucailla, 2020).

2.13. Benefició costo

Es el resultado del análisis costo-beneficio (ACB), una metodología que cuantifica los costos y beneficios de un proyecto, política o decisión para determinar si sus beneficios netos superan sus costos netos, generalmente en términos monetarios, con el fin de evaluar su conveniencia y viabilidad. El resultado final es una relación o ratio que indica la rentabilidad del proyecto, ayudando en la toma de decisiones. Se basa en la idea de que todas las decisiones implican tanto beneficios (lo que se gana) como costos (lo que se pierde o se renuncia (Morales, 2021)

2.14. Fertilizantes edáficos

10-30-10

Fertilizante edáfico perfecto para las etapas iniciales en la mayoría de los cultivos pues posee una elevada concentración de Fósforo que le admite a la planta crecer vigorosamente y madurar más temprano que las plantas que no lo tienen debido a que fomenta el enraizamiento, floración y macollamiento de los cultivos.

Siembra 10-30-10 aporta Nitrógeno que forma parte de la clorofila, coenzimas, ácidos nucleicos y proteínas; Fósforo que se destaca en la generación de energía; Potasio encargado de activar la fotosíntesis, translocación de carbohidratos, síntesis

de proteínas; Calcio que es el componente de la pared celular; Magnesio que forma parte de la clorofila; Azufre un constituyente de las proteínas vegetales; Silicio que facilita la transportación de nutrientes desde el suelo hacia los lugares fotosintéticos y de almacenamiento.

Carga mineral

Nutriente	**Concentración**
Nitrógeno Total (N)	10%
Fósforo (P2O5)	30%
Potasio (K2O	10%
Calcio (CaO)	4%
Magnesio (MgO)	1%
Azufre (S)	4%
Silicio (Si)	2% (Producto, 2021).

15-15-15

Fertilizante edáfico que presenta una fórmula balanceada de Nitrógeno, Fósforo y Potasio, elementos necesarios para la apropiada nutrición de los cultivos en las etapas de inicio o arranque, al estimular el desarrollo precoz de las raíces, el crecimiento de la planta y fomentar la producción de frutos y semillas.

Nutriente	**Concentración**
Nitrógeno Total (N)	15%
Fósforo (P2O5)	15%
Potasio (K2O)	15%
Calcio (CaO)	7%
Azufre (S)	4.3%

Nutriente	Concentración
Silicio (SiO2)	7%
Boro (B)	0.01%
Zinc (Zn)	0.01%
Manganeso (Mn)	0.01%
Molibdeno (Mo)	0.015%

(*Agri*, 2021)

8-20-20

Fertilizante edáfico con elevada concentración de macronutrientes como Nitrógeno, Fósforo y Potasio, y micronutrientes como Azufre, Calcio y Magnesio, elementos esenciales para lograr la máxima producción de los cultivos, al aumentar el peso de los granos y frutos, y generar un alto índice de área foliar, haciendo a éstos más azucarados y de mejor conservación**.**

Siembra 8-20-20 aporta Nitrógeno que forma parte de la clorofila, coenzimas, ácidos nucleicos y proteínas; Fósforo que se destaca en la generación de energía; Potasio encargado de activar la fotosíntesis, translocación de carbohidratos, síntesis de proteínas; Calcio que es el componente de la pared celular; Magnesio que forma parte de la Granulometría clorofila; Azufre un constituyente de las proteínas vegetales.

Nutriente	Concentración
Nitrógeno Total (N)	8%
Fósforo (P2O5)	20%
Potasio (K2O)	20%
Calcio (CaO)	6%
Magnesio (MgO)	1%
Azufre (S)	3%

Silicio (Si) 1% (*Agri*, 2021)

18-46-00

Es el fertilizante solido fosfatado más utilizado. Por su alta concentración de nutrientes primarios N (18%) y P (46%), la relación costo-beneficio es muy positiva en cuanto a aporte de nutrientes totales (64%). Es altamente soluble y por lo tanto se disuelve rápido en el suelo para su liberación de fosfato y amonio de disponibilidad para las plantas. Por su alto aporte de nutrientes primarios, el DAP es un fertilizante ideal para ser aplicado solo o en mezclas. Dado su alto aporte de Fosforo (46%) es un componente imprescindible para la elaboración de fórmulas balanceadas de fertilización (mezclas físicas) (Fertimax, 2019)

Es recomendable ser aplicado en los programas de fertilización, de manera especial en las etapas de establecimiento de los cultivos (siembra y/o trasplante), ya que, por tener solo una molécula de amonio, la liberación de amoníaco es menos agresiva con semillas duren el proceso de germinación y sobre plántula reciente trasplantadas. El DAP es un fertilizante que se adapta a la siembra de cultivos y en suelos con necesidades altas de fósforo y medias de nitrógeno, por lo que la cantidad aplicada debe basarse en los requerimientos del cultivo y aportes del suelo (Fertimax, 2019)

Sulpomag

Es un edáfico compuesto, de aplicación al suelo. Su aporte balanceado de nutrientes primarios y secundarios Potasio, Magnesio y Azufre (22-17-13) responde la homogeneidad y similitud en la aplicación. Fertilizante edáfico de granulometría homogénea, facilita el transporte, almacenamiento y aplicación de manera manual o mecánica. El alto contenido de alimentos primarios y secundarios hace, un fertilizante compuesto ideal para ser aprovechado solo o en mezclas. Se puede utilizar en cualquier etapa fenológica en la mayoría de los cultivos, suministra una fuente adecuada de potasio, magnesio y azufre, nutrientes indispensables para el normal desarrollo vegetativo, floración y producción de las plantas. Incrementa el rendimiento de los cultivos (Agri, 2021)

Urea

Urea, también conocida como carbamida, es el nombre del ácido carbónico de la di-amida cuya fórmula química es (NH2)2CO. Es una sustancia nitrogenada derivada por algunos seres vivos como medio de expulsión del amoníaco, el cuál es altamente tóxico para ellos. En los animales se halla en la sangre, orina, bilis y sudor. La urea se presenta como un sólido cristalino y blanco de forma esférica o granular. Es una sustancia higroscópica, es decir, que tiene la capacidad de absorber agua de la atmósfera y presenta un ligero olor a amoníaco. Comercialmente la urea se presenta en pellets, gránulos, o bien disuelta, dependiendo de la aplicación.(Slayter, 2019)

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación de la investigación

La presente investigación se realizará en la Provincia de Bolívar, Cantón Guaranda, Parroquia Guanujo en la Localidad de Guantug Coto.

Situación geográfica y edafoclimáticas

Altitud	3164 msnm
Latitud	1°34'02.5"S
Longitud	79°03'15.3"W
Temperatura máxima	21°C
Temperatura mínima	12ºC
Temperatura media anual	15ºC
Precipitación media anual	1200 mm
PH	6,43
Tipo de suelo	Franco arcilloso

Fuente: (INAMHI Guantug Coto, 2025).

Zona de vida

La zona de vida corresponde a la región montañoso templado (m-t). Varía desde los páramos fríos según. (Holdrige, 1979)

3.2. Metodología

3.2.1. Material en estudio

Papa variedad chaucha- fertilizantes químicos edáficos.

3.2.2. Factores en estudio

FA: Densidades de siembra.

A1: 1 tubérculo

A2: 2 tubérculos

FB: formulaciones químicas edáficas

B1: 15-15-15

B2:18-46-00

B3: 8-20-20

B4: Testigo (10-30-10)

3.2.3. Tratamientos

Tratamientos	Código	Detalle
T1	A1B1	(1 tubérculo + 15 - 15 - 15)
T2	A1B2	(1 tubérculo + 18 - 46 - 00)
T3	A1B3	(1 tubérculo + 8 - 20 - 20)
T4	A1B4	(1 tubérculo +10+30+10) Testigo
T5	A2B1	(2 tubérculos por sitio + 15 - 15 - 15)
T6	A2B2	(2 tubérculos por sitio +18 - 46 - 00)
T7	A2B3	(2 tubérculos por sitio + 8 -20-20)
T8	A2B4	(2 tubérculos por sitio + 10+30+10) Testigo

3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico

Se empleó un Diseño de Bloques Completos al Azar en arreglo factorial 2 x 4, con 3 repeticiones.

3.2.5. Manejo del experimento

- **Selección del lote**

El lote donde se realizó la presente investigación cumplió con los siguientes aspectos: no se cultivó papas el ciclo anterior y presentaba buenas condiciones de acceso.

- **Análisis de suelo**

Al inicio del ensayo se tomó varias submuestras de las parcelas de diferentes lugares con una profundidad de 0.50 cm con la ayuda de una pala, balde y una funda siplok la submuestra se mezcló homogéneamente, hasta generar una muestra de 1 kg y se

envió al laboratorio Suelos y Aguas de la Estación Experimental Santa Catalina – INIAP.

- **Preparación del suelo**

Se desarrolló la preparación del suelo con la ayuda de una maquinaria agrícola con una pasada de arado y una de rastra para romper los terrones de forma manual.

- **Obtención de semilla**

Para la obtención de las semillas se realizó comprando previamente a los agricultores del mercado del cantón Guaranda con un estadio de brotación múltiple, no tener antecedentes de ataque de punta mora y un buen estado sanitario.

- **Distribución de la unidad experimental**

Esta labor se efectuó de acuerdo al mapa de campo previamente antes establecido según el diseño a aplicar, dividiendo el ensayo por medio de estacas, piola y cal agrícola misma que consto de ocho tratamientos y tres repeticiones con un total de 24 unidades experimentales.

- **Siembra y fertilización**

Se sembró a 0,50 tomando en cuenta que en la repetición uno en los tratamientos 1, 3, 5, y 7 se empleó un tubérculo por sitio, mientras que en los tratamientos 2, 4, 6 y 8 se empleó dos tubérculos por sitio de siembra.

Factor B Fertilizantes	**Fuente**	**Dosis kg/ha**	**Dosis g/planta**
B1	15-15-15	240	12
	SULPHOMAG	80	4,00
	UREA	136	6,8
	MURIATO	240	12
B2	18-46-00	80	4
	SULPHOMAG	80	4
	UREA	176	8,80
	MURIATO	304	12,4
B3	8-20-20	160	8
	SULPHOMAG	80	4
	UREA	180	9
	MURIATO	252	12,6
B4 (Testigo)	10-30-10	475	23,75

- **Control de malezas**

Se realizó de forma manual con la ayuda de un azadón cuando existía una presencia de un 25 % de incidencia de malezas.

- **Control de plagas y enfermedades**

Para el control de plagas se aplicó un control químico mediante la utilización cipermetrina 250 cc/ha, y para el control de enfermedades se efectuó control químico con la utilización mancozed 2 kg/ ha, Thiamethoxam 141g/l, Cymoxanil 30% + Famoxadone 22.5% (300 + 225 gr/kg), según la presencia de plagas y enfermedades.

- **Fertilización**

Se aplicó una fertilización de base mediante la utilización de un fertilizante compuesto 15-15-15, 18-46-00, 8-20-20 más sulfomag y el testigo 10-30-10 más micro elementos, en dosis de 360 kg/ha.

Requerimiento kg/ha	**Para un rendimiento de 20 t/ha**				
	N	**P**	**K**	**Mg**	**S**
	123,2	**45**	**247**	**17**	**13**
	Fuente		**Dosis kg/ha**	**canti/ gramos/planta**	
T1					
Aplicación 1	15-15-15		240		12,00
	SULPHOMAG		80		4,00
Aplicación 2	UREA		136		3,6
	MURIATO DE K		240		6,00
Aplicación 3	UREA		136		3,2
	MURIATO DE K		240		6,00
T2					
Aplicación 1	18-46-00		80		4,00
	SULPHOMAG		80		4,00
Aplicación 2	MURIATO		304		8,00
	UREA		176		4,40
Aplicación 3	MURIATO		304		7,20
	UREA		176		4,40
T3					
Aplicación 1	8-20-20		160		8,00
	SULPHOMAG		80		4,00

Aplicación 2	UREA	180	4,60
	MURIATO	252	6,40
Aplicación 3	UREA	180	4,40
	MURIATO	252	6,20
T4			
Aplicación 1	10-30-10	123,2	6,12
Aplicación 2		163,8	8,19
Aplicación 3		188	9,4

- **Aporque**

Se realizó de forma manual con la ayuda de un azadón juntando la tierra alrededor de cada planta, y además en este proceso se realizó la fertilización complementaria para cumplir con los requerimientos nutricionales de la planta.

- **Riego**

Por las condiciones climáticas presentes durante el desarrollo del cultivo se incorporó riego procurando obtener uniformidad y no generar desfases de crecimiento en el cultivo

- **Cosecha**

Se realizó cuando el cultivo presento madurez fisiológica de forma manual con la ayuda de un azadón y costales de yute para su posterior clasificado de acuerdo a la categoría.

- **Post-cosecha**

Actividad que se realizó una vez concluida la cosecha, en donde se procedió a seleccionar y clasificación de los tubérculos de acuerdo a la categoría de comercialización: comercial, semilla 1

3.2.6. Métodos de evaluación (variables respuesta)

- **Días a la emergencia (DE)**

Se registró mediante observación directa, contando los días desde el momento de la siembra hasta cuando más del 50% de los brotes presento dos o más hojas

verdaderas, contando las plantas emergidas y relacionando con el número de tubérculos sembrados y sus resultados se expresará en días.

- **Días a floración (DF)**

Se evaluó mediante la observación directa, contando los días desde el momento de la siembra hasta cuando más del 50% de las plantas presento floración y sus resultados se expresaron en días.

- **Número de tallos por planta (NTP)**

En plantas completamente al azar de cada unidad experimental se contó el número de tallos totales presentes en las plantas seleccionadas y sus resultados se registraron en promedios de tallos por planta.

- **Altura de la planta (AP)**

Dato que se tomó en plantas al azar de cada unidad experimental con la ayuda de un flexómetro, desde la inserción del tallo hasta el ápice terminal de la planta, cuando la misma alcanzo su máxima altura al momento de floración y sus resultados se expresaron en centímetros.

- **Incidencia de plagas y enfermedades (IPE)**

Será evaluó en diferentes etapas fenológicas del cultivo desde el momento de la siembra hasta que presento madurez fisiológica y se calculó mediante la siguiente formula de la incidencia.

$$IPE = \frac{Numero\ de\ plantas\ infectadas}{\text{Numero de plantas totales}} \text{ X } 100$$

- **Días a la cosecha (DC)**

Parámetro que se registró contando los días desde la siembra hasta cuando la planta presento madurez fisiológica, tomando como resiliencia el 50% de la parcela madura y sus resultados se registraron en días; tomando como referencia el 50% de la parcela madura.

- **Número de tubérculos por planta (NTP)**

Se evaluó en 10 plantas al azar de cada unidad experimental cuando el cultivo alcanzo su madurez fisiológica y se contó los tubérculos existentes en las mismas para estimar su promedio.

- **Peso de tubérculos por planta (PTP)**

Dato que se evaluó en plantas completamente al azar de cada unidad experimental, pesando el total de tubérculos existentes en las mismas y sus datos se registraron en kilogramos por planta, previamente una vez calculado su promedio.

- **Peso de campo por parcela (PCP)**

Una vez que alcanzo el cultivo su madurez fisiológica se cosechó cada una de las unidades experimentales y con la ayuda de una balanza se pesó la totalidad de los tubérculos y se expresó en kg/parcela; clasificando previamente los tubérculos por categorías de tamaños (primera, segunda,).

- **Rendimiento por hectárea (R)**

Se desarrolló mediante la relación de la producción de peso de campo parcela, obtenida en cada una de las unidades experimentales mediante la aplicación de la ecuación matemática, y los datos se registran en kilogramos por hectárea.

$$\mathbf{R = PCP * (10000/ANC)}$$

R= rendimiento

PCP= Peso de campo por parcela

ANC= Área neta cosechada

- **Relación beneficio/costo**

Se realizó el análisis económico de cada tratamiento mediante una relación beneficio/ costo, para lo cual se determinó los costos de producción del cultivo en cada tratamiento.

3.2.6. Análisis de datos

Definir las pruebas estadísticas inferenciales aplicadas a través de un software de soporte para el análisis de datos. En esta sección se deberá incluir el anexo donde se encuentra la base de datos del proyecto de investigación.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Interpretación de resultados

Tabla 1

Resultado del análisis de varianza para días a la emergencia (DE)

F.V	SC	Gl	CM	F	p-valor	CV%
Modelo	66,67	9	7,41	3,89	0,0116	4,65
R	37,33	2	18,67	9,80	0,0022	
FA	0,00	1	0,00	0,00	>0,9999	
FB	29,33	3	9,78	5,13	0,0133	
FA*FB	0,00	3	0,00	0,00	>0,9999	
Error	26,67	14	1,90			
Total	93,33	23				

Según los resultados del análisis de varianza para los días a la emergencia, se determinó que el factor B**,** correspondiente a las formulaciones edáficas**,** presentó un efecto significativo ($p < 0,01$). En contraste, el factor A y la interacción A×B, no mostraron significancia estadística, lo que indica que la variación en los días a la emergencia depende principalmente del tipo de formulación química incorporada al suelo durante la siembra. El análisis mostró además un coeficiente de variación de 4.65%.

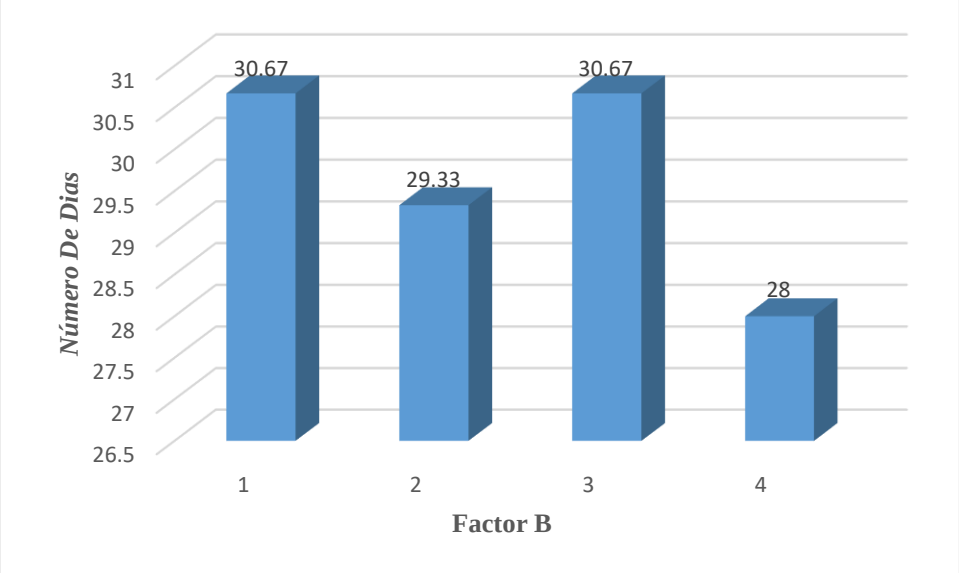
Tabla 2

Resultados de la prueba de Tukey, para FB en días a la emergencia (DE)

FB	Medias	Rangos	
1	30,67	A	
3	30,67	A	
2	29,33	A	B
4	28,00		B

Figura 1

Resultados de la prueba de Tukey, para FB para días a la emergencia (DE)



Los resultados de la prueba de Tukey al 5% para los días a la emergencia, aplicada al factor B (fuentes edáficas), indican que la respuesta se obtuvo con la formulación 10-30-10 (testigo)**,** con un promedio de 28 días a la emergencia, tal como se observa en la Figura 1. Esto permite inferir que los días a la emergencia sí estuvieron determinados por la fuente edáfica incorporada al momento de la siembra, destacándose especialmente aquellas formulaciones con mayor contenido de fósforo, las cuales contribuyeron a reducir el tiempo de emergencia.

Los fertilizantes edáficos influencia de manera directa en la emergencia del cultivo de papa al suministro de forma equilibrada y oportuna nutriente esencial como nitrógeno, fosforo y potasio. La disponibilidad adecuada de estos favorece el vigor inicial de las plántulas y estimula un desarrollo radicular robusto, loque se traduce en una emergencia más rápida y uniforme así mismo la calidad y correcta aplicación del fertilizante permite una nutrición homogénea en el suelo, condición que promueve un crecimiento saludable desde las primeras etapas, optimizando el establecimiento del cultivo contribuyendo a un mayor rendimiento (Perera, 2021).

Tabla 3

Resultado del análisis de varianza para días a la floración (DF)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	CV%
Modelo	126,00	9	14,00	2,33	0,0752	3,24
R	12,00	2	6,00	1,00	0,3927	
FA	0,00	1	0,00	0,00	>0,9999	
FB	114,00	3	38,00	6,33	0,0062	
FA*FB	0,00	3	0,00	0,00	>0,9999	
Error	84,00	14	6,00			
Total	210,00	23				

De acuerdo con los resultados del análisis de varianza para los días a la floración, se determinó que el factor B, correspondiente a las formulaciones edáficas**,** presentó un efecto altamente significativo ($p < 0,01$**).** En contraste, el factor A y la interacción A×B no mostraron significancia estadística, lo que indica que la variación en los días a la floración depende principalmente del tipo de formulación incorporada al suelo. El coeficiente de variación fue de 3.24%.

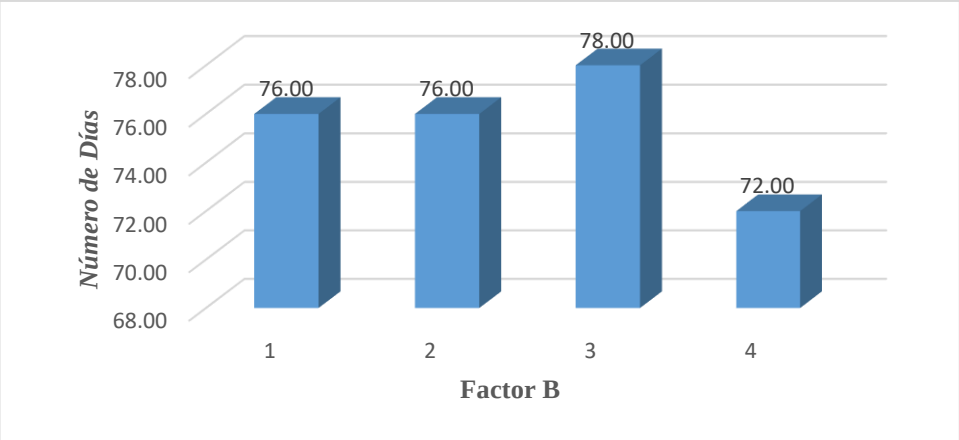
Tabla 4

Resultados de la prueba de Tukey, para FB en días a la floración (DF)

FB	Medias	Rangos	
3	78,00	A	
2	76,00	A	B
1	76,00	A	B
4	72,00		B

Figura 2

Resultados de la prueba de Tukey, para FB para días a la floración (DF)



Los resultados de la prueba de Tukey al 5% para los días a la floración, aplicada al factor B (fuentes edáficas), determinaron que la mejor respuesta se obtuvo con la formulación 10-30-10 (testigo)**,** alcanzando un promedio de 72 días a la floración**,** como se observa en la Figura 2**.** Estos resultados confirman que las fuentes edáficas sí influyeron en el tiempo de floración, destacándose especialmente aquellas con alto contenido de fósforo, nutriente que acelera el desarrollo radicular y los procesos de división celular en la papa, favoreciendo así una floración más rápida y un mejor establecimiento del cultivo.

El uso de distintas fuentes de fertilizantes edáficos en el cultivo de papa influye en los días a la floración debido al balance y la disponibilidad de nutrientes esenciales, principalmente nitrógeno, fosforo y potasio. El nitrógeno promueve un crecimiento rápido y vigoroso mientras que el fosforo estimula el desarrollo radicular y acelera procesos fisiológicos asociados la floración. La calidad y uniformidad en la aplicación del fertilizante garantizando una nutrición equilibrada, favorece una floración más homogénea y constituye a un mejor rendimiento del cultivo. Diversos estudios señalan que una fertilización oportuna y balanceada modifica positivamente el momento de floración y la productividad de la papa (Pijungo, 2020).

Tabla 5

Resultado del análisis de varianza para número de tallos (NT)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	CV%
Modelo	50,88	9	5,65	3,94	0,0110	12,89
R	36,58	2	18,29	12,75	0,0007	
FA	0,04	1	0,04	0,03	0,8671	
FB	11,46	3	3,82	2,66	0,0885	
FA*FB	2,79	3	0,93	0,65	0,5967	
Error	20,08	14	1,43			
Total	70,96	23				

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza para número de tallos puede determinar que el factor A, en relación a las densidades de siembra, la respuesta del factor B de formulaciones edáficas e interacción A*B fueron no significativos con un p-valor > 0.05, un coeficiente de variación de 12.89%.

Tabla 6

Resultado del análisis de varianza para incidencia de plagas (IP)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	CV%
Modelo	180,71	9	20,08	0,54	0,8256	39,07
R	30,27	2	15,14	0,40	0,6753	
FA	22,14	1	22,14	0,59	0,4549	
FB	118,18	3	39,39	1,05	0,4008	
FA*FB	10,12	3	3,37	0,09	0,9644	
Error	524,67	14	37,48			
Total	705,38	23				

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza para incidencia de plagas puede determinar que el factor A, en relación a las densidades de siembra, la respuesta del factor B de formulaciones edáficas e interacción A*B fue no significativa con un p- valor > 0.05, con un coeficiente de variación de 39.07%.

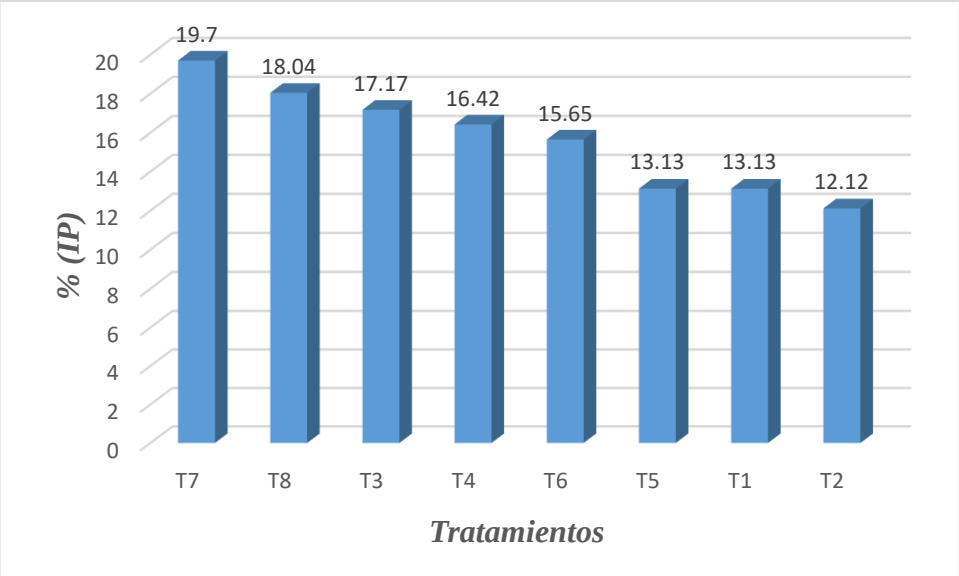
Tabla 7

*Resultados de la prueba de Tukey, para FA*FB en incidencia de plagas (IP)*

FA	FB	Medias	Rangos
2	3	19,70	A
2	4	18,04	A
1	3	17,17	A
1	4	16,42	A
2	2	15,65	A
2	1	13,13	A
1	1	13,13	A
1	2	12,12	A

Figura 3

*Resultados de la prueba de Tukey, para FA*FB para incidencia de plagas (IP)*



Según el análisis de la prueba de Tukey al 5%, se establece una categoría de respuesta entre los tratamientos evaluados. Se observa una mayor resistencia al ataque de plagas en los tratamientos T2 y T1, correspondientes a una densidad de un tubérculo por sitio de siembra y al uso de fuentes edáficas 15-15-15 y 18-46-00, con promedios de incidencia de 12.12% y 13.13%, respectivamente. En contraste, los tratamientos con mayor incidencia de plagas son T8 y T7, aplicados a una densidad de dos tubérculos por sitio de siembra y con la incorporación de 8-20-20 y 10-30-10 (testigo), registrado promedios de 18.04% y 19.7% de ataque de plagas.

Se determina que, en este parámetro de evaluación, el ataque de plagas no depende de las densidades de siembra y de la fuente edáfica incorporada al momento de la siembra.

Es importante anotar que todos los tratamientos superan el umbral de daño económico y su respuesta es las más condicionada al manejo y el control de las plagas, que a su nutrición.

Los fertilizantes compuestos fortalecen la planta de papa al aportar nutrientes esenciales que promueven un crecimiento saludable y potencia sus defensas naturales. Uno de los efectos observados en este experimento es el incremento de la resistencia frente a las plagas y daños la causa de ello está en los elementos aplicados como el potasio, calcio, boro y silicio que refuerzan la estructura física y funcional de la planta. El cultivo obtenido y catalogado por esta investigación como nutrido mantiene mejor salud, lo que disminuye la vulnerabilidad a ataques biológicos y condiciones adversas. Además, una fertilización equilibrada mejora el tamaño, calidad y peso de los tubérculos, a la vez que aumenta la resistencia a enfermedades y heladas (Morales, (2021)

Tabla 8

Resultado del análisis de varianza para incidencia de enfermedades (IE)

F.V	SC	Gl	CM	F	p-valor	CV%
Modelo	424,86	9	47,21	1,63	0,1983	35,99
R	6,52	2	3,26	0,11	0,8942	
FA	130,06	1	130,06	4,50	0,0523	
FB	241,48	3	80,49	2,78	0,0797	
FA*FB	46,80	3	15,60	0,54	0,6631	
Error	404,88	14	28,92			
Total	829,75	23				

Los resultados del análisis de varianza para incidencia de enfermedades permiten determinar que el factor A, en relación a las densidades de siembra, el factor B de formulaciones edáficas y la interacción A*B fue no significativa con un p- valor > 0.05. Esto indica que las fuentes edáficas en estudio y la densidad no influenciaron sobre la incidencia, con un coeficiente de variación de 35.99%.

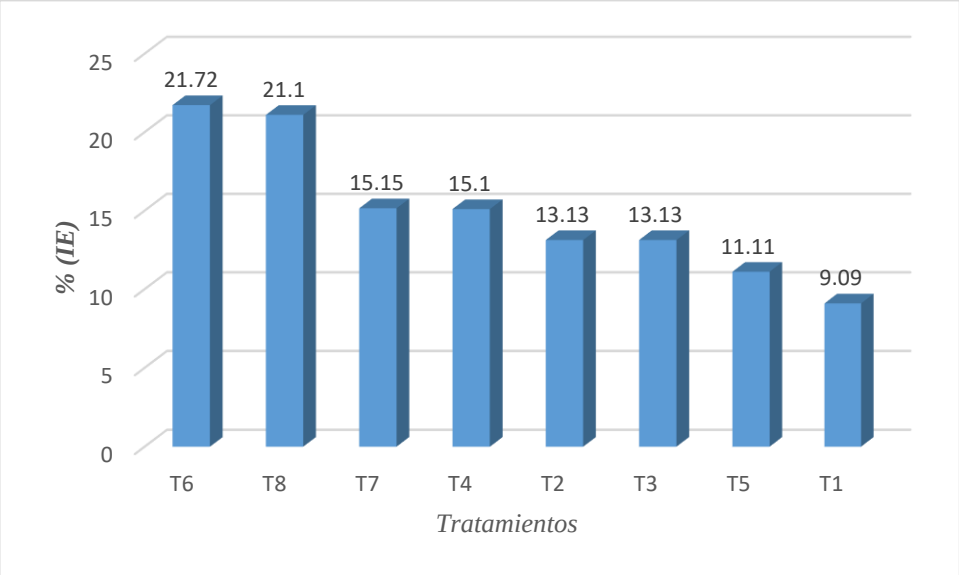
Tabla 9

*Resultados de la prueba de Tukey, para FA*FB en incidencia de enfermedades (IE)*

FA	FB	Medias	Rangos
2	2	21,72	A
2	4	21,10	A
2	3	15,15	A
1	4	15,10	A
1	2	13,13	A
1	3	13,13	A
2	1	11,11	A
1	1	9,09	A

Figura 4

*Resultados de la prueba de Tukey, para FA*FB para incidencia de enfermedades (IE)*



Mediante el análisis de la prueba de Tukey al 5%, se establece una categoría de respuestas para los tratamientos en estudio, observando numéricamente una mayor resistencia a las enfermedades en los tratamientos T1, T5, correspondientes a densidades de uno y dos tubérculos por sitio de siembra y la utilización de fuente edáfica de 15-15-15 con un promedio de 9.09 y 11.11% respectivamente. En contraste, los tratamientos con mayor incidencia de enfermedades T8, T6 aplicados a una densidad de dos tubérculos por sitio de siembra y con la incorporación de 18-

46-20 y 10-30-10 (testigo), registrando con promedios de 21,1 y 21.72 % de ataque de enfermedades.

Infiriendo que, en este parámetro, la susceptibilidad del ataque de enfermedades no depende de la densidad de siembra, y la fuente edáfica. Tal como se observa en la (figura 4) es importante anotar que la incidencia es moderadamente alta, pero debido al manejo agronómico se ha establecido controlar.

Los fertilizantes edáficos la resistencia de las plantas a enfermedades al mejorar su nutrición y actividad sus defensas naturales nutrientes como fosforo, potasio, calcio, azufre, boro, zinc y hierro juegan roles claves: el fosforo favorece el crecimiento radicular y reduce enfermedades de raíz, el potasio regula compuestos que impiden que los patógenos se alimenten, el calcio bloquea enzimas responsables de la infección y el azufre actúan como fungicida natural. Micronutrientes como zinc y boro preservan la integridad celular, dificultando la entrada de patógenos. Así, una nutrición adecuada fortalece las respuestas defensivas de la planta y mejora la salud general del cultivo, disminuyendo la severidad de las enfermedades (Chigue, 2021)

Tabla 10

Resultado del análisis de varianza para altura de la planta (AP)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	CV%
Modelo	402,04	9	44,67	2,35	0,0732	10,99
R	194,60	2	97,30	5,13	0,0214	
FA	40,82	1	40,82	2,15	0,1646	
FB	163,47	3	54,49	2,87	0,0740	
FA*FB	3,15	3	1,05	0,06	0,9822	
Error	265,78	14	18,98			
Total	667,82	23				

Según los resultados del análisis de varianza para altura de la planta se determina que el factor A, en relación a las densidades de siembra, el factor B de formulaciones edáficas e interacción A*B fue no significativa con un p- valor > 0.05, lo que nos determina que las fuentes tuvieron la misma eficiencia en las diferentes densidades de siembra con un coeficiente de variación de 10.99 %.

Tabla 11

Resultado del análisis de varianza para días a la cosecha (DC)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	CV%
Modelo	508,83	9	56,54	17,59	<0,0001	1,47
R	124,33	2	62,17	19,34	0,0001	
FA	0,00	1	0,00	0,00	>0,9999	
FB	384,50	3	128,17	39,87	<0,0001	
FA*FB	0,00	3	0,00	0,00	>0,9999	
Error	45,00	14	3,21			
Total	553,83	23				

Los resultados del análisis de varianza para días a la cosecha se permiten determinar que el factor B, en relación a las formulaciones edáficas presenta un efecto altamente significativo, en cambio el factor A que corresponde a las densidades de siembra e interacción A*B fue no significativa con un p- valor > 0.05, con un coeficiente de variación de 1.47%.

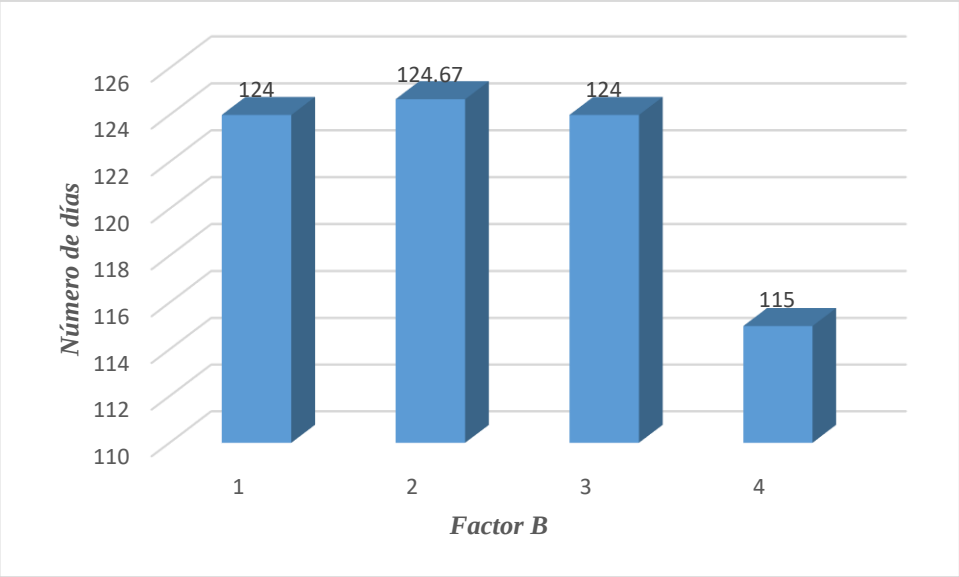
Tabla 12

Resultados de la prueba de Tukey, para FB para días a la cosecha (DC)

FB	Medias	Rangos	
2	124,67	A	
3	124,00	A	
1	124,00	A	
4	115,00		B

Figura 5

Resultados de la prueba de Tukey, para FB para días a la cosecha (DC)



Mediante los resultados de la prueba de Tukey al 5%, para días a la cosecha, correspondiente factor B, en relación a las fuentes edáficas, se determinó que la fuente que otorgó mayor precocidad al cultivo fue el 10-30-10 (Testigo) con 115 días mientras que la fuente 18-46-00 género el mayor ciclo vegetativo, registrando 125 días hasta la cosecha, tal como se observa en la figura 5. Estos resultados evidencian que las fuentes edáficas si influyen en los días a la cosecha, demostrando que cada una de las formulaciones aplicadas se comportó de manera diferente en este parámetro.

Las fuentes edáficas influyen en los días a la cosecha al aportar diferentes balances y cantidades de nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio, los cuales afectan la velocidad de crecimiento y desarrollo del cultivo. La correcta calidad, equilibrio y aplicación oportuna de estos nutrientes generan un desarrollo más uniforme que puede adelantar o retrasar la cosecha, optimizando el ciclo y rendimiento del cultivo. Además, factores climáticos como temperatura, luz y humedad interactúan con la nutrición para influir en el momento de la cosecha, haciendo que la planta responda de acuerdo con las condiciones del suelo y ambiente (Méndez, 2023)

Tabla 13

Resultado del análisis de varianza para número de tubérculos por planta (NTP)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	CV%
Modelo	760,75	9	84,53	5,08	0,0036	11,05
R	225,58	2	112,79	6,77	0,0088	
FA	42,67	1	42,67	2,56	0,1317	
FB	337,50	3	112,50	6,76	0,0048	
FA*FB	155,00	3	51,67	3,10	0,0609	
Error	233,08	14	16,65			
Total	993,83	23				

Según los resultados del análisis de varianza para el número de tubérculos por planta se puede determinar que el factor B, en relación a formulaciones edáficas fue altamente significativo, En cambio, el factor A densidades de siembra e interacción A*B fue no significativa con un p- valor > 0.05, con un coeficiente de variación de 11.05 %.

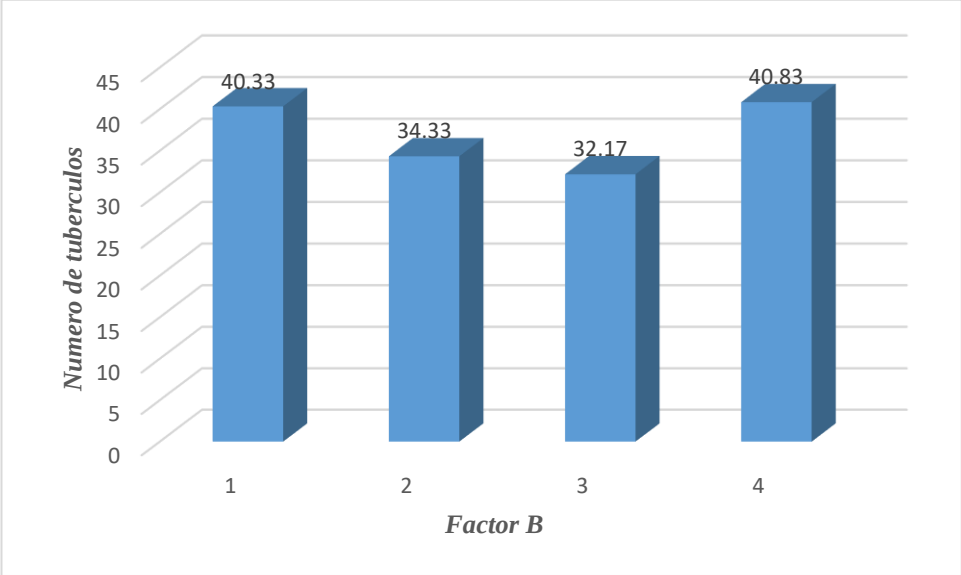
Tabla 14

Resultados de la prueba de Tukey, para FB para número de tubérculos por planta (NTP)

FB	Medias	Rangos	
4	40,83	A	
1	40,33	A	
2	34,33	A	B
3	32,17		B

Figura 6

Resultados de la prueba de Tukey, para FB para número de tubérculos por planta (NTP)



Según los resultados del análisis de la prueba de Tukey al 5%, para el número de tubérculos por planta, correspondiente al factor B, en relación a las fuentes edáficas, se determinó que las fuentes que presentaron mayor promedio fueron 10-30-10 (testigo) con 41 tubérculos y 15-15-15 con 40 tubérculos por planta como nos demuestra (figura 6). Estos resultados indican que las fuentes edáficas incorporadas en la presente investigación se comportaron de diferente manera y las que más sobresalieron fueron las fuentes que mayor estabilidad en su composición química.

Las fuentes edáficas afectan el número de tubérculos por planta al suministrar nutrientes esenciales que favorecen el desarrollo radicular y la formación de estolones, de donde surgen los tubérculos. Un aporte adecuado de nitrógeno, fósforo, potasio y micronutrientes estimula el crecimiento y aumenta tanto la cantidad como el peso de tubérculos por planta. Estudios han demostrado que fertilizantes balanceados y aplicados correctamente pueden incrementar significativamente la producción, contribuyendo a un mejor rendimiento en el cultivo de papa (Rodríguez, 2022)

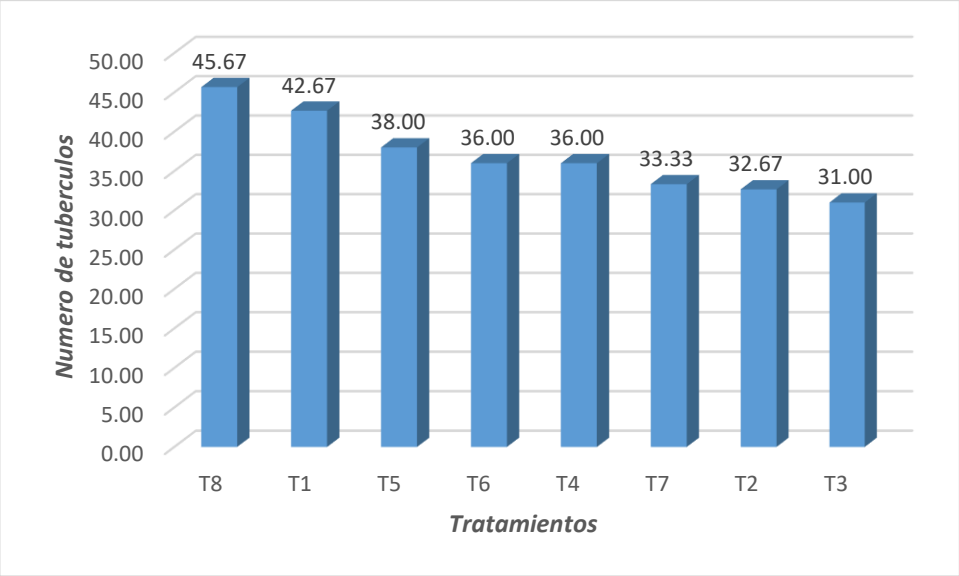
Tabla 15

*Resultados de la prueba de Tukey, para FA*FB en número de tubérculos por planta (NTP)*

FA	FB	Medias	Rangos	
2	4	45,67	A	
1	1	42,67	A	B
2	1	38,00	A	B
2	2	36,00	A	B
1	4	36,00	A	B
2	3	33,33		B
1	2	32,67		B
1	3	31,00		B

Figura 7

*Resultados de la prueba de Tukey, para FA*FB para número de tubérculos por planta (NTP)*



De acuerdo al análisis de la prueba de Tukey al 5%, se establecen dos categorías de respuestas entre los tratamientos en evaluados. Se observa un mayor número de tubérculos en los tratamientos T1 con una densidad de siembra de un tubérculo y la aplicación de la fuente edáfica de 15-15-15 con un promedio de 43 tubérculos, T8 con dos tubérculos por sitio de siembra más 10-30-10 (testigo) con un promedio de 46 tubérculos mientras que el T3 con un tubérculo de densidad más fuente edáfica 8-20-20 presento el menor promedio de tubérculos con 31 tubérculos por planta.

Estos resultados permiten inferir que, en el este presente parámetro de evaluación tanto las densidades de siembra como fuente edáfica influyeron en el número de tubérculos por planta, Se evidencia que para obtener una mayor producción número de tubérculos es necesario incorporar fertilizantes edáficos equilibrados y que la planta pueda asimilar de una manera adecuada durante el desarrollo. Asimismo, se determina que macro elementos como el nitrógeno, fosforo y potasio son esenciales desde el momento de la siembra para poder tener una tuberización más adecuada

La fertilización edáfica es fundamental para el cultivo de papa, mejorando el número y tamaño de tubérculos mediante un suministro equilibrado de nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio. Estudios muestran que dosis adecuadas, aplicadas en momentos clave, potencian el crecimiento radicular y la formación de estolones. Además, la interacción con la densidad de siembra es clave para optimizar la producción, evitando competencia por nutrientes y logrando un mayor rendimiento total del cultivo. Ajustar la fertilización a la densidad es vital para maximizar la productividad y la salud del cultivo (Yucailla , 2020)

Tabla 16

Resultado del análisis de varianza para peso de tubérculos por planta (PTP)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	CV%
Modelo	0,49	9	0,05	19,06	<0,0001	8,55
R	0,07	2	0,03	12,10	0,0009	
FA	0,02	1	0,02	6,34	0,0246	
FB	0,34	3	0,11	39,91	<0,0001	
FA*FB	0,06	3	0,02	7,10	0,0039	
Error	0,04	14	2,9E-03			
Total	0,53	23				

Los resultados del análisis de varianza para peso de tubérculos por planta se pueden determinar que el factor A, en relación a las densidades de siembra fue significativo, mientras que la respuesta del factor B formulaciones edáficas e interacción A*B fue altamente significativo con un p- valor < 0.01, con un coeficiente de variación de 8.55 %.

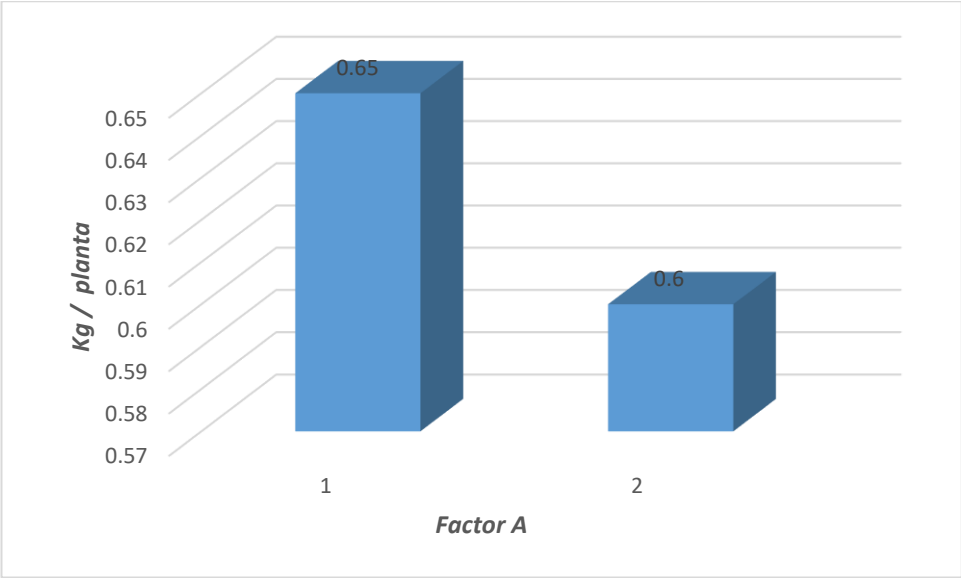
Tabla 17

Resultados de la prueba de Tukey, para FA para peso de tubérculos por planta (PTP)

FA	Medias	Rangos	
1	0,65	A	
2	0,60		B

Figura 8

Resultados de la prueba de Tukey, para FA para peso de tubérculos por planta (PTP)



Los resultados de la prueba de Tukey al 5%, para el peso de tubérculos por planta, correspondiente al factor A, en relación a las densidades de siembra, se determinó que la mayor respuesta se obtuvo con la densidad de un tubérculo por sitio, alcanzando un promedio de 0.65 kg/planta, tal como se observa en la figura 8. Infiriendo que el peso de tubérculos por planta dependiendo de la densidad de siembra registrándose un mayor peso de tubérculos, esto se debe a que, bajo esta condición, la planta aprovecho de manera más eficiente los nutrientes disponibles, lo que favorecieron un mayor desarrollo y tamaño del tubérculo, reflejándose en un promedio superior de peso por planta.

Incrementar la densidad de siembra puede aumentar el número de tubérculos por área, pero reduce el peso individual por competencia de recursos. Densidades bajas

favorecen tubérculos mayores y más pesados. Estudios muestran que densidades intermedias equilibran cantidad y tamaño, optimizando la producción. La densidad debe ajustarse para balancear número y peso de tubérculos según objetivos productivos, considerando factores como área foliar y fotosíntesis afectados en densidades altas (Rodríguez, 2022)

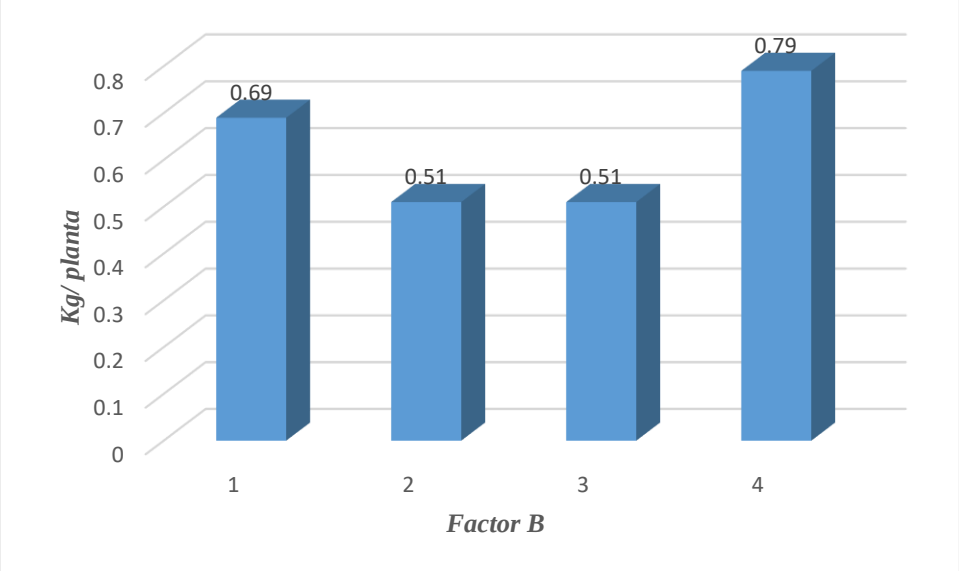
Tabla 18

Resultados de la prueba de Tukey, para FB para peso de tubérculos por planta (PTP)

FB	Medias	Rangos		
4	0,79	A		
1	0,69		B	
3	0,51			C
2	0,51			C

Figura 9

Resultados de la prueba de Tukey, para FB para peso de tubérculos por planta (PTP)



De acuerdo a los resultados del análisis de la prueba de Tukey al 5%, en peso de tubérculos por planta, para el factor B, en relación a las fuentes edáficas, se determinó que las fuentes que mayor promedio presentaron fueron 10-30-10 (testigo) con 0.79 kg/planta y 15-15-15 con 0.69 kg/planta como nos demuestra (figura 9). Determinando que las fuentes edáficas incorporadas en la presente

investigación se comportaron de diferente manera y las que más sobresalieron fueron las fuentes con mayor balance equilibrado presentan en su composición química, principalmente en sus macro elementos como el nitrógeno, fosforó y potasio.

Las fuentes edáficas aportan nutrientes claves como nitrógeno, fosforo, potasio y calcio, indispensables para el desarrollo y crecimiento del tubérculo. Su adecuada presencia mejora el tamaño y peso de tubérculo, mientras que la falta de estos nutrientes limita su rendimiento. Además, las características físicas y químicas del suelo como humedad y estructura, influyen en la calidad y peso final del tubérculo, así afectando el desarrollo óptimo (Pijungo, 2020).

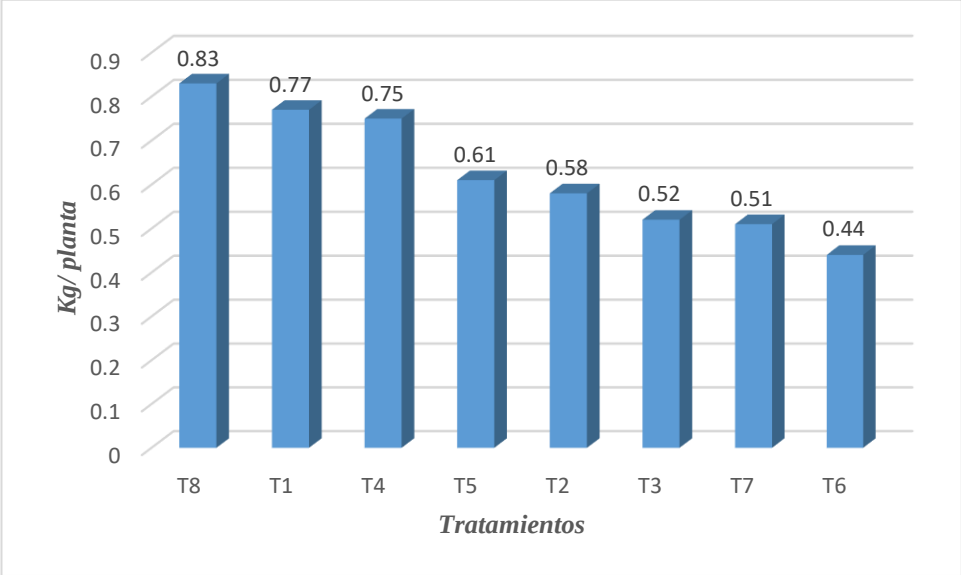
Tabla 19

*Resultados de la prueba de Tukey, para FA*FB en peso de tubérculos por planta (PTP)*

FA	FB	Medias	Rangos			
2	4	0,83	A			
1	1	0,77	A			
1	4	0,75	A	B		
2	1	0,61		B	C	
1	2	0,58			C	D
1	3	0,52			C	D
2	3	0,51			C	D
2	2	0,44				D

Figura 10

*Resultados de la prueba de Tukey, para FA*FB para peso de tubérculos por planta (PTP)*



Según el análisis de la prueba de Tukey al 5%, se establecen dos categorías de respuestas para los tratamientos en estudio, observando un mayor promedio de pesos tubérculos por planta en los tratamientos T1 con una densidad de siembra de un tubérculo más una fuente edáfica de 15-15-15 con un promedio de 0.77 kg ,T8 con dos tubérculos por sitio de siembra más 10-30-10 (testigo) con un promedio de 0.83kg, mientras que el T6 con dos tubérculos de densidad más una fuente edáfica 18-46-00 presento el menor promedio de con 0.44 kg de peso de tubérculos por planta.

En el presente parámetro de evaluación el factor más determínate fue las fuentes edáficas más equilibradas en su composición como el 15-15-15, 10-30-10 que incrementaron el tamaño del tubérculo y por ende su peso factores que ayudaron a tener los mejores promedios en el peso de tubérculos por planta como nos demuestra la (figura 10)

Las fuentes edáficas proporcionan nutrientes fundamentales para el cultivo de tubérculos, como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro y boro. Estos nutrientes son vitales para el crecimiento, desarrollo y aumento del peso del tubérculo, mejoran la síntesis de biomasa y la calidad del producto. También

fortalecen la estructura celular y aumentan la resistencia a enfermedades, lo que contribuye a un mayor rendimiento por planta (Araujo, 2021).

Tabla 20

Resultado del análisis de varianza para peso de campo por parcela (PCP)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	CV %
Modelo	317,99	9	35,33	22,16	<0,0001	7,43
R	9,96	2	4,98	3,12	0,0757	
FA	27,31	1	27,31	17,12	0,0010	
FB	264,77	3	88,26	55,35	<0,0001	
FA*FB	15,96	3	5,32	3,34	0,0503	
Error	22,32	14	1,59			
Total	340,32	23				

Mediante los resultados del análisis de varianza para peso de campo por parcela se puede determinar que el factor A, en relación a las densidades de siembra, la respuesta del factor B de las fuentes edáficas fue altamente significativa, mientras que la interacción A*B fue significativa con un p- valor < 0.05, lo que nos demuestra que las fuentes edáficas se comportaron de diferente manera en relación a las densidades de siembra, con un coeficiente de variación de 7.43 %.

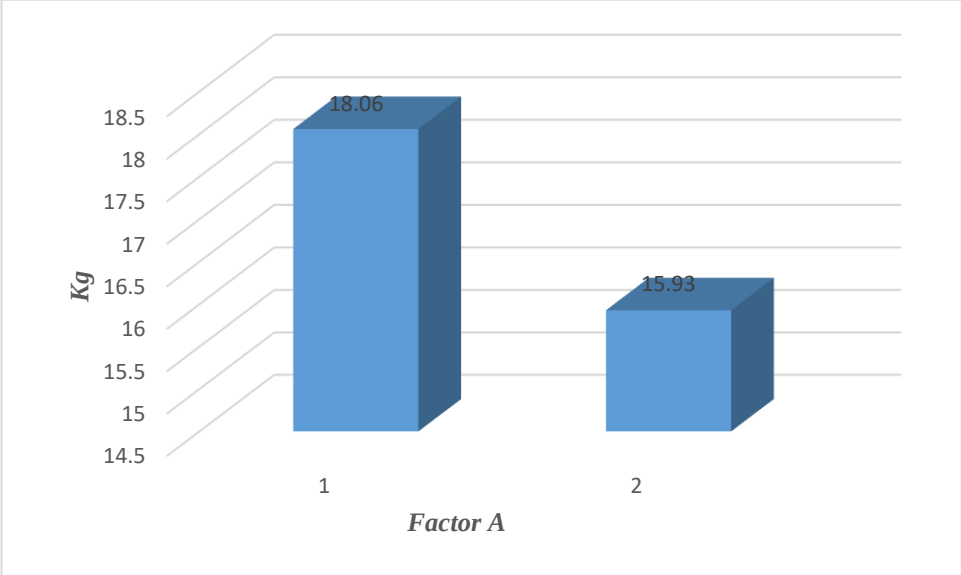
Tabla 21

Resultados de la prueba de Tukey, para FA para peso de campo por parcela (PCP)

FA	Medias	Rangos	
1	18,06	A	
2	15,93		B

Figura 11

Resultados de la prueba de Tukey, para FA para peso de campo por parcela (PCP)



Los resultados de la prueba de Tukey al 5%, en peso de campo por parcela, para el factor A, en relación a las densidades de siembra, se determinó que la mayor respuesta fue una densidad de un tubérculo por sitio como nos demuestra la (figura 11) obteniendo promedios de 18.06 kg. Infiriendo que el peso de campo por parcela dependió de la densidad de siembra, obteniendo un mayor peso de tubérculos en la densidad de un tubérculo esto debido a que la planta aprovecho de mejor manera los nutrientes y por ende a tener un mayor tamaño y peso del tubérculo esto ayudo a tener un mayor rendimiento.

La densidad de siembra influye en el peso de los tubérculos porque afecta el espacio disponible para cada planta, lo que condiciona su desarrollo. A menor densidad, las plantas tienen más espacio, favoreciendo un mayor tamaño y peso del tubérculo debido a un mejor desarrollo del área foliar y mayor capacidad fotosintética. Sin embargo, una densidad demasiado baja puede reducir el rendimiento total por hectárea, mientras que densidades moderadas optimizan el equilibrio entre número y peso de tubérculos por planta (Corzo 2020)

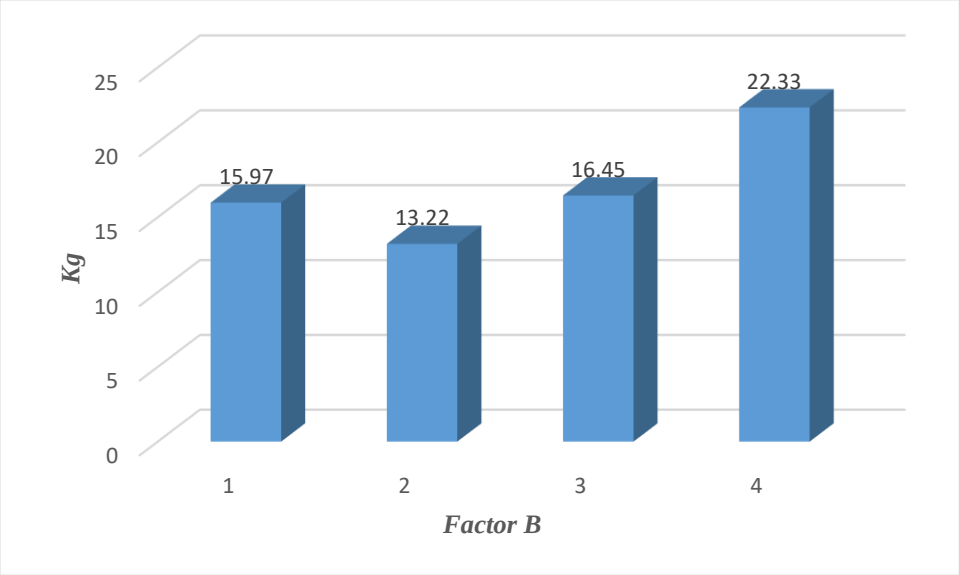
Tabla 22

Resultados de la prueba de Tukey, para FB para peso de campo por parcela (PCP)

FB	Medias	Rangos		
4	22,33	A		
3	16,45		B	
1	15,97		B	
2	13,22			C

Figura 12

Resultados de la prueba de Tukey, para FB para peso de campo por parcela (PCP)



Según los resultados del análisis de la prueba de Tukey al 5%, en peso de campo por parcela, para el factor B, en relación a las fuentes edificas, se determinó que las fuentes que mayor promedio presentaron fueron 10-30-10 (testigo) con 22.33 kg y 18-46-00 con 16.45 kg como nos demuestra (figura 12). Infiriendo que las fuentes edificas incorporadas en la presente investigación se comportaron de diferente manera y las que más sobresalieron fueron las fuentes con mayor balance equilibrado presentan en su composición química, principalmente en sus macro elementos como el nitrógeno, fosforó y potasio. Ayudando aumentar el tamaño y peso del tubérculo.

Los fertilizantes edáficos influyen significativamente en el peso y tamaño de los tubérculos al suministrar nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y micronutrientes (boro, zinc, manganeso). Estos nutrientes favorecen el

crecimiento radicular, la síntesis de biomasa, y mejoran la calidad y el rendimiento del tubérculo. La aplicación fraccionada y balanceada de fertilizantes incrementa el número de tubérculos por planta y su peso total, optimizando la producción y tamaño comercial del cultivo (Chigue & Saracay, 2021)

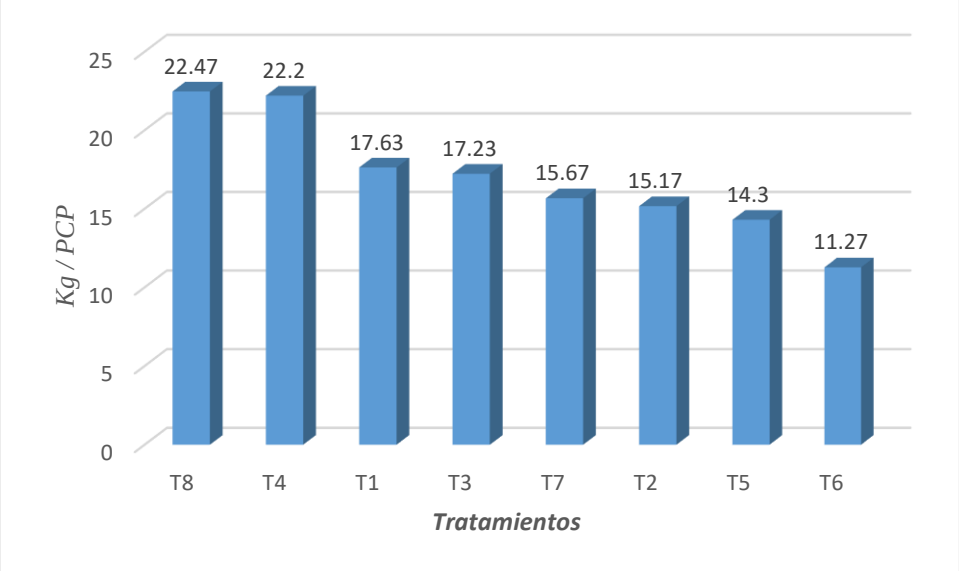
Tabla 23

*Resultados de la prueba de Tukey, para FA*FB en peso de campo por parcela (PCP)*

FA	FB	Medias	Rangos		
2	4	22,47	A		
1	4	22,20	A		
1	1	17,63		B	
1	3	17,23		B	
2	3	15,67		B	
1	2	15,17		B	
2	1	14,30		B	C
2	2	11,27			C

Figura 13

*Resultados de la prueba de Tukey, para FA*FB para en peso de campo por parcela (PCP)*



Según el análisis de la prueba de Tukey al 5%, se establecen dos categorías de respuestas para los tratamientos en estudio, observando un mayor promedio de peso por parcela en los tratamientos T4, T8 con dos tubérculos por sitio de siembra más 10-30-10 (testigo) con un promedio de 22.47 y 22.2 kg, mientras que el T6 con dos

tubérculos de densidad más una fuente edáfica 18-46-00 presento el menor promedio de con 11,27 kg de peso de campo por parcela.

En la presente investigación se determinó que el fertilizante 10-30-10 sobre salió en todos los parámetros de evaluación, principalmente en el rendimiento seguido de la fuente edáfica 15-15-15. Esto se debe a que estas dos fuentes son equilibradas en su composición química y ayuda a una mejor estabilidad de nutrientes necesarios para el desarrollo y producción de la planta de papa.

Fuentes edáficas que aportan nitrógeno y potasio en proporciones equilibradas estimulando el crecimiento vigoroso de la planta y mejorando la floración y maduración. Esto se traduce en mayor altura peso por planta y calidad comercial del tubérculo es ideal para aplicarse en la etapa de siembra para asegurar un desarrollo radicular fuerte y un crecimiento temprano óptimo (Fernando,2021).

Tabla 24

Resultado del análisis de varianza para rendimiento por hectárea (R/ha)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	CV%
Modelo	141330774,37	9	15703419,37	22,16	<0,0001	7,43
R	4424811,19	2	2212405,59	3,12	0,0757	
FA	12136315,26	1	12136315,26	17,12	0,0010	
FB	117674826,52	3	39224942,17	55,35	<0,0001	
FA*FB	7094821,41	3	2364940,47	3,34	0,0503	
Error	9921857,70	14	708704,12			
Total	151252632,07	23				

De acuerdo los resultados del análisis de varianza para rendimiento por hectárea se pueden determinar que el factor A, en relación a las densidades de siembra, la respuesta del factor B de las fuentes edáficas fue altamente significativa, mientras que la interacción A*B fue significativa con un p- valor < 0.05, lo que nos demuestra que la interacción y las fuentes edáficas se comportaron de diferente manera en relación a las densidades de siembra, con un coeficiente de variación de 7.3 %.

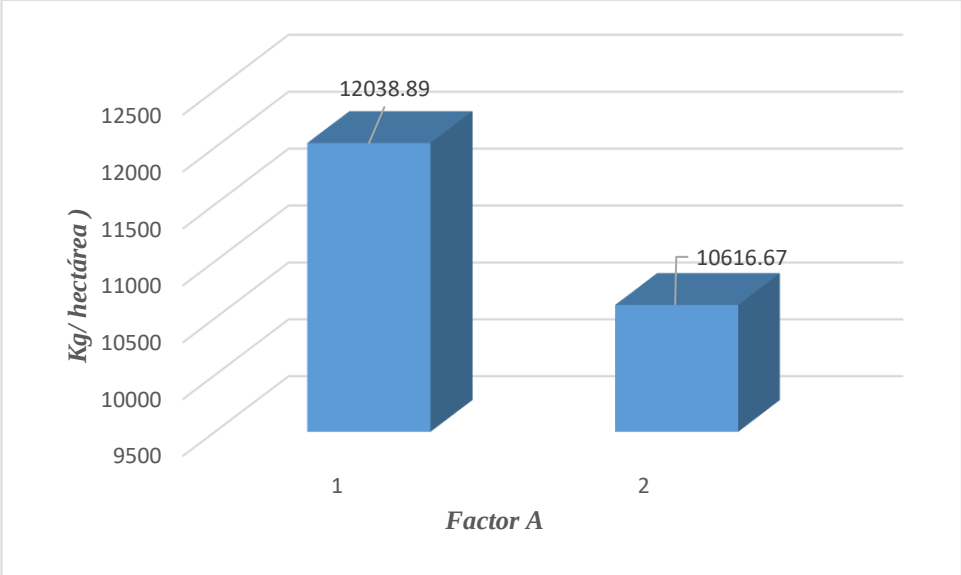
Tabla 25

Resultados de la prueba de Tukey, para FA para rendimiento por hectárea (R/ha)

FA	Medias	Rangos	
1	12038,89	A	
2	10616,67		B

Figura 14

Resultados de la prueba de Tukey, para FA para rendimiento por hectárea (R/ha)



Según los resultados de la prueba de Tukey al 5%, en rendimiento por hectárea, para el factor A, en relación a las densidades de siembra, se determinó que la mayor respuesta fue una densidad de un tubérculo por sitio como nos demuestra la (figura 14) obteniendo promedios de 12038.89 kg/ ha. Infiriendo que el rendimiento por hectárea dependió de la densidad de siembra, obteniendo un mayor peso de tubérculos en la densidad de un tubérculo esto debido a que la planta aprovecho de mejor manera los nutrientes y por ende a tener un mayor tamaño y peso del tubérculo esto ayudo a tener un mayor rendimiento.

La densidad de siembra afecta directamente el rendimiento por hectárea en papa ya que determina la cantidad de plantas y tubérculos en área determinada una densidad adecuada optimiza el aprovechamiento de recurso como la luz, el agua y los nutrientes favoreciendo así el desarrollo y producción de los tubérculos. Estudios recientes muestran que densidades intermedias son las más eficientes para

maximizar el rendimiento total, ya que equilibran el número de plantas con el tamaño y calidad del tubérculo, optimizando la producción y la rentabilidad del cultivo (Rodríguez, 2022)

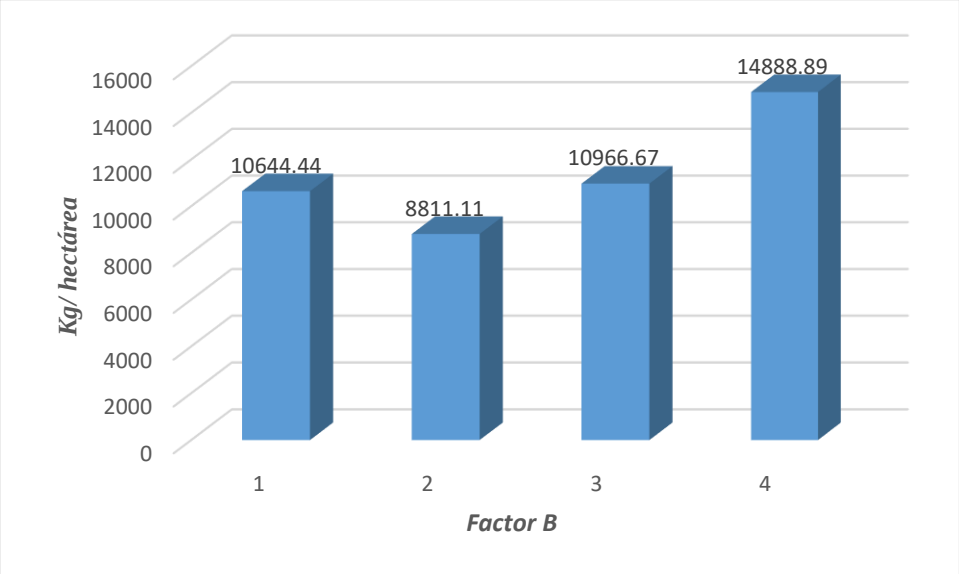
Tabla 26

Resultados de la prueba de Tukey, para FB para rendimiento por hectárea (R/ha)

FB	Medias	Rangos		
4	14888,89	A		
3	10966,67		B	
1	10644,44		B	
2	8811,11			C

Figura 15

Resultados de la prueba de Tukey, para FB para rendimiento por hectárea (R/ha)



Mediante los resultados del análisis de la prueba de Tukey al 5%, en rendimiento por hectárea, para el factor B, en relación a las fuentes edificas, se determinó que las fuentes que mayor promedio presentaron fueron 10-30-10 (testigo) con 14888,898 kg/ha, como nos demuestra (figura 15). Infiriendo que las fuentes edificas incorporadas en la presente investigación se comportaron de diferente manera y las que más sobresalieron fueron las fuentes con mayor balance equilibrado presentan en su composición química, principalmente en sus macro elementos como el nitrógeno, fosforó y potasio como el 10-30-10 en dosis aplicadas como lo realizan los productores de las zonas en sus cultivos

El rendimiento por hectárea de la papa está influenciado notablemente por las fuentes edáficas, las cuales suministran nutrientes esenciales que el suelo no aporta por sí solo, tales como nitrógeno, fósforo y potasio. Una fertilización balanceada y basada en análisis de suelo optimiza el crecimiento vegetativo y el desarrollo de los tubérculos, aumentando tanto la cantidad como la calidad de la producción (Chigue & Saracay, 2021)

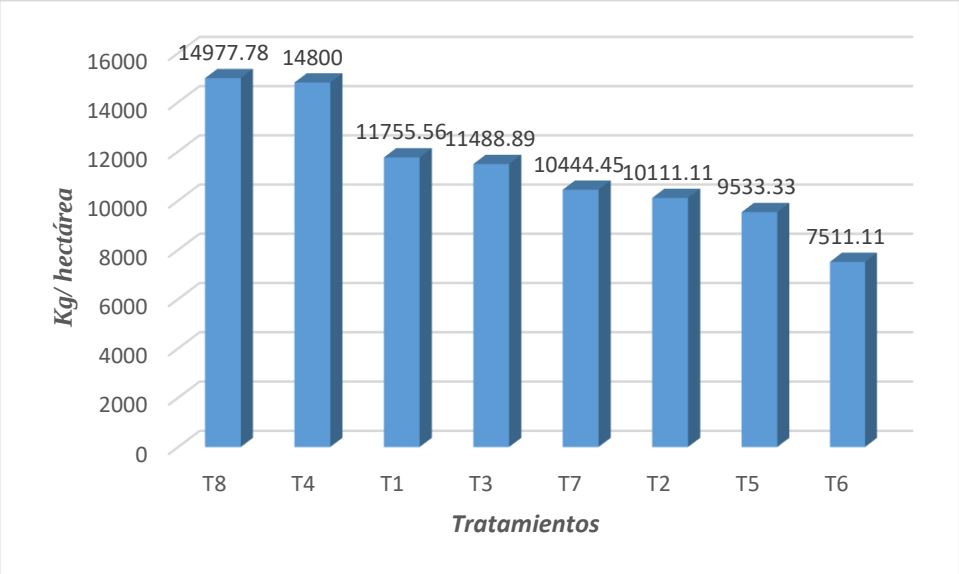
Tabla 27

*Resultados de la prueba de Tukey, para FA*FB en rendimiento por hectárea (R/ha)*

FA	FB	Medias	Rangos		
2	4	14977,78	A		
1	4	14800,00	A		
1	1	11755,56		B	
1	3	11488,89		B	
2	3	10444,45		B	
1	2	10111,11		B	
2	1	9533,33		B	C
2	2	7511,11			C

Figura 16

*Resultados de la prueba de Tukey, para FA*FB para rendimiento por hectárea (R/ha)*



De acuerdo al análisis de la prueba de Tukey al 5%, se establecen dos categorías de respuestas para los tratamientos en estudio, observando un mayor promedio de rendimiento por hectárea en los tratamientos T8, T4 con dos y un tubérculo por sitio de siembra más 10-30-10 (testigo) con un promedio de 14977.78 y 14800 kg/ha, mientras que el T6 con dos tubérculos de densidad más una fuente edáfica 18-46-00 presento el menor promedio de con 7511.11 kg/ha en relación al rendimiento por hectárea.

En este parámetro de valuación se consideró el rendimiento por parcela y se relacionó a una hectárea. Infiriendo que las densidades de siembra no determinaron el presente parámetro sino más las fuentes edáficas como el 10-30-10 que sobresalió en el rendimiento por hectárea en las dos densidades de siembra consideradas en la investigación.

La densidad de simbra indicada entre planta junto con un adecuado aporte de fertilizantes resulta fundamental para incrementar el rendimiento de papa esta densidad garantiza un balance entre cantidad de plantas y espacio necesario para su crecimiento, reduciendo la competencia por recursos. Al mismo tiempo los fertilizantes suministran nutrientes vitales que mejoran tanto el desarrollo como la calidad de los tubérculos juntos, estos factores pueden elevar la producción a más de 50.000 kg por hectárea, optimizando la eficiencia del cultivo (Guamán,2024).

Análisis de correlación y regresión lineal

Variables independientes componentes de rendimiento (x)	Coeficiente de correlación (r)	Coeficiente de regresión (b)	Coeficiente de determinación (r^2 %)
DE	-0,42	0,2565	-17,64
DF	-0,58	0,0352	-33,64
AP	0,55	0,0116	30,25
DC	-0,67	0,0452	-44,89
PTP	0,77	0,0158	59,29

Coeficiente de correlación (r)

En la presente investigación se comprobó que existió una correlación positiva en las variables: Altura de planta (AP) y Peso de tubérculos por planta (PTP), mientras

que se evidenció una correlación negativa en las variables: Días a la emergencia (DE), Días a la floración (DF) y Días a la cosecha (DC) en relación a la variable dependiente rendimiento.

Coeficiente de regresión (b)

La presente investigación nos demostró que las variables que tuvieron una relación positiva de incremento unitario en base a cada variación de su componente independiente fueron**:** Altura de planta (AP) y Peso de tubérculos por planta (PTP). Mientras que las variables que genero una disminución en el rendimiento fueron: Días a la emergencia (DE), Días a la floración (DF) y Días a la cosecha (DC).

Coeficiente de determinación (r^2 %)

El aumento mayoritario en el rendimiento, en un rango de 59.29 %, estuvo determinado por el incremento en el peso de tubérculos por planta, mientras que la reducción del 44.89 % en el rendimiento general de cada tratamiento estuvo influenciado por los días a la cosecha.

Análisis beneficio y costo

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
COSTO TOTAL	2587,01	2540,59	2565,89	2536,3	2903,81	2859,59	2895,89	2866,3
RENDIMIENTO	301,68	264,48	300,52	387,13	264,48	196,47	273,2	391,78
INGRESO BRUTO	6335,28	5554,08	6310,92	8129,73	5554,08	4125,87	5737,2	8227,38
INGRESO NETO	3748,27	3013,49	3745,03	5593,43	2650,27	1266,28	2841,31	5361,08
R I/C	2,45	2,19	2,46	3,21	1,91	1,44	1,98	2,87
R B/C	1,45	1,19	1,46	2,21	0,91	0,44	0,98	1,87

El análisis económico de la relación Beneficio/Costo (B/C) mostró que la alternativa tecnológica más favorable fue la que se realizó en el T4, el cual consistió en la aplicación de la fuente edáfica 10-30-10 a una densidad de siembra de un tubérculo. Bajo estas condiciones se obtuvo un ingreso neto de $ 8129,73 por

hectárea y una relación B/C positivo de 2.21, lo que indica que cada dólar invertido se obtuvo una ganancia de USD 1.21.

4.2. Comprobación de la hipótesis

De acuerdo a los resultados obtenidos a partir de los análisis estadísticos aplicados a las variables evaluadas en esta investigación, y considerando que la mayoría de los parámetros presentaron diferencias significativas, se procede a aceptar la hipótesis alterna **y** rechazar la hipótesis nula. Esto confirma que la eficiencia agroproductiva del cultivo de papa, variedad Chaucha, está influenciada por la incorporación de formulaciones químicas edáficas**,** las cuales inciden de manera directa en su comportamiento agronómico.

CAPITULO V

5.1. CONCLUCIONES

- Una de las respuestas más favorables en la eficiencia productiva del cultivo de papa variedad Chaucha se obtuvo con la aplicación del fertilizante edáfico 10-30-10, en combinación con una densidad de siembra de dos tubérculos por sitio. En segundo lugar, se destacó el uso de la formulación 15-15-15 con un tubérculo por sitio, tratamientos que sobresalieron en la mayoría de los parámetros evaluados. En particular, el rendimiento fue la variable que mostró los resultados más sobresalientes.

- El fertilizante 10-30-10 aplicado a una dosis de 350kg/ha, mostro un desempeño destacando en parámetros clave del desarrollo agronómico de la papa, como días a emergencia, numero de tallos por planta, días a floración y altura. En segundo lugar, el fertilizante 15-15-15 también mostro resultados favorables en estos mismos indicadores. Por lo tanto, ambos fertilizantes se consideran las tecnologías más eficientes para mejorar el crecimiento de desarrollo del cultivo de papa según esta investigación, resaltando la importancia de una adecuada fertilización para optimizar su rendimiento en el desarrollo agronómico

- La mayor respuesta productiva del cultivó de papa se obtuvo con la densidad de siembra de dos tubérculos por sitio en combinación con la fuente de fertilización 10-30-10, alcanzando un rendimiento de 14977.78 kg/ha. Le sigue de cerca la densidad de un tubérculo por sitio también con 10-30-10, con 14800 kg/ha, mientras que la densidad de un tubérculo combinada con el fertilizante 15-15-15 produjo un rendimiento menor, pero igualmente relevante (11755.56 kg/ha). Estos resultados indican que tanto la densidad de siembra como la fuente de fertilización influyen significativamente en el rendimiento, destacando que la densidad más alta con 10-30-10 fue la opción más productiva, aunque la densidad de un tubérculo con la misma fuente también genero resultados satisfactorios.

- El tratamiento T4, que combina una densidad de siembra de un tubérculo con la aplicación del fertilizante 10-30-10, resultó ser la tecnología más rentable para la zona en estudio. Este tratamiento alcanzo un rendimiento notable de 387,13 quintales por hectárea, generando un ingreso bruto de 8129,73 dólares, un ingreso neto de 5593,43 dólares y una relación beneficio-costo favorable de 2.21. Estos resultados evidencian que el uso del fertilizante 10-30-10, que ofrece un balance adecuado de nutrientes esenciales para el crecimiento y desarrollo de la papa, junto con una densidad óptima de siembra, puede optimizar tanto la productividad como la rentabilidad del cultivo en esta región.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda para la zona de Guantug Coto cultivar papa variedad chaucha utilizando una densidad de siembra de un tubérculo por sitio en combinación con la aplicación del fertilizante edáfico 10-30-10 Esta combinación tecnológica ha demostrado ser eficaz en la mejora de los diferentes parámetros evaluados del cultivo, además de presentar una rentabilidad favorable, con una relación beneficio-costo. La implementación de esta práctica puede optimizar tanto la producción como la rentabilidad del cultivo de papa en esta zona agroecológica, garantizando el uso eficiente de los recursos agrícolas disponibles

- Se recomienda que este tipo de investigaciones se desarrollen durante varios periodos de evaluación consecutivos, con el fin de obtener datos más precisos y aplicables sobre los diferentes tratamientos en estudio. Esta práctica permitirá generar y transferir tecnologías más eficientes y rentable que favorezcan a los productores locales. Además, contribuirá al fortalecimiento de la competitividad del cultivo de papa en los mercados locales, mejorando la sostenibilidad y rentabilidad del cultivo a mediano y largo plazo, lo cual es fundamental para el desarrollo agrícola sostenible en la región

- Se recomienda compartir los resultados de estas investigaciones con entidades gubernamentales y organismos especializadas en investigación agronómica, con el objetivo de facilitar la transferencia tecnológica a los agricultores que cultivan papa chaucha. Esta colaboración permitirá implementar prácticas productivas más eficientes y competitivas, fortaleciendo la producción y mejorando la posición de los productores en los mercados locales y nacionales. Además, al fortalecer la cadena productiva, se contribuirá al desarrollo agrícola sostenible, aumentando la productividad y calidad genética de los cultivos de papa.

BIBLIOGRAFÍA.

Araujo, A. (2021). Manual de cultivo de papa para pequeños productores (3 edicion Obtenido de: http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5672

Barona,D, & Mateus, J. (2021). Manual para la producción de semilla de papas usando aeroponía ecofisiología y nutrición mineral de la planta de papa (pp. 109–132).

Chingue, .J.,&Saracay,K.V.(2021). Universidad Técnica de Cotopaxi.Universidad tecnica de Cotopaxi, 1101. Obtenido de: http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27 000/4501/1/pi- 000727 .pdf

Corzo J. (2020). Manejo integrado del cultivo de papa. (p. 4 p.,il.). Obtenido de:http://hdl.handle.net/20.500.12324/20505

Cruz,D.(2019).Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. biblioteca. espoch. edu.ec

Fao. (2024). Día internacional de la papa de 2024 cosechar la diversidad, alimentar la esperanza.Obtenido de: https://openknowledge.fao.org/server/api/core /bitstreams /3a00 8f32-0448-4f1c-9a9e-c30a71bb77c9/content

Fernando,T. M. X. (2021). Universidad Técnica del Norte Universidad Técnica del Norte Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales Escuela de Ingeniería Agropecuaria “Evaluación de peso del tubérculo y la densidad de siembra en la producción de semillas registradas.

Fertimax. (2019). Ficha técnica Dap 18-46-00. 1040.

Gaibor. (2020). Naturales y del Ambiente Estudio de línea base de la producción y comercialización del cultivo de la papa *(Solanum tuberosum L.*) En la parroquia San Lorenzo, cantón Guaranda. Proyecto.

Gaibor, V. (2022). Efectos de la aplicaciónes de fertilizantes foliar y edáfico en cultivo de papa (*Solanum tuberosum*), variedad super chola, San Pablo de Atenas - Bolivar. Https://cia.uagraria.edu.ec/archivos/gaibor estupiñan victor antonio.pdf

Guamán, Y. A. P. (2024). Universidad Nacional de Loja autor. Universidad Nacional Loja, 1,100.Obtenido de: http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/

123456789/17025/1/tesisWilson Fernando.pdf

Jiménez, R. C. V. (2021). Evaluación de densidad de siembra en papa nativa (*Solanum* spp.) Variedades Iniap-Yana Shungo e Iniap- Puca Shungo en el sector Huagrahuasi de la parroquia San José de Poalo del cantón Píllaro de la provincia de Tungurahua.

López, J. (2023). Tegnologia de fertilizacion. En *Determinación de la Dosis Óptima de fertilización e Edáfica en el Cultivo de la Papa (Solanum Tuberosum L.) Var. Superchola en la Estación Experimental Tunshi* (pág. 13).

Maicelo, J. (2021). Factores limitantes de la producción. En *MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVO DE PAPA* (pág. 18). Lima: Eliana Alviárez. Obtenido de https://repositorio.inia.gob.pe/bitstreams/bbf189d2-31ec-4a87-9b69-c654d7aedcfc/download

Martínez. (2020). Morfología y fisiología de la planta de papa. In boletin Iniap (vol. 396, pp. 1–15).

Medina, A. (2020). Importancia del calcio en la nutrición de la papa. Yara, 2–51.

Méndez, P. (2023). Morfologia del cultivo de papa antecedentes sobre fertilización del cultivo de papa.

Mendoza, P. (2019). El cultivo de papa (*Solanum tuberosum*). Guías técnicas de frutas y vegetales, 14. Obtenido de:https://dicta.gob.hn/files/2005,-el-cultivo-de-la-papa,-f.pdf

Morales P. (2021).Descripción botánica taxonómica de la papa. In folleto (pp. 1-4).

Noroña. (2021). "Evaluación del comportamiento en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) variedades 'Iniap-Natividad; Iniap Estela'; versus un testigo, la variedad tradicional 'Bolona' en el cantón Paute provincia del Azuay". File:///c:/users/hp/downloads/ups-ct001861 (4).pdf

Perera, S. (2021). Identificación y control de la polilla de papa (*Phthorimaea operculella).*Obtenidode:https://agrocabildo.org/publica/publicaciones/papa 694 polilla.pdf

Pijungo, L. R. A. (2020). "Adaptabilidad de las papas nativas (*Solanum* spp.*)*, procedentes de la provincia de Chimborazo, en el cantón Cotacahi." Https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10754/2/03 agp 275 trabajo grado.pdf

Pillajo, J. R. M. (2021). Evaluación del impacto potencial del cambios climáticos

sobre cuatro accesiones de papa nativa (*Solanum tuberosum*) como recurso alimentario en la provincia de Carchi. In pharmacognosy magazine (vol. 75, issue 17).

Producto, D. E. L. (2021). Ficha técnica. 7–10.

Rodríguez, Velasteguí, M. (2022). Efectos de la eliminación de la dominancia apical en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum)* variedad Superchola" proyecto.

Rojas, L. P., & Seminario, J. F. (2019). Productividad de diez cultivares promisorios de papa chaucha *(Solanum tuberosum, grupo phureja)* de la región Cajamarca. Scientia Agropecuaria, 5, 165–175. Www.sci-agropecu.unitru.edu.pe

Santillan, A.M.V. (2024). Universidad Estatal de Bolívar Valoración productiva de semilla certificada de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Super Chola, bajo la aplicación de dos dosis de calcio boro.

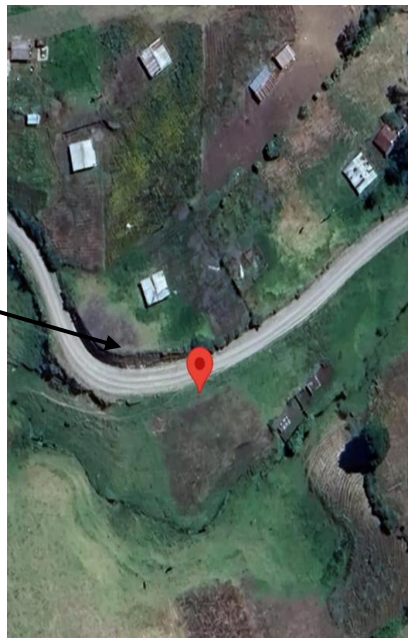
Slayter, K. (2019). Ficha técnica de ureaphil. Agencia española de medicamentos y productos,10,111.Obtenidode:https://cima.aemps.es/cima/pdfs/es/ft/81871/ft-81871.pdf

Yucailla Baltazar, M. (2020). Evaluación de tres tipos de abonos orgánicos en la producción de la papa *(Solanum tuberosum*)variedad Chaucha en el cantón Ambato provincia de Tungurahua.

ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación de la investigación

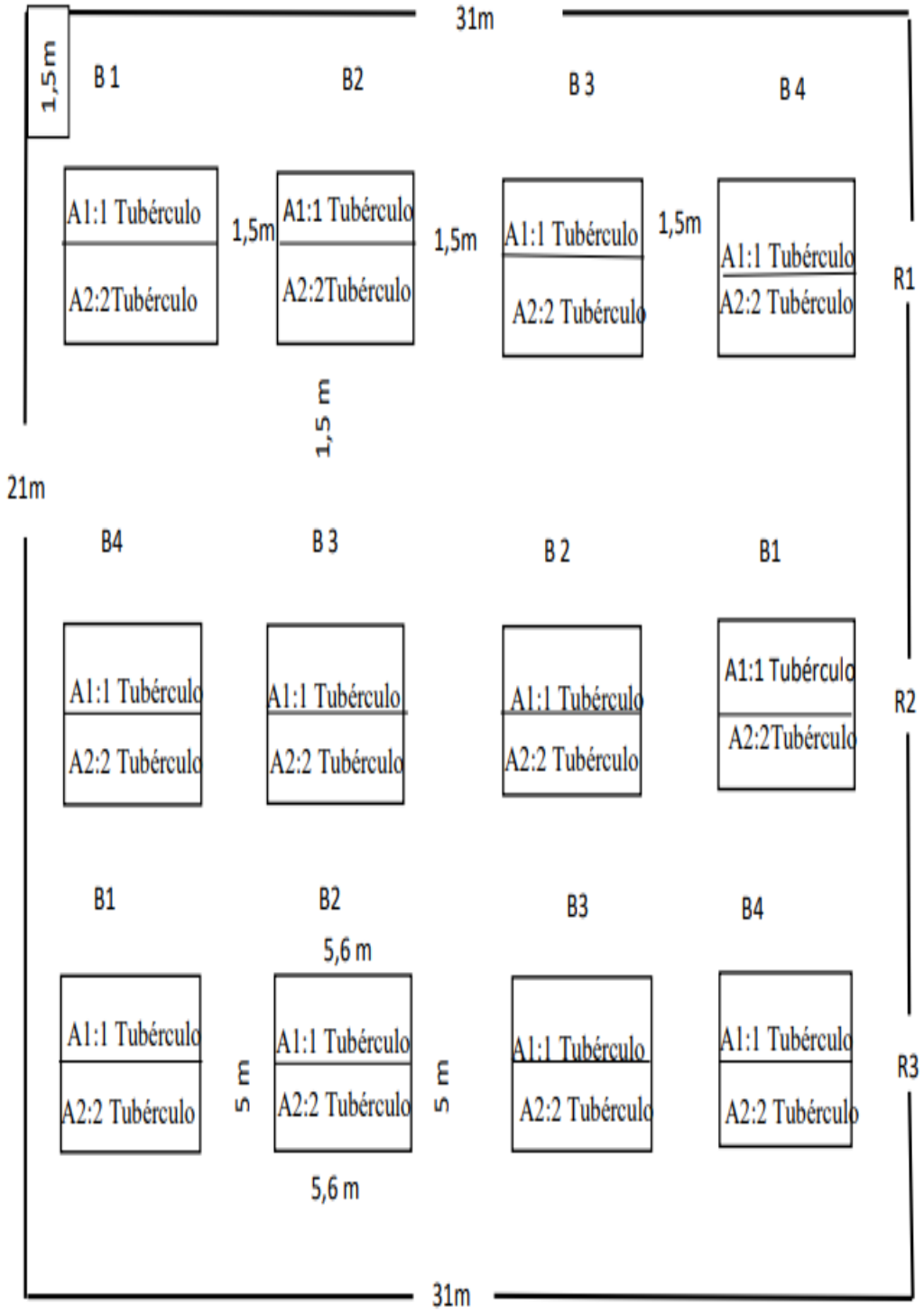




SECTOR GUANTUG COTO

Fuente: Google Earth 2025

Anexo 2. Croquis de ensayo.



Anexo 3. Base de datos

Tratamientos	Repeticiones	FA(densidades de siembra	FB (fuentes edáficas)	Días a la emergencia	Días a la floración	N° Tallos	Incidencia de plagas	Incidencia de enfermedades	Altura de planta	Días a la cosecha	N° de tubérculos	Peso de tubérculos por planta	Peso de campo por ´parcela	Rendimiento/ha
1	1	1	1	32	78	9	15,15	12,12	38	120,00	35,00	0,68	16,60	11066,67
2	1	1	2	32	78	7	12,12	15,15	30,7	120,00	30,00	0,54	15,30	10200,00
3	1	1	3	32	78	6	24,24	12,12	32,2	120,00	28,00	0,45	16,80	11200,00
4	1	1	4	28	72	9	15,15	15,15	45,2	115,00	39,00	0,68	20,30	13533,33
5	1	2	1	32	78	7	15,15	7,57	37,1	120,00	37,00	0,63	14,00	9333,33
6	1	2	2	32	78	9	13,63	27,27	30,1	120,00	33,00	0,39	10,70	7133,33
7	1	2	3	32	78	8	25,76	13,63	31,4	120,00	30,00	0,41	14,70	9800,00
8	1	2	4	28	72	10	12,12	13,61	44,6	115,00	45,00	0,86	22,20	14800,00
1	2	1	1	28	72	11	12,12	9,09	43,2	125,00	55,00	0,89	17,80	11866,67
2	2	1	2	28	78	11	12,12	15,15	41,2	127,00	40,00	0,68	14,00	9333,33
3	2	1	3	28	78	11	18,18	12,12	44,7	125,00	34,00	0,63	19,20	12800,00
4	2	1	4	28	72	11	9,9	15	49,3	115,00	39,00	0,86	25,20	16800,00
5	2	2	1	28	72	12	12,12	10,6	39	125,00	42,00	0,59	15,80	10533,33
6	2	2	2	28	78	10	15,15	24,24	40	127,00	36,00	0,52	11,00	7333,33
7	2	2	3	28	78	10	21,21	13,63	45	125,00	37,00	0,61	16,60	11066,67
8	2	2	4	28	72	12	12	16,7	42,7	115,00	47,00	0,83	23,30	15533,33
1	3	1	1	32	78	12	12,12	6,06	43,3	127,00	38,00	0,74	18,50	12333,33
2	3	1	2	28	72	8	12,12	9,09	38	127,00	28,00	0,52	16,20	10800,00
3	3	1	3	32	78	8	9,09	15,15	48,5	127,00	31,00	0,47	15,70	10466,67
4	3	1	4	28	72	8	24,2	15,15	37,2	115,00	30,00	0,70	21,10	14066,67
5	3	2	1	32	78	10	12,12	15,15	39,4	127,00	35,00	0,61	13,10	8733,33
6	3	2	2	28	72	9	18,18	13,64	33,9	127,00	39,00	0,41	12,10	8066,67
7	3	2	3	32	78	7	12,12	18,18	38,2	127,00	33,00	0,51	15,70	10466,67
8	3	2	4	28	72	8	30	33	38,8	115,00	45,00	0,81	21,90	14600,00

4. Evidencia del manejo del cultivo y evaluación de variables respuesta



Selección de lote



Análisis de suelo



Preparación de suelo



Obtención de semillas



Distribución de la unidad experimental



Surcado



Siembra



Fertilización



Días de emergencia



Riego



Control de malezas y fertilización



Control fitosanitario



Aporque y fertilización



Número de tallos por planta



Altura de la planta



Visita de campo



Incidencia de plagas y enfermedades



Días a la cosecha



Número de tubérculos



Peso de tubérculos de plantas





Pos cosecha

Anexo 5. Resultados de análisis de suelo

Panamericana Sur Km. 1. SIN Cutuglagua.
Tlfs. (02) 3007284 / (02)2504240
Mail: laboratorio.dsa@iniap.gob.ec

INFORME DE ENSAYO No: 25-0208

NOMBRE DEL CLIENTE: Cambo Quinche Edith Estefania
PETICIONARIO: Cambo Quinche Edith Estefania
EMPRESA/INSTITUCIÓN: Cambo Quinche Edith Estefania
DIRECCIÓN: Guaranda

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 23/06/2025
HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 16:07
FECHA DE ANÁLISIS: 30/06/2025
FECHA DE EMISIÓN: 10/07/2025
ANALISIS SOLICITADO: 54.

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	
25-0780	6,43	L Ac	145,73	A	12,15	M	9,98	B	1,75	M	1,28	A	17,87	A	1,72	A	6,0	M	9,1	A	418	A	3,5	B	10,40	1,34	15,31	20,87	7,80	A		35	37	28	FRANCO-ARCILLOSO	Muestra 1

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
LAc =	Liger. Acido	LAl =	Lige. Alcalino	M =	Medio
PN =	Prac. Neutro	Al =	Alcalino	A =	Alto
RC = Requieren Cal				I =	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
I =	Tóxico					A =	Alto

firmado electrónicamente por:
JOSE ALONSO LUCERO MALATAY
Validar únicamente con FirmaEC

firmado electrónicamente por:
IVAN RODRIGO SAMANIEGO MAIGUA
Validar únicamente con FirmaEC

LABORATORISTA

RESPONSABLE DE LABORATORIO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo

Anexo 6. Glosario de términos técnicos

Axonomorfa. - Raíz atípica, fibrosa o fasciculada: no tiene eje principal y todos los ramales tienen la misma importancia

Baya. - Un fruto carnoso que dispone de pulpa, se encuentran las semillas. En las bayas, la pared del ovario se convierte, al madurar, en un pericarpio muy carnoso. Las semillas se distribuyen a lo largo de la pulpa y cuentran con uno o más carpelos.

Clorofila. - Es un pigmento verde esencial que se encuentra en las células de las hojas, tallos y otras partes vegetales, específicamente dentro de los cloroplastos. Su función principal es captar la energía de la luz solar para llevar a cabo la fotosíntesis, el proceso mediante el cual las plantas convierten el agua y el dióxido de carbono en oxígeno y carbohidratos (azúcares), que les sirven como fuente de energía para crecer y desarrollarse.

Coyuntura. - Alude a la sumatoria de circunstancias y factores que inciden sobre algo en un cierto momento. El concepto puede asociarse a la noción de contexto su sentido más amplio.

Deficiencia. - La deficiencia se refiere a la falta o insuficiencia de un nutriente esencial que las plantas necesitan para un desarrollo saludable. Esto puede ocurrir cuando hay poco nutriente disponible en el suelo o cuando la planta tiene problemas para absorberlo.

Epidermis. – Capa mas externa de la célula que recubre el cuerpo primario de la planta incluyendo tallos, hojas, raíces flores, frutos y semillas funciona principalmente como un tejido de protección que resguarda a las estructuras internas frente a daños mecánicos perdida de agua, ataques de microorganismos y radiación solar

Fibrosa. - Se refiere a un tipo de tejido caracterizado por la figura predominante de fibras, que son estructuras largas y resistentes formadas principalmente por celulosa y lignina. Estos tejidos fibrosos facilitan soporte estructural y resistencia mecánica a la planta, consentir mantenerse erguida y soportar fuerzas externas como el viento

Foliolos. - Se refiere a cada una de las partes individuales de una hoja compuesta, y "eficiencia" se refiere al contenido de un sistema agrícola para optimizar el uso de recursos y lograr los mejores resultados.

Hermafroditas. – se refiere a aquellas que poseen flores que contienen ambos órganos reproductivos, masculino y femenino en la misma estructura floral. Es decir una flor hermafrodita tiene estambres órganos masculinos que producen polen y pistilos o gineceos órganos femeninos que contienen los óvulos.

Lenticelas. – las lenticelas en las plantas son pequeñas estructuras especializados que se encuentra en la corteza de tallos ramas y raíces de plantas leñosas. Están formadas por agrupaciones de células con espacios intercelulares amplios, que permiten el intercambio gaseoso entre el interior de la planta y el ambiente externo

Lepidóptero. - Los lepidópteros (orden Lepidoptera) son el tercer grupo de insectos más diverso superado sólo por Coleoptera “escarabajos” y Diptera “moscas y mosquitos”. Con casi 158,000 especies explicadas, corresponde al linaje de animales herbívoros más grande que consta.

Morfología. - Parte de la biología que trata de la forma de los seres orgánicos y de las modificaciones o transformaciones que experimenta.
Pedicelo. - Columna carnoso que sostiene el sombrerillo de las setas, tallo delgado y alargado que sostiene una sola flor o un solo fruto
Pedúnculo. - Es tallo delgado que sostiene una hoja, flor o fruto y lo une al tallo principal de la planta. Su función principal es la de mantener y alimentar a estas estructuras, permitiendo que la savia llegue desde el tallo hasta la flor, fruto o hoja.
Precocidad. - Más específico, precocidad se entiende como la edad o el tiempo que tarda una planta en emprender a producir frutos o en completar su ciclo de desarrollo, desde la siembra hasta la maduración o cosecha.
Proliferación. - Proceso mediante el cual las células se multiplican mediante divisiones celulares sucesivas, produciendo un aumento en el número de células. El desarrollo y tratamiento de los órganos vegetales, ya que a partir de células madre o células iniciales en zonas meristemáticas, las células realizan mitosis para formar ocurrencias células hijas que contribuirán a la expansión y formación de tejidos.
Seguridad alimentaria. – Sistema integral de control de peligros biológicos, químicos y físicos para probar que los alimentos sean inocuos y nutritivos, abarcando desde el campo hasta el procesamiento y consumo.
Soberanía alimentaria. – derechos de los pueblos a definir sus convenientes sistemas alimentarios y agrícolas para producir alimentos sanos culturalmente apropiados ecológicos y sostenibles.
Sostenibilidad. – El desarrollo que satisface las necesidades de presente sin implicar la capacidad de las futuras generaciones garantizando el equilibrio entre el crecimiento económico al cuidado del medio ambiente y bienestar social.
Senescencia. – En el que las células dejan de dividirse, por no mueren entrando en un estado de parada definitivo del ciclo, este proceso, aunque no es muerte celular, lleva a cambios moleculares y reformas en las homeostasis de la célula, un papel importante en el envejecimiento y desarrollo del organismo.
Rentabilidad: Es la ganancia que una persona recibe por poner sus ahorros en una institución financiera y se expresa a través de los intereses, que corresponden a un porcentaje del monto de dinero ahorrado. A estos se agregan los reajustes que permiten mantener el valor adquisitivo del dinero que se haya ahorrado.
Testa. - Capa más externa de la semilla en plantas espermatofitas que forma orma parte del epispermo o tegumento seminal, que es la cubierta que rodea y protege la semilla. Esto se deriva del tegumento externo del óvulo (la primina) suele tener una consistencia dura y resistente.
Tuberización. - Se refiere a la capacidad de planta de desarrollar tubérculos (como la papa o la batata) de manera óptima, con un tamaño, forma y calidad ambicionados, al mismo tiempo que se propaga la producción de la planta. Esto implica la optimización de factores como la fertilización, el riego, el manejo del suelo y la selección de variedades.