

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO

UNIDAD ACADÉMICA EL SENA

PROGRAMA: INGENIERIA AGROFORESTAL



TESIS DE GRADO:

**"EVALUACIÓN DE LA ADAPTABILIDAD DEL CULTIVO DE PAPA
(*Solanum tuberosum*) CON DIFERENTES SUSTRATOS (CASCARA DE CAFÉ
MOLIDO Y ESTIERCOL BOVINO) EN LA UNIDAD ACADEMICA EL SENA".**

Modalidad: Tesis de Grado

Presentado por:

Sofía Montenegro Álvarez

Para Optar el Título de Licenciatura en Ingeniería Agroforestal

Tutor: Ing. Yajaira Gustañer Vargas

Sena – Pando – Bolivia 2024

DEDICATORIA

A DIOS nuestro señor por darme la gran oportunidad de vivir, estudiar y ver la luz del día hasta hoy.

A mi querido esposo Ailzon Rivero Flores por su gran apoyo incondicional, en ayudarme en todo el transcurso de mi carrera profesional.

A mí querida Madre Ana Alvarez Chatari por su gran apoyo incondicional en el afán de ayudarme a terminar mis estudios.

A mí Padre Humberto Espinoza Torres por ayudarme siempre que lo he necesitado en mi trayectoria de vida.

A mis queridas hermanas (o) Anita Montenegro Alvarez, Yuliana Montenegro Alvarez Y Alejandro Montenegro Alvarez por motivarme en culminar mi carrera profesional en todo momento.

A mí abuela Ana Chatari Queteguari por todo su apoyo moralmente, a todas las personas que de una u otra forma me apoyaron en mis años de estudio

AGRADECIMIENTO

A DIOS nuestro señor por darme la oportunidad de llegar a este momento de mi vida.

A mi esposo Ailzon Rivero Flores por brindarme su apoyo incondicional en todo en trascurso de mi carrera profesional.

A la Ingeniera Yajaira Gustañer Vargas por brindarme su amistad y tiempo de manera incondicional para llevar a cabo con su asesoría mi trabajo de Tesis.

Al director de la unidad Académica el Sena Lic. Eliaquim Pacamia Medina por su gran ayuda y amistad.

A la Unidad Académica el Sena como Alma maternal y a los docentes que con sus conocimientos y paciencia contribuyen a formar grandes profesionales.

A todas las personas que de una u otra manera contribuyeron al desarrollo de este trabajo de Tesis.

INDICE

1.	CAPÍTULO I GENERALIDADES.....	13
1.1.	Introducción.....	1
1.2.	Planteamiento del problema.....	3
1.2.1.	Descripción del problema.....	3
1.2.2.	Formulación del problema.....	5
1.3.	Objetivos.....	5
1.3.1.	Objetivo General.....	5
1.3.2.	Objetivos Específicos.....	5
1.4.	Justificación.....	5
1.5.	Hipótesis.....	7
1.5.1.	Hipótesis Nula (H0).....	7
1.5.2.	Hipótesis Alternativa (H1).....	7
2.	CAPÍTULO II: SUSTENTACIÓN TEÓRICO.....	8
2.1.	Revisión Bibliográfica.....	9
2.1.1.	Cultivo de la Papa en Bolivia.....	9
2.1.2.	Variedades de la papa en Bolivia.....	10
2.1.3.	Valor nutricional.....	11
2.1.4.	Importancia de la Papa.....	11
2.1.5.	Taxonomía y Morfología.....	13
2.1.6.	Labores culturales.....	18
2.1.7.	Composición química de la papa.....	22
2.1.8.	Tipos de Abono Orgánicos.....	22
2.1.9.	Enfermedades en el cultivo de papa.....	26
2.1.10.	Control de plagas.....	31
2.1.11.	Requerimientos edafoclimáticos del cultivo.....	33
3.	CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO.....	36
3.1.	Tipo de Investigación.....	37
3.2.	Enfoque.....	37
3.3.	Métodos.....	37
3.4.	Población y Muestreo.....	37
3.5.	Técnicas e Instrumentos de la Investigación.....	38
3.5.1.	Técnicas de la Investigación.....	38
3.5.2.	Instrumentos de la investigación.....	38
3.6.	Referencia Geográfica donde se Ejecuta la Investigación.....	39
3.6.1.	3.6.1. Extensión Superficial.....	40
3.6.2.	Ubicación del Lugar de Experimento.....	40
3.6.3.	Descripción del Territorio.....	41
3.6.4.	Clima.....	41
3.6.5.	Temperaturas.....	43
3.6.6.	Precipitaciones Pluviales.....	44
3.6.7.	Riesgos Climáticos.....	44
3.6.8.	Aire.....	45
3.7.	Diseño del Módulo de Experimento.....	46
3.7.1.	Tratamientos Programados.....	47
3.8.	Descripción Del Material De Requerimiento.....	47

3.9.	Detalle del Trabajo de Investigación que se va a Ejecutar	48
3.9.1.	Lineamiento del Modulo	48
3.9.2.	Reconocimiento del Terreno	49
3.9.3.	Preparación de la Zona del Experimento.....	49
3.9.4.	Preparación del Sustrato	50
3.9.5.	Preparación de la Platabanda.....	50
3.9.6.	Siembra.....	50
3.9.7.	Densidades de Siembra.....	50
3.9.8.	Labores Culturales.....	51
3.9.9.	Variables a evaluar	52
3.10.	Plan de Procesamiento de la Información.....	53
4.	CAPITULO IV RESULTADO DE LA INVESTIGACION.....	54
4.1.	RESULTADOS	55
4.1.1.	Altura de la Planta	55
4.1.2.	Numero de Hojas	57
4.1.3.	Cantidad de papas por Tratamiento	60
4.1.4.	Circunferencia del Fruto.....	63
4.1.5.	Tamaño del Fruto	66
4.1.6.	Peso en kg del producto.....	68
5.	CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	72
5.1.	Conclusiones	73
5.2.	Recomendaciones	75
	ANEXOS.....	78

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición nutritiva por 100 g. de producto comestible de papa cruda	11
Tabla 2:Taxonomía de la papa.....	13
Tabla 3:Análisis Físico y Químico de Estiércoles de Diferentes Clases de Animales.	23
Tabla 4: Diversidad de minerales que la pulpa de café puede contener.....	25
Tabla 5: Relación de superficie territorial	40
Tabla 6: Cantidad y Volumen de sustrato por tratamiento.....	47
Tabla 7:Tratamientos Programados.....	47
Tabla 8: Materiales, Insumos y material vegetal.....	48
Tabla 9: Medidas de platabandas.....	48
Tabla 10: Cantidad de Plantas por tratamiento.....	49
Tabla 11:Variable "Altura de la Planta (Cm)"	56
Tabla 12: Altura de la planta por Tratamiento	56
Tabla 13: Variable "Numero de Hojas"	58
Tabla 14:Número de hojas por Tratamiento.....	59
Tabla 15:Variable "Cantidad de Papas/Tratamiento"	61
Tabla 16:Cantidad de papas /Tratamiento	61
Tabla 17:Cantidad de Papas en % por Tratamiento	62
Tabla 18:Variable "Circunferencia del Fruto"	64
Tabla 19:Circunferencia del Fruto por Tratamiento.....	64
Tabla 20:Variable "Tamaño del Fruto"	66

Tabla 21: Tamaño del Fruto por Tratamiento	67
Tabla 22:Variable "Peso en Kg del Producto"	68
Tabla 23:Peso en Kg del Producto por Tratamiento.....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa "Plan Territorial de Desarrollo de El Sena 2021:17"	39
Figura 2: Identificación de la Unidad Académica El Sena.....	41
Figura 3: Diseño del Módulo Experimental	46
Figura 4: Altura de la Planta.....	57
Figura 5: Número de Hojas	59
Figura 6: Cantidad de Papa/Tratamiento	62
Figura 7: Cantidad de Papa en % por Tratamiento.....	63
Figura 8: Circunferencia del Fruto	65
Figura 9: Tamaño del Fruto	67
Figura 10: Peso en Kg. del producto	69

RESUMEN

El documento presenta un estudio experimental desarrollado en la Unidad Académica El Sena de la Universidad Amazónica de Pando, orientado a evaluar la adaptabilidad del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) en condiciones climáticas cálidas mediante la aplicación de sustratos orgánicos como cáscara de café molido y estiércol bovino. Este enfoque responde a los desafíos de cultivar patatas en el departamento de Pando, Bolivia, es una región caracterizada por su clima cálido y húmedo que no es tradicionalmente favorable para el desarrollo de este cultivo, probablemente asociado a climas templados o fríos.

En la introducción, se destaca la importancia del consumo de este tubérculo en la dieta de los bolivianos, especialmente en las zonas andinas del país. Bolivia, como centro de origen de diversidad de papa, enfrenta el reto de mejorar el rendimiento del cultivo en zonas no tradicionales como Pando, donde el suelo y el clima pueden limitar su producción. La investigación plantea la necesidad de explorar alternativas para hacer viable el cultivo en estas condiciones, utilizando enmiendas orgánicas locales que contribuyan a mejorar la fertilidad del suelo y permitan una producción agrícola más sostenible y accesible.

El planteamiento del problema expone cómo la cáscara de café y el estiércol bovino, abundante y de bajo costo en la región, podrían mejorar las propiedades del suelo y mitigar las limitaciones impuestas por el clima. Los objetivos de la investigación se centran en medir la respuesta de la planta en términos de crecimiento, número de hojas, cantidad y tamaño de los tubérculos, así como el rendimiento total en peso, bajo diferentes tratamientos como sustratos orgánicos.

El marco metodológico del estudio incluye un diseño experimental con tratamientos controlados en las parcelas, evaluando el impacto de cada sustrato en las variables de crecimiento de la misma. Los métodos de recolección de datos se basan en la observación directa, el uso de fichas bibliográficas, y la documentación de cada fase del cultivo en un cuaderno de campo, complementado con registros fotográficos para comparar resultados visuales en diferentes etapas del desarrollo de la planta.

Los resultados obtenidos ofrecen una evaluación detallada de cómo los sustratos afectan el crecimiento y la productividad del cultivo en las condiciones cálidas. Las conclusiones sugieren que la cáscara de café molido y el estiércol bovino contribuyen a mejorar las condiciones del suelo, favoreciendo el crecimiento y desarrollo de los tubérculos y su adaptación al clima cálido del departamento Pando. Este hallazgo resulta para los agricultores locales, una alternativa accesible y ecológica que permite diversificar los cultivos y aprovechar los recursos locales sin recurrir a fertilizantes químicos costosos.

Esta investigación contribuye al conocimiento sobre la adaptabilidad de la papa en climas cálidos y sienta las bases para futuros estudios orientados a la implementación de prácticas agrícolas resilientes y ambientalmente responsables en áreas no tradicionales de cultivo.

ABSTRACT

The document presents an experimental study conducted at the Academic Unit El Sena of the Amazonian University of Pando, aimed at evaluating the adaptability of the potato crop (*Solanum tuberosum*) in warm climatic conditions through the application of organic substrates such as ground coffee husk and bovine manure. This approach addresses the challenges of cultivating potatoes in the Pando Department of Bolivia, a region characterized by its warm and humid climate, which is not traditionally favorable for the development of this crop, usually associated with temperate or cold climates.

The introduction highlights the importance of potatoes in the Bolivian diet and their cultural value, especially in the Andean regions of the country. Bolivia, as the center of origin and diversity of potatoes, faces the challenge of improving crop yields in non-traditional areas like Pando, where soil and climate conditions can limit production. The research emphasizes the need to explore alternatives to make potato cultivation viable in these conditions, using local organic amendments that help improve soil fertility and allow for more sustainable and accessible agricultural production.

The problem statement explains how coffee husk and bovine manure, both abundant and low-cost in the region, could improve soil properties and mitigate the limitations imposed by the climate. The research objectives focus on measuring the plant's response in terms of growth, number of leaves, quantity and size of tubers, as well as the total yield in weight, under different substrate treatments.

The study's methodological framework includes an experimental design with controlled treatments in plots, assessing the impact of each substrate on potato growth variables. Data

collection methods are based on direct observation, the use of bibliographic records, and the documentation of each phase of the crop in a field notebook, supplemented by photographic records to compare visual results at different stages of plant development.

The results provide a detailed assessment of how the substrates affect the growth and productivity of potatoes in warm conditions. The conclusions suggest that ground coffee husk and bovine manure help improve soil conditions, promoting potato growth and adaptation to the warm climate of Pando. This promising finding is significant for local farmers, as it offers an accessible and eco-friendly alternative that allows for crop diversification and the use of local resources without relying on expensive chemical fertilizers.

This research contributes to the knowledge of potato adaptability in warm climates and lays the groundwork for future studies aimed at implementing resilient and environmentally responsible agricultural practices in non-traditional crop areas.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1. Introducción

La producción agrícola de papa tiene una importancia crucial en Bolivia, donde se considera un alimento básico en la dieta y una fuente significativa de ingresos para muchas familias rurales. En el país, el consumo anual de papa oscila entre 92 y 108 kilogramos por persona, subrayando su relevancia en la alimentación diaria, especialmente en las áreas rurales. La papa se utiliza ampliamente en la gastronomía boliviana, destacándose en una variedad de platos tradicionales que reflejan su versatilidad y valor cultural.

Sin embargo, en el Departamento de Pando, una región amazónica caracterizada por su biodiversidad y clima cálido y húmedo, la producción de papa enfrenta desafíos significativos debido a condiciones desfavorables como altas temperaturas, suelos ácidos y niveles elevados de humedad. Estas limitaciones subrayan la necesidad de explorar alternativas sostenibles que permitan diversificar la producción agrícola local.

La presente investigación se centra en evaluar la adaptabilidad del cultivo de papa mediante el uso de sustratos orgánicos, específicamente cáscara de café molido y estiércol bovino, que son abundantes y de bajo costo en la región. Esta iniciativa no solo busca mejorar las propiedades del suelo, sino también promover prácticas agrícolas sostenibles que reduzcan la dependencia de fertilizantes químicos y fomenten la resiliencia agrícola.

El planteamiento del problema se formula en la siguiente interrogante: ¿En qué medida el uso de sustratos orgánicos puede mejorar la adaptabilidad y productividad del cultivo de papa en condiciones climáticas cálidas como las de la Unidad Académica El Sena? Responder a esta pregunta es crucial para identificar estrategias que integren recursos locales y prácticas sostenibles.

El objetivo general de la investigación es evaluar la adaptabilidad de la papa en condiciones cálidas mediante la aplicación de sustratos orgánicos, determinando su efecto en el crecimiento y rendimiento del cultivo. Los objetivos específicos incluyen analizar el impacto del clima cálido en el desarrollo del cultivo, medir la influencia de los sustratos en variables como la altura de la planta, el número de hojas y el peso de los tubérculos, y generar recomendaciones que beneficien a los agricultores locales.

La justificación de este trabajo radica en su potencial para aportar soluciones accesibles, económicas y ecológicas que diversifiquen la producción agrícola y optimicen el uso de recursos disponibles en Pando.

La estructura de esta tesis comprende cinco capítulos. El Capítulo II, presenta el marco conceptual necesario para contextualizar la investigación, incluyendo una revisión bibliográfica sobre el cultivo de papa, su importancia en Bolivia y sus requerimientos edafoclimáticos. Asimismo, aborda el uso de enmiendas orgánicas como la cáscara de café molido y el estiércol bovino, destacando sus beneficios para mejorar la fertilidad del suelo y las condiciones de crecimiento de los cultivos. Este capítulo sienta las bases teóricas que justifican el uso de estos sustratos como alternativa sostenible en la región.

El Capítulo III, describe el diseño experimental implementado en la Unidad Académica El Sena, donde se evaluaron diferentes tratamientos con sustratos orgánicos en parcelas controladas. Este capítulo también explica cómo se seleccionaron y aplicaron los tratamientos, asegurando la validez y fiabilidad de los resultados obtenidos.

El Capítulo IV, analiza los hallazgos obtenidos durante el estudio, incluye gráficos y tablas que ilustran cómo los sustratos orgánicos influyeron en el desarrollo del cultivo y evalúa

su efectividad para mejorar las condiciones del suelo y la adaptabilidad de la papa al clima cálido de Pando.

Finalmente, el Capítulo V, "Conclusiones y Recomendaciones", sintetiza los principales resultados de la investigación, confirmando la viabilidad de los sustratos orgánicos para mejorar el rendimiento del cultivo de papa en condiciones no tradicionales. También proporciona recomendaciones prácticas para agricultores locales, enfatizando la importancia de adoptar prácticas sostenibles que aprovechen los recursos disponibles en la región. Este capítulo cierra con sugerencias para futuras investigaciones, incluyendo la posibilidad de aplicar estas técnicas a otros cultivos y contextos similares, fortaleciendo el conocimiento y la innovación en la agricultura amazónica.

1.2.Planteamiento del problema

1.2.1. Descripción del problema

La presente investigación pretende evaluar la adaptabilidad del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) utilizando diferentes sustratos orgánicos (cáscara de café molido y estiércol bovino) en la Unidad Académica El Sena, con el fin de determinar su efecto en el crecimiento y productividad del cultivo bajo condiciones climáticas cálidas.

El cultivo de papa (*Solanum tuberosum*), es uno de los más importantes a nivel nacional en Bolivia, tiene una gran relevancia en regiones de clima templado y frío, como el altiplano y los valles. Sin embargo, en el departamento de Pando, ubicado en la región amazónica de Bolivia y caracterizado por su clima cálido y húmedo, el cultivo de papa enfrenta condiciones menos favorables debido a las altas temperaturas y a las características particulares del suelo.

A pesar de esto, se ha identificado una oportunidad para evaluar la adaptabilidad de la papa en estas condiciones climáticas utilizando sustratos orgánicos, como la cáscara de café molido y el estiércol bovino, con el fin de optimizar la productividad en suelos del Departamento Pando. Estos sustratos, además de ser abundantes en la región, pueden contribuir a mejorar la calidad del suelo y a mitigar los efectos adversos del clima cálido sobre el cultivo.

El clima cálido del Departamento Pando presenta un desafío adicional para el cultivo de la papa, ya que las altas temperaturas pueden limitar su crecimiento, desarrollo y rendimiento. Sin embargo, la introducción de enmiendas orgánicas podría ayudar a mejorar las condiciones del suelo y proporcionar un entorno más favorable para la planta, permitiendo así evaluar la viabilidad de la papa en esta región. Al mismo tiempo, se pretende analizar si el uso de cáscara de café molido y estiércol bovino puede mejorar el índice de crecimiento y la productividad del cultivo, promoviendo así su adaptación a un clima cálido.

Dado que en el Departamento Pando la agricultura es una actividad económica crucial y los recursos locales como los residuos de café y estiércol están ampliamente disponibles, explorar la posibilidad de cultivar papa en estas condiciones no tradicionales con el apoyo de sustratos orgánicos podría abrir nuevas oportunidades para los agricultores locales y contribuir a diversificar su producción.

En este contexto, la cáscara de café molido y estiércol bovino surge como una opción prometedora como sustrato orgánico para mejorar el crecimiento y la productividad de la papa (*Solanum tuberosum*), en la Unidad Académica el Sena. Sin embargo, es necesario investigar y evaluar de manera rigurosa su efectividad y viabilidad en este contexto específico, considerando factores como la disponibilidad, el costo y los posibles impactos ambientales.

1.2.2. Formulación del problema

¿En qué medida el uso de diferentes sustratos orgánicos (cáscara de café molido y estiércol bovino) mejora la adaptabilidad del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) en la Unidad Académica El Sena?

1.3.Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Evaluar la adaptabilidad del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) utilizando diferentes sustratos orgánicos (cáscara de café molido y estiércol bovino) en la Unidad Académica El Sena, con el fin de determinar su efecto en el crecimiento y productividad del cultivo bajo condiciones climáticas cálidas.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Evaluar la adaptabilidad de la papa (*Solanum tuberosum*) al clima cálido del Departamento Pando, en comparación con las condiciones típicas de cultivo en climas más fríos.
- Determinar el efecto de la cáscara de café molido y el estiércol bovino en el índice de crecimiento de la papa (*Solanum tuberosum*).
- Determinar el rendimiento de la papa (*Solanum tuberosum*) en términos de peso y número de tubérculos bajo ambos tratamientos.

1.4.Justificación

El cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) es una actividad agrícola de gran importancia en Bolivia, principalmente en regiones de clima frío y templado, como el altiplano y los valles. Sin embargo, la demanda creciente de alimentos y la necesidad de diversificar las actividades agrícolas en regiones como el Departamento Pando, caracterizadas por su clima cálido y

húmedo, hacen relevante explorar la adaptabilidad del cultivo de papa en nuevas condiciones climáticas. A pesar de los desafíos asociados al cultivo de papa en climas cálidos, como la alta temperatura y la humedad.

El uso de sustratos orgánicos, como la cáscara de café molido y el estiércol bovino, presenta una oportunidad prometedora para mejorar la fertilidad del suelo en estas condiciones y promover un desarrollo más favorable de las plantas. Estos materiales, además de ser abundantes y de bajo costo en la región, pueden ayudar a mejorar la estructura del suelo, aumentar su capacidad de retención de agua y aportar nutrientes esenciales para el cultivo, lo que podría permitir la adaptación de la papa al clima cálido de la región.

La falta de estudios que evalúen el desempeño del cultivo de papa en la región y el impacto del uso de estos sustratos orgánicos en climas cálidos constituye un vacío de conocimiento que limita el potencial de expansión de este cultivo en nuevas áreas. Además, el uso intensivo de fertilizantes químicos en la agricultura convencional está llevando a la degradación del suelo, lo que pone en riesgo la sostenibilidad de los sistemas productivos. Por lo tanto, la adopción de prácticas agrícolas más sostenibles, como el uso de residuos orgánicos locales, no solo contribuiría a mejorar la productividad agrícola, sino también a preservar la calidad del suelo y reducir la dependencia de insumos externos costosos.

Este estudio será de gran relevancia para los pequeños y medianos agricultores de la región, ya que les ofrecerá alternativas accesibles y ecológicas para mejorar su producción agrícola, diversificar sus cultivos y aprovechar los recursos locales. Además, aportará nueva evidencia científica sobre la capacidad de la papa para adaptarse a climas cálidos, lo que podría incentivar la expansión de su cultivo en zonas no tradicionales. En un contexto donde la

sostenibilidad agrícola es cada vez más necesaria, esta investigación ayudará a promover un modelo agrícola más resiliente y amigable con el medio ambiente.

1.5.Hipótesis

1.5.1. Hipótesis Nula (H_0)

El cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) no es capaz de desarrollarse ni producir tubérculos en las condiciones climáticas cálidas del departamento de Pando, independientemente del uso de sustratos orgánicos como cáscara de café molido y estiércol bovino.

1.5.2. Hipótesis Alternativa (H_1)

El cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) es capaz de desarrollarse y producir tubérculos en las condiciones climáticas cálidas del Departamento de Pando, cuando se utilizan sustratos orgánicos como cáscara de café molido y estiércol bovino.

CAPÍTULO II:
SUSTENTACIÓN
TEÓRICO

2.1.Revisión Bibliográfica

2.1.1. Cultivo de la Papa en Bolivia

La papa es un alimento primordial en la canasta familiar de los bolivianos, representa una fuente significativa de ingreso económico para los productores permite disminuir la vulnerabilidad de la inseguridad alimentaria familiar y es parte del acervo cultural andino de nuestro país. Aproximadamente 200.000 familias de agricultores están involucradas en la producción de la papa, con cerca de 132.000 ha de siembra anual y con un rendimiento promedio de aproximadamente 6 tn/ha.(Choque Sánchez & Mena Herrera, 2019)

La papa es un tubérculo importante para la alimentación mundial, ocupando el cuarto lugar, después del trigo, arroz y maíz. Cultivada en regiones frías y templadas, con altitudes de 2.500 a 4.500 m.s.n.m. En Bolivia, existe una gran diversidad de papa que se conserva en el Banco de Germoplasma de Tubérculos y Raíces Andinos ubicado en Tolarapa (Provincia Tiquipaya Cochabamba). Estos cultivares tienen varias características valiosas frente a los factores abióticos y bióticos

En el Altiplano Central, uno de las bases de alimentación del hombre andino es el cultivo de papa, alimento que tiene su cuna de nacimiento precisamente en estas regiones. Este tubérculo viene siendo atacado por innumerables factores que han mermado los rendimientos y disminuyendo su calidad.

El cultivo de papa en Bolivia tiene gran variabilidad entre los cultivares nativos, constituyéndose en un centro de diversidad genética con especies y variedades vegetales adaptados a diferentes pisos ecológicos; en donde la población rural del altiplano, valles y valles

interandinos cultivan la especie *Solanum tuberosum* ssp. *Andigena*. (Choque Sánchez & Mena Herrera, 2019)

Los agricultores consideran importante al cultivo de papa por la resistencia a factores abióticos y bióticos (heladas, sequías, salinidad del suelo, plagas y enfermedades), es muy apreciado por sus cualidades culinarias y para conservarlo por largos periodos en forma de chuño o tunta.

Tradicionalmente la papa se consume en forma fresca, la calidad de la papa está dada por las categorías o calibres, prefiriéndose los medianos y grandes para consumo. Los tamaños pequeños son destinados a la elaboración de chuño. (Choque Sánchez & Mena Herrera, 2019)

2.1.2. Variedades de la papa en Bolivia

Según (Cahuana Quispe Rodolfo & Arcos Pineda Jesús, 2002) dice lo siguientes:

a. Variedades mejoradas

- Canchan
- Chaska
- Yungay
- Cica
- Amarilis Perricholi

b. Variedades nativas

- Huayro
- Peruanita
- Putis

- Qeqorani
- Amarilla Tumbay
- Duraznilla
- Sangre de Toro
- Huamantanga
- Camotillo
- Yahuar Soncco
- Ccompis

2.1.3. Valor nutricional

Tabla 1: Composición nutritiva por 100 g. de producto comestible de papa cruda

Componentes	1	2	Unidades
Caloría	129	98,00 – 39,00	Cal
Agua	61,4	61	g
Proteína	5,6	40	g
Carbohidrato	30, 40	50.00	g
Calcio	94	10,00 – 24,00	Mg
Potasio	–	540	Mg
Fosforo	180	40,00–195,00	Mg
Hierro	1,7	1,70 – 2,3	Mg
Vit. B1	0,14	0,2	Mg
VIT. B2	0,7	0,11	Mg
Vit. C	9,1	9,18	Mg

2.1.4. Importancia de la Papa

El cultivo de papa *Solanum tuberosum*, es el principal alimento consumido por la población boliviana, con un consumo per cápita de 92 kilos por año.

Sin embargo, el rendimiento promedio de producción de este alimento es de 6,5 toneladas por hectárea, uno de los más bajos de la región.

La papa en el altiplano bajo condiciones a secano, con tecnologías tradicionales, en superficies que van desde 500 m² a una hectárea; en promedio los rendimientos alcanzan alrededor de 8 a 10 t/ha. (Churqui Mamani, 2023)

La papa es el cuarto cultivo alimenticio más importante a nivel mundial en términos de consumo humano después del maíz, trigo y el arroz. Aproximadamente 1.4 mil millones de personas en todo el mundo consumen papa como alimento básico, y la producción total del cultivo sobrepasa los 300 millones de toneladas métricas.

La papa desempeña un papel fundamental en la seguridad alimentaria, especialmente frente al crecimiento de la población y al aumento de las tasas de hambre a nivel global.

La producción de papa es una de las actividades agrícolas más importantes en el Ecuador, debido a su relevancia en la generación de ingresos y su papel fundamental en la dieta diaria de la población.

Las papas son una fuente rica en nutrientes esenciales, como carbohidratos, proteínas, fibra, vitaminas y minerales, incluyendo potasio, fósforo y magnesio.

Además, funciona como un órgano de almacenamiento y propagación vegetal. (Tène Saca, 2024)

2.1.5. Taxonomía y Morfología

2.1.5.1. Clasificación Taxonomía

Según (Ruiz Villchez, 2021) la clasificación taxonómica de la papa es la siguiente:

2.1.5.2. Morfología

Tabla 2: Taxonomía de la papa

Reino	Plantae
División	Fhanerogamae
Subdivisión	Angiospermae
Clase	Dicotiledoneas
Subclase	Simpetala
Familia	Solanaceae
Género	Solanum
Sección	Pelota
Especie	Solanum tuberosum

Es una planta herbácea dicotiledónea anual, potencialmente perenne debido a su capacidad para reproducirse por tubérculos.

La planta de papa es de naturaleza herbácea y consta de las siguientes partes principales: el brote, el tallo, la raíz, las hojas, la flor, el fruto y la semilla, el estolón y el tubérculo.

➤ **Brote**

El brote es un tallo que se origina en el “ojo” del tubérculo. El tamaño y la apariencia del brote varían según las condiciones en las que se almacenó el tubérculo. Cuando se planta el tubérculo, los brotes aceleran su crecimiento y cuando llegan a la superficie del suelo se convierten en tallos.

➤ **Hoja**

La hoja es la estructura que sirve para captar y transformar la energía luminosa (luz solar) en energía alimentaria (azúcares y almidones). Las hojas adultas están compuestas de pinnadas, pero las hojas primarias de la plántula, así como las primeras hojas del tubérculo, pueden ser simples.

➤ **Tallo**

Es la aparición de la parte basal de la planta, en la que están representados los tallos aéreos, rizomas, tubérculos y raíces. En negro, el tubérculo "madre" o "semilla" que dio origen a la planta.

Tienen tres tipos de tallos, uno aéreo, circular o angular en sección transversal, sobre el que se disponen las hojas compuestas, y dos tipos de tallos subterráneos: rizomas y tubérculos.

- **Estolón**

El estolón es el que da origen a los tubérculos, que son los tallos carnosos. El tejido vascular de los tallos y estolones inicialmente toma la forma de haces bilaterales, con grupos de células del floema de paredes delgadas en la parte exterior de la xilema y hacia el centro en el interior de la xilema.

A medida que el estolón se alarga, el parénquima se desarrolla separando los haces vasculares de tal manera que el anillo vascular se extiende. Según (Ruiz Villchez, 2021) menciona lo siguiente:

- **Flor**

las flores de la papa son hermafroditas, tetracíclicas, pentámeras; el cáliz es gamosépalo lobulado, la corola es rotácea Penta lobulada, varían de color blanco a purpura según la variedad con cinco estambres, cada estambre posee dos anteras que producen polen a través de un tubo terminal, gineceo con ovario bilocular.

La flor es pentámera tetracíclica, posee cinco estambres de color amarillo, anaranjado y un solo pistilo, pero la inflorescencia de la papa es una cima terminal que puede ser simple o compuesta, sin embargo, el color de las flores es variable, rosado, blanco, morado (varios tonos) o mezcla de dos colores; las flores generalmente se auto polinizan.

- Fruto

Al ser fertilizado, el ovario se desarrolla para convertirse en un fruto llamado baya, que contiene numerosas semillas. El fruto generalmente es esférico, pero en algunas variedades son ovoides o cónicos. Normalmente, el fruto es de color verde, y en algunas variedades cultivadas tienen puntos blancos o pigmentados, o franjas o áreas pigmentadas.

El número de semillas por fruto llega a más de 200 según la fertilidad de cada cultivar.

Las semillas son planas, ovaladas y pequeñas (1.000-1.500 semillas/gramo). Cada semilla está envuelta en una capa llamada testa que protege al embrión y un tejido nutritivo de reserva llamado endospermo.

Las semillas son también conocidas como semilla verdadera o botánicas, para distinguirlas de los tubérculos semillas, usados para la producción.

- Tubérculo

El tubérculo es un tallo subterráneo modificado para el almacenamiento de almidón; posee yemas axilares en grupos de 3 a 5, protegidos por hojas escamosas (ojos).

El tubérculo de papa está compuesto de 2% de cáscara, 75 a 85% de parénquima vascular de almacenamiento y 14 a 20% de médula.

La planta de papa es un conjunto de tallos especializados para sostener hojas y flores (tallos aéreos) transportar azúcares (estolones) y almacenar sustancias y almidones (tubérculos), el tubérculo es el tallo subterráneo que es la porción apical del estolón cuyo crecimiento es fuertemente comprimido u orientado hacia los costados (expansión lateral).

- Etapas fenológicas del cultivo de papa

La sucesión fenológica del cultivo de papa se inicia con el brote del tubérculo, seguida de una serie de fases de desarrollo de tipo vegetativo, hasta llegar a la madurez fisiológica con la formación completa de los tubérculos, de forma general y dependiendo de la variedad, el cultivo de papa puede ser de 3 a 7 meses, de tal forma que se puede tener dirección de comportamientos de tipo precoz, semi tardías o tardías, este ciclo puede ser mayor o menor en función con las condiciones climatológicas, prácticas agronómicas fisiológicamente orientadas.

- Dormancia o reposo de la semilla

Es el periodo que transcurre entre la cosecha y la brotación.

Para el tubérculo semilla esta etapa dura 2-3 meses, y para la semilla sexual, 4 a 6 meses. La dormancia puede ser rota o inducida por heridas o alguna enfermedad en el tubérculo; en estos casos la brotación ocurre en menor tiempo.

- Brotación

Ocurre cuando comienzan a emerger las yemas de los tubérculos, dura 2 a 3 meses, luego la papa está lista para sembrarse, es ideal que los tubérculos presenten por lo menos 3 brotes cortos y fuertes, y tengan una longitud de 0.5 a 1 cm.

- Emergencia

Cuando se plantan en el campo y hay condiciones adecuadas de temperatura y humedad en el suelo, los brotes emergen a los 10-12 días en tubérculos y de 8 a 10 días en semillas sexual.

- Desarrollo de tallos

En esta etapa, hay crecimiento de follaje y raíces en forma simultánea; dura entre 20 a 30 días.

- Tuberización y floración

La floración es señal de que la papa comienza a emitir estolones o que inicia la tuberización. En variedades precoces, esto ocurre a los 30 días después de la siembra; en variedades intermedias, entre los 35 a 45 días; y en las tardías entre 50 a 60 días.

Esta etapa dura unos 30 días.

- Desarrollo de los tubérculos

Los tubérculos alcanzan la madurez fisiológica a los 75 días, en variedades precoces, 90 días para intermedias y 120 días para variedades tardías, en esta etapa los tubérculos pueden cosecharse y almacenarse.(Tène Saca, 2024)

2.1.6. Labores culturales

2.1.6.1. Selección de la semilla y desinfección

El manejo del tubérculo utilizado como semilla comienza en el campo antes de la cosecha, y continúa hasta que la semilla sea sembrada. Antes de la siembra se debe seleccionar, descartar aquellos que presenten deformidad, sean muy pequeños, tengan daños, sean inmaduros, o en procesos de descomposición. Se recomienda tratar la semilla con productos químicos para que no se enferme o se pudra al entrar en contacto con el suelo; podría emplearse, por ejemplo: Vitavax (Carboxin 20% + thiram 20%) en proporción de 500 g/100 l de agua, Dithane M-45 (Mancozeb 80%) en cantidad de 227 g/100 l de agua, entre otros productos químicos.

2.1.6.2. Preparación del terreno y formación de los surcos

Una vez que el suelo ha sido arado, se deben remover la tierra de 20 a 30 cm para formar los surcos.

Los surcos se realiza cada 90 cm, si el terreno es plano, y cada 100 cm, si tiene pendiente.

Esta labor se realiza manualmente, con azadón o arado con bueyes o tractor. Si el terreno posee inclinación, los surcos deben hacerse en curvas a nivel, seguidamente, se debe aplicar el fertilizante y el pesticida al fondo de los surcos.

2.1.6.3. Desinfección del suelo

La presencia de patógenos en el suelo de origen edáfico es uno los graves problemas que está relacionado con el monocultivo o en el sistema de rotación; sino se controla puede dar lugar a pérdidas económicas para el agricultor.

Para combatir a los patógenos se emplea productos químicos, como, por ejemplo: cloropicrina, metam sodio, así como nematicidas, fungicidas del suelo o herbicidas.

2.1.6.4. Programa de abonado o fertilización del suelo

La manera adecuada de realizar un programa de abonado es a través de un análisis de suelo, que permite conocer los elementos químicos presentes en él y las cantidades de nutrientes que se tiene que reponer según los requerimientos del cultivo.

La papa requiere una fertilización bien equilibrada, que depende de la variedad de papa; por lo que es necesario conocer los requerimientos de la variedad que se va a sembrar y utilizar fórmulas de fertilización eficientes en cuanto a función, forma de acción y costo.

En lo que respecta a sitios de aplicación, los fertilizantes de suelo se colocan al fondo del surco y los fertilizantes foliares en el follaje.

2.1.6.5. Siembra

Dependiendo de la variedad se siembra de 25 a 40 cm de distancia de semilla a semilla, si el tubérculo es para consumo puede sembrarse a mayor distancia.

La siembra de la semilla se realiza de 5 a 10 cm de profundidad y se tapa con una capa de tierra.

2.1.6.6. Aporque

Es una labor cultural que consiste en acumular tierra en la base del tallo de la planta formando una montaña de 30 a 40 cm de alto, a lo largo de la hilera de plantas.

El aporte que se emplea para proteger a los tubérculos de agentes adversos que puedan afectar la producción y el rendimiento del cultivo; incluso ayuda al riego e impide el exceso de humedad.

2.1.6.7. Riego

El manejo adecuado del riego es uno de los factores más importantes que influye en el rendimiento del cultivo, tanto en cantidad como calidad, debido a que, el 85 al 95% del tubérculo es agua.

La papa no tolera sequía y no debe faltarle humedad, especialmente desde la formación de tubérculos hasta floración.

De manera general se debe aplicar un riego de presembrado, ya establecido el cultivo, se proporciona 5 a 6 riegos con intervalos de 15 a 20 días, según sea la necesidad de la planta. (Romero Larrea, 2019)

2.1.6.8. Control de Maleza

Según (Inostroza & Méndez, 2023) dice lo siguiente:

El término maleza tiene un significado muy relativo, pero generalmente se refiere a las plantas que se desarrollan espontáneamente en el cultivo y que compiten por espacio, agua y nutrientes, afectando la producción del cultivo.

Inclusive las plantas que cultivamos pueden ser malezas en ciertas circunstancias. No es un concepto rígido, ya que se estima como maleza a toda planta que crece en un lugar donde el hombre no desea que lo haga, en otras palabras, «toda planta que crece fuera de lugar».

Otra definición de maleza optimista es «toda planta a la que aún no se le ha encontrado utilidad.

La competencia entre malezas y el cultivo de papa puede hacer que el cultivo se debilite, dando origen al amarillamiento, retardos en crecimiento y disminuyendo considerablemente el rendimiento o la calidad de la cosecha.

2.1.6.9. Métodos preventivos

Que incluyen los procedimientos de cuarentena para prevenir la entrada de una maleza exótica en el país o en un territorio particular.

➤ Métodos físicos

Arranque manual, escarda con azadón, corte con machete u otra herramienta y labores de cultivo.

➤ Métodos culturales

Rotación de cultivos, preparación del terreno, uso de variedades competitivas, distancia de siembra o plantación, cultivos intercalados o policultivo, cobertura viva de cultivos y manejo de agua.

➤ Control biológico

A través del uso de enemigos naturales específicos para el control de especies de malezas.

➤ Control químico

A través del uso de herbicidas.

El control químico consiste en aplicar productos elaborados para destruir las plantas superficiales, el productor debe emplear este tipo de control solamente cuando las medidas preventivas y de control mecánico no sean suficientes para combatir las malezas existentes.

Los herbicidas ofrecen una alternativa, siempre que sean efectivos, no costosos y que no sean tóxicos a las plantas ni a los consumidores de papa.

2.1.7. Composición química de la papa

Según la, FAO menciona que en (2008), la composición química del tubérculo es:

- ❖ Agua: 72-75 %.
- ❖ Almidón: 16-20 %.
- ❖ Proteínas: 2-2,5 %.
- ❖ Fibra: 1-1,8 %.
- ❖ Ácidos grasos: 0,15 %.

2.1.8. Tipos de Abono Orgánicos

2.1.8.1. Abonos orgánicos

Se entiende como abono orgánico todo material de origen orgánico utilizado para la fertilización de cultivos o como mejorador de suelos.

2.1.8.2. Abono orgánico Estiércol Bovino

Los estiércoles se han utilizado desde hace mucho tiempo para aumentar la fertilidad de los suelos y modificar sus características en beneficio del desarrollo de las plantas. Su efectividad ha quedado plenamente demostrada con rendimientos más altos y de mejor calidad.

Los estiércoles se han estado usando en la agricultura, desde que el productor combinó su actividad agrícola con la ganadería en el nivel de traspatio o solar. Bajo estas condiciones, los estiércoles no presentan problema en su almacenamiento y manejo por los volúmenes pequeños y la facilidad que se presenta para su transporte hasta la parcela del agricultor.

El uso de estiércoles en la agricultura apoya el incremento de los rendimientos en los cultivos por las siguientes razones: Aportan todos los elementos esenciales que requieren los cultivos, tienen un efecto residual mayor que el de los fertilizantes químicos, liberan nutrimentos en forma gradual que favorece su disponibilidad para el desarrollo del cultivo, mejoran la estructura del suelo, porosidad, aireación y capacidad en retención de agua, forman complejos orgánicos con los nutrimentos manteniendo a estos disponibles para las plantas, elevan la CIC del suelo evitando que los nutrimentos se pierdan por lixiviación, liberan bióxido de carbono (CO₂) durante su descomposición que forma ácido carbónico (H₂CO₃) el cual solubiliza nutrimentos de otras fuentes y abastecen el carbono orgánico que se usa como fuente de energía para los microorganismos heterotróficos presentes en el suelo.(Berrocal Ñahui, 2016).

Tabla 3: Análisis Físico y Químico de Estiércoles de Diferentes Clases de Animales

Características	Expresado en 100% Materia Seca		
	Bovino	Ovino	Camélido
Humedad %	42.00	44.00	45.00
pH	8.60	8.4	7.9
Salinidad mmhos/cm	8.10	12.8	7.3
Materia Seca	58.00	56.00	55.00
Materia Orgánica	64.00	56.00	76.00
N	1.62	1.53	1.55
P Total	1.51	1.19	0.81
K Total	1.46	1.38	1.07
Ceniza	36.00	44.00	24.0

De acuerdo con el cuadro anterior el estiércol de bovino presente mejores cualidades nutritivas en cuanto a N – P – K.

La materia orgánica modifica las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Como el estiércol contiene grandes cantidades de compuestos orgánicos de fácil descomposición, su incorporación al suelo, casi siempre resulta en un incremento en la actividad biológica, incrementando la disponibilidad de muchos nutrientes para las plantas.

A menudo mejora la estructura del suelo por el efecto de agregación que la descomposición de productos tiene sobre las partículas del suelo.

La materia orgánica influye sobre el color del suelo (marrón a negro), aumenta la granulación, reduce la plasticidad y cohesión, aumenta la capacidad de retención de agua, alta capacidad de absorción de Cationes, abastecimiento y asimilación de nutrientes.(Herrera Aruquipa, 2009).

2.1.8.2. Abono Cascara de Café

La pulpa representa alrededor del 40% del total del peso de la fruta de café arábica, por lo tanto, 40% del costo de un saco de café maduro está en este subproducto.

El uso de la pulpa de café se convierte en una oportunidad para la empresa cafetalera, reinvertiendo y reciclando recursos para obtener un excelente producto para el suelo, el cual actualmente tiene un costo elevado en el mercado y el caficultor puede aplicarlo a su cafetal o comercializarlo para obtener otros ingresos.

El compost es una excelente fuente de nutrientes para el suelo, que además aporta vida al sistema de producción a través de la carga de microorganismos benéficos que éste contiene:

Tabla 4: *Diversidad de minerales que la pulpa de café puede contener*

Identificación de la Muestra	PH	S/N	Nitrógeno	Fosforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre
			(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Pulpa de café	7.630	19.720	1.470	0.330	0.450	1.610	0.410	0.140
	Boro (ppm)	Cobre (ppM)	Hierro (Ppm)	Manganeso (ppm)	Zinc (ppm)	Carbono Orgánico	Ceniza	Materia Orgánica
	69.140	26.790	10090.00	470.290	48.860	28.890	48.00	52.00

El compostaje es un proceso espontáneo de degradación gracias a la acción enzimática de los microorganismos. La mezcla del compost debe estar balanceada entre materiales orgánicos ricos en carbono y otros ricos en nitrógeno.

Es muy importante, tener claro que son consorcios de microorganismos como hongos, bacterias y levaduras los responsables de la transformación bioquímica y una parte importante de estos son aeróbicos, por lo tanto, la aireación es un factor crítico para el éxito del compostaje.

2.1.8.3. Cascarilla o cascabillo:

Su composición de 4.5 o 5% del peso del fruto del café y un aporte importante de carbono para los microorganismos.

- Hojas secas, restos de podas del cafeto y arbustos de sombra:

Este material nos va a proporcionar una fuente importante de carbono. Es importante que estos materiales estén bien picados para facilitar la colonización de los microorganismos descomponedores. (Navarro, 2023)

2.1.9. *Enfermedades en el cultivo de papa*

De las enfermedades se puede mencionar las siguientes:

➤ ***Nombre Común: Tizón tardío, gota, chamusca o serenada***

Nombre Científico: *Phytophthora infestans*

Descripción De La Enfermedad

El mildiu, chamusca o serenada de la papa (*Phytophthora infestans*) es la enfermedad más grave que afecta al cultivo de la papa en Canarias. Está presente en todas las áreas paperas del mundo y si las condiciones climáticas son favorables y los cultivos no están adecuadamente protegidos con aplicaciones fungicidas, pueden llegar a ser totalmente destruidos en 10-15 días. Por todo ello, es imprescindible conocer las condiciones climáticas favorables para la enfermedad, reconocer los síntomas y establecer las medidas de control adecuadas. Además del cultivo de la papa, también afecta al pepino y al tomate y ocasionalmente puede afectar al cultivo de la berenjena.

Las condiciones favorables para el inicio de la enfermedad son temperaturas entre 10-15°C y humedad relativa superior al 95% acompañada de neblina y rocío. Si tras estas condiciones, las temperaturas suben manteniéndose la humedad alta, la propagación de la enfermedad será muy rápida. Esta enfermedad ataca a las hojas, tallos y tubérculos de la planta.(Trujillo García & Perera Gonzales, 2019)

➤ ***Nombre Común: Tizón temprano, Negrón de la papa, hierrillo***

Nombre Científico: *Alternaria solani*

Descripción de la Enfermedad

Esta enfermedad se desarrolla con mayor rapidez durante los períodos en que se producen condiciones de humedad y sequía alternativamente, como puede ser cuando hay varios días con rocío.

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 el hongo que la ocasiona mata las hojas y por tanto disminuye el rendimiento de la planta.(Trujillo García & Perera Gonzales, 2019)

➤ **Nombre Común: *Rizoctonia, costra negra***

Nombre Científico: *Rhizoctonia solani*

Descripción de la Enfermedad

La enfermedad se ve favorecida por suelos húmedos y fríos, buena fertilidad del suelo y pH del suelo neutro o ligeramente ácido. Afecta a los grelos de la papa semilla. Los brotes afectados muestran en la base lesiones de color marrón, y en ataques intensos no llegan a emerger lo que produce fallos en la nascencia.

Cuando las plantas llegan a ser adultas, dan lugar a la formación de tubérculos aéreos en la base de las hojas, enrollamientos de las hojas hacia arriba, coloración purpúrea de las hojas y a menudo amarilleamiento. En la superficie de los tubérculos afectados se observa la presencia de pequeñas costras negras que pueden confundirse con tierra pero que al lavar la papa no se eliminan con facilidad, mientras que la tierra adherida a la piel de la papa si se lava.(Trujillo García & Perera Gonzales, 2019)

➤ **Nombre Común: Pie negro**

Nombre Científico: *Pectobacterium carotovorum*

Descripción de la Enfermedad

Se trata de una bacteria que puede encontrarse en la piel del tubérculo, en el suelo y en el agua de riego. La contaminación por esta enfermedad se ve favorecida por la presencia de humedad alta en el suelo y por temperaturas frescas.

En la base de los tallos afectados por esta bacteria se desarrolla una podredumbre típica de color negro que puede extenderse por todo el tallo. En las papas de plantas enfermas la enfermedad comienza por el ombligo y se va extendiendo en forma de podredumbre blanda a partir de ese punto. La parte afectada, de color crema a castaño oscuro, toma una consistencia blanda y emite un olor desagradable.(Trujillo García & Perera Gonzales, 2019)

➤ **Nombre Común: Sarna común**

Nombre Científico: *Streptomyces scabies*

Descripción de la Enfermedad

Esta enfermedad es provocada por una bacteria denominada *Streptomyces scabies* que se encuentra en el suelo debido principalmente al uso de semilla infectada.

Produce lesiones marrones en la papa que al principio son pequeñas pero que se agrandan y adquieren una aparición corchosa, a veces estas manchas penetran en la superficie del tubérculo y cuando se quita el tejido afectado deja profundos hoyos. No produce ningún síntoma en la parte aérea de la planta.(Trujillo García & Perera Gonzales, 2019)

➤ **Nombre Común: *Sarna pulverulenta o roña***

Nombre Científico: *Spongospora subterranea*

Descripción de la Enfermedad

Esta enfermedad es provocada por un hongo denominado *Spongospora subterranea* que vive en el suelo produciéndose la infección durante el crecimiento del tubérculo

Los síntomas son pequeñas vejigas o pústulas de color castaño purpúreo formando lesiones con forma de granos. El aumento de tamaño, empuja y llega a romper la piel formando una especie de verruga inicialmente de color blanco. Estas lesiones están normalmente rodeadas por los bordes levantados de la piel desgarrada, dejando una depresión superficial o hueco lleno de una masa pulverulenta de color castaño oscuro, que son los órganos reproductores del hongo (esporas). La parte aérea de la planta no se ve afectada por esta enfermedad.

La enfermedad se dispersa por el viento y por los tubérculos infectados.

Las humedades altas y las bajas temperaturas en el suelo favorecen la infección temprana de tubérculos. (Trujillo García & Perera Gonzales, 2019)

➤ **Nombre Común: *Sarna plateada***

Nombre Científico: *Helminthosporium solani*

Descripción de la Enfermedad

El hongo denominado *Helminthosporium solani* es el causante de esta enfermedad que produce un brillo plateado característico especialmente si la superficie del tubérculo está húmeda. Este color puede oscurecerse con la edad y si la superficie afectada es extensa puede

arrugar la papa durante el almacenaje, debido a la pérdida excesiva de humedad.(Romero Larrea, 2019)

➤ **Nombre Común: Verticilosis**

Nombre Científico: *Verticillium albo-atrum*, *Verticillium dahliae*

Descripción de la Enfermedad

Se trata de un hongo que vive en el suelo y que tiene muchos hospedantes tanto solanáceas como no solanáceas. El hongo puede invernar en el suelo adherido a los tubérculos y en los restos de cultivo que quedan en el suelo. En los últimos años se está observando un aumento de incidencia de esta enfermedad principalmente en parcelas de la zona sur de la isla y en monocultivo desde hace muchos años.

El principal síntoma de la enfermedad es muerte temprana de hojas y tallos, aproximadamente a los 40 a 60 días después de plantados.

En el campo se pueden observar parches o zonas, irregulares, donde el cultivo se encuentra afectado, sobre todo en zonas con suelos mal drenados.

En las plantas afectadas las hojas comienzan a marchitarse a partir de la base de los tallos y va subiendo hasta que únicamente quedan las últimas hojas emitidas.

También se puede observar un marchitamiento y/o clorosis unilateral de la planta y de las hojas del tercio inferior de la planta.

Los haces vasculares de los tallos muestran un color castaño, las plantas afectadas producen tubérculos pequeños y esto ocurre como consecuencia de la muerte temprana de las

plantas. Las pérdidas que se producen en el campo están relacionadas con el peso del tubérculo y no con el número de éstos.

Los tubérculos provenientes de plantas infectadas presentan una decoloración vascular en forma de anillos, especialmente en la zona de inserción del estolón.(Trujillo García & Perera Gonzales, 2019)

2.1.10. Control de plagas.

➤ **Nombre Común: Polilla de la papa o polilla de siempre**

Nombre Científico: *Phthorimaea operculella*

En Canarias existen dos especies de polillas o trazas que atacan a los tubérculos: *Phthorimaea operculella* (polilla de siempre) y la recientemente introducida *Tecia solanivora* o “polilla guatemalteca”. Ésta última produce daños más severos ya que no existen medidas de control eficaces contra esta plaga.

Las medidas de control se basan en la aplicación conjunta de medidas preventivas. Aunque las larvas de ambas polillas dañan los tubérculos excavando galerías en los mismos, la polilla “de siempre” además puede perforar los brotes.

En los últimos años se han observado daños, en general ligeros, de la polilla del tomate en papa. Estos daños se concentran únicamente en hojas produciendo galerías en estas partes de la planta. Hasta el momento son muy pocos los casos en los que ha sido necesario intervenir para su control.(Trujillo García & Perera Gonzales, 2019)

➤ **Nombre Común: Polilla guatemalteca de la papa**

Nombre Científico: *Tecia solanivora*

El adulto es una pequeña mariposa de color marrón con tres manchas en las alas y de aproximadamente 12 mm de longitud y se mueve durante la noche.

La hembra deposita unos 150-200 huevos en el suelo, principalmente en grietas y cerca de la base de la planta.

De los huevos nacen pequeñas larvas o gusanos que se desplazan hasta las papas, de las que se alimenta, produciendo galerías en su superficie.

Estas larvas que, al final de su desarrollo presentan un color rojizo abandonan el tubérculo y forman una pupa o crisálida preferentemente en los primeros 5 cm del suelo.

De esta pupa pasados unos días, saldrá de nuevo el adulto.

La polilla guatemalteca produce galerías en la superficie de los tubérculos mientras que en el caso de “la polilla de siempre”, las galerías penetran en el interior de la papa y dejan entradas sucias.(Trujillo García & Perera Gonzales, 2019)

➤ **Nombre: Pulgones**

Nombre Científico: *Aphis gossypii*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Myzus persicae*, *Aulocartum solani*

Descripción de la Plaga

Los pulgones son pequeños insectos normalmente de color verde o negro y cuerpo redondeado que pueden ser alados o sin alas. Estos insectos chupan la savia de la planta, debilitándola. Se localizan en el envés de las hojas y partes tiernas de la planta.

Además de los daños que pueden producir sobre la planta al succionar la savia, estos insectos tienen la capacidad de transmitir enfermedades producidas por virus, de una planta enferma a una planta sana.

El principal síntoma de las enfermedades provocadas por los virus es enanismo y el enrollamiento de las hojas hacia arriba (enfarolado o enrollado).(Trujillo García & Perera Gonzales, 2019)

➤ **Nombre Científico:** *Tetranychus urticae*, *Tetranychus evansii*

Nombre Común: Araña Roja

Descripción de la Plaga

Se conocen por este nombre ya que su forma asemeja a arañas diminutas de color rojo. Se sitúan en el envés de las hojas principalmente y se alimentan del contenido de las mismas, que adquieren un aspecto plateado y posteriormente bronceado.

En caso de ataques fuertes la planta decae, se vuelve amarillenta, se marchita y acaba muriendo de forma prematura.

En estos ataques severos es frecuente observar pequeñas telas de araña que cubren la planta. Las condiciones que favorecen el desarrollo de estas plagas son tiempo seco y caluroso.(Trujillo García & Perera Gonzales, 2019)

2.1.11. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo

El cultivo de la papa, presenta distintos requerimientos de suelo, clima, riego, durante su proceso de desarrollo, que condiciona su potencial productivo.

➤ Suelos

El cultivo de papa muestra preferencia por suelos con texturas ligeras, arenosos o francos, con buen drenaje y contenido adecuado de materia orgánica.

Es esencial que estos suelos estén libres de pedregosidad, ya que esta podría afectar el crecimiento y la forma de los tubérculos.

Aunque las papas son capaces de tolerar suelos ácidos con un pH de hasta 5, el rango de pH ideal para este cultivo se encuentra entre 5,5 y 6,5.

➤ 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.

➤ Altitud

La altitud puede presentar variaciones, ya que el cultivo de papa se desarrolla adecuadamente en altitudes que oscilan entre los 460 hasta los 3,000 msnm.

Sin embargo, la altitud óptima para un desarrollo y producción excelentes se sitúa en el rango de 1,500 a 2,500 msnm. Bajo estas condiciones, se observa la mejor producción de papas.

➤ Viento

Los vientos deben ser moderados, con velocidades que no superen los 20 km/h, ya que las plantas de papa pueden sufrir daños y reducciones en su rendimiento.

➤ Agua

Las plantas requieren un suministro constante de agua, ya que es esencial para llevar a cabo los procesos de fotosíntesis y absorción de nutrientes. Solamente una pequeña parte se utiliza en la fotosíntesis (2 %).

El agua es el medio de transporte dentro de la planta para los compuestos orgánicos y minerales y juega un rol fundamental en la evapotranspiración.

➤ Humedad

La humedad relativa moderada es un factor crucial para el éxito del cultivo.

La presencia de humedad excesiva durante la germinación del tubérculo y desde la floración hasta la maduración puede ser perjudicial.

➤ La Luz

La cantidad de luz necesaria varía según la temperatura, para una óptima producción, el cultivo de papa requiere de periodos aproximadamente de 8 a 12 e incluso 16 horas de luminosidad (20,000 a 50,000 Lux) 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.(Tène Saca, 2024)

CAPÍTULO III

MARCO

METODOLÓGICO

3.1. Tipo de Investigación

La presente investigación es de tipo experimental, ya que permite evaluar la adaptabilidad del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) bajo condiciones climáticas cálidas mediante la aplicación de diferentes sustratos orgánicos (cáscara de café molido y estiércol bovino). La manipulación controlada de estos sustratos en la Unidad Académica el Sena tiene como objetivo determinar su efecto en el crecimiento y productividad del cultivo, evaluando el rendimiento en términos de peso y número de tubérculos obtenidos.

3.2. Enfoque

El enfoque de esta investigación es cuantitativo, ya que se basa en la obtención y análisis de datos numéricos para evaluar la adaptabilidad del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) en condiciones climáticas cálidas. A través de este enfoque, se miden variables específicas como el índice de crecimiento y el rendimiento en peso y número de tubérculos al aplicar diferentes sustratos orgánicos (cáscara de café molido y estiércol bovino), permitiendo realizar comparaciones objetivas y precisas sobre los efectos de cada tratamiento en el cultivo.

3.3. Métodos

EL método de la investigación que se ejecutó, fue el empírico para evaluar el impacto de dos sustratos orgánicos (cáscara de café molido y estiércol bovino) en el tamaño de crecimiento de la planta, número de hoja y peso del fruto, en condiciones de clima cálido. Un diseño experimental permitirá controlar variables y manipular los sustratos de manera controlada. Esto proporcionará una base sólida para inferir cómo cada sustrato afecta el cultivo.

3.4. Población y Muestreo

➤ **Población:** La población del estudio son todas parcelas experimentales con distintos tratamientos, a implementar de la papa, en la Unidad Académica el Sena.

- **Muestra:** Se seleccionará un muestreo aleatorio simple para seleccionar un número representativo de muestra de cada parcela experimental.

3.5. Técnicas e Instrumentos de la Investigación

3.5.1. Técnicas de la Investigación

Las técnicas empleadas en esta investigación incluyen:

- **Observación Directa:** Se registra y documenta el comportamiento y adaptabilidad del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) bajo distintos tratamientos con sustratos orgánicos (cáscara de café molido y estiércol bovino) en condiciones climáticas cálidas, permitiendo un seguimiento detallado de su desarrollo.
- **Documentación:** Esta técnica consiste en identificar, recoger y analizar documentos en libros, revistas, periódicos, sitios web, que describan hechos o contengan información deseada por el investigador, considerando como instrumento a las fichas bibliográficas que facilitan su recuperación y consulta.

3.5.2. Instrumentos de la investigación

Los instrumentos que se utilizaron en el trabajo de investigación son los siguientes:

- **Las fichas bibliográficas:** Las fichas bibliográficas registran la información necesaria para identificar y recuperar un texto. Especifican datos clave como el título, autor y año de publicación.
- **Cuaderno de campo:** El cuaderno de campo es una herramienta usada por investigadores de varias áreas para hacer anotaciones cuando ejecutan trabajos de campo. Es un ejemplo clásico de fuente primaria. Los cuadernos de campo son

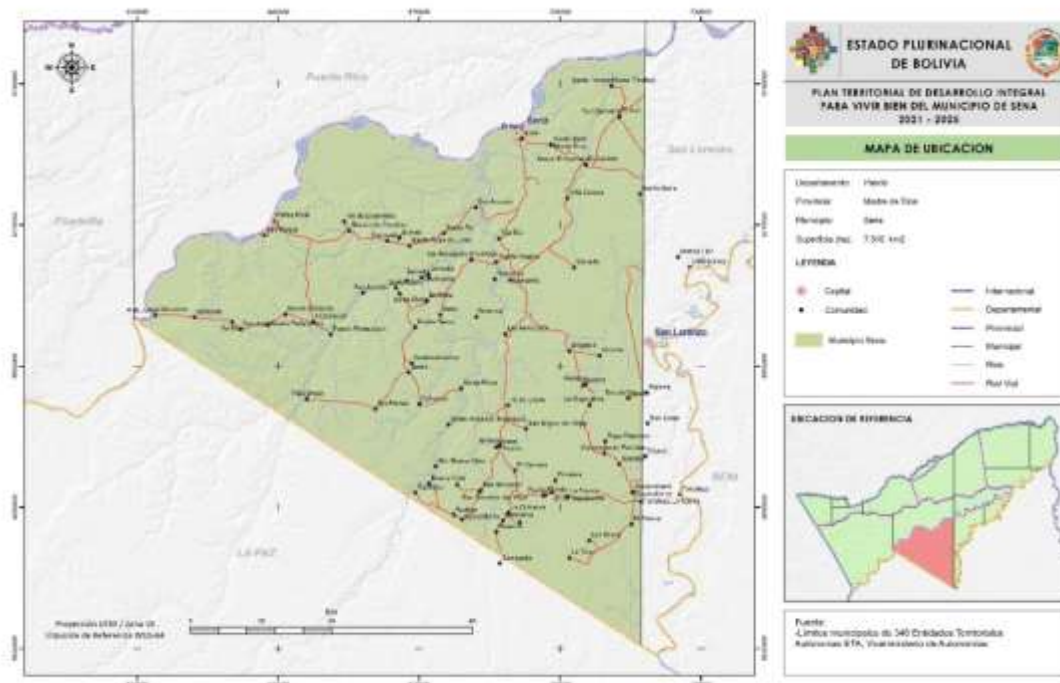
normalmente blocks de notas en el que los investigadores escriben o dibujan sus observaciones.

- **Cámara fotográfica:** La fotografía permite comparar imágenes de diferentes momentos o condiciones. Por ejemplo, en investigaciones, se pueden comparar imágenes de antes y después de un tratamiento para evaluar su efectividad.

3.6.Referencia Geográfica donde se Ejecuta la Investigación

El Municipio de Sena se encuentra ubicado en el extremo sur del Departamento Pando, extremos Oeste de la Provincia Madre de Dios, se halla ubicado entre coordenadas geográficas correspondientes a los paralelos 11° 27' a 12° 30' de Latitud Sur, y los meridianos 67° 00' a 68° 00' Longitud Oeste. Teniendo como altitud de 148 m.s.n.m. (Plan Territorial de Desarrollo el Sena, 2021: 17)

Figura 1: Mapa "Plan Territorial de Desarrollo de El Sena 2021:17"



3.6.1. 3.6.1. Extensión Superficial

El Municipio de Sena tiene una extensión superficial de 7.540 Km², que corresponde al 63% de la superficie territorial de la Provincia Madre de Dios y el 19% del departamento de Pando, de acuerdo al detalle del siguiente cuadro.

Tabla 5: Relación de superficie territorial

Unidad Territorial	Km²
Departamento de Pando	63.834
Provincia Madre de Dios	11.970
Municipio Sena	7.540

Fuente: (Plan Territorial de Desarrollo el Sena, 2021: 17)

3.6.2. Ubicación del Lugar de Experimento

La Constitución Política del Estado de Bolivia, promulgada en fecha 7 de febrero del 2009, establece que Bolivia se organiza territorialmente en departamentos, provincias, municipios y territorios indígenas originarios campesinos.

El Municipio de Sena está conformado por seis distritos que lo integran 10 Barrios del Centro Urbano y 83 comunidades de origen Indígena – Campesino en el área Rural.

Todos los distritos del I al VI, tienen como base legal de creación la Ley Autónoma Municipal No. 20/2016, emitida por el Concejo Municipal y promulgada por el Ejecutivo Municipal.

El centro poblado “Sena” es la capital del municipio de similar nombre, le corresponde el Distrito I, el mismo que se encuentra conformado por diez (10) barrios, cada uno de los cuales tiene una Organización Territorial de Base (OTB).

Figura 2: Identificación de la Unidad Académica El Sena



Fuente: Google Mapa 2 de noviembre del 2024.

3.6.3. Descripción del Territorio

En el componente Biofísico y para la descripción del territorio, se analizarán los datos de clima, vegetación, geomorfología y fisiografía, biodiversidad, plan de uso de suelo, zonificación agroecológica y potencial productivo del Municipio de Sena, los que se describen a continuación.

3.6.4. Clima

Es importante puntualizar ante la ausencia de un centro meteorológico en el mismo Municipio de Sena y habida cuenta que los datos son similares en la mayor parte de la extensión territorial del departamento de Pando, se hará referencia de manera macro a la información

departamental; es así que el departamento de Pando tiene un clima tropical húmedo cálido. Según Köppen & Geiger (1936), debe clasificarse como del tipo “Aw” con período seco, diferenciado en invierno con precipitaciones inferiores a los 60 mm durante un mes o más.

En Pando el clima se caracteriza por temperaturas mensuales medias, elevadas durante todo el año y una precipitación anual que sobrepasa la evapotranspiración; el factor determinante en el clima son los movimientos migratorios estacionales de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCI).

Desde la mitad de noviembre hasta fines de marzo la ZCI de baja presión atmosférica está sobre el Norte de Argentina, Paraguay y el Sur de Bolivia, provocando condiciones atmosféricas inestables y lluvias intensas.

En la época seca, entre mayo y septiembre, se registra la llegada irregular de frentes fríos del Sur (surazos) que causan caídas bruscas de temperaturas en la región, casos en los cuales, la temperatura puede descender en el lapso de pocas horas, desde los 30°C, hasta unos 15°C. La temperatura mínima registrada corresponde al año 1948, con 7°C en Riberalta y Cobija. Es importante señalar que los surazos duran poco tiempo, generalmente entre 2 y 3 días. (Marconi, 1992).

Las temperaturas y precipitaciones altas son condiciones favorables para el crecimiento de las plantas; sin embargo, se considera con insuficiente agua al período en el cual la precipitación más el agua almacenada en el suelo, no compensan la evapotranspiración requerida para su desarrollo sin limitaciones; dando como resultado la reducción de la transpiración de las plantas y de su crecimiento.

La duración de la época seca varía desde 3 meses, en el Oeste, hasta 5 meses en el Este del departamento. La mayoría de los árboles tropicales de la región están adaptados a esta condición; para el crecimiento de los cultivos anuales el período húmedo es óptimo; sin embargo, por la distribución de la precipitación, la cosecha de la mayoría de los cultivos se produce también en la época lluviosa, dificultando el secado de los productos y aumentando las pérdidas postcosecha.

3.6.5. *Temperaturas*

La región se caracteriza por presentar dos tipos de épocas, la época seca que comprende los meses abril a septiembre, y la época húmeda que comprende los meses octubre a marzo.

Clasificación de temperatura suelo promedio anual con valores en grados Celsius, se tiene como valor mínimo de 30°C a 32°C, para la época seca (meses de junio a agosto) y valor máximo de 20°C a 26°C, para la época húmeda (meses de enero a marzo). En la parte central, el departamento de Pando tiene temperaturas de hasta 30°C, mientras que en la parte Noreste sobrepasa los 30°C.

La región cuenta con una vocación agro-productiva forestal-maderable, que converge en el manejo sustentable y aprovechamiento de los frutos del bosque y la castaña. Como integrador de Oeste a Este se presenta el potencial productivo de actividades piscícolas y frutales. Si bien la vocación productiva es recurrente y el potencial agro productivo es emergente, ésta se ve amenazada por el avance acelerado de la deforestación por el lado de Brasil.

3.6.6. *Precipitaciones Pluviales*

Conforme el mapa de isoyetas generado en base a la información de Precipitaciones pluviales reportada por el SENAMHI, las estaciones meteorológicas de Cobija, Guayaramerín, Rurrenabaque y Trinidad, Las precipitaciones para el Municipio de Sena varían entre 1750 y 1760 mm, teniéndose diferenciados dos periodos: 1) periodo seco (bajas precipitaciones) y, 2) periodo de inundaciones (precipitaciones elevadas) en los meses de noviembre a marzo, que son los meses más lluviosos.

3.6.7. *Riesgos Climáticos*

Los riesgos climáticos son diferentes para las épocas seca y lluviosa, es así que, en la época seca, se producen bajas temperaturas con corrientes de aire de Sur a Norte, denominados surazos que generan disminución en la productividad en las cosechas y cultivos, especialmente de especies frutícolas.

Por su parte, la abundante precipitación pluvial especialmente en enero y febrero causa inundaciones en las poblaciones cercanas a los ríos y arroyos, afectando los cultivos ubicados en las zonas bajas.

El desborde de los ríos Manu paré, Madre de Dios, y otros de menor influencia, afectan a las comunidades del Municipio de Sena, fundamentalmente a las vías carreteras que vinculan a este Municipio con el de Cobija y otras ciudades del país, provocando la habilitación de vías alternas en los tramos Puerto Rico-Porvenir, ante la construcción de la Carretera Ruta Nacional.

3.6.8. Aire

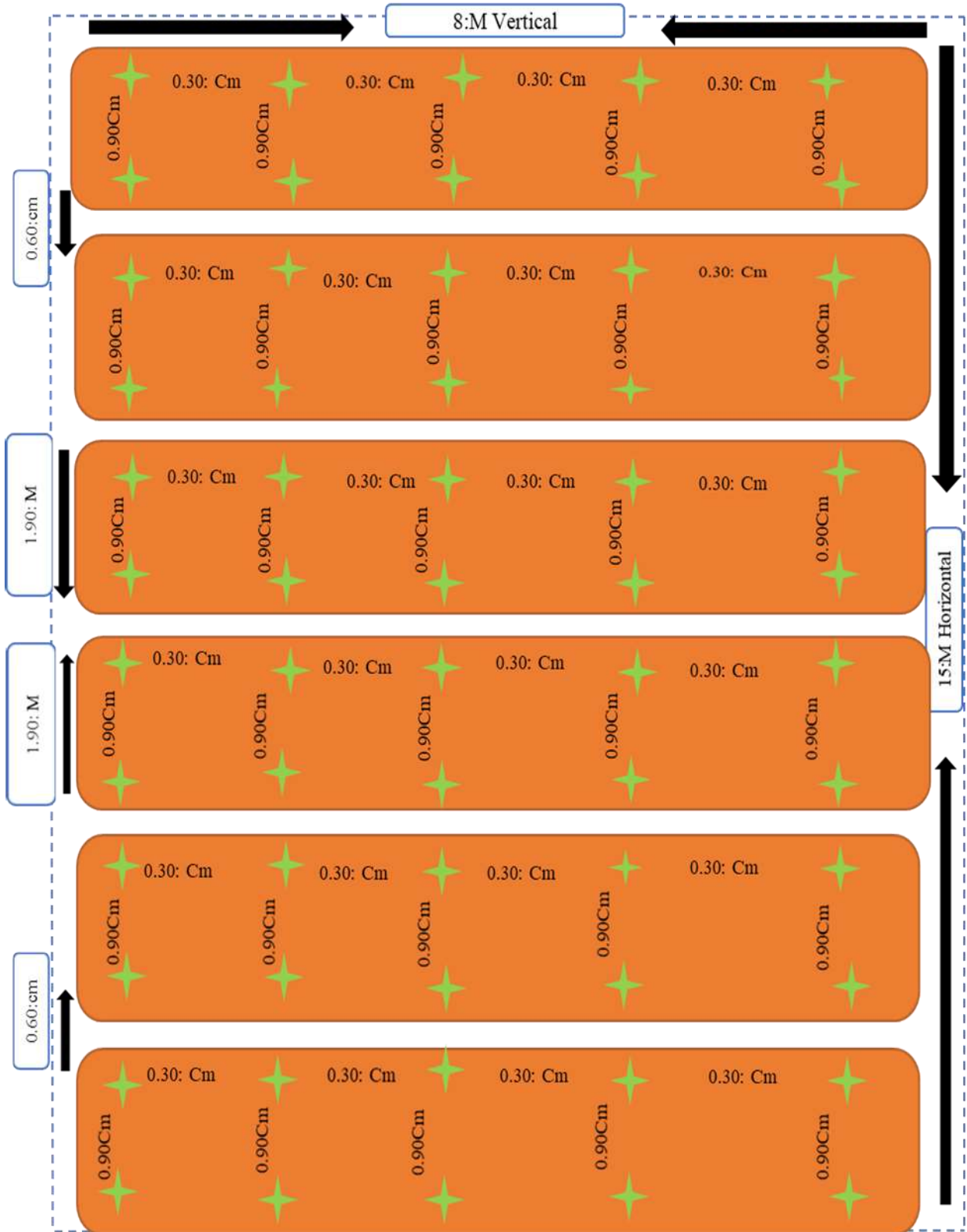
Las condiciones medio ambientales y en especial la existencia de una exuberante vegetación permiten respirar aire puro producto de la actividad natural de las plantas que capturan el anhídrido carbónico y liberan oxígeno puro al medio ambiente.

La contaminación del aire es temporal, ésta se presenta en época seca debido a la quema de pastizales en municipios vecinos como Puerto Rico, Bella Flor, Cobija y Porvenir; las quemas de los pastizales naturales que se tiene en la provincia Madre de Dios y los chaqueos que son producidos para habilitar áreas de cultivo de subsistencia por las familias de las comunidades de municipio.

Los vientos provienen del Noroeste la mayor parte del año, sobre todo en verano; mientras que en la época de invierno los vientos son del sureste, fríos y húmedos, conocidos en la región como “surazos”, y su presencia coincide con la época menos húmeda

3.7. Diseño del Módulo de Experimento

Figura 3: Diseño del Módulo Experimental



3.7.1. *Tratamientos Programados*

Tabla 6: Cantidad y Volumen de sustrato por tratamiento

Tratamientos	Detalles	Kg	Vol.
T-1	Estiércol Bovino	160	50
T-2	Cascara de café	30	50
T-3	Testigo	2.500	50

La Tabla 6 presenta los tratamientos programados para el estudio, detallando los diferentes tipos de sustratos orgánicos a utilizar para cada tratamiento. Estos incluyen: T-1 (Estiércol bovino), T-2 (Cáscara de café molido) y T-3 (Tratamiento de control o testigo, sin aplicación de sustratos).

Tabla 7: Tratamientos Programados

Tratamiento	Detalles
T-1	Estiércol Bovino
T-2	Cascara de café Molido
T-3	Testigo

La Tabla 7 especifica las cantidades y volúmenes a utilizar en cada tratamiento. Se aplicarán 160 kg de estiércol bovino y 50 L de agua en el tratamiento T-1, 30 kg de cáscara de café molido y 50 L de agua en el tratamiento T-2, y 2500 g de material de control con 50 L de agua en el tratamiento T-3. Estas especificaciones permitirán evaluar la influencia de cada sustrato en el desarrollo del cultivo.

3.8. Descripción Del Material De Requerimiento

Resumen de materiales, insumos, materiales y equipo a utilizar para el desarrollo de la investigación.

Tabla 8: Materiales, Insumos y material vegetal

Material	Insumos	Material De Gabinete	Equipo
Azadones	Semillas Tubérculo	Resma tamaño carta	Celular
Machetes	Fungicidas	Tablero	Computadora
Picota	Fertilizantes NpK	Lapicero	Impresora
Cinta métrica	Pintura color blanca	Regla	
Pala		Tinta	
Tanque		Libreta	
Brocha			
Martillo			
Clavó			
Alambre de Amarre			
Bolsa de yute			
Hilo de yute			
Regadera			

3.9. Detalle del Trabajo de Investigación que se va a Ejecutar

3.9.1. Lineamiento del Modulo

La Tabla 9 muestra las medidas de las platabandas a implementar en el experimento. Cada platabanda tiene un largo de 8 metros, un ancho de 1.90 metros y una altura de 0.40 metros. Además, se especifican las distancias entre los surcos (0.90 m), entre las plantas dentro del surco (0.30 m) y el número total de surcos en cada platabanda (12).

Tabla 9: Medidas de platabandas

Largo M	Ancho M	Alto M
8	1.90	0.40
Distancia entre Surco	Distancia entre Planta	Número total de Surco
0.90 cm	0.30cm	12

La Tabla 10 detalla la cantidad de plantas a implementar a cada tratamiento en las platabandas. Se establecerán dos tratamientos: Estiércol de Bovino, y cascara de café molido, y

un Testigo. En cada uno se dispusieron 104 plantas, permitirán una comparación equitativa entre los efectos de los diferentes tratamientos en el crecimiento de las plantas.

Tabla 10: Cantidad de Plantas por tratamiento

Nro.	Detalle	Cantidad De Plantas
1	Estiércol de Bovino	108
2	Cascara de café Molido	108
3	Testigo	108

3.9.2. Reconocimiento del Terreno

Se realizará el reconocimiento visual del área de evaluación, para establecer la ubicación y las unidades experimentales, de acuerdo con el croquis de campo preestablecido, se verificará que exista provisión constante de agua y de fácil accesibilidad para realizar el trabajo de investigación.

3.9.3. Preparación de la Zona del Experimento

Una vez ubicada el área de estudio, se procederá a la eliminación de malezas del área, retirando así todos los tallos, se removerá profundamente el terreno, extrayendo todas las raíces existentes y a continuación la nivelación del área de estudio para emprender con la preparación de los surcos. Todos aquellos procesos se realizaron de forma manual.

Las labores de campo consistirán en hacer una limpieza del terreno, para tomar muestra del suelo y continuar con remover el suelo con picota (arado del terreno) a una profundidad de 25 a 30 cm. 15 días después se procederá al nivelado de surcos con picota en forma manual.

3.9.4. Preparación del Sustrato

En la preparación de los sustratos, se mezclará 50% de estiércol de bovino y 50% tierra 50 % de cascará de café molido 50% de tierra. Se procederá a mezclar y obtener el sustrato para los camellones de los experimentos.

3.9.5. Preparación de la Platabanda

Se procederá a elaborar cuatro platabandas con abono orgánico y dos testigos experimentales, con una altura de 40 cm desde la superficie del suelo, el ancho de los camellones será de 1.90 m, el largo de 8 m, luego se realizará el nivelado de cada camellón, dentro de esta se dividirá en seis repeticiones cada una con 2 unidades experimentales y se realizaran riegos cinco días antes de la siembra.

3.9.6. Siembra

La siembra se realizará en fecha 13 de agosto de 2024, sobre una superficie fina, nivelado y muy bien húmedo, se procederá a la siembra de tubérculos, utilizando método manual, se empleará una boca de lobo para la apertura del hoyo con 3 cm de profundidad, se ejecutará la siembra en forma directa y manual con un tubérculo como semillas. Una vez sembrada se procederá a tapar los hoyos para evitar que los las plagas y enfermedades contaminen el tubérculo semilla, de esta manera mantener la humedad del suelo durante el desarrollo y productividad del cultivo.

3.9.7. Densidades de Siembra

Las densidades de siembra optima que se utilizara son las siguientes: 90 cm entre surco y 30cm entre planta. Obteniendo 27 planta por surcos.

3.9.8. *Labores Culturales*

- ❖ **Refalle:** El refalle se realizará 10 días después de la siembra, sustituyendo a los brotes que se encontraran en mal estado de la parcela experimental.
- ❖ **Control de Malezas:** El control de malezas se realizará a los 15 días después de la siembra, el cual se ejecutará manualmente con la ayuda de una pala y un rastrillo común. Se efectuará la eliminación de las malezas 4 veces, desde la emergencia hasta antes del inicio de la floración, siendo este el periodo más crítico del cultivo en el que puede ser afectado por las malezas ya que el mismo compite, por luz, agua y nutrientes por ende le generaría estrés al cultivo.
- ❖ **Aporque:** El aporque se realizará cada 15 días hasta los 75 días de la cosecha usando las plantas están en la etapa de crecimiento, para evitar que el suelo se compacte durante el ciclo de tuberización, manteniendo limpio el área de las malezas.
- ❖ **Riego:** Una vez establecido el cultivo de papa en el lugar definitivo, el método de riego será de forma manual utilizando regadera de 10 litros de agua
- ❖ **Cantidad de surcos a Regar:** El riego se realizará a 6 surcos de 8 m vertical y 1.90m Horizontal el cual cada surco obtendrá una cantidad de agua 20 litros por día, el respectivo riego se realizará todos los días por 80 días utilizando 9.600 litros de agua en todo el transcurso del cultivo.
- ❖ **Control Fitosanitario:** El control de plagas, se realizará satisfactoriamente con insecticida Karate Zoon para ahuyentar los insectos del cultivo el cual se realizó 35 días después del crecimiento de las plantas.
- ❖ Cantidad de Insecticida

La cantidad utilizada de insecticida Karate Zoon fue de 2.5 ml para 5 litros de agua.

- ❖ **Cosecha:** La cosecha se realizará el 1 de noviembre del 2024 a los 80 días, la recolección del producto se realizará de forma manual, procediendo al despegado de la planta, la producción de tubérculos por cada tratamiento.

3.9.9. *Variables a evaluar*

- **Altura de la planta:** Se medirá en el estado de madurez del cultivo, desde la base de la planta hasta la parte apical (punto más alto), utilizando una cinta métrica. Esta medición se realizará en centímetros (cm) para determinar el crecimiento vertical de cada planta de papa.
- **Número de hojas:** Se contará el número total de hojas presentes en cada planta en su estado de madurez. Este conteo ayuda a estimar el desarrollo foliar y su relación con la productividad.
- **Cantidad de papas por Tratamiento:** Se registrará el número de papas producidas por cada tratamiento en el momento de la cosecha. Este indicador permite evaluar la productividad individual de cada planta en términos de número de tubérculos.
- **Diámetro del fruto:** Para obtener el grosor de cada papa, se medirá su diámetro en el estado de madurez utilizando una cinta métrica. Esta variable permite evaluar la uniformidad y tamaño de los frutos en las diferentes plantas.
- **Tamaño del fruto:** Se medirá la longitud de cada papa con una cinta métrica, colocando la cinta desde la base hasta la parte superior de cada tubérculo. Esta variable se expresará en centímetros (cm) y permite evaluar el tamaño promedio de los frutos obtenidos.

- **Peso del fruto:** Se medirá el peso de cada papa en el momento de la cosecha. Las muestras serán pesadas en gramos (g) utilizando una balanza de precisión, lo cual permitirá obtener un promedio del peso de los frutos por planta y así evaluar la eficiencia en la producción.

3.10. Plan de Procesamiento de la Información

Una vez recopilada toda la información en hojas de control, se procederá a organizar y tabular los datos útiles en el software Excel. Este programa permitirá procesar la información empleando sus herramientas de análisis y gestión de datos.

Los resultados se presentarán a través de tablas y gráficos de dispersión, lo que facilitara una visualización clara y detallada de los efectos de cada tratamiento experimental. Para evaluar la hipótesis sobre la igualdad de efectos de los tratamientos, se utilizará un análisis de varianza (ANOVA), del cual obtendremos el promedio de cada tratamiento por variable a evaluar, también generado en Excel, lo cual permitirá identificar si existían diferencias significativas entre los tratamientos aplicados.

Este proceso de análisis será fundamental para interpretar y validar los resultados obtenidos en el estudio, asegurando una presentación estructurada y precisa de los datos recolectados.

CAPITULO IV:

RESULTADO DE LA

INVESTIGACION

4.1.RESULTADOS

De acuerdo con los objetivos planteados y habiendo efectuado el trabajo de las características agronómicas del cultivo de papa, en el predio de la Unidad Académica el Sena, se prosiguió con el desarrollo de la respuesta obtenida para el cultivo de papa bajo dos tipos de sustratos el primero estiércol bovino, el segundo experimento con cascara de café molido y un testigo el cual es tierra del lugar, que a continuación se detallan de acuerdo con cada variable en estudio.

4.1.1. Altura de la Planta

Los resultados obtenidos en esta variable evaluada de altura de planta, la altura promedio más alta se observó en el tratamiento con **cáscara de café** (50 cm), seguido por el tratamiento **testigo** (49 cm), y el más bajo fue el tratamiento con **estiércol bovino** (44 cm). Esto sugiere que la cáscara de café pudo haber proporcionado condiciones más favorables para el crecimiento de la planta en altura en comparación con el estiércol bovino.

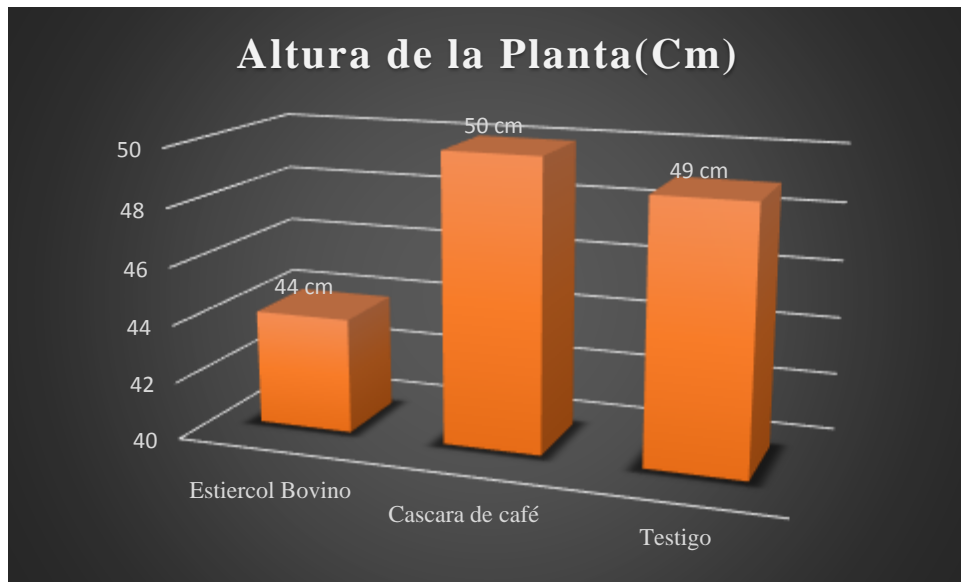
Tabla 11: Variable "Altura de la Planta (Cm)"

Altura de la planta (cm)			Altura de la planta (cm)			Altura de la planta (cm)		
N°	Estiercol Bovino	Promedio de Altura	N°	Cascara de café	Promedio de Altura	N°	Testigo	Promedio de Altura
1	55	44	1	48	50	1	49	49
2	49		2	48		2	45	
3	40		3	43		3	38	
4	30		4	43		4	44	
5	38		5	56		5	46	
6	43		6	40		6	39	
7	29		7	55		7	44	
8	68		8	60		8	40	
9	54		9	47		9	50	
10	65		10	37		10	40	
11	40		11	50		11	53	
12	40		12	69		12	49	
13	40		13	40		13	49	
14	53		14	46		14	70	
15	50		15	56		15	50	
16	43		16	58		16	59	
17	43		17	38		17	39	
18	48		18	50		18	44	
19	45		19	45		19	52	
20	47		20	40		20	66	
21	49		21	58		21	55	
22	39		22	44		22	63	
23	30		23	45		23	40	
24	42		24	47		24	48	
25	42		25	50		25	40	
26	40		26	53		26	54	
27	26		27	55		27	54	
28	33		28	55		28	40	
29	45		29	55		29	57	
30	40		30	57		30	63	

Tabla 12: Altura de la planta por Tratamiento

Altura de la planta (Cm)		
Estiércol Bovino	Cascara de café	Testigo
44 Cm	50 Cm	49 Cm

Figura 4: Altura de la Planta



El gráfico de barras también refleja esta tendencia, mostrando claramente la diferencia entre los tratamientos. El tratamiento con cáscara de café tiene una barra más alta que los otros dos tratamientos, indicando su efecto positivo en la altura de la planta.

4.1.2. Numero de Hojas

Los resultados obtenidos en esta variable evaluada, el tratamiento testigo, que solo utiliza la tierra del lugar sin ningún sustrato adicional, muestra un promedio de 11 hojas por planta.

Los tratamientos con estiércol bovino y cáscara de café presentan un promedio de 9 hojas por planta.

Tabla 13: Variable "Numero de Hojas"

Numero de Hojas			Numero de Hojas			Numero de Hojas		
N°	Estiercol Bovino	Promedio Numero de Hojas	N°	Cascara de café	Promedio Numero de Hojas	N°	Testigo	Promedio Numero de Hojas
1	7	9	1	10	9	1	8	11
2	11		2	7		2	8	
3	11		3	10		3	7	
4	8		4	9		4	7	
5	8		5	11		5	12	
6	9		6	11		6	6	
7	8		7	8		7	12	
8	11		8	8		8	9	
9	11		9	8		9	20	
10	15		10	7		10	6	
11	10		11	10		11	6	
12	7		12	11		12	12	
13	11		13	6		13	12	
14	11		14	10		14	14	
15	9		15	12		15	9	
16	9		16	10		16	12	
17	11		17	7		17	8	
18	10		18	8		18	15	
19	8		19	8		19	10	
20	8		20	7		20	17	
21	11		21	10		21	13	
22	10		22	9		22	12	
23	6		23	12		23	12	
24	11		24	12		24	12	
25	8		25	8		25	7	
26	6		26	9		26	14	
27	11		27	9		27	10	
28	6		28	12		28	10	
29	8		29	14		29	7	
30	8		30	10		30	14	

Estos resultados sugieren que, en este caso, la tierra local fue suficiente o incluso más adecuada para el desarrollo foliar de las plantas en comparación con la adición de sustratos orgánicos.

Es posible que la tierra del lugar ya contenga los nutrientes necesarios para el crecimiento óptimo de las plantas, y que la incorporación de estiércol o cáscara de café no haya

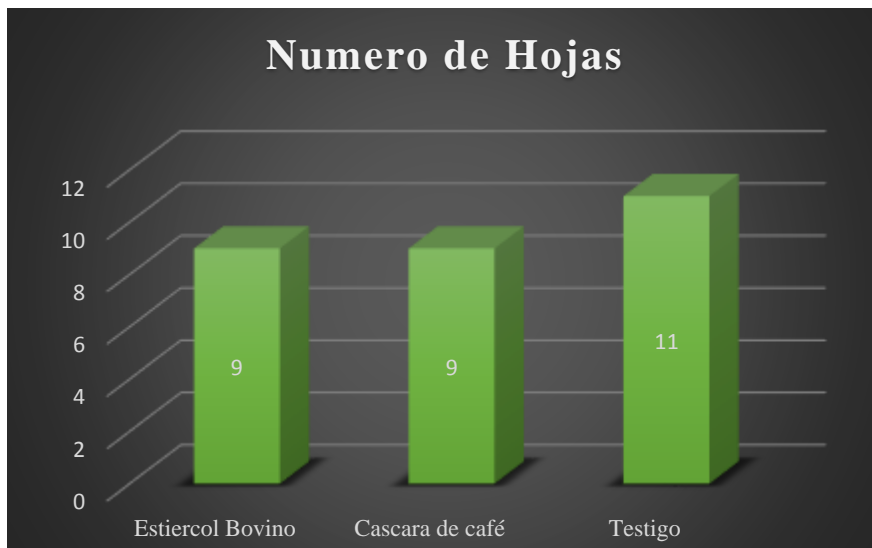
aportado beneficios adicionales significativos, o incluso podría haber alterado las condiciones de manera que no favorecieran la formación de hojas.

También es posible que los sustratos orgánicos, al descomponerse, hayan afectado temporalmente el balance de nutrientes o la estructura del suelo, lo cual podría haber impactado el crecimiento foliar.

Tabla 14: Número de hojas por Tratamiento

Numero de Hojas		
Estiércol Bovino	Cascara de café	Testigo
9 hojas	9 hojas	11 hojas

Figura 5: Número de Hojas



Este análisis resalta que el suelo local, sin sustratos adicionales, fue suficiente para un buen desarrollo foliar en este caso y que la intervención con estiércol y cáscara de café no produjo el efecto esperado en términos de número de hojas.

4.1.3. Cantidad de papas por Tratamiento

Esta variable evalúa la producción de papas en función de dos tratamientos diferentes: Estiércol Bovino, Cáscara de Café Molido y un Testigo (sin aplicación de sustrato). De las 30 muestras evaluadas en cada tratamiento, se observaron resultados desiguales en la cantidad de papas producidas.

➤ ***Estiércol Bovino:***

De las 30 plantas evaluadas en este tratamiento, solo 11 plantas produjeron un tubérculo cada una. Esto indica que aproximadamente el 36.7% de las plantas con estiércol bovino lograron producir una papa.

➤ ***Cáscara de Café Molido:***

En este tratamiento, solo 5 de las 30 plantas lograron producir un tubérculo. La baja efectividad de este sustrato se refleja en que solo el 16.7% de las plantas con cáscara de café produjeron una papa.

➤ ***Testigo (sin sustrato):***

En el grupo de control, 11 de las 30 plantas produjeron un tubérculo. Este porcentaje, también es de 36.7%, muestra que la ausencia de un sustrato específico no afectó significativamente la producción de papas en comparación con el estiércol bovino.

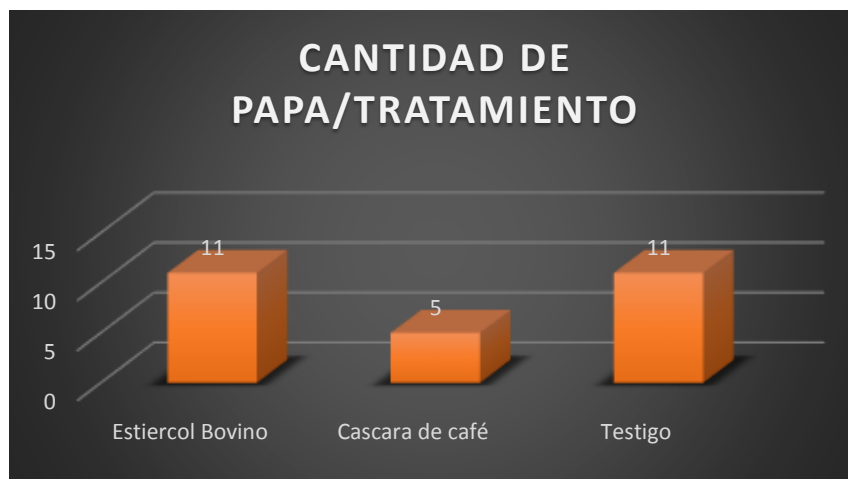
Tabla 15: Variable "Cantidad de Papas/Tratamiento"

Cantidad de Papas/Tratamiento			Cantidad de Papas/Tratamiento			Cantidad de Papas/Tratamiento		
Nº	Estiercol Bovino	Cantidad de papa/Sustrato	Nº	Cascara de Café	Cantidad de papa/Sustrato	Nº	Testigo	Cantidad de papa/Sustrato
1	0	11	1	0	5	1	0	11
2	0		2	0		2	0	
3	0		3	0		3	0	
4	1		4	0		4	0	
5	1		5	1		5	0	
6	1		6	1		6	1	
7	1		7	0		7	0	
8	1		8	0		8	1	
9	0		9	0		9	1	
10	1		10	0		10	1	
11	0		11	0		11	1	
12	0		12	0		12	1	
13	1		13	0		13	1	
14	1		14	0		14	1	
15	1		15	0		15	1	
16	1		16	0		16	1	
17	0		17	1		17	1	
18	0		18	1		18	0	
19	1		19	0		19	0	
20	0		20	0		20	0	
21	0		21	1		21	0	
22	0		22	0		22	0	
23	0		23	0		23	0	
24	0		24	0		24	0	
25	0		25			25	0	
26	0		26	0		26	0	
27	0		27	0		27	0	
28	0		28	0		28	0	
29	0		29	0		29	0	
30	0		30	0		30	0	

Tabla 16: Cantidad de papas /Tratamiento

Cantidad de Papas/Tratamiento		
Estiércol Bovino	Cascara De Café	Testigo
11	5	11

Figura 6: Cantidad de Papa/Tratamiento

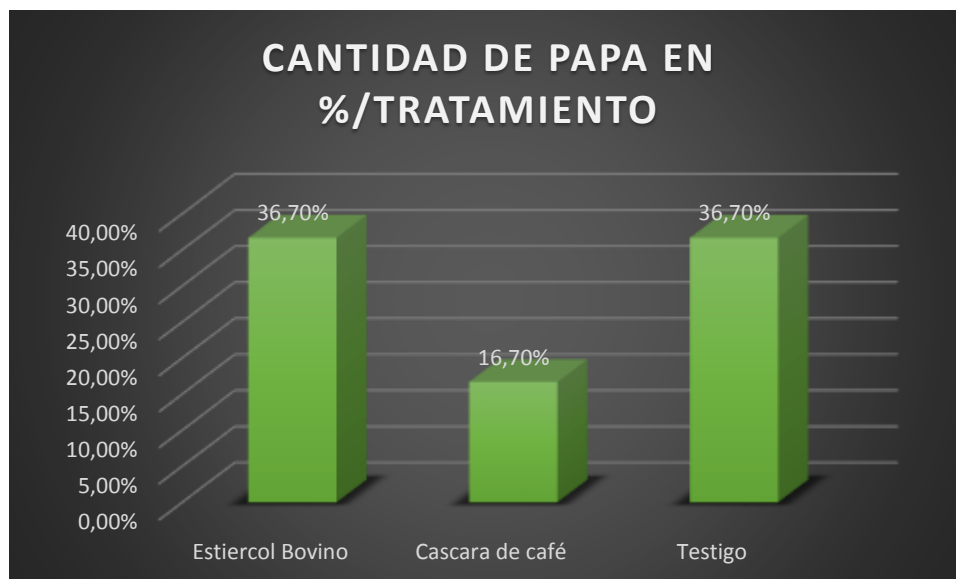


En el estudio se evaluaron un total de 90 plantas distribuidas en 2 tratamientos distintos y un testigo, cada uno con un sustrato específico: Estiércol Bovino, Cáscara de Café Molido y Testigo (sin aplicación de sustrato). Sin embargo, de las 90 plantas evaluadas, solo 27 lograron producir un tubérculo, lo que representa el 30% de la población total de plantas evaluadas.

Tabla 17: Cantidad de Papas en % por Tratamiento

Cantidad de Papas en %/Tratamiento		
Estiercol Bovino	Cascara de café	Testigo
36,70%	16,70%	36,70%

Figura 7: Cantidad de Papa en % por Tratamiento



Los resultados obtenidos fueron poco favorables para este cultivo. Solo 27 de las 90 plantas evaluadas lograron producir un tubérculo, lo que representa apenas el 30% de las muestras evaluadas. Esta baja producción se observó en todos los tratamientos, sugiriendo que ninguno de los sustratos utilizados —ni siquiera el tratamiento de control (testigo)— fue capaz de promover un rendimiento óptimo en este cultivo.

Estos resultados indican que ninguno de los sustratos probados es ideal para el desarrollo adecuado de este cultivo de papa en las condiciones evaluadas. La baja adaptabilidad y producción observada en las plantas sugiere que sería necesario investigar otros sustratos o métodos de cultivo para mejorar el rendimiento en futuras investigaciones.

4.1.4. Circunferencia del Fruto

En los tres tratamientos (estiércol bovino, cáscara de café y testigo), muchas de las plantas no produjeron ningún tubérculo, ya que la mayoría de los valores de circunferencia del fruto son cero.

Entre las pocas plantas que produjeron tubérculos, el tamaño fue limitado y solo se formó un tubérculo por planta.

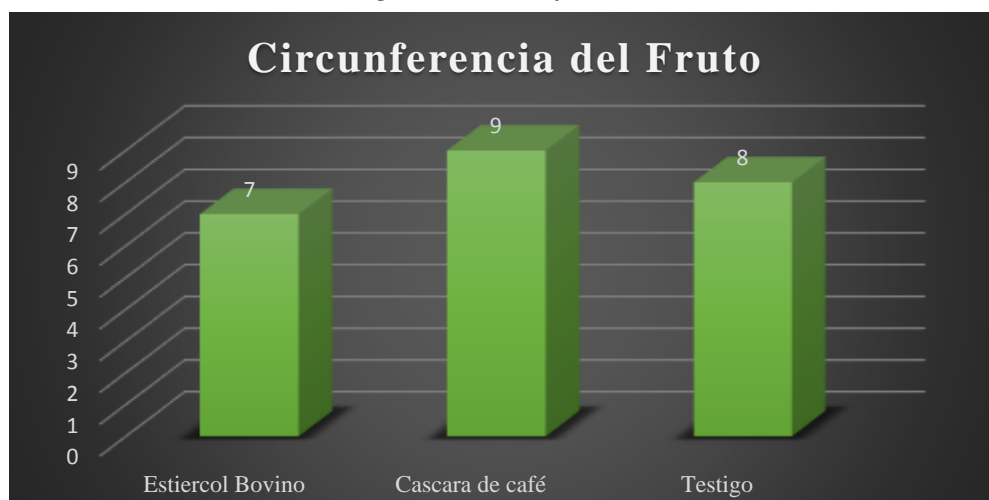
Tabla 18: Variable "Circunferencia del Fruto"

Circunferencia del Fruto			Circunferencia del Fruto			Circunferencia del Fruto		
N°	Estiercol Bovino	promedio de circunferencia	N°	Cascara de café	promedio de circunferencia	N°	Testigo	promedio de circunferencia
1	0	7	1	0	9	1	0	8
2	0		2	0		2	0	
3	0		3	0		3	0	
4	8		4	0		4	0	
5	8		5	10		5	0	
6	6		6	10		6	6	
7	8		7	0		7	0	
8	6		8	0		8	10	
9	0		9	0		9	7	
10	10		10	0		10	7	
11	0		11	0		11	10	
12	0		12	0		12	8	
13	6		13	0		13	9	
14	6		14	0		14	8	
15	8		15	0		15	10	
16	9		16	0		16	10	
17	0		17	10		17	8	
18	0		18	8		18	0	
19	6		19	0		19	0	
20	0		20	0		20	0	
21	0		21	8		21	0	
22	0		22	0		22	0	
23	0		23	0		23	0	
24	0		24	0		24	0	
25	0		25	0		25	0	
26	0		26	0		26	0	
27	0		27	0		27	0	
28	0		28	0		28	0	
29	0		29	0		29	0	
30	0		30	0		30	0	

Tabla 19: Circunferencia del Fruto por Tratamiento

Circunferencia del Fruto		
Estiercol Bovino	Cascara de café	Testigo
7 cm	9 cm	8 cm

Figura 8: Circunferencia del Fruto



Tratamiento con estiércol bovino: Las plantas que produjeron tubérculos tuvieron una circunferencia promedio de 7 cm. Sin embargo, muchas plantas no lograron producir papas, lo que sugiere que este sustrato no fue efectivo para la producción consistente de tubérculos.

Tratamiento cáscara de café: Las plantas tratadas con cáscara de café mostraron un promedio de circunferencia de 9 cm, el valor más alto entre los tratamientos. Sin embargo, al igual que con el estiércol bovino, solo unas pocas plantas produjeron tubérculos.

Tratamiento testigo (tierra del lugar sin sustratos): Este tratamiento mostró una circunferencia promedio de 8 cm en las plantas que produjeron papas, similar al resultado de los otros tratamientos en términos de variabilidad en la producción.

Los datos sugieren que la baja circunferencia promedio de los tubérculos, junto con la baja producción, podrían estar relacionadas con la falta de adaptabilidad de la papa a las condiciones locales de esta zona. El bajo rendimiento en los tres tratamientos indica que, a pesar del uso de sustratos orgánicos como estiércol bovino y cáscara de café, las condiciones ambientales y edafológicas no son óptimas para el cultivo de papa en esta región.

4.1.5. Tamaño del Fruto

En la presente investigación, se evaluó el tamaño del fruto (tamaño de las papas) en plantas de papa cultivadas con tres tratamientos y diferentes de sustratos: estiércol bovino, cáscara de café y un testigo.

Los datos muestran que no todas las plantas lograron producir papas. De las 30 muestras registradas en cada tratamiento, varias plantas no dieron fruto, reflejado en los valores de "0" en las tablas. Esto indica que el rendimiento fue bajo y que el experimento resultó en un solo tubérculo por planta en los casos en los que se obtuvo fruto.

Tabla 20: Variable "Tamaño del Fruto"

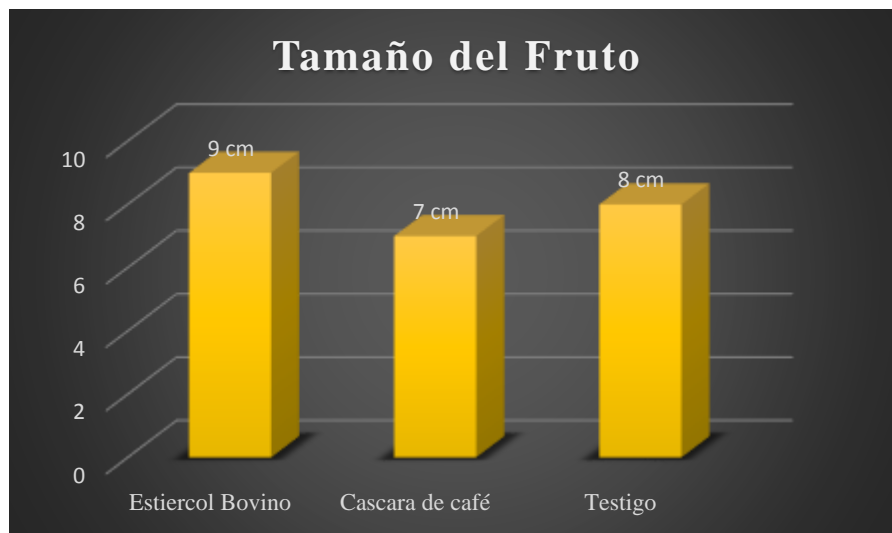
Tamaño del Fruto			Tamaño del Fruto			Tamaño del Fruto		
N°	Estiercol Bovino	Promedio/Tamaño de fruto	N°	Cascara de café	Promedio/Tamaño de fruto	N°	Testigo	Promedio/Tamaño de fruto
1	0	9	1	0	7	1	0	8
2	0		2	0		2	0	
3	0		3	0		3	0	
4	10		4	0		4	0	
5	10		5	6		5	0	
6	8		6	6		6	12	
7	7		7	0		7	0	
8	10		8	0		8	5	
9	0		9	0		9	8	
10	9		10	0		10	12	
11	0		11	0		11	6	
12	0		12	0		12	8	
13	10		13	0		13	4	
14	7		14	0		14	10	
15	8		15	0		15	10	
16	5		16	0		16	6	
17	0		17	8		17	7	
18	0		18	5		18	0	
19	6		19	0		19	0	
20	0		20	0		20	0	
21	0		21	8		21	0	
22	0		22	0		22	0	
23	0		23	0		23	0	
24	0		24	0		24	0	
25	0		25	0		25	0	
26	0		26	0		26	0	
27	0		27	0		27	0	
28	0		28	0		28	0	
29	0		29	0		29	0	
30	0		30	0		30	0	

A partir de los datos recolectados, el uso de estiércol bovino parece tener un efecto positivo en el tamaño de las papas, produciendo tubérculos de mayor tamaño promedio en comparación con la cáscara de café y el testigo.

Tabla 21: Tamaño del Fruto por Tratamiento

Tamaño del Fruto		
Estiercol Bovino	Cascara de café	Testigo
9	7	8

Figura 9: Tamaño del Fruto



En el gráfico de barras incluido, se puede observar visualmente la diferencia entre los tratamientos. El estiércol bovino muestra el tamaño promedio de fruto más alto en comparación con los otros dos tratamientos.

La diferencia entre el testigo y los tratamientos orgánicos (estiércol y cáscara de café) no parece ser muy grande, pero el estiércol bovino destaca ligeramente en términos de tamaño.

4.1.6. *Peso en kg del producto*

En esta variable evaluada de peso total de las papas producidas por plantas cultivadas en tres tratamientos diferentes de sustratos: estiércol bovino, cáscara de café y un testigo (sin sustrato adicional). Al igual que en el análisis anterior, no todas las plantas produjeron tubérculos, y en los casos en los que sí lo hicieron, cada planta produjo un único tubérculo.

Tabla 22: Variable "Peso en Kg del Producto"

Peso en kg del producto			Peso en kg del producto			Peso en kg del producto		
Nº	Estiércol Bovino	Promedio de peso en Kg	Nº	Cascara de café	Promedio de peso en Kg	Nº	Testigo	Promedio de peso en Kg
1	0	1.95	1	0	2.20	1	0	2.55
2	0		2	0		2	0	
3	0		3	0		3	0	
4	200		4	0		4	0	
5	250		5	200		5	0	
6	150		6	200		6	200	
7	200		7	0		7	0	
8	100		8	0		8	200	
9	0		9	0		9	400	
10	200		10	0		10	100	
11	0		11	0		11	300	
12	0		12	0		12	400	
13	250		13	0		13	100	
14	200		14	0		14	250	
15	200		15	0		15	300	
16	200		16	0		16	250	
17	0		17	300		17	300	
18	0		18	100		18	0	
19	200		19	0		19	0	
20	0		20	0		20	0	
21	0		21	300		21	0	
22	0		22	0		22	0	
23	0		23	0		23	0	
24	0		24	0		24	0	
25	0		25	0		25	0	
26	0		26	0		26	0	
27	0		27	0		27	0	
28	0		28	0		28	0	
29	0		29	0		29	0	
30	0		30	0		30	0	

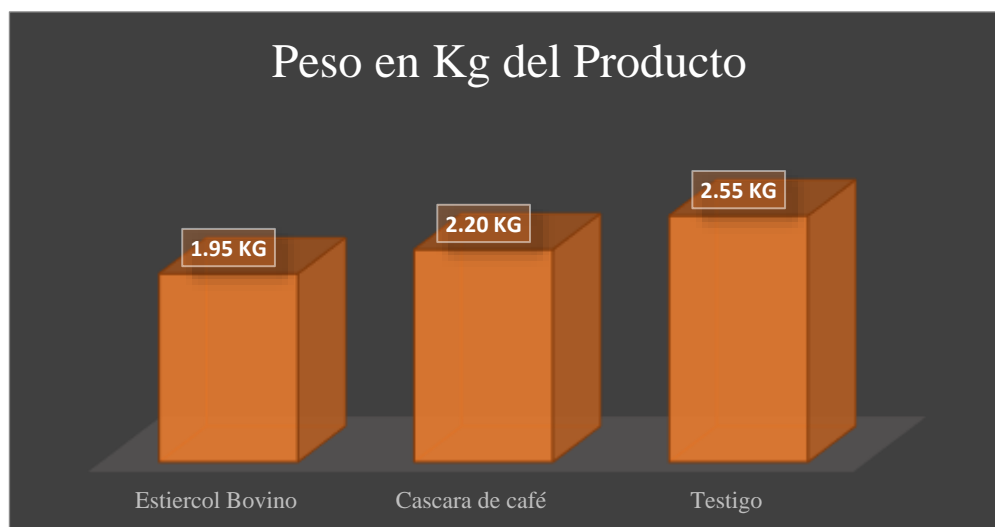
Al observar las tablas, se evidencia que la mayoría de las plantas no produjeron papas, ya que hay numerosos valores de "0" para todos los tratamientos. Esto refuerza la idea de que la papa podría no ser del todo adaptable a las condiciones climáticas o del suelo de esta región, ya que las plantas no lograron generar múltiples tubérculos, lo que podría ser un indicador de estrés o condiciones desfavorables para el crecimiento.

Estos datos muestran que el tratamiento con **testigo (sin sustrato orgánico)** generó el mayor promedio de peso en los tubérculos, seguido de cerca por la cáscara de café y finalmente el estiércol bovino.

Tabla 23: Peso en Kg del Producto por Tratamiento

Peso en kg del producto		
Estiercol Bovino	Cascara de café	Testigo
1,95	2,2	2,55

Figura 10: Peso en Kg. del producto



El gráfico de barras ilustra visualmente los promedios de peso, mostrando que el tratamiento testigo obtuvo el mayor peso en kg, seguido por la cáscara de café y finalmente el estiércol bovino.

El hecho de que el testigo haya obtenido un mayor peso en comparación con los sustratos orgánicos podría indicar que el agregado de estiércol bovino o cáscara de café no proporciona

un beneficio significativo en estas condiciones específicas, y que las condiciones del suelo original podrían estar limitando la producción de tubérculos.

En general, los resultados indican que el cultivo de papa no es completamente adaptable a las condiciones específicas de la Unidad Académica El Sena, ya que los rendimientos fueron bajos y la mayoría de las plantas no lograron producir Múltiples tubérculos. A pesar del uso de sustratos orgánicos como el estiércol bovino y la cáscara de café, ninguno mostró una mejora significativa en la producción, lo cual sugiere que las condiciones ambientales y del suelo de la región podrían no ser óptimas para el cultivo de papa.

4.2. DISCUSION

El presente estudio se llevó a cabo con el propósito de evaluar la adaptabilidad del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) utilizando dos tipos de sustratos orgánicos: cáscara de café molido y estiércol bovino, en condiciones climáticas cálidas de la Unidad Académica El Sena.

Según Punina Asas, IE (2013), el peso promedio de tubérculos por planta de hasta 3.42 kg y un rendimiento de aproximadamente 53.42 t/ha. Además, el mismo tratamiento produjo un promedio de 17.5 tubérculos por planta, lo cual contrasta fuertemente con los resultados obtenidos en El Sena. Los resultados obtenidos mostraron que el rendimiento del cultivo fue bajo, ya que no todas las plantas produjeron tubérculos, y en los casos en los que lo hicieron, solo generaron un único tubérculo por planta. Esto sugiere una posible falta de adaptabilidad del cultivo de papa a las condiciones de la región.

Los datos indican que el número de plantas que produjeron fruto fue limitado, lo que puede atribuirse a varios factores ambientales y edáficos. La baja productividad observada

podría estar relacionada con las altas temperaturas de la región, que no son ideales para el cultivo de papa, un cultivo que generalmente prospera en climas más frescos. Estos resultados coinciden con estudios previos en los que se ha señalado que las condiciones climáticas adversas pueden impactar negativamente el crecimiento y desarrollo de los tubérculos de papa.

Al analizar los efectos de los sustratos, los resultados sugieren que el uso de estiércol bovino y cáscara de café no tuvo un impacto positivo significativo en el tamaño y peso del tubérculo en comparación con el tratamiento testigo. El tratamiento con estiércol bovino mostró un leve aumento en el tamaño del fruto, pero el peso promedio fue menor en comparación con el tratamiento testigo. Esto podría indicar que, aunque estos sustratos ofrecen ciertos nutrientes, pueden no ser suficientes para superar las limitaciones impuestas por las condiciones climáticas de la región.

El tratamiento con cáscara de café molido mostró resultados intermedios en cuanto al peso, sugiriendo una ligera ventaja en la producción de tubérculos en comparación con el estiércol bovino, aunque sin una diferencia significativa respecto al tratamiento testigo. Este resultado podría relacionarse con la lenta liberación de nutrientes de la cáscara de café, que podría no coincidir con las necesidades inmediatas de crecimiento del cultivo en estas condiciones. Además, la cáscara de café contiene compuestos fenólicos que, en exceso, pueden afectar negativamente el desarrollo de las plantas.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

El cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) en las condiciones de clima cálido y tipos de sustrato evaluados en la Unidad Académica El Sena presentó limitaciones importantes en términos de adaptabilidad y rendimiento. La mayoría de las plantas no producen tubérculos, y las que lo lograron producir solo uno, lo que sugiere que factores como la alta temperatura de la región afectan negativamente el desarrollo de este cultivo. Los sustratos probados, estiércol bovino y cáscara de café molido, no mostraron una mejora significativa en el peso y tamaño de los tubérculos en comparación con el suelo sin aditivos (testigo). Aunque el estiércol bovino produjo un leve incremento en el tamaño del fruto, el peso promedio fue menor que en el testigo, lo que indica que estos sustratos no compensan las dificultades de adaptación de la papa en este ambiente.

El tratamiento testigo, sin adición de sustratos, obtuvo el mayor peso promedio de tubérculos, sugiriendo que los nutrientes del suelo local podrían ser más adecuados que los de los sustratos orgánicos evaluados. Esto podría reflejar tanto que el suelo es suficiente para el crecimiento de la papa bajo ciertas condiciones como que el cultivo de papa puede no ser el más adecuado para estas características de clima y suelo.

A pesar del uso de sustratos orgánicos como el estiércol bovino y la cáscara de café, ninguno mostró una mejora significativa en la producción, lo cual sugiere que las condiciones ambientales y del suelo de la región podrían no ser óptimas para el cultivo de papa.

Al mismo tiempo los resultados destacan la importancia de ajustar las prácticas agrícolas a las condiciones ambientales específicas para maximizar el rendimiento y sugieren la necesidad de evaluar cultivos alternativos o prácticas mejoradas para zonas de clima cálido.

Este estudio resalta la importancia de adaptar las prácticas agrícolas a las características específicas del entorno. Los resultados indican que no todos los cultivos responden favorablemente a las mismas condiciones de sustrato y clima, y que el éxito de un cultivo depende en gran medida de la adecuación de las prácticas agrícolas a las particularidades ambientales de cada región.

5.2.Recomendaciones

Dado que el cultivo de papa mostró limitaciones en este entorno, se proponen las siguientes recomendaciones para optimizar el rendimiento o evaluar cultivos más adecuados para el clima de la región:

- Probar combinaciones de sustratos o fertilizantes de liberación lenta que puedan adecuarse mejor al ciclo de crecimiento de la papa en condiciones cálidas.
- Considere el uso de coberturas vegetales o mallas de sombra para reducir la temperatura del suelo y mejorar las condiciones de crecimiento, así como riego frecuente y controlado para mantener la frescura del suelo.
- Ajustar la dosis de sustratos orgánicos para analizar si hay variaciones en la cantidad o frecuencia de aplicación podrían beneficiar el desarrollo foliar y mejorar el rendimiento.
- Realizar estudios en distintas épocas del año para identificar períodos en los que el cultivo de papa pueda mostrar un mejor desempeño en esta región.
- Explorar métodos adicionales de manejo de sustratos o técnicas de cultivo para mejorar la producción de papas, evaluando si otro sustrato o combinación podría proporcionar resultados más favorables.
- Se sugiere otros métodos o sustratos que se adapten mejor a las condiciones de esta región para mejorar la productividad del cultivo de papa.

Bibliografía

Berrocal Ñahui, D. D. (2016). Efecto de los Abonos Orgánicos en el Crecimiento de Plantones de café (*Coffea arabica* L.) Bajo condiciones de vivero.

Cahuana Quispe Rodolfo, & Arcos Pineda Jesús. (2002). *Variedades Nativas y Mejoradas de Papa en Pun* (D. Farfan Loaiza & N. De La Riva Aragon, Eds.; TIRAJE).

Choque Sánchez, E. C., & Mena Herrera, F. C. (2019). Caracterización de la adaptabilidad de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum*), introducidas en el Altiplano Centro del departamento de La Paz. *Revista de La Carrera de Ingeniería Agronómica-UMSA*, 1–12.

Churqui Mamani, J. V. (2023). Caracterización de la incidencia del daño de plagas en el tuberculo del cultivo de la Papa (*Solanum tuberosum*), en cuatro Localidades del altiplano norte de La Paz. Universidad Mayor de San Andrés.

Herrera Aruquipa, E. A. (2009). Efecto de Aplicación de Abonos Orgánicos y Químicos en el Cultivo de la Papa (*Solanum tuberosum*), y su Comportamiento en las Propiedades Físicas del Suelo.

Inostroza, J. F., & Méndez, P. L. (2023). *VII MANEJO POST PLANTACIÓN*.

Navarro, Y. (2023). Compostaje de la pulpa de café.

Romero Larrea, C. A. (2019). “Rendimiento de Semilla Pre Básica de Papa (*Solanum tuberosum*) Variedad Chaucha Roja, Proveniente del Sistema de Producción Aeropónico.” Universidad Técnica de Ambato.

Ruiz Villchez, D. (2021). “Análisis de la oferta y demanda de Papa (*Solanum tuberosum*) variedad canchan en el Huancayo-Junin.”

Tene Saca, E. C. (2024). Caracterización morfológica y evaluación agronómica de tres variedades nativas de papa (*Solanum spp.*) provenientes del cantón Saraguro, provincia de Loja. Universidad Nacional de Loja.

Trujillo García, E., & Perera Gonzales, S. (2019). Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades en Cultivos de Pap. In *Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades en Cultivos de Papa: Vol. 3era Edición* (CABILDO DE TENERIFE, pp. 1–28).

ANEXOS

Ubicación del área de Estudio



Control de malezas del área de



Elaboración de Camellones



Mescla de los sustratos



Clasificación de Semilla



Desinfección de Semilla



Siembra de Semilla



Germinación de Semilla



Aporque en el Cultivo



Tutorado en el Cultivo



Control de malezas en el área



Vector de Enfermedad



Control de plagas y



Implementación de NpK.



Muestras de Datos



Seguimiento del crecimiento y desarrollo del cultivo de papa en estiércol Bovino

TOMA DE DATOS AREA EXPERIMENTAL CON SUSTRATO DE ESTIERCOL BOVINO							
NUMERO DE MUESTRA	FECHA DE TOMA DE DATOS	ALTURA DE LA PLANTA EN Cm.	NUMERO DE HOJAS	CANTIDAD DE PAPA POR SUSTRATO	CIRCUNFERENCIA DEL FRUTO	TAMAÑO DEL FRUTO	PESO POR Kg DEL PRODUCTO
1	16/09/24	55	7	0	0	0	0
2	17/09/24	49	11	0	0	0	0
3	18/09/24	40	11	0	0	0	0
4	20/09/24	30	8	1	8	10	250
5	25/09/24	38	8	1	8	10	250
6	25/09/24	43	9	1	6	8	150
7	17/09/24	29	8	1	8	7	200
8	18/09/24	68	11	1	6	10	100
9	17/09/24	54	11	0	0	0	0
10	23/09/24	65	15	1	10	9	200
11	22/09/24	40	10	0	0	0	0
12	24/09/24	40	7	0	0	0	0
13	21/09/24	40	11	1	6	10	250
14	21/09/24	53	11	1	6	7	200
15	22/09/24	50	9	1	8	8	200
16	23/09/24	43	9	1	9	5	200
17	25/09/24	43	11	0	0	0	0
18	22/09/24	48	10	0	0	0	0
19	23/09/24	45	8	1	6	6	200
20	21/09/24	47	8	0	0	0	0
21	18/09/24	49	11	0	0	0	0
22	17/09/24	39	10	0	0	0	0
23	16/09/24	30	6	0	0	0	0
24	18/09/24	42	11	0	0	0	0
25	15/09/24	42	8	0	0	0	0
26	18/09/24	40	6	0	0	0	0
27	26/09/24	26	11	0	0	0	0
28	22/09/24	33	6	0	0	0	0
29	26/09/24	45	8	0	0	0	0
30	29/09/24	40	8	0	0	0	0

Seguimiento del crecimiento y desarrollo del cultivo de papa l cultivo de papa en

TOMA DE DATOS AREA EXPERIMENTAL CON SUSTRATO DE CASCARA DE CAFÉ MOLIDO							
NUMERO DE MUESTRA	FECHA DE TOMA DE DATOS	ALTURA DE LA PLANTA EN Cm	NUMERO DE HOJAS	CANTIDAD DE PAPA POR SUSTRATO	CIRCUNFERENCIA DEL FRUTO	TAMAÑO DEL FRUTO	PESO POR Kg DEL PRODUCTO
1	16/09/24	48	10	0	0	0	0
2	18/09/24	48	7	0	0	0	0
3	17/09/24	43	10	0	0	0	0
4	16/09/24	43	9	0	0	0	0
5	17/09/24	56	11	1	10	6	200
6	16/09/24	40	11	1	10	6	200
7	20/09/24	55	8	0	0	0	0
8	21/09/24	60	8	0	0	0	0
9	25/09/24	47	8	0	0	0	0
10	28/09/24	36	7	0	0	0	0
11	25/09/24	60	10	0	0	0	0
12	28/09/24	69	11	0	0	0	0
13	20/09/24	40	6	0	0	0	0
14	21/09/24	48	10	0	0	0	0
15	21/09/24	56	12	0	0	0	0
16	23/09/24	58	10	0	0	0	0
17	22/09/24	38	7	1	10	8	300
18	21/09/24	50	8	1	8	5	100
19	22/09/24	45	8	0	0	0	0
20	27/09/24	40	7	0	0	0	0
21	28/09/24	58	10	1	8	8	300
22	26/09/24	44	9	0	0	0	0
23	26/09/24	45	12	0	0	0	0
24	23/09/24	47	12	0	0	0	0
25	22/09/24	50	8	0	0	0	0
26	27/09/24	53	9	0	0	0	0
27	23/09/24	55	9	0	0	0	0
28	22/09/24	55	12	0	0	0	0
29	23/09/24	55	14	0	0	0	0
30	25/09/24	57	10	0	0	0	0

Seguimiento del crecimiento y desarrollo del cultivo de papa en el Testigo

TOMA DE DATOS AREA EXPERIMENTAL DEL TESTIGO (TIERRA DEL LUGAR)							
NUMERO DE MUESTRA	FECHA DE TOMA DE DATOS	ALTURA DE LA PLANTA EN Cm	NUMERO DE HOJAS	CANTIDAD DE PAPA POR SUSTRATO	CIRCUNFERENCIA DEL FRUTO	TAMAÑO DEL FRUTO	PESO POR Kg DEL PRODUCTO
1	15/09/24	49	8	0	0	0	0
2	16/09/24	45	8	0	0	0	0
3	16/09/24	38	7	0	0	0	0
4	18/09/24	44	7	0	0	0	0
5	19/09/24	46	12	0	0	0	0
6	19/09/24	39	6	1	6	12	200
7	16/09/24	44	12	0	0	0	0
8	20/09/24	40	9	1	10	5	200
9	20/09/24	50	20	1	7	8	400
10	22/09/24	40	6	1	7	4	100
11	21/09/24	53	6	1	10	6	300
12	22/09/24	49	12	1	8	8	400
13	25/09/24	49	12	1	9	4	100
14	26/09/24	70	14	1	8	10	250
15	29/09/24	50	9	1	10	10	300
16	28/09/24	59	12	1	10	6	250
17	27/09/24	39	8	1	8	7	300
18	24/09/24	44	15	0	0	0	0
19	23/09/24	52	10	0	0	0	0
20	22/09/24	66	17	0	0	0	0
21	21/09/24	55	13	0	0	0	0
22	25/09/24	63	12	0	0	0	0
23	27/09/24	40	12	0	0	0	0
24	28/09/24	48	12	0	0	0	0
25	22/09/24	40	7	0	0	0	0
26	23/09/24	54	14	0	0	0	0
27	22/09/24	54	10	0	0	0	0
28	29/09/24	40	10	0	0	0	0
29	28/09/24	57	7	0	0	0	0
30	22/09/24	63	14	0	0	0	0

Recolección de cosecha

