

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA



Evaluación de quitosano en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en Chao, La Libertad

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGRÓNOMO**

PRESENTADO POR

Bach. Muñoz Cochayalle, Fernando José

Bach. Rodríguez Cotrina, Gerardo Manuel

ASESOR

Ms. Escalante Espinoza, Nélida Guillesi
CODIGO ORCID 0009-0005-2115-7220

NUEVO CHIMBOTE - PERU

2025

Año de la Recuperación y consolidación de la Economía Peruana"
ACTA DE INSTALACIÓN PARA SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los veintitres días del mes de diciembre del año dos mil veinticinco, siendo las 11:00 am. en el Auditorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma-FI-UNS, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante Resolución N° 673-2025-UNS-CFI, integrado por los docentes: **Ms. Santos Herrera Cherres (Presidente)**, **Mg. Walver Lazaro Rodriguez (Secretario)** y **Ms. Nelida Escalante Espinoza (Integrante)**, para la sustentación de la Tesis titulada **"Evaluacion de quitosano en el rendimiento del cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) en Chao, La Libertad."**, perteneciente a las bachilleres: **Muñoz Cochayalle Fernando Jose**, con código de matrícula N° 0201815004 y, **Rodriguez Cotrina Gerardo Manuel**, con código de matrícula N° 0201815040, asesoradas por el docente: **Ms. Nelida Escalante Espinoza (R.D. N° 083-2024-UNS-FI)**.

Siendo las 11:00 a.m. del mismo día, se da por iniciado el acto de sustentación, firmando la presente Acta en señal de conformidad.



Ms. Santos Herrera Cherres
PRESIDENTE



Mg. Walver Lazaro Rodriguez
SECRETARIO



Ms. Nelida Escalante Espinoza
INTEGRANTE



ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 23 días del mes de diciembre del año dos mil veinticinco, siendo las 11.00 am. en el auditorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma-FI-UNS, campus II, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante Resolución N° 673-2025-UNS-CFI, integrado por los docentes: **Ms. Santos Herrera Cherres (Presidente)**, **Mg. Walver Keiser Lazaro Rodriguez (Secretario)** y **Ms. Nelida Escalante Espinoza (Integrante)** y, de Expedito según Resolución Decanal N° 938-2025-UNS-FI, para la sustentación de la Tesis intitulada "**Evaluacion de quitosano en el rendimiento del cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) en Chao, La Libertad**", perteneciente a las bachilleres: **Muñoz Cochayalle Fernando Jose**, con código de matrícula N° 0201815004 y, **Rodriguez Cotrina Gerardo Manuel**, con código de matrícula N° 0201815040, asesoradas por el docente: **Ms. Nelida Escalante Espinoza (R.D. N° 083-2024-UNS-FI)**.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General de Grados y Títulos, vigente, declaran aprobar:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	ПОНДЕРАЦИОН
Muñoz Cochayalle Fernando Jose	16	<i>Regular</i>
Rodriguez Cotrina Gerardo Manuel	16	<i>Regular</i>

Siendo las 12:20 pm del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 23 de diciembre de 2025

Ms. Santos Herrera Cherres
PRESIDENTE

Mg. Walver K. Lazaro Rodriguez
SECRETARIO

Ms. Nelida Escalante Espinoza
INTEGRANTE

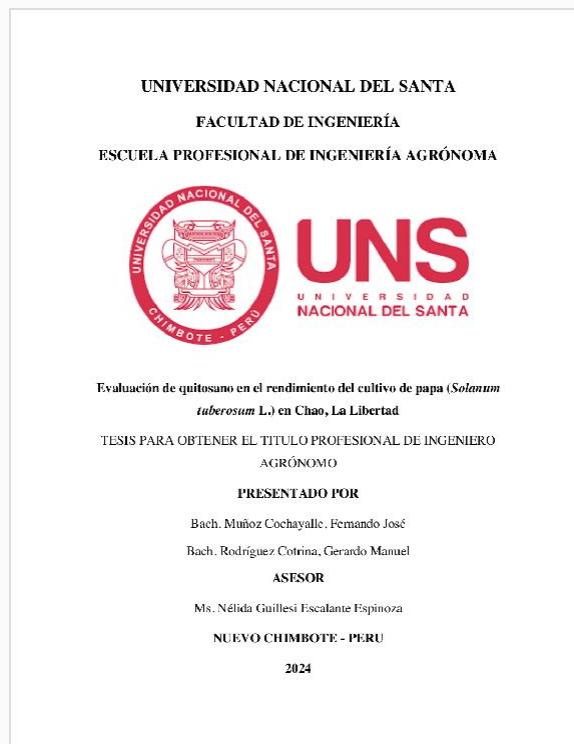


Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

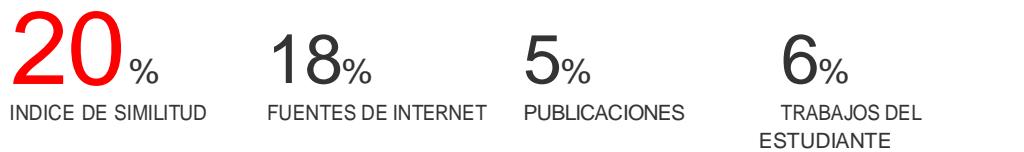
La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: FERNANDO MUÑOZ COCHAYALLE
Título del ejercicio: Evaluación de dos fertilizantes orgánicos en el rendimiento de...
Título de la entrega: Evaluación de quitosano en el rendimiento del cultivo de papa...
Nombre del archivo: TESIS_OFICIAL_MU_OZ_FERNANDO_-_RODRIGUEZ_GERARDO.p...
Tamaño del archivo: 1.57M
Total páginas: 72
Total de palabras: 13,494
Total de caracteres: 68,018
Fecha de entrega: 08-oct-2025 11:55a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2775028302



Evaluación de quitosano en el rendimiento del cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) en Chao, La Libertad

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uns.edu.pe	11%
2	scielo.sld.cu	1%
3	repositorio.utc.edu.ec	1%
4	repositorio.upec.edu.ec	1%
5	repositorio.unab.edu.pe	1%
6	www.scielo.org.mx	1%
7	Submitted to Associatie K.U.Leuven Trabajo del estudiante	1%
8	repositorio.unh.edu.pe	<1%
9	repositorio.puce.edu.ec	<1%
10	repositorio.unamba.edu.pe	<1%
11	repositorio.udea.edu.pe	<1%
12	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%
13	docplayer.es	<1%

DEDICATORIA

A mis padres, Gerardo Ever Rodríguez Castro y María Cotrina Mendoza, cuya dedicación, esfuerzo y amor incondicional han sido el pilar fundamental de mi formación. Gracias por enseñarme con su ejemplo el valor del trabajo, la perseverancia y la honestidad.

A mis hermanos, Wilmer Andrés y Ana Cristina, por su apoyo incondicional, su compañía y las palabras de aliento en los momentos difíciles. Su presencia ha sido una fuente constante de motivación para alcanzar mis metas.

Rodríguez Cotrina Manuel

DEDICATORIA

A mi madre, Maritza Beatriz Cochayalle Santos, por ser mi mayor ejemplo de amor, esfuerzo y perseverancia. Su apoyo incondicional y sus sacrificios han sido la base sobre la que he construido este logro.

A Carlos Rojas Bacilio, por su generosidad y ayuda inestimable en cada momento del camino. Su respaldo en las labores diarias hizo que este sueño fuera un poco más ligero de alcanzar.

A mis abuelos, Antenor Segundo Cochayalle Ruiz y María Santos Mariños, quienes con su sabiduría, cariño y enseñanzas han dejado en mí valores que hoy me guían.

A mi familia, por su amor, aliento y compañía. Cada palabra de apoyo y cada gesto de cariño han sido fundamentales para llegar hasta aquí.

Muñoz Cochayalle Fernando

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme la fortaleza, la sabiduría y las oportunidades para recorrer este camino.

A mis padres, Gerardo Ever Rodríguez Castro y María Cotrina Mendoza, por ser mi mayor inspiración y mi refugio incondicional. Su esfuerzo, sacrificio y amor han sido el motor que me impulsó a seguir adelante en cada etapa de esta travesía académica.

A mis hermanos, Wilmer Andrés y Ana Cristina, por su apoyo incondicional, su confianza en mí y por estar siempre presentes, celebrando mis logros y alentándome en los momentos difíciles.

A mis docentes y mentores, por compartir su conocimiento y guiar me en mi formación profesional.

A mis amigos y compañeros, por su apoyo, compañía y por hacer de este viaje una experiencia enriquecedora y memorable.

Rodríguez Cotrina Manuel

AGRADECIMIENTO

A mi madre, Maritza Beatriz Cochayalle Santos, por su amor incondicional, su fortaleza y su incansable dedicación. Gracias por ser mi mayor inspiración y por enseñarme que con esfuerzo y perseverancia los sueños pueden alcanzarse.

A Carlos Rojas Bacilio, por su apoyo constante y por brindarme su ayuda en cada tarea y desafío. Su esfuerzo y generosidad fueron un pilar importante en este camino.

A mis abuelos, Antenor Segundo Cochayalle Ruiz y María Santos Mariños, por sus enseñanzas, su cariño y por transmitirme valores que han guiado cada paso de mi vida.

A mi familia, por estar presente en cada momento, por su aliento en los días difíciles y por compartir conmigo la alegría de cada logro.

A todas las personas que, de una u otra manera, contribuyeron a mi formación y crecimiento, mi más profundo agradecimiento.

Muñoz Cochayalle Fernando

INDICE GENERAL

INDICE DE TABLAS	IX
INDICE DE FIGURAS	X
INDICE DE ANEXOS	XI
RESUMEN	XII
I. INTRODUCCION.....	14
1.1 DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	15
1.2 OBJETIVOS	16
1.2.1 Objetivo general.....	16
1.2.2 Objetivos Específicos	16
1.3 FORMULACION DE LA HIPOTESIS.....	16
1.4 JUSTIFICACION E IMPORTANCIA.....	16
II. MARCO TEORICO.....	18
2.1 ANTECEDENTES	18
2.2 MARCO CONCEPTUAL.....	21
2.2.1 <i>Solanum tuberosum L.</i>	21
2.2.1.1. Origen.....	21
2.2.1.2. Taxonomía	21
2.2.1.3. Morfología	21
2.2.1.4. Fenología.....	22

2.2.1.5. Condiciones edafoclimáticas.....	23
2.2.1.6. Preparación del terreno.....	24
2.2.1.7. Siembra	24
2.2.1.8. Fertilización	25
2.2.1.9. Riego	25
2.2.1.10. Aporque.....	25
2.2.1.11. Plagas y enfermedades	26
2.2.1.12. Control de malezas	26
2.2.1. Quitosano	27
2.2.2.1. Propiedades	27
2.2.2.2. Origen.....	27
III. METODOLOGIA.....	28
3.1 MATERIALES	28
3.2 LOCALIZACION.....	29
3.3 METODOS	30
3.5.1 Población y muestra.....	30
3.5.2 Variables y tratamiento.....	31
3.5.3 Tratamientos	31
3.5.4 Categorización de la variable de estudio	32
3.5.5 Procedimientos del manejo del cultivo.....	34

3.4 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	39
3.6.1 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	39
3.6.2 Procesamiento y análisis de datos.....	40
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
4.1 RESULTADOS	41
4.1.1 Número de tubérculos por planta después de la cosecha	41
4.1.2 Diametro del tubérculos después de la cosecha.....	44
4.1.3 Peso de tubérculos después de la cosecha	46
4.1.4 Rendimiento del cultivo de papa (Kg/ha).....	50
4.2 DISCUSIÓN	53
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55
5.1 CONCLUSIONES	55
5.2 RECOMENDACIONES	56
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	57
VII. ANEXOS	63

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Descripción de los tratamientos	31
Tabla 2: Operacionalización de la variable rendimiento	32
Tabla 3: Operacionalización de la variable quitosano	33
Tabla 4: Dosis la aplicación de quitosano	39
Tabla 5: Valores promedios de número de tubérculos a los 120 DDS.....	41
Tabla 6: Análisis de varianza para el número de tubérculos a los 120 DDS	42
Tabla 7: Prueba de Duncan entre tratamientos de números de tubérculos.....	42
Tabla 8: Valores promedios del diámetro de tubérculos (cm) a los 120 DDS.....	44
Tabla 9: Análisis de varianza para el diámetro de tubérculos (cm) a los 120 DDS	44
Tabla 10: Prueba de Duncan entre tratamientos del diámetro de tubérculos	45
Tabla 11: Valores promedios del peso de tubérculos (gr) a los 120 DDS	47
Tabla 12: Análisis de varianza para el peso del tubérculo (gr) a los 120 DDS.....	47
Tabla 13: Prueba de Duncan entre tratamientos del peso de tubérculos (gr) a los 120 DDS.....	48
Tabla 14: Valores promedios del promedio del rendimiento (kg) a los 120 DDS	50
Tabla 15: Rendimiento promedio del cultivo de papa en base a 1 ha (kg) a los 120 DDS	50
Tabla 16: Análisis de varianza para el rendimiento del tubérculo (kg) a los 120 DDS	51
Tabla 17: Prueba de Duncan entre tratamientos del rendimiento (kg) a los 120 DDS.....	51

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación del área experimental	29
Figura 2: Unidades experimentales.....	34
Figura 3: Promedio en el incremento del número de tubérculos después de la cosecha.....	43
Figura 4: Promedio en el incremento del diámetro del tubérculo (cm) a los 120 DDS	46
Figura 5: Promedio en el incremento del peso del tubérculo (gr) a los 120 DDS.....	49
Figura 6: Promedio en el incremento del rendimiento (kg/ha) a los 120 DDS.....	52

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Ficha técnica de la papa variedad canchán.....	63
ANEXO 2: Ficha técnica del quitosano.....	63
ANEXO 3: Evaluación de número de tubérculos a los 120 DDS.....	64
ANEXO 4: Evaluación de tamaño de tubérculos a los 120 DDS.....	65
ANEXO 5: Evaluación de peso de tubérculos (gr) a los 120 DDS.....	66
ANEXO 6: Evaluación del rendimiento de tubérculos a los 120 DDS	67
ANEXO 7: Delimitación del terreno.....	68
ANEXO 8: Preparación del terreno.	68
ANEXO 9: Siembra del cultivo de papa.....	69
ANEXO 10: Etapa vegetativa de la papa.....	69
ANEXO 11: Equipos para la aplicación del quitosano.....	70
ANEXO 12: Aplicación del quitosano.....	70
ANEXO 13: Cosecha de la papa	71
ANEXO 14: Medición de los parámetros a evaluar.....	71
ANEXO 15: Pesado para el rendimiento de la papa	72

RESUMEN

En el estudio desarrollado en el centro poblado de “Tanguche”, se evaluó el quitosano en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.). Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con tres tratamientos: T2 (1.5 lt/ha), T3 (2.5 lt/ha) y T4 (3.5 lt/ha) y un testigo (T1); cada uno presentó cuatro repeticiones, se empleó un área de 1300 m² dividida en 16 parcelas de 42 m². Se analizó el número de tubérculos/planta, diámetro de tubérculos y el peso de los tubérculos. Los resultados demostraron que el mayor promedio de número de tubérculos fue en el T₄ (3.5 lt/ha) con 23, en cuanto al diámetro de tubérculos el promedio mayor fue el T₃ (2.5 lt/ha) con 18.58 cm, en el caso del peso de los tubérculos el mayor promedio lo obtuvo el T₄ (3.5 lt/ha) con 139.15 gr, y por último, en el rendimiento de acuerdo al análisis estadístico hubo diferencias significativas teniendo como mejor tratamiento el T₄ con 30261.28 kg/ha, en comparación de los otros tratamientos y el testigo.

Palabras claves: Quitosano, papa, rendimiento.

ABSTRACT

In the study conducted in the Tanguche village, chitose was evaluated on potato (*Solanum tuberosum L.*) crop yield. A completely randomized block design (CRBD) was used with three treatments: T₂ (1.5 lt/ha), T₃ (2.5 lt/ha), and T₄ (3.5 lt/ha), and a control (T1); each treatment had four replicates. The treatment covered an area of 1,300 m², divided into 16 plots of 42 m² each. The number of tubers/plant, tuber diameter, and tuber weight were analyzed. The results showed that the highest average number of tubers was in T₄ (3.5 lt/ha) with 23, in terms of tuber diameter the highest average was T₃ (2.5 lt/ha) with 18.58 cm, in the case of tubers weight the highest average was obtained by T₄ (3.5 lt/ha) with 139.15 gr, and finally, in the yield according to the statistical analysis there were significant differences having as the best treatment T₄ with 30261.28 kg/ha compared to the other treatments and the control.

Keywords: Quitosano, papa, rendimiento.

I. INTRODUCCION

La papa (*Solanum tuberosum*) es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial. En el Perú, es un producto clave en la agricultura, siendo cultivado en diversas regiones bajo distintas condiciones agroecológicas. Sin embargo, su rendimiento puede verse afectado por factores como enfermedades, estrés abiótico y el uso intensivo de agroquímicos, lo que genera la necesidad de buscar alternativas sostenibles para mejorar la producción.

Por eso el quitosano, es una alternativa que ha demostrado su eficiencia como bioestimulante y biofungicida, ya que, es un biopolímero derivado de la quitina, que ha demostrado efectos positivos en la agricultura. Diversos estudios han evidenciado que su aplicación en diferentes cultivos puede mejorar la germinación, el desarrollo radicular, la resistencia a patógenos y la productividad.

En este contexto, la presente investigación tiene como objetivo evaluar el efecto del quitosano en el rendimiento del cultivo de papa en Chao, La Libertad, considerando diferentes dosis y su impacto en el crecimiento y producción del cultivo. Este estudio busca generar información científica que contribuya al desarrollo de estrategias agrícolas eficientes y sostenibles para mejorar la productividad en la región.

1.1 DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La papa (*Solanum tuberosum L.*) es un cultivo de gran importancia en la seguridad alimentaria de nuestro país debido a su alto valor nutricional y por ser el sustento de más de 710,000 familias, representando el 4% del PBI agrícola (Sociedad de Comercio Exterior del Perú [COMEX PERU], 2018). En el Perú, se siembran más de 35 cultivares entre mejorados y nativos que tienen un impacto significativo en el mercado local y en el extranjero.

Sin embargo, existen diversas causas que afectan el rendimiento de este cultivo, entre ellos los factores climáticos, el diario INFOBAE reportó en el 2022 una disminución alarmante de la producción en un 40%, mientras que, en el 2023 el noticiero RPP informó la reducción del 17% del rendimiento de papa. El Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias [SIEA] registró en el 2023 un rendimiento promedio nacional de 17,27 Tn/ha, un valor más bajo que en años anteriores.

En este sentido, el diario El Peruano (2023) manifestó que la región La Libertad ocupa una de las cinco regiones más productoras en nuestro país. No obstante, en el distrito de Chao, en los últimos años se ha identificado que los productores de papa registran bajos rendimientos y como consecuencia se ven obligados a cambiar de cultivo o incluso de rubro laboral debido a la baja rentabilidad.

Ante ello, una alternativa que podría generar resultados alentadores en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) es la aplicación de quitosano, un polímero no tóxico que contiene múltiples propiedades beneficiosas ya que, dentro de sus principios activos, actúan en la planta a nivel fisiológico para mejorar la productividad del cultivo ante las condiciones adversas.

Ante la situación expuesta, planteamos la siguiente interrogante: ¿Cuál será el efecto del quitosano en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) en Chao, La Libertad?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

- Evaluar el quitosano en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) en Chao, La Libertad.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Determinar el número de tubérculos por planta de los diferentes tratamientos.
- Comparar el tamaño de tubérculos de los diferentes tratamientos.
- Determinar el peso de los tubérculos de papa de los diferentes tratamientos.

1.3 FORMULACION DE LA HIPOTESIS

Al menos uno de los tratamientos de la aplicación de quitosano incrementará del rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*).

1.4 JUSTIFICACION E IMPORTANCIA

El presente trabajo de investigación se justifica y es importante porque servirá como aporte a las investigaciones referentes al quitosano en el área agrícola, específicamente en el cultivo de papa, permitirá determinar la dosis adecuada para mejorar diversas variables fisiológicas en relación con el crecimiento y desarrollo, adelantando las etapas de floración y fructificación, así como ejerciendo un incremento notable del rendimiento de este cultivo.

El quitosano, al ser biológico y biodegradable, puede reducir considerablemente el uso excesivo de productos químicos utilizados en la agricultura, contribuyendo con el cuidado del medio ambiente. Este producto también ayudará a preservar de la biodiversidad ya que hasta la actualidad

no se han registrado efectos tóxicos sobre la flora y fauna. Asimismo, será esencial para reducir los riesgos en la salud producidos por la manipulación de agroquímicos de los aplicadores.

Del mismo modo, el quitosano es un producto de fácil obtención y que tiene un precio al alcance de la economía de muchos agricultores, a diferencia de otros productos que se emplean y comercializan en la cadena agrícola como fertilizantes, bioestimulantes, entre otros, que generan un incremento en los costos de producción del cultivo de papa.

La adquisición de quitosano para ser aplicado al cultivo de papa ayudará a los productores a aumentar su rentabilidad y, por ende, mejorar su calidad de vida.

II. MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES

Reyes et al. (2021) en su trabajo “Emergencia y características agronómicas del *Cucumis sativus* a la aplicación de quitosano, *Glomus cubense* y ácidos húmicos” encontraron que al imbibir las semillas de la variedad Inivit en 3 g /L de quitosano logró obtener el mayor rendimiento de los tratamientos (5,703 kg/ha).

A la vez, Rivas et al. (2021) en su trabajo de investigación “Respuesta agronómica de dos variedades de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a la aplicación del bioestimulante con quitosano” determinaron al aplicar 1 g/L de quitosano a las semillas y 300 mg/ha a inicio de floración, incrementó el rendimiento en un 28.5% en la variedad ESEN y 25% en la variedad L-43.

Del mismo modo, Reyes et al. (2020) en su trabajo de investigación “Efecto del quitosano sobre variables del crecimiento, rendimiento y contenido nutricional del tomate” registraron que aplicación foliar de 300 mg/L de quitosano a los 10 días luego del trasplante y la aplicación a inicio de la floración mejoraron los componentes del rendimiento en este cultivo.

Por otro lado, Holguin et al. (2020) en su trabajo de investigación “Efecto de quitosano y consorcio simbiótico benéfico en el rendimiento de sorgo en la zona indígena “Mayos” en Sonora” establecieron que al sumergir las semillas por 3 min (500 mL 100 semilla) y al aplicar 100 mL/planta, aplicándolo en la base del cuello de la planta durante 25, 45, 55 y 85 días después de la siembra, se consigue una mejora en el rendimiento.

Asi mismo, Morales et al. (2015) encontraron en su trabajo de investigación “Efecto del Quitomax en el crecimiento y rendimiento del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.)” que la aplicación

foliar de 150 mg/ha de quitosano (QuitoMax) provocó un aumento el rendimiento en un 15 % en relación al control no aplicado.

Del mismo modo Molina Zerpa et. al. (2017) en su investigación “Efecto del uso de quitosano en el mejoramiento del cultivo del arroz (*Oryza sativa L.*) variedad sd20a”, evaluó la influencia del quitosano como bioestimulante en el desarrollo y rendimiento del arroz. Los resultados demostraron que la aplicación de quitosano mejoró significativamente variables agronómicas como la altura de planta, número de macollos, índice de espigado y rendimiento de grano. Este trabajo respalda el uso de productos de origen natural como el quitosano para potenciar el crecimiento de cultivos, reducir el uso de agroquímicos sintéticos y fomentar una agricultura más sostenible. Su enfoque biotecnológico proporciona un referente importante para el desarrollo de alternativas ecológicas en la producción agrícola.

En el estudio realizado “Efecto del quitosano sobre el crecimiento y la productividad de *Solanum lycopersicum*” por Pincay Manzaba Danny et. al. (2021). El quitosano, ampliamente utilizado en la agricultura por sus propiedades bioestimulantes y su capacidad para mitigar el estrés abiótico, fue aplicado en tres concentraciones (100, 500 y 1000 mg L⁻¹), además de un tratamiento control, bajo un diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. Los resultados mostraron que la dosis más alta (1000 mg L⁻¹) tuvo un efecto positivo significativo en diversas variables agronómicas como altura de planta, diámetro del tallo, número de racimos y frutos por planta, dimensiones de los frutos, peso y rendimiento. Este trabajo respalda el potencial del quitosano como alternativa sostenible para mejorar la producción agrícola, evidenciando su utilidad como insumo orgánico en el manejo nutricional de cultivos.

Por último, Abello Jiménez Cristian (2022) en su trabajo de investigación “Evaluación de bioestimulantes a base de aminoácidos y quitosano en el Crecimiento y rendimiento de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo invernadero”. El cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) es de gran relevancia tanto a nivel nacional como internacional, debido a su alto consumo. En este contexto, el uso de bioproductos como alternativa a los fertilizantes convencionales cobra importancia por sus beneficios económicos y ecológicos. La investigación realizada en la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (U.D.C.A) evaluó el efecto de bioestimulantes a base de aminoácidos (Tecamin Mxx) y quitosano (Kaitosol 30), aplicados de forma individual y combinada, sobre el crecimiento y rendimiento del tomate bajo condiciones de invernadero. El experimento se desarrolló entre marzo y agosto de 2021, utilizando un diseño de bloques completamente al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Las variables analizadas fueron altura de planta, diámetro ecuatorial y longitudinal del fruto, y rendimiento por planta. Los resultados mostraron diferencias significativas en la altura de las plantas respecto al testigo, mientras que las demás variables no presentaron diferencias estadísticas, posiblemente debido a la cosecha anticipada de frutos. No obstante, los tratamientos con bioestimulantes produjeron un mayor número de frutos en comparación con el control, lo cual evidencia su potencial para mejorar la productividad del cultivo.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 *Solanum tuberosum* L.

2.2.1.1. Origen

Diversos estudios históricos reportan que los tubérculos como la papa representaron un alimento esencial para las comunidades andinas precolombinas, encontrándose la mayor variabilidad genética alrededor del lago Titicaca, entre Perú y Bolivia. (Rodriguez, 2020)

2.2.1.2. Taxonomía

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Solanales

Familia: Solanáceas

Género: *Solanum*

Especie: *Solanum tuberosum*

2.2.1.3. Morfología

El cultivo de papa se caracteriza por ser una planta anual y herbácea en su parte aérea y perenne debido a la presencia de tallos subterráneos (tubérculos) que se desarrollan en la parte final de los estolones del tallo principal, u ocasionalmente también en varios tallos, según la cantidad de yemas que broten del tubérculo. (Ríos, 2007)

Inostroza, Méndez, y Sotomayor (2009) indican que el desarrollo de la papa se origina por medio de una semilla o de un tubérculo. En el primer caso, el cultivo forma una raíz de tipo

axonomorfa que cuenta con ramificaciones laterales, y cuando crecen a partir de tubérculos, en cada brote y nudos que se encuentran en la parte subterránea del tallo se forman raíces adventicias. En ocasiones, también se forman raíces la parte donde se localizan estolones.

Instituto Nacional de Innovación Agraria [INIA] (2002) considera que el conjunto de tallos de la papa está conformado por una cantidad considerable de tallos, estolones y tubérculos. Cuando las plantas se originan de una semilla poseen un solo tallo principal, mientras que las plantas que provienen de tubérculos pueden llegar a producir diversos tallos.

Las primeras hojas son alternas y simples, luego se originan hojas compuestas con tres pares de hojas laterales y con una hoja terminal entre las hojas laterales (Ríos, 2007)

Los tubérculos son tallos modificados y constituyen los órganos de almacenamiento de almidón. Un tubérculo posee un extremo basal y un extremo expuesto, que se llama extremo apical. (Villanueva, 2017, como se citó en Arteaga, Candray, y Sánchez, 2022)

2.2.1.4. Fenología

Ladrón de Guevara, 2005, como se citó en Molina (2023) describe la fenología de la papa según las siguientes fases:

- Emergencia. Inicia cuando se observa la emergencia del ápice del tallo fuera del suelo, puede presentarse hasta alrededor de los 26 días después de la siembra.
- Elongación del tallo. Inicia a los 37 días después de la siembra y caracteriza por el alargamiento del tallo principal.
- Ramificación. Se produce luego de 50 días después de la siembra y en esta etapa se establecen las ramas.

- Pre floración. Aparecen los botones florales, mientras que las primeras flores aparecen entre los 68 días hasta los 84 días.
- Fructificación. Se manifiesta con la formación de bayas que aparecen luego de 98 días de la siembra.
- Senescencia. El desarrollo completo de la parte aérea se presenta luego de 117 días de la siembra.
- Madurez. Se caracteriza por el amarillamiento de los folíolos a aproximadamente 131 días después de la siembra, y con un incremento de los órganos subterráneos como tubérculos, y estolones.
- Madurez fisiológica. Se caracteriza por el amarillamiento completo de las plantas, envejecimiento de las hojas y ramas, y por la buena consistencia de los tubérculos, se da a los 148 días después de la siembra.
- Madurez comercial. A este punto los tubérculos alcanzan su madurez máxima entre los 166 a 188 días después de la siembra.

2.2.1.5. *Condiciones edafoclimáticas*

La papa es considerada un cultivo que se desarrolla mejor en un clima frío, cuando se siembra bajo condiciones de templadas a cálidas, se producen alteraciones en la parte fisiológica de la planta, lo cual influye en su adaptación al medio y en el rendimiento del cultivo. El incremento de la temperatura acelera los procesos químicos e incluso biológicos, hasta alcanzar un valor de temperatura óptimo en el cultivo de la papa (20 a 25 °C) (CIP, 1988, como se citó en Vásquez, 2018)

La papa se puede producir en diversos tipos de suelo, sin embargo, los más favorables son los suelos profundos, sueltos, permeables y con buen contenido de nutrientes. (Instituto de Investigaciones Agropecuarias [INIA], 2005)

Por otro lado, Vallejo (2015) indica que la papa requiere de un suelo liviano, sin terrones, aireado y con buen drenaje; rico en materia orgánica y con un valor de pH de 5.5 a 6.0.

2.2.1.6. Preparación del terreno

El Ministerio de Agricultura y Riego, (2020) menciona que el terreno debe caracterizarse por estar localizado en una zona con un buen microclima. Además, los suelos deben ser sueltos, profundos, ricos en materia orgánica y con un buen drenaje, con una textura entre franca, franco limoso o franco arcilloso y con estructura tipo granular. El pH ideal es entre ligeramente ácido a neutro (4.8 a 7.0). La ubicación del terreno debe presentar características que eviten daños por factores bióticos provenientes de otros terrenos.

En la preparación de terreno se debe lograr buen mullimiento del suelo entre los primeros 10 a 12 centímetros. En suelos pesados y de textura arcillosa o limosa, es indispensable corregir la formación de terrones y compactación, por lo cual una alternativa es sembrar y aporcar en condiciones de poca humedad. (Ministerio de agricultura, 2017)

2.2.1.7. Siembra

El Instituto Nacional de Innovación Agraria [INIA] (2012) propone realizar la siembra con un distanciamiento de 0,9 m entre surcos y a 0,3 m entre plantas.

La siembra de papa se realiza en surcos a una profundidad alrededor de 0.20 m, después de colocar los tubérculos (semilla) dentro de los surcos, estos se tapan con una capa de suelo de 7-10 cm aproximadamente.

Deben existir condiciones de humedad adecuadas para la germinación. (Jiménez, 2009, como se citó en Vignola et al., 2017)

2.2.1.8. Fertilización

Es recomendable aplicar el 50 % del fertilizante a base de nitrógeno durante la siembra y el 100 % de los fertilizantes a base de fósforo y potasio; la mezcla de las fuentes de NPK deben ser distribuida en golpes y entre tubérculos o semillas sembradas. El 50 % del fertilizante restante a base de nitrógeno se aplica en el momento que se realiza el primer aporque y a golpes entre las plantas. (Ministerio de Agricultura y Riego, 2020)

2.2.1.9. Riego

La papa es un cultivo sensible al déficit hídrico, especialmente durante la formación y crecimiento de los tubérculos. Cuando el cultivo tiene entre 120 a 150 días consume alrededor de 500 a 700 mm de agua, y la producción puede reducirse si no se le suministra más del 50% del total de agua que está disponible en el suelo durante etapas críticas del cultivo como la estolonización e inicio de formación de los tubérculos. (FAO, 2008, como se citó en Figueredo, Chipana, y Chipana, 2028)

2.2.1.10. Aporque

El Instituto de Investigaciones Agropecuarias [INIA] (2005) afirma que el aporque consiste en arrimar una porción de tierra desde la mitad de la hilera hasta la base de la planta para formar un camellón de aproximadamente 30 a 40 cm de alto.

Es recomendable realizar el aporque a los 45 días después de la siembra. (Instituto Nacional de Innovación Agraria [INIA], 2012). Sin embargo, el Ministerio de Agricultura y Riego (2020) sugiere realizar un segundo aporque entre 20 y 25 días después del primer aporque.

2.2.1.11. Plagas y enfermedades

El Ministerio de agricultura (2017) destaca que la papa es afectada por enfermedades causadas por hongos dentro de las cuales destacan la la roña (*Spongospora subterranea*), Iverruga de papa (*Synchytrium endobioticum*), y la rizoctoniasis (*Rhizoctonia solani*). Del mismo modo, dentro de los insectos de importancia económica se encuentran el gorgojo de los andes (*Premnotrypes spp.*), la polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*), entre otros.

2.2.1.12. Control de malezas

Al inicio de su desarrollo, entre los 30 y 60 días después de la plantación, es la etapa crítica del cultivo de papa a la competencia de malezas, por lo que se puede controlar las malezas empleando métodos mecánicos y químicos. (Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 2012)

En este sentido, el Ministerio de agricultura (2017) destaca dentro de los métodos de control de malezas:

- Métodos preventivos: incluyen una serie de procedimientos de cuarentena para impedir la entrada de una maleza desconocida en un territorio particular.
- Métodos físicos: consiste en el arranque manual, escarda con azadón, corte con machete u alguna otra herramienta, etc.
- Métodos culturales: destaca labores como la rotación de cultivos, preparación del terreno, densidad de siembra, policultivo o cultivos intercalados, cobertura viva y manejo de agua.
- Control químico: aplicación de herbicidas.
- Control biológico: uso de enemigos naturales específicos.

2.2.1. Quitosano

Holguin et al. (2021) menciona que es un componente que abunda en los organismos de marinos como son los crustáceos. En el ámbito de la agricultura, el quitosano mejora procesos importantes para el cultivo como la germinación de las semillas, rendimiento de la cosecha y absorción de micronutrientes. Asimismo, también estimula el mecanismo de defensa de las plantas (producción de fitoalexinas) y formación de barreras físicas. En este sentido, se han reportado múltiples efectos benéficos del quitosano como promotor el crecimiento en plantas y el notable aumento de la tolerancia al estrés biótico y abiótico.

2.2.2.1. Propiedades

Navarro et al. (2010) indica que el quitosano es un compuesto que se caracteriza por ser insoluble en agua, pero soluble en medio ácido. Se obtiene de un biopolímero quitina, mediante una serie de procesos secuenciales de desmineralización, desproteinización y desacetilación. La quitina se obtiene a través de la separación del caparazón de los crustáceos marinos. El quitosano también se caracteriza por su alto contenido de nitrógeno. Sin embargo, debido a su pH ácido, que oscila entre 6,2 y 7,0, está protonado en soluciones ácidas.

2.2.2.2. Origen

Es el derivado más utilizado en la agricultura. Se obtiene por la *N*-desacetilación de la quitina en condiciones alcalinas. Este compuesto destaca por ser biodegradable y por su alto contenido en nitrógeno, además por otras propiedades como hidrofobicidad, cristalinidad, conductividad iónica y alta viscosidad. (Reyes et al., 2020).

III. METODOLOGIA

3.1 MATERIALES

3.1.1 Material de oficina

- Hoja bond A4
- Cuaderno cuadriculado
- Calculadora científica

3.1.2 Materiales de campo

- Lampas rectas
- Mochilas fumigadoras
- Estacas
- Rafia
- Letreros
- Azadón

3.1.3 Bienes

- Balanza
- Memoria portátil USB de Gb

3.1.4 Fertilizantes, plaguicidas, fungicidas y similares

- Úrea
- Fosfato de amonio
- Sulfato de potasio
- Quitosano
- Melaza

3.1.5 Contratación de servicios

- Pasajes
- Alquiler de tractor para el arado
- Alquiler de tractor para el surcado

3.1.6 Material biológico

- Semillas de papa

3.2 LOCALIZACION

El proyecto se ejecutará en una parcela experimental ubicada en el Centro Poblado de Tanguche, Distrito de Chao, Provincia de Virú, Departamento de La Libertad, con coordenadas geográficas latitud 8°44'45"S y longitud 78°31'10"W.

Figura 1

Ubicación del área experimental.



Fuente: Google maps

3.3 METODOS

3.5.1 Población y muestra

- **Población**

La población estará conformada por 2480 plantas de papa (*Solanum tuberosum L.*) sembradas en el área experimental del proyecto.

Utilizando un distanciamiento de 0.9 m y 0.3m, por cada unidad experimental habrá 155 plantas y al ser 16 unidades experimentales da como resultado una población de 2480.

- **Muestra**

Teniendo en cuenta que la población es finita, se calculará la muestra con la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{e^2 (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Dónde:

N: Población. (2480 plantas)

n: Muestra.

p: Probabilidad a favor (0,5)

q: Probabilidad en contra (0,5)

Z: Nivel de confianza (1,96, debido a que el nivel de confianza es 95%)

e: Error de muestra (0,05)

Remplazando los componentes de la fórmula:

$$n = \frac{1,96^2 * 0,5 * 0,5 * 2480}{0,05^2 (2489 - 1) + 1,96^2 * 0,5 * 0,5}$$

Por lo tanto, se establecerá una muestra de 320 plantas.

3.5.2 Variables y tratamiento

- **Variable independiente**

Aplicación de quitosano a diferentes dosis.

- **Variable dependiente**

El rendimiento del cultivo de *Solanum tuberosum* L.

3.5.3 Tratamientos

Para la investigación se empleará un diseño en bloques completamente al azar (DBCA) que constará de cuatro tratamientos y cuatro repeticiones.

Tabla 1

Descripción de los tratamientos.

Tratamiento	Descripción
T1	Testigo
T2	Aplicación 1,5 Lt/ha quitosano
T3	Aplicación 2,5 Lt/ha quitosano
T4	Aplicación 3,5 Lt/ha quitosano

3.5.4 Categorización de la variable de estudio

La categorización de la variable dependiente del estudio rendimiento se describe en la tabla 2.

Tabla 2

Operacionalización de la variable rendimiento.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad	Técnicas e instrumentos de medida
Rendimiento (dependiente)	Cantidad producida por unidad de superficie.	Consiste en la evaluación del número de tubérculos de tubérculos por planta, así como el tamaño y peso de los tubérculos.	Tubérculos	Número de tubérculos	Unidad	Visión

La categorización de la variable dependiente del estudio biofertilizante se describe en la tabla 6.

Tabla 3

Operacionalización de la variable quitosano

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad	Técnicas e instrumentos
Quitosano (independiente)	Es un derivado de la quitina que sirve como bioestimulante de las plantas.	Consiste en la aplicación de quitosano para incrementar el rendimiento del cultivo.	Quitosano	Dosis	1,5 Lt/ha 2,5 Lt/ha 3,5 Lt/ha	Medición del volumen mediante una jarra milimetrada.

3.5.5 Procedimientos del manejo del cultivo

a. Preparación de terreno

Se limpió el terreno en el cual se llevó a cabo el proyecto, con machetes se cortó la maleza leñosa que se encontró en campo para dejarlo apto para el paso de maquinaria agrícola.

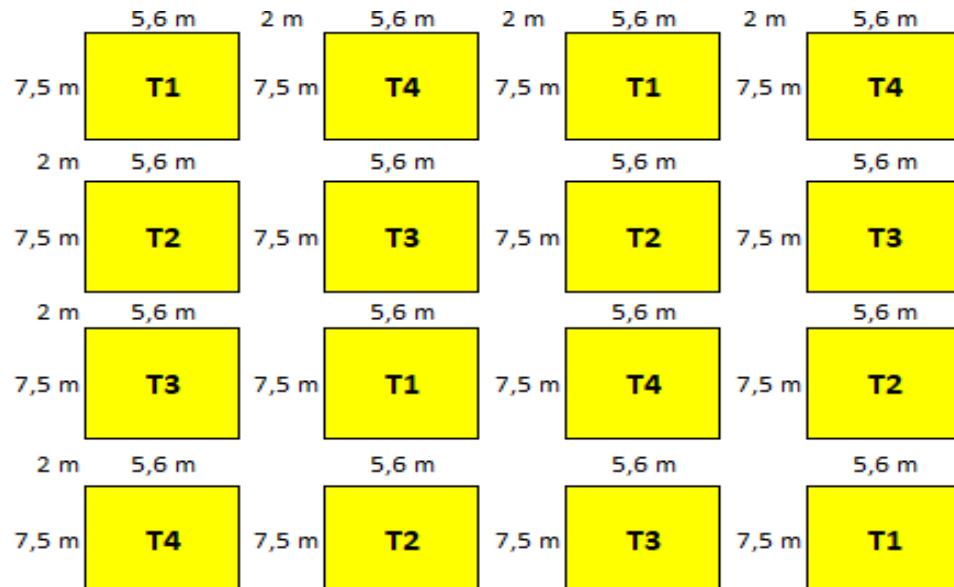
Para la preparación del terreno se utilizó maquinaria agrícola para eliminar los terrones y descompactar el suelo, dejándolo en condiciones óptimas para el buen desarrollo de los tubérculos.

b. Delimitación del área experimental

Con ayuda de una wincha y estacas, se delimitará un área experimental de 40m x 32,5 m (1300 m²). Para las unidades experimentales, se considerará un área de 7,5 m x 5,6 m (42 m²) y 2 m para la construcción de acequias y caminos.

Figura 2

Unidades experimentales



c. Siembra

Se realizó a finales del mes de agosto y se utilizarán tubérculos de papa, variedad Canchán, sembrados según la ficha técnica a una densidad de 0,9 m entre surcos y entre plantas a 0,3 m y con una palana se excavó a una profundidad aproximada de 20 cm para enterrarlos.

d. Aporques

Se utilizó un azadón, realizando dos aporques, al momento de la siembra (para enterrar la semilla) y a los 45 días luego del primer aporque, formando camellones de aproximadamente 30 cm de alto.

e. Fertilización

La dosis por hectárea se utilizó de acuerdo a la ficha técnica de la papa variedad Canchán será de 120 -120 -100 para el cultivo de *Solanum tuberosum* L.“papa”.

Los fertilizantes que se emplearon para la fertilización del cultivo fueron Úrea como fuente de nitrógeno, Fosfato de Amonio como fuente de fósforo y Sulfato de potasio como fuente de potasio.

El nitrógeno fue fraccionado en dos momentos, la mitad del requerimiento total se aplicará junto con el requerimiento total de fósforo y potasio en la siembra, mientras que lo restante de nitrógeno se aplicará a los 45 días después de la siembra.

Cálculos para la cantidad de Fosfato de Amonio (FDA):

$$100 \text{ kg FDA} ----- 46 \text{ kg P}_2\text{O}_5$$

$$x ----- 120 \text{ kg P}_2\text{O}_5$$

$$x = 260,87 \text{ kg FDA/ ha}$$

FDA aporta 18% de nitrógeno

100 kg FDA ----- 18 kg N

260,87 kg FDA ----- x

X= 46,96 kg de N (aporte de FDA)

Cálculos para la cantidad de Úrea:

Requerimiento de nitrógeno: 120- 46,96 = 73,04

100 kg ÚREA ---- 46 kg N

X-----73,04 kg N

X= 158,78 kg ÚREA /ha

Cálculos para la cantidad de Sulfato de Potasio (SP):

100 kg SP ----- 50 kg K₂O

X-----100 kg K₂O

X= 200 kg SP/ha

Cálculos para la parcela experimental:

260,87 kg FDA ----- 10000 m²

X-----1300 m²

x= 33,91 kg FDA

158,78 kg ÚREA ----- 10000 m²

X-----1300 m²

$$x = 20,64 \text{ kg ÚREA}$$

$$200 \text{ kg SP} ----- 10000 \text{ m}^2$$

$$X ----- 1300 \text{ m}^2$$

$$x = 26 \text{ kg SP}$$

Fraccionamiento para nitrógeno:

$$158,78 \text{ kg ÚREA} ----- 73,04 \text{ kg N}$$

$$X ----- 60 \text{ kg N}$$

$$X = 130,43 \text{ kg ÚREA/ha}$$

$$130,43 \text{ kg ÚREA} ----- 10000 \text{ m}^2$$

$$X ----- 1300 \text{ m}^2$$

$$x = 16,96 \text{ kg ÚREA}$$

f. Riego

Previo a la siembra se realizó un riego de machaco para la preparación del terreno y se eliminó posibles insectos que se encuentren en el suelo. Posteriormente, se efectuó los riegos cada 5 días aproximadamente, la frecuencia estará determinada por la capacidad de campo del suelo.

g. Manejo fitosanitario

De manera preventiva se instaló trampas de melaza para la captura temprana de lepidópteros adultos. Así mismo, se recurrió al control químico cuando la incidencia de plagas iba en aumento.

h. Aplicación de quitosano

La aplicación de quitosano se realizó en tres aplicaciones, siendo la primera vía drench a los 15 días después de la siembra, mientras las siguientes aplicaciones para los tratamientos se realizarán vía foliar con una mochila palanca a los 30 y 60 días después de la siembra.

Conversión de la dosis para la parcela experimental

1,5 Lt/ha -----10000 m²

X----- 168 m²

$$X = 0,0252 \text{ lt} = 25,2 \text{ ml}$$

2,5 Lt/ha -----10000 m²

X----- 168 m²

$$X = 0,042 \text{ lt} = 42 \text{ ml}$$

3,5 Lt/ha -----10000 m²

X----- 168 m²

$$X = 0,0588 \text{ lt} = 58,8 \text{ ml}$$

Tabla 4*Dosis la aplicación de quitosano*

Tratamiento	Dosis para la parcela experimental	Momento de aplicación
T1	Testigo	
T2	25,2 ml	
T3	42 ml	A los 15, 30 y 60 días después de la siembra
T4	58,8 ml	

i. Cosecha

Se realizó de manera manual cuando los tubérculos se hayan desarrollado por completo y hayan alcanzado su madurez fisiológica.

3.4 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.6.1 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

a. Número de tubérculos por planta

Se contabilizó el número de tubérculos por planta y se sacará un promedio como dato final para cada tratamiento.

b. Tamaño de tubérculos

Con una cinta métrica, se medió el largo y diámetro de los tubérculos para determinar su tamaño y se sacará un promedio como dato final para cada tratamiento.

c. Peso de tubérculos

Con una balanza, se procederá a pesar los tubérculos y se sacará un promedio por cada tratamiento.

3.6.2 Procesamiento y análisis de datos

Los datos serán analizados con el software estadístico SPSS por medio del análisis de varianza (ANOVA) para determinar la diferencia entre los tratamientos en estudio.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS

4.1.1 Número de tubérculos por planta después de la cosecha

La evaluación de número de tubérculos se dió a los 120 DDS, los resultados de la evaluación se detallan en la Ficha de evaluación del número de tubérculos (*Anexo 1*).

Tabla 5

Valores promedios de número de tubérculos a los 120 DDS.

Bloque	Tratamientos				Promedio
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	
I	12.30	12.60	24.15	18.55	16.90
II	18.35	18.20	19.35	16.00	17.97
III	13.05	21.25	23.25	30.50	22.01
IV	16.90	22.80	23.50	28.25	22.86
Promedio		15.15	18.71	22.56	23.32

Para calcular el número promedio de tubérculos a los 120 DDS, primero se realizó la suma de los valores obtenidos en las 80 evaluaciones. Posteriormente, el total fue dividido entre 80 para obtener el promedio. Se observó que el bloque III – T₄ presentó un número de tubérculos superior en comparación con las demás unidades experimentales.

Tabla 6

Análisis de varianza para el número de tubérculos a los 120 DDS

Origen	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	3422.925	3	1140.975	10.781	.000
Bloque	2075.125	3	691.708	6.536	.000
Error	33126.700	313	105.836		
TOTAL	38624.75	319			

En la Tabla 6 se presenta el valor de la estadística F, calculado en 10.781. Este valor arrojó un nivel de significancia (ρ) de 0.00, inferior al umbral establecido de 0.05. Por lo tanto, se concluye que los tratamientos tienen un efecto estadísticamente significativo después de la recolección de frutos en la papa (*Solanum tuberosum*), lo que indica heterogeneidad en los resultados entre tratamientos. Para identificar el tratamiento más eficaz, se realizó una prueba de comparación múltiple de medias, empleando específicamente la prueba de Duncan.

Tabla 7

Prueba de Duncan entre tratamientos de números de tubérculos.

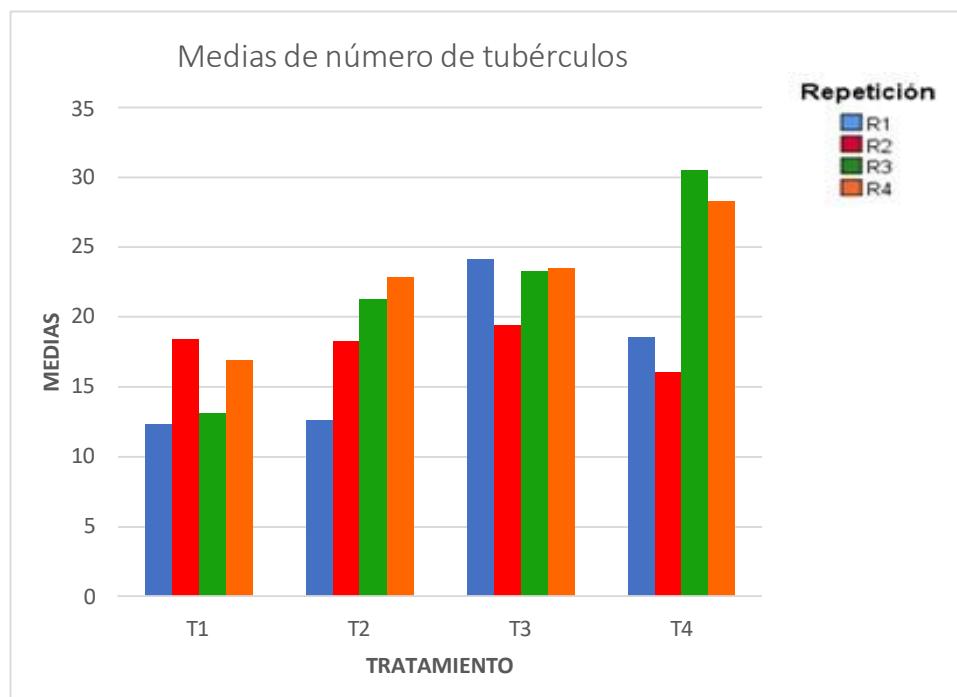
Tratamientos	N	Subconjunto		
		1	2	3
T ₁	4	15.1500 a		
T ₂	4		18.7125 b	
T ₃	4			22.5625 c
T ₄	4			23.3250 c
Sig.		1.000	1,000	.640

En la Tabla 7, los resultados de la prueba de Duncan muestran que el tratamiento más efectivo fue el T₄, con una aplicación de 3.5 L/ha de quitosano, alcanzando un promedio de 23 tubérculos

después de la cosecha. Le siguieron los tratamientos T₃ (2.5 L/ha de quitosano) y T₂ (1.5 L/ha de quitosano), con promedios de 22 y 18 tubérculos, respectivamente, evidenciando una diferencia significativa entre ellos. Por otro lado, el tratamiento T₁ (testigo) registró el promedio más bajo, con 16 tubérculos, en comparación con los demás tratamientos.

Figura 3

Promedio en el incremento del número de tubérculos después de la cosecha



En la figura 3, se presenta las medias del número de tubérculos obtenidos en cuatro tratamientos (T₁, T₂, T₃ y T₄), con cuatro repeticiones (R₁, R₂, R₃ y R₄), diferenciadas por colores. Observando que el tratamiento T₄ genera el mayor número de tubérculos en comparación con los demás tratamientos, mientras que T₁ presenta el menor. Las diferencias entre repeticiones reflejan cierta variabilidad experimental, pero no parecen alterar la tendencia general de los datos.

4.1.2 Diametro del tubérculos después de la cosecha

La evaluación del diámetro de tubérculos se dió a los 120 DDS, los resultados de la evaluación se detallan en la Ficha de evaluación del diámetro de tubérculos (Anexo 2).

Tabla 8

Valores promedios del diámetro de tubérculos (cm) a los 120 DDS

Bloques	Tratamientos				Promedio
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	
I	8.07	9.05	8.87	8.65	8.66
II	9.59	9.34	9.67	9.37	9.49
III	8.57	9.02	9.26	9.38	9.06
IV	9.12	8.91	9.35	9.58	9.24
Promedio	8.84	9.08	9.29	9.25	

Para calcular el diámetro de tubérculos a los 120 DDS, primero se realizó la suma de los valores obtenidos en las 80 evaluaciones. Posteriormente, el total fue dividido entre 80 para obtener el promedio. Se observó que el bloque II – T₃ presentó un diámetro de tubérculos superior en comparación con las demás unidades experimentales.

Tabla 9

Análisis de varianza para el diámetro de tubérculos (cm) a los 120 DDS

Origen	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	38.019	3	11.151	2.521	.31
Bloque	115.209	3	37.158	8.751	.000
Error	1192.458	313	4.281		
TOTAL	1241.686	319			

En la Tabla 9 se presenta el valor de la estadística F, calculado en 2.983. Este valor arrojó un nivel de significancia (ρ) de 0.31, superior al umbral establecido de 0.05. Por lo tanto, se concluye que los tratamientos no tienen un efecto estadísticamente significativo después de la recolección de frutos de *Solanum tuberosum*. Para identificar el tratamiento más eficaz, se realizó una prueba de comparación múltiple de medias, empleando específicamente la prueba de Duncan.

Tabla 10:

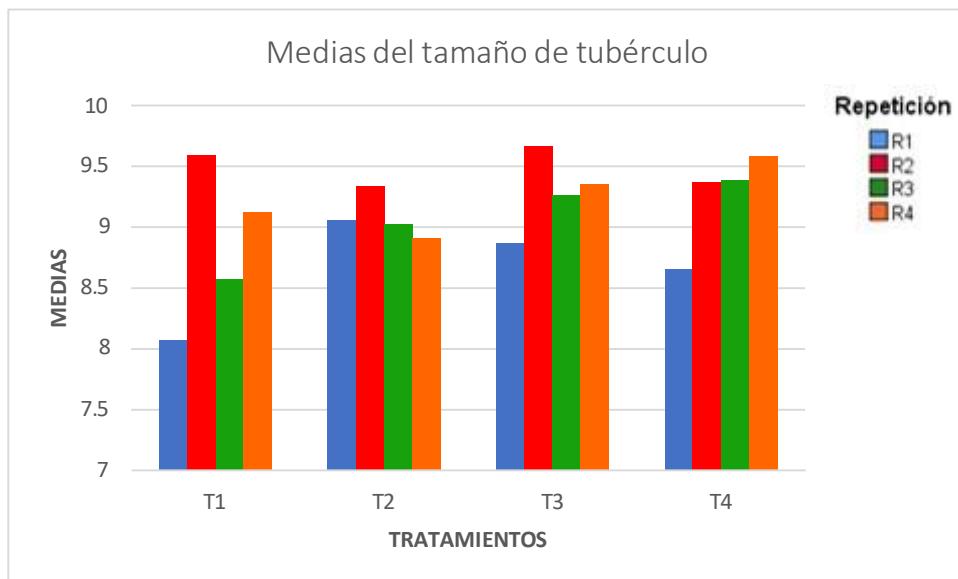
Prueba de Duncan entre tratamientos del diámetro de tubérculos.

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
T ₁	4	8.84 a	
T ₂	4	9.08 a	9.08 ab
T ₃	4		9.29 ab
T ₄	4		9.25 ab
Sig.		.149	.243

En la Tabla 10, los resultados de la prueba de Duncan muestran que el tratamiento más efectivo fue el T₃, con una aplicación de 2.5 L/ha de quitosano, alcanzando un promedio de 9.29 cm de diámetro de los tubérculos después de la cosecha. Le siguieron los tratamientos T₄ (3.5 L/ha de quitosano) y T₂ (1.5 L/ha de quitosano), con promedios de 9.25 y 9.08 cm de diámetro de los tubérculos, respectivamente, evidenciando que no existe una diferencia significativa entre ellos. Por otro lado, el tratamiento T₁ (testigo) registró el promedio más bajo, con 8.84 cm de ancho del tubérculo, en comparación con los demás tratamientos.

Figura 4

Promedio en el incremento del diámetro del tubérculo (cm) a los 120 DDS.



En la figura 4, se presenta las medias del tamaño de tubérculos obtenidos en cuatro tratamientos (T_1 , T_2 , T_3 y T_4), con cuatro repeticiones (R_1 , R_2 , R_3 y R_4), diferenciadas por colores. Observando que el tamaño de los tubérculos es relativamente uniforme en todos los tratamientos, sin diferencias significativas. Aunque hay ligeras variaciones entre repeticiones, estas no alteran la tendencia general. Esto sugiere que el factor evaluado (posiblemente la aplicación de quitosano u otro tratamiento) no tuvo un impacto considerable en el tamaño de los tubérculos.

4.1.3 Peso de tubérculos después de la cosecha

La evaluación del peso de tubérculos se dió a los 120 DDS, los resultados de la evaluación se detallan en la Ficha de evaluación del peso de tubérculos (Anexo 3).

Tabla 11

Valores promedios del peso de tubérculos (gr) a los 120 DDS

Bloques	Tratamientos				Promedio
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	
I	85.40	137.35	116.75	120.90	115.10
II	131.90	137.95	144.95	136.90	137.67
III	116.45	138.80	141.25	151.30	136.95
IV	113.20	140.90	145.40	139.15	134.66
Promedio	111.74	138.75	137.09	139.15	

Para calcular el número del tamaño de tubérculos a los 120 DDS, primero se realizó la suma de los valores obtenidos en las 80 evaluaciones. Posteriormente, el total fue dividido entre 80 para obtener el promedio. Se observó que el bloque III – T₄ presentó un peso de tubérculos (gr) superior en comparación con las demás unidades experimentales.

Tabla 12

Análisis de varianza para el peso del tubérculo (gr) a los 120 DDS

Origen	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	873637.084	3	291212.362	258.657	.000
Bloque	11953.176	3	3984.392	3.539	.015
Error	352395.162	313	1125.863		
TOTAL	1237985.422	319			

En la Tabla 12 se presenta el valor de la estadística F, calculado en 258.657. Este valor arrojó un nivel de significancia (ρ) de 0.00, inferior al umbral establecido de 0.05. Por lo tanto, se concluye que los tratamientos tienen un efecto estadísticamente significativo después de la recolección de frutos en la papa (*Solanum tuberosum*), lo que indica heterogeneidad en los resultados entre

tratamientos. Para identificar el tratamiento más eficaz, se realizó una prueba de comparación múltiple de medias, empleando específicamente la prueba de Duncan.

Tabla 13

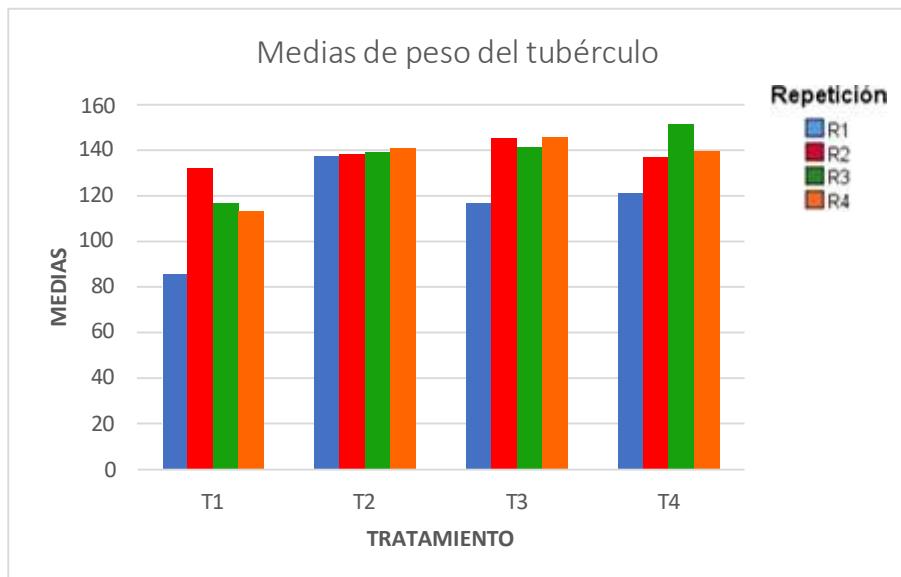
Prueba de Duncan entre tratamientos del peso de tubérculos (gr) a los 120 DDS

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
T ₁	4	111.74 a	
T ₂	4		137.0875 b
T ₃	4		138.7500 b
T ₄	4		139.1500 b
Sig.		1.000	.717

En la Tabla 12, los resultados de la prueba de Duncan muestran que el tratamiento más efectivo fue el T₄, con una aplicación de 3.5 L/ha de quitosano, alcanzando un promedio de 139.15 gr de peso del tubérculo después de la cosecha. Le siguieron los tratamientos T₃ (2.5 L/ha de quitosano) y T₂ (1.5 L/ha de quitosano), con promedios de 138.75 y 137.08 gr de peso, respectivamente, evidenciando que no existe una diferencia significativa entre ellos. Por otro lado, el tratamiento T₁ (testigo) registró el promedio más bajo, con 111.74 gr de peso, en comparación con los demás tratamientos.

Figura 5

Promedio en el incremento del peso del tubérculo (gr) a los 120 DDS



En la figura 5, se presenta las medias del tamaño de tubérculos obtenidos en cuatro tratamientos (T_1 , T_2 , T_3 y T_4), con cuatro repeticiones (R_1 , R_2 , R_3 y R_4), diferenciadas por colores. Observando que T_2 , T_3 y T_4 son tratamientos efectivos para incrementar el peso de los tubérculos en comparación con T_1 , además, las repeticiones tienen valores casi idénticos, sugiriendo que los tratamientos tuvieron un efecto estable y reproducible y la consistencia entre repeticiones en estos tratamientos sugiere que los resultados son confiables y reproducibles.

4.1.4 Rendimiento del cultivo de papa (Kg/ha)

La evaluación del rendimiento fue a los 120 DDS, los resultados de evaluación se detallan en la Ficha de evaluación de rendimiento (Anexo 6).

Tabla 14

Rendimiento promedio por planta (kg) a los 120 DDS

Bloque	Tratamientos				Promedio
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	
I	0.57	0.60	0.69	0.71	0.61
II	0.59	0.68	0.72	1.00	0.77
III	0.54	0.65	0.71	0.75	0.64
IV	0.62	0.63	0.72	0.82	0.72
Promedio	0.58	0.64	0.71	0.82	

Para calcular el rendimiento en los tubérculos a los 120 DDS, primero se realizó la suma de los valores obtenidos en las 80 evaluaciones. Posteriormente, el total fue dividido entre 80 para obtener el promedio. Se observó que el bloque II – T₄ presentó un rendimiento de tubérculos (kg) superior en comparación con las demás unidades experimentales.

Tabla 15

Rendimiento promedio del cultivo de papa en base a 1 ha (kg) a los 120 DDS

Bloques	Tratamientos				Promedio
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	
I	21035.28	22142.40	25463.76	26201.84	23710.82
II	21773.36	25094.72	26570.88	36904.00	27585.74
III	19928.16	23987.60	26201.84	27678.00	24448.90
IV	22880.48	23249.52	26570.88	30261.28	25740.54
Promedio	21404.32	23618.56	26201.84	30261.28	

Se observó que el tratamiento que se obtuvo un mayor rendimiento promedio fue en el T₄ con 30261.28 kg, además el bloque II – T₄ presentó un rendimiento de tubérculos con 36904.00 kg, superior en comparación con las demás unidades experimentales.

Tabla 16

Análisis de varianza para el rendimiento del tubérculo (kg) a los 120 DDS

Origen	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	173642915.040	3	57880971.680	12.182	.002
Bloque	34592392.486	3	11530797.495	2.427	.133
Error	42763823.782	9	4751535.976		
TOTAL	250999131.308	15			

Los datos presentados en la Tabla 16 presenta el valor de la estadística F, calculado en 12.182. Este valor arrojó un nivel de significancia (ρ) de 0.002, es inferior al umbral establecido de 0.05. Por lo tanto, se concluye que los tratamientos tienen un efecto estadísticamente significativo después de la recolección de frutos en la papa (*Solanum tuberosum*), lo que indica una heterogeneidad entre tratamientos. Para identificar el tratamiento más eficaz, se realizó una prueba de comparación múltiple de medias, empleando específicamente la prueba de Duncan.

Tabla 17

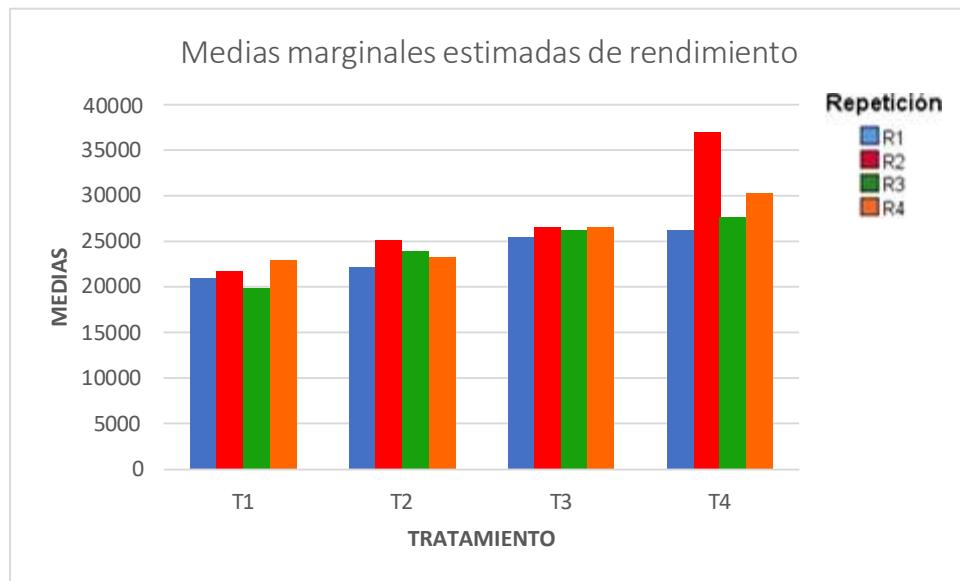
Prueba de Duncan entre tratamientos del rendimiento (kg) a los 120 DDS.

Tratamientos	N	Subconjunto		
		1	2	3
T ₁	4	21404.3200		
T ₂	4	23618.5600	23618.5600	
T ₃	4		26201.8400	
T ₄	4			30261.2800
Sig.		.185	.128	1.000

En la Tabla 17, los resultados de la prueba de Duncan muestran que los tratamientos tienen una diferencia significativa, pero según los datos del subconjunto el tratamiento más efectivo fue el T₄, con una aplicación de 3.5 L/ha de quitosano, alcanzando un promedio de 30261.2800 kg del rendimiento después de la cosecha. Le siguieron los tratamientos T₃ (2.5 L/ha de quitosano) y T₂ (1.5 L/ha de quitosano), con promedios de 26201.8400 y 23618.5600 kg, respectivamente, evidenciando que no existe una diferencia significativa entre ellos. Por otro lado, el tratamiento T₁ (testigo) registró el promedio más bajo, con 21404.3200 kg/ha, en comparación con los demás tratamientos.

Figura 6

Promedio en el incremento del rendimiento (kg/ha) a los 120 DDS



En la figura 6, se presenta las medias del rendimiento de los tubérculos obtenidos en cuatro tratamientos (T₁, T₂, T₃ y T₄), con cuatro repeticiones (R₁, R₂, R₃ y R₄), diferenciadas por colores. Observando que T₄ presentan los valores más altos en comparación con T₁, T₂ y T₃ demostrando ser el tratamiento más efectivo. Por último el R₂ (repetición) que se visualiza en las barras rojas

tienen los valores más altos en todos los tratamientos, lo que indica que en esa repetición se obtuvo el mayor rendimiento.

4.2 DISCUSIÓN

- En la tabla 5, se observa que el mejor tratamiento fue T₄ (3,5 L/ha de Quitosano) con un promedio 23 tubérculos a los 120 DDS, demostrando un incremento a diferencia del menor promedio del T₁ (testigo) siendo 15 tubérculos reforzando a Morales et al. (2015) el cual demostró que aplicando diferentes dosis de quitosano se obtiene un incremento superior a un 15 % en relación al tratamiento no aplicado, además que influye en el número de tubérculos por planta debido a que incrementa los niveles de hormonas como giberelinas y ácido abscísico (ABA), productos que están muy relacionados con la tuberización y la distribución de la materia seca en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum L.*)
- En la tabla 8, el T₃ (2,5 L/ha) a los 120 DDS obtuvo un mayor promedio en el tamaño del tubérculo de 9.29 cm, a diferencia del testigo que no se aplicó el quitosano se obtuvo un promedio de 8.84 cm, a partir de estos resultados coincidimos con Reyes et al. (2019) el cual asevera que en la aplicación de quitosano, indicando que las variables del crecimiento, así como la acumulación de nutrientes influenciaron de manera positiva, especialmente en la longitud, diámetro y número de frutos que se incrementaron.
- En la tabla 11, el T₄ logró un mayor promedio de peso de tubérculo 139.15 gr, a diferencia del T₁ con un promedio menor de 111.74 gr respaldada por Morales et al. (2015), quien observó una distribución favorable de los tubérculos por tamaño, logrando una mayor cantidad de calibres adecuados para su uso como propágulos en un tiempo menor al del tratamiento control, concluyendo la eficacia del quitosano en la

mejora del peso y calidad de los tubérculos de papa, sugiriendo su potencial como bioestimulante en la agricultura.

- En la tabla 15, el T₄ logró un mayor rendimiento con 30261.28 kg/ha, a diferencia del T₁ con un menor rendimiento de 21404.32 kg/ha avalada por Reyes et al. (2020), quien observó que las distintas dosis de quitosano mostraron diferencia significativa sobre el rendimiento de las plantas de tomate, recayendo los mayores promedios en las plantas tratadas. Además, varios autores han encontrado que el quitosano mejora los rendimientos de los cultivos, por ejemplo, en habichuela (*Vigna unguiculata L.*) , pepino (*C. sativus*), papa (*Solanum tuberosum L.*).

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Se determinó el número de tubérculos por planta del cultivo de papa encontrándose que los tratamientos que presentaron mejores resultados fueron el T4 (3.5 L/ha de quitosano) y el T3 (2.5 L/ha de quitosano) con promedios 23.32 y 22.56 tuberculos respectivamente.
- Se comparó el diámetro de los tubérculos del cultivo de papa, donde el T3 (2.5 L/ha de quitosano) fue el que mejores resultados evidenció un diámetro promedio de 9.29 cm, seguido del T4 (3.5 L/ha de quitosano) donde se obtuvo un diámetro promedio de 9.25 cm.
- Se determinó el peso de los tubérculos del cultivo de papa, donde los mejores tratamientos fueron el T4 (3.5 L/ha de quitosano) y el T2 (1.5 L/ha de quitosano) con pesos promedios de 139.15 y 138.75 gr respectivamente.
- Se evaluó el rendimiento en el cultivo de papa al aplicar quitosano, encontrando que el tratamiento más eficaz para mejorar el rendimiento fue el T4 (3.5 L/ha de quitosano) que alcanzó un resultado final de 30261.28 kg/ha respectivamente. Superando a los otros tratamientos como el T₂ y T₃ con un promedio de 23618.56 y 26201.84 kg/ha, por último el T₁ (testigo) con 21404.32 kg/ha.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda investigar acerca de aplicaciones con dosis más altas y diferentes métodos de aplicación de quitosano en el cultivo papa *Solanum tuberosum L* para mejorar el rendimiento y calidad del cultivo.
- Recomendamos para futuras investigaciones evaluar el impacto en la calidad poscosecha o resistencia a patógenos del quitosa en el cultivo de papa.
- Fomentar la aplicación de quitosano en sistemas de producción orgánica y/o sostenible como una alternativa ecológica para reducir el uso de agroquímicos sintéticos; promover la salud del suelo y la biodiversidad.
- Se recomienda aplicar quitosano entre 2 y 4 veces a lo largo del ciclo del cultivo, ajustando la dosis y el método de aplicación según la fase fenológica.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abello Jiménez, C. (2022). *Evaluación de bioestimulantes a base de aminoácidos y quitosano en el Crecimiento y rendimiento de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) bajo invernadero.* Obtenido de <https://repository.udca.edu.co/server/api/core/bitstreams/2b7ea4cd-3893-4a73-9649-e1118266d67b/content>
- Arteaga, W., Candray, D., & Sanchez, L. (2022). *Caracterización morfoagronómica de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum L.*) en dos lugares con altitudes diferentes en El Salvador.* Obtenido de <https://repositorio.ues.edu.sv/server/api/core/bitstreams/34a80211-0661-464d-8279-b3e451ceec12/content>
- Chanduvi Garcia, R., Sandoval Panta, M., Peña Castillo, R., Javier Alva, J., Quiroz, M., Granda Won, C., . . . Morales Pizarro, A. (2023). Biofertilizante y su Correlación entre Parámetros Productivos y de Calidad en Limón Sutil (*Citrus aurantifolia* Swingle). *Terra Latinoamericana*, 41, 1-9. doi: <https://doi.org/10.28940/terra.v41i0.1685>
- El peruano. (2023). *Producción de papa se concentra en 5 regiones.* Obtenido de <https://www.elperuano.pe/noticia/223873-produccion-de-papa-se-concentra-en-5-regiones>
- Figueredo, F., Chipana, R., & Chipana, G. (2018). *Riego deficitario controlado mediante sensores en tres variedades de papa (*Solanum tuberosum*) en la estación experimental Choquenaria.* Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales, 5(2), 7-15. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182018000200003

Holguin, R., Vargas , J., López, G., Rodriguez, F., Borbón , C., & Rueda, E. (2021). *Efecto de quitosano y consorcio simbiótico benéfico en el rendimiento de sorgo en la zona indígena “Mayos” en Sonora.* Terra Latinoamericana, 38(3), 705-714.
doi:<https://doi.org/10.28940/terra.v38i2.669>

INFOBAE. (2022). *Escasez de semillas en el Perú amenaza producción de papa y se elevaría aún más su precio.* Obtenido de <https://www.infobae.com/america/peru/2022/10/12/escasez-de-semillas-amenaza-produccion-de-papa-y-elevaria-su-precio-en-mercado-interno/>

Inostroza, J., Méndez, P., & Sotomayor, L. (2009). *Botánica y morfología de la papa.* Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias nº193. Obtenido de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7275/NR36476.pdf?sequence=6>

Instituto de Investigaciones Agropecuarias [INIA]. (2005). *Ficha técnica: Papa.* Obtenido de [https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/66833/Ficha%20T%C3%A9cnica%20INIA%20N%C2%B02005?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=La%20papa%20\(Solanum%20tubersum%20L,con%20buen%20contenido%20de%20nutrientes](https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/66833/Ficha%20T%C3%A9cnica%20INIA%20N%C2%B02005?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=La%20papa%20(Solanum%20tubersum%20L,con%20buen%20contenido%20de%20nutrientes)

Instituto de Investigaciones Agropecuarias. (2012). *Manejo agronómico del cultivo de papa (Solanum tuberosum).* Obtenido de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/4587/NR40396.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

Instituto nacional de innovación agraria (INIA). (2002). *Papa: Compendio de información técnica.* Obtenido de https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/669/1/INIA-Papa_compendio_informaci%C3%B3n_t%C3%A9cnica.pdf

Instituto Nacional de Innovación Agraria [INIA]. (2012). *Papa Inia 303 - Canchán*. Obtenido de
https://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/investigacion/programa/sistProductivo/variedad/papa/INIA_303.pdf

Ministerio de agricultura. (2012). *Manual del cultivo de papa en Chile*. Obtenido de
<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6706/Bolet%C3%ADn%20INIA%20N%C2%B020375?sequence=1>

Ministerio de Agricultura y Riego. (2020). *Manual técnico: Manejo Integrado del Cultivo de Papa*. Obtenido de
<https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/1146/1/MANUAL%20T%C3%89CNICO%20-%20MANEJO%20INTEGRADO%20DEL%20CULTIVO%20DE%20PAPA.pdf>

Molina Zerpa, J., Colina Rincón, M., Dianela Rincón, & Vargas Colina, J. (2017). *Efecto del uso de quitosano en el mejoramiento del cultivo del arroz (*Oryza sativa L.* variedad sd20a)*. Universidad del Zulia. Obtenido de
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6535143.pdf>

Molina, Y. (2023). *Comparativo de rendimiento y comportamiento fenológico de diez clones promisorios segregantes de la variedad Qompis (*Solanum tuberosum* sub especie andigena) bajo condiciones del centro agronómico K'ayra. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco*. Tesis para optar título profesional. Obtenido de
https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/8221/253T20230729_T_C.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Morales, D., Torres, L., Jerez, W., Falcón, A., & Amico, J. (2015). *Efecto del Quitomax en el crecimiento y rendimiento del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.).* Cultivos Tropicales, 36(3), 133-143. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362015000300020&script=sci_arttext&tlang=pt

Navarro, A., Iparraguirre, E., Jacinto, C., Cuizano, N., & Llanos , B. (2010). *Síntesis y caracterización de quitosano cuaternario nativo y reticulado en polvo para su aplicación en la absorción de aniones metálicos.* Revista de la Sociedad Química del Perú, 76(4), 313-321. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2010000400002

Pincay Manzaba, D., Cedeño Loor, J., & Espinosa Cunuhay, K. (2021). *Efecto del quitosano sobre el crecimiento y la productividad de *Solanum lycopersicum*.* Scielo. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852021000300025

Reyes, J., Enriquez, E., Ramirez, M., Zuñiga, E., Lara , L., & Hernández, L. (2020). *Efecto del quitosano sobre variables del crecimiento, rendimiento y contenido nutricional del tomate.* Revista mexicana de ciencias agrícolas, 11(3), 457-465. doi:<https://doi.org/10.29312/remexca.v11i3.2392>

Reyes, J., Rivero, M., Andagoya, C., Beltrán, F., Hernández, L., & García , A. (2021). *Emergencia y características agronómicas del *Cucumis sativus* a la aplicación de quitosano, *Glomus cubense* y ácidos húmicos.* Biotecnia, 23(3). doi:<https://doi.org/10.18633/biotecnia.v23i3.1427>

Riego, G. (2007). *Distribución y variabilidad de *Ralstonia solanacearum* E.F. Smith, agente causal de marchitez bacteriana en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L), en tres*

departamentos del norte de Nicaragua ((Estelí, Matagalpa y Jinotega). Trabajo de diploma. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/1366/1/tnh20r586.pdf>

Rivas, T., González, L., Boicet, T., Jiménez, M., Falcón, A., & Terreno, J. (2021). *Respuesta agronómica de dos variedades de tomate (Solanum lycopersicum L.) a la aplicación del bioestimulante con quitosano.* Terra Latinoamericana, 39.

Rodriguez, L. (2020). *Ecofisiología del cultivo de la papa (Solanum tuberosum L.).* Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 4(1), 97-108.
doi:<https://doi.org/10.17584/rcch.2010v4i1.1229>

RPP, (. (2023). *Producción de papa cayó 17% en los primeros meses del 2023.* Obtenido de <https://rpp.pe/economia/economia/produccion-de-papa-cayo-17-en-los-primeros-meses-del-2023-noticia-1487182>

Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias [SIEA]. (2023). *Perfil productivo y competitivo de los principales cultivos del sector.* Obtenido de <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiYjYwYTk5MDgtM2M0MS00NDMyLTgzNDEtMjNhNjEzYWQyOTNlIiwidCI6IjdmMDg0NjI3LTdmNDAtNDg3OS04OTE3LTk0Yjg2ZmQzNWYzZiJ9>

Sociedad de Comercio Exterior del Peru(COMEX PERU). (2018). *Papa: Raíz del problema.* [https://www.comexperu.org.pe/articulo/papa-la-raiz-del-problema.](https://www.comexperu.org.pe/articulo/papa-la-raiz-del-problema) Obtenido de <https://www.comexperu.org.pe/articulo/papa-la-raiz-del-problema>

Vallejo, V. (2015). *Caracterización de la fertilidad del suelo en tres estadios fenológicos del cultivo de papa nativa Wank'icho (Solanum tuberosum spp. andigena) en Q'enqo- Santo Tomás,* Cusco. Obtenido de

<https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/144/253t20150049.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

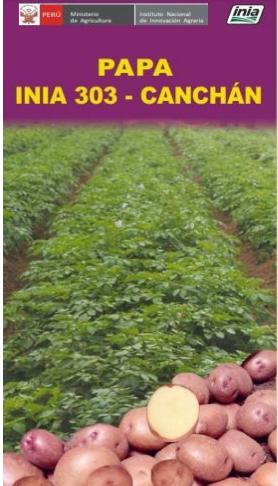
Vásquez, W. (2018). *Evaluación de tres variedades papa (*Solanum tuberosum L.*), tres densidades de siembra y dos sustratos para producción de semilla pre básica. Universidad de El Salvador.* Obtenido de <https://repositorio.ues.edu.sv/server/api/core/bitstreams/fc028b8c-4f3b-44be-aac8-77a8a8523720/content>

Vignola, R., Watler, W., Vargas, A., & Morales, M. (2017). *Prácticas efectivas para la reducción de impactos por eventos climáticos en el cultivo de papa en Costa Rica.* Obtenido de <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-8214.pdf>

VII. ANEXOS

ANEXO 1

Ficha técnica de la papa variedad canchán.

	PAPA INIA 303 - CANCHÁN INTRODUCCIÓN <p>En el Perú se siembra anualmente alrededor de 300 000 hectáreas de papa, 40 % de estas con la variedad INIA 303 - Canchán, lo que significa aproximadamente 120 000 hectáreas al año. El rendimiento promedio nacional de papa es de 13.3 t/ha siendo el rendimiento de la papa Canchán, a nivel de productores, de hasta 30 t/ha.</p> <p>La variedad Canchán es el resultado del trabajo conjunto realizado por el Centro Internacional de la Papa (CIP) y el Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA. El CIP genera clones avanzados en su programa de mejoramiento genético que luego son enviados a los programas nacionales de los países en Vías de Desarrollo que realizan adaptaciones locales y seleccionar nuevas variedades que tengan resistencias o tolerancias a los factores adversos que atacan al cultivo en sus zonas, así el INIA, después de realizar múltiples trabajos experimentales con esos clones, bajo condiciones de campo en las zonas donde se identificó a la variedad Canchán como un cultivo que fue oficialmente entregado a los agricultores en 1990 como una variedad comercial por sus atributos de precocidad, alto potencial de rendimiento, tubérculos de color y sobre todo su tolerancia al tizón tardío o rancha (<i>Phytophthora infestans</i>), enfermedad que ocasiona la mayor cantidad de pérdidas en el cultivo de la papa.</p> <p>La obtención de la Papa INIA 303 - Canchán es uno de los resultados más destacados y relevantes que el Instituto Nacional de Innovación Agraria ha generado durante su vida institucional en beneficio del país, contribuyendo así al incremento de la productividad del cultivo y a la seguridad alimentaria de nuestra población.</p>	ORIGEN <p>La papa Canchán proviene del cruzamiento (B1-1) como progenitor femenino, cuya resistencia deriva de Black (<i>Solanum tuberosum</i> x <i>Solanum demissum</i>) y la variedad Libertad (<i>Solanum tuberosum</i>) y el progenitor masculino Murillo III-B que proviene del cruzamiento de dos cultivares nativos (<i>Solanum ajanhuiri</i> y <i>Solanum andigenum</i>) que aportan tolerancia a heladas y resistencia de campo a la rancha.</p>																										
ADAPTACIÓN <p>Se adapta a condiciones de sierra media, 2 000 a 3 500 metros de altitud y en costa central.</p>																												
DESCRIPCIÓN DEL CULTIVAR Características agronómicas <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="width: 5%;">Vigor de la planta</td> <td>: Bueno</td> </tr> <tr> <td>Altura media</td> <td>: 90 cm</td> </tr> <tr> <td>Número de tallos/planta</td> <td>: 4-6</td> </tr> <tr> <td>Color del tallo</td> <td>: Verde claro</td> </tr> <tr> <td>Tamaño de hoja</td> <td>: Mediano</td> </tr> <tr> <td>Color de hoja</td> <td>: Verde claro</td> </tr> <tr> <td>Color de la flor</td> <td>: Lila; escasa floración</td> </tr> <tr> <td>Bayas</td> <td>: Escasas</td> </tr> <tr> <td>Raíz</td> <td>: Buena desarrollo, con estolones cortos,</td> </tr> <tr> <td>Período vegetativo</td> <td>: 120 días</td> </tr> </tbody> </table> Tubérculo <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="width: 5%;">Forma</td> <td>: Redondo</td> </tr> <tr> <td>Número de tubérculos/planta</td> <td>: 14-25</td> </tr> <tr> <td>Tamaño</td> <td>: Mediano a grande</td> </tr> </tbody> </table>			Vigor de la planta	: Bueno	Altura media	: 90 cm	Número de tallos/planta	: 4-6	Color del tallo	: Verde claro	Tamaño de hoja	: Mediano	Color de hoja	: Verde claro	Color de la flor	: Lila; escasa floración	Bayas	: Escasas	Raíz	: Buena desarrollo, con estolones cortos,	Período vegetativo	: 120 días	Forma	: Redondo	Número de tubérculos/planta	: 14-25	Tamaño	: Mediano a grande
Vigor de la planta	: Bueno																											
Altura media	: 90 cm																											
Número de tallos/planta	: 4-6																											
Color del tallo	: Verde claro																											
Tamaño de hoja	: Mediano																											
Color de hoja	: Verde claro																											
Color de la flor	: Lila; escasa floración																											
Bayas	: Escasas																											
Raíz	: Buena desarrollo, con estolones cortos,																											
Período vegetativo	: 120 días																											
Forma	: Redondo																											
Número de tubérculos/planta	: 14-25																											
Tamaño	: Mediano a grande																											

ANEXO 2

Ficha técnica del quitosano.

	INGREDIENTE ACTIVO QUITOSANO (Derivado de Quitina) GRUPO Fitorregulador GRADO Agrícola PROCEDENCIA La Quitina se obtiene de caparazones de Centollas y Centollones en la XII Región de Chile. A partir de esta Quitina se obtiene el Quitosano. NOMBRES QUÍMICOS Poli-D-glucosamina, Quitosano ESTADO FÍSICO Concentrado Soluble. COMPOSICIÓN <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Ingrediente</th><th>% p/p</th><th>% p/v</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Poli-D-glucosamina</td><td>2,5</td><td>2,5</td></tr> </tbody> </table>	Ingrediente	% p/p	% p/v	Poli-D-glucosamina	2,5	2,5
Ingrediente	% p/p	% p/v					
Poli-D-glucosamina	2,5	2,5					
	ASPECTO Transparente con leve opalescencia. DENSIDAD 1,025 g·mL ⁻¹ VISCOSIDAD 200 – 2.000 cP·s pH 4,5 – 6,5 TOXICIDAD Inócuo						
	REGISTRO FITOSANITARIO No. 4048 SAG CERTIFICACIÓN ORGÁNICA No. 22169 IMO (SUIZA), bgr – 0181 OMRI Listed (USA).						
	PRINCIPALES EFECTOS Elicitador y Bioestimulante (aumento del desarrollo del sistema radicular), fungicida (defensa contra ataque de hongos), nematostático (protección contra nemátodos fitoparásitos) y protector de las enfermedades aéreas. Modula actividad de La PAL.						
	COMO ACTÚA Activa metabolismo secundario de la planta. Se activan mecanismos de defensa de las plantas (SAR), aumenta la producción de proteínas antistress y aumenta la producción endógena de hormonas del crecimiento.						
	CULTIVOS Uva de Mesa, Vides Viníferas, Citricos, Carozos, Paltos, Olivos, Frutales en General, Hortalizas, etc.						

ANEXO 3

Evaluación de número de tubérculos a los 120 DDS

FICHA DE EVALUACION PARA NÚMERO DE TUBÉRCULO (120 DDS)

Nº Obs.	BLOQUE I				BLOQUE II				BLOQUE III				BLOQUE IV			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
1	11.00	16.00	9.00	14.00	20.00	20.00	40.00	20.00	10.00	17.00	14.00	41.00	21.00	26.00	16.00	37.00
2	4.00	8.00	21.00	24.00	18.00	21.00	18.00	15.00	16.00	16.00	36.00	35.00	16.00	31.00	25.00	29.00
3	6.00	6.00	23.00	19.00	20.00	25.00	20.00	10.00	13.00	13.00	14.00	37.00	22.00	19.00	20.00	25.00
4	14.00	15.00	9.00	20.00	22.00	11.00	22.00	14.00	8.00	26.00	19.00	29.00	6.00	16.00	18.00	34.00
5	10.0	13.00	17.00	20.00	28.00	18.00	28.00	17.00	10.00	24.00	27.00	27.00	17.00	24.00	22.00	39.00
6	6.00	5.00	12.00	15.00	16.00	22.00	16.00	14.00	6.00	29.00	24.00	26.00	13.00	30.00	25.00	28.00
7	9.00	7.00	16.00	27.00	22.00	14.00	22.00	12.00	21.00	28.00	22.00	35.00	14.00	26.00	16.00	21.00
8	8.00	5.00	26.00	13.00	15.00	21.00	15.00	12.00	17.00	25.00	15.00	36.00	25.00	28.00	29.00	25.00
9	16.00	8.00	22.00	16.00	24.00	11.00	24.00	16.00	9.00	15.00	13.00	33.00	28.00	19.00	27.00	37.00
10	12.00	12.00	15.00	18.00	17.00	17.00	17.00	20.00	12.00	16.00	9.00	19.00	13.00	16.00	26.00	26.00
11	26.00	9.00	15.00	14.00	23.00	22.00	23.00	20.00	8.00	14.00	27.00	31.00	9.00	31.00	25.00	17.00
12	10.00	17.00	9.00	16.00	14.00	14.00	14.00	21.00	12.00	19.00	35.00	30.00	15.00	16.00	34.00	40.00
13	13.00	10.00	24.00	10.00	19.00	30.00	19.00	12.00	14.00	30.00	40.00	27.00	12.00	18.00	30.00	18.00
14	16.00	10.00	12.00	10.00	9.00	25.00	9.00	22.00	10.00	27.00	19.00	22.00	19.00	24.00	41.00	26.00
15	10.00	11.00	15.00	17.00	24.00	17.00	24.00	14.00	9.00	21.00	26.00	38.00	16.00	28.00	15.00	28.00
16	13.00	30.00	19.00	22.00	11.00	12.00	11.00	11.00	15.00	26.00	21.00	45.00	13.00	26.00	10.00	35.00
17	10.00	17.00	15.00	8.00	23.00	23.00	23.00	12.00	23.00	19.00	27.00	26.00	14.00	19.00	19.00	37.00
18	15.00	15.00	25.00	34.00	6.00	14.00	6.00	24.00	17.00	15.00	36.00	22.00	21.00	16.00	18.00	16.00
19	21.00	26.00	20.00	29.00	20.00	16.00	20.00	20.00	16.00	20.00	31.00	18.00	19.00	19.00	33.00	19.00
20	16.00	12.00	19.00	25.00	16.00	11.00	16.00	14.00	15.00	25.00	10.00	33.00	25.00	24.00	21.00	28.00
PROMEDIO	12.30	12.60	24.15	18.55	18.35	18.20	19.35	16.00	13.05	21.25	23.25	30.50	16.90	22.80	23.50	28.25

ANEXO 4

Evaluación de tamaño de tubérculos a los 120 DDS

FICHA DE EVALUACION PARA TAMAÑO DE TUBÉRCULO (120 DDS)

Nº Obs.	BLOQUE I				BLOQUE II				BLOQUE III				BLOQUE IV			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
1	9.80	11.15	9.30	8.95	12.60	10.60	12.00	8.85	7.90	7.75	10.15	10.45	9.95	7.25	9.80	9.70
2	8.70	8.45	10.10	10.30	10.4	11.95	9.80	9.05	8.45	9.85	9.85	10.50	9.50	9.55	9.40	8.45
3	9.75	10.5	9.20	9.10	11.20	9.75	10.20	8.55	10.00	9.30	9.55	9.30	9.25	9.95	10.50	9.10
4	9.20	8.15	8.90	9.95	8.85	9.60	10.10	9.90	8.95	9.25	9.25	9.85	7.70	6.95	8.50	9.00
5	10.10	10.55	8.85	7.70	9.15	8.95	10.40	10.30	6.90	9.05	7.30	9.00	7.30	8.20	8.70	8.80
6	8.65	7.60	10.00	8.55	10.10	9.15	9.10	9.70	9.30	12.30	8.35	7.65	11.55	8.80	8.35	8.75
7	7.00	6.60	8.10	10.30	8.25	10.25	8.75	10.10	10.75	11.65	9.30	8.40	9.85	9.25	9.30	9.55
8	6.85	10.35	8.65	7.65	10.00	9.60	8.00	9.05	9.35	10.60	7.85	9.95	8.25	9.50	9.75	9.70
9	8.60	7.75	7.70	8.15	8.80	10.75	9.25	9.60	10.50	7.90	8.80	10.50	9.25	9.00	9.90	10.35
10	6.90	7.30	8.60	8.55	8.65	7.85	9.20	8.85	9.75	8.85	9.90	10.35	8.30	8.75	8.80	10.05
11	8.35	8.20	10.20	8.60	11.80	9.65	8.65	9.80	8.65	9.60	9.25	10.00	7.90	7.30	7.45	10.80
12	7.50	9.15	8.65	7.80	9.35	9.00	10.05	9.25	7.30	7.80	8.30	9.90	9.65	10.50	7.75	8.90
13	7.30	8.25	9.80	7.50	9.80	10.25	9.80	9.15	8.30	7.90	10.35	8.70	9.85	11.05	9.30	9.30
14	9.10	10.45	8.15	8.85	9.40	8.90	9.40	9.35	8.20	8.00	11.50	8.40	8.55	9.40	9.25	9.70
15	7.10	9.10	8.80	8.65	8.50	9.10	9.15	8.85	6.45	7.15	10.35	9.10	9.90	9.30	8.80	9.55
16	7.65	9.65	8.20	8.95	8.40	7.55	10.20	8.80	9.25	7.65	10.05	8.80	9.20	10.00	9.65	10.00
17	6.90	7.65	9.65	9.00	9.00	7.00	8.25	9.15	8.70	8.90	9.90	9.10	8.35	8.70	9.55	9.30
18	7.35	8.40	8.55	8.15	10.45	8.70	10.90	8.85	7.15	7.80	9.55	8.80	7.70	8.45	10.75	10.85
19	7.30	11.65	7.55	8.10	7.85	9.25	10.65	10.20	6.25	9.85	8.55	8.95	9.90	7.40	11.00	10.00
20	7.25	10.15	8.50	8.25	9.25	8.90	9.60	10.00	9.30	9.30	7.00	9.90	10.55	8.80	10.50	9.80
PROMEDIO	8.07	9.05	8.87	8.65	9.59	9.34	9.67	9.37	8.57	9.02	9.26	9.38	9.12	8.91	9.35	9.58

ANEXO 5

Evaluación de peso de tubérculos (gr) a los 120 DDS

FICHA DE EVALUACION PARA PESO DE TUBÉRCULO (120 DDS)

Nº Obs.	BLOQUE I				BLOQUE II				BLOQUE III				BLOQUE IV			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
1	152	262	128	125	198	177	300	117	96	156	201	185	155	201	99	126
2	99	94	193	186	185	287	161	111	120	147	145	164	142	195	106	129
3	133	180	126	150	232	157	148	95	146	123	167	135	108	146	178	106
4	135	77	125	147	111	142	136	176	89	109	150	106	122	150	164	145
5	123	192	112	94	125	118	178	174	140	185	162	128	91	175	125	126
6	114	53	135	101	142	117	112	138	156	94	147	195	69	163	167	108
7	55	76	72	177	95	179	110	153	137	116	152	175	82	124	134	142
8	48	171	100	76	176	157	78	114	95	107	103	189	106	128	168	175
9	94	76	72	193	102	213	117	151	89	158	122	150	113	109	97	164
10	49	97	102	120	86	78	116	101	120	142	164	161	141	117	205	194
11	97	90	190	111	143	146	103	173	125	166	182	140	119	126	157	200
12	72	137	98	84	133	110	179	117	86	187	127	167	92	108	164	164
13	65	81	150	74	153	164	160	114	94	124	120	125	76	143	162	136
14	130	196	86	103	140	105	122	144	98	98	116	184	115	160	102	159
15	48	138	111	100	95	113	92	118	116	106	145	136	128	117	166	160
16	64	139	90	108	82	63	166	113	123	163	127	106	136	125	175	185
17	50	69	158	118	113	52	89	122	146	155	136	94	147	98	128	136
18	62	186	96	176	164	97	201	206	157	97	125	154	120	124	135	122
19	61	251	84	76	78	170	193	172	100	146	106	160	108	164	130	140
20	57	182	107	99	85	114	138	129	96	197	128	172	94	145	146	133
PROMEDIO	85.40	137.35	116.75	120.9	131.9	137.95	144.95	136.9	116.45	138.8	141.25	151.3	113.2	140.9	145.4	147.5

ANEXO 6

Evaluación del rendimiento de tubérculos a los 120 DDS

FICHA DE EVALUACION EN EL RENDIMIENTO DE TUBÉRCULO (120 DDS)

N° Obs.	BLOQUE I				BLOQUE II				BLOQUE III				BLOQUE IV			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
1	0.52	0.64	0.71	0.65	0.55	0.65	0.62	0.95	0.57	0.65	0.82	0.75	0.63	0.53	0.82	0.80
2	0.60	0.62	0.62	0.62	0.59	0.71	0.75	0.82	0.56	0.57	0.75	0.80	0.70	0.40	0.75	0.86
3	0.59	0.58	0.69	0.72	0.61	0.77	0.59	0.99	0.49	0.73	0.56	0.72	0.67	0.79	0.56	0.71
4	0.51	0.60	0.80	0.74	0.67	0.62	0.62	0.89	0.52	0.67	0.67	0.85	0.81	0.68	0.67	0.77
5	0.56	0.56	0.70	0.76	0.49	0.69	0.72	1.20	0.50	0.59	0.59	0.70	0.62	0.56	0.59	0.69
6	0.59	0.55	0.62	0.74	0.52	0.80	0.74	1.28	0.59	0.70	0.77	0.69	0.76	0.55	0.77	0.97
7	0.43	0.71	0.67	0.71	0.55	0.61	0.89	1.15	0.44	0.59	0.68	0.68	0.71	0.50	0.68	1.07
8	0.62	0.52	0.80	0.77	0.57	0.70	0.75	0.94	0.61	0.60	0.70	0.65	0.58	0.47	0.70	1.12
9	0.50	0.62	0.68	0.71	0.68	0.64	0.86	0.81	0.49	0.61	0.71	0.78	0.59	0.49	0.71	0.96
10	0.58	0.50	0.62	0.76	0.69	0.73	0.82	0.83	0.57	0.68	0.61	0.87	0.60	0.76	0.69	0.74
11	0.71	0.67	0.73	0.78	0.58	0.60	0.70	0.88	0.56	0.63	0.81	0.77	0.77	0.61	0.81	0.70
12	0.54	0.72	0.60	0.77	0.66	0.70	0.72	1.31	0.57	0.62	0.87	0.80	0.50	0.60	0.85	0.86
13	0.57	0.60	0.68	0.70	0.70	0.68	0.71	1.19	0.52	0.60	0.76	0.71	0.48	0.59	0.74	0.81
14	0.70	0.49	0.86	0.68	0.60	0.72	0.69	0.97	0.54	0.64	0.80	0.76	0.51	0.72	0.88	0.61
15	0.56	0.64	0.64	0.61	0.48	0.59	0.78	1.05	0.54	0.71	0.75	0.70	0.56	0.77	0.76	0.64
16	0.63	0.57	0.65	0.82	0.51	0.73	0.60	0.90	0.48	0.78	0.73	0.72	0.47	0.72	0.73	0.91
17	0.49	0.63	0.61	0.71	0.50	0.68	0.68	0.87	0.51	0.65	0.63	0.66	0.69	0.82	0.63	0.79
18	0.50	0.65	0.69	0.59	0.64	0.75	0.57	0.90	0.58	0.59	0.60	0.79	0.80	0.68	0.61	0.73
19	0.57	0.54	0.77	0.75	0.63	0.57	0.76	0.86	0.63	0.74	0.76	0.99	0.41	0.71	0.76	0.76
20	0.63	0.59	0.66	0.61	0.58	0.66	0.83	1.21	0.53	0.65	0.63	0.61	0.54	0.65	0.69	0.90
PROMEDIO	0.57	0.60	0.69	0.71	0.59	0.68	0.72	1.00	0.54	0.65	0.71	0.75	0.62	0.63	0.72	0.82

ANEXO 7

Delimitación del terreno.



ANEXO 8

Preparación del terreno.



ANEXO 9

Siembra del cultivo de papa.



ANEXO 10

Etapa vegetativa de la papa



ANEXO 11

Equipos para la aplicación del quitosano



ANEXO 12

Aplicación del quitosano



ANEXO 13

Cosecha de la papa



ANEXO 14

Medición de los parámetros a evaluar



ANEXO 15

Pesado para el rendimiento de la papa

