

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

**Tema: “Evaluación de sistemas para la implementación del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) variedad súper chola, con base en el uso de coberturas y brotes, en la comunidad La Aguada parroquia de Julio Andrade.”**

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del  
título de Ingeniero en Agropecuaria

AUTOR: Usama Rosero Brayan Inosencio

TUTOR: MSc. Herrera Ramírez Carlos David

Tulcán, 2026.

## CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que el estudiante Usama Rosero Brayan Inosencio con el número de cédula 0402048706 respectivamente ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de sistemas para la implementación del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) variedad súper chola, con base en el uso de coberturas y brotes, en la comunidad La Aguada parroquia de Julio Andrade."

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva

---

MSc. Herrera Ramírez Carlos David

**TUTOR**

Tulcán, marzo de 2026

## AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en la Carrera de agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Usama Rosero Brayan Inosencio con cédula de identidad número 0402048706 respectivamente declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



---

Usama Rosero Brayan Inosencio

**AUTOR**

Tulcán, marzo de 2026

## ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo Usama Rosero Brayan Inosencio declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de sistemas para la implementación del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) variedad súper chola, con base en el uso de coberturas y brotes, en la comunidad La Aguada parroquia de Julio Andrade." y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



---

Usama Rosero Brayan Inosencio

**AUTOR**

Tulcán, marzo de 2026

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por permitirme cumplir una meta más en mi vida, por siempre guiarme en mi camino de estudiante y bendecirme en cada momento de mi vida.

A mis padres Inosencio Usama y Maria Rosero, quienes han sido mi mayor motivación y apoyo para poder cumplir esta meta

A mis hermanos Efren, Byron y Jair quien me han ayudado y me han motivado y me han apoyado a cumplir con esta meta.

A la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales, por brindarme una formación académica sólida y de calidad.

Agradezco de manera especial a mi tutor, MSc. David Herrera, por su orientación técnica, acompañamiento académico y valiosos aportes durante el desarrollo de esta investigación, los cuales fueron fundamentales para el cumplimiento de los objetivos planteados.

A los docentes de la Carrera de Agropecuaria, quienes a lo largo de mi formación universitaria compartieron sus conocimientos y experiencias, contribuyendo significativamente a mi preparación profesional.

A la asociación ASOPROLAG de la comunidad La Aguada, por la apertura y colaboración brindada durante la ejecución del trabajo de campo, así como por facilitar la recopilación de información necesaria para el desarrollo de la investigación.

A mis cuñadas, sobrinos y sobrinas por su apoyo moral, comprensión y motivación constante, elementos esenciales para la culminación satisfactoria de esta etapa académica.

## **DEDICATORIA**

A Dios por concederme la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para culminar esta etapa fundamental de mi formación profesional, ser guía en mi camino a través de los años.

A mí por el tiempo, la dedicación y el amor que le he dedicado a esta carrera y al presente trabajo.

A mis padres, quienes con su esfuerzo constante, apoyo incondicional y valores inculcados han sido el pilar fundamental a lo largo de mi vida académica y personal, motivándome a no desistir ante las dificultades.

A mis hermanos por ser guías en este camino.

A mis cuñadas sobrinos y sobrinas por ser motivación durante este tiempo.

A todas aquellas personas que, directa o indirectamente, contribuyeron a mi crecimiento personal y profesional, impulsándome a alcanzar esta meta.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	12
<b>ABSTRACT</b> .....	13
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	14
<b>I. EL PROBLEMA</b> .....	16
<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	16
<b>1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	17
<b>1.3. JUSTIFICACIÓN</b> .....	17
<b>1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN</b> .....	19
1.4.1. Objetivo General .....	19
1.4.2. Objetivos Específicos .....	19
1.4.3. Preguntas de Investigación.....	19
<b>II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</b> .....	21
<b>2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	21
<b>2.2. MARCO TEÓRICO</b> .....	26
2.2.1 Origen e importancia del cultivo de papa ( <i>Solanum Tuberosum</i> ) .....	26
2.2.2 Clasificación taxonómica de la papa ( <i>Solanum Tuberosum</i> ).....	27
2.2.3 Descripción botánica de la papa ( <i>Solanum Tuberosum</i> ) .....	27
2.2.4 Etapas fenológicas del cultivo de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> ).....	33
2.2.5 Plagas y enfermedades del cultivo de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> ) .....	36
2.2.6 Manejo agronómico .....	39
<b>III. METODOLOGÍA</b> .....	45
<b>3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO</b> .....	45
3.1.1. Enfoque .....	45
3.1.2. Tipo de Investigación .....	45
<b>3.2. IDEA A DEFENDER</b> .....	45
3.2.1 Hipótesis Alternativa .....	45

3.2.2 Hipótesis Nula.....	45
<b>3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES .....</b>	<b>46</b>
<b>3.4. MÉTODOS UTILIZADOS .....</b>	<b>48</b>
3.4.1 Localidad de la unidad experimental.....	48
3.4.2 Características del sector .....	48
3.4.3 METODOS UTILIZADOS.....	49
3.4.4 Variables evaluadas.....	51
3.4.5 Análís estadístico.....	52
3.4.6 Procedimiento .....	52
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>55</b>
<b>4.1. RESULTADOS .....</b>	<b>55</b>
4.1.2. Prendimiento en el cultivo de papa <i>Solanum tuberosum</i> bajo el efecto de coberturas de suelo y materiales de propagación.....	55
4.1.3 Altura de planta en el cultivo de papa <i>Solanum tuberosum</i> bajo el efecto de coberturas de suelo y materiales de propagación.....	57
4.1.4 Presencia de tallos principales y laterales en el cultivo de papa <i>Solanum tuberosum</i> bajo el efecto de coberturas de suelo y materiales de propagación .....	60
4.1.5 Diámetro de tallos en el cultivo de papa <i>Solanum tuberosum</i> bajo el efecto de coberturas de suelo y materiales de propagación.....	63
4.1.6 Rendimiento en Tn/Ha en el cultivo de papa <i>solanum tuberosum</i> bajo el efecto de coberturas de suelo y materiales de propagación.....	66
4.1.7 Relación costo beneficio.....	69
<b>4.2. DISCUSIÓN.....</b>	<b>71</b>
4.2.1 Materiales de propagación en el cultivo de papa <i>Solanum tuberosum</i> ....	71
4.2.2 Coberturas de suelo en el cultivo de papa <i>Solanum tuberosum</i> .....	72
<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>75</b>
<b>5.1. CONCLUSIONES.....</b>	<b>75</b>
<b>5.2. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>76</b>

<b>VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b> .....	77
<b>VII. ANEXOS</b> .....	81

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la papa.....	27
Tabla 2. Plagas y enfermedades de la papa .....	37
Tabla 3. Tabla de definición y operacionalización de las variables .....	46
Tabla 4. Características meteorológicas del sector .....	48
Tabla 5. Descripción de los tratamientos .....	49
Tabla 6. Diseño experimental del experimento .....	50
Tabla 7. Diseño experimental del experimento.....	52
Tabla 8. Análisis de varianza para prendimiento en el cultivo de papa <i>Solanum tuberosum</i> bajo el efecto de coberturas de suelo y materiales de propagación a los 35 y 60 días después de la siembra.....	55
Tabla 9. Prueba de Tukey al 5% para prendimiento en el cultivo de papa <i>Solanum tuberosum</i> bajo el efecto de coberturas de suelo y materiales de propagación a los 35 y 60 dds.....	56
Tabla 10. Prueba de Tukey al 5% para prendimiento en el cultivo de papa <i>Solanum tuberosum</i> bajo el efecto de coberturas de suelo a los 35 y 60 días después de la siembra .....	56
Tabla 11. Prueba de Tukey al 5% para prendimiento en el cultivo de papa <i>Solanum tuberosum</i> bajo el efecto de material de propagación a los 35 y 60 dds .....	57
Tabla 12. Análisis de varianza para la altura de planta en el cultivo de papa <i>Solanum tuberosum</i> bajo el efecto de coberturas de suelo y materiales de propagación a los 35, 60, 90 y 120 días después de la siembra.....	57
Tabla 13. Prueba de Tukey al 5% para la altura de planta en el cultivo de papa <i>Solanum tuberosum</i> bajo el efecto de coberturas de suelo y materiales de propagación a los 35, 60, 90 y 120 dds.....	59
Tabla 14. Prueba de Tukey al 5% para la altura de planta en el cultivo de papa <i>Solanum tuberosum</i> bajo el efecto de coberturas de suelo a los 35, 60, 90 y 120 dds. ....	59

Tabla 15. Prueba de Tukey al 5% para la altura de planta en el cultivo de papa <i>Solanum tuberosum</i> bajo el efecto de material de propagación a los 35, 60, 90 y 120 dds.....	60
Tabla 16. Análisis de varianza para el número de tallos principales y laterales en el cultivo de papa <i>Solanum tuberosum</i> bajo el efecto de coberturas de suelo y materiales de propagación a los 35, 60, 90 y 120 dds .....	61
Tabla 17. Prueba de Tukey al 5% para la presencia de tallos principales y laterales en el cultivo de papa <i>Solanum tuberosum</i> bajo el efecto de coberturas de suelo y materiales de propagación a los 35, 60, 90 y 120 dds .....	62
Tabla 18. Prueba de Tukey al 5% para la presencia de tallos principales y laterales en el cultivo de papa <i>Solanum tuberosum</i> bajo el efecto de coberturas de suelo a los 35, 60, 90 y 120 dds .....	62
Tabla 19. Prueba de Tukey al 5% para el número de tallos principales y laterales en el cultivo de papa <i>Solanum tuberosum</i> bajo el efecto de material de propagación a los 35, 60, 90 y 120 dds .....	63
Tabla 20. Análisis de varianza para el diámetro de tallo en el cultivo de papa <i>Solanum tuberosum</i> bajo el efecto de coberturas de suelo y materiales de propagación a los 35, 60, 90 y 120 dds .....	64
Tabla 21. Prueba de Tukey al 5% para el diámetro de tallo en el cultivo de papa <i>Solanum tuberosum</i> bajo el efecto de coberturas de suelo y materiales de propagación a los 35, 60, 90 y 120 dds.....	65
Tabla 22. Prueba de Tukey al 5% para el diámetro de tallos en el cultivo de papa <i>Solanum tuberosum</i> bajo el efecto de coberturas de suelo a los 35, 60, 90 y 120 dds .....	65
Tabla 23. Prueba de Tukey al 5% para el diámetro de tallo en el cultivo de papa <i>Solanum tuberosum</i> bajo el efecto de material de propagación a los 35, 60, 90 y 120 dds.....	66
Tabla 24. Análisis de varianza para el rendimiento en tn/ha en el cultivo de papa <i>Solanum tuberosum</i> bajo el efecto de coberturas de suelo y materiales de propagación en total, primera clase, segunda clase y tercera clase.....	67
Tabla 25. Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento en tn/ha en el cultivo de papa <i>Solanum tuberosum</i> bajo el efecto de coberturas y brotes en total, primera clase, segunda clase y tercera clase .....	68

Tabla 26. Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento en tn/ha en el cultivo de papa Solanum tuberosum bajo el efecto de coberturas y brotes en total, primera clase, segunda clase y tercera clase. ....	69
Tabla 27. Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento del cultivo de papa con el material de propagación .....	69
Tabla 28. Relación beneficio costo de los diferentes tratamientos en estudio .....	70

### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Partes de la planta de papa.....	32
Figura 2. Localización del ensayo .....	48
Figura 3. Esquema del experimento.....	50
Figura 4. Población y muestra .....	51

### ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC.....	81
Anexos 2. Certificado del abstract por parte de idiomas .....	82
Anexos 3. Preparación del Terreno .....	84
Anexos 4. Acolchados.....	84
Anexos 5. Siembra del cultivo .....	84
Anexos 6. Variables.....	85
Anexos 7. Materiales de Propagación.....	86

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar distintos sistemas de manejo agronómico para la implementación del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Súper Chola, basados en el uso de coberturas de suelo y brotes como materiales de propagación, en la comunidad La Aguada, parroquia Julio Andrade, provincia del Carchi, el estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, de tipo experimental, las variables evaluadas fueron el porcentaje de prendimiento, altura de planta, número y diámetro de tallos, rendimiento total del cultivo y la relación costo- beneficio de cada tratamiento.

Los resultados obtenidos evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados, el tratamiento que combinó el uso de tubérculo semilla con cobertura de suelo plástica (mulch film), presentó los mayores valores de desarrollo vegetativo, un rendimiento de 36,88 tn/ha y una relación costo-beneficio superior en comparación con los demás tratamientos, por otro lado el tubérculo semilla tuvo un mayor rendimiento con 32 tn/ha frente al uso de brotes como material de propagación el cual tuvo un rendimiento de 28 tn/ha, sin embargo, fue una buena alternativa rentable para la propagación de semilla de calidad. Seguidamente, las coberturas de suelo con mulch film contribuyeron a mejorar las condiciones microclimáticas, favoreciendo la retención de humedad y el control de malezas, aspectos fundamentales dentro del manejo del cultivo tal como lo reportan estudios similares en sistemas de producción de papa (Saimon et al., 2024). De la misma manera, el rastrojo de trigo como cobertura de suelo tuvo un rendimiento rentable, pero bajo en comparación con los otros tratamientos, sin embargo, contribuye al mejoramiento de la estructura del suelo con el incremento de materia orgánica y aumentando la biota del suelo lo que demuestra su viabilidad técnica y económica para pequeños y medianos productores de la zona de estudio. Estos resultados confirman que la implementación de prácticas agronómicas alternativas puede contribuir a mejorar la rentabilidad del cultivo.

**Palabras Claves:** brotes, mulch film, coberturas de suelo, tubérculo semilla, rastrojo de trigo.

## ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate different agronomic management systems for the implementation of potato (*Solanum tuberosum*) cultivation of the Super Chola variety, based on the use of ground cover and shoots as propagation material, in La Aguada community, Julio Andrade parish, Carchi province. The study was conducted using a quantitative and experimental approach. The variables evaluated were: percentage of establishment, plant height, number and diameter of stems, total crop yield, and the costbenefit ratio of each treatment.

The results obtained showed statistically significant differences between the treatments evaluated. The treatment that combined the use of seed tubers with plastic mulch film showed the highest values for vegetative and productive development, with a yield of 36.88 t/ha and a cost-benefit ratio (1.2) higher than that recorded for the other treatments. On the other hand, in relation to the propagation material used, seed tubers had the highest yield with 32 tn/ha compared to the use of sprouts, which recorded a yield of 28 tn/ha. Soil cover with mulch film recorded a value of 34 tn/ha, followed by bare soil with 31.5 tn/ha and soil with vegetation cover with 24.88 tn/ha, showing that coverings contributed to improving microclimatic conditions at ground level. promoting moisture retention and weed control, which are fundamental aspects of crop management, as reported in similar studies on potato production systems (Saimon et al., 2024). Additionally, wheat stubble as ground cover contributes to improving soil structure by increasing organic matter and soil biota, demonstrating its technical and economic viability for producers in the study area.

**KEYWORDS:** shoots, mulch film, ground cover, seed tuber, wheat stubble.

## INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum*) es un tubérculo el cual es originario de las regiones andinas de América del Sur, lugar donde ha sido un alimento esencial desde tiempos prehispánicos. En la actualidad, la papa ocupa el tercer lugar como el alimento más consumido del mundo y en un componente crucial de la alimentación de la población mundial, debido a su capacidad para desarrollarse en menos tierra que cualquier otro cultivo importante (FAO, 2024). A través de la historia, este cultivo se ha posicionado como uno de los productos agrícolas más importantes a nivel mundial. Según la (FAO, 2024), La papa es un cultivo con más de 20 millones de hectáreas distribuidas a nivel de 150 países, lo cual la convierte en un componente fundamental del Programa Mundial de Alimentos, principalmente en las regiones donde la producción de cereales alcanza su límite de rendimiento (FAO, 2022). Para el año 2016, alcanzó un récord histórico con una producción de 422 millones de toneladas, destacando como principales productores a países como China, Rusia, Ucrania, Estados Unidos y Alemania.

En Ecuador, la papa es un cultivo ancestral el cual tiene un pilar fundamental dentro del sector agropecuario, debido a su fuerte incidencia en los ámbitos económicos, sociales y productivos, se estima que la papa satisface aproximadamente el 60% de la demanda alimentaria nacional, siendo además una fuente significativa de empleo al igual que ingresos para miles de pequeños y medianos agricultores (Bazantes y otros, 2020). La producción de papa está centrada principalmente en la región interandina del Ecuador, donde las condiciones agroecológicas son favorables para el desarrollo de este cultivo. Para el año 2020, el país registró 19,7 mil hectáreas cultivadas, representando un incremento del 26,5% respecto al año anterior, mientras que las provincias de Carchi, Tungurahua y Chimborazo concentraron el 56,7% de la producción nacional (INEC-ESPAC, MAG, 2022).

La provincia del Carchi se posiciona como el principal centro productor de papa a nivel del Ecuador, aportando aproximadamente con el 46% de la producción total nacional. Sin embargo, los suelos de esta provincia son de origen volcánico, los cuales

presentan desde la década de 1970 problemas de contaminación y presencia de patógenos que afectan más del 30% de las áreas cultivadas y generan una disminución altamente significativa en la productividad agrícola (Bastidas, 2021). Adicional a ello se suma el uso excesivo de fertilizantes químicos, tanto granulados como líquidos, los cuales son aplicados en altas dosis que contribuyen al encapsulamiento de nutrientes, dando como consecuencia la degradación progresiva del suelo (S. Mora et al., 2021).

El rendimiento del cultivo de papa depende estrechamente de una fertilización adecuada, que debe responder a las necesidades nutricionales de la planta mediante el aporte equilibrado de macro y micronutrientes (Flores, 2019). En la actualidad, ante las problemáticas derivadas del manejo inadecuado de fertilizantes y del deterioro ambiental, la agricultura moderna tiende hacia las prácticas que mejoren los rendimientos productivos, al igual que bajar los costos de producción de labores culturales.

En este sentido, la presente investigación se justifica en la necesidad de buscar estrategias que apunte al rendimiento máximo del cultivo, al igual que buscar alternativas que minoricen los costos de producción en labores culturales que se desarrollan a lo largo de todo el cultivo.

## I. EL PROBLEMA

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La producción de papa (*Solanum tuberosum*), variedad Súper Chola, constituye una de las actividades agrícolas más representativas a nivel de la provincia del Carchi, territorio que se destaca a nivel nacional debido a su alto volumen de producción y participación en el suministro interno. No obstante, el rendimiento del cultivo de papa ha evidenciado una tendencia negativa atribuida al incremento progresivo y excesivo de los costos de producción, los cuales superan los precios de comercialización para los medianos y pequeños productores de la provincia. Esta situación ha afectado la rentabilidad del cultivo, generando preocupación entre los agricultores locales, especialmente en periodos que el tubérculo desciende su precio llegando su valor por debajo de los quince dólares por quintal en papa de primera. Adicionalmente, el uso de sistemas de siembra tradicionales y el aumento progresivo de los precios de insumos agrícolas, incluidos los fertilizantes, han contribuido a agravar esta problemática productiva.

Los sistemas tradicionales de siembra, junto con el aumento constante en los precios de los insumos agrícolas al igual que fertilizantes y mano de obra, han elevado los gastos de producción por hectárea, cuesta alrededor de 17 dólares producir un quintal de papa frente a un valor de venta de 12 dólares. En consecuencia, el cultivo de papa se ha convertido en una actividad económicamente desfavorable para los pequeños y medianos productores.

De la misma manera, el uso inadecuado de prácticas agrícolas tradicionales ha incrementado la susceptibilidad del cultivo a plagas y enfermedades, lo que ha provocado pérdidas parciales o totales en la producción del tubérculo. La necesidad de realizar múltiples aplicaciones de agroquímicos durante todo el cultivo para controlar estos problemas incrementa aún más los costos, sin asegurar una mejora significativa en el rendimiento ni en la calidad del tubérculo.

La erosión por labranza es la redistribución del suelo causada por la labranza y la gravedad, este factor resulta en el movimiento progresivo del suelo pendiente abajo, provocando una pérdida significativa de suelo en las zonas altas y acumulación en las zonas bajas (Ontario, 2024).

Actualmente, establecer una hectárea de papa requiere una inversión de entre 6,500 y 7,500 dólares, donde la semilla representa el 10 % y la mano de obra el 22 % del costo total de producción. Esta situación ha limitado la rentabilidad del cultivo y ha reducido el interés de los agricultores por continuar con esta actividad del cultivo de papa. Frente a estos problemas, resulta necesario evaluar alternativas tecnológicas que contribuyan a mejorar el rendimiento productivo y reducir los costos de producción, entre ellas el uso de coberturas de suelo y la selección adecuada de material de propagación para la siembra, que podrían optimizar el manejo agronómico y la productividad del cultivo de papa en la comunidad La Aguada, parroquia Julio Andrade.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

La producción de papa (*Solanum tuberosum*) bajo sistemas tradicionales presenta una productividad limitada, asociado a prácticas inadecuadas en el manejo agronómico durante las fases de establecimiento y desarrollo del cultivo.

## **1.3. JUSTIFICACIÓN**

En la provincia del Carchi, la papa (*Solanum tuberosum*) es uno de los cultivos de mayor relevancia socioeconómica, dado su aporte tanto al consumo interno como a la generación de ingresos agrícolas. Sin embargo, la persistencia de rendimientos bajos frente a los elevados costos de producción hace necesaria la búsqueda de alternativas tecnológicas que optimicen la productividad y reduzcan los gastos en labores culturales que se desarrollan durante el ciclo de cultivo.

Entre las estrategias emergentes se destaca la producción de papa mediante brotes del tubérculo, la cual es una técnica que hace posible la rápida multiplicación de semilla, en consecuencia, un incremento en el rendimiento total del cultivo. Este método permite que el agricultor pueda utilizar una menor cantidad de semilla, base para obtener mayores volúmenes de papa comercial, representando una opción eficiente frente a los sistemas tradicionales de propagación, en zonas productoras de papas del país, los medianos y pequeños agricultores no disponen de semilla de calidad certificada. Usando la técnica tradicional de siembra del tubérculo que se lo

conoce comúnmente como semilla, el cultivo de papa tiene un bajo índice de multiplicación de tubérculos en un promedio de rendimiento de 15 quintales de 45 kilogramos de papa por cada quintal sembrado. En contraste, la propagación mediante brotes incrementa hasta trece veces este índice, mejorando notablemente la eficiencia del proceso productivo

Por otro lado, la implementación del acolchado agrícola se ha consolidado como una práctica complementaria de alto impacto en los últimos años dentro de los sistemas productivos. Esta técnica consiste en cubrir el suelo con películas o láminas especiales destinadas a proteger tanto al cultivo como al sustrato de las condiciones atmosféricas adversas como la desecación, el enfriamiento o la pérdida de nutrientes esenciales para el desarrollo vegetal. Además, el acolchado contribuye al control de malezas, puesto que al impedir el paso de la luz solar necesaria para su fotosíntesis las malezas dejan de crecer, adicionalmente favorece la retención de humedad en el suelo, reduciendo la evaporación y mejorando la eficiencia hídrica del cultivo (Díaz, 2022).

De igual modo, esta práctica permite acelerar los procesos de crecimiento y cosecha, generando incrementos significativos en el rendimiento sin requerir inversiones elevadas, lo que la convierte en una herramienta agronómica viable y accesible para los productores locales (Díaz, 2022).

Para 2019, el rendimiento promedio nacional de papa fue de 16,28 tn/ha. En la provincia del Carchi el gran productor (>10 ha) posee un rendimiento 34,09 tn/ha y supera en 52,00% la media nacional, por lo que su sistema de producción de papa es semi tecnificado; siendo solo esta provincia la que abarque el 30,00% del mercado de papa a nivel nacional (Bazantes y otros, 2020).

La provincia del Carchi se caracteriza por ser una zona eminentemente agrícola, favorecida por sus condiciones geográficas y climáticas que propician el desarrollo óptimo de diversos cultivos. No obstante, el sector productivo enfrenta limitaciones significativas, entre las que destacan los altos costos asociados a la fertilización y al manejo fitosanitario, factores que inciden directamente en la reducción de la productividad y rentabilidad del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*).

La producción de papa es esencial y se necesita realizar investigaciones que ayuden a tener mejores tecnologías que innoven la agricultura moderna conforme lo establece el artículo 17 del capítulo 1 de la conservación, uso sostenible e

investigación de la ley orgánica de agrobiodiversidad, semillas y fomento de la agricultura.

“La Autoridad Agraria Nacional, en coordinación con la Autoridad Ambiental Nacional, los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales, institutos públicos de investigación y centros de educación superior, identificarán con la participación de los productores y organizaciones sociales, las áreas de agrobiodiversidad que fortalezcan la protección, conservación, manejo y uso sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, para garantizar la soberanía alimentaria” (LEY ORGÁNICA DE AGROBIODIVERSIDAD, 2017).

“Constituyese el fondo de investigación de la agrobiodiversidad, semillas y agricultura sustentable, como instrumento financiero para promover programas y proyectos de investigación, mejoramiento fitogenético, producción de semilla y transferencia de tecnología, financiado con los recursos que se le asigne del presupuesto general del Estado” (LEY ORGÁNICA DE AGROBIODIVERSIDAD, 2017)

#### **1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

##### 1.4.1. Objetivo General

Evaluar diferentes tipos de coberturas de suelo y brotes como material de propagación en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) variedad súper chola.

##### 1.4.2. Objetivos Específicos

1. Determinar el efecto del material de propagación (brotes y tubérculo semilla) sobre el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) variedad súper chola.
2. Identificar la mejor cobertura de suelo y su influencia sobre el desarrollo del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) variedad súper chola.
3. Identificar el tratamiento que tiene la mejor relación costo/beneficio del experimento.

##### 1.4.3. Preguntas de Investigación

1. ¿Cómo influyen los sistemas de cultivo en el rendimiento del cultivo de papa?
2. ¿Qué diferencias se observan en el rendimiento total de papa entre los sistemas de siembra?

3. ¿Qué combinación de cobertura de suelo y material de propagación presenta la mayor influencia sobre el desarrollo agronómico del cultivo de papa?
4. ¿Cuál de los tratamientos evaluados presentan la mejor relación costo/beneficio de esta implementación?

## II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Souza-Dias & Feldmann (2024), en su investigación titulada “Unintended sprouts as additional resource for pathogen-free seed potato (*Solanum tuberosum*) propagation” mencionan que una innovación biotecnológica reciente se centra en el aprovechamiento de los brotes involuntarios que se los conoce como unintended sprouts que surgen en los tubérculos de papa durante el almacenamiento o transporte. Estos brotes, que se forman cuando se rompe la latencia por condiciones ambientales cambiantes, son una fuente adicional valiosa para la propagación de semilla de papa libre de patógenos, al utilizar los brotes para generar plántulas in vitro, que luego se plantan en el campo, se logra producir semilla nuclear o minitubérculos sanitariamente controlados.

Dentro de las ventajas acerca de esta técnica nos mencionan las siguientes

**Innovación y Adopción:** A pesar que no es una técnica nueva, la tecnología se ha ido incorporando en el sector técnico brasileño de equipos y está siendo adoptada tanto por productores de papa de semilla como de papa de mesa, quienes se benefician de la buena aceptación por parte de los consumidores de las papas pequeñas en el mercado ( Souza-Dias & FeldmanN, 2024)

La tecnología IAC-Brotos/Papa de Siembra ha demostrado su viabilidad en entornos experimentales y comerciales, puesto que tiene el potencial de beneficiar a agricultores de bajos ingresos y combatir la escasez mundial de alimentos al aumentar la disponibilidad de semilla para su mayor reconocimiento global, el texto sugiere que la tecnología debe someterse a pruebas exhaustivas en otros países y que los servicios de extensión agrícola deben proporcionar instrucciones sencillas y claras a los pequeños agricultores ( Souza-Dias & FeldmanN, 2024).

Ernani Clarete da Silva, Andressa B Giusto, José Alberto C de Sousa Días, en su investigación titulada “Produção de minitubérculos a partir de brotos de batata em diferentes combinações de substratos”, en la cual la investigación se centró en evaluar el rendimiento de minitubérculos de papa producidos a partir de brotes como

alternativa de propagación de semilla, analizando el impacto de diferentes cultivares y sustratos. Los resultados determinaron cuales son las combinaciones son más eficientes para la producción de semilla, el número de minitubérculos aptos para semilla fue influenciado directamente por el cultivar y el sustrato, actuando de forma aislada, la variedad Ágata produjo el mayor número de minitubérculos, un resultado que se ve influenciado por su tendencia a generar un mayor número de tallos por metro cuadrado, lo cual se relaciona directamente con la cantidad de tubérculos formados, los sustratos comerciales Plantmax y la fibra de coco se destacaron como los principales debido a su rendimiento significativamente superior en la producción de minitubérculos, para la producción de semilla, la cantidad de tubérculos por planta es más relevante que el peso, puesto que un mayor número de tubérculos semilla reduce el costo de producción por unidad de siembra (Diniz, 2006).

Los mejores resultados en peso se observaron en Plantmax y en la mezcla de Plantmax + cáscara de arroz carbonizada (Diniz, 2006).

El estudio valida que las variedades Monalisa, Asterix y Ágata son viables para la producción de minitubérculos a partir de brotes. Se concluye que los sustratos Plantmax y fibra de coco son los más adecuados para optimizar esta técnica de propagación (Diniz, 2006).

En el proyecto implementado por el INIAP en la provincia de Chimborazo con la participación de los técnicos del Programa Nacional de Raíces y Tubérculos PNRT-papa (1997), menciona que el uso de brotes obtenidos de tubérculos-semilla de papa se los utiliza como una práctica de transferencia de tecnología para incrementar el índice de multiplicación y acelerar la difusión de nuevas variedades generadas por el Programa Nacional de Raíces y Tubérculos (PNRT-Papa) del INIAP (Merino F. L., 1997).

El folleto subraya que al utilizar los brotes como una técnica de material para la propagación adicional, se puede obtener un mayor número de plantas a partir de una cantidad limitada de material inicial de alta calidad, esta técnica facilita que las nuevas variedades de papa, estén libres de patógenos y con mejores características agronómicas, esta práctica no solo es una tecnología generada y difundida por el INIAP, sino que también es una herramienta validada directamente por los agricultores, de esta manera contribuye a que las organizaciones campesinas

mejoren sus procesos productivos y asegura que el material de siembra sea de calidad y libre de virus.

Saimon, A. H.1, Mannan, M. A.2, Sultana, S.1 & Mondal, A.R. en su investigación titulada "Effect of straw and plastic mulches on growth and yield of zero tillage potato (*Solanum tuberosum*L.) in the Coastal Khulna Region of Bangladesh" nos mencionan acerca de las diferentes técnicas de acolchado que influyeron significativamente en el rendimiento, donde los acolchados plásticos superaron al acolchado de paja (Saimon, 2024).

Los resultados de esta investigación fueron los siguientes, donde el mejor tratamiento fue la Película de Acolchado (Mulch Film) con un rendimiento de 34.76 tn/ha, Polietileno Negro con un rendimiento de 28.11 tn/ha, Acolchado de Paja con un rendimiento de 23.74 tn/ha, Polietileno Blanco con un rendimiento de 20.44 tn/ha y finalmente Polietileno Azul con un rendimiento de 18.66 tn/ha. El Mulch Film (Película de Acolchado) produjo el rendimiento más alto, demostrando ser el más eficaz para optimizar las condiciones del suelo y la planta bajo cero labranza, dentro del análisis Económico Relación Beneficio-Costo, el tratamiento con Película de Acolchado (Mulch Film) resultó en la relación beneficio-costo más alta (B:C), a pesar de tener una alta inversión inicial y alta producción final, el Polietileno Negro quedó en segundo lugar en términos de relación B:C, Impacto en el Crecimiento, las técnicas de acolchado influyeron positivamente en los factores subyacentes del crecimiento, el acolchado de arroz (paja) demostró ser eficiente al crear una capa gruesa que reduce la pérdida de humedad del suelo, una ventaja crucial en la región costera (Saimon, 2024), la temperatura del Suelo y control de malezas donde los acolchados plásticos, especialmente el negro, son conocidos por aumentar la temperatura del suelo lo que puede acelerar la emergencia y suprimir el crecimiento de malezas, factores que mejoran la disponibilidad de nutrientes y la eficiencia del uso del agua (Saimon, 2024).

El estudio concluye que combinar la siembra directa (cero labranzas) con el acolchado plástico (Mulch Film o Polietileno Negro) es una estrategia con gran potencial y rentabilidad para la producción de papa en la región costera de Khulna, Bangladesh, ayudando a superar los desafíos ambientales y logísticos de la zona.

Juzhen Xu, Yanbo Wang, Yuanquan Chen, Wen Qing He, Xiaojie Li, Jixiao Cui, (2023), en su investigación denominada "Identifying the Influencing Factors of Plastic Film

Mulching on Improving the Yield and Water Use Efficiency of Potato in the Northwest China" menciona que el acolchado con película plástica (PFM) es vital para la producción de papa en el noroeste de China, siendo una región caracterizada por la poca cantidad de agua destinada para los cultivos, la investigación empleó un meta-análisis y modelos estadísticos para la identificación de los factores clave como son climáticos, de manejo agronómico y de suelo que influyen directamente en la magnitud de la mejora en el rendimiento y la eficiencia en el uso del agua que ofrece el PFM, el impacto positivo del PFM en el rendimiento fue mayor en sitios con precipitación media y baja es decir suelo semiárido y árido que en sitios con alta precipitación, la mejora en el rendimiento estuvo fuertemente ligada a la temperatura media durante la temporada de crecimiento y la precipitación total (Juzhen, 2023).

El estudio concluye que, para maximizar la eficacia del acolchado plástico en papa en el noroeste de China, se deben implementar un acolchado de surco entero para priorizar la cobertura total del suelo, además la optimización del N al aplicar dosis adecuadas de fertilizante nitrogenado ( $180\text{--}240 \text{ kg N/ Ha}^{-1}$  para maximizar la interacción PFM-Nutrientes, de esta manera se puede equilibrar la escasez de agua y la alta demanda nutricional de la papa en regiones áridas, el meta-análisis reveló que el PFM incrementó el rendimiento de la papa en un promedio del 40.4% y el uso de agua en un 36.3% en comparación con los tratamientos sin acolchado (Juzhen, 2023).

Manoj Bhatta<sup>1</sup>, Bhimsen, Shrestha. Ananta, Raj, Devkota Khem, Raj Joshi, SabinBhattarai y Umisha Dhakal dentro de su investigación denominada "Effect of plastic mulching on growth and yield of potato (*Solanum tuberosum* L.) in Dadeldhura, Nepal" menciona que la mejor época de siembra y el efecto del acolchado plástico (PM) en el crecimiento y rendimiento de la papa en las colinas medias de Nepal, se utilizó un diseño de Parcelas Divididas, evaluando dos factores clave siendo el primer cultivo con acolchado plástico y otro Sin acolchado, adicional a esto está la época de siembra en Tres fechas, Finales de noviembre, mediados de diciembre y finales de diciembre (Manoj, 2020).

El estudio concluyó que la interacción entre el acolchado plástico y la época de siembra tuvo un impacto significativo en varios parámetros del cultivo, la combinación de siembra a finales de noviembre con acolchado plástico resultó en el rendimiento de tubérculos más alto con un resultado de 15,54 t/ha, el acolchado

por sí solo incrementó significativamente el rendimiento en un promedio de 4,2 tn/ha en comparación con el tratamiento sin acolchado (Manoj, 2020)

El acolchado plástico demostró ser una práctica efectiva al modificar el microclima del suelo, lo cual es crucial en un entorno de colinas medias, se incrementa la temperatura del suelo, lo que acelera la germinación y el desarrollo temprano de la planta, especialmente importante en las siembras tempranas de invierno, el acolchado plástico también contribuye a conservar la humedad del suelo, reduciendo la necesidad de riego y mitigando los efectos de periodos seco, el estudio concluye que para maximizar la producción de papa en Dadelhdura, la práctica más recomendable es la siembra temprana que se da a finales de noviembre combinada con el uso de acolchado plástico, esta combinación asegura una buena germinación, un desarrollo vegetativo robusto y, consecuentemente, el máximo rendimiento de tubérculos bajo las condiciones de las colinas medias de Nepal.

Ming Zhao, Juhua Ma, Xunzhen Cui, Liangliang Hu, Zeyi Wang, Lei Chang, Caixia Huang, en su investigación denominada "Effects of partial straw mulching on potato production in different precipitation years in a dryland farming region" se menciona que en la región de agricultura de secano en la Meseta de Loess, China, donde la escasez de agua para cultivos es limitada, el objetivo fue evaluar los efectos del acolchado parcial de paja, una técnica de conservación de suelo y agua, en el crecimiento, el rendimiento y la eficiencia del uso del agua de la papa, comparando su desempeño en años secos, normales y húmedos (Ming, 2023)

El efecto del acolchado parcial de paja varió significativamente dependiendo del régimen de precipitación del año, en el rendimiento de tubérculos el acolchado parcial de paja demostró ser más beneficioso en condiciones de sequía, el acolchado parcial de paja incrementó significativamente el rendimiento de la papa en estos años. La mejora se debió principalmente a la capacidad de la paja para reducir la evaporación del suelo y conservar la humedad para las plantas

En los años húmedos el acolchado parcial de paja en el rendimiento fue mínimo o insignificante, en años con alta precipitación, la conservación adicional de agua no fue un factor limitante, y la paja pudo haber tenido un efecto neutral o incluso ligeramente negativo al interferir con otros procesos.

Shrestha, K., Sah, SK, Singh, R. y Devkota, YN en su investigación denominada "Yield of potato varieties (*Solanum tuberosum* L.) with and without straw mulching in

Shankharapur, Kathmandu, Nepal" menciona que el propósito principal fue evaluar la respuesta de tres variedades de papa ('Kufri Jyoti', 'Kufri Sinduri' y 'Janak Dev') al tratamiento de acolchado de paja en comparación con un control sin acolchado, con el objetivo de determinar la mejor combinación de variedad y manejo para maximizar el rendimiento en las condiciones agroclimáticas de Shankharapur, Katmandú (Shrestha, 2020)

El experimento se llevó a cabo utilizando un diseño factorial de bloques completamente al azar (RCBD), con dos factores principales: Manejo: Acolchado de Paja y Sin Acolchado con las variedades 'Kufri Jyoti', 'Kufri Sinduri' y 'Janak Dev'.

El estudio concluyó que el factor de manejo y la variedad influyeron significativamente en los resultados del rendimiento, el acolchado de paja mejoró consistentemente los parámetros de crecimiento y rendimiento en comparación con el control, el acolchado de paja incrementó significativamente el rendimiento total promedio en un 30% (20.37 t/ha) en comparación con el tratamiento sin acolchado (15.61 t/ha), también resultó en un mayor peso promedio de los tubérculos y un mayor número de tubérculos grandes por planta, lo que indica una mejor calidad comercial de la cosecha, la paja ayudó a conservar la humedad del suelo y a moderar la temperatura del suelo, creando un microclima más favorable para la tuberización.

## **2.2. MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1 Origen e importancia del cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*)**

La papa (*Solanum tuberosum*) es originaria de la región andina de América del Sur, específicamente de los actuales territorios del sur del Perú y el noroeste de Bolivia, donde su domesticación esta hace aproximadamente 8 000 a 10 000 años a partir de las especies silvestres del género *Solanum* (Spooner, 2005). Los hallazgos arqueológicos en el altiplano andino, en el sitio de Chilca en Perú, se pudo identificar restos de tubérculos domesticados que datan de hace aproximadamente más de 7 000 años, la domesticación de la papa estuvo ligada principalmente a las culturas preincaicas e incaicas, las cuales desarrollaron diversas prácticas de selección empírica, adaptando variedades a distintas altitudes, lo que permitió una enorme diversidad genética. Según estudios del Centro Internacional de la Papa (CIP), en los Andes se conservan más de 4 000 variedades nativas, lo que la convierte a la región en el principal centro de diversidad genética del cultivo de papa (Papa C. I., CIP, 2021).

El papel crucial de la papa (*Solanum tuberosum*) en el futuro de la seguridad alimentaria mundial y la sostenibilidad de los sistemas agroalimentarios es el desafío central cómo aumentar la producción de alimentos de manera nutritiva y sostenible, utilizando los mismos o incluso menos recursos, mientras se reduce el desperdicio de alimentos para satisfacer a la demanda poblacional (Devaux, 2021).

La papa es conocida como un cultivo clave para superar las limitaciones de la producción global, principalmente para los países en vías de desarrollo, el cultivo actual y la demanda de la papa le permiten abordar las cuatro dimensiones de la seguridad alimentaria como son la disponibilidad, acceso, uso y calidad, y estabilidad, con un enfoque particular en África, el reto principal es aumentar la productividad de papa en los sistemas rurales donde existen bajos ingresos para combatir la inseguridad alimentaria y el hambre (Devaux, 2021), el objetivo está en la gestión y optimización de recursos, considerando factores como la calidad, la diversidad de productos, los impactos en la salud y la adaptación a los efectos del cambio climático.

### 2.2.2 Clasificación taxonómica de la papa (*Solanum Tuberosum*).

**Tabla 1.** Clasificación taxonómica de la papa

<b>Categoría</b>	<b>Clasificación científica</b>
Reino:	<i>Plantae</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Orden:	<i>Solanales</i>
Familia:	<i>Solanaceae</i>
Género:	<i>Solanum L.</i>
Sección:	<i>Petota Dumort.</i>
Especie:	<i>Solanum tuberosum L.</i>
Subespecies:	<i>S. tuberosum subsp. andigena</i> y <i>S. tuberosum subsp. Tuberosum</i>

**Fuente:** (Inostroza F., 2009)

### 2.2.3 Descripción botánica de la papa (*Solanum Tuberosum*)

La papa es una planta dicotiledónea herbácea, su hábito de crecimiento varía según las especies, cuando todas las hojas se encuentran cerca de la base o en la base de tallos cortos, y están cerca del suelo, se dice que la planta tiene hábito de crecimiento arrosetado o semiarrosetado.

La papa es una planta herbácea perteneciente al grupo de las dicotiledóneas, se caracteriza por su hábito de crecimiento que puede ser rastrero o erecto, sus tallos

son gruesos y tienen una textura semileñosa, poseen entrenudos cortos y una estructura hueca o medulosa, los tallos presentan una morfología angular y tonalidades que varían entre los colores verde y púrpura rojizo, el follaje de la planta alcanza una altura promedio de 0,60 a 1,50 metros, está conformado por hojas compuestas y pinnadas, en las fases iniciales, las hojas primarias pueden ser simples, sin embargo, en la etapa de madurez, la planta desarrolla hojas compuestas dispuestas de manera alterna a lo largo del tallo (Ataucuri, 2021).

#### 2.2.3.1 Raíz

El sistema radicular de la papa presenta variaciones dependiendo de el origen de su propagación, cuando la planta se desarrolla a partir de una semilla es decir mediante la reproducción sexual (botánica), forma una raíz axonomorfa o pivotante, delgada y con ramificaciones laterales, en cambio, cuando proviene de una semilla asexual el cual es un tubérculo, desarrolla raíces adventicias en la base de cada brote y sobre los nudos subterráneos del tallo, pudiendo también generarse raíces en los estolones., la papa posee un sistema radicular débil en comparación con otros cultivos, lo que exige su establecimiento en suelos con condiciones físicas y químicas óptimas para un adecuado desarrollo de la planta, dicho sistema puede variar entre superficial y delicado o fibroso y profundo, dependiendo del tipo de propagación y de las condiciones edáficas del entorno.

#### 2.2.3.2 Tallo

El tallo principal es aéreo, herbáceo y tiene una consistencia semileñosa, con una morfología angular o subcilíndrica, generalmente hueca o medulosa en su interior, excepto en los nudos, donde se torna sólido, el color varía según la variedad, presentando tonalidades que van entre verdosas, rojizas o púrpuras, la altura oscila entre 0,6 y 1,5 metros, esto depende directamente de la variedad, las condiciones ambientales y el manejo agronómico, la planta desarrolla tallos subterráneos que se los denomina estolones, los cuales son estructuras alargadas que crecen lateralmente desde los nudos basales del tallo principal, en los extremos de estos estolones se forman los tubérculos, los tallos de la papa presentan nudos y entrenudos bien definidos, donde se encuentran las hojas compuestas y brotes axilares, estos brotes, bajo condiciones adecuadas de humedad y temperatura, pueden originar nuevos tallos o estolones, lo que evidencia la alta capacidad de regeneración vegetativa que es propia de la especie, los tallos de la papa cumplen una función estructural,

fisiológica y reproductiva esencial, ya que participan tanto en el crecimiento aéreo de la planta como en la formación de los órganos de reserva subterráneos que determinan el rendimiento del cultivo.

#### 2.2.3.3 Estolones

Los estolones de la papa (*Solanum tuberosum*) son tallos subterráneos modificados que desempeñan un papel importante en la propagación vegetativa y en la formación de los tubérculos, los estolones se originan a partir de los nudos basales del tallo principal o de los brotes axilares cercanos al suelo, son alargados, delgados, blanquecinos y de crecimiento horizontal, que se desarrollan en el suelo, su crecimiento se debe a la elongación de los entrenudos, proceso estimulado por factores como la baja intensidad lumínica y la alta humedad concentrada en el suelo, a medida que el estolón se desarrolla, su extremo distal se engrosa progresivamente debido a la acumulación de almidón y otras reservas energéticas, dando origen al tubérculo, este proceso de tuberización está regulado fisiológicamente por fitohormonas como giberelinas, citoquininas y ácido abscísico, así como también por la acción del fotoperiodo y la temperatura, los estolones poseen nudos y yemas latentes, que, en condiciones favorables, pueden generar nuevos brotes o raíces adventicias, esta característica da lugar a que la papa tenga una gran capacidad de multiplicación vegetativa, contribuyendo a su éxito como cultivo agrícola, los estolones constituyen estructuras transitorias esenciales en el ciclo vital de la papa, ya que cruzan la fase vegetativa aérea con la formación de los tubérculos subterráneos, dando lugar en gran medida el rendimiento y la calidad fisiológica de la semilla y del producto comercial.

#### 2.2.3.4 Tubérculos

Desde el punto de vista botánico, los tubérculos de la papa (*Solanum tuberosum*) son tallos subterráneos engrosados que se desarrollan a partir del extremo distal de los estolones, su principal función es almacenar carbohidratos como el almidón, agua, proteínas y minerales, estos son utilizados por la planta para su reproducción vegetativa, además actúan como fuente energética durante la brotación para el siguiente ciclo.

Morfológicamente, los tubérculos presentan una forma ovoidal o redonda, su tamaño, color de piel y pulpa cambia según la variedad de papa y las condiciones edafoclimáticas, poseen una epidermis delgada y suberificada denominada

peridermis, la cual es la encargada de proteger los tejidos internos del daño mecánico y la desecación.

Los tubérculos muestran yemas comúnmente llamados ojos, que corresponden a nudos con brotes axilares de los cuales cada uno puede originar una nueva planta si las condiciones de temperatura y humedad son favorables, esta característica da lugar a que los tubérculos actúen como órganos de propagación asexual, permitiendo la multiplicación clonal de las variedades a partir de los tubérculos.

Fisiológicamente, la formación del tubérculo está controlada por la interacción entre factores hormonales de giberelinas, auxinas, citoquininas y ácido abscísico, al igual que ambientales como el fotoperiodo, temperatura del suelo, disponibilidad hídrica y nutrientes, en la fase de tuberización marca el punto de transición entre el crecimiento vegetativo y el reproductivo del cultivo.

La calidad y el tamaño de los tubérculos determinan directamente el rendimiento comercial y el valor de semilla, siendo factores esenciales en el proceso de productividad y la sostenibilidad del sistema agrícola

Los tubérculos órganos de reserva ricos en almidón que constituyen la parte comestible del cultivo. Estos tubérculos son, desde un punto de vista morfológico, tallos modificados que cumplen una función de almacenamiento y propagación vegetativa.

#### 2.2.3.5 Hojas

Las hojas de la papa (*Solanum tuberosum*) son órganos esenciales para la fotosíntesis, transpiración y respiración de la planta, sus funciones son vitales para el crecimiento y desarrollo, su morfología, disposición y estructura anatómica están relacionadas con la eficiencia fisiológica de la planta, la papa presenta hojas compuestas, pinnadas e imparipinnadas, formadas por un eje central o raquis del cual emergen folíolos primarios y secundarios dispuestos de manera alterna, en el ápice del raquis se encuentra un folíolo terminal, mientras que en la base pueden observarse estípulas pequeñas, el número de los folíolos el tamaño varía según la variedad, el estado fenológico y las condiciones ambientales en las que se encuentra la planta.

La hoja es de color verde intenso, con una superficie ligeramente rugosa y nervaduras bien marcadas, la epidermis posee estomas en el envés, lo que contribuye a una regulación eficiente del intercambio gaseoso y de la pérdida de agua, está

compuesta por tejido palisádico y esponjoso, donde se encuentran los cloroplastos, responsables del proceso de fotosíntesis.

Se disponen alternadamente a lo largo del tallo, confiriendo a la planta un aspecto denso y frondoso, esta disposición optimiza la captura de radiación solar y, por tanto, la producción de fotoasimilados, que posteriormente se transportan hacia los tubérculos durante la fase de tuberización, las hojas son sensibles a factores ambientales como la temperatura, humedad y radiación, estrés hídrico y deficiencias nutricionales se ven afectado en su área foliar y la tasa fotosintética, impactando negativamente en el rendimiento del cultivo.

#### 2.2.3.6 Flores

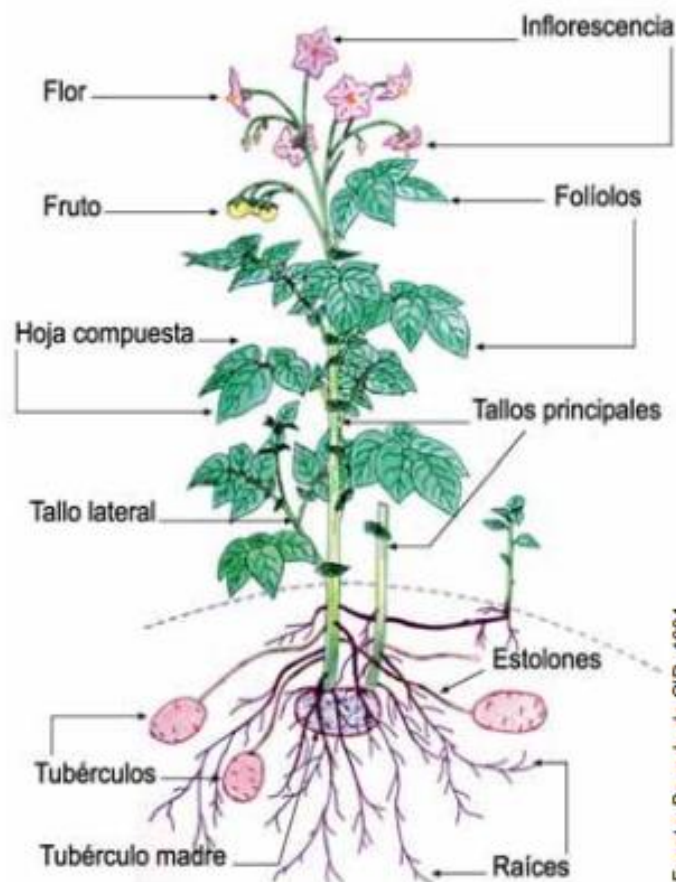
Las flores de la papa (*Solanum tuberosum*) son estructuras hermafroditas que desempeñan un papel fundamental en la reproducción sexual de la especie, aunque en la práctica agrícola el cultivo se propaga principalmente por vía vegetativa mediante tubérculos que se forman, las flores se agrupan en inflorescencias racimosas o cimosas, ubicadas en los extremos de las ramas o en los nudos superiores del tallo, cada flor se encuentra sostenida por un pedicelo y está conformada por los verticilos florales típicos de las dicotiledóneas.

La floración de la papa depende de factores genéticos y ambientales, principalmente del fotoperiodo y la temperatura, tras la fecundación, el ovario se transforma en un fruto tipo baya, de color verde y no comestible, que contiene numerosas semillas botánicas utilizadas en programas de mejoramiento genético, las flores de la papa son estructuras altamente especializadas que, aunque no intervienen directamente en la producción comercial del cultivo, constituyen un componente esencial en los procesos de diversificación genética y reproducción sexual, contribuyendo a la adaptación y evolución de la especie.

#### 2.2.3.7 Fruto

El fruto de la papa (*Solanum tuberosum*) es una baya globosa o subglobosa, de consistencia carnosa y color verde cuando está inmadura, tornándose amarillenta o ligeramente parda al alcanzar la madurez fisiológica, se desarrolla a partir del ovario súpero de la flor después de la fecundación, es una estructura que alberga las semillas botánicas verdaderas o semillas sexuales.

La baya de papa mide entre 1 y 3 cm de diámetro, posee una epidermis delgada y un mesocarpio succulento. En su interior contiene de 100 a 300 semillas, de forma ovoide y aplanada, con un color que varía del amarillo claro al marrón, cada semilla está rodeada por una sustancia viscosa que facilita su dispersión, estos frutos no tienen valor comercial, ya que no se destinan al consumo humano ni se emplean normalmente en la siembra tradicional, que se realiza mediante tubérculos, sin embargo, las semillas botánicas resultantes son de gran importancia en programas para mejoramiento genético, al permitir la obtención de nuevas variedades con resistencia a enfermedades, plagas y condiciones ambientales adversas, el fruto cumple una función relevante al asegurar la variabilidad genética natural de la especie, lo que favorece su adaptación evolutiva y la conservación de su acervo genético, el fruto de la papa, aunque carece de valor económico directo, representa un componente clave en la biología reproductiva del cultivo, constituyendo la base de la reproducción sexual y del mejoramiento varietal moderno.



**Figura 1.** Partes de la planta de papa  
**Fuente:** (Inostroza F., 2009).

## 2.2.4 Etapas fenológicas del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*)

### 2.2.4.1 Emergencia

La emergencia constituye una de las etapas iniciales del desarrollo fenológico de la planta, marcando la transición entre la fase subterránea de brotación y la fase aérea de crecimiento vegetativo, tiene lugar cuando los brotes desarrollados a partir del tubérculo atraviesan la superficie del suelo y exponen sus primeras hojas verdaderas, este proceso suele tener lugar entre 10 y 25 días después de la siembra, dependiendo de factores como la temperatura del suelo, humedad, profundidad de siembra, calidad fisiológica de la semilla y variedad.

Durante la emergencia, se activan procesos metabólicos intensos donde el tubérculo madre suministra reservas de almidón y azúcares solubles a los brotes, que luego se transforman en energía mediante respiración celular, se forman las raíces adventicias en la base de los tallos, permitiendo a la planta establecer su sistema radicular inicial y comenzar la absorción activa de agua y nutrientes, el estado fenológico de emergencia se caracteriza por la aparición de los brotes verdes sobre la superficie del suelo, seguidos por la expansión de las primeras hojas compuestas

Cabe destacar que una emergencia uniforme es clave para un desarrollo homogéneo del cultivo, factores como semillas viejas, deshidratadas o infectadas afectan directamente al retraso de la emergencia, provocando desuniformidad en el crecimiento, competencia desigual por recursos y, rendimiento comercial, la emergencia en la papa es una etapa crítica que define el éxito del establecimiento del cultivo y condiciona las fases fenológicas posteriores. Su adecuada comprensión y manejo agronómico garantizan un crecimiento vigoroso y equilibrado.

### 2.2.4.2 Crecimiento de brotes laterales

Constituye una fase fenológica crucial dentro del desarrollo vegetativo, la cual ocurre después de la emergencia y antes de la tuberización, se caracteriza por la formación y elongación de ramas laterales a partir de las yemas axilares situadas en los nudos del tallo principal, y tiene una función esencial en la determinación del número de tallos y, por tanto, en el potencial productivo de la planta, los brotes laterales emergen por activación de las yemas axilares que permanecen en estado de latencia durante las primeras fases de crecimiento regulado por la interacción de fitohormonas, principalmente las auxinas, citocininas y giberelinas, los brotes laterales

presentan una estructura similar al tallo principal, con capacidad de desarrollar hojas, estolones e incluso tubérculos secundarios, dependiendo del genotipo y las condiciones ambientales, incrementan la superficie foliar de la planta, la expresión de los brotes laterales se ve influenciada por factores como la densidad de siembra, fertilidad del suelo, iluminación, temperatura y estado fisiológico del tubérculo, este estadio marca la transición hacia la fase de tuberización, ya que el equilibrio hormonal y la expansión del dosel vegetal crean las condiciones necesarias para el transporte de fotoasimilados hacia los órganos subterráneos, donde se iniciará la formación de los tubérculos.

#### 2.2.4.3 Inicio de la tuberización

Es una de las fases fenológicas más determinantes en el ciclo del cultivo, debido a que marca el paso del crecimiento vegetativo al desarrollo de los órganos de reserva como son los tubérculos, este proceso implica la transformación de los estolones subterráneos en estructuras engrosadas que almacenan almidón y otros compuestos metabólicos esenciales para la reproducción asexual y la supervivencia de la especie, la tuberización se activa cuando los meristemos apicales de los estolones dejan de crecer longitudinalmente y comienzan a dividirse radialmente, promoviendo la expansión del parénquima amilífero. Este cambio se encuentra regulado por factores endógenos y exógenos, en particular, la relación entre giberelinas, citocininas y ácido abscísico juega un papel clave, la inducción de la tuberización ocurre bajo condiciones de fotoperíodos cortos, temperaturas moderadas y un balance hídrico adecuado, que favorecen la acumulación de fotoasimilados en los estolones. Además, la disponibilidad de nutrientes, especialmente nitrógeno, fósforo y potasio, el inicio de la tuberización se manifiesta por el engrosamiento de los extremos de los estolones, que posteriormente desarrollan lenticelas y una epidermis protectora, en esta fase, los tubérculos aún son inmaduros y no poseen una piel suberificada, lo que los hace sensibles a daños mecánicos y patógenos del suelo.

#### 2.2.4.4 Llenado de tubérculos

Es una fase fenológica crítica dentro del ciclo productivo, puesto que determina el rendimiento y la calidad final, ocurre después de la iniciación tuberosa, cuando los primordios formados comienzan un proceso activo de acumulación de biomasa, almidón y otros fotoasimilados procedentes de las hojas, que actúan como órganos

fuente, el llenado de los tubérculos está controlado por la interacción entre el transporte de fotoasimilados como la sacarosa y su conversión en almidón dentro de los amiloplastos de las células parenquimáticas del tubérculo.

Las hojas maduras constituyen las fuentes principales de asimilados, mientras que los tubérculos actúan como sumideros dominantes, los tubérculos incrementan su volumen debido a la división y expansión celular, acompañada por una acumulación progresiva de almidón en el parénquima, la piel del tubérculo comienza a suberificarse y a desarrollar lenticelas funcionales para el intercambio gaseoso, en condiciones óptimas de suelo el llenado ocurre de manera uniforme y sostenida durante varias semanas.

#### 2.2.4.5 Maduración

Etapa fenológica final del ciclo del cultivo, en la cual se completa el proceso de acumulación de materia seca en los tubérculos y se consolidan las características físicas, fisiológicas y químicas que determinan su calidad y aptitud para el consumo o la siembra, la maduración se caracteriza por la disminución progresiva de la actividad fotosintética en el follaje debido a la senescencia natural de las hojas y tallos, lo que reduce el flujo de fotoasimilados hacia los tubérculos, sin embargo, en esta etapa los tubérculos continúan sufriendo procesos de redistribución interna de carbohidratos, incrementando almidón, azúcares reductores, proteínas y compuestos fenólicos, los cuales definen su textura y sabor del tubérculo.

Los tubérculos alcanzan su tamaño definitivo, y la epidermis se suberifica completamente, formando una piel más gruesa y resistente, lo cual les proporciona protección frente a daños mecánicos y pérdida de agua, este proceso de suberificación es un indicador claro de madurez fisiológica, los estolones se lignifican y se interrumpe el flujo de nutrientes desde la parte aérea hacia los tubérculos, marcando el inicio de la senescencia del cultivo. Este proceso está regulado por factores hormonales, destacándose el aumento del ácido abscísico, la temperaturas moderadas y niveles adecuados de humedad en el suelo favorecen una maduración uniforme, en síntesis, la maduración representa la culminación del desarrollo fisiológico y morfológico de la papa, en el cual se estabiliza la composición química de los tubérculos y se determina su calidad final, la adecuada gestión permite llevar el rendimiento comercial al máximo y garantizar la conservación del producto durante la poscosecha.

### 2.2.5 Plagas y enfermedades del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*)

Las plagas y enfermedades mas comunes que se presenta en el cultivo de papa son de gran relevancia a nivel agronómico, su diagnostico y control es fundamental en el cultivo.

**Tabla 2.** Plagas y enfermedades de la papa

		Enfermedades	
Nombre científico	Nombre común	Tipo de daño o síntoma	Control
<i>Phytophthora infestans</i>	Tizón tardío	Manchas oscuras en hojas, tallos y tubérculos; necrosis rápida del follaje.	Aplicación preventiva de fungicidas sistémicos (metalaxil, mandipropamid).
<i>Alternaria solani</i>	Tizón temprano	Lesiones concéntricas en hojas viejas, defoliación prematura.	Fungicidas protectores como clorotalonil o mancozeb.
<i>Rhizoctonia solani</i>	Costra negra	Necrosis en brotes, lesiones en tallos y tubérculos con costras oscuras.	Tratamiento de semilla con fungicidas (tiabendazol, flutolanil).
<i>Fusarium oxysporum</i>	Marchitez vascular	Amarillamiento progresivo y marchitez de hojas inferiores.	Aplicación de biofungicidas ( <i>Trichoderma spp.</i> ) y desinfección de suelos.
<i>Spongospora subterraneanam</i>	Roña, sarna pulverorienta	La sarna polvosa de la papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.), causada por hongo <i>Spongospora subterranea</i> , es una enfermedad limitante en la mayoría de áreas productoras de papa.	Uso de fumigantes de suelo como la cloropicrina y fungicidas como el fludioxonil y la azoxistrobina
<i>Synchytrium endobioticum</i>	Verruga	Infecta los tubérculos de la papa, provocando su deformación y la formación de verrugas o protuberancias debido a la división y agrandamiento excesivo de las células del tejido de la planta	La lucha contra esta enfermedad cuarentenaria se enfoca en la prevención y la erradicación en lugar de la curación química de plantas ya infectada
Plagas			
<i>Globodera pallida</i> / <i>G. rostochiensis</i>	Nematodo del quiste	Raíces deformadas, plantas enanas, bajo rendimiento.	Aplicación de nematicidas biológicos o químicos (fluopyram).
<i>Premnotypes vorax</i>	Gorgojo de los Andes	Perforaciones en tubérculos y galerías internas.	Insecticidas de contacto (lambda-cihalotrina) o control biológico ( <i>Beauveria bassiana</i> ).
<i>Tecia solanivora</i>	Polilla guatemalteca	Larvas que excavan galerías en tubérculos almacenados y en campo.	Aplicación de <i>Bacillus thuringiensis</i> o trampas con feromonas.
<i>Liriomyza huidobrensis</i>	Minador de la hoja	Larvas que se alimenta del tejido foliar creando galerías o "minas" blancas en las	Aplicación de abamectina y ciromazina

<b>Frankliniella spp</b>	Trips	hojas, lo que debilita la planta y puede provocar su caída prematura Se alimenta de las hojas, causando manchas plateadas y, en infestaciones severas, secado y muerte de la planta	Aplicación de diversos insecticidas, como imidacloprid, spinosad y acefato
<b>Epitrix spp</b>	Pulgilla	Los adultos perforan las hojas con pequeños agujeros redondos, mientras que las larvas se alimentan de raíces, estolones y la cáscara de los tubérculos en desarrollo.	Usar piretroides como la permetrina, cipermetrina o deltametrina.
<b>Bactericera cockerelli</b>	Paratrioza	Daños directos por la succión de savia, crecimiento retardado, amarillamiento y coloración morada, formación de tubérculos aéreos. Los daños indirectos son más severos, ya actúa como vector de fitoplasmas y bacterias, transmitiendo enfermedades como la punta morada de la papa	Se utilizan ingredientes activos como el tiamexotam, abamectina, bifentrina, spinetoram y spirotetramato
<b>Myzus persicae</b>	Pulgón verde	Succión de savia, transmisión de virus como PVY y PLRV.	Control biológico con crisopas y mariquitas; insecticidas selectivos.
<b>Spodoptera spp.</b>	Gusanos cortadores	Daño foliar severo, defoliación y cortes en tallos jóvenes.	Aplicación de <i>B. thuringiensis</i> o piretroides en casos severos.
<b>Virus PVY, PVX, PLRV</b>	Complejo viral	Enanismo, mosaicos, enrollamiento foliar, reducción del rendimiento.	Control de vectores con aceites minerales e insecticidas sistémicos.

**FUENTE:** (INIAP, 2021)

### 2.2.6 Manejo agronómico

El manejo agronómico del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) es el conjunto integrado de prácticas técnicas y decisiones productivas aplicadas durante todo el ciclo del cultivo, desde la preparación del suelo hasta la cosecha, con el objetivo de optimizar el crecimiento, el rendimiento, la calidad del tubérculo y la rentabilidad económica, garantizando al mismo tiempo la sostenibilidad del sistema productivo, el manejo agronómico está comprendido por prácticas que maximizan la eficiencia del uso de los recursos productivos y la reducción de los riesgos bióticos y abióticos que se presentan en el cultivo.

De la misma manera el manejo agronómico de la papa incluye componentes fundamentales como la selección del material de propagación, la preparación y conservación del suelo, la densidad y forma de siembra, el manejo de la fertilización, el uso de coberturas, el control de malezas, plagas y enfermedades, el riego, y el momento oportuno de la cosecha, la calidad de la semilla, manejo adecuado del suelo y nutrición son factores determinantes para alcanzar altos rendimientos en el cultivo de papa.

#### 2.2.6.1 Preparación del suelo

Es el conjunto de labores mecánicas, físicas y, en algunos casos, biológicas que se realizan antes de la siembra con el fin de crear condiciones edáficas adecuadas para la germinación, el desarrollo radicular y el crecimiento óptimo del cultivo, la preparación del suelo mejora la estructura del suelo, facilitar la infiltración de agua y permite un adecuado establecimiento del cultivo, la preparación del suelo busca reducir la compactación, controlar malezas iniciales, incorporar residuos orgánicos o fertilizantes y mejorar la aireación, factores que influyen directamente en la disponibilidad de agua y nutrientes.

Por otra parte, la preparación del suelo puede clasificarse en labranza convencional, labranza mínima y labranza de conservación, dependiendo de la intensidad de las labores y del nivel de disturbio del suelo. En sistemas convencionales, se emplean arado y rastra para lograr un suelo suelto y homogéneo; mientras que en sistemas de conservación se prioriza la reducción de la remoción y el mantenimiento de residuos vegetales en superficie.

#### 2.2.6.1.1 Mullido del suelo

El mullido del suelo se define como el estado físico del suelo caracterizado por una estructura suelta, friable y bien aireada, resultado de prácticas de preparación y manejo que favorecen la desintegración de terrones, la reducción de la compactación y la formación de agregados estables.

En el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*), el mullido del suelo es especialmente importante, ya que los tubérculos se desarrollan en el suelo y requieren un medio poco compacto para su crecimiento normal, si el suelo está bien mullido favorece la expansión de los tubérculos, reduce deformaciones y facilita la cosecha para lo cual se obtiene mayor rendimiento y mejor calidad comercial.

#### 2.2.6.1.2 Surcado

El surcado se define como la labor agrícola que consta de la formación de surcos camellones en el suelo, antes de la siembra, con el objetivo de ordenar la distribución espacial del cultivo y mejorar las condiciones físicas del suelo para el desarrollo de las plantas.

Además, permite definir la distancia entre hileras, regular la profundidad de siembra y optimizar el manejo del riego y la fertilización, especialmente en cultivos que se desarrollan en el suelo, en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*), el surcado cumple una función esencial, ya que los tubérculos se forman en los camellones, donde encuentran un ambiente más suelto y aireado, el surcado adecuado favorece la tuberización, reduce problemas de encharcamiento y facilita las labores posteriores, como el aporque y la cosecha.

#### 2.2.6.1.3 Siembra

La siembra se define como la práctica agronómica que consiste en la colocación del material de propagación en el suelo, a una profundidad y espaciamiento determinados, con el objetivo de asegurar el establecimiento adecuado del cultivo y el inicio óptimo de su ciclo fenológico, en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*), la siembra se realiza generalmente mediante tubérculos-semilla o brotes, cuya calidad sanitaria y fisiológica es un factor determinante del rendimiento, el uso de semilla de alta calidad, sembrada a cierta profundidad y densidad óptimas, es fundamental para lograr altos rendimientos y uniformidad en el cultivo de papa.

Por otra parte, la siembra implica la definición de distancia entre surcos y entre plantas, la profundidad de colocación del material de propagación y el momento oportuno de siembra, en función de las condiciones climáticas y edáficas.

#### 2.2.6.1.4 Acolchados

Los acolchados se definen como la práctica agronómica que consiste en cubrir la superficie del suelo con materiales orgánicos o inorgánicos, con el objetivo de modificar el microclima edáfico, proteger el suelo y mejorar el crecimiento y rendimiento de los cultivos. De acuerdo con la FAO, el acolchado "reduce la evaporación del agua, controla el crecimiento de malezas y protege el suelo frente a la erosión" (FAO, 2017).

De la misma manera estos se clasifican en orgánicos e inorgánicos. Los orgánicos incluyen paja, rastrojos, restos de cosecha, hojas secas y compost, los cuales, además de proteger el suelo, aportan materia orgánica y mejoran la estructura edáfica. En este sentido, Lal señala que "el uso de residuos vegetales como acolchado incrementa el carbono orgánico del suelo y favorece la estabilidad de los agregados" (Lal, 2015 ).

Por otra parte, los acolchados inorgánicos, como los plásticos agrícolas de polietileno o los films biodegradables, se emplean principalmente para el control eficiente de malezas, la conservación de humedad y la regulación de la temperatura del suelo, los acolchados plásticos modifican el régimen térmico del suelo e incrementan significativamente el rendimiento de los cultivos.

En el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*), el uso de acolchados resulta especialmente relevante, puesto que contribuye a mantener un suelo suelto y húmedo, reducir la compactación superficial y mejorar la formación de tubérculos. El Centro Internacional de la Papa destaca que "el acolchado favorece un ambiente edáfico más estable, lo que se traduce en una mejor emergencia, desarrollo vegetativo y rendimiento del cultivo" (CIP, 2012). Por tanto, los acolchados constituyen una práctica clave dentro del manejo agronómico sostenible del cultivo de papa.

##### 2.2.6.1.4.1 Suelo desnudo

El suelo desnudo se define como la condición edáfica en la que la superficie del suelo permanece expuesta, sin cobertura vegetal ni material protector como acolchados

durante un período determinado del ciclo agrícola. Según la FAO, el suelo desnudo “es altamente susceptible a procesos de erosión hídrica y eólica, así como a pérdidas de humedad y degradación estructural” (FAO, 2017).

Asimismo, desde una perspectiva física y ecológica del suelo, la ausencia de cobertura incrementa la evaporación del agua, favorece la compactación superficial y reduce la actividad biológica, afectando negativamente la fertilidad y la estabilidad del sistema productivo.

#### 2.2.6.1.4.2 Mulch film

El mulch film, también denominado película plástica de acolchado, se define como un material delgado, flexible y generalmente fabricado a base de polietileno o polímeros biodegradables, que se coloca sobre la superficie del suelo con el objetivo de modificar el microclima edáfico, conservar la humedad, controlar malezas y mejorar el rendimiento de los cultivos, actúa como una barrera física la cual reduce la evaporación del agua limitando a la emergencia de malezas.

Asimismo, desde una perspectiva agronómica, el mulch film influye directamente en la temperatura del suelo, ya que dependiendo de su color y composición puede incrementar o regular el calentamiento edáfico.

Finalmente, en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*), el uso de mulch film contribuye a mejorar la emergencia, reducir el estrés hídrico, disminuir la competencia con malezas y favorecer una tuberización más uniforme, especialmente en sistemas intensivos o en zonas con alta variabilidad climática, el mulch film constituye una herramienta tecnológica relevante dentro del manejo agronómico moderno del cultivo de papa.

#### 2.2.6.1.4.2 Acolchado vegetales

El acolchado vegetal se define como la práctica agronómica la cual consta de cubrir la superficie del suelo con materiales de origen vegetal, tales como paja, rastrojos, restos de cosecha, hojas secas o residuos de cultivos, con el objetivo de proteger el suelo, regular el microclima edáfico y mejorar el desarrollo del cultivo.

Asimismo, desde una perspectiva edáfica, el acolchado vegetal cumple una función relevante en la conservación de la humedad, la reducción de la compactación superficial y el incremento de la actividad biológica del suelo, debido al aporte progresivo de materia orgánica durante su descomposición.

Por otra parte, el acolchado vegetal actúa como un método natural de control de malezas, al limitar la incidencia de luz sobre la superficie del suelo y reducir la germinación de semillas indeseables, en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*), el acolchado vegetal resulta especialmente beneficioso, ya que favorece un ambiente edáfico más estable para la formación de tubérculos, reduce el estrés hídrico y térmico, y mejora la estructura del suelo, el uso de acolchados vegetales en el cultivo contribuye a una mejor emergencia, desarrollo vegetativo y rendimiento, particularmente en zonas altoandinas.

#### 2.2.6.2 Métodos de propagación

Los métodos de propagación se definen como el conjunto de técnicas utilizadas para multiplicar plantas a partir de estructuras reproductivas sexuales o asexuales, con el objetivo de asegurar el establecimiento del cultivo, mantener las características varietales y optimizar el rendimiento productivo.

la propagación asexual o vegetativa es el método más utilizado en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*), y consiste en el empleo de tubérculos-semilla, brotes o secciones de tubérculo, los cuales permiten conservar las características genéticas de la variedad, la propagación vegetativa garantiza la uniformidad en el cultivo y es fundamental para alcanzar altos rendimientos cuando se emplea material de siembra de buena calidad sanitaria.

##### 2.2.6.2.1 Brotes

Los brotes se definen como estructuras vegetativas que emergen a partir de las yemas u "ojos" del tubérculo de papa, las cuales contienen tejido meristemático el cual es capaz de originar tallos, hojas y raíces al ser sembradas. Desde el punto de vista fisiológico, los brotes representan el inicio del crecimiento vegetativo del cultivo, las yemas activas contienen meristemas los cuales, bajo condiciones favorables, dan origen a nuevos órganos vegetativos como los tallos.

Asimismo, en el contexto agronómico, los brotes pueden utilizarse como material de propagación, ya sea adheridos al tubérculo-semilla o separados y sembrados de forma individual, dependiendo del sistema de producción. El Centro Internacional de la Papa señala que "el uso de brotes vigorosos como material de siembra permite optimizar el número de plantas establecidas y reducir la cantidad de tubérculo-semilla requerida" (CIP, 2012).

Por otra parte, la calidad de los brotes es un factor determinante para el éxito del cultivo, ya que brotes sanos, cortos y firmes presentan mayor capacidad de prendimiento y generan plantas más vigorosas, los brotes bien desarrollados influyen de manera positiva en la emergencia, el número de tallos por planta y el rendimiento final del cultivo de papa.

#### 2.2.6.2.2 Tubérculo semilla

Los tubérculos semilla se definen como tubérculos de papa seleccionados específicamente para la propagación vegetativa del cultivo, los cuales poseen yemas viables ("ojos"), adecuada calidad fisiológica y sanidad comprobada, su función principal es asegurar una emergencia uniforme, un adecuado desarrollo vegetativo y un alto potencial productivo del cultivo, el tubérculo semilla constituye el principal insumo del sistema de producción de papa y determina el rendimiento y la calidad del cultivo, desde el punto de vista fisiológico, los tubérculos semilla actúan como órganos de reserva, proporcionando carbohidratos, minerales y compuestos energéticos necesarios para el crecimiento inicial de la planta, hasta que esta logra autonomía fotosintética.

Por otra parte, la calidad del tubérculo semilla se evalúa a partir de criterios como el tamaño, la edad fisiológica, el número y vigor de brotes, y el estado sanitario, en el manejo agronómico del cultivo de papa, la utilización de tubérculos semilla certificados o seleccionados adecuadamente permite reducir la incidencia de enfermedades, mejorar la eficiencia del sistema productivo y aumentar la rentabilidad del cultivo, especialmente en zonas altoandina, los tubérculos semilla representan un componente fundamental dentro de los métodos de propagación del cultivo de papa.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO**

##### 3.1.1. Enfoque

###### 3.1.1.1 Cuantitativo

La investigación tiene un enfoque cuantitativo porque se levantó datos contables para las variables prendimiento (%), alturas de planta (cm), presencia de tallos (número de tallos), diámetro de tallos (mm) y rendimiento (Tn/Ha), con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento en el cultivo de papa *Solanum tuberosum*.

##### 3.1.2. Tipo de Investigación

###### 3.1.2.1 Investigación experimental

Se estableció un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) en el cultivo de papa *Solanum tuberosum* a campo abierto, en el cual se examinaron distintos tratamientos, con base en el uso de coberturas de suelo más los materiales de propagación, se obtuvieron resultados medibles y conclusiones para afirmar o rechazar la hipótesis.

#### **3.2. IDEA A DEFENDER**

##### 3.2.1 Hipótesis Alternativa

Los sistemas implementados en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) bajo el efecto de materiales de propagación y coberturas del suelo influyen en el desarrollo y rendimiento del cultivo.

##### 3.2.2 Hipótesis Nula

Los sistemas implementados en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) bajo el efecto de materiales de propagación y coberturas del suelo no influyen en el desarrollo y rendimiento del cultivo.

### 3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

La tabla 13 muestra la operacionalización de las variables donde se describe las variables dependientes e independientes, así como las dimensiones de cada variable, los indicadores, la técnica que se aplicó y los instrumentos con los cuales se llevó a cabo el experimento.

**Tabla 3.** Tabla de definición y operacionalización de las variables

Variable	Dimensión	Indicadores	Técnicas	Instrumentos
<b>Independiente:</b> <b>Uso de coberturas de suelo y materiales de propagación en el cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i>) variedad Súper Chola.</b>	Las coberturas son orgánicas e inorgánicas que se colocan sobre la superficie del suelo con el propósito de protegerlo	Cobertura a base de mulch film	Se aplico la cobertura cubriendo todo el surco antes de la siembra, se realiza rompimientos circulares con una tijera con un diámetro de 10cm, el mulch film tiene un ancho de 1 metro con un espesor de 45 micras (1x45m)	Rollo de mulch film (1x45m) de 600m Tijeras
		Cobertura a base de tamo de rastrojo de trigo	Se aplico la cobertura al lomo del surco antes de la siembra a un grosor de 4 centímetros, el tamo es recolectado directamente del rastrojo y llevado a los surcos.	Tamo de trigo a base de restos de rastrojo de cosecha.
		Siembra de brotes	Siembra de brote sacado del tubérculo y sembrado directamente al suelo, brotes mayores a 2 cm de largo, verdes y robustos con la cantidad de siembra de 1 brote a una distancia de 50 cm entre brotes.	Bandeja para llevar los brotes
	Los métodos de propagación se definen como el conjunto de técnicas utilizadas para multiplicar plantas a partir de estructuras reproductivas sexuales o asexuales, con el objetivo de asegurar el establecimiento del cultivo	Siembra de tubérculo semilla	Siembra de tubérculo como semilla, verdeada con un diámetro de 6 cm, con la cantidad de un tubérculo a una distancia de 50 cm.	Sacos para llevar los tubérculos semilla

<b>Dependiente</b> <b>Desarrollo y rendimiento del cultivo de papa variedad Súper Chola.</b>	Prendimiento en el cultivo de papa <i>Solanum tuberosum</i>	Se efectuó un conteo a través de observación directa a los 35 y 60 dds de manera visual identificando las plantas muertas y las que siguen en desarrollo.	Observación, medición manual	Libreta de campo
	Altura de planta en el cultivo de papa <i>Solanum tuberosum</i>	Se efectuó la medición manual desde la base de la planta hasta el ápice a los 35, 60, 90 y 120 dds con un flexómetro.	Medición manual	Flexómetro y libreta de campo
	Presencia de tallos en el cultivo de papa <i>Solanum tuberosum</i>	Se efectuó un conteo manual de tallos en la base de la planta a los 35, 60, 90 y 120 dds con las manos.	Observación, conteo manual	Libreta de campo
	Diámetro de tallo en el cultivo de papa <i>Solanum tuberosum</i>	Se efectuó la medición del diámetro del tallo principal en la base de la planta a los 35, 60, 90 y 120 dds con el calibrador pie de rey.	Medición manual	Calibrador pie de rey y libreta de campo
	Rendimiento en el cultivo de papa <i>Solanum tuberosum</i>	Se efectuó el pesaje según la clasificación y el total de papas, a la cosecha cuando la planta alcanzó su madurez fisiológica con la ayuda de una báscula.	Medición de herramienta de pesaje	manual, campo, Báscula y libreta de campo

### 3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

#### 3.4.1 Localidad de la unidad experimental

La presente investigación se efectuó en el cantón Tulcán, parroquia de Julio Andrade, en el sector de la comunidad La Aguada, la misma que se encuentra con una altitud de 3288 msnm, con coordenadas 0°42'03" latitud Norte, 77°40'28" longitud oeste.



**Figura 2.** Localización del ensayo  
**Fuente:** Google Earth

#### 3.4.2 Características del sector

La tabla 4 muestra que la comunidad La Aguada se encuentra ubicada en la zona alta andina, siendo la comunidad más alta y lejana de Julio Andrade.

**Tabla 4.** Características meteorológicas del sector

Característica	
Temperatura	10°C
Altitud	3288 msnm
Precipitación	1430 mm
Piso climático	Ecuatorial Meso térmico Semi – húmedo
Humedad	70 y 90%
Viento	42 km/h

**Fuente:** (PDOT, 2020).

### 3.4.3 METODOS UTILIZADOS

#### 3.4.3.1 Factores en estudio

En la presente investigación se estudiaron dos factores, en el factor A tenemos las coberturas del suelo y como factor B está el material de propagación que se utilizó en el cultivo como se los describe a continuación.

Factor A: Coberturas del suelo

**A1:** Suelo con mulch film

**A2:** Suelo con cobertura vegetal

**A3:** Suelo desnudo

**Factor B:** Material de propagación

**B1:** Brotes

**B2:** Tubérculo semilla

#### 3.4.3.2 Tratamientos

La tabla 5 describe los diferentes tratamientos estudiados en el experimento del cultivo papa *Solanum tuberosum* mediante la interacción de los factores A x B.

**Tabla 5.** Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Descripción	Observaciones
<b>T1</b>	Suelo desnudo con tubérculo semilla	Se siembra a una densidad de 50cm entre tubérculos semilla con 50 plantas en 20 m <sup>2</sup>
<b>T2</b>	Suelo desnudo con brotes	Se siembra a una densidad de 50cm entre cada brote sembrado con 50 plantas en 20 m <sup>2</sup>
<b>T3</b>	Suelo con mulch film + tubérculo semilla	Mulch film a base de polietileno con medidas de 1 metro de ancho con un espesor de 45 micras (1x45m) por 5 metros de largo para cada surco, con 5 surcos y una densidad de 50cm entre cada tubérculo semilla sembrado con 50 plantas en 20 m <sup>2</sup>
<b>T4</b>	Suelo con mulch film + brotes	Mulch film a base de polietileno con medidas de 1 metro de ancho con un espesor de 45 micras (1x45m) por 5 metros de largo para cada surco, con 5 surcos y una densidad de 50cm entre cada brote sembrado con 50 plantas en 20 m <sup>2</sup>
<b>T5</b>	Suelo con cobertura vegetal + tubérculo semilla	Suelo cubriendo el lomo del surco con tamo de rastrojo de trigo con un grosor de 5 cm por 5 metros de largo para cada surco, con 5 surcos para cada surco con una densidad de 50cm entre cada tubérculo semilla sembrado con 50 plantas en 20 m <sup>2</sup>
<b>T6</b>	Suelo con cobertura vegetal + brote	Suelo cubriendo el lomo del surco con tamo de rastrojo de trigo con un grosor de 5 cm por 5 metros de largo para cada surco, con 5 surcos para cada surco con una densidad de 50cm entre cada brote sembrado con 50 plantas en 20 m <sup>2</sup>

### 3.4.3.3 Diseño del experimento

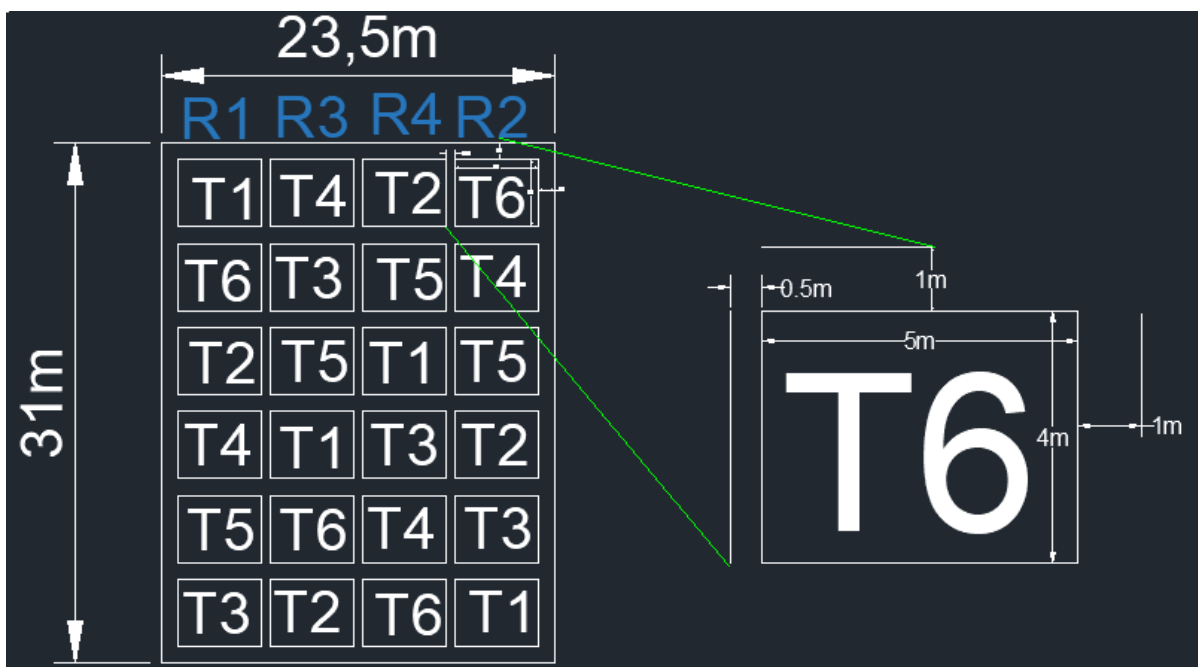
En la presente investigación se llevó a cabo un diseño DBCA, que consta de seis tratamientos y cuatro repeticiones, con un total de veinticuatro unidades experimentales, como se observa en la tabla 6.

**Tabla 6.** Diseño experimental del experimento

Diseño de bloques completamente al azar	Dimensiones
Número de tratamientos	6
Número de repeticiones	4
Número de unidades experimentales	24
Área total del ensayo	728,5m <sup>2</sup>
Área de la parcela	20 m <sup>2</sup>
Distancia entre surcos	1m
Distancia entre plantas	0,5 m
Parcela neta	12 m <sup>2</sup>
Plantas totales	1200
Plantas por parcela	50
Plantas por parcela neta	24

### 3.4.3.4 Esquema del experimento

Esquema de los tratamientos y repeticiones que se encuentran distribuidos en el experimento en campo como se observa en la figura 3.



**Figura 3.** Esquema del experimento

### 3.4.3.5 Población y muestra

La población estuvo constituida por mil doscientas plantas en todo el experimento distribuidas en veinticuatro unidades experimentales cada una con cincuenta plantas y la muestra por veinticuatro plantas como se muestra en la figura 4

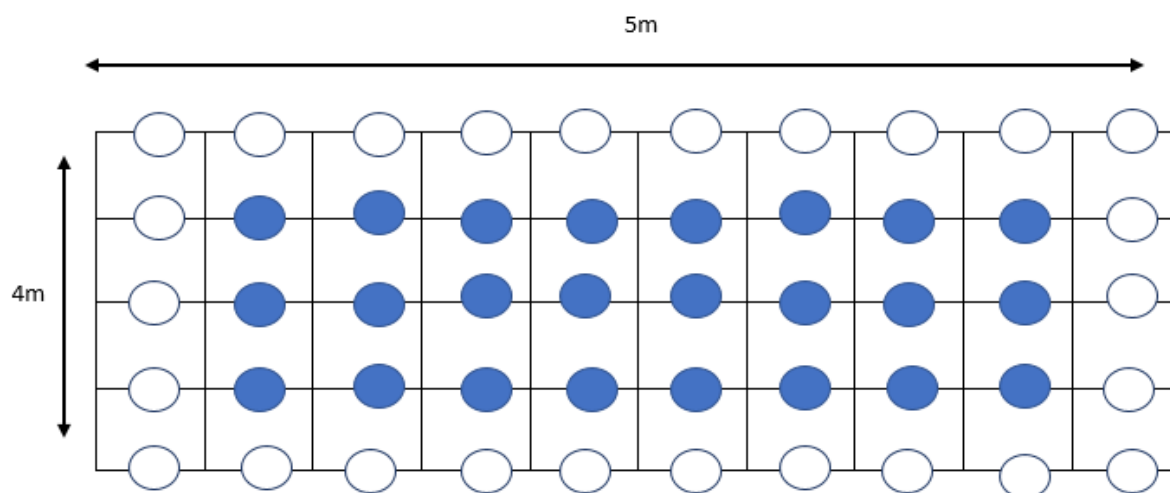


Figura 4. Población y muestra

### 3.4.4 Variables evaluadas

**Prendimiento (%) en el cultivo de papa *Solanum tuberosum*:** Se evaluó mediante un conteo a través de observación directa a los 35 y 60 dds de manera visual identificando las plantas muertas y las que siguen en desarrollo y determinar el porcentaje respectivo este valor se expresó en porcentaje en libreta de campo.

**Altura de la planta (cm) en el cultivo de papa *Solanum tuberosum*:** Se evaluó la medición manual desde la base de la planta hasta el ápice a los 35, 60, 90 y 120 dds con un flexómetro, anotando su valor en centímetros en una libreta de campo.

**Presencia de tallos (número de tallos) en el cultivo de papa *Solanum tuberosum*:** Se evaluó la presencia de tallos principales y laterales mediante un conteo manual de tallos en la base de la planta a los 35, 60, 90 y 120 dds con las manos, su valor se anotó en libreta de campo como número de tallos.

**Diámetro de tallos (mm) en el cultivo de papa *Solanum tuberosum*:** Se evaluó la medición del diámetro del tallo principal en la base de la planta a los 35, 60, 90 y 120 dds con el calibrador pie de rey, su valor se anotó en milímetros en libreta de campo.

**Rendimiento (Tn/Ha) en el cultivo de papa *Solanum tuberosum*:** Se evaluó el rendimiento al momento de la cosecha la misma que fue efectuada a los 180 días cuando las plantas alcanzaron su madurez fisiológica dando una tonalidad

amarillenta en las plantas, cuando el tubérculo se desprendió fácilmente del estolón, su piel es firme y no se desprende, se realizó la cosecha de cada unidad experimental procediendo a la clasificación por categorías y el pesaje respectivo.

**Relación beneficio/costo en el cultivo de papa *Solanum tuberosum*:** Se evaluó los datos de la rentabilidad mediante el costo de producción de cada tratamiento y su relación con la venta con hojas de cálculo y libreta de campo.

### 3.4.5 Análisis estadístico

El análisis estadístico estuvo constituido por una prueba de Anova para evaluar si los tratamientos generan diferencias significativas sobre las variables en estudio, permitiendo establecer conclusiones estadísticamente válidas y una prueba estadística de tukey que se constituye como un procedimiento post hoc que se aplica únicamente después de obtener un ANOVA significativo ( $p < 0.05$ ), esta prueba permite identificar qué tratamientos difieren específicamente entre sí, cuyo esquema se lo detalla a continuación.

En la tabla 7 se muestra el esquema utilizado para el análisis estadístico mediante la prueba de Anova con las respectivas variables que se evaluaron a lo largo del experimento en el cultivo de papa *Solanum tuberosum*.

**Tabla 7.** Diseño experimental del experimento

	F.v.	GI
Total		23
Tratamientos		5
Cobertura		2
Material de propagación		1
Cobertura*material de propagación		2
Repeticiones		3
Error		15
CV		
Promedio		

### 3.4.6 Procedimiento

#### 3.4.6.1 Preparación de terreno

En el área de terreno de  $728,5m^2$ , se empleó maquinaria agrícola para realizar arada, rastra del suelo, posterior a ello la surcada a un metro de distancia, con el objetivo de tener un suelo suave y óptimo para el desarrollo del cultivo la investigación se la estableció en un lote plano con una superficie de  $728,5m^2$ , donde se delimitó con estacas y piola a 24 unidades experimentales de  $5x4$  ( $20 m^2$ ) en cuatro repeticiones y

seis tratamientos, con caminos de 1 m de distancia y para definir el área y dividir cada parcela, de cada parcela se implementó un rotulo arriba de cada tratamiento.

Se implemento un sistema de riego por goteo para proveer agua a todos los tratamientos en base a las necesidades fisiológicas de acuerdo a cada etapa del cultivo.

#### 3.4.6.2 Siembra

Se utilizó semilla de categoría semi certificada de la variedad Superchola, por lo cual como primer paso se realizó la fertilización para todos los tratamientos antes de la siembra a una proporción de 135 kg de N, 300 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 450 kg de K<sub>2</sub>O por hectárea, a cada planta se le proporciona 6,75g de N, 15 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>g y 22,5g de K<sub>2</sub>O.

Cal agrícola a razón de 41 sacos de 45 kg por hectárea.

Para la siembra se utilizó un tubérculo con su respectiva nacencia para los T1, T3, T5 y un brote ara los T2, T4, T6 a una distancia de 0.50 metros entre plantas y a 1 metro entre surco, dando un total de 50 semillas o 50 brotes colocadas por tratamiento y 1200 plantas en todo el ensayo. Posteriormente se desinfectó la semilla con fungicida a base de sulfato de cobre, garantizando así una buena germinación y prendimiento.

Para el T3 y T4 se hace el surco definitivo y se le pone manguera de riego, seguidamente el mulch film para todo el surco.

Para el T5 y T6 se hace el surco definitivo y se le pone manguera de riego, seguidamente la cobertura vegetal de 5 cm de ancho para todo el surco.

#### 3.4.6.3 Retape, deshierbe y aporque

Esta labor se hizo manualmente con azadón, a los 15 días posteriores a la siembra, con el objetivo de quitar malezas que faciliten la competencia por nutrientes y dar soporte a la planta consiste en tapar con tierra a los primeros brotes del tubérculo, a los 50 dds se realiza la deshierba retirando las malezas sobrantes y realizando un medio aporte que corresponde a la primera alzada de tierra alrededor de las plantas, con el fin de brindarles soporte, a los 80 dds se realizó el aporque que es la misma actividad del medio aporque donde se alza la tierra al surco, esta labor da la forma definitiva a los surcos, protege a los estolones en desarrollo y genera un ambiente óptimo para una buena tuberización únicamente para tratamientos de suelo desnudo.

#### 3.4.6.4 Cosecha

Esta labor se efectuó a los 180 días después de la siembra al momento que el cultivo alcanzó su última etapa fenológica, madurez. Esta actividad consiste en extraer del suelo con ayuda de un azadón los tubérculos, para los tratamientos con mulch film únicamente se retiró el mulch y se recoge, ya no es necesario el azadón, para la cobertura vegetal también se retiró la cobertura vegetal, con ayuda de azadón, donde fueron tomadas en cuenta las plantas de la parcela neta de cada tratamiento, para realizar así la respectiva clasificación por conteo en categoría (primera, segunda y tercera) y pesaje de tubérculos con la misma clasificación. Los valores son llevados a kg/parcela, posterior a ello mediante cálculos se obtiene en kg/ha-1 para así calcular la utilidad neta de cada tratamiento y sacar el análisis costo-beneficio que determinará cuál de los tratamientos planteados tiene mejor rentabilidad.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. RESULTADOS

4.1.2. Prendimiento en el cultivo de papa *Solanum tuberosum* bajo el efecto de coberturas de suelo y materiales de propagación

En la tabla 7 se muestra el análisis de varianza correspondiente al prendimiento (porcentaje) en el cultivo de papa *Solanum tuberosum* a los 35 y 60 días después de la siembra (dds), y se evidencia diferencias estadísticas al 1% en las fuentes de variación de tratamientos, coberturas, material de propagación y la interacción de coberturas con material de propagación, mientras que en repeticiones no hay diferencias estadísticas, en esta variable los coeficientes de variación no superaron el 2,37 % y los promedios de prendimiento alcanzaron un valor máximo de 93,66%.

**Tabla 8.** Análisis de varianza para prendimiento en el cultivo de papa *Solanum tuberosum* bajo el efecto de coberturas de suelo y materiales de propagación a los 35 y 60 días después de la siembra

F.v.	Gl	Prendimiento 35 dds	Prendimiento 60 dds
		P-valor	
Total	23		
Tratamientos	5	0,0000**	0,0000**
Cobertura	2	0,0000**	0,0000**
Material de propagación	1	0,0000**	0,0000**
Cobertura*material de propagación	2	0,0014**	0,0000**
Repeticiones	3	0,8500 ns	0,6800 ns
Error	15		
CV (%)		2,3700	2,3500
Promedio (%)		93,6667	92,5000

En la tabla 8, se muestra la prueba de Tukey al 5% para el prendimiento (%) a los 35 y 60 días después de la siembra (dds), y se puede observar que los tratamientos se ubican hasta en cuatro rangos de clasificación, los tratamientos: T3 (suelo con mulch film y tubérculo), T1 (suelo desnudo con tubérculo), T5 (suelo con cobertura vegetal y tubérculo) y T4 (suelo con mulch film y brote), con valores promedio mínimo de 94 y máximo de 99% se ubica en el rango superior (rango A), por otro lado el T6 (suelo con

cobertura vegetal y brote) con un promedio de 80% de prendimiento registra el menor valor del experimento ubicándose en el último rango (rango C).

**Tabla 9.** Prueba de Tukey al 5% para prendimiento en el cultivo de papa *Solanum tuberosum* bajo el efecto de coberturas de suelo y materiales de propagación a los 35 y 60 dds

Prendimiento 35 dds			Prendimiento 60 dds		
Tratamientos	Medias (%)		Tratamientos	Medias (%)	
T3	99,000	A	T3	98,500	A
T1	98,000	A	T1	98,000	A
T5	96,000	A	T5	96,000	A
T4	95,500	A B	T4	94,000	A
T2	91,000	B	T2	88,500	B
T6	82,500	C	T6	80,000	C

T1 suelo desnudo con tubérculo, T2 suelo desnudo con brote, T3 suelo con mulch film y tubérculo, T4 suelo con mulch film y brote, T5 suelo con cobertura vegetal y tubérculo, T6 suelo con cobertura vegetal y brote

En la tabla 9 se muestra la prueba de Tukey al 5% para el prendimiento (%) en el cultivo de papa bajo el efecto de coberturas a los 35 y 60 dds, y el suelo cubierto con mulch film se ubica en el rango A registrando los valores más altos en el experimento (97,25% a los 35 dds), el suelo con cobertura vegetal registro valores promedios de 89,25% a los 35 dds y 88% a los 60 dds ubicándose en los rangos más bajos del experimento (rango B y C).

**Tabla 10.** Prueba de Tukey al 5% para prendimiento en el cultivo de papa *Solanum tuberosum* bajo el efecto de coberturas de suelo a los 35 y 60 días después de la siembra

Prendimiento 35 dds			Prendimiento 60 dds		
Cobertura	Medias (%)		Cobertura	Medias (%)	
Suelo mulch film	97,250	A	Suelo con mulch film	96,250	A
Suelo desnudo	94,500	A	Suelo desnudo	93,250	B
Suelo cobertura vegetal	89,250	B	Suelo cobertura vegetal	88,000	C

En la tabla 10 se muestra la prueba estadística de Tukey al 5% para el prendimiento (%) en el cultivo de papa, bajo el efecto de diferentes materiales de propagación a los 35 y 60 dds, y se observa dos rangos, el uso de tubérculos en la propagación registra valores superiores y se ubica en el rango A, mientras que el uso de brotes con los valores más bajos de prendimiento del experimento se ubica en el rango B.

**Tabla 11.** Prueba de Tukey al 5% para prendimiento en el cultivo de papa *Solanum tuberosum* bajo el efecto de material de propagación a los 35 y 60 dds

Prendimiento 35 dds			Prendimiento 60 dds		
Material de propagación	Medias (%)		Material de propagación	Medias (%)	
Tubérculo	97,670	A	Tubérculo	97,500	A
Brote	89,670	B	Brote	87,500	B

#### 4.1.3 Altura de planta en el cultivo de papa *Solanum tuberosum* bajo el efecto de coberturas de suelo y materiales de propagación

En la tabla 11 se muestra el análisis de varianza correspondiente a la altura de planta (centímetros) en el cultivo de papa *Solanum tuberosum* a los 35, 60, 90 y 120 días después de la siembra, y se identifican diferencias estadísticas al 1% en las fuentes de variación de tratamientos y material de propagación, así como también en la fuente de variación coberturas a los 35 y 120 dds y en la interacción de coberturas con material de propagación a los 60 dds, se identificó diferencias estadísticas al 5% en la fuente de variación de coberturas a los 60 y 90 dds, así como también en la interacción de cobertura con material de propagación a los 120 dds, mientras que no existió diferencias estadísticas en las fuentes de variación de la interacción de cobertura con material vegetal a los 35 y 90 dds, en esta variable los coeficientes de variación no superaron el 9,07% y los promedios de altura de planta alcanzaron un valor máximo de 84,450 cm en la última evaluación efectuada.

**Tabla 12.** Análisis de varianza para la altura de planta en el cultivo de papa *Solanum tuberosum* bajo el efecto de coberturas de suelo y materiales de propagación a los 35, 60, 90 y 120 días después de la siembra

F.v.	Gl	Altura de planta 35 dds	Altura de planta 60 dds	Altura de planta 90 dds	Altura de planta 120 dds
		P-valor			
Total	23				
Tratamientos	5	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**
Cobertura	2	0,000**	0,030 *	0,030 *	0,000**
Material de propagación	1	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**
Cobertura*material de propagación	2	0,340 ns	0,000**	0,220 ns	0,010 *
Repeticiones	3	0,430 ns	0,220 ns	0,940 ns	0,980 ns
Error	15				
Cv (%)		9,070	9,070	7,170	4,850
Promedio (cm)		17,635	51,218	75,527	84,450

En la tabla 12, se muestra la prueba de Tukey al 5% para la altura de planta (cm) a los 35, 60, 90 y 120 dds, y se puede observar que los tratamientos se ubican hasta en cinco rangos, el T3 (suelo con mulch film y tubérculo), con valores promedio de 28,29 cm a los 35 dds y de 106,18 cm a los 120 dds supera a los demás tratamientos ubicándose en el rango A, por otro lado el T6 (suelo con cobertura vegetal y brote)

con un promedio de altura de 8,35 cm a los 35 dds y 57,27 cm a los 120 dds registran los valores más bajos del experimento ubicándose entre los rangos C y D.

**Tabla 13.** Prueba de Tukey al 5% para la altura de planta en el cultivo de papa *Solanum tuberosum* bajo el efecto de coberturas de suelo y materiales de propagación a los 35, 60, 90 y 120 dds

Altura de planta 35 dds			Altura de planta 60 dds			Altura de planta 90 dds			Altura de planta 120 dds		
Tratamientos	Medias (cm)		Tratamientos	Medias (cm)		Tratamientos	Medias (cm)		Tratamientos	Medias (cm)	
T3	28,290	A	T3	74,600	A	T3	92,330	A	T3	106,180	A
T5	25,310	A B	T1	67,760	A B	T5	89,680	A	T5	100,000	A B
T1	23,360	B	T5	63,350	B	T1	87,330	A	T1	94,830	B
T4	11,790	C	T6	43,100	C	T6	66,450	B	T6	76,160	C
T2	8,710	C	T4	31,500	D	T4	63,160	B	T4	72,260	C
T6	8,350	C	T2	27,000	D	T2	54,210	B	T2	57,270	D

T1 suelo desnudo con tubérculo, T2 suelo desnudo con brote, T3 suelo con mulch film y tubérculo, T4 suelo con cobertura plástica y brote, T5 suelo con cobertura vegetal y tubérculo, T6 suelo con cobertura vegetal y brote

En la tabla 13 se muestra la prueba de Tukey al 5% para la variable altura de planta (cm) en el cultivo de papa bajo el efecto de coberturas, y el suelo con mulch film registra valores superiores en el experimento a lo largo del cultivo (rango A), mientras que los tratamientos con base en suelo desnudo registran los menores valores a lo largo del experimento (rango B).

**Tabla 14.** Prueba de Tukey al 5% para la altura de planta en el cultivo de papa *Solanum tuberosum* bajo el efecto de coberturas de suelo a los 35, 60, 90 y 120 dds.

Altura de planta 35 dds			Altura de planta 60 dds			Altura de planta 90 dds			Altura de planta 120 dds		
Cobertura	Medias (cm)		Cobertura	Medias (cm)		Cobertura	Medias (cm)		Cobertura	Medias (cm)	
Suelo Con Mulch Film	20,040	A	Suelo	53,230	A	Suelo	78,060	A	Suelo Con Mulch Film	89,220	A
Suelo Cobertura Vegetal	16,830	B	Suelo Con Mulch Film	53,050	A B	Suelo Con Mulch Film	77,740	A B	Suelo Cobertura Vegetal	88,080	A
Suelo Desnudo	16,030	B	Suelo Desnudo	47,380	B	Suelo Desnudo	70,770	B	Suelo Desnudo	76,050	B

En la tabla 14 se muestra la prueba estadística de Tukey al 5% para la variable altura de planta en el cultivo de papa bajo el efecto de los materiales de propagación, y el uso del tubérculo semilla en la propagación generó un cultivo más alto (rango A) que aquellos tratamientos en los cuales se utilizó brotes (rango B) como medio de propagación de cultivo, este comportamiento se mantuvo a lo largo del experimento.

**Tabla 15.** Prueba de Tukey al 5% para la altura de planta en el cultivo de papa *Solanum tuberosum* bajo el efecto de material de propagación a los 35, 60, 90 y 120 dds.

Altura de planta 35 dds			Altura de planta 60 dds			Altura de planta 90 dds			Altura de planta 120 dds		
Material de propagación	Medias (cm)		Material de propagación	Medias (cm)		Material de Propagación	Medias (cm)		Material de Propagación	Medias(cm)	
Tubérculo	25,650	A	Tubérculo	68,570	A	Tubérculo	89,780	A	Tubérculo	100,340	A
Brote	9,610	B	Brote	33,870	B	Brote	61,270	B	Brote	68,560	B

#### 4.1.4 Presencia de tallos principales y laterales en el cultivo de papa *Solanum tuberosum* bajo el efecto de coberturas de suelo y materiales de propagación

En la tabla 15 se muestra el análisis de varianza correspondiente a la presencia de tallos principales y laterales en el cultivo de papa *Solanum tuberosum* a los 35, 60, 90 y 120 dds, y se evidencia diferencias estadísticas al 1% en las fuentes de variación de tratamientos, material de propagación y en coberturas a los 90 y 120 dds, además se muestra diferencias estadísticas al 5% en la fuente de variación coberturas a los 35 y 60 dds, mientras que en la fuente de variación cobertura por material de propagación no se muestra diferencias estadísticas en ninguna medición efectuada, en esta variable los coeficientes de variación no superaron el 13,60% y los promedios para la presencia de tallos principales y laterales alcanzaron un valor máximo de 5,50 tallos por planta.

**Tabla 16.** Análisis de varianza para el número de tallos principales y laterales en el cultivo de papa *Solanum tuberosum* bajo el efecto de coberturas de suelo y materiales de propagación a los 35, 60, 90 y 120 dds

F.v.	Gl	Número de tallos 35 dds	Número de tallos 60 dds	Número de tallos 90 dds	Número de tallos 120 dds
		P-valor			
Total	23				
Tratamientos	5	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**
Cobertura	2	0,010 *	0,010 *	0,000**	0,000**
Material de propagación	1	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**
Cobertura*material de propagación	2	0,760 ns	0,050 ns	0,140 ns	0,180 ns
Repeticiones	3	0,420 ns	0,570 ns	0,150 ns	0,480 ns
Error	15				
Cv (%)		13,600	11,830	7,810	9,190
Promedio (número de tallos por planta)		2,875	3,950	4,625	5,500

En la tabla 16, se muestra la prueba de Tukey al 5% para la presencia de tallos principales y laterales en el cultivo de papa a los 35, 60, 90 y 120 dds, y se puede observar que los tratamientos se clasifican hasta en seis rangos, el T3 (suelo con mulch film y tubérculo), con valores promedio de 4,5 tallos a los 35 dds y 7,75 tallos a los 120 dds superan a los demás tratamientos del experimento ubicándose en el rango superior A, por otro lado el T6 (suelo con cobertura vegetal y brote) con un promedio de 1,25 tallos a los 35 dds y 3 tallos a los 120 dds registrando los valores más bajos del experimento con los rangos inferiores C y D.

**Tabla 17.** Prueba de Tukey al 5% para la presencia de tallos principales y laterales en el cultivo de papa *Solanum tuberosum* bajo el efecto de coberturas de suelo y materiales de propagación a los 35, 60, 90 y 120 dds

Número de tallos 35 dds			Número de tallos 60 dds			Número de tallos 90 dds			Número de tallos 120 dds		
Tratamientos	Medias (número de tallos)		Tratamientos	Medias (número de tallos)		Tratamientos	Medias (número de tallos)		Tratamientos	Medias (número de tallos)	
T3	4,500	A	T1	6,000	A	T3	7,000	A	T3	7,750	A
T5	4,000	A	T3	5,750	A B	T1	6,750	A B	T1	7,500	A B
T1	4,000	A	T5	4,750	B	T5	6,000	B	T5	6,500	B
T4	2,000	B	T4	2,750	C	T4	3,500	C	T2	4,500	C
T2	1,500	B	T2	2,250	C	T2	2,500	D	T4	3,750	C D
T6	1,250	B	T6	2,250	C	T6	2,000	D	T6	3,000	D

T1 suelo desnudo con tubérculo, T2 suelo desnudo con brote, T3 suelo con mulch film y tubérculo, T4 suelo con mulch film y brote, T5 suelo con cobertura vegetal y tubérculo, T6 suelo con cobertura vegetal y brote

En la tabla 17, se muestra la prueba de Tukey al 5% para la presencia de tallos principales y laterales en el cultivo de papa bajo el efecto de coberturas, los suelos con mulch film y desnudos registran valores superiores en el experimento a lo largo del cultivo (rango A), mientras que los tratamientos con base en cobertura vegetal registran los menores valores a lo largo del experimento (rango B y C).

**Tabla 18.** Prueba de Tukey al 5% para la presencia de tallos principales y laterales en el cultivo de papa *Solanum tuberosum* bajo el efecto de coberturas de suelo a los 35, 60, 90 y 120 dds

Número de tallos 35 dds			Número de tallos 60 dds			Número de tallos 90 dds			Número de tallos 120 dds		
Cobertura	Medias (número de tallos)		Cobertura	Medias (número de tallos)		Cobertura	Medias (número de tallos)		Cobertura	Medias (número de tallos)	
Suelo Plástico	Con	3,250 A	Suelo Plástico	Con	4,250 A	Suelo Plástico	Con	5,250 A	Suelo Desnudo	6,000	A
Suelo Desnudo		2,750 A B	Suelo Desnudo		4,130 A	Suelo Desnudo		4,630 B	Suelo Plástico	Con	5,750 A
Suelo Cobertura Vegetal		2,630 B	Suelo Cobertura Vegetal		3,500 B	Suelo Cobertura Vegetal		4,000 C	Suelo Cobertura Vegetal		4,750 B

En la tabla 18 se muestra la prueba estadística de Tukey al 5% para la presencia de tallos principales y laterales bajo el efecto de los materiales de propagación, el uso del tubérculo semilla como material de propagación generó una mayor presencia de tallos (rango A) que aquellos tratamientos en los cuales se utilizó brotes (rango B) como medio de propagación de cultivo, este comportamiento se mantuvo a lo largo del experimento.

**Tabla 19.** Prueba de Tukey al 5% para el número de tallos principales y laterales en el cultivo de papa *Solanum tuberosum* bajo el efecto de material de propagación a los 35, 60, 90 y 120 dds

Número de tallo 35 días			Número de tallo 60 días			Número de tallo 90 días			Número de tallo 120 días		
Material de propagación	Medias (número de tallos)		Material de propagación	Medias (número de tallos)		Material de propagación	Medias (número de tallos)		Material de propagación	Medias (número de tallos)	
Tubérculo	4,170	A	Tubérculo	5,500	A	Tubérculo	6,580	A	Tubérculo	7,250	A
Brote	1,580	B	Brote	2,420	B	Brote	2,670	B	Brote	3,750	B

#### 4.1.5 Diámetro de tallos en el cultivo de papa *Solanum tuberosum* bajo el efecto de coberturas de suelo y materiales de propagación

En la tabla 19 se muestra el análisis de varianza correspondiente al diámetro de tallo (milímetros) en el cultivo de papa *Solanum tuberosum* a los 35, 60, 90 y 120 dds, y se evidencia diferencias estadísticas al 1% en las fuentes de variación de tratamientos, material de propagación y en coberturas a los 90 y 120 dds, además se muestra diferencias estadísticas al 5% en la fuente de variación de cobertura a los 60 dds, mientras que en la fuente de variación de cobertura a los 35 dds y la interacción de cobertura con material de propagación no hubo diferencias estadísticas, en esta variable los coeficientes de variación no superaron el 13,52% y los promedios de grosor de tallos alcanzaron un valor máximo de 12,362 mm.

**Tabla 20.** Análisis de varianza para el diámetro de tallo en el cultivo de papa *Solanum tuberosum* bajo el efecto de coberturas de suelo y materiales de propagación a los 35, 60, 90 y 120 dds

F.v.	Gl	Diámetro de tallos 35 dds	Diámetro de tallos 60 dds	Diámetro de tallos 90 dds	Diámetro de tallos 120 dds
		P-valor			
Total	23				
Tratamientos	5	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**
Cobertura	2	0,360 ns	0,010 *	0,000**	0,000**
Material de propagación	1	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**
Cobertura*material de propagación.	2	0,970 ns	0,960 ns	0,790 ns	0,750 ns
Repeticiones	3	0,160 ns	0,210 ns	0,440 ns	0,510 ns
Error	15				
Cv (%)		13,520	4,600	5,070	5,470
Promedio (mm)		5,946	8,932	12,068	12,362

En la tabla 20, se muestra la prueba de Tukey al 5% para el diámetro de tallo (mm) a los 35, 60, 90 y 120 dds, se puede observar que los tratamientos se clasifican hasta en siete rangos, el T3 (suelo con mulch film y tubérculo) con valores promedio de 8,42 mm a los 35 dds y 15,04 mm a los 120 dds superan a los demás tratamientos del experimento ubicándose en el rango superior A, por otro lado el T2 (suelo desnudo y brote) y T6 (suelo con cobertura vegetal y brote) con un promedio de 3,6 mm a los 35 dds y 10,27 mm a los 120 dds, registrando los valores más bajos tienen los rangos inferiores B y D.

**Tabla 21.** Prueba de Tukey al 5% para el diámetro de tallo en el cultivo de papa *Solanum tuberosum* bajo el efecto de coberturas de suelo y materiales de propagación a los 35, 60, 90 y 120 dds.

Diámetro de tallos 35 dds			Diámetro de tallos 60 dds			Diámetro de tallos 90 dds				Diámetro de tallos 120 dds			
Tratamientos	Medias (mm)		Tratamientos	Medias (mm)		Tratamientos	Medias (mm)			Tratamientos	Medias (mm)		
T3	8,420	A	T3	11,370	A	T3	14,080	A			T3	15,040	A
T5	8,070	A	T1	10,490	A	T1	13,770	A	B	T1	13,170	B	
T1	7,790	A	T5	10,320	A	T5	12,540	B C			T5	13,050	B
T4	4,130	B	T4	7,710	B	T4	11,250	C D			T4	12,080	B C
T6	3,670	B	T2	6,890	B	T2	10,790	D			T6	10,560	C D
T2	3,600	B	T6	6,810	B	T6	9,980	D			T2	10,270	D

T1 suelo desnudo con tubérculo, T2 suelo desnudo con brote, T3 suelo con mulch film y tubérculo, T4 suelo con mulch film y brote, T5 suelo con cobertura vegetal y tubérculo, T6 suelo con cobertura vegetal y brote

En la tabla 21, se muestra la prueba de Tukey al 5% para el diámetro de tallo (mm) en el cultivo de papa bajo el efecto de coberturas, a los 35, 60, 90 y 120 dds, y a los 35 dds no hay diferencias estadísticas entre los tratamientos, por otro lado el suelo cubierto con mulch film se ubica en el rango superior A con los valores más altos (9,54mm a los 60 dds y 13,56mm a los 120dds), además los suelos desnudo y cobertura vegetal se ubican en el rango B con los valores más bajos del experimento a lo largo del cultivo ( 8,57mm a los 60 dds y 11,72mm a los 120 dds).

**Tabla 22.** Prueba de Tukey al 5% para el diámetro de tallos en el cultivo de papa *Solanum tuberosum* bajo el efecto de coberturas de suelo a los 35, 60, 90 y 120 dds

Diámetro de tallos 35 dds			Diámetro de tallos 60 dds			Diámetro de tallos 90 dds			Diámetro de tallos 120 dds		
Cobertura	Medias (mm)		Cobertura	Medias (mm)		Cobertura	Medias (mm)		Cobertura	Medias (mm)	
Suelo Con Mulch Film	6,280	A	Suelo Con Mulch Film	9,540	A	Suelo Con Mulch Film	12,670	A	Suelo Con Mulch Film	13,560	A
Suelo Cobertura Vegetal	5,870	A	Suelo Desnudo	8,690	B	Suelo Desnudo	12,280	A	Suelo Cobertura Vegetal	11,810	B
Suelo Desnudo	5,700	A	Suelo Cobertura Vegetal	8,570	B	Suelo Cobertura Vegetal	11,260	B	Suelo Desnudo	11,720	B

En la tabla 22 se muestra la prueba de Tukey al 5% para el diámetro de tallo (mm) en el cultivo de papa, bajo el efecto de diferentes materiales de propagación a los 35, 60, 90 y 120 dds, y se observan dos rangos, el uso de tubérculos en la propagación registra valores superiores con tallos más gruesos y se ubica en el rango A, mientras que el uso de brotes registra valores más bajos con tallos más delgados ubicándose en el rango B.

**Tabla 23.** Prueba de Tukey al 5% para el diámetro de tallo en el cultivo de papa *Solanum tuberosum* bajo el efecto de material de propagación a los 35, 60, 90 y 120 dds

Diámetro de tallo 35 dds			Diámetro de tallo 60 dds			Diámetro de tallo 90 dds			Diámetro de tallo 120 dds		
Material de propagación	Medias (mm)		Material de propagación	Medias (mm)		Material de propagación	Medias (mm)		Material de propagación	Medias (mm)	
Tubérculo	8,100	A	Tubérculo	10,730	A	Tubérculo	13,460	A	Tubérculo	13,750	A
Brote	3,800	B	Brote	7,140	B	Brote	10,680	B	Brote	10,970	B

#### 4.1.6 Rendimiento en Tn/Ha en el cultivo de papa *solanum tuberosum* bajo el efecto de coberturas de suelo y materiales de propagación

En la tabla 23 se muestra el análisis de varianza correspondiente al rendimiento en el cultivo de papa *Solanum tuberosum*, se evidencia diferencias estadísticas al 1% en las fuentes de variación de tratamientos, coberturas y en material de propagación en el rendimiento total, de primera y segunda clase, al igual que en la interacción de cobertura con material de propagación en el rendimiento total, de primera y tercera clase, además se muestra diferencias estadísticas al 5% en la fuente de variación interacción de cobertura con material de propagación en rendimiento de segunda clase, mientras que en la fuente de variación material de propagación no muestra diferencias estadísticas en el rendimiento de tercera clase, en esta variable los coeficientes de variación no superaron el 8,24 % y los promedios de rendimiento alcanzaron un valor máximo de 30,127 Tn/ha en el rendimiento total.

**Tabla 24.** Análisis de varianza para el rendimiento en tn/ha en el cultivo de papa *Solanum tuberosum* bajo el efecto de coberturas de suelo y materiales de propagación en total, primera clase, segunda clase y tercera clase

F.v.	Gl	Rendimiento th/ha	total	Rendimiento 1°	Rendimiento 2°	Rendimiento 3°
			P-valor			
Total	23					
Tratamientos	5		0,000**	0,000**	0,000**	0,000**
Cobertura	2		0,000**	0,000**	0,000**	0,000**
Material de propagación	1		0,000**	0,000**	0,000**	0,120 ns
Cobertura*material de propagación	2		0,000**	0,000**	0,030 *	0,000**
Repeticiones	3		0,160 ns	0,160 ns	0,780 ns	0,720 ns
Error	15					
Cv (%)			1,190	1,190	4,180	8,240
Promedio (Tn/ha)			30,127	20,230	6,865	3,000
T1 suelo desnudo con tubérculo, T2 suelo desnudo con brote, T3 suelo con mulch film y tubérculo, T4 suelo con cmulch film y brote, T5 suelo con cobertura vegetal y tubérculo, T6 suelo con cobertura vegetal y brote						

En la tabla 24, se muestra la prueba de Tukey al 5% para el rendimiento (Tn/ha) del cultivo de papa, se puede observar que los tratamientos se clasifican hasta en siete rangos para el rendimiento total, de primera, segunda y tercera clase el T3 (suelo con mulch film y tubérculo), con un valor total de 36,88 (Tn/ha) supera a los demás tratamientos ubicándose en el rango superior A, por otro lado, el T6 (suelo con cobertura vegetal y brote) con un valor total de 23,44 (Tn/ha), registrando los valores más bajos tiene los rango C, E y F los demás tratamientos son intermedios.

**Tabla 25.** Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento en tn/ha en el cultivo de papa *Solanum tuberosum* bajo el efecto de coberturas y brotes en total, primera clase, segunda clase y tercera clase

Rendimiento en tn/ha		Rendimiento en 1°		Rendimiento en 2°		Rendimiento en 3°	
Tratamientos	Medias (Tn/ha)	Tratamientos	Medias (Tn/ha)	Tratamientos	Medias (Tn/ha)	Tratamientos	Medias (Tn/ha)
T3	36,880 A	T3	25,060 A	T3	8,940 A	T4	3,880 A
T1	33,560 B	T1	22,880 B	T4	7,750 B	T1	3,250 B
T4	31,130 C	T2	19,750 C	T1	7,250 B C	T3	2,880 B C
T2	29,440 D	T4	19,50 C	T2	6,810 C	T2	2,880 B C
T5	26,310 E	T5	17,880 D	T5	5,810 D	T5	2,63 C
T6	23,440 F	T6	16,310 E	T6	4,630 E	T6	2,5 C

T1 suelo desnudo con tubérculo, T2 suelo desnudo con brote, T3 suelo con mulch film y tubérculo, T4 suelo con mulch film y brote, T5 suelo con cobertura vegetal y tubérculo, T6 suelo con cobertura vegetal y brote

En la tabla 25, se muestra la prueba de Tukey al 5% para el rendimiento en el cultivo de papa bajo el efecto de coberturas, el suelo cubierto con mulch film con un valor promedio de 34,00 Tn/ha presenta el mayor rendimiento y se ubica en el rango superior A, además el suelo con cobertura vegetal con un valor promedio de 24,88 Tn/ha presenta el menor rendimiento ubicándose en los rangos inferiores B y C.

**Tabla 26.** Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento en tn/ha en el cultivo de papa *Solanum tuberosum* bajo el efecto de coberturas y brotes en total, primera clase, segunda clase y tercera clase.

Rendimiento en tn/ha			Rendimiento en 1°			Rendimiento en 2°			Rendimiento en 3°		
Cobertura Suelo con Mulch Film	Medias (Tn/ha)		Cobertura Suelo con Mulch Film	Medias (Tn/ha)		Cobertura Suelo con Mulch Film	Medias (Tn/ha)		Cobertura Suelo con Mulch Film	Medias (Tn/ha)	
	34,000	A		22,280	A		8,340	A		3,380	A
Suelo desnudo	31,500	B	Suelo desnudo	21,310	B	Suelo desnudo	7,030	B	Suelo desnudo	3,060	A
Suelo cobertura vegetal	24,880	C	Suelo cobertura vegetal	17,090	C	Suelo cobertura vegetal	5,220	C	Suelo cobertura vegetal	2,560	B

En la tabla 26 se muestra la prueba de Tukey al 5% para el rendimiento en el cultivo de papa, bajo el efecto de diferentes materiales de propagación y se observan dos rangos, el uso de tubérculos en la propagación registra valores superiores con un mayor rendimiento en Tn/ha y se ubica en el rango A, mientras que el uso de brotes registra valores más bajos con un menor rendimiento ubicándose en el rango B, por otro lado, en el rendimiento de tercera clase no hay diferencias estadísticas.

**Tabla 27.** Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento del cultivo de papa con el material de propagación

Rendimiento en tn/ha			Rendimiento en 1°			Rendimiento en 2°			Rendimiento en 3°		
Material de propagación Tubérculo	Medias (Tn/ha)		Material de propagación Tubérculo	Medias (Tn/ha)		Material de propagación Tubérculo	Medias (Tn/ha)		Material de propagación Brote	Medias (Tn/ha)	
	32,000	A		21,940	A		7,330	A		3,080	A
Brote	28,000	B	Brote	18,520	B	Brote	6,400	B	Tubérculo	2,920	A

#### 4.1.7 Relación costo beneficio

En la tabla 28 se muestra el análisis económico en el cual se detallan los costos de producción de los tratamientos estudiados, la producción estimada de quintales (qq) por hectárea, y el índice de costo beneficio en la cual el T1 (Suelo desnudo y tubérculo) generó un índice de 0,41 superando a los demás tratamientos, el T6 (Suelo con cobertura vegetal y brote) generó un índice de 0,18 siendo inferior a los demás.

**Tabla 28.** Relación beneficio costo de los diferentes tratamientos en estudio

Tratamiento	Costo de producción por tratamiento (Ha)	Producción por Ha en qq	Venta (\$) 16,33 (c/u)	Utilidad neta (\$)	Índice
T1 Suelo desnudo y tubérculo	8567,56	745,77	17398,81	8831,25	1,03
T2 Suelo desnudo y brote	7699,72	654,22	15262,95	7563,23	0,98
T3 Suelo con mulch film y tubérculo	8683,60	819,55	19120,10	10436,50	1,20
T4 Suelo con mulch film y brote	7746,88	691,77	16138,99	8392,11	1,08
T5 Suelo con cobertura vegetal y tubérculo	8032,12	584,66	13640,12	5608,00	0,70
T6 Suelo con cobertura vegetal y brote	7204,60	520,88	12152,13	4947,53	0,69

## 4.2. DISCUSIÓN

La presente investigación evaluó la eficiencia agronómica y productiva del uso de coberturas de suelo y materiales de propagación frente al manejo tradicional en el cultivo de papa *Solanum tuberosum* variedad Super chola

### 4.2.1 Materiales de propagación en el cultivo de papa *Solanum tuberosum*

En la investigación se determinó que el mejor material de propagación en el cultivo de papa *Solanum tuberosum* es el tubérculo, puesto que tuvo un desempeño superior al brote a lo largo de su desarrollo fisiológico durante todo el cultivo, existieron diferencias estadísticas significativas en todas las variables evaluadas durante el desarrollo de la investigación, estos hallazgos confirman que el tipo de propagación incide directamente en el prendimiento, el vigor vegetativo y la formación de tubérculos comerciales, aspectos clave para la productividad del cultivo.

El desarrollo fisiológico observado en las plantas establecidas a partir de tubérculo semilla puede atribuirse a la presencia de reservas de carbohidratos y nutrientes minerales, las cuales sostienen el crecimiento inicial hasta que la planta alcanza autonomía fotosintética. En concordancia con lo reportado por (Struik, 1999) "el tubérculo semilla proporciona energía metabólica esencial durante las primeras etapas de crecimiento", lo que se traduce en un prendimiento más uniforme y un sistema radical mejor desarrollado, esta condición favorece una mayor absorción de agua y nutrientes, incrementando la eficiencia fisiológica del cultivo.

De acuerdo con el Centro Internacional de la Papa, el número de tallos por planta constituye un componente determinante del rendimiento, debido a su influencia sobre el número y tamaño de tubérculos formados (CIP, 2012), el mayor número de tallos registrado en las plantas provenientes de tubérculo semilla guarda relación directa con el rendimiento final, en este sentido, los resultados del estudio concuerdan con la literatura, ya que un mayor vigor inicial permitió una tuberización más homogénea y una mayor proporción de tubérculos comerciales.

Por otra parte, las plantas originadas a partir de brotes presentaron un establecimiento inicial más lento y un desarrollo fisiológico limitado, lo cual se explica por la ausencia de reservas nutricionales. Según (FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2008 ), "la propagación mediante brotes incrementa la dependencia de las condiciones edáficas y climáticas durante la fase

de establecimiento", situación que expone al cultivo a mayores riesgos de estrés hídrico y nutricional, esta limitación fisiológica se reflejó en un menor vigor vegetativo y, consecuentemente, en una reducción del rendimiento.

Adicionalmente, los resultados sugieren que, si bien la siembra de brotes puede constituir una alternativa viable en sistemas de multiplicación rápida de semilla, su aplicación en sistemas de producción comercial resulta menos eficiente. Tal como señalan (Struik, 1999), este método es más apropiado cuando el objetivo es incrementar el número de plantas a partir de material limitado, y no necesariamente maximizar el rendimiento por unidad de superficie, los hallazgos del presente estudio refuerzan la importancia de seleccionar adecuadamente el material de siembra en función del objetivo productivo. En condiciones similares a las del área de estudio, la utilización de tubérculo semilla representa una estrategia agronómica más eficiente para optimizar el desarrollo fisiológico y el rendimiento del cultivo de papa.

#### 4.2.2 Coberturas de suelo en el cultivo de papa *Solanum tuberosum*

Los resultados de la presente investigación demostraron que el uso de coberturas del suelo influyó de manera significativa en el desarrollo fisiológico y el rendimiento del cultivo de papa *Solanum tuberosum*, estableciéndose un orden de efectividad claramente definido, el mulch film como la mejor cobertura de suelo para el cultivo de papa *Solanum tuberosum*, seguido por el testigo que es el suelo sin cobertura y por último el suelo con cobertura vegetal a partir de tamo de trigo como la alternativa con menor desempeño productivo, este comportamiento confirma que la modificación del microambiente edáfico constituye un factor determinante en la productividad del cultivo.

De la misma manera, el mayor rendimiento y desarrollo fisiológico observados bajo mulch film pueden explicarse debido a su capacidad para regular la temperatura y la humedad del suelo, reducir la evaporación y limitar el crecimiento de malezas. En este sentido, la FAO (2011) menciona que "las coberturas plásticas mejoran el balance térmico e hídrico del suelo, favoreciendo un crecimiento más uniforme del cultivo". Estas condiciones promueven una mayor actividad radicular y una absorción más eficiente de nutrientes, lo que se traduce en un incremento del vigor vegetativo y una tuberización más homogénea, el rendimiento con cobertura plástica tubo un rendimiento promedio de 34,00 tn/ha, lo cual nos indica que es eficiente sembrar papa con cubierta mulch film para tener un mayor rendimiento de papa, dichos

resultados son similar a Saimon 2024 donde en su investigación nos indica que mulch film tuvo el mejor rendimiento con 34,76 tn/ha siendo un valor similar al obtenido en la presente investigación, por otra parte se logró determinar que mulch film logro aumentar el rendimiento en 3,32tn/ha más que el suelo sin acolchado, Manoj 2020 en su investigación realizada logro determinar que el acolchado por sí solo incrementó significativamente el rendimiento en un promedio de 4,2 Tn/ha en comparación con el tratamiento sin acolchado, dichos resultados son similares esta investigación, diversos estudios reportan que el mulch film acelera la emergencia y adelanta la tuberización debido al aumento moderado de la temperatura del suelo, especialmente en zonas altoandinas o de clima frío. Al respecto, Struik y Wiersema (1999) indican que "una temperatura del suelo más estable durante las primeras etapas del cultivo favorece el establecimiento y el número de tubérculos formados", lo cual concuerda con los resultados obtenidos en esta investigación.

Por otra parte, el suelo sin cobertura, ocupó el segundo lugar en rendimiento, mostró un comportamiento intermedio. Aunque permitió un desarrollo fisiológico aceptable, estuvo más expuesto a fluctuaciones térmicas, pérdida de humedad por evaporación y mayor competencia nutricional con malezas. Según el Centro Internacional de la Papa, "la ausencia de cobertura incrementa la vulnerabilidad del cultivo a condiciones ambientales adversas, afectando la eficiencia del uso del agua" (CIP., 2012) Estas limitaciones explican el menor rendimiento observado en comparación con el mulch film, aunque superior al registrado con cobertura vegetal.

La cobertura vegetal a base de tamo de trigo presentó el menor desarrollo fisiológico y rendimiento con un promedio de 24,50 tn/ha, dicho promedio es similar a Saimon 2024 donde en su investigación nos indica que el acolchado de paja tuvo un rendimiento de 23,74 tn/ha siendo este valor similar al obtenido en la presente investigación, si bien este tipo de cobertura contribuye a la conservación del suelo y a la reducción de la erosión, su descomposición inicial puede generar inmovilización temporal de nitrógeno, afectando la disponibilidad de este nutriente clave para el crecimiento vegetativo. En este contexto, la FAO (2015) señala que "los residuos con alta relación carbono/nitrógeno pueden inducir deficiencias nutricionales temporales en los cultivos", lo cual podría haber limitado el vigor inicial y la capacidad productiva del cultivo de papa, la cobertura vegetal puede mantener temperaturas del suelo más bajas, condición que en ambientes fríos retrasa la emergencia y la tuberización.

Los resultados del estudio permiten afirmar que el mulch film constituye la estrategia más eficiente para maximizar el desarrollo fisiológico y el rendimiento del cultivo de papa, seguido del suelo sin cobertura y, en último lugar, la cobertura vegetal con tamo de trigo.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

- La interacción basada en el uso de mulch film como cobertura de suelo y tubérculo semilla como materiales de propagación (tratamiento 3) en el cultivo de papa registro el mayor rendimiento de tubérculo cosechado del experimento con un valor de 36,88 tn/ha.
- El mejor material de propagación para el cultivo de papa lo mantuvo el tubérculo semilla con una influencia positiva en el desarrollo fisiológico y un rendimiento de 32 tn/ha.
- La mejor cobertura de suelo en el experimento fue el mulch film que demostró el mejor desarrollo vegetativo y el máximo rendimiento del cultivo con 34 tn/ha.
- Se determino que todos los tratamientos evaluados en esta investigación son rentables y el T3 (suelo con cobertura mulch film y tubérculo semilla) registro el índice costo beneficio más alto del experimento, generando una utilidad de 1,20 dólares por cada dólar invertido.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

De acuerdo con los resultados y conclusiones obtenidos en la presente investigación se recomienda:

- Se recomienda establecer cultivos de papa con tubérculos semilla como material de propagación en combinación con el uso de coberturas plásticas de suelo (mulch film de 1 metro de ancho y 45 micras de calibre) antes de la siembra, con el fin de mejorar las labores culturales y la productividad del cultivo.
- Dar a conocer a los agricultores que la siembra de brotes de papa como materiales de propagación es una alternativa rentable para la propagación rápida de semilla de calidad.
- Establecer cultivos de papa con coberturas vegetales a partir de rastrojos de cosecha de trigo, ya que ayuda al incremento de la materia orgánica y la biota del suelo, a mediano y largo plazo.
- Continuar y extender la investigación comparando colores de coberturas plásticas y tipos de rastrojos como coberturas vegetales de suelo, en pisos climáticos y localidades diferentes.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ataucuri, E. M. (2021). DESCRIPCIÓN BOTÁNICA Y TAXONÓMICA DE LA PAPA. Scribd: <https://repositorio.uptc.edu.co/server/api/core/bitstreams/c0a43929-c559-4b06-9a08-e3b174ef6a84/content>
- Bazantes, V. T., Aragón Suarez, J. P., Albuja Illesca, L. M., & Vazquez Hernandez, L. d. (2020). Diagnostico de los costos, rendimiento de produccion y comercializacion de papa en la zona 1 del Ecuador en el año 2019. *Agronegocios*, 109. diagnostico.
- Chaobiao, M. J. (2022). Black Plastic Film Mulching Increases Soil Nitrous Oxide Emissions in Arid Potato Fields. MDPI, [https://www.mdpi.com/1660-4601/19/23/16030?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.mdpi.com/1660-4601/19/23/16030?utm_source=chatgpt.com).
- CIP. (2012). Centro Internacional de la papa. <https://cipotato.org/publications/seed-potato-production-manual/>
- CIP. (2012). Seed potato production manual: <https://cipotato.org/publications/seed-potato-production-manual/>
- Del Monte AG. (17 de enero de 2024). Del Monte AG: <https://delmonteag.com.ec/produccion-de-papa-en-ecuador-y-su-importancia/>
- Devaux, A. G.-P. (2021). La papa del futuro: oportunidades y desafíos en sistemas agroalimentarios sostenibles. *Potato Research*. CIP, ISSN: 1871-4528. 40 p.
- Díaz, A. (30 de Noviembre de 2022). Agronegocios . Uso y beneficio de los acolchados agrícolas : <https://blog.ldm.la/es/usos-y-beneficios-de-los-acolchados-agricolas>
- Diniz, R. D.-D. (2006). Produção de minitubérculos a partir de brotos de batata em diferentes combinações de substrato. *Horticultura Brasileira*, 23(3), 665–670. <https://www.scielo.br/j/hb/a/vgqGwtfsvcpt59cJxtqCYXF/?format=pdf&lang=pt>.

- FAO. (2008 ). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Potato and sweetpotato in Africa: Transforming the value chains for food and nutrition security. FAO:  
<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/50573e9a-d566-40e6-923d-c3f85ecb1da7/conte>
- FAO. (2011). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Save and grow: A policymaker's guide to the sustainable intensification of smallholder crop production. FAO.: <https://www.fao.org/3/i2215e/i2215e.pdf>
- FAO. (2017). The contributions of livestock species and breeds to ecosystem services, 12.  
<https://doi.org/https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/d008eee1-8c06-49b3-9376-ce98256ce495/content>
- FAO. (30 de 5 de 2024). El periplo de la papa a través de épocas y continentes:  
<https://www.fao.org/newsroom/story/the-potatos-travel-through-ages-and-continents/es#:~:text=En%20la%20actualidad%2C%20la%20papa,que%20cualquier%20otro%20cultivo%20importante.>
- INIAP, I. N. (2021). Manejo integrado de plagas y enfermedades del cultivo de papa en Ecuador. INIAP: <https://iniap.gob.ec>
- Inostroza F., J. M. (2009). Botánica y morfología de la papa. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Carillanca:  
<https://biblioteca.inia.cl/items/c36be623-5d95-4664-a113-d951e529f68a>
- Juzhen, X. Y. (2023). Identifying the Influencing Factors of Plastic Film Mulching on Improving the Yield and Water Use Efficiency of Potato in the Northwest China. MDPI, [https://www.mdpi.com/2073-4441/15/12/2279?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.mdpi.com/2073-4441/15/12/2279?utm_source=chatgpt.com).
- Lal, R. (2015 ). Restauración de la calidad del suelo para mitigar su degradación, 5881. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su7055875>
- LEY ORGÁNICA DE AGROBIODIVERSIDAD, S. Y. (8 de 6 de 2017). LEY ORGÁNICA DE AGROBIODIVERSIDAD, SEMILLAS Y FOMENTO DE LA AGRICULTURA SUSTENTABLE. LEY ORGÁNICA DE AGROBIODIVERSIDAD, SEMILLAS Y FOMENTO DE LA AGRICULTURA SUSTENTABLE:  
[https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-11/Ley-Org%C3%A1nica-de-Agrobiodiversidad-Semillas-y-Fomento-de-la-Agricultura-Sustentable.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-11/Ley-Org%C3%A1nica-de-Agrobiodiversidad-Semillas-y-Fomento-de-la-Agricultura-Sustentable.pdf?utm_source=chatgpt.com)

- Manoj, B. B. (20 de 7 de 2020). "Effect of plastic mulching on growth and yield of potato (*Solanum tuberosum* L.) in Dadeldhura, Nepal". *Revista de Agricultura y Recursos Naturales* (2020)3(2):228-240:  
<https://www.nepjol.info/index.php/janr/article/view/32509/25674>
- Merino, F. L. (1997). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (Folleto divulgativo No. 145):  
<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/8271645>
- Merino, F., López, F., & Pumisaco, M. (2017). Iniap . Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias:  
<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/43111/1/iniapsc145.pdf>
- Ming, Z. J. (2023). "Effects of partial straw mulching on potato production in different precipitation years in a dryland farming region". MDPI,  
<https://doi.org/10.3390/w15223971>.
- Ontario. (5 de 2024). Erosión del suelo: causas y efectos. Conozca las causas y los efectos de la erosión hídrica, eólica y por labranza en las tierras agrícolas. Esta información técnica está dirigida a los productores de Ontario.:  
<https://www.ontario.ca/page/soil-erosion-causes-and-effects>
- Papa, C. I. (2021). La patata del futuro: oportunidades y desafíos en los sistemas agroalimentarios sostenibles. <https://cipotato.org>
- PDOT. (2020). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial. Gobierno autonomo descentralizado parroquial rural de Julio Andrade:  
<https://gpjulioandrade.gob.ec/carchi/wp-content/uploads/2022/06/PDOT-JULIO-ANDRADE-2019-2023.pdf>
- PDOT. (2020). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial. PDOT Julio Andrade:  
[https://gpjulioandrade.gob.ec/carchi/wp-content/uploads/2023/12/PDOT-JULIO-ANDRADE-2019-2023.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://gpjulioandrade.gob.ec/carchi/wp-content/uploads/2023/12/PDOT-JULIO-ANDRADE-2019-2023.pdf?utm_source=chatgpt.com)
- Punina, E. I. (2013). EVALUACIÓN AGRONÓMICA DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) C.V. "FRIPAPA" A LA APLICACIÓN DE TRES ABONOS COMPLETOS".  
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6532/2/Tesis-69%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%202010.pdf>
- Saimon, A. H. (2024). Effect of straw and plastic mulches on growth and yield of zero tillage potato (*Solanum tuberosum* L.) in the Coastal Khulna Region of Bangladesh. *International Journal of Horticultural Science*, 30(1), 23–30.:  
<https://ojs.lib.unideb.hu/IJHS/article/view/13279>

Shrestha, K. S. (2020). "Yield of potato varieties (*Solanum tuberosum* L.) with and without straw mulching in Shankharapur, Kathmandu, Nepal". *Journal of Agriculture and Natural Resources* , 3 (2), 193–204.,  
<https://doi.org/10.3126/janr.v3i2.32506>.

Spooner, K. M. (2005). A single domestication for potato based on multilocus amplified fragment length polymorphism genotyping. *PNAS*,  
<https://doi.org/10.1073/pnas.0507400102>.

Struik, P. C. (1999). Wageningen Pers. En Seed potato technology (pág. 57).  
<https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/13958>.

Souza-Dias & FeldmanN. (2024). Unintended sprouts as additional resource for pathogen-free seed potato (*Solanum tuberosum*) propagation. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 1769–1778.

Universo, E. (16 de Abril de 2024). El Universo .  
<https://www.eluniverso.com/noticias/ecuador/papa-produccion-carchi-enfermedad-punta-morada-caida-precios-nota/>

## VII. ANEXOS

### Anexos 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

### ACTA

#### DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

ESTUDIANTE:	BRAYAN INOSENSIO USAMA ROSERO	CÉDULA DE IDENTIDAD:	0402048706
PERIODO ACADÉMICO:	2026A		
PRESIDENTE TRIBUNAL	PH.D. MORA QUILISMAL SEGUNDO RAMIRO	DOCENTE TUTOR:	MSC. CARLOS DAVID HERRERA RAMIREZ
DOCENTE:	MSC. JOSÉ ALFONSO ANGEL ARMAS		
TEMA DEL TIC:	"Evaluación de sistemas para la implementación del cultivo de papa (Solanum tuberosum) variedad súper choila, con base en el uso de coberturas y brotes, en la comunidad La Aguada parroquia de Julio Andrade"		
No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	8.17	
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8.17	
3	METODOLOGÍA	8.17	
4	RESULTADOS	8.17	
5	DISCUSIÓN	8.17	
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	8.17	COSTOS DE PRODUCCIÓN DE COBERTURAS
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	8.17	PONER EVIDENCIAS DE EXPERIMENTACIÓN
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	8.17	

Obteniendo una nota de: **8,17** Por lo tanto, **APRUEBA** ; debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su Informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el **miércoles, 18 de febrero de 2026**

  
PH.D. MORA QUILISMAL SEGUNDO RAMIRO  
PRESIDENTE TRIBUNAL

  
MSC. CARLOS DAVID HERRERA RAMIREZ  
DOCENTE TUTOR

  
MSC. JOSÉ ALFONSO ANGEL ARMAS  
DOCENTE

**Anexos 2.**Certificado del abstract por parte de idiomas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN AND  
NATIVE LANGUAGES CENTER

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
<b>NAME:</b> Usama Rosero Brayan Inosencio				
<b>DATE:</b> Lunes, 02 de marzo de 2026				
<b>Topic:</b> "Evaluación de sistemas para la implementación del cultivo depapa(Solanum tuberosum) variedad súper chola, con base en el uso de coberturas y brotes, en la comunidad La Aguada parroquia de Julio Andrade."				
<b>MARKS AWARDED</b>		<b>QUANTITATIVE AND QUALITATIVE</b>		
<b>VOCABULARY AND WORD USE</b>	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>WRITING COHESION</b>	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
De	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>ARGUMENT</b>	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>CREATIVITY</b>	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>SCIENTIFIC SUSTAINABILITY</b>	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
<b>TOTAL/AVERAGE</b>	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED		<b>TOTAL 9</b>	



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL  
CARCHI- FOREIGN AND NATIVE LANGUAGES  
CENTER**

**Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o  
Investigación.**

**Autor:** Usama Rosero Brayan Inosencio

**Fecha de recepción del abstract:** Jueves, 26 de febrero de 2026

**Fecha de entrega del informe:** Lunes, 02 de marzo de 2026

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

**Observaciones:**

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según la rúbrica de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9; por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



Firmado electrónicamente por:  
MARTHA ARACIELLY  
VIVEROS ALMEIDA

Validar únicamente con FirmadE.

MA. Martha Viveros  
RESPONSABLE CIDEN

### Anexos 3. Preparación del Terreno



### Anexos 4. Acolchados



### Anexos 5. Siembra del cultivo



## Anexos 6. Variables





**Anexos 7. Materiales de Propagación**

