



## **UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente**

Carrera de Agronomía

### **Tema:**

EFICIENCIA PRODUCTIVA DE PAPA (*Solanum tuberosum*) BAJO DOS NIVELES DE CALCIO-BORO Y DOS DENSIDADES DE SIEMBRA, EN BRAMADERO CHICO, CANTÓN GUARANDA

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

### **Autora**

Fanny Magaly Aguirre Espín

### **Tutor**

Ing. David Rodrigo Silva García Mg.

**Guaranda-Ecuador**

**2025**

EFICIENCIA PRODUCTIVA DE PAPA (*Solanum tuberosum*) BAJO DOS NIVELES DE CALCIO-BORO Y DOS DENSIDADES DE SIEMBRA EN BRAMADERO CHICO, CANTÓN GUARANDA

**REVISADO Y APROBADO POR:**



Ing. David Rodrigo Silva García Mg.

**TUTOR**



Ing. Nelson Monar Gavilanez MSc

**DOCENTE LECTOR**



Ing. Hugo Vásquez Coloma PhD

**DOCENTE LECTOR**

## CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Aguirre Espín Fanny Magaly, con CI 0250030780, declaro que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor.

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.

  
-----

**Fanny Magaly Aguirre Espín**

CI: 0250030780

  
-----

**Ing. David Rodrigo Silva García Mg**

CI: 0201600327

Se otorgó ante mi y en fe de ello  
confiero ésta *Primera* copia  
certificada, firmada y sellada en 2 Fs.  
Guaranda, 21 de Agosto del 2025

  
-----

**Dr. Hernán Oriollo Arcos**  
NOTARIO SEGUNDO DEL CANTÓN GUARANDA



20250201002P01046

DECLARACION JURAMENTADA  
OTORGA: FANNY MAGALY AGUIRRE ESPÍN  
CUANTIA: INDETERMINADA  
DI 2 COPIAS



En la ciudad de Guaranda, provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día jueves veintiuno de agosto de dos mil veinticinco, ante mí DOCTOR HERNÁN RAMIRO CRIOLLO ARCOS, NOTARIO SEGUNDO DE ESTE CANTÓN, comparece la señorita Fanny Magaly Aguirre Espín, por sus propios derechos, de estado civil soltera, domiciliada en el sector Bramadero Chico, parroquia Guanujo, cantón Guaranda, provincia Bolívar, con celular número: cero nueve nueve seis dos dos cuatro ocho cuatro seis, correo electrónico: magalyaguirre55@gmail.com. La compareciente es de nacionalidad ecuatoriana, mayor de edad a quien de conocerla doy fe en virtud de haberme exhibido su cédula de ciudadanía en base a la que procedo a obtener su certificado electrónico de datos de identidad ciudadana, del Registro Civil, mismo que agrego a esta escritura como documento habilitante; bien instruida por mí el Notario en el objeto y resultados de esta escritura de Declaración Juramentada que a celebrarla proceden, libre y voluntariamente.- En efecto juramentado que fueron en legal forma previa las advertencias de la gravedad del juramento, de las penas de perjurio y de la obligación que tiene de decir la verdad con claridad y exactitud, declaran lo siguiente: “Que previo a la obtención del Título de Ingeniera Agrónoma, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, de la carrera de Agronomía, manifestó que los criterios e ideas emitidas en el presente Proyecto de investigación Titulado: **“EFICIENCIA PRODUCTIVA DE PAPA (*solanum tuberosum*) BAJO DOS NIVELES DE CALCIO-BORO Y DOS DENSIDADES DE SIEMBRA EN BRAMADERO CHICO, CANTÓN GUARANDA**”, es de mi exclusiva responsabilidad en calidad de autora, además autorizo a la Universidad Estatal de Bolívar hacer uso de todos los contenidos que me pertenece o parte de los que contiene esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación. Es todo cuanto tengo que decir en honor a la verdad”. Hasta aquí la declaración juramentada que junto con los documentos anexos y habilitantes que se incorpora queda elevada a escritura pública con todo el valor legal, y que la compareciente acepta en todas y cada una de sus partes, para la celebración de la presente escritura se observaron los preceptos y requisitos previstos en la Ley Notarial; y, leída que le fue a la compareciente por mí el Notario, se ratifica y firma conmigo en unidad de acto quedando incorporada en el Protocolo de esta Notaría, de todo cuanto DOY FE.

Fanny Magaly Aguirre Espín  
C.C. 0250030780

DR. HERNÁN RAMIRO CRIOLLO ARCOS  
NOTARIO SEGUNDO DE CANTÓN GUARANDA

# Fanny Aguirre

## AGUIRRE\_FANNY\_TESIS\_PAPA\_2025.pdf

 David Silva

 David Silva

 Universidad Estatal de Bolívar

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

**trn:oid:::3117:485332600**

Fecha de entrega

**21 ago 2025, 10:38 a.m. GMT-5**

Fecha de descarga

**21 ago 2025, 10:43 a.m. GMT-5**

Nombre del archivo

**AGUIRRE\_FANNY\_TESIS\_PAPA\_2025.pdf**

Tamaño del archivo

**2.3 MB**

**84 páginas**

**16.716 palabras**

**94.101 caracteres**



Ing. David Rodrigo Silva García  
Tutor




# 6% 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
- 6%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Marcas de integridad

### N.º 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. David Rodrigo Silva García  
Tutor

## **Dedicatoria**

En primer lugar, este trabajo lo dedico a Dios por darme salud y vida ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera

A mi querida madre Alicia Espín por ser mi pilar fundamental, mi guía y ejemplo a seguir, gracias por su amor incondicional y la confianza que me ha brindado, por enseñarme el valor del esfuerzo y perseverancia.

A mi padre Medardo Aguirre, a mis hermanas Alicia y Mary Aguirre, a mis hermanos Segundo y Patricio Espín por sus palabras de ánimo y apoyo incondicional motivándome siempre a seguir adelante

Y, por último, me dedico a mí misma, por el esfuerzo, la constancia y el valor de seguir adelante, incluso cuando dudaba y todo parecía difícil, este logro es fruto de mi esfuerzo, sacrificio y perseverancia.

Fanny Magaly

## **Agradecimiento**

En primer lugar, agradezco a Dios por iluminar mi camino ser mi fortaleza y guía para terminar esta carrera.

A la Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente carrera de Agronomía, expreso mi más sincero agradecimiento por brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente, por abrirme las puertas del conocimiento.

A mis queridos padres Medardo y Alicia, a mis hermanos Segundo y Patricio Espín, a mis hermanas Alicia y Mary Aguirre, a mi cuñada Sonia y a mis sobrinas Melany y Emily por estar siempre al pendiente de todo y apoyándome con sus sabias palabras de aliento.

A los Ingenieros, como miembros del tribunal del proyecto, Ing. Nelson Monar e Ing. Hugo Vásquez, quienes con su dedicación y sus valiosos conocimientos me impulsaron a culminar este trabajo investigativo.

Un agradecimiento especial al Ing. David Rodrigo Silva García como tutor, por guiarme durante la realización del trabajo, por su apoyo, dedicación y comprensión ante las circunstancias que se presentaron durante la preparación profesional y hacer posible la culminación este proyecto de investigación.

Fanny Magaly

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pag.
CAPÍTULO I.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. PROBLEMA .....	3
1.3. OBJETIVOS.....	4
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	4
1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	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 planta.....	6
2.3.1. Morfología de la papa .....	6
2.3.2. Brote.....	7
2.3.3. Raíz .....	7
2.3.4. Tallo .....	8
2.3.5. Flores.....	8
2.3.6. Fruto y semilla .....	8
2.3.7. Tubérculo .....	8
2.3.8. Hojas .....	9
2.3.9. Estolón .....	9
2.4. Requerimientos edafoclimáticos.....	10
2.4.1. Temperatura .....	10
2.4.2. Humedad .....	10

2.4.3. Altitud .....	10
2.4.4. Precipitación y viento.....	11
2.4.5. Suelo y clima.....	11
2.4.6. Heliofanía.....	11
2.5. Manejo del cultivo.....	12
2.5.1. Preparación del suelo .....	12
2.5.2. Siembra .....	12
2.5.3. Rascadillo o deshierbe.....	13
2.5.4. Aporque.....	13
2.5.5. Riego .....	13
2.5.6. Control fitosanitario .....	14
2.5.7. Fertilización.....	14
2.6. Plagas y enfermedades.....	18
2.6.1. Plagas .....	18
2.6.2. Enfermedades .....	21
2.7. Variedades de papa.....	23
2.7.1. Características de la variedad chola .....	23
2.7.2. Importancia .....	24
2.7.3. Cosecha .....	24
2.7.4. Post cosecha .....	24
2.8. Calcio-Boro .....	25
2.8.1. Ficha técnica de calcio boro.....	25
2.8.2. Ficha técnica de la papa variedad chola.....	27
2.9. Valor nutricional de la papa .....	28
2.10. Tipos de semilla.....	28
2.10.1. Semilla tipo registrada.....	28

2.10.2. Semilla tipo certificado .....	29
CAPÍTULO III .....	30
3. MARCO METODOLÓGICO .....	30
3.1. Ubicación y características de la investigación. ....	30
3.1.1 Localización de la investigación. ....	30
3.1.2 Situación geográfica y edafoclimática .....	30
3.1.3 Zona de vida.....	30
3.2. Metodología.....	31
3.2.1 Material en estudio.....	31
3.2.2 Factores en estudio.....	31
3.2.3 Tratamientos.....	31
3.2.4 Tipo de diseño experimental o estadístico. ....	32
3.2.5 Manejo de la investigación.....	32
3.2.6 Métodos de evaluación (variables respuesta).....	33
3.2.7 Análisis de datos .....	35
CAPITULO IV .....	36
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	36
4.1. Interpretación de resultados.....	36
4.2 Comprobación de hipótesis .....	49
CAPÍTULO V .....	50
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	50
5.1 Conclusiones.....	50
5.2 Recomendaciones .....	51
BIBLIOGRAFÍA.....	52
ANEXOS.....	60

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Nº</b>	<b>Detalle</b>	<b>Pag.</b>
1	Resultados del análisis estadístico en los componentes evaluados. DE=Días a la emergencia; DF= Días a la floración; NT= Numero de tallos; IP= incidencia de plagas; IE= Incidencia de enfermedades; AP= Altura de la planta; DC= Días a la cosecha	36
2	Resultados del análisis estadístico en los componentes evaluados. NTP= Numero de tubérculos por planta; PTP= Peso de tubérculos por planta; PCP= Peso campo parcela; R t/ha= Rendimiento por hectárea	43
3	Resultados del análisis de correlación y regresión lineal simple	47
4	Relación Beneficio/Costo de cultivo de papa en la comunidad de Bramadero Chico	48

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Nº</b>	<b>Detalle</b>	<b>Pag</b>
<b>1</b>	Promedios para días a la emergencia (DE)	36
<b>2</b>	Promedios para días a la floración (DF)	37
<b>3</b>	Promedios para número de tallos (NT)	38
<b>4</b>	Resultados para incidencia de plagas (IP)	39
<b>5</b>	Resultados para incidencia de enfermedades (IE)	40
<b>6</b>	Resultados para altura de la planta (AP)	41
<b>7</b>	Resultados para días a la cosecha (DC)	42
<b>8</b>	Promedios para número de tubérculos por planta (NTP)	43
<b>9</b>	Promedios para peso tubérculo planta (PTP)	44
<b>10</b>	Promedios para peso campo parcela (PCP)	45
<b>11</b>	Promedios para rendimiento por hectárea (R t/ha)	46

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Nº</b>	<b>DETALLE</b>
1	Mapa de ubicación de la investigación
2	Croquis del ensayo
3	Análisis del suelo
4	Bases de datos
5	Fotografías
6	Glosario de términos técnicos

## RESUMEN

El cultivo de la papa es una de las principales fuentes de alimento de la población mundial, debido a los considerables aportes de energía que es capaz de entregar este tubérculo, hoy en día la papa es el tercer cultivo más importante del mundo en términos de consumo alimenticio. El principal problema es el desconocimiento de manejo agronómico y nutricional del cultivo de papa, orientado por la utilización de químicos, el alto costo de los insumos agrícolas, la falta de tecnologías de campo que mejoren la productividad del cultivo, y el ataque de nuevas plagas y enfermedades. Uno de los principales objetivos es identificar el nivel de calcio-boro que genera mayor respuesta productiva, la densidad de siembra que genera mayor rendimiento, y establecer la relación económica de beneficio/costo. Se empleó un Diseño de Bloques Completos al Azar DBCA factorial de 2\*3 con dos repeticiones, el tipo de investigación fue análisis de varianza (ADEVA), prueba de Tukey al 5%, análisis de correlación y regresión lineal. Mediante el análisis estadístico, se determinó que uno de los mejores tratamientos en esta investigación fue el T5 sobresaliendo en los parámetros evaluados; altura de la planta con 68.5 cm, número de tubérculos por planta con 40 unidades, peso de tubérculo por planta con 2 kg, peso de campo por parcela con 159.5 kg. El rendimiento más alto del cultivo de papa, mediante aplicación de calcio boro que fue en dosis de 1.5 l/ha y dos tubérculos por sitio de siembra, con una media de 36.5 t/ha. En el aspecto de eficiencia económica, se puede concluir a través de la relación Beneficio – Costo, que se logra una rentabilidad positiva con un valor de \$ 2.71 en el mejor tratamiento. **Palabras clave:** calcio, boro, densidad, papa, rendimiento, tubérculo.

## SUMMARY

Potato cultivation is one of the main sources of food for the world's population due to the considerable energy contributions this tuber can provide. Today, the potato is the third most important crop in the world in terms of food consumption. The main problem is the lack of knowledge of agronomic and nutritional management of potato cultivation, driven by the use of chemicals, the high cost of agricultural inputs, the lack of field technologies that improve crop productivity, and the attack of new pests and diseases. One of the main objectives is to identify the calcium-boron level that generates the greatest productive response, the planting density that generates the highest yield, and to establish the economic benefit/cost ratio. A 2\*3 factorial Randomized Complete Block Design (RCBD) with two replications was used; the research type was analysis of variance (ANOVA), Tukey's test at 5%, correlation analysis, and linear regression. Through statistical analysis, it was determined that one of the best treatments in this research was T5, which excelled in the evaluated parameters: plant height (68.5 cm), number of tubers per plant (40), tuber weight per plant (2 kg), and field weight per plot (159.5 kg). The highest potato yield was achieved through the application of calcium boron at a dose of 1.5 l/ha and two tubers per planting site, with an average of 36.5 t/ha. Regarding economic efficiency, the benefit-cost ratio shows a positive return of \$2.71 for the best treatment.

**Keywords:** calcium, boron, density, potato, yield, tuber.

# CAPÍTULO I

## 1.1 INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum*) es un cultivo agrícola nativo de la Región Andina. Las papas tuvieron su origen en el altiplano andino que remonta a la época precolombina donde los agricultores domesticaron por primera vez el tubérculo en los alrededores del lago Titicaca, en el sureste del Perú, es un tubérculo originalmente cultivado por casi todos los pueblos andinos, hace aproximadamente 8000 años. (Núñez, 2022)

El cultivo de la papa es una de las principales fuentes de alimento de la población mundial, debido a los considerables aportes de energía que es capaz de entregar este tubérculo, hoy en día la papa es el tercer cultivo más importante del mundo en términos de consumo alimenticio, cientos de millones de personas en el mundo en desarrollo dependen de las papas para su supervivencia, constituyen una fuente de hidratos de carbono saludables, con bajo contenido de grasa y alto contenido de fibra, son ricas en antioxidantes y nutrientes. (FAO, 2022).

La producción global de papas es de aproximadamente 341 millones de toneladas en una superficie de 20 millones de hectáreas. China es el productor más grande y produce entre 66 y 71 millones de toneladas. Otros productores grandes son Rusia, La India, Polonia, EEUU, Ucrania, Alemania, Países Bajos y Belarús (YARA, 2023).

En Ecuador este cultivo es fundamental, ya que representa un alimento básico que genera fuentes de trabajo e ingresos económicos para la mayoría de agricultores, que se dedican a esta actividad. La papa es considerada uno de los cultivos más importantes en la sierra ecuatoriana. En los últimos años alrededor de 45000 unidades agrícolas producen un promedio de 520000 t/año de papa fresca con una buena fertilización y un manejo tecnológico eficiente, El 90% de la papa a nivel nacional se consume en estado fresco. Los usos industriales son variados. En el país, cada persona consume un promedio de 30 kg de papa al año (BAYER, 2022).

En Bolívar existen alrededor de 1500 productores de papa, que representan alrededor de 3500 ha dedicadas a la producción de este tubérculo. Actualmente el rendimiento del cultivo es aproximadamente 11 t/ha. El Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), a través de la Dirección Provincial Agropecuaria de Bolívar, dio a conocer el “Plan de Semillas de Alto Rendimiento para Papa”, que tiene el propósito de incrementar y mejorar la calidad de producción de la papa en la Sierra ecuatoriana. Agregó que, al implementar el Plan, la meta es alcanzar una productividad de 25 t/ha (MAG, 2020).

Los rendimientos promedios obtenidos a nivel de nuestra provincia están entre 7.5 a 11.2 t/ha. En la localidad de Guaranda perteneciente a la Provincia de Bolívar el sistema predominante es un 80% de productores dedicados a la producción de papas. Uno de los factores que restan competitividad es el mal uso y manejo de fertilizantes (Chimborazo, 2023).

CALCIO-BORO es una fórmula especialmente balanceada que pone a disposición de las plantas el calcio y boro, esenciales para un desarrollo vegetativo, forma un papel fundamental en la integridad celular, ayuda al incremento de la floración, amarre de frutos, correcta formación del fruto e incremento de la productividad. También mejora las características físicas y químicas del suelo, tales como permeabilidad, porosidad, capacidad de intercambio catiónico, regula el pH de la solución del suelo, e incrementa la fertilidad de los suelos pobres, optimizando la nutrición edáfica base, aumenta la capacidad de retención de agua y ayuda al desarrollo de la micro fauna benéfica (AGROESA, 2021).

La variedad Chola, es una papa para consumo en fresco ideal para sopas y puré por su consistencia harinosa, las plantas son de crecimiento erecto, con numerosos tallos pubescentes, hojas de color verde claro, anchas y cortas, flores con pétalos morados, tubérculos con un período de reposo de 80 días, la zona recomendada es la zona sur de 2800 a 3200 m de altitud, maduración 180 días, rendimiento 30 t/ha (Ogoño, 2024).

## **1.2. PROBLEMA**

El cultivo de papa es fundamental en la agricultura mundial, pero enfrenta diversos problemas que afectan su producción, calidad y rentabilidad. Estos problemas son variados y surgen debido a varios factores internos y otros externos que impactan su desarrollo.

El principal problema es el desconocimiento de manejo agronómico y nutricional del cultivo de papa, orientado por la ineficiente utilización de productos químicos, el alto costo de los insumos agrícolas, la falta de tecnologías de campo que mejoren la productividad del cultivo, las enfermedades, el bajo nivel de fertilidad en el suelo, a lo que se suman las cambiantes condiciones medio ambientales y sus efectos debido al cambio climático global.

Específicamente, la deficiencia nutricional en el cultivo de papa, puede generar desfases importantes tanto en su desarrollo vegetativo como productivo, con presencia de plantas más pequeñas, débiles, con presencia de hojas cloróticas verde claro y amarillo pálido, condiciones que limitan a su vez la capacidad de metabolismo en su proceso fotosintético que puede incidir directamente sobre una baja calidad y cantidad de tubérculos producidos, y a su vez reducir significativamente el rendimiento y rentabilidad de este importante tubérculo.

La presente investigación, enfoca sus acciones, en dotar a la planta de elementos esenciales como el calcio y boro, mismos que sumados a un manejo adecuado de las labores agrícolas, control de plagas, enfermedades y malezas, así como una correcta fertilización de base y complementaria, puede presentarse como una fortaleza en floración y formación de tubérculos para elevar su calidad y rendimiento.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

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

#### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- 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**

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

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

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Origen

La papa (*Solanum tuberosum*) se originó y fue domesticada por primera vez en las montañas de los Andes de Sudamérica, según diversos historiadores, este tubérculo era cultivado desde los años 8000 a 5000 a. C en la zona que hoy conocemos como la región de Puno, este alimento crecía solo en los Andes sureños peruanos y zonas aledañas por lo que su presencia era una total incógnita para el resto de continentes con la globalización y posterior conquista del régimen europeo en Sudamérica estos descubrieron la papa por primera vez, algunos colonizadores creían que era un alimento exótico que tenía poderes de fertilización, sin embargo, en tierras incaicas era ya bastante popular (Searles, 2021).

#### 2.2. Clasificación taxonómica

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Solanales
Familia:	Solanáceas
Género:	<i>Solanum</i>
Especie:	<i>tuberosum</i>

**Fuente:** (Morán, 2020)

#### 2.3. Descripción morfológica de la planta

##### 2.3.1. Morfología de la papa

La papa pertenece a la familia botánica Solanaceae, es una planta suculenta, herbácea y anual por su parte aérea y perenne por sus tubérculos que se desarrollan

al final de los estolones que nacen del tallo principal y a veces de varios tallos, según el número de yemas que hayan brotado del tubérculo se considera una planta dicotiledónea potencialmente perenne debido a su capacidad de reproducción por tubérculos, la papa es una planta herbácea su hábito de crecimiento varía entre las especies y dentro de cada especie (Pijungo, 2020).

### **2.3.2. Brote**

Los brotes son tallos que se genera en el ojo del tubérculo, la apariencia y el tamaño del brote dependen de las condiciones en las que fue almacenado el tubérculo, las yemas que pueden formarse a partir de un ojo varían de tres a cuatro, la variedad determina el color del brote, éstos pueden ser blancos y parcial o totalmente coloreados la parte basal se caracteriza por poseer lenticelas y por lo general constituye la parte subterránea del tallo mientras que la parte apical origina a las hojas y el crecimiento de la planta el número de brotes dependerá de la variedad y el almacenamiento pudiendo durar meses, observar esto es muy importante antes de realizar el trasplante ya que si los brotes son viejos se volverán débiles, esto puede hacer que sea vulnerable ante cualquier factor por ello es importante guardar a temperaturas (6 a 10°C) para garantizar semillas de calidad (Pérez, 2022).

### **2.3.3. Raíz**

Las plantas que provienen de la semilla sexual producen raíces delgadas, 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 y un sistema radical a una profundidad de 40 a 50 cm, en comparación con otros cultivos, la papa tiene un sistema radicular débil, por lo cual necesita un suelo de muy buenas condiciones físicas y químicas para su desarrollo mientras que las raíces que salen de los tubérculos forman un nudo y llegan alcanzar hasta 40 a 50 cm (Guamán, 2021).

#### **2.3.4. Tallo**

Está compuesto por tallos principales, estolones y tubérculos, las plantas provenientes de semilla verdadera tienen sólo un tallo principal mientras que las provenientes de tubérculos semilla pueden producir varios tallos, los tallos laterales son ramificaciones que se desarrollan a partir de los tallos principales, son aéreos, gruesos, fuertes y angulosos de tonalidades verde-pardo, inicialmente poseen una estructura vertical (alcanzando alturas desde 0.5 m hasta 1.2 m); mientras avanza en altura y edad va perdiendo potencia y va desarrollándose hacia el suelo hasta alcanzar la senescencia se encuentra conformado por: tallo principal, tallo secundario, la rama, el estolón y el tubérculo (Inostroza et al., 2022).

#### **2.3.5. Flores**

Las flores son bisexuales, poseen cáliz, corola, androceo y gineceo, el pedúnculo de la inflorescencia está dividido en dos ramas cada una de las cuales se subdivide en otras dos ramas, de esta manera se forma una inflorescencia llamada cimosa, las flores de la planta tienen un color que va del blanco, rosa, rojo o azul, al púrpura y tienen estambres amarillos (Tene, 2024).

#### **2.3.6. Fruto y semilla**

El fruto de la planta de papa corresponde a una baya la cual puede presentar una forma redonda, alargada, ovalada o cónica, su diámetro generalmente fluctúa entre 1 y 3 cm y su color puede variar de verde a amarillento o de castaño rojizo a violeta. Las bayas presentan dos lóculos y pueden contener aproximadamente entre 200 y 400 semillas, las bayas se presentan agrupadas en racimos terminales los cuales se van inclinando progresivamente en la medida que avanza el desarrollo de los frutos, las semillas son muy pequeñas, aplanadas de forma arriñonada, y pueden ser blancas, amarillas o castaño amarillentas (Tene, 2024).

#### **2.3.7. Tubérculo**

Los tubérculos de papa son tallos modificados y constituyen los principales órganos de almacenamiento de la planta de papa, un tubérculo tiene dos extremos: el basal,

o extremo ligado al estolón que se llama talón y el extremo expuesto que se llama extremo apical o distal, los ojos se distribuyen sobre la superficie del tubérculo siguiendo una espiral, se concentran hacia el extremo apical y están ubicados en las axilas de hojas escamosas llamadas cejas, dependiendo de la variedad las cejas pueden ser elevadas, superficiales o profundas (Granitto, 2020).

Es un engrosamiento del estolón como consecuencia de la acumulación de reservas, constituyendo el principal órgano de reserva de la planta, los tubérculos pueden variar en forma y tamaño, una planta puede formar hasta 20 tubérculos (Martínez & Ojeda, 2023).

### **2.3.8. Hojas**

Las hojas están distribuidas en espiral sobre el tallo, normalmente las hojas son compuestas, es decir, tienen un raquis central y varios folíolos, cada raquis puede llevar varios pares de folíolos laterales primarios y un folíolo terminal, la parte del raquis debajo del par inferior de folíolos primarios se llama pecíolo, cada folíolo puede estar unido al raquis por un pequeño pecíolo o puede estar unido directamente sin pecíolo y en este caso se llama folíolo sésil. La secuencia regular de estos folíolos primarios puede estar interceptada por la presencia de folíolos secundarios pequeños, en la base de cada pecíolo se encuentran dos hojuelas laterales llamadas pseudoestípulas, las hojas son compuestas tienen un pecíolo con varios folíolos 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 (AGRONOTIPS, 2023).

### **2.3.9. Estolón**

Los estolones de la papa son tallos laterales que crecen horizontalmente por debajo del suelo a partir de yemas de la parte subterránea de los tallos, los estolones largos son comunes en las papas silvestres y el mejoramiento de la papa tiene como una de las metas obtener estolones cortos, los estolones pueden formar tubérculos mediante un agrandamiento de su extremo terminal, sin embargo no todos los

estolones llegan a formar tubérculos, un estolón no cubierto con suelo puede desarrollarse en un tallo vertical con follaje normal (Morales, 2021).

## **2.4. Requerimientos edafoclimáticos**

### **2.4.1. Temperatura**

La temperatura óptima para la producción de papas se sitúa aproximadamente entre 20 a 25°C durante el día mientras que por la noche alrededor de 10-12°C, estas temperaturas proporcionan condiciones favorables para el crecimiento, desarrollo y rendimiento óptimo de las plantas de papa, 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. En los lugares de clima tropical cálido se siembra durante los meses más frescos del año, la papa es considerada una planta termo periódica es decir, necesita una variación de las temperaturas entre el día y la noche cuando la oscilación de estas temperaturas es menor a las especificadas anteriormente se ve afectado el crecimiento y tuberización de la papa (Palacios, 2022).

### **2.4.2. Humedad**

La humedad relativa de carácter moderado (o intermedio) es un factor muy importante para el éxito del cultivo, ya que una humedad excesiva especialmente si va acompañada de temperaturas en torno a 18 – 20°C, favorece la aparición de enfermedades, especialmente el mildiu, siendo el periodo más crítico para el ataque de esta enfermedad el que transcurre desde la aparición de las flores hasta a la maduración del tubérculo (INFOAGRO, 2023).

### **2.4.3. Altitud**

La altitud puede presentar variaciones, ya que el cultivo de papa se desarrolla adecuadamente en altitudes que oscilan entre los 460 hasta los 3000 msnm, sin embargo, la altitud óptima para un desarrollo y producción excelente se sitúa en el rango de 1500 a 2500 msnm, bajo estas condiciones se observa la mejor producción de papas (INTAGRI, 2020)

#### **2.4.4. Precipitación y viento**

El cultivo de papa requiere una cantidad de precipitación que varía entre los 600 mm distribuida en todo su ciclo vegetativo, las mayores demandas se dan en las etapas de germinación y crecimiento de los tubérculos, por lo cual es necesario efectuar riegos suplementarios en los períodos críticos o cuando no se presenta lluvia, en cuanto al viento debe ser moderado ya que las plantas no resisten vientos con velocidades mayores de 20 km/hora, sin que estos causen daños o influyan en los rendimientos (Urquiza, 2022).

#### **2.4.5. Suelo y clima**

El cultivo de papa se desarrolla mejor en suelos de tipo franco, arcilloso, arenoso, limoso bien drenados y profundos, con un buen contenido de materia orgánica. El rango de pH óptimo para el cultivo de papa se sitúa entre los 5 y 7. En cuanto al clima las necesidades del cultivo varían dependiendo de la variedad. La variedad de papa elegida para la siembra debe ser la que mejor se adapte a las condiciones ambientales al sector (Villacrés, 2020).

#### **2.4.6. Heliofanía**

Después de la emergencia del tubérculo el cultivo requiere bastante luminosidad. La cantidad de luz necesaria varía según la temperatura por lo que, para una óptima producción la papa requiere de periodos aproximadamente de 8 a 12 e incluso 16 horas de luminosidad según la variedad cultivada, la cantidad de luz tiene gran influencia en la tuberización de la papa y duración del crecimiento vegetativo, días cortos favorecen el inicio de la tuberización y acortan el ciclo vegetativo, en cambio días largos tienen el efecto inverso la intensidad luminosa además de influir sobre la actividad fotosintética favorece la floración y fructificación (INTAGRI, 2021).

## **2.5. Manejo del cultivo**

### **2.5.1. Preparación del suelo**

Durante la preparación del suelo se afloja la capa superficial y en ocasiones se pulveriza para evitar que se formen grumos en las camas donde se siembran las semillas dejándolo susceptible a las condiciones ambientales, además, es frecuente realizar las labores de cultivo usando maquinaria pesada, un caso común es el de realizar un pase profundo con arado de discos y dos pases de roto-cultivador en el sentido de la pendiente, este tipo de preparación ocasiona cambios en los componentes químicos y físicos de la capa arable del suelo, es necesario que el terreno esté bien mullido, bien aireado, sin huecos y sin terrones y con los agregados homogéneos, con el objetivo de favorecer el desarrollo radicular, la emergencia rápida y homogénea y reducir los ataques de parásitos. La época de hacer estas labores dependerá de las características de la zona de cultivo y de la planta que preceda a la patata si hay una rotación de cultivos e incorporar cal como enmiendas para el suelo lo que favorecerá la aireación la presencia de microorganismos para descomponer la materia orgánica además de ayudar a su fertilidad y regular el pH (Diaz et al., 2022).

### **2.5.2. Siembra**

La siembra se realiza a una distancia de 0.50 cm entre plantas y 1.20 metros entre surcos en la que se establece los distintos tratamientos, la profundidad de siembra recomendado es de 8 a 12cm, también va depender de la humedad del suelo, del tamaño de los tubérculos y de los brotes, plantar las papas en un suelo con una temperatura mínima de 7°C, aunque un espaciado de plantación más amplio produce tubérculos más grandes en general, podría causar defectos de desarrollo como corazones huecos en ciertas variedades, como la Yukon Gold (Cherlinka, 2024).

### **2.5.3. Rascadillo o deshierbe**

Mediante esta labor se controla las malezas y se remueve superficialmente el suelo para evitar la pérdida de humedad, esta labor se realiza de 30 a 50 días después de la siembra, sin embargo, esto depende de la humedad presente y de la preparación del suelo, si el nivel de humedad es bajo y si el suelo se ha preparado en forma adecuada, la cantidad de malezas será menor, en extensiones pequeñas se puede realizar esta labor en forma manual utilizando azadón o por tracción animal, en extensiones grandes o de topografía ligeramente plana se puede utilizar un cultivador tiller (INTERNATIONAL POTATO CENTER, 2023).

### **2.5.4. Aporque**

Es una técnica agrícola que consiste en acumular tierra en la base del tallo de una planta con el fin de que queden protegidas, incluso ayuda a facilitar el riego e impide el exceso de humedad, para llevar a cabo esta práctica, el cultivo debe tener cierta altura, en el caso de la papa, el aporcado se realiza antes que la planta supere los 15 centímetros de altura, con el objeto de evitar que los estolones se conviertan en tallos, de esta manera se incrementará el número de raíces por planta, el aporque se realiza surco por surco se inicia en la parte baja y termina en la parte alta del campo, no es conveniente hacerlo cuando el suelo está húmedo porque se compacta o produce terrones, tampoco es recomendable hacerlo cuando la planta supera los 35 cm. debido a que se podría generar algún daño (SEDIR, 2023).

### **2.5.5. Riego**

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

minimizar la presión del agua en las células de la planta las cuales son necesarias para la expansión y se correlaciona directamente con la expansión reducida del tubérculo (Cuellar, 2020).

#### **2.5.6. Control fitosanitario**

Conjunto de procedimientos y métodos empleados para prevenir, manejar y erradicar las plagas y enfermedades que atacan las plantas, esta labor consiste en realizar el control de plagas (insectos, enfermedades) en suelos y plantas, ya que es una parte esencial de la gestión agrícola que busca mantener la salud y la productividad de los cultivos de manera sostenible y equilibrada

#### **2.5.7. Fertilización**

La fertilización consiste en realizar la incorporación de nutrientes al suelo con el objetivo de permitir un crecimiento y desarrollo óptimo del cultivo, así mismo es una de las decisiones más importantes del manejo agronómico por su impacto en los rendimientos y los costos de producción, si bien los nutrientes están presentes en todos los suelos, puede ocurrir que se encuentren en niveles deficientes para el cultivo, afectando negativamente su desarrollo y finalmente el rendimiento, una buena fertilización es clave, no sólo para obtener un buen rendimiento y calidad, sino para resistir condiciones adversas como bajas temperaturas, estrés hídrico y enfermedades (Molinos, 2022).

- **Nitrógeno**

El nitrógeno es un nutriente esencial para el crecimiento y el desarrollo de la papa influye en el rendimiento y la calidad de los tubérculos ya que interviene en la fotosíntesis y forma parte de las vitaminas, proteínas y ácido nucleico. Una gestión adecuada del nitrógeno es fundamental para el rendimiento, la calidad y la rentabilidad, una aplicación inadecuada de nitrógeno también puede afectar la calidad del agua y del aire, un alto aporte favorece el desarrollo del follaje y extiende la duración del ciclo.

- **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, también es importante para un desarrollo precoz de raíces y brotes, proporcionando energía para procesos en las plantas como absorción y transporte de iones.(ADAMA, 2021).

- **Potasio**

Es un fertilizante muy útil que incide en el aspecto, y color del fruto, nivel de azúcar, muy importante para logra mejor calidad, este elemento, además, de ser importante para la síntesis de proteína, fotosíntesis y la estabilización del pH dentro de la planta, es el elemento encargado del metabolismo de osmosis regulación y rigidez, aumenta el grosor de las paredes celulares brindando protección contra plagas y enfermedades así como también contra heladas y sequias además, estimula el crecimiento de tallos fuertes y resistencia de los frutos tras la cosecha.

- **Calcio**

Constituye un componente clave en las paredes celulares construyendo una estructura fuerte y asegurando la estabilidad celular, 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 es un factor que influye en la calidad del tubérculo. La deficiencia de calcio puede provocar síntomas visuales como el enrollamiento o distorsión de las hojas, aparición de manchas necróticas, además, el calcio desempeña un papel fundamental en la regulación de procesos fisiológicos clave en las plantas, participa en la activación de enzimas y la transmisión de señales bioquímicas lo que influye en la absorción y transporte de otros nutrientes, así mismo, el calcio contribuye a la apertura y cierre de los estomas regulando así la transpiración y la eficiencia en el uso del agua (NOSTOC, 2023).

- **Ventajas**

Fortalece las paredes celulares, lo que aumenta la resistencia a enfermedades y accidentes abióticos, mejora la calidad de los frutos, promueve el alargamiento celular, participa en la regulación estomática, coadyuda en la protección a la planta contra el estrés causado por las altas temperaturas, es esencial para el adecuado desarrollo del sistema radicular.

- **Desventajas**

La deficiencia de calcio provoca quemaduras en las puntas, malformación de las partes recién creadas, pudrición del extremo de la flor, caída de las flores y frutos pequeños, los síntomas de deficiencia de calcio son más visibles en las partes jóvenes de la planta las condiciones de gran nubosidad, baja temperatura, alta humedad y elevadas conductividades eléctricas en el suelo inducen la deficiencia de calcio.

- **Magnesio**

El magnesio promueve el buen crecimiento de las plantas, siendo un nutriente esencial que interviene de forma decisiva en la formación de clorofila, necesaria para la fotosíntesis. Este componente está relacionado con las reacciones de metabolismo energético, síntesis de constituyentes del núcleo, cloroplastos y ribosomas, incrementa el grosor de los tubérculos, producción de tubérculos, mejora la resistencia contra enfermedades y la calidad de la piel (Cakmak & Atilla, 2021).

- **Azufre**

Esencial para el crecimiento y desarrollo de las plantas, el azufre participa en el metabolismo de proteínas, azúcares y grasas, forma parte de los aminoácidos azufrados, también de algunos elementos que realizan actividades biológicas dentro de la planta, ayuda en la formación de clorofila, ayudan a las plantas a resistir las enfermedades y a repeler las plagas.

- **Zinc**

Este elemento participa en la síntesis de proteínas y es un importante activador de enzimas, crecimiento vigoroso del cultivo, mejora la calidad y cantidad de tubérculos, el cultivo de la papa requiere azufre en cantidades similares a las de magnesio, aplicando sulfato de potasio cubre generalmente los requerimientos, el mejor efecto del azufre se consigue al aplicarlo en una forma fácilmente disponible al sembrar.

- **Manganeso**

Es utilizado por la planta como uno de los mayores contribuidores de procesos biológicos como fotosíntesis, respiración y asimilación de nitrógeno, el manganeso es uno de los nutrimentos reportados como esenciales para el crecimiento y desarrollo normal de las plantas, la aplicación de manganeso ejerce una respuesta positiva en el manejo de la fertilidad de cultivos de papa, este componente permite el buen metabolismo de nitrógeno, que también está relacionado con la fotosíntesis, este puede ser un factor limitante para el crecimiento de la planta si está en bajas o altas concentraciones en el tejido foliar (INTAGRI, 2020).

- **Boro**

Desempeña una función fundamental en el proceso de polinización y cuajado de frutos, ya que da viabilidad al polen, es decir, juega un papel importante en la maduración del polen y el crecimiento de los tubos polínicos, mejorando el tamaño y la fertilidad de los granos de polen, este elemento está relacionado con el desarrollo celular ya que permite el transporte y absorción de azúcares, el boro participa en el metabolismo de fenoles, protegiendo a las membranas celulares e impidiendo que se acumulen en los tejidos de las plantas ya que los fenoles son inhibidores de la elongación de raíces, cabe destacar que las deficiencias de boro en las plantas pueden ocasionar una mayor susceptibilidad al ataque de enfermedades en las raíces, ya que las paredes celulares se hacen más débiles y son rápidamente penetrables por agentes patógenos (INTAGRI, 2021).

- **Ventajas**

Producir y retener flores, germinar, desarrollar frutos y semillas, transportar azúcares, estabilizar y lignificar la pared celular, diferenciar el xilema.

- **Desventajas**

Un exceso de boro puede retrasar el desarrollo de la planta, reducir el crecimiento de la planta, reducir el número, tamaño y peso de los frutos, causar clorosis marginal o quemaduras en las puntas de las hojas, provocar la muerte de las hojas, la toxicidad por boro es común en suelos salinos de climas cálidos y áridos, los niveles tóxicos pueden ocurrir si se aplican compuestos de boro en exceso, como fertilizantes o aguas de riego con altos contenidos de boro (FERTILAB, 2023).

## **2.6. Plagas y enfermedades**

### **2.6.1. Plagas**

- **Polillas**

(*Symmetrischema tangolia*).- las larvas se alimentan de tubérculos y tallos de papa, que es la principal planta hospedante, las larvas recién nacidas penetran en los tallos a través de las axilas de las plantas, pudiéndose encontrar los excrementos depositados en el orificio de entrada. El Bacu-Turin es un producto biológico que se puede usar para controlar la polilla (*Symmetrischema tangolias*), este producto en polvo contiene virus y bacterias que enferman y matan a las larvas de la polilla, se recomienda para proteger la semilla de papa durante el almacenamiento (MAPA, 2020).

(*Tecia solanivora*).- conocida como polilla guatemalteca, es la plaga de mayor impacto económico para el cultivo de la patata en América Central y América del Sur, la plaga es originaria de Guatemala, desde la que se ha propagado o introducido posiblemente mediante el comercio de patata al resto de países para controlar esta polilla se puede utilizar los siguientes productos Metomil o Thiodicarb, un insecticida de acción ovicida que se aplica en la base del tallo de la planta.

Profenofos o Clorpirifos, se aplican si continúa el incremento de polillas por trampa (Vega, 2023).

(*Phthorimea operculella*).- es una polilla de la papa es una plaga clave o primaria del cultivo que puede causar un daño económico significativo, algunos ingredientes activos registrados en la literatura con efecto sobre (*Phthorimaea operculella*) son el paration metilico, triclorfon, acefate y carbarilo (Reyes, 2021).

- **Gusano Blanco** (*Premnotrypes vorax*)

El gusano blanco es la principal plaga que afecta los cultivos de papa (*Solanum tuberosum*) con daños superiores al 60% de los tubérculos, se hospedan en el tubérculo realizando galerías, el hábito del insecto adulto indica que prefiere movilizarse en la noche en busca de fuentes de alimento, en el día se refugia en sitios oscuros y húmedos, debajo de terrones y de plantas. Control; Lambdacihalotrina Thiamethoxam Profenofos (ADAMA, 2021).

- **Paratrioza** (*Bactericera cockerelli*)

La Paratrioza o pulgón saltador (*Bactericera cockerelli* Sulc.) es una plaga que se alimenta de la savia de las plantas hospederas y puede ocasionar dos tipos de daños: daño directo; es provocado por la inyección de una toxina, la cual es transmitida únicamente por las ninfas, ésta ocasiona amarillamiento y debilita las plantas, debido a lo cual se afecta el rendimiento y la calidad de frutos y tubérculos, daño indirecto; se considera más importante que el directo, ya que es ocasionado por fitoplasmas y bacterias, ambos son transmitidos tanto por las ninfas como por adultos, en su estado de adulto y ninfa inyecta un fitoplasma y bacterias el cual inhibe el rendimiento. (*Bactericera cockerelli*) está asociada con la transmisión de la enfermedad conocida como punta morada en papa y tomate cuyo agente causal es un fitoplasma. En el cultivo de la papa se le relaciona con la bacteria (*Candidatus liberibacter*), que afecta el rendimiento del tubérculo se le conoce como zebra chip. Control; Thiamethoxam, Lambdacihalotrina, Abamectina, Imidaclopid (Tenorio, 2024).

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

Es una plaga que hace mucho daño a la papa, baja la calidad de la producción y se vende a un precio menor, ocasionando pérdidas económicas a los productores, se hallan pequeñas huellas circulares en la parte aérea de la planta. Control; fumigar con insecticidas: Imidacloprid, Tiametoxam, Chlorpyrifos + Cypermethrin (Rodríguez, 2020).

- **Trips** (*Frankliniella* spp.)

Es un pequeño insecto que mide aproximadamente de 1.5 mm de largo, cuerpo alargado y dos pares de alas, formadas por protuberancias, las hojas presentan manchas plateadas, en ataques severos ocasionan el secado y muerte de las plantas, presencia del insecto en el envés de las hojas succionando la savia de las plantas se observa a nivel de las hojas circunferencias amarillentas, se puede perder la explotación, además, los excrementos de la peste también muestran manchas negras. Control; Tiametoxam, Abamecina y Imidacloprid (SIEPASA, 2021).

- **Minador de la hoja** (*Liriomyza* sp)

La mosca minadora es una plaga importante en cultivo de papa, los insectos adultos son de color negro y muestran pequeñas manchas de color amarillo, los adultos pueden ocasionar daños al realizar picaduras de alimentación y de oviposición, 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, su presencia es frecuente en épocas de verano, principalmente antes de la floración. Control; Ciromazina, Abamectina, Cipermetrina y Lambdacihalotrina (Toledo, 2020).

- **Pulgones** (*Myzus persicae*)

El pulgón es una plaga importante en cultivo papa, este insecto tiene un cuerpo liso en forma de pera, cabe recalcar que estas plagas desarrollan alas cuando hayan comenzado a colonizar nuevas plantas, los pulgones pueden dañar directamente a

las plantas de papa al alimentarse de savia y también indirectamente al transmitirles varias enfermedades virosas. Control; Tiametoxam, Profenofos, Imidacloprid y Clorpirifos (Salas et al., 2016).

### 2.6.2. Enfermedades

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

Se trata de una enfermedad frecuente durante el período final del cultivo, los síntomas consisten en la aparición de manchas circulares de color marrón oscuro en las hojas comenzando por las hojas más viejas, las manchas están limitadas por los nervios principales de la hoja y a menudo tienen forma de anillos concéntricos que le dan aspecto de diana, cuando la enfermedad aparece en cultivos jóvenes, puede llegar a matar las hojas y por tanto disminuye el rendimiento de la planta. Control; Difeconazol, Azoxystrobin (Villanueva, 2023).

- **Tizón tardío** (*Phytophthora infestans*)

La infección en campo se produce en condiciones de baja temperatura, alta humedad y cielos cubiertos, en las hojas aparecen manchas de color castaño si están secas y de color negro, cuando están húmedas, en condiciones de alta humedad se desarrolla en las manchas un moho veloso blanco, especialmente en el envés de las hojas, en los tallos también aparecen lesiones y éstos se vuelven quebradizos, los tubérculos también pueden verse afectados tanto en campo como durante la recolección mostrando los síntomas en el almacén, en ellos se observan manchas pardas en la superficie de las papas. Control; Dimethomorph, Metalaxyl, Propineb, Clorotalonil, Cymoxanil (Trujillo & Gonzalez, 2019).

- **Costra negra** (*Rhizoctonia solani*)

Es considerada como una afección multisintomática con evidencias directas como, ulceraciones en la base del tallo y muerte de brotes, áreas necróticas extensivas de raíces jóvenes y estolones, ennegrecimientos corticales de raíces más gruesas y costras en los tubérculos. Además de efectos indirectos que ocasionan disminución

del tamaño general de la planta, enrollamiento y cambios de color en hojas, retorcimiento de tallos e hinchamiento de nudos, desarrollo de tubérculos aéreos, deformación de tubérculos y madurez prematura de la planta, forma capas en la superficie del tubérculo, necrosa raíces. Control; Sulfato de Cobre, pentahidratado, Azoxystrobin (Betancourth, 2020).

- **Roya** (*Puccinia pittieriana*)

La roya es una enfermedad causada por nutrientes biológicos, como el mildiu polvoroso, ataca a hojas, tallos o peciolo, en el envés de las hojas, presentando manchas redondas con perforaciones severas en el tejido, visibles como manchas redondas de color marrón rojizo hasta medio cm de largo, esto puede presentar graves problemas de pérdida de producción de la planta de papa y en etapa de fuerte avance llega hasta los tubérculos, se propaga por el viento, por diseminación de las esporas, a través de la ropa del operador o por medio de los implementos de labranza. Control; Oxycarboxin + Propiconazol, Cyproconazole (Azoxistrobin) + Azufre (Orellana & Buriticá, 2021).

- **Marchitez bacteriana** (*Pseudomonas solanacearum*).

Esta bacteria ocasiona importantes pérdidas económicas a nivel mundial, los síntomas que provocan son la marchitez, enanismo y amarillamiento del follaje en cualquier estado de desarrollo del cultivo, si se realiza un corte transversal en el tallo se observa la presencia de pequeñas gotas brillantes de color castaño grisáceo que exudan del xilema, en el tubérculo el síntoma de la enfermedad se manifiesta con círculos marrones al hacer un corte transversal. Control; Usar tubérculo semilla de papa certificada (INIAP, 2023).

- **Virus de la papa**

Las enfermedades causadas por virus o virosis representan uno de los principales factores de pérdidas en producción y calidad del tubérculo, además de disminuir las opciones de los semilleristas en el proceso de certificación, el número de virus que pueden infectar al cultivo a nivel mundial se aproxima actualmente a los 50, sin

embargo, en Chile, aquellos reconocidos como los más importantes y que al mismo tiempo son regulados en el proceso de certificación de semilla, incluyen: virus Y de la papa (PVY), virus del enrollamiento de la hoja (PLRV), virus A de la papa (PVA), virus X de la papa (PVX), virus M de la papa (PVA) y el virus S de la papa (PVS), pueden atacar el cultivo en cualquier estado de desarrollo, generalmente las poblaciones de insectos plaga chupadores son las responsables de la diseminación del virus, además de utilizar semilla infectada y por contagio entre plantas en el campo y entre tubérculos en las áreas de almacenamiento (Galdames & Gutiérrez, 2022).

## **2.7. Variedades de papa**

Las variedades mejoradas son el resultado de un proceso de mejoramiento genético, estas variedades poseen mayor potencial de rendimiento, resistencia a enfermedades y buena calidad culinaria. Si bien existe en Ecuador una gran diversidad genética de especies nativas de papas, el área cultivada se ha reducido debido a la introducción de variedades mejoradas, la falta de oportunidades de mercado y la migración de la población rural hacia las ciudades. En la actualidad, la producción de las papas nativas está orientada al autoconsumo y circunscrita al ámbito de las comunidades andinas rurales. 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 (Yara, 2024).

### **2.7.1. Características de la variedad chola**

La variedad Chola, es una papa para consumo en fresco ideal para sopas y puré por su consistencia harinosa, los tubérculos medianos de forma oval-elíptica, levemente aplanados en su cara superior e inferior de piel rosada áspera y amarilla alrededor de los ojos, los ojos son grandes y superficiales y pulpa amarilla, plantas de crecimiento erecto, con numerosos tallos pubescentes, hojas de color verde claro,

anchas cortas, flores con pétalos morados, tubérculos con un período de reposo de 80 días (Pumisacho & Velásquez, 2020).

### **2.7.2. Importancia**

En Ecuador, la papa mantiene su importancia en los sistemas de producción andinos, así como su relevancia cultural, socioeconómica y sobre todo como un alimento nutritivo que aporta a la seguridad y soberanía alimentaria, la papa se cultiva en las 10 provincias serranas del país. Más de 100 países alrededor del mundo cultivan el cultivo de papa considerando que las regiones que más producen son América del Norte y Europa, la papa es el tercer cultivo más importante para el consumo humano después del arroz y el trigo (Jaramillo et al., 2023).

### **2.7.3. Cosecha**

Observamos con facilidad que las hojas se tornan amarillas y con ello los tubérculos se desprenden con facilidad de sus estolones esto significa que está madura la papa. Si el destino de la papa es consumirlo se conserva en el suelo hasta que su cascara se vuelva más gruesa bajo el suelo mismo para prevenir enfermedades después de su cabe, pero debemos tener un conocimiento amplio porque si dejamos un tiempo extenso bajo el suelo aumenta la posibilidad de enfermedades fúngicas, la cosecha dependerá mucho de la variedad sembrada y el clima en el que se encuentre (Lascano, 2022).

### **2.7.4. Post cosecha**

Tenemos varias actividades como son la selección, clasificación, la limpieza, empaquetado, transporte y almacenamiento, en cuanto a la selección y clasificación, una vez cosechadas hay que revisar que los tubérculos se encuentren sanos, sin cortaduras, podridos, ni maltratados, la clasificación va de acuerdo a la exigencia del mercado, para lo que usualmente se lo realiza en calibres ya sea de primera, segunda, tercera y cuarta por nombrar las de importancia económica (Yumiguano, 2021).

## 2.8. Calcio-Boro

El calcio (Ca) es un nutriente esencial para las plantas, tras ser absorbido por las raíces se transporta vía xilema siguiendo el flujo de transpiración y es distribuido básicamente, por la misma vía hacia todos los órganos de las plantas, este nutriente interviene en numerosas funciones dentro de la planta, actúa como mensajero y proporciona estabilidad estructural a la pared y membrana celular, por su parte, el boro (B) es un micronutriente que se necesita para la nutrición de todas las plantas. Las principales funciones del boro se relacionan con el desarrollo y la resistencia de las paredes celulares, la división celular, el desarrollo del fruto y las semillas, el transporte de azúcares y el desarrollo de las hormonas, a pesar de que está muy bien establecida la esencialidad del B como micronutriente para todas las plantas vasculares en la obtención de altas y buenas producciones de calidad en las prácticas agrícolas, el conocimiento acerca de sus funciones metabólicas en los vegetales aún permanece incompleta (Villegas, 2022).

### 2.8.1. Ficha técnica de calcio boro

<b>Generalidades</b>		
Nombre comercial	Calcio boro	
Composición química	Calcio (CaO)	110 g/l
	Boro (B)	10 g/l
	Molibdeno (Mo)	52 mg/l
	Cobalto (Co)	13 mg/l
	Ácido húmicos	1.3 g/l
	Vitaminas C y E	2.6 g/l
Clase	Fertilizante foliar	
Formulación	Líquido	
<b>Propiedades físico químicas</b>		
Aspecto	Líquido viscoso color marrón	

pH	(25°C) 2.5-4.0	
Corrosividad	No corrosivo	
Inflamación	Negativa	
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.	
<b>Uso y dosis</b>		
Cultivo	Dosis	Aplicación
Papa	0.5	1 l/ha
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:** (Mendoza, 2020).

## 2.8.2. Ficha técnica de la papa variedad chola

<b>Propiedades generales</b>				
Descripción	Los tubérculos son medianos, elípticos a ovalados, de piel rosada y lisa, con ojos superficiales y pulpa amarilla pálida.			
<b>Estadio de crecimiento</b>				
Emergencia	Botones laterales	Botón floral	Floración	Maduración
Usos	Magnitud	Unidad	Presentación comercial	
Es una papa para consumo fresco y procesamiento	Peso	Kilogramos	Sacos	
<b>Propiedades específicas</b>				
Nombre común	Papa			
Nombre científico	<i>(Solanum tuberosum)</i>			
Familia	Solanaceae			
Periodo vegetativo	180 a 200 días según la variedad			
Clima	2800 a 3600 metros de altitud			
Tipo de propagación	Por medio de tubérculos (asexual)			
Variedad	Chola			
Zonas	Provincias de la región sierra norte del callejón interandino.			
Características de la variedad	Días a la cosecha 180 días, habito de crecimiento semirrecta, tallo color verde intenso, floración moderada arriba del follaje con un largo pedúnculo, periodo de dormancia 80 días			
Siembra	Densidad de siembra de 1000 a 1200 kg/ha de			
semilla	No certificada			

Rendimiento promedio	30 t/ha de tubérculo fresco.
Recomendaciones	Se requiere comenzar con semilla de alta calidad sanitaria. Las siembras deben realizarse de octubre a diciembre (invierno) y de mayo a junio (verano). Realizar un análisis del suelo para aplicar un programa de fertilización adecuada

(Vignola et al., 2017)

## **2.9. Valor nutricional de la papa**

El Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), a través del Programa Nacional de Raíces y Tubérculos promueve el consumo de la papa por las propiedades nutricionales que posee como fuente importante de vitaminas y minerales que contribuyen a prevenir la mal nutrición y las enfermedades degenerativas, una papa de tamaño mediano aporta con el 26% del requerimiento diario de cobre; del 17 al 18% potasio, fósforo, hierro; y entre el 5 al 13% zinc, magnesio, y manganeso; y hasta el 50% vitamina C, las papas de color amarillas y rojas – moradas tienen un alto contenido de antioxidantes que ayudan a prevenir las enfermedades cardiovasculares, diabetes, cáncer y la degeneración de la visión (INIAP, 2022).

## **2.10. Tipos de semilla**

### **2.10.1. Semilla tipo registrada**

Es la obtenida a partir de la semilla genética o de fundación, sometida al proceso de certificación, que cumple con los requisitos mínimos establecidos para la categoría en el reglamento específico de la especie o grupo de especies correspondiente, es la semilla, fundación de superior calidad, la calificación de semillas se clasifica en función de la calidad: genética, física, fisiológica y fitosanitaria de la semilla; y de acuerdo a la categoría obtenida, se otorgan las etiquetas de certificación correspondientes (Paredes, 2020).

### **2.10.2. Semilla tipo certificado**

Es aquella que ha sido supervisada en todo el proceso de producción por inspectores/as del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), lo cual garantiza ciertos estándares de calidad que están regulados en las normas específicas de certificación de semilla de papa, estos estándares de calidad están enfocados principalmente en identidad varietal, pureza varietal y plagas, las variedades sometidas al proceso de certificación deben estar inscritas en el Registro de Variedades Aptas para Certificación (RVAC), para lo cual deben reunir los siguientes requisitos: ser distintas, homogéneas y estables y presentar un valor agronómico comprobado para la zona recomendada, semilla obtenida a partir de la semilla genética o de fundación, sometida al proceso de certificación; que cumple con los requisitos mínimos establecidos para la categoría en el reglamento específico de la especie o grupo de especies correspondientes (Ibáñez, 2019).

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Ubicación y características de la investigación.

##### 3.1.1 Localización de la investigación.

El presente experimento se realizó en la provincia de Bolívar, cantón Guaranda, parroquia Guanujo, en la localidad de Bramadero Chico.

##### 3.1.2 Situación geográfica y edafoclimática.

Altitud:	3164 msnm
Latitud:	1°33'42,71" S
Longitud:	79°03'13,20" W
Temperatura máxima:	21°C
Temperatura mínima:	12°C
Temperatura promedio:	15°C
Precipitación media anual	1200 mm
Heliofanía promedio anual:	12 horas luz/día
pH:	5.82 %
Tipo de suelo:	Franco arcillo arenoso

**Fuente:** (INAMHI Bramadero Chico, 2023).

##### 3.1.3 Zona de vida.

La zona de vida corresponde a la región montañoso templado (m-t), varía desde los páramos fríos, hasta subtropical cálido (Holdrige, 1979).

### **3.2. Metodología.**

#### **3.2.1 Material en estudio.**

Papa chola y calcio-boro

#### **3.2.2 Factores en estudio.**

##### **FA: Densidades de siembra**

A1: 1 tubérculo por sitio de siembra

A2: 2 tubérculos por sitio de siembra

##### **FB: Dosis de Calcio-Boro**

B1: 1 L/ha

B2: 1.5 L/ha

B3: 0 L/ha

#### **3.2.3 Tratamientos.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Código</b>	<b>Detalle</b>
<b>T1</b>	A1 B1	1 tubérculo más 1 L/ha CB
<b>T2</b>	A1 B2	1 tubérculo más 1.5 L/ha CB
<b>T3</b>	A1 B3	1 tubérculo más 0 L/ha CB
<b>T4</b>	A2 B1	2 tubérculo más 1 L/ha CB
<b>T5</b>	A2 B2	2 tubérculo más 1.5 L/ha CB
<b>T6</b>	A2 B3	2 tubérculo más 0 L/ha CB

### **3.2.4 Tipo de diseño experimental o estadístico.**

Se empleó un Diseño de Bloques Completos al Azar DBCA Factorial de 2 \* 3 con dos repeticiones.

### **3.2.5 Manejo de la investigación**

- **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, un balde y una funda estas fueron mezcladas homogéneamente, para generar una muestra de 1 kg y se envió al Laboratorio Suelos y Aguas de la Estación Santa Catalina - INIAP.

- **Preparación del suelo**

Se realizó la preparación del suelo con la ayuda de una maquinaria agrícola con una pasada de disco y rastra para romper los terrones.

- **Cuadre de las unidades experimentales**

Para cuadrar el terreno se utilizó una cinta métrica, estacas y piola para dividir las unidades experimentales de acuerdo con el croquis.

- **Siembra**

Una vez seleccionados los tubérculos semilla, se sembró cada 0.50 m entre planta y 1.20 m entre surco y se fertilizó con una dosis de 350 kg/ha de fertilizante compuesto, tomando en cuenta que los tratamientos 1, 2 y 3 se empleó un tubérculo de segunda categoría por sitio de siembra, mientras que en los tratamientos 4, 5 y 6 se empleó dos tubérculos de tercera categoría por sitio de siembra.

- **Control de malezas**

Se realizó de forma manual con la ayuda de un azadón cuando existió malezas en el cultivo.

- **Control de plagas y enfermedades**

Para el control de plagas se realizó un control químico mediante la utilización cipermetrina 250 cc/ha, Thiamethoxam 141 g/l y para el control de enfermedades se realizó control químico con la utilización mancozed 2 kg/ha, cymoxanil + Famoxadone 500 g/ha, según las condiciones de precipitación.

- **Fertilización**

De base se aplicó 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.

- **Aporque**

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

- **Cosecha**

Actividad que se realizó cuando el cultivo presentó madurez fisiológica y se realizó de forma manual con la ayuda de un azadón.

- **Postcosecha**

Actividad que se realizó una vez concluida la cosecha, en donde se procedió a seleccionar los tubérculos de acuerdo a la categoría de comercialización, en categoría 1, categoría 2, categoría 3 y categoría 4.

### **3.2.6 Métodos de evaluación (variables respuesta)**

- **Días a la emergencia (DE)**

Fue registrado por observación directa, contando los días desde el momento de la siembra hasta cuando más del 50% de los brotes tuvieron dos o más hojas verdaderas, y sus resultados fueron expresados en días.

- **Días a floración (DF)**

Evaluado por observación directa contando los días desde el momento de la siembra hasta cuando más del 50% de las plantas presentaron floración y sus resultados se expresaron en días.

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

Registrado en 10 plantas al azar dentro de cada unidad experimental contando el número de tallos totales en las plantas seleccionadas y calculando su promedio.

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

Fue evaluado en diferentes etapas del cultivo desde el momento de la siembra, su resultado se expresó en porcentaje utilizando la siguiente fórmula:

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

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

Registrado en 10 plantas al azar con la ayuda de un flexómetro, desde el nivel del suelo hasta el ápice terminal de la planta, cuando la planta de la papa alcanzó su máxima altura al momento de floración y sus resultados fueron expresados en m.

- **Días a la cosecha (DC)**

Registrado contando los días desde la siembra hasta cuando la planta de papa alcanzó su madurez y estuvo lista para la cosecha, su resultado se expresó en días.

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

Evaluado en 10 plantas al azar al momento de la cosecha, contando el número total de tubérculos de cada planta y su valor correspondió al promedio.

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

Fue evaluado en 10 plantas al azar, pesando el número total de tubérculos de cada planta y su resultado se expresó en kg.

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

Una vez cosechada cada una de las parcelas, con la ayuda de una balanza se pesó la totalidad de los tubérculos y se expresó en kg/parcela; clasificando previamente por categorías de tamaños (primera, segunda, tercera y cuarta).

- **Rendimiento por hectárea (R)**

Evaluado con la aplicación de una ecuación matemática, y en base al peso de cada parcela, se procedió a calcular el rendimiento en kg/ha.

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

R= rendimiento

ANC= Área neta cosechada

- **Relación beneficio/costo**

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

### **3.2.7 Análisis de datos**

Análisis de varianza (ADEVA), prueba de Tukey al 5%, análisis de correlación y regresión lineal, análisis de relación beneficio/costo.

## CAPITULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Interpretación de resultados

**Tabla 1**

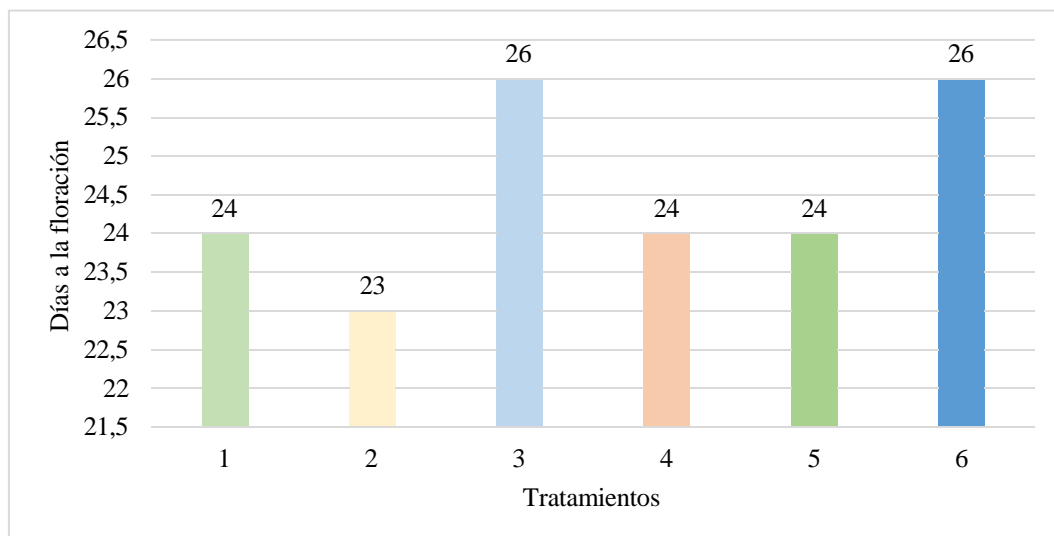
*Resultados del análisis estadístico en los componentes evaluados. DE=Días a la emergencia; DF= Días a la floración; NT= Numero de tallos; IP= incidencia de plagas; IE= Incidencia de enfermedades; AP= Altura de la planta; DC= Días a la cosecha*

T	DE	R	DF	R	NT	R	IP	R	IE	R	AP	R	DC	R
	*		**		ns		ns		ns		**		**	
1	24	AB	71	ABC	5	A	1.5	A	2.5	A	55.5	BC	175	B
2	23	B	69	C	5	A	1	A	1.5	A	62.5	AB	180	A
3	26	A	76	A	4	A	3	A	4	A	46	C	170	C
4	24	AB	71	CB	5	A	2	A	2	A	63	AB	175	B
5	24	AB	67	C	6	A	1.5	A	3	A	68.5	A	179	A
6	26	A	74	AB	5	A	4	A	4	A	50	C	170	C
CV	2.36		1.54		31.21		35.75		37.57		3.92		0.17	

*Nota:* T= Tratamientos; CV=coeficiente de variación; \*= significativo p-valor <0.05; \*\*= altamente significativo p-valor <0.01; ns= no significativo p-valor >0.05

**Figura 1**

*Promedios para días a la emergencia (DE)*

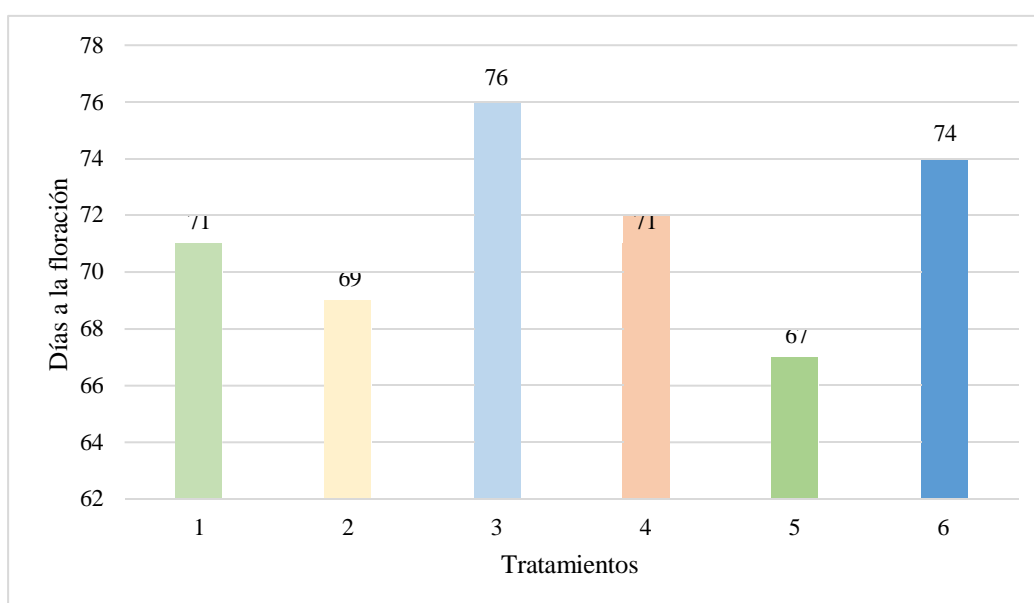


De acuerdo a los resultados obtenidos y el análisis estadístico, se demuestra una diferencia significativa, observando que los T3 y T6, obtuvieron promedios más altos con 26 días, mientras que el menor T2 presentó 23 días, con un coeficiente de variación de 2.36%.

La diferencia estadística presente en la emergencia, no se atribuye al uso del fertilizante foliar Calcio Boro, ya que el mismo fue usado a partir de floración; ni al número de tubérculos empleados para la siembra, sino más bien pudo ser causado por una heterogeneidad en el tapado y la viabilidad de la semilla para brotar, ya que este aspecto puede generar precocidad o letargo en la emergencia de las estructuras vegetales de la papa.

## Figura 2

*Promedios para días a la floración (DF)*



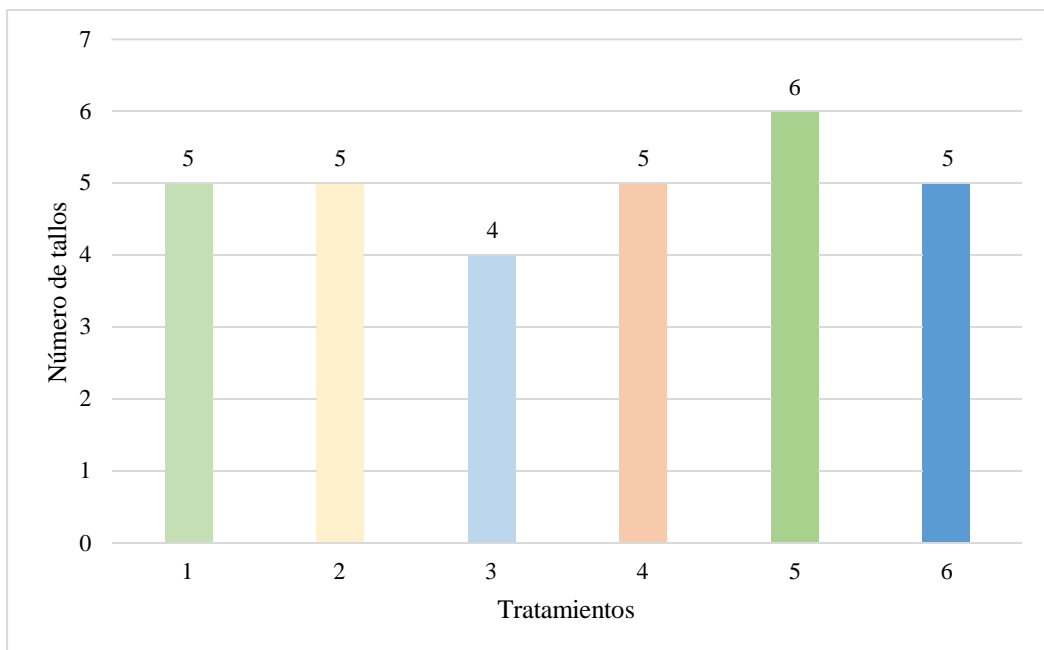
De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza nos demuestran que son altamente significativos, observando que el mayor promedio se presentó en el T3 con 76 días, mientras que el menor fue el T5 con 67 días que tardo en presentar un 50% de floración con un coeficiente de variación 1.54%.

La diferencia estadística en la floración puede estar influenciada por los días a la emergencia es por eso que en el T3 y T6 presentan más días a la floración, también

puede estar influenciado por aspectos fisiológicos intrínsecos del cultivo que no responden a los procesos de fertilización complementaria empleada para el efecto, sino más bien a efectos de carácter abiótico como la nubosidad, temperatura y precipitación.

### Figura 3

*Promedios para número de tallos (NT)*

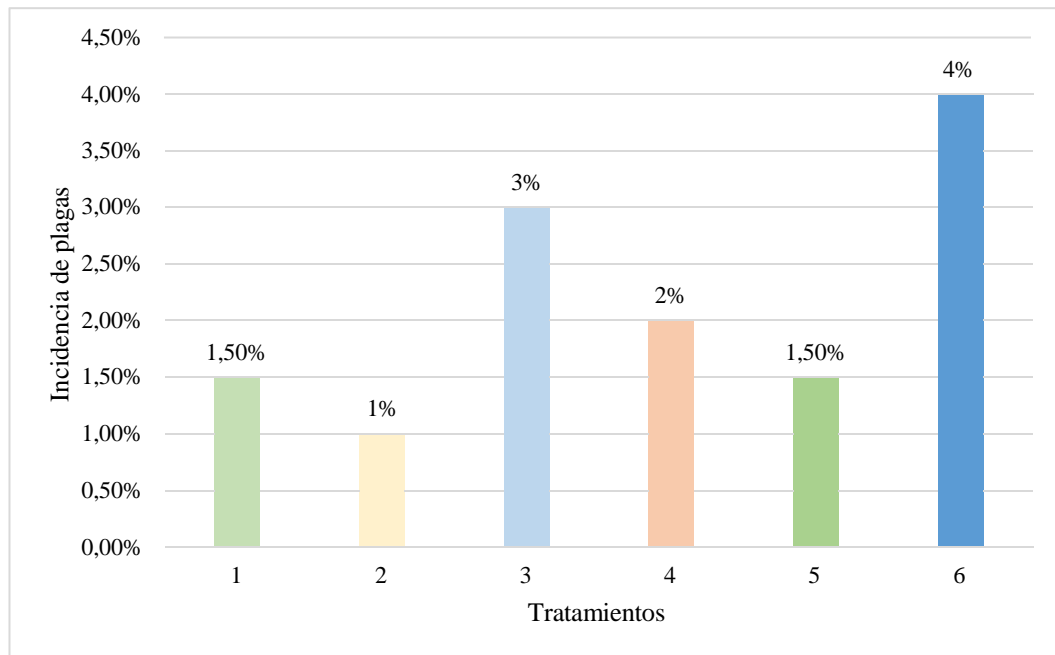


De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza presenta una respuesta estadística no significativa, se puede observar que en el T5 tuvo un promedio de 6 tallos mientras que en el T3 tuvo un menor promedio de 4 tallos con un coeficiente de variación de 31.21%.

El número de tallos por planta depende de la calidad de semilla utilizada en la siembra y su viabilidad para la brotación, teniendo en cuenta que en el ensayo se empleó uno y dos tubérculos por sitio de siembra que también es un factor que influyó en el número de tallos por planta mismo que nos demuestra que aunque la diferencia estadística está presente, en realidad no existe una diferencia numérica importante, lo cual nos permitiría inferir que el tipo de brotación desempeña un rol preponderante en el ensayo, sin haber determinado previo a la siembra si fue de tipo apical o múltiple.

## Figura 4

### Resultados para incidencia de plagas



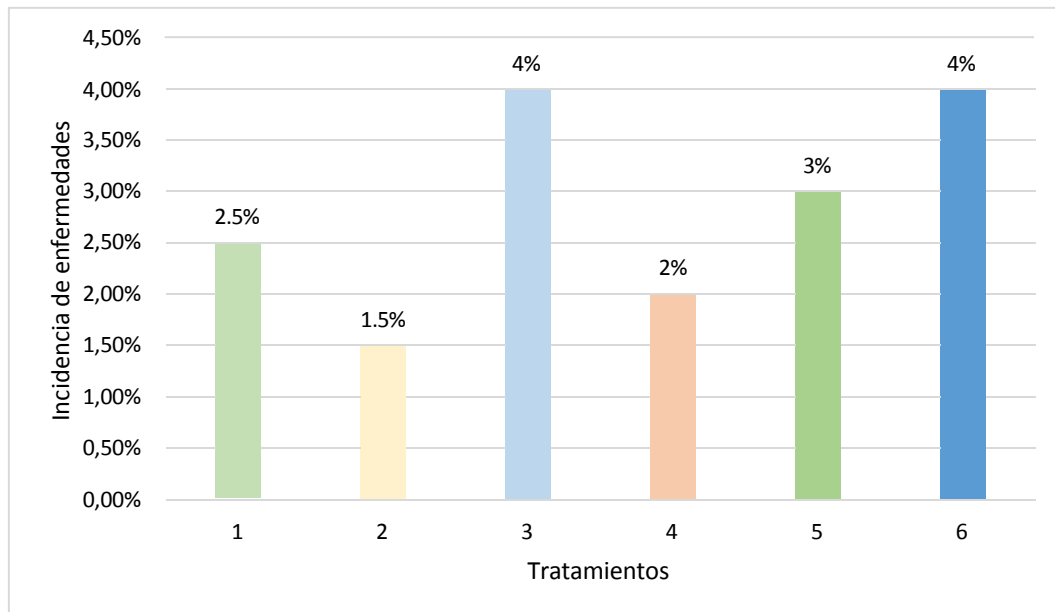
De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza, se demuestra una diferencia estadística no significativo, observando que el T6 tuvo un promedio máximo de 4% de incidencia, mientras que el T2 tuvo un promedio mínimo de 1% de incidencia de plagas con un coeficiente de variación de 35.75%.

Esta variable depende del manejo que se dé al cultivo en la etapa de desarrollo vegetativo en esta investigación se tenía presencia de mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*), para lo cual se realizó control químico con abamectina en dosis de 1l/ha para su control y prevención. Aunque no se puede afirmar completamente, al ser un estudio preliminar, según los resultados se puede inferir que la aplicación de calcio boro redujo la presencia y el ataque de este insecto, cuando se empleó una dosis de 1,5 l/ha.

Aunque la relación entre la fertilización y la incidencia de plagas no está fundamentada desde diferentes teorías, se puede observar que en este caso una nutrición complementaria a base de calcio y boro redujo entre un 10 y 20% la presencia de insectos, en comparación con el testigo (Santillán & Santillán, 2024).

## Figura 5

### *Resultados para incidencia de enfermedades*



De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza, los resultados son no significativos, en donde se pudo observar que el T2 presentó un promedio mínimo de 1.5% de incidencia al ataque de enfermedades, mientras que los tratamientos más afectados fueron T3 y T6 con 4% de incidencia, con un coeficiente de variación de 35.57 %

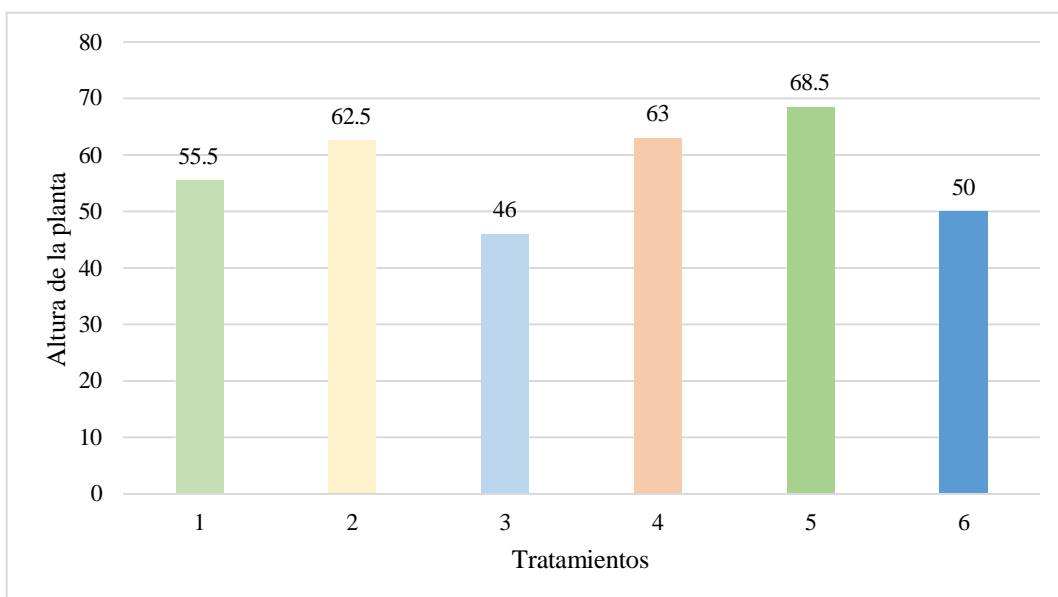
El presente componente no se vio influenciado por la densidad de siembra, ya que en los T3 y T6 se incorporó una siembra de uno y dos tubérculos respectivamente; más bien se podría inferir un efecto aunque no muy evidente, de que en estos tratamientos no se empleó Calcio-Boro, y más bien esta fue la posible causa de una reducción en el poder de tolerancia de las plantas al ataque de enfermedades como la lancha y a generar una menor eficiencia en la aplicación de los fungicidas usados para su control. Además, es importante anotar, que, debido al temporal de invierno, se realizaron controles fitosanitarios con periodos de ocho días para contrarrestar la afección de enfermedades presentes en la zona agroecológica.

Este componente depende del manejo que se dé al cultivo específicamente en la etapa del desarrollo vegetativo y una de sus principales problemas fitosanitarios,

está relacionado a lancha (*Phytophthora infestans*), debido a la presencia de esta enfermedad, se procedió a realizar el control químico con el fin de evitar severos daños al cultivo y pérdidas económicas. Esta enfermedad se presenta cuando el tiempo es húmedo, nublado y frío, alterando con temperaturas altas (Santillán & Santillán, 2024).

### Figura 6

*Resultados para altura de la planta (AP)*



De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza, se pudo comprobar que los resultados fueron altamente significativos. Determinando que el mayor promedio en altura de la planta se presentó en el T5 con 68.5 cm y menor promedio en T3 con 46 cm con un coeficiente de variación de 3.92%.

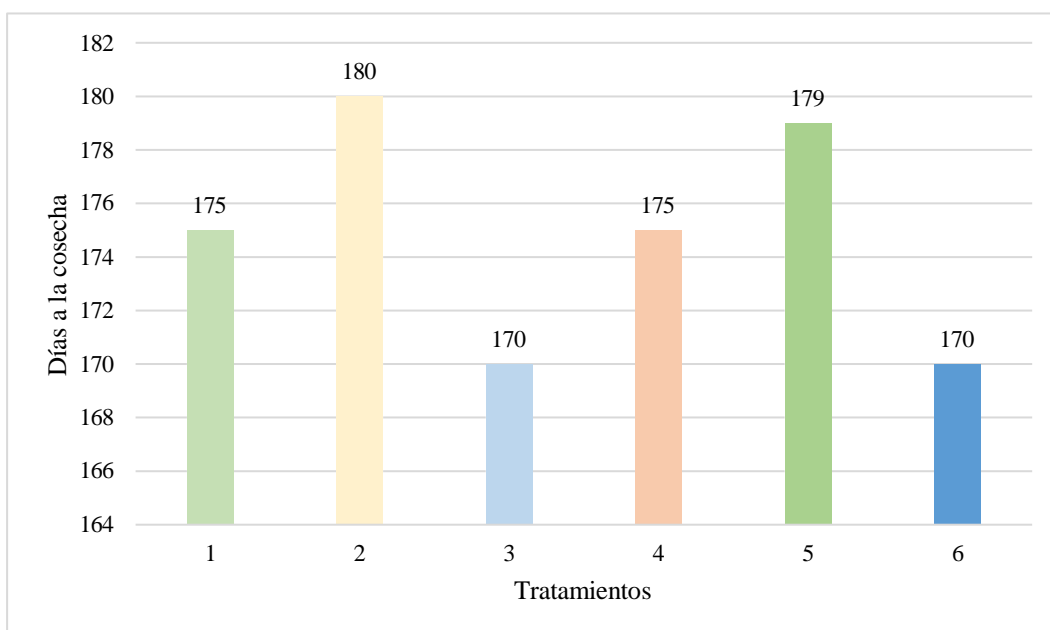
La altura de la planta es un factor principalmente genético de cada variedad además de ello se ve influenciado por las condiciones climáticas donde se estableció el cultivo. La fertilización edáfica, basada en un fertilizante químico compuesto (10-30-10) más micro elementos en dosis de 350 kg/ha, es un factor que influyó de primera mano, en el desarrollo vegetativo y la altura de la planta.

Los resultados sin lugar a duda tanto en el tratamiento 2 como 5, evidencian una respuesta al fertilizante foliar complementario, que, aunque sus componentes no

están prescritos directamente para el desarrollo vegetativo o elongación de sus estructuras meristemáticas, debieron haber generado un mayor y más eficiente proceso metabólico general, que permitió elevar su nivel de altura sin importar la densidad de siembra.

### Figura 7

*Resultados para días a la cosecha (DC)*



De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza se puede observar que los resultados obtenidos son altamente significativos lo que nos muestra que el T2 y T5 tuvieron un promedio de 180 días desde la siembra hasta la cosecha, mientras que el T3 y T6 tuvieron un menor promedio de 170 días con un coeficiente de variación de 0.17%.

Además de ser un factor genético el parámetro días a la cosecha también se vio influenciado que la aplicación de calcio boro, mismo que generó una extensión en los días a la cosecha, en donde teóricamente los tubérculos obtendrían un mejor llenado y consistencia, fomentando un mejoramiento en su tamaño y peso; y desde luego pueden alcanzar un proceso de maduración que aunque es más prolongado sin lugar a duda será más eficiente y permitiría además almacenar mayores porcentajes de nutrientes en su interior.

**Tabla 2**

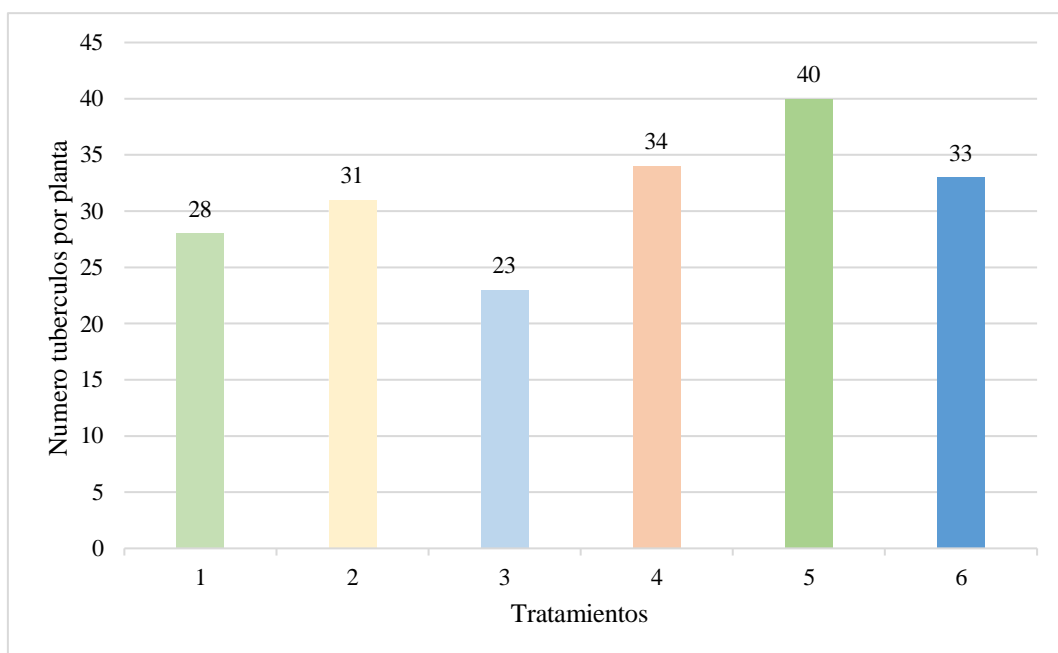
Resultados del análisis estadístico en los componentes evaluados. NTP= Numero de tubérculos por planta; PTP= Peso de tubérculos por planta; PCP= Peso campo parcela; R t/ha= Rendimiento por hectárea.

T	NTP	R	PTP	R	PCP	R	R t/ha	R
	ns		ns		*		*	
1	28	A	1.00	A	96.50	BC	21.5	BC
2	31	A	1.00	A	125.00	AB	28.5	AB
3	23	A	1.00	A	77.00	C	17.5	C
4	34	A	1.50	A	132.50	AB	30.5	AB
5	40	A	2.00	A	159.50	A	36.5	A
6	33	A	1.00	A	73.00	C	16.5	C
CV	14.13		23.09		7.66		8.46	

Nota: T= Tratamientos; CV=coeficiente de variación; \*= significativo p-valor <0.05; \*\*= altamente significativo p-valor <0.01; ns= no significativo p-valor >0.05

**Figura 8**

Promedios para número de tubérculos por planta

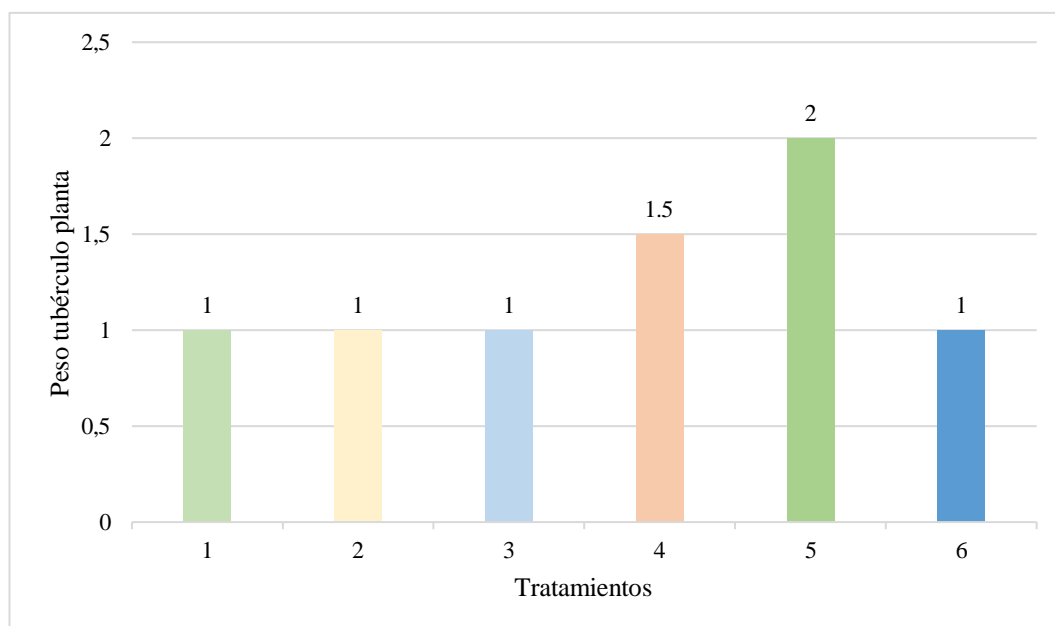


De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza, se pudo comprobar que la diferencia fue no significativa. Sin embargo, el mayor promedio se presentó en el T5 con 40 tubérculos y el menor promedio en el T3 con 23 tubérculos, con un coeficiente de variación de 14.13 %

La respuesta en el número de tubérculos por planta, depende desde luego en primera instancia del potencial genético de la variedad, el cual está en un promedio 30 unidades por planta, considerando desde luego un tipo de brotación múltiple en donde se generen un promedio de 4 a 6 tallos y de igual forma con un promedio de 5 a 6 tubérculos por brote. Se pudo observar, además, que la respuesta de la dosis de calcio-boro fue positiva con el uso de 1.5 l/ha, lo que ratifica el hecho de que estos micro elementos pueden estar actuando de manera positiva en la formación de tubérculos y mejor llenado hasta la madurez fisiológica y comercial de los mismos.

### Figura 9

*Promedios para peso tubérculo planta (PTP)*



De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza, se pudo comprobar que los resultados no mostraron significancia estadística obteniendo un mayor

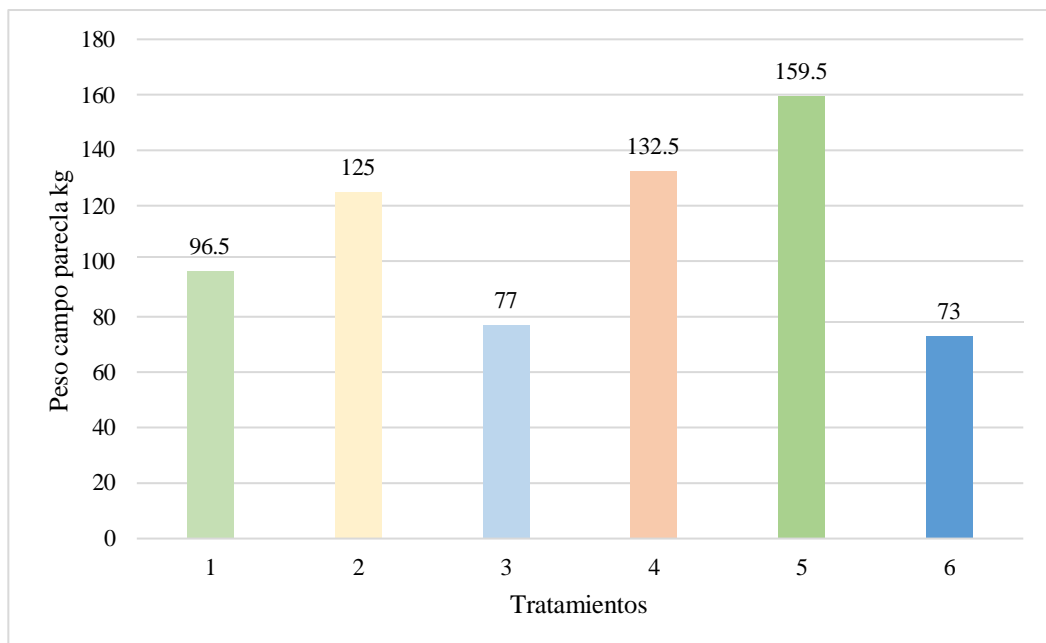
promedio de peso de tubérculos por planta en el T5 con 2 kg, mientras que menor promedio en los T1, T2, T3, T6 con 1.00 kg de peso, y un CV de 23.09 %.

El peso del tubérculo estuvo relacionado con el número de tubérculos en los tratamientos con dosis alta de calcio-boro, mientras que los otros tratamientos se presentaron respuestas homogéneas con valores promedios no muy elevados y que alcanzan los rangos inferiores de lo establecido para la variedad.

En investigaciones anteriores, se menciona que el peso de tubérculo por planta, no dependió directamente de las diferentes dosis de aplicación de calcio boro en cada uno de las unidades experimentales, sin embargo, una mayor concentración de calcio boro, ayudo a tener un mejor peso de los tubérculos, desde el punto de vista numérico, siendo este un importante componente del rendimiento (Santillán & Santillán, 2024).

### Figura 10

*Promedios para peso campo parcela (PCP)*



De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza se pudo comprobar que la diferencia estadística es significativa, obteniendo un mayor promedio de peso

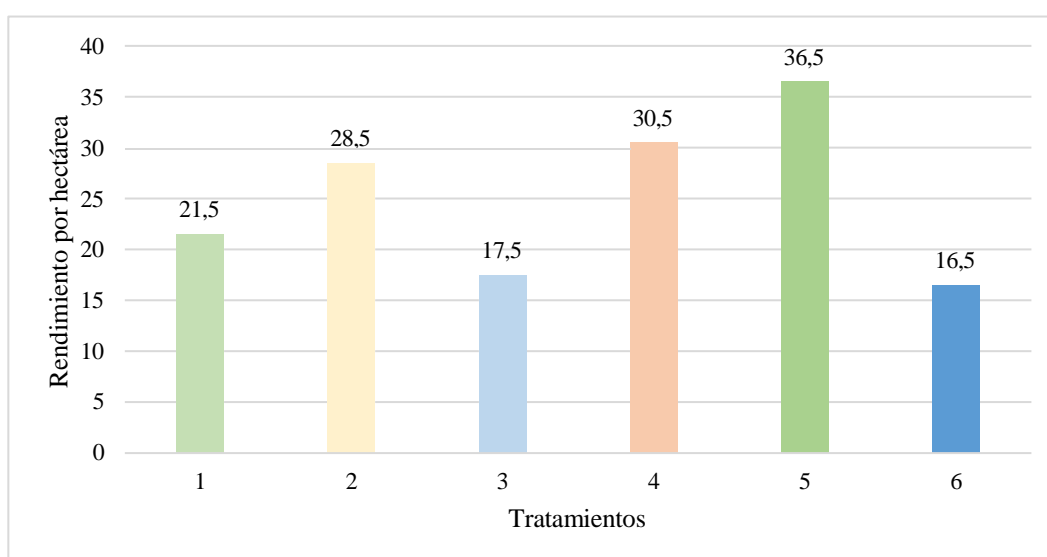
en el T5 con 159.5 kg, mientras que el T6 generó un menor promedio de peso con 73 kg con un coeficiente de variación de 7.66 %.

El peso de parcela, estuvo relacionado tanto a la densidad de siembra como al uso del calcio-boro en sus diferentes dosis, elemento que se puede evidenciar al notar que los tratamientos que no emplean este bioestimulante, obtuvieron los menores pesos en este proceso experimental.

El calcio-boro tiene la particularidad de contribuir en los procesos de floración y formación de tubérculos, lo cual se ha hecho evidente en la presente investigación, con los incrementos expresados en la figura 10.

### Figura 11

*Promedios para rendimiento por hectárea (R t/ha)*



De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza, se pudo comprobar que los resultados obtenidos fueron significativos. Determinando que el mayor promedio se presentó en el T5 con 36.5 t/ha, y con el menor promedio en el T6 con 16.5 t/ha, con el uso de fertilizante calcio-boro en las diferentes dosis con un coeficiente de variación de 8.46%.

Los tratamientos 4 y 5, superan la media de rendimiento de la variedad que se sitúa en 30 t/ha, demostrando que su uso puede generar eficiencia productiva si se lo emplea de manera adecuada y continua en floración y formación de tubérculos.

En una investigación similar desarrollada en el año 2024 en la localidad de Cochapamba, provincia Bolívar, se obtuvieron registros similares que superaron las 35 t/ha con el uso de 1.5 l/ha de calcio-boro, lo cual ratifica la eficiencia de su uso (Santillán & Santillán, 2024).

### **Análisis de correlación y regresión lineal simple**

**Tabla 3**

*Resultados del análisis de correlación y regresión lineal simple*

Variable	Coficiente de correlación	de	Coficiente de regresión	de	Coficiente de determinación	de
AP	0.8480		-0.06964		71.91	
DC	0.8014		0.23805		64.22	
DE	-0.4734		0.28883		-22.41	
DF	-0.8733		0.22533		-76.27	
IP	-0.6493		0.58884		-42.16	

Según los resultados generados del análisis si existe correlación en los componentes evaluados en base al rendimiento del cultivo de papa en la zona agroecológica de Bramadero Chico en la presente investigación ya que la respuesta fue significativa.

## Relación costo beneficio

**Tabla 4**

*Relación Beneficio/Costo de cultivo de papa en la comunidad de Bramadero Chico*

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Rendimiento	21.5	28.5	17.5	30.5	36.5	16.5
Costo total	1156.35	1164.15	1142.75	1381.35	1389.15	1367.75
Ingreso bruto	3104.2	3960.0	2302.6	3795.4	5153,8	1804.9
Ingreso neto	1947.82	2795.86	1159.85	2414.05	3764,66	437.16
R I/C	2.68	3.40	2.01	2.75	3.71	1.32
R B/C	1.68	2.40	1.01	1.75	2.71	0.32

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

El tratamiento que generó mayor ingreso económico fue el T5 con \$ 3764,66 y una relación de beneficio-costo de 2.71, seguido el T2 con \$ 2795.86 y con una relación beneficio-costo de 2.40. Lo que significa que los productores de papa, por cada dólar invertido, podrían tener una ganancia adecuada en el proceso productivo.

#### **4.2 Comprobación de hipótesis**

De acuerdo a los resultados estadísticos obtenidos en la presente investigación se procede aceptar la hipótesis alterna y rechazar la hipótesis nula ya que existe la suficiente evidencia estadística para determinar que la respuesta productiva del cultivo de papa, depende del nivel de calcio-boro y la densidad de siembra.

## **CAPÍTULO V**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 Conclusiones**

La presente investigación permitió determinar que la mejor dosis de aplicación de calcio-boro en el cultivo de papa variedad chola fue de 1.5 l/ha, en la zona agroecológica de Bramadero Chico.

La densidad de siembra que generó mayor rendimiento en el cultivo de papa en la localidad de Bramadero Chico se obtuvo con el empleo 2 tubérculos por sitio de siembra con un promedio de rendimiento de 36.5 t/ha, superando a los promedios de la zona y la variedad.

El mejor tratamiento que generó mayor ingreso económico fue el T5 indicando que por cada dólar invertido obtuvimos una rentabilidad de 2.71 lo que nos permite demostrar que es rentable realizar este tipo de aplicación.

## **5.2 Recomendaciones**

Se recomienda utilizar una dosis de 1.5 l/ha que corresponde al T5 de calcio boro para maximizar la producción y calidad de los tubérculos de papa, asegurando así un rendimiento óptimo del cultivo.

Se debe incentivar a realizar estudios y experimentos en diferentes zonas agroecológicas para evaluar la eficacia del calcio boro en distintos tipos de suelos y condiciones climáticas, lo que permitirá adaptar las prácticas agrícolas a las necesidades específicas de cada región.

Es recomendable continuar investigando y desarrollando técnicas y prácticas agrícolas innovadoras, como aplicaciones de calcio boro, para mejorar la productividad y sostenibilidad del cultivo de papa en el largo plazo, y así satisfacer las demandas crecientes del mercado.

## BIBLIOGRAFÍA

- ADAMA. (2021). Elementos clave en la nutrición. In Elementos clave en la nutrición del cultivo de papa. Recuperado de: <https://www.adama.com/peru/es/actualidad-adama/tips/elementos-clave-en-la-nutricion-del-cultivo-de-papa>
- ADAMA. (2021). Manejo de Gusano Blanco en el cultivo de papa y su alternativa de control con Kadabra. Recuperado de: <https://www.adama.com/ecuador/es/actualidad-adama/informe-tecnico-sobre-gusano-blanco-en-papa>
- AGROESA. (2021). Calcio boro - Agroesa - desde 1996 cuidando y nutriendo tus cultivos. Recuperado de: <https://agroesa.com/soluciones/calcio-boro/>
- AGRONOTIPS. (2023). Morfología de la planta de papa (*Solanum tuberosum* L.) - Por talFruticola.com. Recuperado de: <https://www.portalfruticola.com/noticias/2023/03/02/morfologia-de-la-planta-de-papa-solanum-tuberosum-l/>
- BAYER. (2022). Cultivo de Papa en Ecuador | Agro Bayer Ecuador. Recuperado de: <https://www.agro.bayer.ec/es-ec/cultivos/papa.html>
- Betancourth, C. (2020). Vulneración del cultivo de papa ante problemas sanitarios emergentes en Nariño. Universidad De Nariño, 40. Recuperado de: [https://sir.ed.udenar.edu.co/6868/1/cartilla\\_papa\\_final%28Reduced%29.pdf](https://sir.ed.udenar.edu.co/6868/1/cartilla_papa_final%28Reduced%29.pdf)
- Cakmak, I., & Atila, Y. (2021). Magnesio, un nutriente olvidado que puede salvar tu cultivo intagri s.c. Nutrición vegetal. Recuperado de: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/magnesio-nutriente-olvidado-salvar-cultivo>
- Cherlinka, V. (2024). Cultivo de la papa: preparación, siembra, cuidados y cosecha. Recuperado de: <https://eos.com/es/blog/cultivo-de-papa/>
- Chimborazo, S. I. (2023). Efectos del cambio climático en el rendimiento de la producción de papa en 5 provincias andinas del Ecuador, periodo 2008-2018. Unach, 53. Recuperado de: <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/7646/1/06678.pdf>
- Cuellar, C. C. (2020). En su medida justa: pautas para un mejor riego de papas - Mundoagro. <https://mundoagro.cl/mejor-riego-de-papas/>
- Díaz, R. E., Ortiz, W. A., & Malagón, E. M. (2022). Efecto del establecimiento de

sistemas de rotación para el cultivo de la papa sobre las características químicas y físicas del suelo. *Siembra*, 9(2), e4023. Recuperado de: <https://doi.org/10.29166/siembra.v9i2.4023>

FAO. (2022). Producción mundial de papa. FAO. Recuperado de: <https://www.FAO.org/newsroom/detail/doubling-global-potato-production-in-10-years-is-possible/es>

FERTILAB. (2023). Toxicidad por Boro Parte I: Síntomas y Diagnóstico. Recuperado de: <https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/Toxicidad por Boro parte1.pdf>

Galdames, R., & Gutiérrez, E. (2022). Virosis de la papa : métodos de diagnóstico y su importancia en el control preventivo. Recuperado de: <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/de7bac7c-74d4-4e8a-b999-370848ba63fe/content;text=- Elimine las plantas de papa, servir como reservorio de virus.>

Granitto, G. M. (2020). Guía didáctica: cultivo y manejo de la papa. *Curso de Horticultura y Floricultura*, 1565, 1–22. Recuperado de: [https://www.argentina.com.ar/noticia/13010-generalidades-morfologia-de-la-planta-de-papa-solanum-tuberosum-l#google\\_vignette](https://www.argentina.com.ar/noticia/13010-generalidades-morfologia-de-la-planta-de-papa-solanum-tuberosum-l#google_vignette)

Guamán, G. R. M. (2021). Evaluación fenológica de cinco variedades precoces de papas nativas (*Solanum spp . L* ) multiplicadas mediante brotes en la estación experimental Tunshi [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Recuperado de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17180/1/13T00990.pdf>

Ibáñez, C. (2019). Variedades certificadas de papa. *servicio agrícola y ganadero de visión semillas variedades certificadas de papa*. Recuperado de: [https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/variedades\\_cert\\_papas\\_triptico.pdf](https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/variedades_cert_papas_triptico.pdf)

INAMHI Bramadero Chico. (2023). Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología – INAMHI. Recuperado de: <https://www.inamhi.gob.ec/>

INFOAGRO. (2023). Anatomía de la papa y sus requerimientos edafoclimáticos - Re vista InfoAgro México. Recuperado de: <https://mexico.infoagro.com/anatomia-de-la-papa-y-sus-requerimientos-edafoclimaticos/>

INIAP. (2022). INIAP difunde valor nutritivo de la papa y su contribución a la salud

humana – Ministerio de Agricultura y Ganadería. Recuperado de: <https://www.agricultura.gob.ec/iniap-difunde-valor-nutritivo-de-la-papa-y-su-contribucion-a-la-salud-humana/>

INIAP. (2023). Marchitez bacteriana enfermedades papa - INIA- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Recuperado de: <https://enfermedadespapa.inia.cl/marchitezBacteriana.php:text=Usar tubérculo semilla de papa,la familia de las solanáceas.>

Inostroza F., J., Méndez L., P., & Sotomayor T., L. (2022). I. Botánica y morfología de la papa [Universidad Técnica de Ambato]. In Boletín. Recuperado de: <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/6179d2bb-a4e3-4cf5-b823-10b7633920d6/content>

INTAGRI. (2020). Requerimientos de clima y suelo para el cultivo de la papa | Intagri S.C. 1–7. Recuperado de: <https://www.intagri.com/articulos/hortalizas/requerimientos-de-clima-y-suelo-para-el-cultivo-de-la-papa>

INTAGRI. (2021). Funciones Críticas del Boro en los Cultivos | Intagri S.C. Intagri - Artículos de Agronomía. Recuperado de: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/funciones-criticas-del-boro-en-los-cultivos>

INTAGRI. (2020). El manganeso en la nutrición vegetal | Intagri s.c. El Manganeso En la nutrición vegetal. Recuperado de: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/el-manganeso-en-la-nutricion-vegetal>

INTERNATIONAL POTATO CENTER. (2023). Labores culturales – Inventario de Tecnologías e Información para el Cultivo de Papa en Ecuador. Recuperado de: <https://cipotato.org/papaenecuador/2017/10/17/labores-culturales/>

Jaramillo, R., Bautista, A., & Marlene, J. (2023). Repositorio Digital INIAP: Producción y consumo de papa en Ecuador. Libro de Memorias Del X Congreso Ecuatoriano de papa. Recuperado de: <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/6145>

Lascano, M. (2022). Efecto de la aplicación de potasio en tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la Parroquia Juan Benigno Vela y Pilahuin, Provincia de Tungurahua, Ecuador (Tesis de grado) [Universidad Técnica de Ambato]

to]. Recuperado de: <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/0020a0b-7a59-43c5-9752-b2509f8127f0/content>

MAG. (2020). Pequeños productores de Bolívar incrementarán producción de papa ministerio de agricultura y ganadería. Recuperado de: <https://www.agricultura.gob.ec/pequenos-productores-de-bolivar-incrementaran - produccion-de-papa/>

MAPA. (2020). Teciá solanivora (polilla guatemalteca) ministerio de agricultura pesca y alimentación. Recuperado de: <https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/organismos-nocivos/tecia-solanivora/#:~:text=Se trata de una polilla,están enterrados a profundidad suficiente.>

Martínez, C., & Ojeda, N. (2023). Morfología de la planta de papa (*Solanum tuberosum* L.). Inia Kampenaike. <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/ebf45b64-81c7-42a3-a72b-bdff0ee4ee30/content>

Mendoza, H. S. (2020). Ficha técnica de fertil calcio - boro 1. Recuperado de: <https://www.tqc.com.pe/wp-content/uploads/2020/08/ficha-tecnica-de-fertil-calcio-boro-tqc-1.pdf>

Molinos. (2022). Fertilización del Cultivo de Papa. Recuperado de: <https://www.molinosycia.com/fertilizacion-del-cultivo-de-papa/>

Morales. (2021). Descripción botánica y taxonómica de la papa. folleto, 1–4. Recuperado de: <https://repositorio.uptc.edu.co/server/api/core/bitstreams/c0a43929-c559-4b06-9a08-e3b174ef6a84/content>

Morán, J. (2020). Taxonomía de la papa | pdf | patata | plantas. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/443509822/Taxonomia-de-la-papa>

NOSTOC. (2023). Calcio en los cultivos: beneficios, deficiencias y solución Nostoc. Recuperado de: <https://nostoc.es/el-secreto-detras-de-cultivos-mas-fuertes-y-frutos-mas-sabrosos-el-calcio/>

Núñez, T. (2022). El origen de las papas y su importancia cultural: el superalimento de la cordillera de los Andes | Ladera Sur. Recuperado de: <https://laderasur.com/articulo/el-origen-de-las-papas-y-su-importancia-cultural-al-el-superalimento-de-la-cordillera-de-los-andes/?srsltid=AfmBOopMLCdGAW>

ROIHnndyonsAGjw96LubkZnyM\_6Xq6-0qOHhr\_5A7x

- Ogoño, J. (2024). Caracterización morfológica y evaluación fenológica - agronómica de cultivares de papa nativa (*Solanum spp*) provenientes de la sierra Sur del Ecuador. [Universidad Nacional de Loja]. In Universidad Nacional de Loja. Recuperado de: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/30447/1/JoséVicenteOgoñoBuri.pdf>
- Orellana, H., & Buriticá, C. P. E. (2021). Reacción de variedades de papa a la roya (*Puccinia pittieriana Henn*). 355–360. Recuperado de: <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/23157>
- Palacios, R. (2022). “Evaluación de dos compensadores de horas frío en tubérculo de papa (*Solanum tuberosum*) variedad unica pera en el cantón mocha” [Universidad Técnica de Ambato]. Recuperado de: <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/6179d2bb-a4e3-4cf5-b823-10b7633920d6/content>
- Paredes, C. (2020). Boletín técnico la semilla. la yisemilla, gerencia regional de agricultura, 1, 6. Recuperado de: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1908220/Semillas.pdf.pdf>
- Pérez, K. (2022). Evaluación del producto avail en la absorción del fósforo en la producción de papa (*Solanum tuberosum*), en el cantón Latacunga, parroquia Mulaló” [Universidad Técnica de Ambato]. Recuperado de: <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/abd6c4e1-5279-4ad8-8ac0-533ce0888be5/content>
- Pijungo, L. R. A. (2020). “Adaptabilidad de papas nativas (*Solanum spp.*), procedentes de la provincia de chimborazo, en el cantón Cotacachi” [Universidad Técnica del Norte]. <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10754/2/03AGP275trabajogrado.pdf>
- Pumisacho & Velásquez. (2020). Variedades de papa – Inventario de Tecnologías e Información para el Cultivo de Papa en Ecuador. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias Del Ecuador (INIAP). <https://cipotato.org/papaenecuador/variedades-de-papa/>

- Reyes, C. (2021). Palomilla de la papa - *Phthorimaea operculella*. Panorama-Agro.Com.
- Rodríguez, H. (2020). La pulguilla de la papa, Reconocimiento del problema (Vol. 2011). Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12324/16917>
- Salas, C., Quiroz, C., & Puelles, J. (2016). Pulgones de la papa. UNIA (Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA INTIHUASI), 1–3. Recuperado de: <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/64f28c63-b5ca-4e1a-bfcb-a755ce9c7e68/content>
- Santillán, J. V. A., & Santillán, M. V. S. (2024). Universidad Estatal de Bolívar. Recuperado de: <https://dspace.ueb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/0c652597-2cc0-4ac1-b7d2-57cda16ac6f1/content>
- Searles, L. (2021). *Papa*: Conoce la historia de este tubérculo de origen peruano. Peru.Travel. Recuperado de: <https://www.peru.travel/pe/masperu/papa-conoce-la-historia-de-este-tuberculo-de-origen-peruano>
- SEDIR. (2023). Aporque de papa: ¿cómo, cuándo y por qué se hace? Recuperado de: <https://www.sedir.org.pe/noticia/341/aporque-de-papa-como-cuando-y-por-que-se-hace>
- SIEPASA. (2021). Control de trips: tratamientos para mantenerlo a raya. Recuperado de: <https://www.seipasa.com/es/blog/control-de-trips-tratamientos-para-mantenerlo-a-rya/>
- Tene, S. E. C. (2024). Caracterización morfológica y evaluación agronómica de tres variedades nativas de papa (*Solanum spp.*) provenientes del cantón Saraguro, provincia de Loja. In Universidad Nacional De Loja. Recuperado de: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/29641/1/Elsa-Carmen-Tene-Saca.pdf>
- Tenorio, C. A. D. (2024). Evaluación de dos elicitores sintéticos y dos microorganismos para el manejo integrado de punta morada de la papa, variedad superchola. [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Recuperado de: [http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/22231/1/13\\_T0117\\_3.pdf](http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/22231/1/13_T0117_3.pdf)
- Toledo, M. (2020). Manejo de la mosca minadora en el cultivo de la papa. Dirección

de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA), de La Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG)., 506, 2. Recuperado de: <https://dicta.gob.hn/files/-Manejo-de-la-mosca-minadora,-F.pdf>

Trujillo, E., & Gonzalez, S. (2019). Control de plagas y enfermedades de la papa. Servicio Técnico de desarrollo rural y área de aguas y agricultura, 28. Recuperado de: [https://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/papa\\_112\\_Plagenfpapa1.pdf](https://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/papa_112_Plagenfpapa1.pdf)

Urquiza, U. D. V. (2022). Factores que influyen en la producción de papa (*Solanum tuberosum*), ecuador 2020 [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Recuperado de: <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/19909/1/226T0138.pdf>

Vega, R. A. V. (2023). Manejo de la polilla guatemalteca de la papa Tecia solanivora (*Lepidoptera: Gelechiidae*) en semilla almacenada de papa nativa con Baculovirus Corpoica [Pontificia Universidad Javeriana]. Recuperado de: [https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/66815/attachment\\_0-Manejo-de-Tecia-solanivora-con-Baculovirus-Corpoica-en-semillas-de-papas-nativas.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=En el marco del proyecto, región productora de papas nativas.&](https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/66815/attachment_0-Manejo-de-Tecia-solanivora-con-Baculovirus-Corpoica-en-semillas-de-papas-nativas.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=En el marco del proyecto, región productora de papas nativas.&)

Vignola, R., Watler, W., Vargas Céspedes, A., & Morales, M. (2017). Ficha técnica: Cultivo de Papa. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria-INTA, 1–78. Recuperado de: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/reduccion-impacto-por-eventos-climaticos/Informe-final-papa.pdf>

Villacrés, R. F. M. (2020). “Respuesta productiva y calidad de fritura de papa (*Solanum tuberosum* L.), Var. Puzza, a la aplicación de titanio y abono orgánico en jalo alto, quero, Tungurahua, Ecuador” [Universidad Técnica de Ambato]. In Repositorio Institucional de la Universidad Técnica de Ambato. Recuperado de: <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/953f9fc0-4da9-4e2c-80c7-1f459c3c38f7/content>

Villanueva, I. (2023). Mejora del rendimiento de la papa y otros tubérculos andinos Root to Food Producto 17 : talleres de capacitación sobre reconocimiento de plagas , daño de insectos e incidencia de enfermedades Ismael Villanueva

Melo-Adriana Sáenz Aponte. 1–30. Recuperado de: <https://www.fontagro.org/new/uploads/productos/18120 Producto 17.pdf>

Villegas, S. (2022). Importancia del Calcio y del Boro en la nutrición vegetal. Importancia del Calcio y boro en la nutrición vegetal. <https://www.cultifort.com/calcio-boro-nutricion-vegetal/>

YARA. (2024). Variedades de papas. Recuperado de: <https://www.yara.com.ec/nutricion-vegetal/papa/fertilizacion-de-papas/>

YARA. (2023). La producción mundial de papas /Yara Perú. Recuperado de: <https://www.yara.com.pe/nutricion-vegetal/papa/la-produccion-mundial-de-papas/>

Yumiguano, A. D. L. (2021). “Evaluación de la aplicación foliar de mf kabor en tres frecuencias y dos dosis en el rendimiento de un cultivar de papa (*Solanum tuberosum*) en el cantón Mocha” (Vol. 4, Issue 1). Recuperado de: <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/18f9a843-7299-40c4-a6b4-5e5626fa8d8b/content>

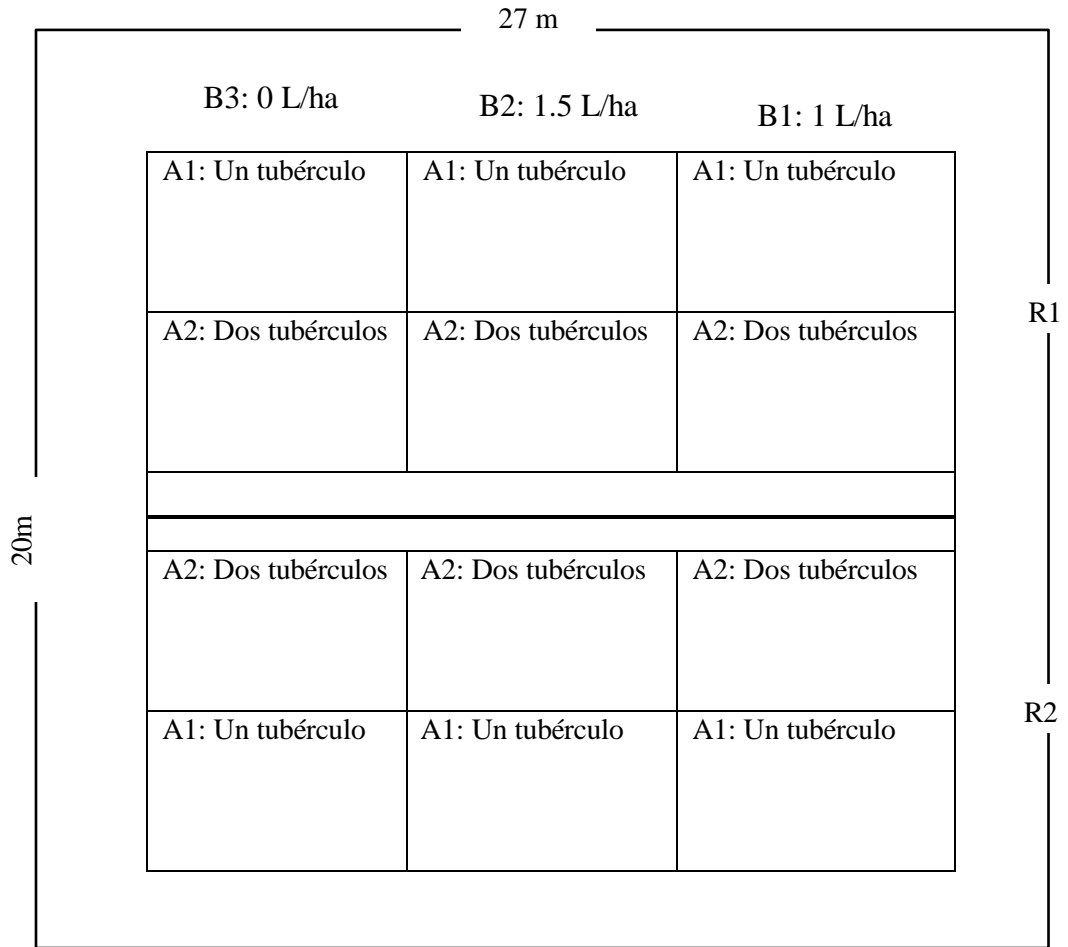
# **ANEXOS**

Anexo 1. Mapa de ubicación de la investigación



Fuente: Google maps

## Anexo 2. Croquis del ensayo





#### Anexo 4. Bases de datos

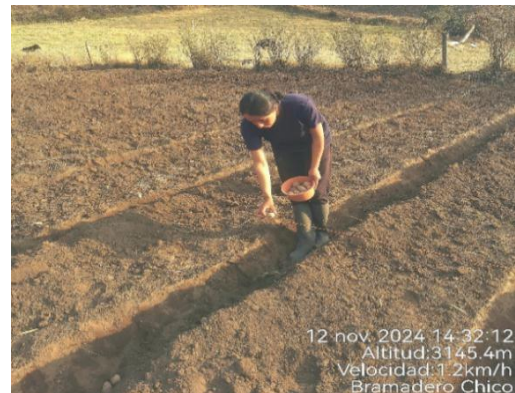
T	R	DE	DF	NT	IP	IE	AP	DC	NTP	PTP	PCP	R	R t/ha	c1	c2	c3	c4
1	1	24	72	4	1	2	53	175	23	1	103	23958	23	9918	6180	4270	3587
2	1	23	69	4	1	1	58	180	29	1	130	30115	30	9131	7789	6620	6574
3	1	26	76	4	4	4	43	170	22	1	82	19143	19	5439	4224	4502	4976
4	1	24	70	6	2	2	63	175	32	2	129	30000	30	6770	7847	7708	7673
5	1	25	66	7	1	5	67	179	44	2	173	40092	40	14849	9328	8402	7511
6	1	26	73	6	4	4	49	170	29	1	72	16863	16	2557	3148	4537	6620
4	2	24	71	4	2	2	63	175	35	1	136	31587	31	5034	7187	8555	10810
5	2	23	68	5	2	2	70	180	36	2	146	33993	33	8194	6469	9039	10289
6	2	26	74	4	4	4	51	170	37	1	74	17268	17	2106	3182	3865	8113
1	2	24	70	6	2	1	58	175	33	1	90	20972	20	2557	5231	6608	6574
2	2	23	68	7	1	2	67	180	32	1	120	27824	27	5972	7245	8217	6388
3	2	26	75	5	2	4	49	170	24	1	72	16747	16	2731	3993	5162	4861

## Anexo 5: Fotografías

### Preparación del terreno y encalado



### Análisis del suelo y siembra



### Pesaje del fertilizante y rascadillo



### Inicio floración y aplicación de calcio-boro



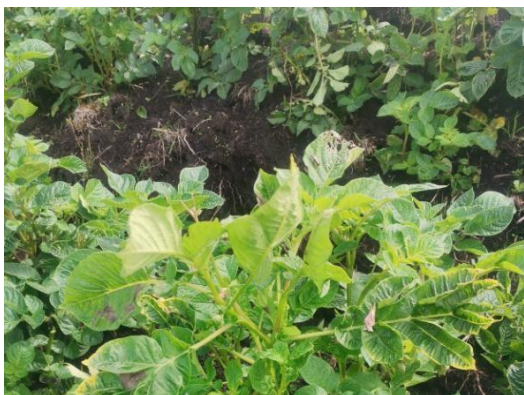
### Aporque y control fitosanitario



### Variable número de tallos



## Incidencia de plagas enfermedades



## Altura de la planta



## Visita de campo



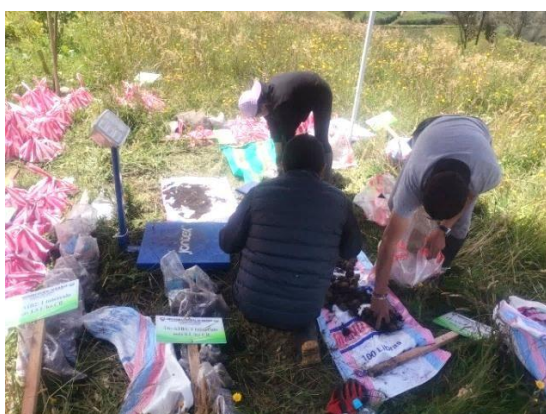
## Días a la cosecha y número de tubérculos por planta



## Peso de tubérculos por planta y peso de campo por parcela



## Postcosecha



## **Anexo 6. Glosario de términos técnicos**

**Adaptabilidad.-** Es la capacidad de modificar el comportamiento y adaptarse a diferentes situaciones y personas de forma rápida y adecuada.

**Axonomorfa.-** Se reconoce a la raíz principal sobre las otras por su grosor, presenta como un eje central que emerge las demás raíces.

**Boro.-** Boro es un micronutriente que se necesita para la nutrición de todas las plantas.

**Calcio.-** Calcio en los cultivos agrícolas, es un macronutriente secundario esencial para el desarrollo vegetal.

**Candidatus liberibacter.-** Es una bacteria fitopatógena Gram-negativa, limitada al floema en solanáceas

**Deficiencia.-** Es aquel que indica que existe una cantidad limitada e inferior a la necesario de elementos químicos vitales para las plantas.

**Edáfica.-** Se refiere a todo lo relacionado con el suelo y su influencia en el crecimiento de las plantas.

**Eficiencia.-** Es la capacidad de disponer de alguien o algo para conseguir el cumplimiento adecuado de una función.

**Enfermedad.-** Se define como un crecimiento anormal de la planta o interferencia con la función normal de la planta.

**Estolón.-** Vástago rastrero que nace de la base del tallo y echa a trechos raíces que producen nuevas plantas

**Fertilidad.-** Es la capacidad que tiene el terreno para sustentar el crecimiento de las plantas y optimizar el rendimiento de los cultivos.

**Fitoplasma.-** Son patógenos de plantas, generalmente habitan el floema y son transmitidos de planta a planta por insectos que se alimentan de floema.

**Fitosanitaria.-** Mezclas químicas que contienen una o varias sustancias activas y otros ingredientes, y cuyo objetivo es proteger los vegetales y sus productos de organismos nocivos.

**Heterogeneidad.-** Variabilidad en las propiedades o características de las plantas dentro de un área determinada.

**Inflorescencia cimosa.-** Cuando los meristemos apicales de los diversos ejes se consumen en la producción de flores.

**Intrínsecos.-** características propias de la planta y el tubérculo que afectan su crecimiento desarrollo y calidad.

**Multisintomática.-** Condición en las plantas o cultivos que presenta varios síntomas debido a una enfermedad o estrés que afecta diferentes partes de la planta o varios aspectos de su desarrollo.

**Nutrición. -** Es un enfoque del desarrollo agrícola basado en la alimentación que pone los alimentos de elevado valor nutritivo, la diversidad de la dieta y el enriquecimiento de alimentos como base para superar la malnutrición y las deficiencias de micronutrientes.

**Ovoposición.-** Proceso de implantación o difusión de huevos plenamente desarrollados a partir del cuerpo de la hembra.

**Plaga.-** Se refiere a todos los animales, plantas y microorganismos que tienen un efecto negativo sobre la producción agrícola.

**Producción.-** Es la actividad que aporta valor agregado por creación y suministro de bienes y servicios, es decir, consiste en la creación de productos o servicios y, al mismo tiempo, la creación de valor.

**Productividad.-** Es la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción.

**Pureza.-** Aquello que consiste en separar la semilla pura de cualquier otra impureza contenida en la muestra.

**Rentabilidad.-** Es el beneficio que se puede obtener al invertir. Es el principal indicador para analizar el comportamiento de una inversión y, por tanto, para comparar diferentes inversiones.

**Seudoestípulas.-** Estructuras foliares en la base de las hojas que, aunque no son verdaderas estípulas, cumplen una función similar de protección del brote o de las estructuras asociadas.

**Sobreriego.-** Exceso de humedad lo cual puede dañar los tubérculos.

**Susceptibilidad.-** Se refiere al estado de tener predisposición o estar sensible a desarrollar una determinada enfermedad.

**Tubérculo.-** Es un tallo subterráneo modificado y engrosado donde se acumulan los nutrientes de reserva para la planta.

**Tuberización.-** Consiste de varios pasos caracterizados por diferentes cambios a nivel morfológico, histológico y bioquímico.

**Varietal.-** Es un grupo de plantas definido con mayor precisión, seleccionado dentro de una especie, que presentan una serie de características comunes.

**Viabilidad.-** Capacidad de la semilla para germinar y producir una planta viable.

**Susceptibilidad.-** Se refiere a la predisposición de un cultivo a ser afectado negativamente por factores como enfermedades, plagas, o condiciones ambientales adversas.

**Zona agroecológica.-** Es una unidad de mapeo de recursos de la tierra definida en términos de clima, relieve y suelos, y/o cobertura terrestre , que tiene un rango específico de potenciales y limitaciones para el uso de la tierra.