

**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 **"Evaluación 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 Rodríguez (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 **"Evaluación 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 **Rodríguez 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 | PONDERACIÓN |
|----------------------------------|--------------------|-------------|
| Muñoz Cochayalle Fernando Jose   | 16                 | Regular     |
| Rodríguez Cotrina Gerardo Manuel | 16                 | Regular     |

Siendo las 12:20 p.m. 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  |

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA

 **UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

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

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO

**PRESENTADO POR**

Bach. Muñoz Cochayalle, Fernando José

Bach. Rodríguez Cotrina, Gerardo Manuel

**ASESOR**

Mrs. Néida Guillesi Escalante Espinoza

NUEVO CHIMBOTE - PERU

2024

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

## INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

[repositorio.uns.edu.pe](https://repositorio.uns.edu.pe)

Fuente de Internet

11%

2

[scielo.sld.cu](https://scielo.sld.cu)

Fuente de Internet

1%

3

[repositorio.utc.edu.ec](https://repositorio.utc.edu.ec)

Fuente de Internet

1%

4

[repositorio.upec.edu.ec](https://repositorio.upec.edu.ec)

Fuente de Internet

1%

5

[repositorio.unab.edu.pe](https://repositorio.unab.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

6

[www.scielo.org.mx](https://www.scielo.org.mx)

Fuente de Internet

1%

7

Submitted to Associatie K.U.Leuven

Trabajo del estudiante

1%

8

[repositorio.unh.edu.pe](https://repositorio.unh.edu.pe)

Fuente de Internet

<1%

9

[repositorio.puce.edu.ec](https://repositorio.puce.edu.ec)

Fuente de Internet

<1%

10

[repositorio.unamba.edu.pe](https://repositorio.unamba.edu.pe)

Fuente de Internet

<1%

11

[repositorio.udea.edu.pe](https://repositorio.udea.edu.pe)

Fuente de Internet

<1%

12

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

<1%

13

[docplayer.es](https://docplayer.es)

Fuente de Internet

<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.*

***Rodriguez 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 guiarme en mi formación profesional.

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

***Rodriguez 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</i> L.....           | 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. Qitosano .....                                | 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 DISCUSION.....                                 | 41 |
| 4.1   | RESULTADOS .....  | 41 |
| 4.1.1 | Número de tubérculos por planta después de la cosecha ..... | 41 |
| 4.1.2 | Diaméto 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

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

## INDICE DE FIGURAS

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



## INDICE DE ANEXOS

|  |    |
|--|----|
| <b>ANEXO 1:</b> Ficha técnica de la papa variedad canchán. ....              | 63 |
| <b>ANEXO 2:</b> Ficha técnica del quitosano. ....                            | 63 |
| <b>ANEXO 3:</b> Evaluación de número de tubérculos a los 120 DDS .....       | 64 |
| <b>ANEXO 4:</b> Evaluación de tamaño de tubérculos a los 120 DDS.....        | 65 |
| <b>ANEXO 5:</b> Evaluación de peso de tubérculos (gr) a los 120 DDS .....    | 66 |
| <b>ANEXO 6:</b> Evaluación del rendimiento de tubérculos a los 120 DDS ..... | 67 |
| <b>ANEXO 7:</b> Delimitación del terreno.....                                | 68 |
| <b>ANEXO 8:</b> Preparación del terreno. ....                                | 68 |
| <b>ANEXO 9:</b> Siembra del cultivo de papa.....                             | 69 |
| <b>ANEXO 10:</b> Etapa vegetativa de la papa.....                            | 69 |
| <b>ANEXO 11:</b> Equipos para la aplicación del quitosano.....               | 70 |
| <b>ANEXO 12:</b> Aplicación del quitosano.....                               | 70 |
| <b>ANEXO 13:</b> Cosecha de la papa .....                                    | 71 |
| <b>ANEXO 14:</b> Medición de los parámetros a evaluar.....                   | 71 |
| <b>ANEXO 15:</b> 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 m<sup>2</sup> dividida en 16 parcelas de 42 m<sup>2</sup>. 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 T<sub>4</sub> (3.5 lt/ha) con 23, en cuanto al diámetro de tubérculos el promedio mayor fue el T<sub>3</sub> (2.5 lt/ha) con 18.58 cm, en el caso del peso de los tubérculos el mayor promedio lo obtuvo el T<sub>4</sub> (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 T<sub>4</sub> 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: T<sub>2</sub> (1.5 lt/ha), T<sub>3</sub> (2.5 lt/ha), and T<sub>4</sub> (3.5 lt/ha), and a control (T<sub>1</sub>); each treatment had four replicates. The treatment covered an area of 1,300 m<sup>2</sup>, divided into 16 plots of 42 m<sup>2</sup> 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 T<sub>4</sub> (3.5 lt/ha) with 23, in terms of tuber diameter the highest average was T<sub>3</sub> (2.5 lt/ha) with 18.58 cm, in the case of tubers weight the highest average was obtained by T<sub>4</sub> (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 T<sub>4</sub> 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<sup>-1</sup>), 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<sup>-1</sup>) 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: Magoliophyta

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*), lverruga 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.*

| <b>Variable</b>              | <b>Definición conceptual</b>                 | <b>Definición operacional</b>   | <b>Dimensiones</b> | <b>Indicadores</b>   | <b>Unidad de medida</b> | <b>Técnicas e instrumentos</b>    |
|------------------------------|--|---|--------------------|----------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| Rendimiento<br>(dependiente) | Cantidad producida por unidad de superficie. | Consiste en la evaluación del número de tubérculos por planta, así como el tamaño y peso de los tubérculos. | Tubérculos         | Número de tubérculos | Unidad                  | Visión                            |
|                              |  |   |                    | Tamaño de tubérculos | cm                      | Medición manual con cinta métrica |
|                              |  |   |                    | Peso de tubérculos   | g                       | Pesado manual con balanza         |

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

**Tabla 3**

*Operacionalización de la variable quitosano*

| <b>Variable</b>           | <b>Definición conceptual</b>   | <b>Definición operacional</b>   | <b>Dimensiones</b> | <b>Indicadores</b> | <b>Unidad de medida</b>             | <b>Técnicas e instrumentos</b>                       |
|---------------------------|--|---|--------------------|--------------------|-------------------------------------|--|
| 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<br>2,5 Lt/ha<br>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.

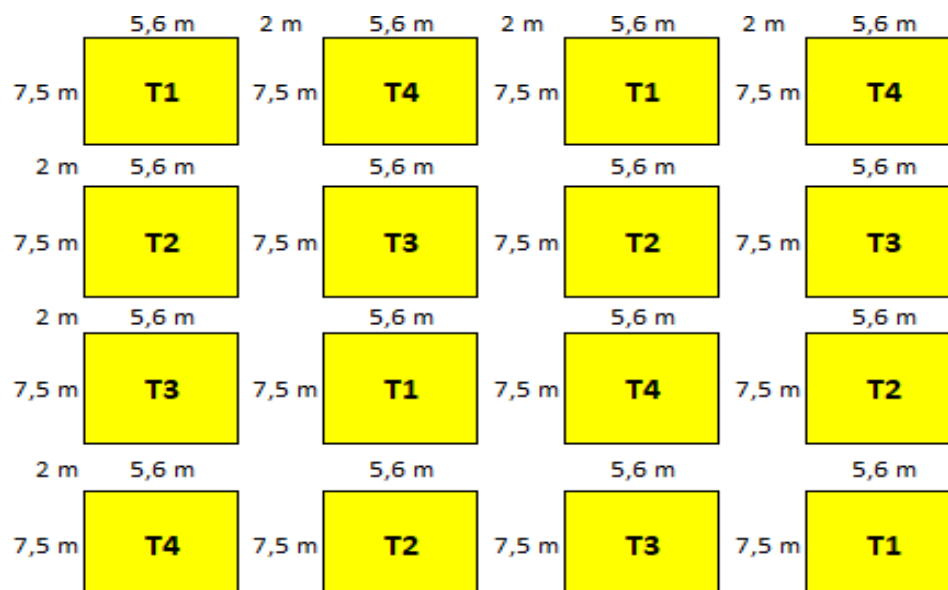
Para la preparación del terreno se utilizó maquinaria agrícola para eliminar los terrones y descompactar el suelo, dejándolo en condiciones óptimas para el buen desarrollo de los tubérculos.

#### b. Delimitación del área experimental

Con ayuda de una wincha y estacas, se delimitará un área experimental de 40m x 32,5 m (1300 m<sup>2</sup>). Para las unidades experimentales, se considerará un área de 7,5 m x 5,6 m (42 m<sup>2</sup>) 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):**

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

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

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

FDA aporta 18% de nitrógeno

$$100 \text{ kg FDA} \text{ ----- } 18 \text{ kg N}$$

$$260,87 \text{ kg FDA} \text{ ----- } x$$

$$X = 46,96 \text{ kg de N (aporte de FDA)}$$

### **Cálculos para la cantidad de Úrea:**

$$\text{Requerimiento de nitrógeno: } 120 - 46,96 = 73,04$$

$$100 \text{ kg ÚREA} \text{ ----- } 46 \text{ kg N}$$

$$X \text{ ----- } 73,04 \text{ kg N}$$

$$X = 158,78 \text{ kg ÚREA /ha}$$

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

$$100 \text{ kg SP} \text{ ----- } 50 \text{ kg K}_2\text{O}$$

$$X \text{ ----- } 100 \text{ kg K}_2\text{O}$$

$$X = 200 \text{ kg SP/ha}$$

### **Cálculos para la parcela experimental:**

$$260,87 \text{ kg FDA} \text{ ----- } 10000 \text{ m}^2$$

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

$$x = 33,91 \text{ kg FDA}$$

$$158,78 \text{ kg ÚREA} \text{ ----- } 10000 \text{ m}^2$$

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

$$x = 20,64 \text{ kg } \text{ÚREA}$$

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

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

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

Fraccionamiento para nitrógeno:

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

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

$$X = 130,43 \text{ kg } \text{ÚREA/ha}$$

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

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

$$x = 16,96 \text{ kg } \text{ÚREA}$$

#### **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

$$1,5 \text{ Lt/ha} \text{ ----- } 10000 \text{ m}^2$$

$$X \text{ ----- } 168 \text{ m}^2$$

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

$$2,5 \text{ Lt/ha} \text{ ----- } 10000 \text{ m}^2$$

$$X \text{ ----- } 168 \text{ m}^2$$

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

$$3,5 \text{ Lt/ha} \text{ ----- } 10000 \text{ m}^2$$

$$X \text{ ----- } 168 \text{ m}^2$$

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



**Tabla 4**

*Dosis la aplicación de quitosano*

| Tratamiento | Dosis para la parcela experimental | Momento de aplicación                        |
|-------------|------------------------------------|--|
| T1          | Testigo                            | A los 15, 30 y 60 días después de la siembra |
| T2          | 25,2 ml                            |  |
| T3          | 42 ml                              |  |
| 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 midió 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 DISCUSION

### 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 <sub>1</sub> | T <sub>2</sub> | T <sub>3</sub> | T <sub>4</sub> |              |
| I               | 12.30          | 12.60          | 24.15          | 18.55          | <b>16.90</b> |
| II              | 18.35          | 18.20          | 19.35          | 16.00          | <b>17.97</b> |
| III             | 13.05          | 21.25          | 23.25          | 30.50          | <b>22.01</b> |
| IV              | 16.90          | 22.80          | 23.50          | 28.25          | <b>22.86</b> |
| <b>Promedio</b> | <b>15.15</b>   | <b>18.71</b>   | <b>22.56</b>   | <b>23.32</b>   |              |

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 – T<sub>4</sub> 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*

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

En la Tabla 6 se presenta el valor de la estadística F, calculado en 10.781. Este valor arrojó un nivel de significancia ( $\rho$ ) 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.*

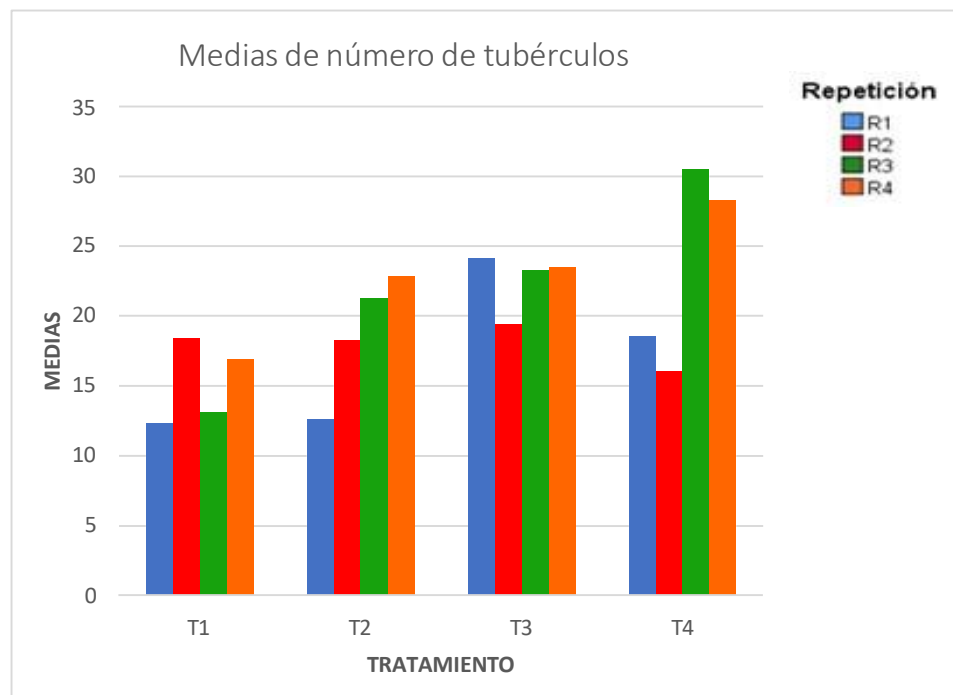
| <b>Tratamientos</b> | <b>N</b> | <b>Subconjunto</b> |              |             |
|---------------------|----------|--------------------|--------------|-------------|
|                     |          | <b>1</b>           | <b>2</b>     | <b>3</b>    |
| T <sub>1</sub>      | 4        | 15.1500 a          |              |             |
| T <sub>2</sub>      | 4        |                    | 18.7125 b    |             |
| T <sub>3</sub>      | 4        |                    |              | 22.5625 c   |
| T <sub>4</sub>      | 4        |                    |              | 23.3250 c   |
| <b>Sig.</b>         |          | <b>1.000</b>       | <b>1,000</b> | <b>.640</b> |

En la Tabla 7, los resultados de la prueba de Duncan muestran que el tratamiento más efectivo fue el T<sub>4</sub>, con una aplicación de 3.5 L/ha de quitosano, alcanzando un promedio de 23 tubérculos

después de la cosecha. Le siguieron los tratamientos T<sub>3</sub> (2.5 L/ha de quitosano) y T<sub>2</sub> (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 T<sub>1</sub> (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 (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub>), con cuatro repeticiones (R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> y R<sub>4</sub>), diferenciadas por colores. Observando que el tratamiento T<sub>4</sub> genera el mayor número de tubérculos en comparación con los demás tratamientos, mientras que T<sub>1</sub> presenta el menor. Las diferencias entre repeticiones reflejan cierta variabilidad experimental, pero no parecen alterar la tendencia general de los datos.

#### 4.1.2 *Diamétero 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*

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

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 – T<sub>3</sub> 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*

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

En la Tabla 9 se presenta el valor de la estadística F, calculado en 2.983. Este valor arrojó un nivel de significancia ( $p$ ) 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:**

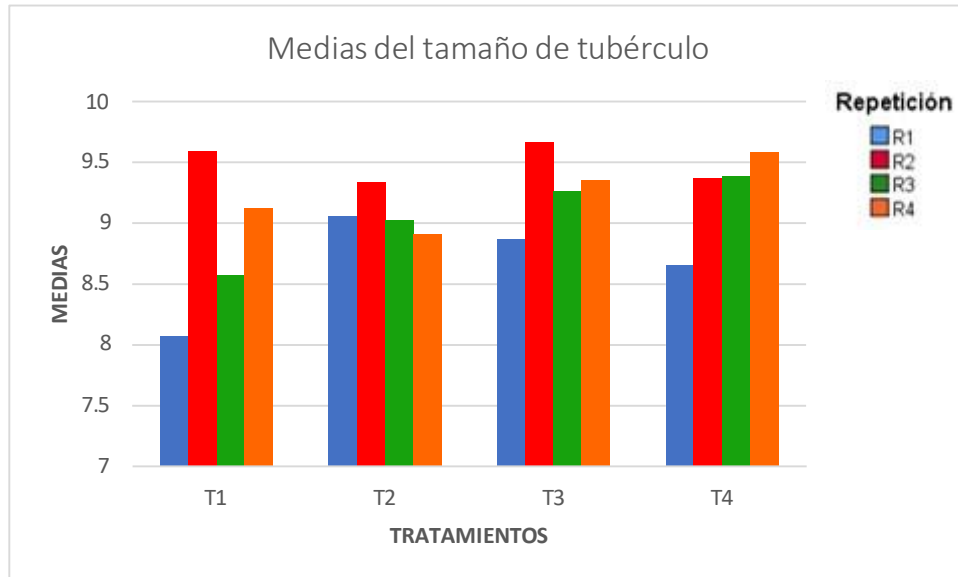
*Prueba de Duncan entre tratamientos del diámetro de tubérculos.*

| Tratamientos   | N | Subconjunto |         |
|----------------|---|-------------|---------|
|                |   | 1           | 2       |
| T <sub>1</sub> | 4 | 8.84 a      |         |
| T <sub>2</sub> | 4 | 9.08 a      | 9.08 ab |
| T <sub>3</sub> | 4 |             | 9.29 ab |
| T <sub>4</sub> | 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 T<sub>3</sub>, 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 T<sub>4</sub> (3.5 L/ha de quitosano) y T<sub>2</sub> (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 T<sub>1</sub> (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<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub>), con cuatro repeticiones (R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> y R<sub>4</sub>), 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*

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

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 – T<sub>4</sub> 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*

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

En la Tabla 12 se presenta el valor de la estadística F, calculado en 258.657. Este valor arrojó un nivel de significancia ( $\rho$ ) 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**

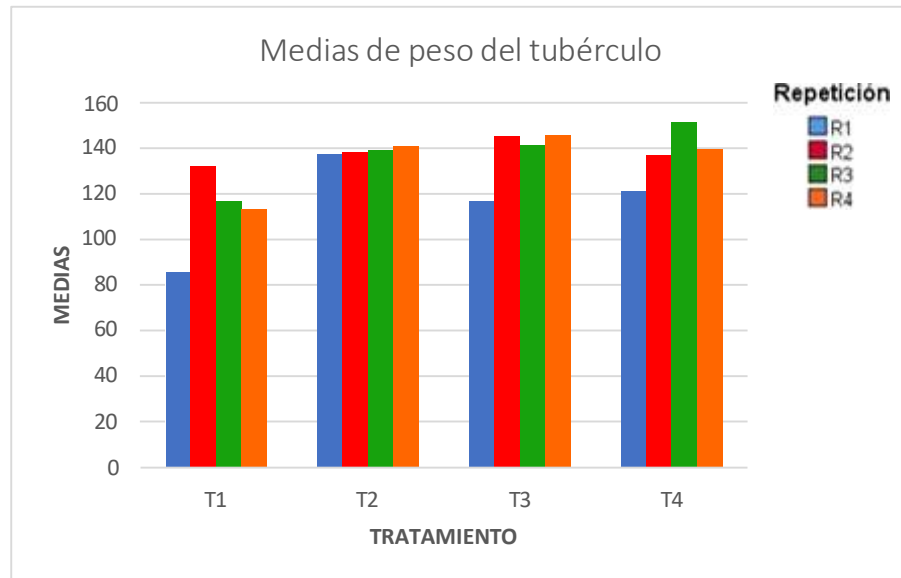
*Prueba de Duncan entre tratamientos del peso de tubérculos (gr) a los 120 DDS*

| Tratamientos   | N | Subconjunto |            |
|----------------|---|-------------|------------|
|                |   | 1           | 2          |
| T <sub>1</sub> | 4 | 111.74 a    |            |
| T <sub>2</sub> | 4 |             | 137.0875 b |
| T <sub>3</sub> | 4 |             | 138.7500 b |
| T <sub>4</sub> | 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 T<sub>4</sub>, 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 T<sub>3</sub> (2.5 L/ha de quitosano) y T<sub>2</sub> (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 T<sub>1</sub> (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<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub>), con cuatro repeticiones (R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> y R<sub>4</sub>), diferenciadas por colores. Observando que T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub> son tratamientos efectivos para incrementar el peso de los tubérculos en comparación con T<sub>1</sub>, 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 <sub>1</sub> | T <sub>2</sub> | T <sub>3</sub> | T <sub>4</sub> |             |
| I               | 0.57           | 0.60           | 0.69           | 0.71           | <b>0.61</b> |
| II              | 0.59           | 0.68           | 0.72           | 1.00           | <b>0.77</b> |
| III             | 0.54           | 0.65           | 0.71           | 0.75           | <b>0.64</b> |
| IV              | 0.62           | 0.63           | 0.72           | 0.82           | <b>0.72</b> |
| <b>Promedio</b> | <b>0.58</b>    | <b>0.64</b>    | <b>0.71</b>    | <b>0.82</b>    |             |

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 – T<sub>4</sub> 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 <sub>1</sub>  | T <sub>2</sub>  | T <sub>3</sub>  | T <sub>4</sub>  |                 |
| I               | 21035.28        | 22142.40        | 25463.76        | 26201.84        | <b>23710.82</b> |
| II              | 21773.36        | 25094.72        | 26570.88        | 36904.00        | <b>27585.74</b> |
| III             | 19928.16        | 23987.60        | 26201.84        | 27678.00        | <b>24448.90</b> |
| IV              | 22880.48        | 23249.52        | 26570.88        | 30261.28        | <b>25740.54</b> |
| <b>Promedio</b> | <b>21404.32</b> | <b>23618.56</b> | <b>26201.84</b> | <b>30261.28</b> |                 |

Se observó que el tratamiento que se obtuvo un mayor rendimiento promedio fue en el T<sub>4</sub> con 30261.28 kg, además el bloque II – T<sub>4</sub> 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 ( $p$ ) 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**

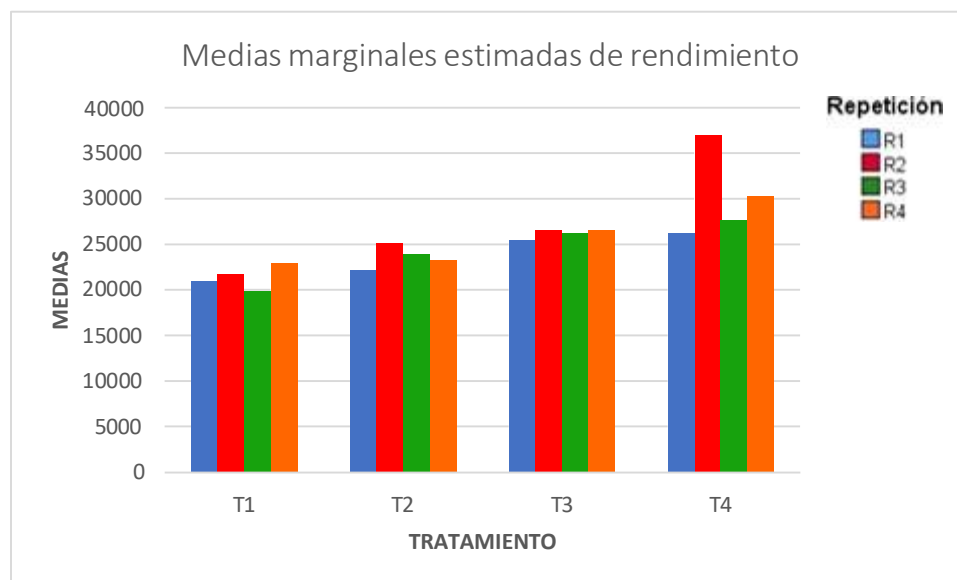
*Prueba de Duncan entre tratamientos del rendimiento (kg) a los 120 DDS.*

| Tratamientos   | N | Subconjunto |            |            |
|----------------|---|-------------|------------|------------|
|                |   | 1           | 2          | 3          |
| T <sub>1</sub> | 4 | 21404.3200  |            |            |
| T <sub>2</sub> | 4 | 23618.5600  | 23618.5600 |            |
| T <sub>3</sub> | 4 |             | 26201.8400 |            |
| T <sub>4</sub> | 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 T<sub>4</sub>, 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 T<sub>3</sub> (2.5 L/ha de quitosano) y T<sub>2</sub> (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 T<sub>1</sub> (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 (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub>), con cuatro repeticiones (R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> y R<sub>4</sub>), diferenciadas por colores. Observando que T<sub>4</sub> presentan los valores más altos en comparación con T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> demostrando ser el tratamiento más efectivo. Por último el R<sub>2</sub> (repeticón) 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 T<sub>4</sub> (3,5 L/ha de Quitosano) con un promedio 23 tubérculos a los 120 DDS, demostrando un incremento a diferencia del menor promedio del T<sub>1</sub> (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 T<sub>3</sub> (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 T<sub>4</sub> logró un mayor promedio de peso de tubérculo 139.15 gr, a diferencia del T<sub>1</sub> 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 T<sub>4</sub> logró un mayor rendimiento con 30261.28 kg/ha, a diferencia del T<sub>1</sub> 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 T<sub>4</sub> (3.5 L/ha de quitosano) que alcanzó un resultado final de 30261.28 kg/ha respectivamente. Superando a los otros tratamientos como el T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> con un promedio de 23618.56 y 26201.84 kg/ha, por último el T<sub>1</sub> (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](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 n°193. 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%B0%2005?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=La%20papa%20\(Solanum%20tuberosum%20L,con%20buen%20contenido%20de%20nutrientes](https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/66833/Ficha%20T%C3%A9cnica%20INIA%20N%C2%B0%2005?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=La%20papa%20(Solanum%20tuberosum%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](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-](https://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/investigacion/programa/sistProductivo/variedad/papa/INIA_303.pdf)

[content/uploads/investigacion/programa/sistProductivo/variedad/papa/INIA\\_303.pdf](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%B0%20375?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\\_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/8221/253T20230729_TC.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&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362015000300020&script=sci_arttext&tlng=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](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2010000400002)
- Pincay Manzaba, D., Cedeño Llor, 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](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., Gonzáles, 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>. 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'ucho (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**

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 cada 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.

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 lo solicitan para evaluarlos en ensayos 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 diferentes zonas del país, identificó a la variedad Canchán como un cultivar 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 tison tardío o rancho (*Phytophthora infestans*), enfermedad que ocasiona la mayor cantidad de pérdidas en el cultivo de la papa.

La obtención de la Papa INIA 303 - Canchán es uno de los mayores aportes y logros tecnológicos 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.

**ORIGEN**

La papa Canchán proviene del cruzamiento (B1-112 como progenitor femenino, cuya resistencia deriva de Black (*Solanum tuberosum* x *Solanum demissum*) y la variedad Libertas (*Solanum tuberosum*) y el progenitor masculino Murillo III-80 que proviene del cruzamiento de dos cultivares nativos (*Solanum ajanhuiri* y *Solanum andigeno*) que aportan tolerancia a heladas y resistencia de campo a la rancho.

**ADAPTACIÓN**

Se adapta a condiciones de sierra media, 2 000 a 3 500 metros de altitud y en costa central.

**DESCRIPCIÓN DEL CULTIVAR**

**Características agronómicas**

|                         |   |
|-------------------------|---|
| 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                    | : Buen desarrollo, con estolones cortos |
| Periodo vegetativo      | : 120 días                              |

**Tubérculo**

|                             |                    |
|-----------------------------|--------------------|
| 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><tr><th>Ingrediente</th><th>% p/p</th><th>% p/v</th></tr><tr><td>Poli-D-glucosamina</td><td>2,5</td><td>2,5</td></tr></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 <sup>-1</sup>  |       |  |             |       |       |                    |     |     |
| 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    | Elicitor y Bioestimulante (aumento del desarrollo del sistema radicular), fungistático (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, Cítricos, 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)

| 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        | 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*

