UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Agronomía

Tema

EFICIENCIA AGRO-PRODUCTIVA Y ECONÓMICA DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.*)* BAJO DOS NIVELES DE CALCIO-BORO Y DOS DENSIDADES DE SIEMBRA

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

Autoras

Dayana Soledad Bayas Chasi

Gabriela Esthefania Callan Ochoa

Tutor

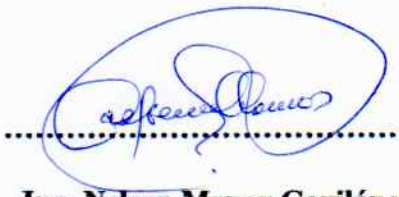
Ing. Nelson Monar Gavilánez Msc

Guaranda – Ecuador

2025

EFICIENCIA AGRO-PRODUCTIVA Y ECONÓMICA DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) BAJO DOS NIVELES DE CALCIO-BORO Y DOS DENSIDADES DE SIEMBRA

REVISADO Y APROBADO POR



.....

Ing. Nelson Monar Gavilánez MSc.

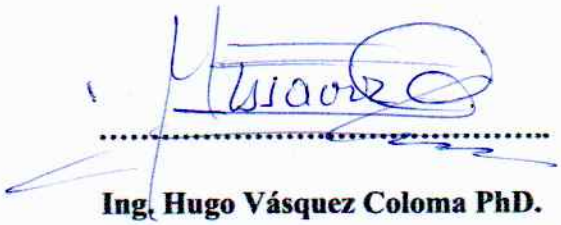
TUTOR



.....

Ing. David Rodrigo Silva García Mg.

DOCENTE LECTOR



.....

Ing. Hugo Vásquez Coloma PhD.

DOCENTE LECTOR

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Nosotras, Bayas Chasi Dayana Soledad con CI 0202172029, Callan Ochoa Gabriela Esthefania con CI 0250068582, 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.

Dayana Soledad Bayas Chasi
Autora
CI: 0202172029

Gabriela Esthefania Callan Ochoa
Autora
CI: 0250068582

Ing. Nelson Monar Gavilánez Msc
Tutor
CI: 0201089836

NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA

ESCRITURA N°20250201004P01049

DECLARACIÓN JURAMENTADA

OTORGAN:
DAYANA SOLEDAD BAYAS CHASI Y
GABRIELA ESTHEFANIA CALLAN OCHOA

CUANTÍA: INDETERMINADA
Di 2 COPIA

P.A.
En el Cantón Guaranda, Provincia Bolivar, República del Ecuador, hoy miércoles a los quince días del mes de octubre del año dos mil veinticinco, ante mi **DOCTORA MSc. GINA LUCIA CLAVIJO CARRION, NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA,** comparecen con plena capacidad, libertad y conocimiento, a la celebración de la presente escritura, las señoritas **DAYANA SOLEDAD BAYAS CHASI**, de estado civil soltera y **GABRIELA ESTHEFANIA CALLAN OCHOA,** de estado civil soltera, ambas partes por sus propios y personales derechos en calidad de OTORGANTES. Las comparecientes declaran ser de nacionalidad ecuatoriana, mayores de edad, de estado civil como se deja expresado, de ocupación estudiantes ambas partes, domiciliada la primera en comparecer en la parroquia Guanujo, cantón Guaranda, provincia Bolívar, con celular número cero nueve ocho tres cuatro tres dos ocho cuatro nueve; y, con correo electrónico **dabayas@mailes.ueb.edu.ec**; y, la segúnda, en comparecer domiciliada en la parroquia Gabriel Ignacio Veintimilla, cantón Guaranda, provincia Bolívar, con celular número cero nueve seis siste dos siete cero tres cuatro uno; y, con correo electrónico **gcallan@mailes.ueb.edu.ec**; hábiles en derecho para contratar y contraer obligaciones, a quienes de conocerles doy fe, en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación cuyas copias fotostáticas debidamente certificadas por mí, agrego a esta escritura, además a petición expresa de los comparecientes se adjunta sus documentos personales como son las cedulas de ciudadanía y certificados de votación, como documentos habilitantes. Las comparecientes me autorizan de conformidad con el artículo setenta y cinco de la Ley Orgánica de Gestión de la Identidad y Datos Civiles, a la obtención e impresión del Registro Personal Único cuyo custodio es la Dirección General de Registro Civil, Identificación y Cedulación, que incorporo a la presente escritura. Además, me facultan de conformidad con el artículo sesenta y seis, numeral diecinueve de la Constitución de la República del Ecuador, en concordancia con el artículo ocho, de la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales, a declarar y dar un tratamiento legítimo a sus datos personales en el presente instrumento público y además a petición expresa de Los comparecientes, adjunto sus documentos personales como son cedulas de ciudadanía y certificados de votación, mismos que agrego a esta escritura como habilitantes. Advertidas las comparecientes por mí la Notaria de los efectos y resultados de esta escritura, así como examinadas que fueron en forma aislada y separada de que comparecen al otorgamiento de esta escritura sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción instruidas por mí de la obligación que tienen de decir la verdad con claridad y exactitud; y, advertidas sobre la gravedad del juramento y de las penas de perjurio, me solicitan que recepte su declaración juramentada. Nosotros: **DAYANA SOLEDAD BAYAS CHASI**, de estado civil soltera y **GABRIELA ESTHEFANIA CALLAN OCHOA,** de estado civil soltera, declaramos bajo juramento que los criterios e ideas emitidos en el presente proyecto de investigación, es de nuestra absoluta autoría, titulado: "**EFICIENCIA AGRO-PRODUCTIVA Y ECONÓMICA DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) BAJO DOS NIVELES DE CALCIO-BORO Y DOS DENSIDADES DE SIEMBRA**". Previo a la obtención del título de Ingenieras Agrónomas, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agronomía.- Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad.- Para su celebración y otorgamiento se observaron los preceptos de ley que el caso requiere y leída que les fue íntegramente a los comparecientes por mí la Notaria, aquellos se afirman y ratifican en la aceptación de su total contenido y firman junto conmigo en unidad de acto, incorporando al protocolo de esta Notaria la presente escritura de Declaración Juramentada, de todo lo cual doy Fe.-------

SRTA. DAYANA SOLEDAD BAYAS CHASI.
C.C. 0202172029

SRTA. GABRIELA ESTHEFANIA CALLAN OCHOA.
C.C. 0250068582

DOCTORA MSc. GINA CLAVIJO CARRION.
NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA

NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA

Dayana Soledad Bayas Chasi Gabriela Esthefania C...

Dayana Bayas_Gabriela Callan_ Proyecto de papa.pdf

David Silva

David Silva

Universidad Estatal de Bolivar

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::3117:513623600

Fecha de entrega
16 oct 2025, 8:23 a.m. GMT-5

Fecha de descarga
16 oct 2025, 8:28 a.m. GMT-5

Nombre del archivo
Dayana Bayas_Gabriela Callan_ Proyecto de papa.pdf

Tamaño del archivo
2.3 MB

85 páginas

18.617 palabras

99.432 caracteres

Ing. Nelson Monar Gavilánez MSc.
TUTOR

4% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Trabajos entregados
- Fuentes de Internet

Fuentes principales

0% Fuentes de Internet
4% Publicaciones
0% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.° de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Ing. Nelson Monar Gavilánez MSc.
TUTOR

DEDICATORIA

Con inmensa gratitud y profundo cariño dedico este proyecto a quienes han sido mi fortaleza y mi apoyo incondicional a lo largo de este camino.

En primer lugar, agradezco a Dios por ser mi guía constante, mi fortaleza en los momentos de angustias y tristeza, y por llenarme de fe y esperanza cuando más lo necesitaba. Gracias por darme la sabiduría, paciencia y la perseverancia necesaria para culminar esta etapa.

A mi amada madre Nancy Piedad Chasi Núñez, mi compañera de vida, mi mayor orgullo, gracias por cada palabra de aliento, por secar mis lágrimas en los momentos más difíciles y por recordarme que soy capaz de superar cualquier obstáculo, por siempre creer en mi incluso cuando dudaba de mí misma. Por cada sacrificio silenciosa, cada desvelo, por cada esfuerzo que hiciste para que logre alcanzar mis metas, nada de esto no hubiese sido posible sin usted, este logro también es suyo.

A mi padre Ángel Ovidio Bayas Lumbi gracias por el apoyo que me a brinda en todos los momentos por sus valores, y consejos de no rendirme nunca y seguir adelante, quiero agradecerle por todo lo que me dio a cambio de nada.

A mi hermana/o Melani Bayas y Brayan Bayas, por acompañarme con sus cariños, risas y palabras de aliento en los momentos más difíciles. Gracias por ser la parte fundamental de mi vida por su amor y por estar presentes. Sus abrazos, sus bromas y su confianza en mi fueron la luz en los días grises y alegría en los momentos de celebración. Este logro también les pertenece mucho por todo su apoyo.

Quiero también agradecer a Carlos Lasso por todo el apoyo que me brindo durante mis estudios gracias por tu paciencia, por escucharme cuando me sentía agotada, por animarme cuando quería rendirme tu confianza en mí me dio fuerza para seguir adelante y tu compañía me hizo que este camino fuera más llevadero y feliz. No solo has sido mi pareja, también asido mi motivación, mi consejero mi mejor compañero de estudio. Este logro también es suyo, porque detrás de cada meta alcanzada estuvo tu amor, tu tiempo y tu apoyo incondicional.

Dayana Bayas

DEDICATORIA

El resultado de este trabajo de investigación se lo dedico a Dios por ser mi fuerza en momentos difíciles, bridarme la capacidad, constancia y fortaleza de afrontar esta nueva etapa en mi vida, también se lo dedico a mis ángeles que guían cada paso en mi vida mis abuelitos José, Brígida y María que me acompañan desde el cielo.

A mis padres María Ochoa y José Callan quiénes son lo más valioso que tengo en mi vida y siempre han estado en mis momentos de alegrías y tristezas. No me alcanzará la vida para agradecerles por todo su apoyo que depositaron en mí, por creer en mi incluso cuando yo no podía hacerlo. Lo que soy es gracias a ustedes, cada sacrificio que han hecho por nosotros no será en vano, son mis mejores mentores, mis maestros, mi ejemplo a seguir sin ustedes nada de esto sería posible. Todo lo que han hecho por mí la vida y el tiempo me permitirá retribuirles, mi mayor respeto, orgullo y admiración hacia ustedes.

A mis hermanos, David, Byron, José Luis, Paty, Valentina y Bryan, gracias por cada consejo, por su apoyo infinito, por su cariño y ser mi motivación para seguir adelante y jamás defraudarlos.

A mi abuelito y sobrinos por su amor desinteresado y apoyo incondicional se han convertido en la razón de mi existir y el regalo más maravilloso que la vida me pudo dar espero tenerlos junto a mi muchos años más.

A mis amigos entre tantas personas coincidí con los mejores gracias por cada palabra, por varias experiencias que hemos vivido porque junto a ustedes he aprendido demasiado ya que este proyecto no solo es un logro personal sino un logro compartido.

A mi compañera de tesis Dayana que se ha convertido en una amiga sincera, gracias por bridarme su apoyo, por el tiempo compartido y la paciencia, hemos afrontado muchas circunstancias, alegrías y tropiezos nos costó demasiado que todo esto valió la pena.

Gabriela Callan

AGRADECIMIENTO

Queremos agradecer a Dios por brindarnos salud, sabiduría y perseverancia para poder para superar los obstáculos y dificultades durante el proceso de nuestra carrera.

A nuestra prestigiosa Universidad Estatal de Bolívar a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, y en particular a la Carrera de Agronomía, por haber sido el pilar fundamental en nuestra formación académica, profesional y personal. A todos los docentes, por su entrega, exigencia y sabiduría; por haber sembrado en nosotros no solo el conocimiento, sino también los valores de la perseverancia, la humildad y el amor por la tierra.

Deseamos expresar nuestro más profundo agradecimiento a nuestro tutor de proyecto de titulación al Ing. Nelson Monar por su valiosa guía paciencia y compromiso a lo largo de este proceso. Por compartir sus conocimientos, sus observaciones siempre oportunas y por haber confiado en nuestras capacidades para desarrollar este proyecto.

Nuestro más profundo agradecimiento al Programa de Semillas y al Ing. David Silva, por guiarnos con su apoyo y comprensión. Agradecemos sinceramente el tiempo que nos dedicó y su constante interés en nuestro avance. Estamos convencidos de que su apoyo fue determinante para que este proyecto de investigación se llevara a cabo con éxito.

A las autoridades de la Universidad y a todo el personal administrativo y técnico, quienes con sus apoyos constantes hicieron posible una experiencia educativa integral y de calidad. Su trabajo, muchas veces silencioso, fue esencial para el desarrollo de nuestras actividades académicas y profesionales.

No podemos dejar de mencionar a nuestros compañeros y compañeras de la carrera, quienes se convirtieron en una segunda familia. Juntos compartimos aprendizajes, desafíos, logros y momentos que quedarán marcados para siempre en nuestra memoria.

Dayana Bayas y Gabriela Callan

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO **Pag**

CAPÍTULO I..... 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. 8

2.3.5. Inflorescencia..... 8

2.3.6. Fruto..... 8

2.3.7. Tubérculo. 9

2.3.8. Hojas 9

2.3.9. Estolón 9

2.4. Requerimientos edafoclimáticos. 9

2.4.1. Suelo..... 9

2.4.2. Temperatura 10

2.4.3. Humedad..... 10

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. 11
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 13
2.6. Plagas y enfermedades 17
2.6.1. Plagas 17
2.6.1.1. La polilla de la papa *(Phthorimaea operculella)* 17
2.6.1.2. Pulguilla *(Epitrix* spp*)* 17
2.6.1.3. Mosca minadora *(Liriomyza huidobrensis)* 17
2.6.1.4. Gusano blanco *(Premnotrypes vorax)* 18
2.6.1.5. Trips *(Frankliniella tuberosi)* 18
2.6.1.6. Pulguilla *(Epitrix* spp*)* 18
2.6.2. Enfermedades 19
2.6.2.1. Punta morada *(Bactericera cockerelli)* 19
2.6.2.2. Tizón tardío *(Phytophtora infestans)* 19
2.6.2.3. Tizón temprano *(Alternaria solani)* 19
2.6.2.4. Rhizoctononia *(Rhizoctonia solani)* 20
2.7. Variedades de papa 20
2.7.1. Variedad súper chola 20

2.8. Importancia 21
2.9. Cosecha 21
2.10. Pos-cosecha 21
2.10.1. Periodo de curación 21
2.10.2. Selección y clasificación 22
2.11. Calcio boro 22
2.12. Valor nutricional de la papa 24
2.13. Tipos de semilla 24
2.13.1. Semillas de tipo certificada 24
2.13.2. Semilla tipo registrada 24
CAPÍTULO III 25
3. MARCO METODOLÓGICO 25
3.1. Ubicación de la investigación 25
3.2. Metodología 25
3.2.1. Material en estudio 25
3.2.2. Factores en estudio 26
3.2.3. Tratamientos 26
3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico 26
3.2.5. Manejo de la investigación 26
3.2.6. Métodos de evaluación (variables respuesta). 28
3.2.7. Tipo de análisis 30
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 31
4.1. Interpretación de resultados 31
4.2. Comprobación de hipótesis. 54
CAPITULO V 55
5.1. CONCLUSIONES 55

5.2. RECOMENDACIONES 56
BIBLIOGRAFÍA. 57
ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Nº	Detalle	Pag
1	Resultado del análisis de varianza para días a la emergencia (DE)	31
2	Resultados del análisis de varianza para días a la floración (DF	31
3	Resultados del análisis de varianza para número de tallos por planta (NTP)	32
4	Resultados de la prueba de Tukey, para FB en el número de tallos por planta (NTP)	32
5	Resultados de la prueba de Tukey, para la interacción FA*FB en el número de tallos por planta (NTP)	34
6	Resultados del análisis de varianza para incidencia de plagas (IP)	35
7	Resultados de la prueba de Tukey, para FB para la incidencia de plagas (IP)	36
8	Resultados de la prueba de Tukey, para la interacción FA*FB para la incidencia de plagas (IP	37
9	Resultados del análisis de varianza para incidencia de enfermedades (IE)	38
10	Resultados de la prueba de Tukey, para FA para la incidencia de enfermedades (IE)	39
11	Resultados de la prueba de Tukey, para FB para la incidencia de enfermedades (IE)	40
12	Resultados de la prueba de Tukey, para la interacción FA*FB para la incidencia de enfermedades (IE)	41
13	Resultados del análisis de varianza altura de planta (AP)	43
14	Resultados del análisis de varianza días a la cosecha (DC)	43
15	Resultados de la prueba de Tukey, para FA para días a la cosecha (DC)	44
16	Resultados de la prueba de Tukey, para la interacción FA*FB para días a la cosecha (DC)	45
17	Resultados del análisis de varianza número de tubérculos por planta (NTP)	46
18	Resultados del análisis de varianza peso tubérculo por planta (PTP)	47
19	Resultados del análisis de varianza peso por parcela (PP/KG)	47

20	Resultados del análisis de varianza rendimiento por hectárea (R/Ha)	48
21	Resultados de la prueba de Tukey, para FA para rendimiento por hectárea (R/HA	48
22	Resultados de la prueba de Tukey, para FB para rendimiento por hectárea (R/HA)	50
23	Resultados de la prueba de Tukey, para FB para rendimiento por hectárea (R/HA)	51
24	Análisis de correlación y regresión lineal	53
25	Análisis beneficio costo	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	Detalle	Pag
1	Resultados de la prueba de Tukey, para FB para rendimiento por hectárea (R/HA)	33
2	Resultados de la respuesta número de tallos por planta en A*B (dosis de calcio-boro densidad de siembra)	34
3	Resultados de la respuesta incidencia de plagas FB (Densidades de siembra)	36
4	Resultados de la respuesta incidencia de plagas en A*B (dosis de calcio-boro densidad de siembra)	37
5	Resultados de la respuesta incidencia de enfermedades FA (dosis de calcio-boro)	39
6	Resultados de la respuesta incidencia de enfermedades FA (dosis de calcio-boro)	40
7	Resultados de la respuesta incidencia de enfermedades en A*B (dosis de calcio-boro densidad de siembra)	41
8	Resultados de la respuesta días a la cosecha para FA (dosis de calcio-boro)	44
9	Resultados de la respuesta días a la cosecha en A*B (dosis de calcio-boro densidad de siembra)	45
10	Resultados de la respuesta rendimiento por hectárea para FA (dosis de calcio-boro)	49
11	Resultados de la respuesta rendimiento por hectárea para FB (densidades de siembra).	50
12	Resultados del rendimiento por hectárea en A*B (dosis de calcio-boro densidad de siembra	51

ÍNDICE DE ANEXOS

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

RESUMEN

La papa representa un cultivo fundamental a nivel global y en Ecuador, particularmente en la región sierra, donde existen diversas variedades nativas y mejoradas. Este cultivo aporta ingresos, empleo y contribuye a la seguridad alimentaria. En Bolívar, la variedad súper chola incrementa la productividad gracias a la asesoría técnica, mientras que el suplemento Calcio Boro favorece el desarrollo y rendimiento de las plantas. La escasa producción de papa está causada por la utilización de semillas de baja calidad, problemas nutricionales, prácticas agronómicas inadecuadas, insuficiente tecnología, limitaciones en infraestructura y condiciones climáticas desfavorables. La presente investigación se realizó en la Provincia de Bolívar, Cantón Guaranda, Parroquia Guanujo en el sector de Guantug. Se empleó un Diseño de Bloques Completos al Azar, en arreglo factorial 3 x 2 con 3 repeticiones. Prueba de Tukey al 5%, análisis de correlación y regresión lineal. Según la prueba de Tukey al 5%, la densidad óptima para el número de tallos por planta es de dos tubérculos por sitio, con un promedio de seis tallos, sin que el calcio-boro influya en esta fase. En cuanto a la incidencia de plagas, el tratamiento con dos tubérculos y 1.5 L/ha de calcio-boro presentó menor afectación (3.25%), mientras que un tratamiento con un tubérculo y 1 L de calcio-boro tuvo mayor incidencia (12.61%), lo que sugiere que incrementos en densidad y dosis mejoran la resistencia. En enfermedades, la dosis ideal de calcio-boro redujo la incidencia a 7.48%, mientras que dosis menores aumentaron la vulnerabilidad. Los días hasta la cosecha se prolongan con mayores dosis de calcio-boro, sin influir la densidad. El rendimiento por hectárea fue 25553.33 kg/ha en el tratamiento con dos tubérculos sin calcio-boro, evidenciando que la densidad de siembra impacta más que la fertilización. La densidad de siembra, particularmente al usar dos tubérculos por lugar, tuvo un mayor impacto en el rendimiento y la rentabilidad de la papa que las cantidades de calcio-boro aplicadas.

Palabras clave: Rendimiento, Eficiencia, Densidad, Beneficio, Calcio-Boro

SUMMARY

Potatoes are a key crop globally and in Ecuador, particularly in the highlands, where there are several native and improved varieties. This crop provides income, employment, and contributes to food security. In Bolívar, the Super Chola variety increases productivity thanks to technical advice, while the Calcio Boro supplement promotes plant development and yield. Low potato production is caused by the use of low-quality seeds, nutritional problems, inadequate agronomic practices, insufficient technology, infrastructure limitations, and unfavorable climatic conditions. This research was conducted in the province of Bolívar, Guaranda canton, Guanujo parish, in the Guantug sector. A completely randomized block design was used, in a 3 x 2 factorial arrangement with three replicates. Tukey's test at 5%, correlation analysis, and linear regression were used. According to the Tukey test at 5%, the optimal density for the number of stems per plant is two tubers per site, with an average of six stems, without calcium-boron influencing this phase. In terms of pest incidence, the treatment with two tubers and 1.5 L/ha of calcium-boron showed the least impact (3.25%), while a treatment with one tuber and 1 L of calcium-boron had the highest incidence (12.61%), which suggests that increases in density and dosage improve resistance. In diseases, the ideal calcium-boron dosage reduced the incidence to 7.48%, while lower dosages increased vulnerability. The days to harvest are prolonged with higher calcium-boron dosages, without influencing density. Yield per hectare was higher in the treatment with two tubers without calcium-boron, showing that planting density has a greater impact 25553.33 kg/ha than fertilization. Planting density, particularly when using two tubers per spot, had a greater impact on potato yield and profitability than the amounts of calcium-boron applied.

Keywords: Yield, Efficiency, Density, Profit, Calcium-Boron

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN.

La papa o patata constituye un cultivo fundamental en todos los sistemas agroalimentarios del mundo, desde los pequeños agricultores que producen a mano diversas variedades autóctonas 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 es uno de los alimentos principales que desde hace cientos de años atrás, ha estado en nuestra dieta diaria, es un producto nativo de América, por lo tanto, aquí ya se cultivaba antes de la conquista de los españoles. En nuestro país este tubérculo ha sido cultivado principalmente en la región sierra, desde los 2000 hasta los 3600 msnm. En el Ecuador podemos encontrar un sin número de variedades, unas nativas, otras introducidas y algunas mejoradas, las mismas que tienen una zona determinada en donde se las prefiere.(Noroña & Tipanquiza, 2018)

La papa es un producto agrícola fundamental en Ecuador, especialmente en la región sierra, ya que representa una gran cantidad de ingresos económicos más importantes para la industria del sector agrícola. Además, el cultivo de papa es de buena calidad culinaria, cultivadas durante los 5 a 6 meses, entre los 2000 y 3400 msnm, dada la gran aceptación en el mercado de varios cultivares de papa, se podría considerar la diversificación en varios países. Su superficie sembrada llega a las 36000 ha, y se cultivan en las 12 provincias del Ecuador. La principal productora interandina, donde se produce la mayor parte de papa son: Carchi, Tungurahua, Chimborazo, Cotopaxi, Pichincha y Cañar. (Auca, 2024)

En Bolívar existe alrededor de 1500 productores de cultivo de papa, lo que representa alrededor de 3500 ha, actualmente con 11 t/ha. La variedad súper chola aumentó el rendimiento en un promedio de 30%. El inspector de semillas del MAG Bolívar, destaco que los productores de semillas reciben orientación y supervisión

técnica en la producción y certificación de semillas de alta calidad, en particular de la variedad súper chola.(Santillán, 2019)

Calcio Boro es un suplemento vital para el crecimiento óptimo de las plantas. Con un contenido de calcio al 10%, fortalece las estructuras celulares, promueve la absorción de nutrientes y regula el crecimiento, previniendo desórdenes fisiológicos como la pudrición apical. Con un 3% de boro, mejora la estructura celular, facilita la polinización y fructificación, optimiza el transporte de carbohidratos y potencia la fotosíntesis para un rendimiento máximo de las plantas. (Agrotafol, 2023)

1.2. PROBLEMA

Uno de los principales problemas en la provincia Bolívar es la baja productividad del cultivo de papa, condicionada por la falta de semillas de calidad, deficiencia de elementos esenciales como el calcio y el boro, y una ineficiente transferencia de tecnología relacionada al manejo del cultivo sobre componentes importantes de manejo agronómico del cultivo; como la densidad de siembra, controles fitosanitarios, uso de semilla con buena genética y de calidad, fertilizantes, siembra en fechas no aptas, falta de infraestructura para riego y condiciones climáticas.

Además, los bajos rendimientos están expuestos al desconocimiento de los beneficios de utilizar semilla certificada, así como a la práctica de utilizar varios ciclos vegetativos de una misma línea genética para la siembra.

La deficiencia nutricional en el cultivo de papa, hace que la planta sea más pequeña y las hojas muestren una coloración clorótica de color verde y amarrillo pálido. Esto se da debido a suelos de pH de 5.5 a 7.0, suelos arenosos, bajo o alto contenido de materia orgánica, y condiciones de sequía. Ya que por ello también se obtiene el bajo rendimiento del cultivo de papa. Además de ello el desconocimiento de los agricultores sobre fertilizantes edáficos y foliares como el calcio boro que son aptos para un buen desarrollo de la planta y ayudan a obtener un mejor rendimiento del cultivo de papa.

Finalmente, la presente investigación contribuirá al mejoramiento y sostenibilidad del cultivo de papa, con la determinación de un correcto manejo en la densidad y fertilización en la zona agroecológica de Guantug

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar la eficiencia agro-productiva y económica de la papa bajo dos niveles de calcio-boro y dos densidades de siembra.

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar el nivel de calcio-boro que genera mayor respuesta productiva.
- Evaluar la densidad de siembra que genera mayor rendimiento en el cultivo de papa.
- Establecer la relación Beneficio/Costo**.**

1.4. HIPÓTESIS.

H_0: La respuesta agro-productiva y económica del cultivo de papa, no depende del nivel de calcio-boro y la densidad de siembra.

H_1: La respuesta agro-productiva y económica del cultivo de papa, depende del nivel de calcio-boro y la densidad de siembra.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.

2.1. Origen.

Se reporta que (*Solanum tuberosum*) se domesticó en Sudamérica, específicamente en Bolivia, entre los lagos Titicaca y Poopó hace unos 10000 a 7000 años, aunque los primeros vestigios se encontraron en el cañón de Chilca, al sur de Lima en Perú que datan de una antigüedad de hace 10500 años. Y aunque existe controversia y opiniones muy diversas en cuanto al origen de la papa, sin duda se estima que el altiplano peruano-boliviano es el centro de origen de este importante cultivo.(Levy & Kedar, 2020)

Variedad súper chola

Esta variedad, es el resultado de la selección a partir de los cruzamientos de "Rosita"y "Curipamba Negra" en 1968, dando origen a "Curicana" que posteriormente fue cruzada con *Solanum phureja* de la cual resultó un híbrido, éste fue cruzado con Chola de la cual se seleccionaron tres genotipos (clones) más sobresalientes los cuales finalmente se recruzaron entre sí originando a la variedad "Superchola" misma que fue liberada en 1984, esto fue realizado por el Sr. Germán Bastidas Vaca en el cantón Montúfar, Carchi, quien en su vida fue un investigador autodidacta dedicado al mejoramiento genético de la producción agropecuaria, además fue considerado como el genetista más antiguo y prolífico del Ecuador. (Fernando, 2021)

2.2. Clasificación taxonómica

Reino: Plantae

División: Magoliophyta.

Clase: Magnoliopsida.

Subclase: Asteridae.

Orden: Solanales.

Familia: Solanáceas.

Género: Solanum.

Especie: tuberosum.

Nombre científico: *Solanum tuberosum* (Vizcaíno, 2020).

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. Pertenece a la familia de las Solanáceas, entre los que se encuentran el tomate, pimiento, ají y berenjena, entre otros. El (*Solanum tuberosum)* se divide en dos subespecies: la andigena, adaptada a condiciones de días cortos, cultivada 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, 2019)

2.3.2. Raíz.

Las plantas de papa pueden desarrollarse a partir de una semilla o de un tubérculo. Cuando crecen a partir de una semilla, forman una delicada raíz axonomorfa con ramificaciones laterales. Cuando crecen de tubérculos, primero forman raíces adventicias en la base de cada brote y luego encima de los nudos en la parte subterránea de cada tallo. ocasionalmente se forman raíces también en los estolones.(Vizcaíno, 2020)

2.3.4. Tallo.

Los tallos se originan de las yemas u ojos del tubérculo madre. Generalmente son de color verde y algunas veces puede ser de color marrón rojizo o morado. El tallo aéreo, que puede ser ramificado, es generalmente hueco y triangular en sección transversal. El tallo se considera principal si crece directamente del tubérculo y a las ramas laterales de este se les denomina tallo secundario. (Martínez, 2020)

2.3.5. Inflorescencia

El pedúnculo de la inflorescencia está dividido generalmente en dos ramas, cada una de las cuales se subdivide en otras dos ramas. De esta manera se forma una inflorescencia llamada cimosa. De las ramas de las inflorescencias salen los pedicelos, en cuyas puntas superiores se encuentran los cálices.

Cada pedicelo tiene una coyuntura o articulación en la cual se desprenden del tallo las flores o los frutos. Esta articulación es pigmentada en algunas variedades cultivadas Las flores de la papa son bisexuales (tienen ambos sexos), y poseen las cuatro partes esenciales de una flor: cáliz, corola, estambres y pistilo. (Morales, 2021)

2.3.6. Fruto

Al ser fertilizado, el ovario se desarrolla para convertirse en un fruto llamado baya, que contiene numerosas semillas. El fruto generalmente es esférico, pero en algunas variedades son ovoides o cónicos. Normalmente, el fruto es de color verde, y en algunas variedades cultivadas tienen puntos blancos o pigmentados, o franjas o áreas pigmentadas. El número de semillas por fruto llega 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 crecimiento es fuertemente comprimido y orientado hacia los costados. El tubérculo de papa es el tallo subterráneo especializado 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, 2019)

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, sus hojas fabrican el almidón, que es transferido a las terminaciones de 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 edafoclimáticos.

2.4.1. Suelo

La papa se desarrolla mejor en suelos francos, bien drenados, humíferos y apropiadamente abastecidos de materia orgánica y nutrientes. Suelos de textura liviana y media, tales como los negros andinos, permiten un bajo número de operaciones de labranza para establecer condiciones ideales para el crecimiento de las raíces. El pH de los suelos varía de ligeramente 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 inferiores 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, 2019)

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 1000 mm, 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 m 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, 2019)

2.5.3. Siembra

La siembra se realiza, generalmente, entre surcos distanciados de 0.90 a 1.00 m dependiendo de la variedad y fines de producción. Los tubérculos- semillas se van distribuyendo en forma manual en el fondo del surco con un distanciamiento de 20 a 25 cm entre tubérculos. Posterior a la siembra y aplicación de fertilizantes y abono orgánico se realiza el tapado.

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

2.5.4. Rascadillo.

Consiste en remover el suelo, lograr el control oportuno de malezas y permitir 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. (Jiménez, 2021)

2.5.5. Aporque

Consiste en arrimar la tierra a las plantas, dejando camellones bien formados. Al igual que en el caso anterior, se realiza en forma manual o mecanizada con yunta o tractor.

Generalmente en el país se practica dos momentos de aporque. Sin embargo, con las variedades modernas de ciclo corto (menos de 100 días), es posible aporcar una sola vez. Si en estos casos existen problemas de drenaje, un segundo aporque puede ser aconsejable.

El periodo óptimo para hacer el aporque depende del desarrollo de la planta, en particular la formación de estolones y la tuberización. En general, el medio aporque debe realizarse entre 50 a 60 días y el aporque a partir de los 70 hasta los 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, 2019)

2.5.7. Control fitosanitario

Para tener éxito en la producción de papa es importante la oportuna y 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 que está a mayores profundidades 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. (Corzo, 2020)

2.5.8. Requerimiento del cultivo

Uno de los manejos críticos en el cultivo de papa es la fertilización del cultivo. Es así como existe la necesidad de contar con la disponibilidad de nutrientes para el desarrollo de cada etapa fenológica, permitiendo de esta forma alcanzar los objetivos productivos propuestos. La importancia de los elementos en la nutrición depende de la cantidad requerida o extraída por el cultivo. En tal sentido es que los nutrientes son definidos como macronutrientes (primarios y secundarios) y micronutrientes.

La papa es un cultivo con alta respuesta a la aplicación de fertilizantes debido a que posee un alto índice de cosecha (76%), una baja densidad radical que limita su eficiencia de absorción de nutrientes y un ciclo de desarrollo corto (90-160 días). Por lo anterior, existe una alta demanda de nutrientes, necesarios para alcanzar un óptimo desarrollo. (Méndez, 2023)

Nitrógeno

Las plantas pueden absorber este nutriente en forma de ion de nitrato (NO_3^-) o de amonio (NH_4^+). Pueden también absorber nitrógeno en forma orgánica (aminoácidos), tanto por las raíces como por la parte aérea. Forma parte de un gran número de compuestos orgánicos necesarios para el crecimiento y el desarrollo de las plantas como: aminoácidos, proteínas, coenzimas, ácidos nucleicos, clorofila, etc. Favorece el crecimiento vegetativo, el buen aspecto y el color verde de la planta. La deficiencia de nitrógeno se manifiesta con la aparición de hojas pálidas y la reducción tanto del crecimiento de la planta como del rendimiento de los tubérculos (tamaño y número). (Barona & Mateus, 2021)

Fósforo

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, 2019)

Potasio

La papa requiere altos niveles de potasio en concentraciones comparables e incluso mayores que el nitrógeno. Elemento que es captado 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 deficiencias de potasio disminuyen la actividad fotosintética, reduciendo la producción de materia seca y almidón. Cuando la absorción de K es excesiva, este se transloca 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)

Deficiencia de calcio.

Los síntomas de deficiencia de Calcio en papa son difíciles de observar en campo, especialmente en la parte aérea de la planta. En condiciones severas, se puede observar amarillamiento o clorosis de las hojas jóvenes y posteriormente aparición de manchas necróticas en los bordes de la hoja.

Son más comunes los síntomas en el tubérculo, como la necrosis interna, lento crecimiento, también se afecta el crecimiento de la raíz, en tubérculo-semilla, se observan áreas pardas o cafés cercanas a los puntos de brotación. En condiciones

de cultivo en sustrato, sin aplicación de calcio en la solución nutritiva, se observa colapso de los pecíolos y puntos de crecimiento, en estas condiciones, los tubérculos desarrollan un agrietamiento severo.(Medina, 2020)

Magnesio

Este componente está relacionado con las reacciones de metabolismo energético, síntesis de constituyentes 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, 2019)

Manganeso.

El manganeso se absorbe como ión 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 del 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 dañan más fácilmente durante el almacenamiento.

Zinc

El zinc se absorbe de forma activa como ión Zn2+. Es fundamental en la síntesis de auxinas y ácido indolacético (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 absorbe el boro en forma de ácido bórico. El boro regula el transporte de azúcares a través de membranas y también juega un rol importante en la división y desarrollo celular, así como en el metabolismo de auxinas. Principales síntomas de deficiencia: Muerte de los brotes en crecimiento, por lo que las plantas parecen arbustivas, teniendo entrenudos cortos. Hojas gruesas y enrolladas hacia arriba. El tejido de las hojas se oscurece y colapsa. Aparecen manchas necróticas marrones en los tubérculos y se forman manchas en el interior.(Barona & Mateus, 2021)

Suministro de boro

Un suministro adecuado de boro a las papas es necesario para: La circulación de calcio por toda la planta para una correcta nutrición de calcio, la uniformidad del tipo de célula, el aumento de la concentración de vitamina C, que estimula la nutrición, el rendimiento y la calidad general. La obtención de muestras de suelo y el análisis del peciolo y de las hojas de las papas son esenciales para determinar si sus papas están recibiendo la cantidad adecuada de boro. Si se aplican fertilizantes a base de boro los primeros 14 a 30 días después de la formación del tubérculo, cuando las células de la papa están comenzando a dividirse, habrá una mejor uniformidad del tipo de célula. (Rodríguez, 2021)

Deficiencia de boro

Los síntomas de la deficiencia de boro rara vez se observan en el brote, aunque se ha comunicado un crecimiento reducido con entrenudos cortos y hojas rizadas. Los síntomas se observan con mayor facilidad en los tubérculos en forma de manchas marrones necrosadas. Las enfermedades, incluidas la mancha interna de óxido, la sarna de la papa, y diversas infecciones por bacterias y virus han mostrado una respuesta positiva a los tratamientos con boro junto con una nutrición adecuada. La enfermedad conocida como “mancha interna de óxido” es una respuesta a la aplicación de fertilizantes a base de boro, pero aún resta probar si esto se debe a la deficiencia de boro o solo a una asociación indirecta con el boro. (Rodríguez, 2021)

2.6. Plagas y enfermedades

2.6.1. Plagas

2.6.1.1. La polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*)

Se trata de un micro lepidóptero de hábito preferentemente nocturno. La hembra puede poner de media unos 138 huevos en pequeños grupos en hojas, tallos, tubérculos o en el suelo cerca de los tubérculos. Son de pequeño tamaño de 0,5 mm 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 1,2 cm de largo destacando la cabeza de color café oscuro**.**(Perera, 2021)

2.6.1.2. Pulguilla (*Epitrix* spp)

las pulguillas de la papa son escarabajos negros pequeños, de 2 a 3 mm, que saltan con mucha facilidad sobre el follaje. Allí producen huecos circulares pequeños, menores de 3 mm de diámetro. Las hojas fuertemente dañadas pueden secarse completamente, lo que afecta la capacidad de fotosíntesis y el rendimiento de la planta. Las larvas también son perjudiciales porque se alimentan de las raíces, estolones y tubérculos. En los tubérculos las larvas raspan la superficie o producen minas superficiales. Estos daños favorecen el ingreso de hongos patógenos que se encuentran en el suelo (Jiménez, 2021)

2.6.1.3. 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)

2.6.1.4. Gusano blanco (*Premnotrypes vorax*)

En estado de larvas, se encuentran en los tubérculos formando galerías. En estado de adultos, proliferan desde la preparación del suelo hasta los 45 días después 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)

2.6.1.5. Trips (*Frankliniella tuberosi*)

Son insectos muy pequeños, 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 terminan secándose y la planta reduce su rendimiento. En casos severos las plantas pueden secarse. Los trips también transmiten el virus de la marchitez apical del tomate. (Araujo, 2021)

2.6.1.6. Pulguilla (*Epitrix* spp)

Las pulguillas de la papa son escarabajos negros pequeños, de 2 a 3 mm, que saltan con mucha facilidad sobre el follaje. Allí producen huecos circulares pequeños, menores de 3 mm de diámetro. Las hojas fuertemente dañadas pueden secarse completamente, lo que afecta la capacidad de fotosíntesis y el rendimiento de la planta. Las larvas también son perjudiciales porque se alimentan de las raíces, estolones y tubérculos. En los tubérculos las larvas raspan la superficie o producen minas superficiales. Estos daños favorecen el ingreso de hongos patógenos que se encuentran en el suelo. (Jiménez, 2021)

2.6.2. Enfermedades

2.6.2.1. 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 tubérculos. 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)

2.6.2.2. 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 hacer un ligero raspado, 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, 2019)

2.6.2.3. 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)

2.6.2.4. **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

Las variedades de papas generalmente se dividen en dos categorías: las variedades mejoradas las cuales pertenecen al grupo de tubérculos que fueron 10 mejorados genéticamente con el fin de mejorar su resistencia y garantizar mayores rendimientos, el otro grupo la que conforman las variedades nativas que son la resultante de años de selección y domesticación de tubérculos. En Ecuador se considera que hay 35 variedades de tubérculos que muestran diferentes tamaños, formas y tonalidades. Entre las cuales se pueden destacar las siguientes variedades: Coneja blanca y negra, uvilla, carrizo, puña, yema de huevo, santa rosa, calvache, leona negra, chaucha roja, estela, Gabriela, súper chola, chola, margarita, natividad, esperanza, fripapa, rosita, santa Isabela, Cecilia, estas variedades de papa establecen en zonas que superen a alturas de 3000 msnm. (Pillajo, 2021)

2.7.1. Variedad súper chola

La variedad súper chola con un hábito de crecimiento erecto, tallos pigmentados, presencia de alas rectas y onduladas. Diseccionadas, de color verde intenso con tres a cuatro pares de foliolos laterales, un foliolo terminal, dos a tres pares de inter hojuelas entre foliolos laterales y uno a dos pares de inter hojuelas sobre peciolos. Moderada, flor morada con color secundario blanco, forma de la corola estrellada. Se adapta a altitudes desde 2800 - 3400 msnm, con temperaturas en temperaturas de 20 a 24 °C, ciclo vegetativo de (180-210 días) susceptible a lancha (Phytophthora infestans Mont. de Bary) Medianamente resistente a roya (Puccinia piittieriana P. Hennings) Tolerante. (Cuesta et al., 2022)

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

Tradicionalmente, los productores de Ecuador dejan sus cultivos de papa en el campo hasta ver la senescencia de la planta; es decir, cuando los tallos se viran y las hojas se vuelven amarillas. Sin embargo, es recomendable tomar en cuenta el uso eventual de la cosecha. Para el mercado fresco los tres factores importantes son tamaño, forma y apariencia del tubérculo. Por eso, es importante que el productor revise periódicamente el desarrollo de los tubérculos para determinar cuando hayan alcanzado las características necesarias para el mercado. Si el uso del cultivo no es el mercado fresco, sino otro (hojuelas o papa frita), se debe realizar la cosecha cuando los tubérculos alcancen las características necesarias de tamaño y contenido de azúcares.(Noroña, 2021)

2.10. Pos-cosecha

2.10.1. Periodo de curación

Los tubérculos cosechados se acondicionan en ambientes no expuestos a factores ambientales adversos, en forma de rumas o montones adecuados y protegidos o tapados con paja o brozas de avena para su curado; por un tiempo de 15 a 20 días. Este periodo de curación es realizado con la finalidad de cicatrizar las heridas causadas durante la cosecha y transporte, favorecer el secado y desprendimiento de la tierra adherida a los tubérculos, así como detectar síntomas de pudriciones. Esta labor es importante para una adecuada selección y clasificación.

2.10.2. Selección y clasificación

La selección consiste en separar los tubérculos de mala calidad (dañados por plagas, afectados por enfermedades, deformados, pequeños y partidos) que serán destinados para el consumo humano, de los tubérculos sanos que serán utilizados para semillas. Posteriormente los tubérculos sanos son clasificados por peso o tamaño en clases de tubérculos-semillas, generalmente en gruesa, primera, segunda y tercera. La selección y clasificación adecuada es una de las prácticas más importantes para el éxito del almacenamiento.(Corzo, 2020)

2.11. Calcio boro

El calcio boro es un fertilizante foliar líquido y estos componentes trabajan juntos de manera sinérgica especialmente después de la floración, favoreciendo una excelente división celular y fortaleciendo las paredes celulares, lo que asegura una mejor integridad celular y una adecuada formación de frutos, mejora el rendimiento y aumenta la calidad. Es recomendable aplicar cada 15 días sobre todo después de la floración hasta cumplir el ciclo vegetativo del cultivo de papa. (Santillan, 2019)

Ficha de calcio boro

Nombre comercial	Calcio Boro	
Composición química	Calcio (CaO) Boro (B) Molibdeno (Mo) Cobalto (Co) Ácidos húmicos Vitaminas C y E	110 g/L 10 g/L 52 mg/L 13 mg/L 1.3 g/L 2.6 g/L
Clase	Fertilizante foliar	
Formulación	Liquido	
Propiedades físicas y químicas		
Aspecto	Líquido viscoso color marrón	
pH (25°C)	2.5-4.0	
Corrosividad	No corrosivo	

Inflamación	Negativo	
Compatibilidad	Compatible con todos los plaguicidas. Mezcla con fertilizantes a base de fosforo.	
Mecanismo de acción	El calcio boro ejerce su mecanismo de acción por vía foliar o radicular en cultivo de papa, ayuda a mejorar la estructura del suelo y a la vez proporciona a la solución del suelo. pone a disposición de la planta calcio y boro y boro activos reduce la aparición de carencias de calcio y boro producidas por condiciones ambientales adversas como el estrés hídrico y salinidad.	
Modo de acción	Como modo de acción el calcio ayuda al crecimiento de la planta, ayuda el incremento de la floración, amarre de frutos, incremento de la productividad, aumentando energía, acelerando el flujo de nutrientes hacia la célula y fuera de la célula, conforma en las paredes celulares los pectatos de calcio. Además, activa las funciones catalíticas y neutraliza por precipitación algunos ácidos orgánicos y el boro es esencial en el metabolismo del nitrógeno y los carbohidratos.	
Usos y dosis		
Cultivo	**Dosis**	**Aplicación**
Papa	0.5–1 L/ha Aplicación	Al inicio de la tuberización. 2° 15 a 20 días después de la aplicación.
Modo de aplicación	El calcio boro se aplica por aspersión en mezcla con suficiente cantidad de agua para lograr una adecuada distribución del preparado sobre el follaje.	

Fuente: (Calcio et al., n.d.)

2.12. Valor nutricional de la papa

La papa es una fuente importante de carbohidratos, almidón, proteínas de calidad, B6 y potasio. La papa también es una fuente de antioxidantes. Todas las papas contienen niveles significativos de vitamina C y ácido clorogénico, importante para regular las grasas corporales. Las papas de pulpa amarilla son ricas en luteína y zeaxantina, asociadas a la prevención de enfermedades, y las papas de pulpa morada y roja son ricas en antocianinas.

La papa tiene un gran contenido de carbohidratos (16-20%) siendo el almidón el principal de estos. La concentración de azúcares sencillos es baja. Los más importantes son la glucosa, fructosa y sacarosa. Los carbohidratos son fuente de energía, se almacenan como glucógeno en los músculos y en el hígado. (CIP, 2019)

2.13. Tipos de semilla

2.13.1. Semillas de tipo certificada

La semilla certificada es producida exclusivamente por las organizaciones o productores semilleristas registrados en el MAG. Actualmente el rendimiento nacional promedio de papa es de 12.7 toneladas métricas por hectárea. La ventaja de utilizar la semilla certificada es que aumenta la productividad, reducción de riesgos para al agricultor, los cultivos son más resistentes a plagas y enfermedades, garantía de calidad, pureza, y mejora la cosecha. Además, aumenta la productividad de las exportaciones y la rentabilidad de los agricultores. (Santillan, 2019)

2.13.2. Semilla tipo registrada

La semilla de tipo registrado son semillas de papa de alta calidad genética, fitosanitaria, fisiológica y física, obtenida bajo condiciones protegida en aeroponía. A partir de la semilla registrada se produce la semilla básica y semilla certificada, de la misma forma que se mantenga la pureza e identidad genética y cumpla los estándares establecidos para esta categoría de semillas. Producida bajo la responsabilidad de la entidad creadora con un marbete de color rojo. (Rodríguez, 2022)

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación de la investigación

La presente investigación se realizó en la Provincia de Bolívar, Cantón Guaranda, Parroquia Guanujo en el sector de Guantug en el kilómetro cinco de la vía a Salinas.

- **Situación geográfica y edafoclimática**

Altitud	3526 msnm
Latitud	1° 29' 1" S
Longitud	79° 02' 15" O
Temperatura máxima	12 °C
Temperatura mínima	6 °C
Temperatura media anual	10° C
Humedad relativa promedio anual	90%
Precipitación media anual	1000 mm
Tipo de suelo	Franco limoso
PH	6.09

Fuente:(Quintana, 2023)

- **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 súper-chola y calcio boro

3.2.2. Factores en estudio

FA: Dosis de Calcio-Boro

A1: 1 L/ha

A2: 1,5 L/ha

A3: 0 L/ha

FB: Densidades de siembra

B1: 1 tubérculo

B2: 2 tubérculos

3.2.3. Tratamientos

Tratamientos	Código	Detalle
T1	A1B1	1 L/ha Calcio-Boro más un tubérculo
T2	A1B2	1 L/ha Calcio-Boro más dos tubérculos
T3	A2B1	1,5 L/ha Calcio-Boro más un tubérculo
T4	A2B2	1,5 L/ha Calcio-Boro más dos tubérculos
T5	A3B1	0 L/ha Calcio-Boro más un tubérculo
T6	A3B2	0 L/ha Calcio-Boro más dos tubérculos

3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico

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

3.2.5. Manejo de la investigación

Selección del lote

El lote donde se realizó la presente investigación cumplió con los siguientes aspectos: no se cultivó papas el ciclo anterior y presento 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 m con la ayuda de una pala, balde y una funda siplok se mezcló homogéneamente la cual se tomó una muestra de un kg y se envió al laboratorio de Suelos y Aguas de la Estación Experimental Santa Catalina – INIAP.

Preparación del suelo

Se realizó 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.

Distribución de la unidad experimental

Esta labor se realizó de acuerdo al mapa de campo previamente antes establecido según el diseño a aplicar, dividiendo el ensayo por medio de estacas mismo que constó de tres repeticiones, cada una con seis tratamientos con un total de 18 unidades experimentales.

Siembra

Una vez seleccionados los tubérculos semilla, se sembró cada 0.50 m entre planta y 1.25m entre surco y se fertilizo con una dosis de 350 kg/ha de fertilizante compuesto 10-30-10 más micro elementos, tomando en cuenta que en la repetición uno en los tratamientos 1, 3 y 5 se empleó un tubérculo por sitio, mientras que en los tratamientos 2, 4 y 6 se empleó dos tubérculos por sitio de siembra.

Control de malezas

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

Control de plagas y enfermedades

Para el control de plagas se realizó un control químico mediante la utilización cipermetrina 250 cc/ha, y para el control de enfermedades se realizó control químico con la utilización mancozed 2 kg/ ha, Thiamethoxam 141 g/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 10-30-10 más micro elementos, en dosis de 350 kg/ha y de fertilización foliar se aplicó calcio boro con la siguiente dosis: 1 L/ha, 1,5 L/ha, 0 L/ha.

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.

Riego

De ser necesario según las condiciones climáticas presentes en la zona de estudio, se dio riego procurando obtener uniformidad de riego y no generar desfases de crecimiento en el cultivo

Cosecha

Se lo realizo cuando el cultivo presento madurez fisiológica de forma manual con la ayuda de un azadón y costales de yute para su posterior clasificado.

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, semilla 2 y deshecho.

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 presentaron dos o más hojas

verdaderas, contando las plantas emergidas y relacionando con el número de tubérculos sembrados y sus resultados fueron expresados en porcentaje.

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 presentaron floración y sus resultados fueron expresados en días.

Número de tallos por planta (NTP)

En 10 plantas 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.

Incidencia de plagas y enfermedades (IPE)

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

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

Altura de la planta (AP)

Dato que se registró en 10 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 el mismo alcanzó su máxima altura al momento de floración y sus resultados fueron expresados en centímetros.

Días a la cosecha (DC)

Parámetro que se registró contando los días desde la siembra hasta cuando la planta presento madures fisiológica y sus resultados se registró en días.

Número de tubérculos por planta (NTP)

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

Peso de tubérculos por planta (PTP)

Dato que se evaluó en 10 plantas al azar de cada unidad experimental, pesando el total de tubérculos existentes en las mismas y sus datos se registraron en kilogramos por planta.

Peso de campo por parcela (PCP)

Una vez que alcanzó el cultivo su madurez fisiológica se cosechó cada una de las unidades experimentales y con la ayuda de una balanza se pesó los tubérculos y se expresó en kg/parcela; clasificando previamente los tubérculos por categorías de tamaños según el diámetro de cada una (primera de 65 mm en adelante, segunda 45 a 64 mm, tercera de 30 a 44 mm y cuarta 10 a 29 mm de diámetro).

Rendimiento por hectárea (R)

Se evaluó mediante la relación de la producción de peso de campo por parcela obtenido de cada una de las unidades experimentales mediante la aplicación de una ecuación matemática, y sus datos fueron registrados en kilogramos por hectárea.

$$R = PCP * (10000/ANC)$$

R= rendimiento

PCP= Peso de campo por parcela

ANC= Área neta cosechada

3.2.7. Tipo de análisis

- Análisis de varianza (ADEVA) según el detalle de la tabla:
- Prueba de tukey al 5%, análisis de correlación y regresión lineal.
- Análisis económico de Beneficio/Costo

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

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	53,33	7	7,62	2,20	0,1251	5,70
R	4,00	2	2,00	0,58	0,5793	
FA	49,33	2	24,67	7,12	0,0120	
FB	0,00	1	0,00	0,00	>0,9999	
FA*FB	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999	
Error	34,67	10	3,47			
Total	88,00	17				

Según los resultados del análisis de varianza para los días a la emergencia se puede determinar que el factor A, en relación a dosis de calcio boro, fue significativo, con un p-valor <0.05. Por el contrario, la respuesta del factor B e interacción A*B fue no significativa, con un coeficiente de variación de 5.70%.

Tabla 2

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

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	CV%
Modelo	166,22	7	23,75	4,73	0,0139	2,40
R	152,44	2	76,22	15,18	0,0009	
FA	13,78	2	6,89	1,37	0,2976	
FB	0,00	1	0,00	0,00	>0,9999	
FA*FB	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999	
Error	50,22	10	5,02			
Total	216,44	17				

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis de varianza para días a la floración de puede determinar que a nivel de factor A, factor B e interacción de A*B no existió diferencias significativas para el presente parámetro de evaluación,

con un p-valor > 0.05, lo que nos demuestra que las dosis de calcio boro y las densidades de siembra tuvieron un efecto similar en el parámetro días a la floración, con un coeficiente de variación de 2.40%

Tabla 3

Resultados del análisis de varianza para número de tallos por planta (NTP)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	CV%
Modelo	23,79	7	3,40	3,69	0,0309	20,37
R	2,79	2	1,40	1,52	0,2662	
FA	1,20	2	0,60	0,65	0,5409	
FB	19,22	1	19,22	20,87	0,0010	
FA*FB	0,57	2	0,29	0,31	0,7393	
Error	9,21	10	0,92			
Total	33,00	17				

Según los resultados obtenidos del análisis de varianza para número de tallos por planta nos demuestra que a nivel de factor B, en relación a las densidades de siembra, fue altamente significativo con un p-valor < al 0.01. Por el contrario, la respuesta del factor A e interacción A*B fue no significativa. Demostrando que el número de tallos por planta depende de la densidad de siembra y no de las dosis de calcio-boro, con un coeficiente de variación de 20.37%

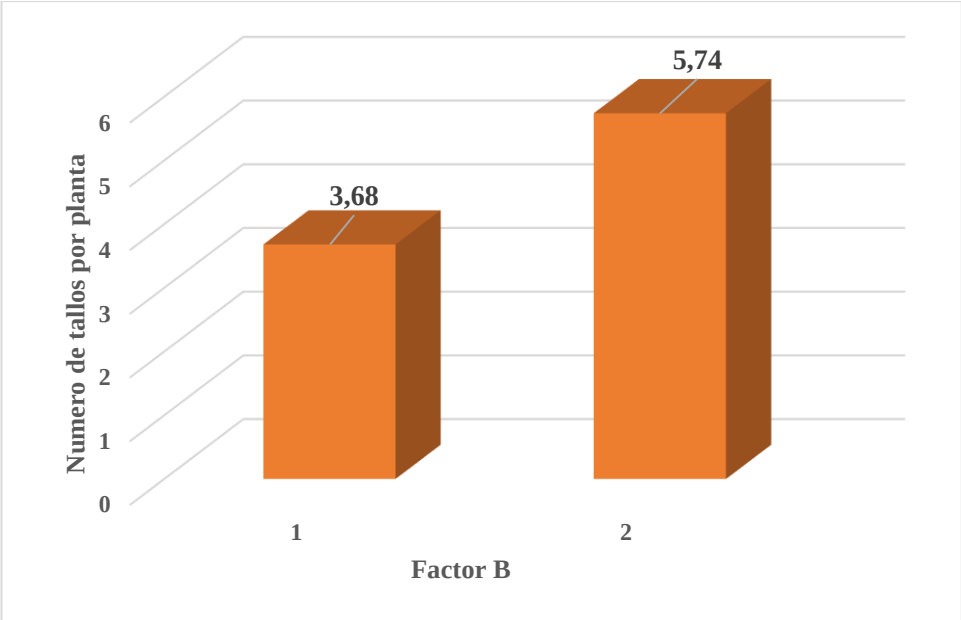
Tabla 4

Resultados de la prueba de Tukey, para FB en el número de tallos por planta (NTP)

FB	Medias	Rangos	
2	5,74	A	
1	3,68		B

Figura 1

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



Los resultados de la prueba de Tukey al 5%, en número de tallos por planta, para el factor B, en relación a las densidades de siembra, se determinó que la mayor respuesta fue la de dos tubérculos por sitio obteniendo promedios de 6 tallos por punto de siembra. Infiriendo que el promedio del número de tallos en la presente investigación dependió del tamaño del tubérculo semilla mismo que presento una brotación múltiple con un promedio de tres brotes por tubérculo, lo que nos indica que la semilla tubo una buena viabilidad al momento de la brotación teniendo una buena cobertura foliar.

El número de brotes de un tubérculo de papa, incluyendo la variedad papa chola (Súper Chola), depende del tamaño del tubérculo y la variedad específica. En promedio, un tubérculo de papa puede producir entre 2 a 3 brotes. Este fenómeno aumenta el número de tallos por planta, mejora la cobertura foliar y contribuye a un mayor rendimiento del cultivo. (Araujo, 2021)

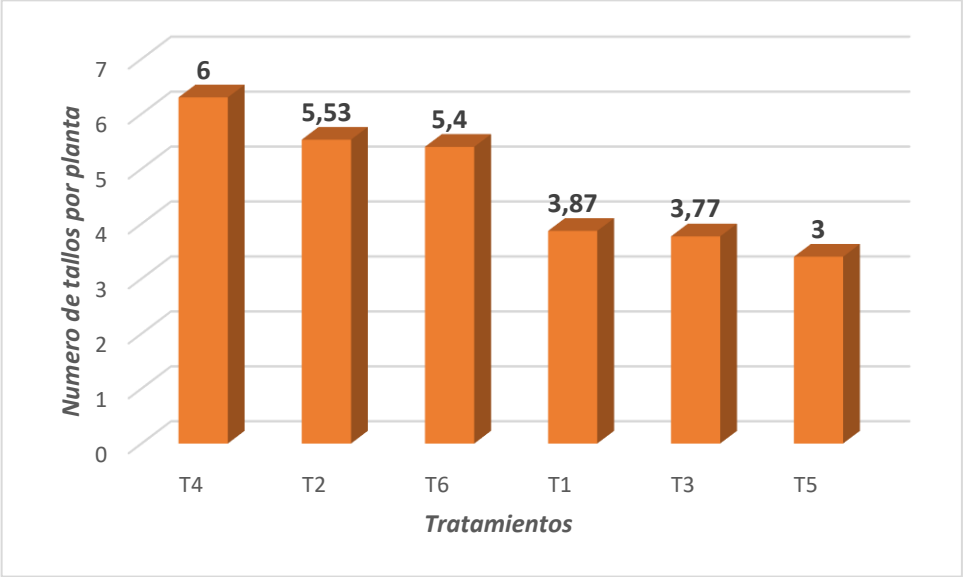
Tabla 5

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

FA	FB	Medias	Rangos	
2	2	6,30	A	
1	2	5,53	A	B
3	2	5,40	A	B
1	1	3,87	A	B
2	1	3,77	A	B
3	1	3,40		B

Figura 2

*Resultados de la respuesta número de tallos por planta en A*B (dosis de calcio-boro densidad de siembra)*



Mediante el análisis de la prueba de Tukey al 5%, se establecen dos categorías de respuestas para los tratamientos en estudio, observando un promedio más sobresaliente está en el T4 con dos tubérculos por sitio de siembra con un promedio de 6 tallos, mientras que los menores promedios en la variable en estudio se presentaron en el T5 con una densidad de siembra de un tubérculo con un promedio de 3 tallos por planta. En la presente variable en estudio no se puede inferir que las dosis de calcio- boro y las densidades de siembra tuvieron una interacción ya que

en esta etapa de cultivo donde se realizó la evaluación del presente parámetro las diferentes dosis del fertilizante foliar no fueron aplicados.

El presente parámetro de evaluación está determinado por las características genéticas de la semilla, su viabilidad, tamaño, densidad de siembra, el control fitosanitario de la misma y el número de brotes. A demás de ello las condiciones agroecológicas adecuadas para el desarrollo del cultivo como; preparación del suelo la precipitación y tapado de la semilla para tener una buena brotación.

El número de tallos por planta, está condicionado por el tipo de brotación del tubérculo semilla y una buena emergencia. Potencialmente un tubérculo puede generar entre 3 y 6 brotes, los que podrían convertirse en tallos posteriormente. En estudios con la variedad Superchola, se observa que la mejor densidad y producción se encontró con un promedio de 6 tallos por planta. (Santillán & Santillán, 2024)

Tabla 6

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

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	CV%
Modelo	219,79	7	31,40	3,54	0,0352	40,26
R	0,40	2	0,20	0,02	0,9777	
FA	22,64	2	11,32	1,27	0,3213	
FB	151,09	1	151,09	17,01	0,0021	
FA*FB	45,66	2	22,83	2,57	0,1257	
Error	88,81	10	8,88			
Total	308,60	17				

Los resultados del análisis de varianza de (Tabla 6) para incidencia de plagas se puede determinar que el factor B, en relación a las densidades de siembra, fue altamente significativo, con un p-valor <0.01. Por el contrario, la respuesta del factor A e interacción A*B fue no significativa, con un coeficiente de variación de 40.26%.

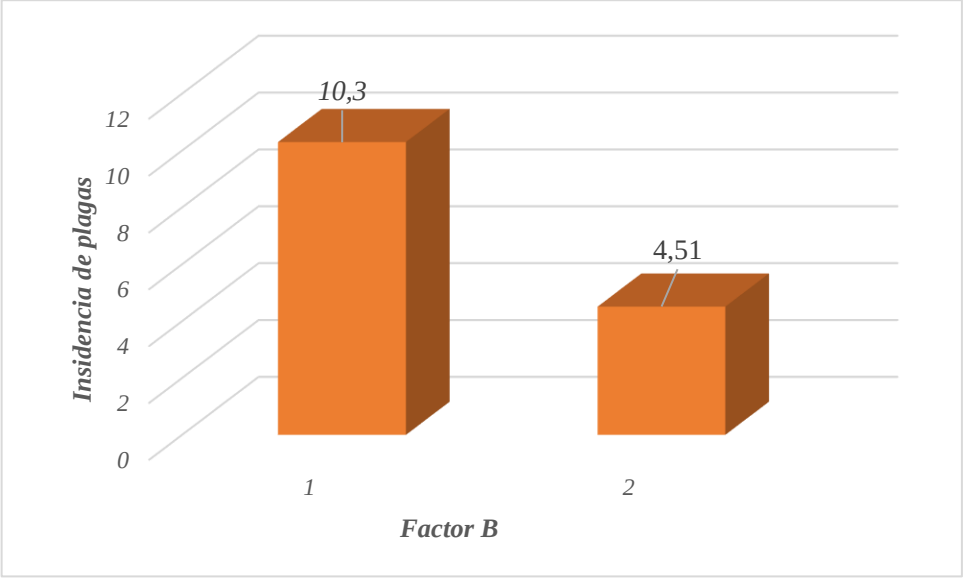
Tabla 7

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

FB	Medias	Rangos	
1	10,30	A	
2	4,51		B

Figura 3

Resultados de la respuesta incidencia de plagas FB (Densidades de siembra)



Los resultados de la prueba de Tukey al 5%, en incidencia de plagas, para el factor B, en relación a las densidades de siembra, se determinó que la mejor densidad de siembra es dos tubérculos por sitio de siembra como nos demuestra la (figura 3) obteniendo promedios de 4.51 % de incidencia de plagas. Lo que determina que, entre más número de tallos mejor follaje presenta la planta, una mayor resistencia al ataque de plagas lo que contribuye a un mejor desarrollo vegetativo de la misma.

Es importante ajustar la densidad de siembra para mejorar la circulación de aire y disminuir la incidencia de plagas. Además, una densidad adecuada balancea el número de tallos y el tamaño de los tubérculos, ayudando a un mejor manejo integrado de plagas en el cultivo. (Corzo, 2020)

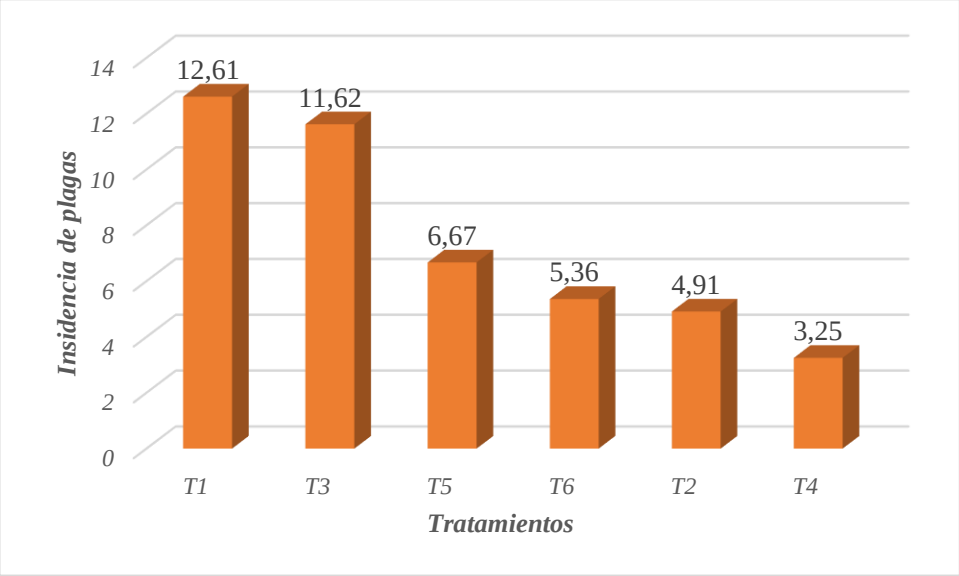
Tabla 8

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

FA	FB	Medias	Rangos	
1	1	12,61	A	
2	1	11,62	A	B
3	1	6,67	A	B
3	2	5,36	A	B
1	2	4,91	A	B
2	2	3,25		B

Figura 4

*Resultados de la respuesta incidencia de plagas en A*B (dosis de calcio-boro densidad de siembra)*



Los análisis de la prueba de Tukey al 5%, se establecen dos categorías de respuestas para los tratamientos en estudio en la variable incidencia de plagas, observando un promedio más sobresaliente está en el T4 con dos tubérculos por sitio de siembra más 1.5 L/ha de calcio-boro con un promedio de 3.25 % de incidencia de plagas tallos, mientras que el tratamiento que mostro más susceptibilidad en la variable en estudio se presentó en el T1 con una densidad de siembra de un tubérculo más 1 L/ha de calcio-boro con un promedio de 12.61 % de incidencia de plagas. En la presente variable en estudio se determinó que a mayor densidad de siembra y dosis

de 1.5 L/ha de calcio- boro nos permite tener una mayor resistencia al ataque de las principales plagas en el cultivo.

El parámetro de la incidencia de plagas está determinado por la época de siembra, las condiciones climáticas presentes durante el desarrollo del cultivo y el control fitosanitario que se lo realice al cultivo. Infiriendo que en el presente ensayo se realizó control de plagas mediante cipermetrina en dosis de 250 cc/ha lo que contribuyó a tener bajos promedios de incidencia de plagas como nos muestra principalmente el T4.

El ataque de plagas en el cultivo de papa incluye factores biológicos, ambientales y de manejo agrícola. Entre las principales causas están la presencia de insectos plaga como el gorgojo de los Andes, la polilla de la papa, áfidos, trips y nematodos, que dañan diferentes partes de la planta. Además, los restos de cosechas y papas germinadas mantienen poblaciones activas de plagas. Las condiciones ambientales como alta humedad, temperaturas moderadas y lluvias frecuentes favorecen el desarrollo de plagas y enfermedades. También influyen la alta densidad de siembra, suelos infectados, falta de rotación de cultivos, uso de semillas infectadas y la ausencia de un monitoreo y control fitosanitario adecuado (Yucailla, 2020)

Tabla 9

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

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	CV%
Modelo	676,72	7	96,67	9,07	0,0012	21,88
R	13,20	2	6,60	0,62	0,5578	
FA	116,66	2	58,33	5,47	0,0248	
FB	493,61	1	493,61	46,30	<0,0001	
FA*FB	53,25	2	26,63	2,50	0,1319	
Error	106,61	10	10,66			
Total	783,34	17				

Los resultados del análisis de varianza para la incidencia de enfermedades se pudieron determinar que el factor B, en relación a las densidades de siembra, fue altamente significativo, con un p-valor <0.01. Por el contrario, la respuesta del

factor A en relación a las dosis de calcio – boro fue significativo, e interacción A*B fue no significativa, con un coeficiente de variación de 21.88%.

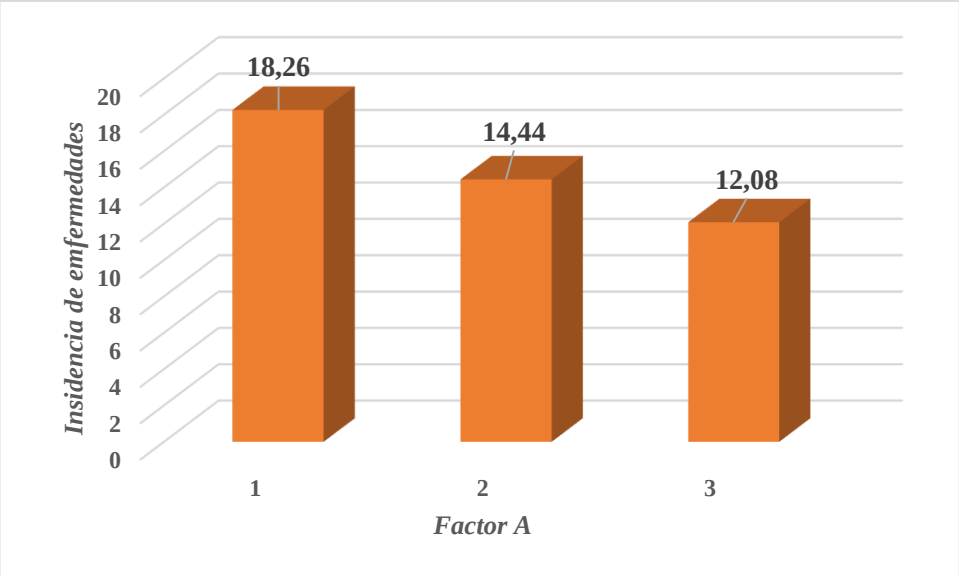
Tabla 10

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

FA	Medias	Rangos	
1	18,26	A	
2	14,44	A	B
3	12,08		B

Figura 5

Resultados de la respuesta incidencia de enfermedades FA (dosis de calcio-boro)



Los resultados de la prueba de Tukey al 5%, en incidencia de enfermedades, para el factor A, en relación a las dosis de calcio-boro, se determinó que la mejor dosis de calcio-boro las plantas son más resiste al ataque de enfermedades obteniendo promedios de 12.08 % de incidencia de enfermedades. Infiriendo que por las condiciones climáticas de la zona las diferentes dosis de calcio-boro principalmente de 1.5 L/ha si influencio a tener una mayor presencia de incidencia de enfermedades en el cultivo.

El calcio y el boro suelen ayudar a mejorar la salud del cultivo de papa, pero un uso excesivo o incorrecto de estos nutrientes puede generar efectos adversos. Cuando se aplica en cantidades elevadas, puede ocasionar desequilibrios nutricionales y estrés en la planta, debilitando sus tejidos y haciéndola más vulnerable al ataque de plagas y enfermedades. (Rojas, 2021)

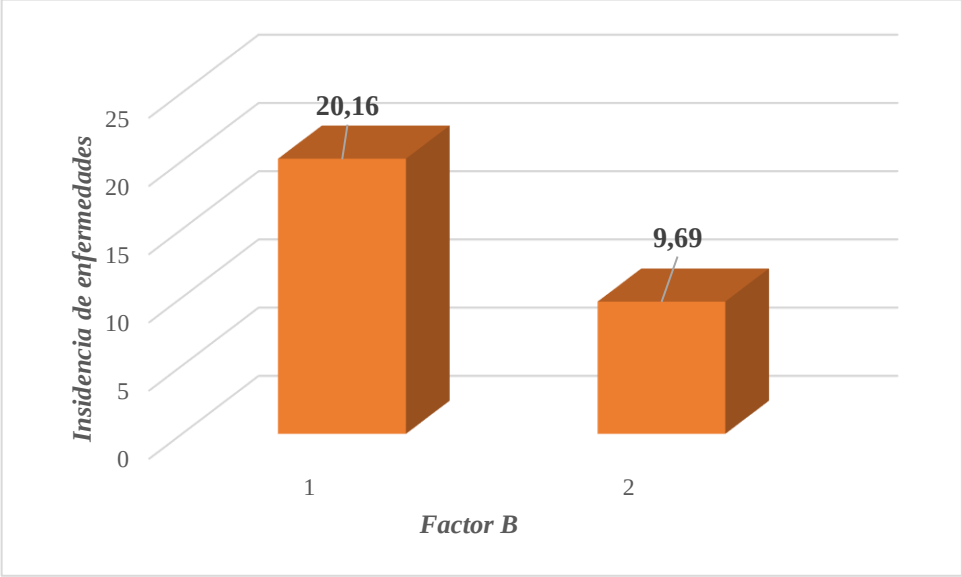
Tabla 11

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

FB	Medias	Rangos	
1	20,16	A	
2	9,69		B

Figura 6

Resultados de la respuesta incidencia de enfermedades FB (Densidades de siembra)



Los resultados de la prueba de Tukey al 5%, en incidencia de enfermedades, para el factor B, en relación a las densidades de siembra, se determinó que la densidad de dos tubérculos por sitio de siembra ayuda a tener una mejor resistencia al ataque de enfermedades obteniendo promedios de 9.69 % de incidencia de enfermedades. Lo que nos determina que, a una mayor densidad de siembra se obtiene un mayor

volumen de la planta lo que contribuye a tener una mayor resistencia al ataque de enfermedades en el cultivo.

En una mayor densidad de siembra en papa, las plantas forman una cobertura más rápida del suelo, reduciendo el desarrollo de malezas y limitando el salpique de agua que dispersa patógenos. Además, la competencia entre plantas controla el crecimiento excesivo del follaje, modificando el microclima y dificultando las condiciones favorables para enfermedades. (Rojas, 2021)

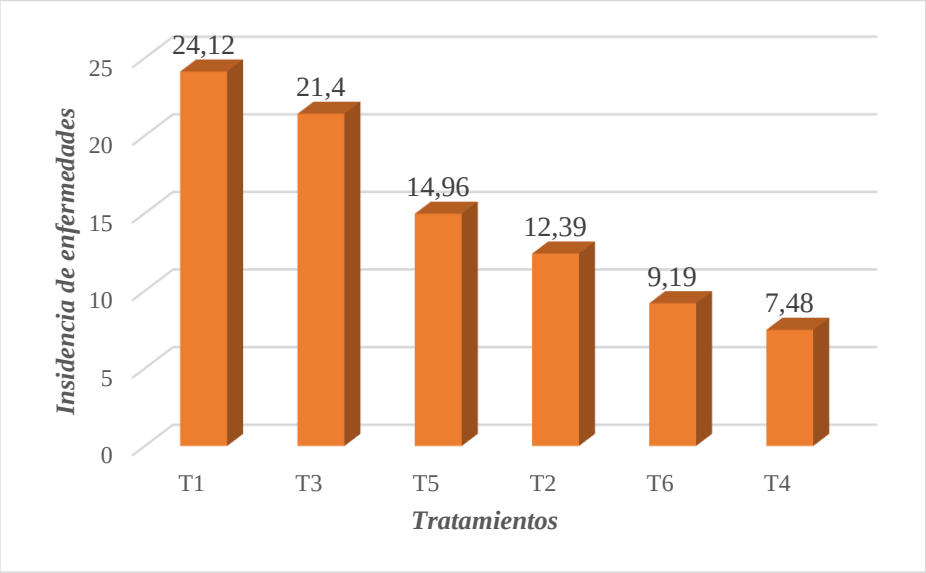
Tabla 12

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

FA	FB	Medias	Rangos		
1	1	24,12	A		
2	1	21,40	A	B	
3	1	14,96	A	B	C
1	2	12,39		B	C
3	2	9,19			C
2	2	7,48			C

Figura 7

*Resultados de la respuesta incidencia de enfermedades en A*B (dosis de calcio-boro densidad de siembra)*



Según los resultados del análisis de la prueba de Tukey al 5%, se establecen dos categorías de respuestas para los tratamientos en estudio en la variable incidencia de enfermedades, observando un promedio más sobresaliente está en el T4 con dos tubérculos por sitio de siembra más 1.5 L/ha de calcio-boro con un promedio de 7.48 % de incidencia de enfermedades tallos, mientras que el tratamiento que mostro más susceptibilidad en la variable en estudio se presentó en el T1 con una densidad de siembra de un tubérculo más 1 L/ha de calcio-boro con un promedio de 12.61 % de incidencia de enfermedades. En la presente variable en estudio se determinó que a mayor densidad de siembra y dosis de 1.5 L/ha de calcio- boro nos permite tener una mayor resistencia al ataque de las principales enfermedades en el cultivo.

La incidencia de enfermedades está determinada por las condiciones climáticas presentes durante el desarrollo del cultivo, los controles fitosanitarios y las dosis correctas además de ello la rotación de fungicidas. Recalcando que en el presente ensayo se lo realizo la aplicación de mancozed 2 kg/ ha, Thiamethoxam 141 g/L, Cymoxanil 30% + Famoxadone 22.5% (300 + 225 gr/kg) que ayudo a contrarrestar la proliferación de enfermedades como nos demuestra principalmente el T4.

Las enfermedades en el cultivo de papa se desarrollan principalmente en condiciones de alta humedad, temperaturas frescas a moderadas, suelos mal drenados y prácticas culturales que favorecen la presencia y propagación de patógenos. Un manejo adecuado que controle humedad, densidad de siembra, rotación y uso de semilla sana es crucial para minimizar enfermedades. (Yucailla, 2020)

Tabla 13

Resultados del análisis de varianza altura de planta (AP)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	CV%
Modelo	214,32	7	30,62	0,72	0,6574	13,03
R	72,05	2	36,02	0,85	0,4559	
FA	30,04	2	15,02	0,35	0,7099	
FB	26,64	1	26,64	0,63	0,4461	
FA*FB	85,58	2	42,79	1,01	0,3985	
Error	423,57	10	42,36			
Total	637,88	17				

Según los resultados del análisis de varianza de (Tabla 13) para altura de la planta se puede determinar que el factor A, en relación a las dosis de calcio- boro, la respuesta del factor B densidades de siembra e interacción A*B fue no significativa. Determinado que las dosis de calcio-boro con las densidades de siembra no tuvieron una interacción significativa y no influenciaron directamente en el presente parámetro de evaluación, con un coeficiente de variación de 13.03%.

Tabla 14

Resultados del análisis de varianza días a la cosecha (DC)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	CV%
Modelo	123,06	7	17,58	4,99	0,0115	1,10
R	1,44	2	0,72	0,21	0,8179	
FA	121,44	2	60,72	17,24	0,0006	
FB	0,06	1	0,06	0,02	0,9025	
FA*FB	0,11	2	0,06	0,02	0,9844	
Error	35,22	10	3,52			
Total	158,28	17				

Los resultados del análisis de varianza de (Tabla 14) días a la cosecha se puede determinar que el factor A, en relación a las dosis de calcio-boro, fue altamente significativo, con un p-valor <0.01. Por el contrario, la respuesta del factor B en relación a las densidades de siembra e interacción A*B fue no significativa, con un coeficiente de variación de 1.10%.

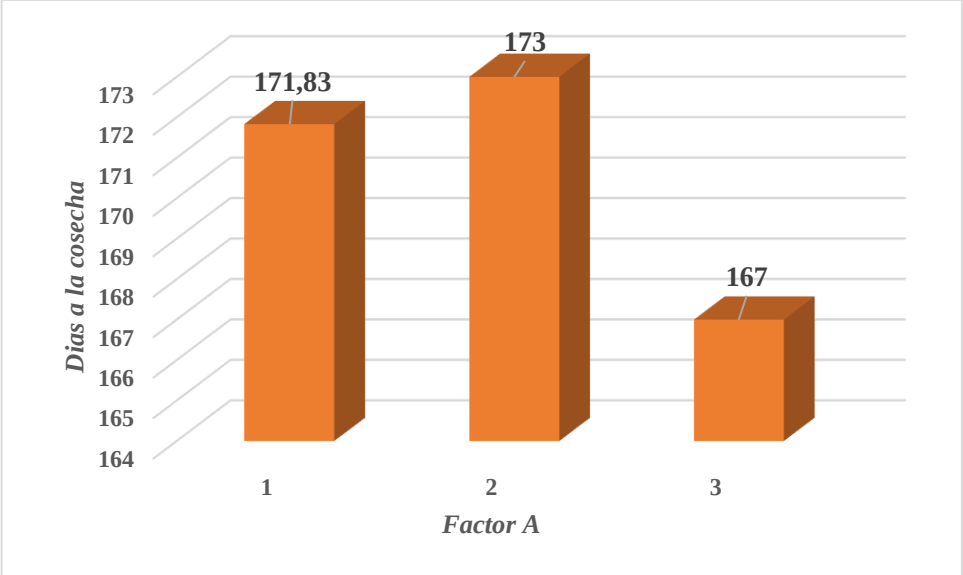
Tabla 15

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

FA	Medias	Rangos	
2	173,00	A	
1	171,83	A	
3	167,00		B

Figura 8

Resultados de la respuesta días a la cosecha para FA (dosis de calcio-boro)



Según los resultados de la prueba de Tukey al 5%, días a la cosecha, para el factor A, en relación a las dosis de calcio-boro, se determinó que la dosis que mayor precocidad le genero al cultivo fue 1.5 L/ha con un promedio de 173 días mientras que la dosis que presento menor promedio de días fue 0 L/ha con 167 días a la cosecha. Lo que determina que la aplicación de calcio-boro en la presente investigación determino los días a la cosecha que con dosis de 1.5 L/ha se obtiene mayores días a la cosecha.

La aplicación de calcio y boro en el cultivo de papa mejora principalmente la calidad y formación de los tubérculos, pero no afecta significativamente la duración del ciclo hasta la cosecha. La correcta nutrición con estos nutrientes, especialmente durante las primeras etapas de tuberización, favorece la división celular y la

uniformidad de los tubérculos. Por tanto, aunque no modifica los días de cultivo, optimiza la producción y calidad de la papa. (Gaibor, 2020)

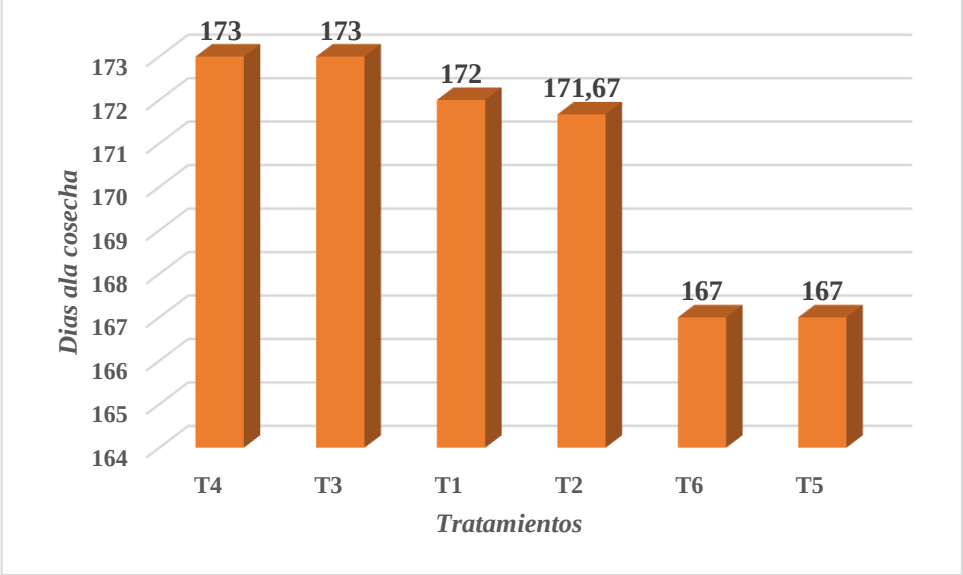
Tabla 16

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

FA	FB	Medias	Rangos	
2	2	173,00	A	
2	1	173,00	A	
1	1	172,00	A	B
1	2	171,67	A	B
3	2	167,00		B
3	1	167,00		B

Figura 9

*Resultados de la respuesta días a la cosecha en A*B (dosis de calcio-boro densidad de siembra)*



De acuerdo a los resultados del análisis de la prueba de Tukey al 5%, se establecen dos categorías de respuestas para los tratamientos en estudio en la variable días a la cosecha, observando un promedio más sobresaliente está en el T4 con dos tubérculos por sitio de siembra más 1.5 L/ha de calcio-boro con un promedio de 173 días, mientras que los tratamientos que mostraron mayor precocidad fueron T5,T6 con una densidad de siembra de un tubérculo y dos tubérculos

respectivamente, más 1 L/ha de calcio-boro con un promedio de 167 días a la cosecha. Determinando que el presente parámetro de evaluación no depende de las densidades de siembra si no de las dosis de calcio-boro.

El presente parámetro de evaluación dependió mucho de la dosis de aplicación del fertilizante foliar calcio-boro, las características genéticas de la variedad cultivada, la altitud, las condiciones agroecológicas, el manejo nutricional y fitosanitario del cultivo.

Los días hasta la cosecha en el cultivo de papa varían según la variedad, condiciones climáticas y prácticas agrícolas, típicamente entre 90 y 150 días. La duración del cultivo influye en la madurez y tamaño del tubérculo, la firmeza de la piel y su capacidad de almacenamiento. Cosechar en el momento adecuado, cuando la planta muestra signos como amarillamiento y secado, asegura tubérculos maduros y mejor conservación. Factores clave que afectan este tiempo son la temperatura, la luminosidad y la duración del ciclo vegetativo, que condicionan el crecimiento de la planta y la tuberización. (Gaibor, 2020)

Tabla 17

Resultados del análisis de varianza número de tubérculos por planta (NTP)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	CV%
Modelo	91,59	7	13,08	0,95	0,5102	20,11
R	21,09	2	10,54	0,77	0,4895	
FA	9,76	2	4,88	0,36	0,7093	
FB	52,70	1	52,70	3,84	0,0785	
FA*FB	8,03	2	4,02	0,29	0,7526	
Error	137,31	10	13,73			
Total	228,89	17				

Los resultados del análisis de varianza de (Tabla 17) número de tubérculos por planta se puede determinar que el factor A, en relación a las dosis de calcio-boro, la respuesta del factor B en relación a las densidades de siembra e interacción A*B fue no significativa, mostrando promedios del p-valor >0.05. Determinado que las dosis de calcio-boro y las densidades de siembra y su interacción no infirió en el número de tubérculos por planta, con un coeficiente de variación de 20.11%.

Tabla 18

Resultados del análisis de varianza peso tubérculo por planta (PTP)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	CV%
Modelo	0,56	7	0,08	0,54	0,7877	29,68
R	0,13	2	0,06	0,42	0,6660	
FA	0,23	2	0,11	0,77	0,4901	
FB	0,02	1	0,02	0,10	0,7570	
FA*FB	0,19	2	0,10	0,65	0,5448	
Error	1,49	10	0,15			
Total	2,05	17				

Los resultados del análisis de varianza de (Tabla 18) peso tubérculo por planta se puede determinar que el factor A, en relación a las dosis de calcio-boro, la respuesta del factor B en relación a las densidades de siembra e interacción A*B fue no significativa, con un p-valor >0.05, con un coeficiente de variación de 29.68%. Infiriendo que el elevado coeficiente de variación presente en el en siguiente parámetro no está bajo el dominio del investigador si no más de las características genéticas de cada variedad, ya que el peso de tubérculos por planta no se vio influenciado significativamente por las dosis de calcio-boro, densidades de siembra y su interacción entre factores en estudio.

Tabla 19

Resultados del análisis de varianza peso por parcela (PP/KG)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	CV%
Modelo	1668,01	7	238,29	1,59	0,2451	23,37
R	287,49	2	143,74	0,96	0,4167	
FA	690,27	2	345,13	2,30	0,1510	
FB	253,88	1	253,88	1,69	0,2228	
FA*FB	436,38	2	218,19	1,45	0,2794	
Error	1502,40	10	150,24			
Total	3170,41	17				

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza de (Tabla 19) peso por parcela, se puede determinar que el factor A, en relación a las dosis de calcio-boro, la respuesta del factor B en relación a las densidades de siembra e interacción A*B fue no significativa, con un p-valor >0.05, con un coeficiente de variación de

23.37%. Infiriendo que las dosis de calcio-boro, densidades de siembra y su interacción entre ellos no influencio de manera significativa entre los tratamientos en estudio sino dependió de las características genéticas de la variedad.

Tabla 20

Resultados del análisis de varianza rendimiento por hectárea (R/Ha)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	CV%
Modelo	266881955,56	7	38125993,65	1,59	0,2451	23,37
R	45998044,44	2	22999022,22	0,96	0,4167	
FA	110442844,44	2	55221422,22	2,30	0,1510	
FB	40620088,89	1	40620088,89	1,69	0,2228	
FA*FB	69820977,78	2	34910488,89	1,45	0,2794	
Error	240384355,56	10	24038435,56			
Total	507266311,11	17				

Los resultados del análisis de varianza de (Tabla 20) rendimiento por hectárea, se puede determinar que el factor A, en relación a las dosis de calcio-boro, la respuesta del factor B densidades de siembra e interacción A*B fue no significativa, con un p-valor >0.05, con un coeficiente de variación de 23.37%. Determinando que las dosis de calcio-boro, densidades de siembra y su interacción entre ellos no influencio de manera significativa entre los tratamientos en estudio sino dependió de las características genéticas de la variedad como nos muestra la (Tabla 20) del peso por parcela.

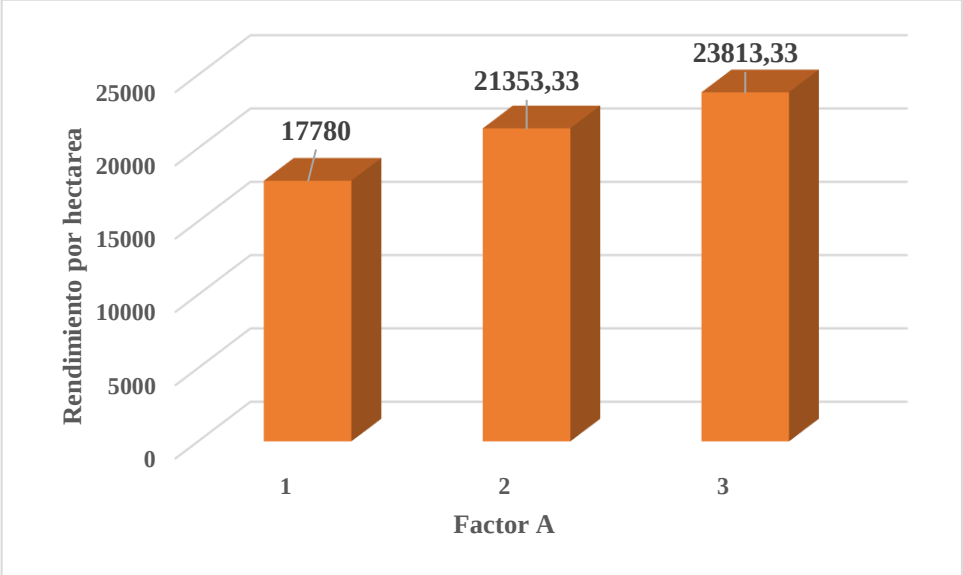
Tabla 21

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

FA	Medias	Rangos
3	23813,33	A
2	21353,33	A
1	17780,00	A

Figura 10

Resultados de la respuesta rendimiento por hectárea para FA (dosis de calcio-boro)



Según los resultados de la prueba de Tukey al 5%, rendimiento por hectárea, para el factor A, en relación a las dosis de calcio-boro, se determinó que los mejores rendimientos se obtuvieron en dosis de 0 L/ha con 23813.33 kg/ha, mientras que la dosis que presento menor promedio en rendimiento fue de 1 L/ha con 17780 kg/ha. Infiriendo que la aplicación de calcio-boro no fue eficiente en la presente evaluación, por factores como; condiciones climáticas y etapa del cultivo no adecuadas al momento de la aplicación del fertilizante.

La aplicación de calcio boro en el cultivo de papa se realiza en dos dosis, la primera al inicio de la tuberización y la segunda entre 15 a 20 días después. Este fertilizante foliar aporta calcio y boro, nutrientes que fortalecen la estructura celular y mejoran la absorción de elementos esenciales, favoreciendo un aumento en la altura de la planta, el número y peso de los tubérculos, y el rendimiento total. Su uso incrementa la productividad y rentabilidad del cultivo, siendo recomendable aplicar de 0.5 a 1.5 L/ha mediante aspersión con suficiente agua para garantizar una distribución uniforme. (Pillajo, 2021)

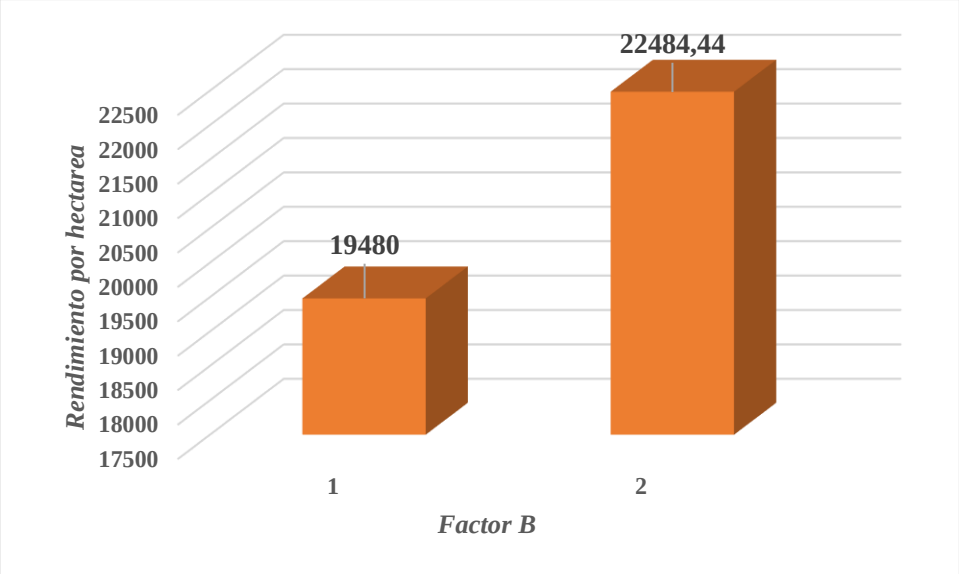
Tabla 22

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

FB	Medias	Rangos
2	22484,44	A
1	19480,00	A

Figura 11

Resultados de la respuesta rendimiento por hectárea para FB (densidades de siembra)



Los resultados de la prueba de Tukey al 5%, rendimiento por hectárea, para el factor B, en relación a las densidades de siembra, se determinó que la mejor densidad de siembra es dos tubérculos por sitio de siembra obteniendo promedios de 22484.44 kg/ha de rendimiento en el cultivo. Lo que nos determina que, entre más número de tallos, mayor número de tubérculos por planta por ende un mayor rendimiento en el cultivo.

El aumento de la densidad de siembra en el cultivo de papa incrementa el rendimiento por hectárea, debido a un mayor número de tallos y estolones por unidad de superficie. Este incremento en la densidad generalmente resulta en una

mayor producción de tubérculos por área, aunque el tamaño promedio de cada tubérculo puede ser un poco menor. (Pillajo, 2021)

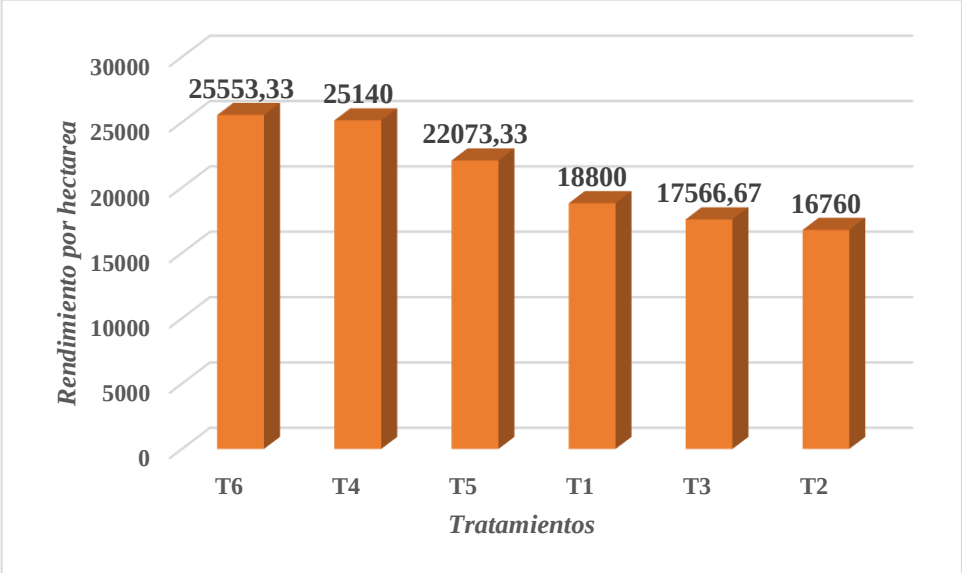
Tabla 23

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

FA	FB	Medias	Rangos
3	2	25553,33	A
2	2	25140,00	A
3	1	22073,33	A
1	1	18800,00	A
2	1	17566,67	A
1	2	16760,00	A

Figura 12

*Resultados del rendimiento por hectárea en A*B (dosis de calcio-boro densidad de siembra*



Según los resultados del análisis de la prueba de Tukey al 5%, se establecen dos categorías de respuestas para los tratamientos en estudio en la variable rendimiento por hectárea, observando un promedio más sobresaliente está en el T6 con dos tubérculos por sitio de siembra más 0 L/ha de calcio-boro con un promedio de 25553.33 kg/ha, mientras que el tratamiento que mostro menor fue el T2 con una

densidad de siembra de dos tubérculos, más 1 L/ha de calcio-boro con un promedio de 16760 kg/ha. Determinando que el presente parámetro de evaluación si depende de las dosis de calcio boro.

El presente parámetro de evaluación se vio determinado principalmente le las características genéticas de la variedad, y las condiciones medioambientales, los labores culturales y fitosanitarios durante el desarrollo del cultivo, además de ello no se observa una clara relación con la aplicación de calcio boro como nos demuestra los resultados de rendimiento por hectárea.

El rendimiento en el cultivo de papa depende de múltiples factores agronómicos, genéticos, ambientales y de manejo, dependiente principalmente del material vegetal, condiciones ambientales adecuadas, y un manejo agronómico óptimo con control de siembra, fertilización, riego y sanidad del cultivo para maximizar la cantidad y calidad de los tubérculos producidos (Fernando, 2021)

Tabla 24

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 %)
IE	-0.5147	0.6453	-26.49
IP	-0.5212	0.6150	-27.16
NTP	0.5987	0.7440	35.84
PTP	0.7310	0.7599	53.43

Coeficiente de correlación (r)

En la presente investigación se comprobó que existió una correlación positiva en las variables: Número de Tubérculos por planta (NTP) y Peso de tubérculos por planta (PTP), mientras que se evidenció una correlación negativa en las variables Incidencia de Enfermedades (IE) e Incidencia de Plagas (IP), 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**:** Número de Tubérculos por planta (NTP), Peso de tubérculos por planta (PTP). Mientras que las variables que genero una disminución en el rendimiento fueron: Incidencia de Enfermedades (IE) e Incidencia de Plagas (IP).

Coeficiente de determinación (r^2 %)

El aumento mayoritario en el rendimiento, en un rango de 53.43%, estuvo determinado por el incremento en el peso de tubérculos por planta, mientras que la reducción del 27.16% en el rendimiento general de cada tratamiento estuvo influenciado por la incidencia de plagas en el cultivo.

Tabla 25

Relación beneficio costo

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Costo Total	2536,5	3267,75	2527,5	3393	2605,5	3401,25
Rendimiento	18800,0	16760,0	17566,6	25140,0	22073,3	25553,3
Ingreso Bruto	3079,11	2576,44	3020,74	4479,85	3899,56	4393,48
Ingreso Neto	542,61	-691,31	493,24	1086,85	1294,06	992,23
R I/C	1,21	0,79	1,20	1,32	1,50	1,29
R B/C	0,21	-0,21	0,20	0,32	0,50	0,29

El análisis económico de la relación Beneficio/Costo (B/C) mostró que la alternativa tecnológica más favorable fue la que se realizó en el T5, el cual consistió en la aplicación de 0 L/ha de calcio-boro y una densidad de siembra de un tubérculo por golpe. Bajo estas condiciones se obtuvo un ingreso neto de $ 1294.06 por hectárea y una relación B/C positivo de 0.50, lo que indica que cada dólar invertido podría generar un retorno de USD 0.50.

Se pudo determinar que, al momento de la cosecha, se contó con un precio de venta de la papa según las categorías que en promedio se ubicó en USD 15 la primera, en USD 10 la segunda, USD 7 la tercera y en USD 3 la cuarta. Debido a estos precios, los ingresos obtenidos no fueron muy altos, lo que provocó que la relación beneficio-costo resultara baja.

4.2. Comprobación de hipótesis.

De acuerdo a los resultados obtenidos de los análisis estadísticos de los datos evaluados, mismos que no presentan diferencias estadísticas en su mayoría de sus parámetros de evaluación, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna debido a que, la respuesta agro-productiva y económica del cultivo de papa, no depende del nivel de calcio-boro y la densidad de siembra.

CAPITULO V

5.1. CONCLUSIONES

- En el estudio realizado, no se observó un efecto significativo de los niveles de calcio-boro sobre el rendimiento del cultivo de papa. Los tratamientos que no recibieron fertilización foliar fueron los que mostraron mejores resultados, lo que indica que la variación en el rendimiento estuvo principalmente determinada por las distintas densidades de siembra utilizadas. Esto indica que la densidad de siembra tiene un papel más importante en la producción que la aplicación de calcio-boro en el presente ejercicio productivo.

- Una de las densidades de siembra que generó un mayor rendimiento en el cultivo en la presente investigación fue de dos tubérculos por sitio de siembra, ya que en los diferentes parámetros de evaluación como incidencia de plagas y enfermedades mostro dichos tratamientos una mayor resistencia también mostrándose una diferencia estadística significativa principalmente con relación a los demás tratamientos en, número de tallos por planta número de tubérculos por planta que son parámetros que determinan el rendimiento del cultivo.

- La eficiencia agro-productiva y económica de la papa bajo dos niveles de calcio-boro y dos densidades de siembra, estuvo directamente relacionada con la respuesta productiva, en donde el T5 con dosis de 0 L/ha de calcio-boro más un tubérculo, generó la mayor respuesta productiva y a la vez obtuvo los valores más altos en eficiencia económica, al evidenciar una relación beneficio costo de 0.50.

5.2. RECOMENDACIONES

- Según los resultados obtenidos en la presente investigación de la eficiencia agro-productiva y económica de la papa bajo dos niveles de calcio-boro y dos densidades de siembra se recomienda utilizar semilla de papa certificada con densidades de siembra de dos tubérculos, ya que permite tener buenas características agronómicas un mayor número de tallos pro planta una mayor resistencia al ataque de plagas y enfermedades parámetros que son favorables para obtener un buen rendimiento del cultivo.

- Realizar este tipo de investigaciones de aplicación de dosis de calcio-boro en otra época de siembra y en otra etapa más temprana del cultivo para determinar la eficiencia del mismo, ya que en la presente investigación no se vio influenciado la utilización del fertilizante, ya que no mostro una diferencia estadística en cuanto al rendimiento en relación a los tratamientos testigos evaluados en el presente periodo.

- Ejecutar manejos adecuados tanto culturales como fitosanitarios desde los primeros días después de la emergencia y durante el desarrollo del cultivo para reducir el ataque de plagas y enfermedades y obtener buenos rendimientos al momento de la cosecha

BIBLIOGRAFÍA.

Agrotafol.(2023). Hoja de seguridad de calcio y boro para la papa. Obtenido de : http://www.pegatex.com.co/pdf/Carpincol MR60.pdf

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

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

Calcio, F., Calcio, B., Fisico, P., Inflamaci, C., Calcio, N. F., & Accion, M. D. E. (n.d.). Ficha tecnica de fertil calcio - boro 1. 5*1*(1), 4–6.

CIP. (2019). Potencial nutricional de la papa Composición nutricional de la papa (pp. 1–17).

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

Cuesta, X., Monteros, C., Racines, M., & Rivadeneira, J. (2022). Publicación Miscelánea No. 427 - Junio 2022 Quito - Ecuador. 4*27*.

FAO. (2024). Día Internacional de la papa de 2024 cosechar la diversidad, alimentar la esperanza. Obtenido de: https://openknowledge.fao.org/bitstreams/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 del peso del tubérculo y densidad de siembra en la producción de semilla registrada.

Gaibor D. (2020). Universidad Estatal de Bolivar Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos 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.

García Rodríguez, M. (2021). El boro en las papas El boro es esencial para el crecimiento de todas las plantas La calidad de la cocción de las papas puede

verse afectada cuando los tubérculos tienen deficiencia de boro. *2*, 1–20.

Jiménez, R. C. V. (2021). Evaluacion de densidades 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.

Levy, D., & Kedar, N. (2020). *Solanum Tuberosum*. *CRC Handbook of Flowering*, 363–366. Obtenido de: https://doi.org/10.1201/9781351072564-47

Martínez. (2020). Morfología y fisiología de la planta de Papa. In *Boletin INIA* (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.

Morales P. (2021). Descripción Botánica y 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)*.Obtenido de: https://agrocabildo.org/publica/Publicaciones/papa 69 polilla.pdf

Pillajo, J. R. M. (2021). Evaluación del impacto potencial del cambio climático sobre cuatro accesiones de papa nativa (*Solanum tuberosum*) Como recurso alimentario en la provincia de Carchi. In *Pharmacognosy Magazine* (Vol. 75, Issue 17).

Rojas, C. (2021). Universidad Técnica de Babahoyo Facultad de Ciencias Agropecuarias Carrera de Ingeniería Agronómica Programa Semipresencial sede el Angel Trabajo de Titulación Componente Práctico Presentado a aa

Unidad de Titulación como Requisito Previo Para Optar. 1–75.

Rodríguez, Velastequí, M. (2022). Efecto de la eliminación de la dominancia apical en el rendimiento del cultivo de papa *(Solanum Tuberosum)* variedad superchola" proyecto.

Santillan, J., & Santillán, M. (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.

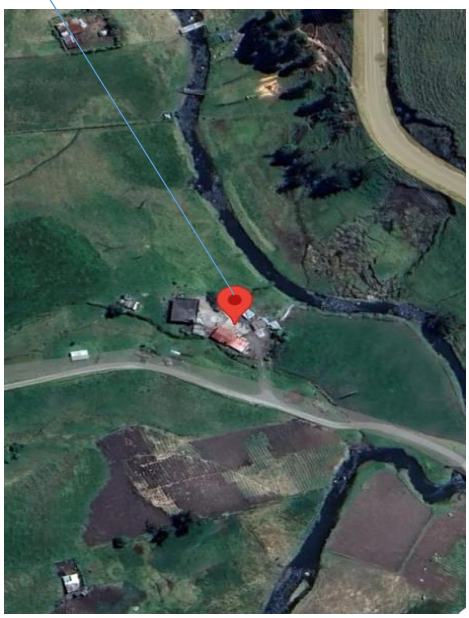
Santillan, R. (2019). Manual del cultivo de papa para pequeños productores en la sierra norte del Perú. Obtenido de: https://www.poderosa.com.pe/manual del cultivo de papa.pdf.

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

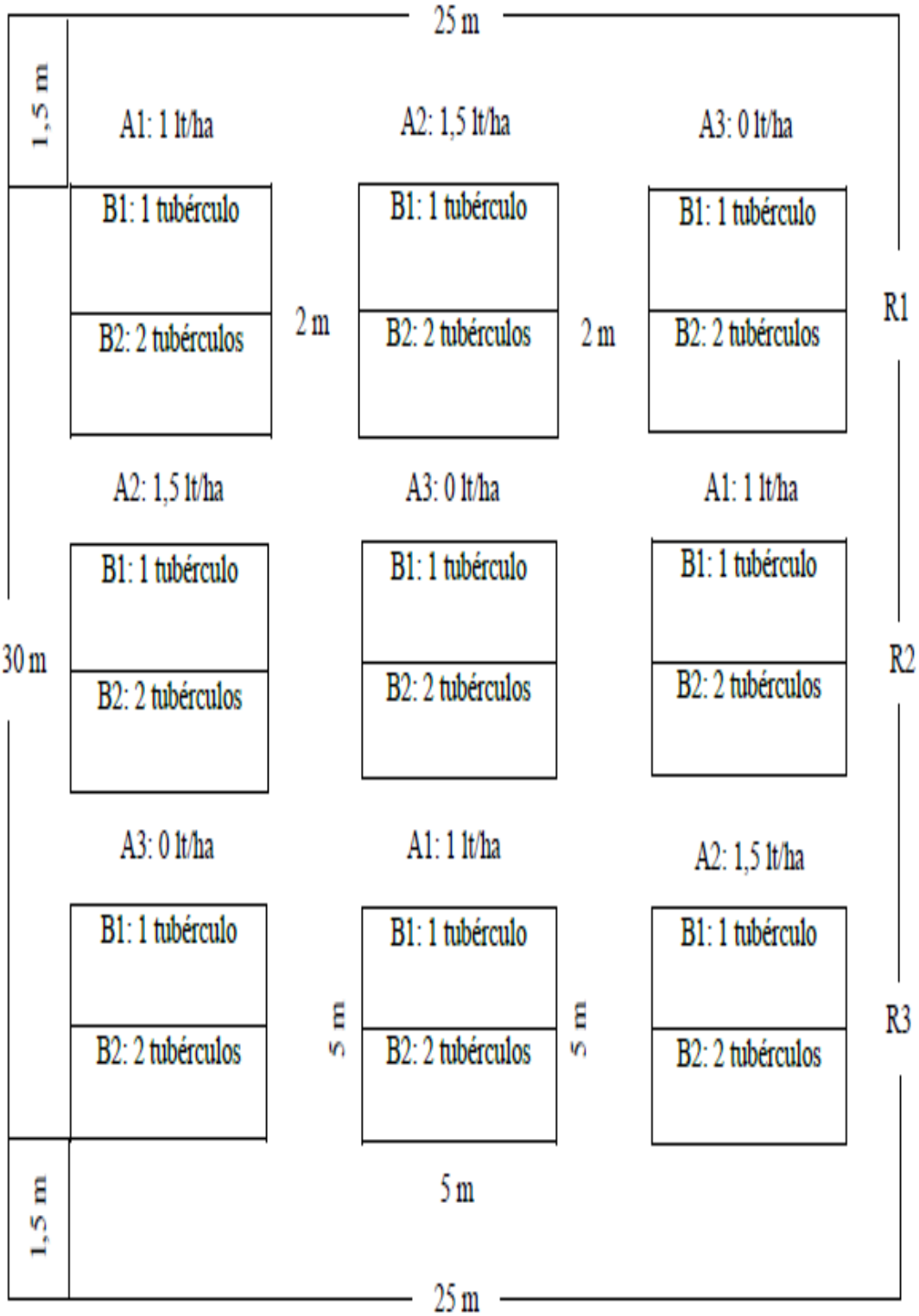




SECTOR GUANTUG

Fuente: Google Earth 2025

Anexo 2. Croquis de ensayo.



Anexo 3. Base de Datos

Tratamientos	Repeticiones	FA (dosis de calcio-boro)	FB (densidades de siembra)	Días a la emergencia	Días a la floración	Número de tallos por planta	Incidencia de plagas	Incidencia de enfermedades	Altura de la planta	Días la cosecha	Número de tubérculos por planta	Peso de tubérculos por planta	Peso parcela (kg)	Rendimiento/ha
1	1	1	1	35	100	4,00	12,50	25,00	53,30	172	15,6	1,51	48,1	19240
2	1	1	2	35	100	4,40	4,70	10,71	46,80	171	13,9	0,87	41,1	16440
3	1	2	1	35	98	3,40	13,15	21,05	38,20	170	15,3	0,88	39,35	15740
4	1	2	2	35	98	6,40	2,77	8,33	58,20	175	25,4	2,11	85,05	34020
5	1	3	1	30	95	2,90	7,31	17,07	45,70	166	15,8	1,04	46,25	18500
6	1	3	2	30	95	5,70	,12	12,82	55,00	168	25,6	1,56	67,95	27180
1	2	1	1	35	90	4,00	7,69	17,94	41,10	171	18,5	1,57	61,8	24720
2	2	1	2	35	90	6,60	6,09	14,63	42,30	173	18,2	1,17	49,45	19780
3	2	2	1	30	95	2,90	8,82	20,58	58,10	174	16,7	1,54	52,35	20940
4	2	2	2	30	95	4,50	4,54	6,81	46,00	170	13,4	0,92	43,55	17420
5	2	3	1	32	90	3,60	7,69	12,82	48,70	168	16,8	1,56	66,3	26520
6	2	3	2	32	90	4,80	8,53	9,87	50,10	167	18,5	1,54	61,85	24740
1	3	1	1	35	92	3,60	17,64	29,41	56,70	173	16,7	0,71	31,1	12440
2	3	1	2	35	92	5,60	3,94	11,84	50,80	171	23,3	1,05	35,15	14060
3	3	2	1	30	90	5,00	12,90	22,58	50,20	175	15,9	1,25	40,05	16020
4	3	2	2	30	90	8,00	2,43	7,31	59,10	174	22,1	1,31	59,95	23980
5	3	3	1	32	92	3,70	5,00	15,00	46,50	167	19,1	1,37	53	21200
6	3	3	2	32	92	5,70	2,43	4,87	52,10	166	20,8	1,42	61,85	24740

Anexo 4. Evidencia del manejo y evaluación del ensayo



Preparación del terreno



Distribución de la unidad experimental



Surcado



Siembra



Fertilización



Días a la emergencia



Control malezas



Control fitosanitario



Fertilización



Aporque



Días a la floración **(**DF**)**



Numero de tallos por planta (NTP)



Defensa de campo



Incidencia de plagas y enfermedades



Cosecha



Numero de tubérculos por planta



Peso de tubérculos por planta



Post cosecha

Anexo 5. Glosario de términos técnicos

Aminoácidos. - Son esenciales para la eficiencia de los cultivos al actuar como bioestimulantes y mejorar el metabolismo vegetal. Facilitan la absorción de nutrientes, fortalecen las defensas de las plantas y mejoran su respuesta a condiciones adversas, como sequías o estrés térmico.

Axonomorfa. - En este tipo de raíz se diferencia un eje principal, de mayor longitud y grosor, y ramificaciones secundarias de menor grosor. Raíz atípica, fibrosa o fasciculada: no tiene eje principal y todas las ramificaciones tienen la misma importancia

Baya. - Una baya es un fruto carnoso que dispone de pulpa, en la cual se encuentran las semillas. Por lo general las bayas (término procedente del francés baie) son comestibles, como las uvas y los pepinos. 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 cuentan con uno o más carpelos.

Calcio-Boro. -Es un fertilizante agrícola que proporciona a las plantas calcio y boro, nutrientes esenciales para el desarrollo de sus estructuras celulares, la formación de flores y frutos, y la mejora de la resistencia a enfermedades, especialmente en etapas de floración y fructificación.

Cimosa. - Cimosa es un término botánico que se refiere a un tipo de inflorescencia en la que el eje principal de crecimiento termina en una flor, y las flores siguientes se originan en ramas laterales.

Clorosis. - La clorosis es una condición fisiológica anormal en la que el follaje produce insuficiente clorofila. Cuando esto ocurre, las hojas no tienen la coloración normal verde; la coloración es de un verde pálido, amarillo, amarillo blanquecino.

Coenzimas. - Son moléculas orgánicas no proteicas que ayudan a las enzimas a catalizar reacciones químicas. En agronomía, las coenzimas juegan un papel crucial en el metabolismo de las plantas, como en la producción de energía, la síntesis de proteínas y aminoácidos, y el crecimiento de las raíces.

Coyuntura. - La idea de 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 en su sentido más amplio.

Cultivares. - Es una variedad de planta que ha sido seleccionada para tener características específicas, como color, aroma, tamaño, o resistencia a plagas. Los cultivares se mantienen a través de generaciones de reproducción.

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.

Especie. - La especie es el grupo de organismos que pueden reproducirse y producir descendencia fértil. En general, los individuos de una especie se reconocen porque son similares en su forma y función. Sin embargo, muchas veces los individuos de una especie son muy diferentes

Foliolos. - Se refiere a cada una de las partes individuales de una hoja compuesta, y "eficiencia" se refiere a la capacidad de un sistema agrícola para optimizar el uso de recursos y lograr los mejores resultados posibles. Los foliolos son importantes porque, al aumentar su tamaño y número, la planta puede capturar más luz solar para la fotosíntesis, lo que a su vez aumenta la eficiencia del cultivo.

Herbácea. - Se trata de un adjetivo que hace referencia a aquello que cuenta con las características, las propiedades o las condiciones de la hierba. Se llama hierba, por otra parte, a la planta pequeña que presenta un tallo tierno y suele perecer no más de dos años después de generar la semilla. Esto quiere decir que lo herbáceo alude a plantas que no producen órganos duros o leñosos.

IAA. - También conocido como ácido indolacético, es la hormona vegetal más común de la clase de las auxinas y regula el crecimiento y desarrollo de las plantas, incluyendo la elongación y división celular, el desarrollo de raíces y brotes, y las respuestas a estímulos como la luz (fototropismo) y la gravedad (gravitropismo).

Inflorescencia. -La etimología de inflorescencia nos lleva al vocablo latino a su vez derivado de *inflorescĕre* (que puede traducirse como «cubrirse de flores»). El concepto se emplea en el terreno de la botánica para aludir a la disposición de las flores en una planta.

Lepidóptero. - Los lepidópteros (orden Lepidóptera) son el tercer grupo de insectos más diverso, superado sólo por Coleóptera (escarabajos) y Díptera (moscas

y mosquitos). Con casi 158.000 especies descritas, corresponde al linaje de animales herbívoros más grande que existe.

Metabolismo. - Hace referencia a las reacciones químicas que ocurren dentro de las células de las plantas para convertir nutrientes en energía y otros compuestos necesarios para el crecimiento, desarrollo y funcionamiento de la planta. La eficiencia metabólica se refiere a la capacidad de una planta para utilizar eficazmente los nutrientes y recursos disponibles para llevar a cabo estos procesos.

Morfología. - Parte de la biología que trata de la forma de los seres orgánicos y de las modificaciones o transformaciones que experimenta.

Patogénico. - Alteración genética que aumenta la susceptibilidad o predisposición de la persona a padecer ciertas enfermedades o trastornos. Cuando se hereda esta variante o mutación, es más probable que se presenten síntomas, aunque esto no es seguro.

Pedicelo.- Columna carnosa que sostiene soporte delgado y alargado que sostiene una sola flor o un solo fruto

Senescencia. – Un estado en el que las células dejan de dividirse, pero no mueren, entrando en un estado de parada irreversible del ciclo celular. Este proceso, aunque no es muerte celular, lleva a cambios moleculares y modificaciones en la homeostasis de la célula. La senescencia tiene un papel importante en el envejecimiento y desarrollo del organismo.

Tuberización. - La tuberización eficiente se refiere a la capacidad de una planta de desarrollar tubérculos (como la papa o la batata) de manera óptima, es decir, con un tamaño, forma y calidades deseables, al mismo tiempo que se maximiza 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.