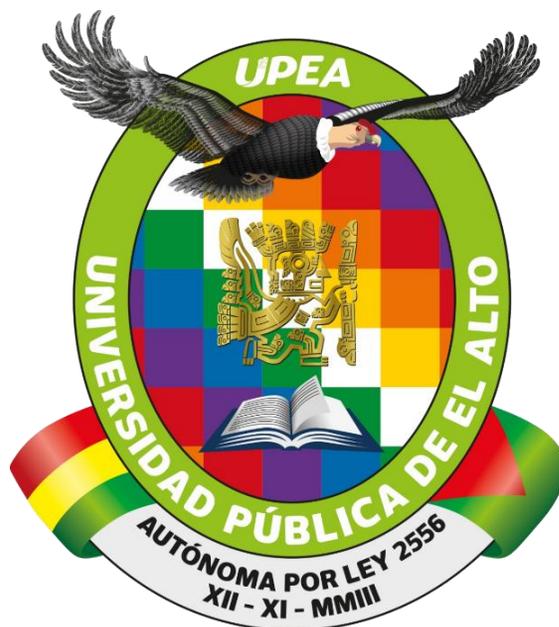


**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO  
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS  
Y RECURSOS NATURALES  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TESIS DE GRADO**

**EFFECTO DE LOS BIOINSUMOS AGRÍCOLAS EN CUATRO  
VARIETADES DE PAPA NATIVA (*Solanum sp*) EN LA  
COMUNIDAD SAN JOSE DE TIAHUANACU, MUNICIPIO DE  
ESCOMA**

**Por:**

**Wilson Valeriano Hilaquita**

**EL ALTO – BOLIVIA**

**Octubre, 2024**

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO  
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS  
Y RECURSOS NATURALES  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EFFECTO DE LOS BIOINSUMOS AGRÍCOLAS EN CUATRO VARIEDADES  
DE PAPA NATIVA (*Solanum sp*) EN LA COMUNIDAD SAN JOSE DE  
TIAHUANACU, MUNICIPIO DE ESCOMA**

*Tesis de Grado presentado  
como requisito para optar el Título de  
Ingeniero Agrónomo*

**Wilson Valeriano Hilaquita**

**Asesores:**

Ing. Orlando Achu Cocarico .....

Ing. Dionicio Corina Mamani .....

M. Sc. Lic. Ing. Luis Fernando Machicao Terrazas .....

**Tribunal Revisor:**

M. Sc. Lic. Ing. Ramiro Raúl Ochoa Torrez .....

Lic. Ing. Walter Fernández Molina .....

Lic. Ing. Freddy Ayala Huacara .....

**Aprobada**

Presidente Tribunal Examinador .....



**DEDICATORIA:**

*A DIOS, por guiar mi camino y permitir que cumpla uno de mis deseos más grandes.*

*A mi padre **Ricardo Valeriano Apaza**, por su ayuda incondicional y por ser un gran ejemplo para mi vida, a mi madre **Lucia Hilaquita Rios** por su apoyo y comprensión.*

*A mi enamorada **Maribel** por sus palabras y su confianza, por su amor y por brindarme el tiempo necesario para realizarme profesionalmente*

*A mis hermanos **Freddy, Lourdes, Beatriz, Nely, Eddy y Jhonson** por estar conmigo y festejar cada logro.*

*A mis familiares y amigos por sus ánimos y consejos para concluir mi carrera.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecido con Dios, por todas las bendiciones que me da y la gracia de tomar la carrera de Ingeniería Agronómica y desarrollar la presente investigación.

Agradecimiento a mi casa superior de Estudios, la Universidad Pública de El Alto y a la carrera de Ingeniería Agronomía por la oportunidad y la formación profesional que me brindaron.

Un agradecimiento especial a mis Asesores de Tesis, Ing. Dionicio Corina Mamani, al Ing. Orlando Achu Cocarico y al M. Sc. Lic. Ing. Luis Fernando Machicao Terrazas por su apoyo, disposición, comprensión, consejos, sugerencias y motivarme para no rendirme y poder culminar en mi trabajo de investigación.

Un especial agradecimiento a los Miembros del TRIBUNAL EXAMINADOR, M. Sc. Lic. Ing. Ramiro Raúl Ochoa Torrez, Lic. Ing. Walter Fernández Molina, Lic. Ing. Freddy Ayala Huacara, por su colaboración, comprensión y paciencia para guiarme en este trabajo de investigación.

Al proyecto Regional Andes Resiliente al Cambio Climático ejecutando por HELVETAS Swiss Intercooperation, por haberme brindado la oportunidad de llevar adelante este trabajo de investigación y guiar mis primeros pasos profesionales.

A todos mis amigos por su amistad, e incentivo y aquellas personas que colaboraron y me alentaron de una u otra forma para culminar el presente trabajo.

## CONTENIDO

|                         |      |
|-------------------------|------|
| ÍNDICE DE TEMAS.....    | i    |
| ÍNDICE DE CUADROS ..... | vii  |
| ÍNDICE DE FIGURAS ..... | viii |
| ÍNDICE DE ANEXOS .....  | xi   |
| ABREVIATURAS .....      | xii  |
| RESUMEN .....           | xiii |
| ABSTRACT .....          | xiv  |

## ÍNDICE DE TEMAS

|  |   |
|--|---|
| 1. INTRODUCCIÓN.....   | 1 |
| 1.1. Planteamiento del problema .....                          | 2 |
| 1.2. Justificación .....                                       | 2 |
| 1.3. Objetivos.....  | 3 |
| 1.3.1. Objetivo general.....                                   | 3 |
| 1.3.2. Objetivos específicos .....                             | 3 |
| 1.4. Hipótesis.....  | 3 |
| 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....                                 | 4 |
| 2.1. Generalidades .....                                       | 4 |
| 2.1.1. La papa ( <i>Solanum tuberosum ssp andigenum</i> )..... | 4 |
| 2.1.2. Importancia del cultivo.....                            | 5 |
| 2.1.3. Requerimientos.....                                     | 5 |
| 2.1.3.1. Requerimientos del suelo .....                        | 5 |
| 2.1.3.2. Requerimientos del clima .....                        | 6 |
| 2.1.3.3. Requerimiento de la humedad.....                      | 6 |
| 2.1.3.4. Labores culturales.....                               | 6 |

|          |  |    |
|----------|--|----|
| 2.1.3.5. | Plagas del cultivo .....                 | 7  |
| 2.1.3.6. | Enfermedades del cultivo .....           | 7  |
| 2.1.4.   | Clasificación y taxonómica de papa ..... | 8  |
| 2.2.     | Características del cultivo .....        | 8  |
| 2.2.1.   | Descripción de la planta de papa .....   | 8  |
| 2.2.2.   | Fases Fenológicas del cultivo papa.....  | 10 |
| 2.2.3.   | Fenología y fisiología de la papa.....   | 10 |
| 2.3.     | Bioinsumos .....                         | 12 |
| 2.3.1.   | Tricobal-L.....                          | 12 |
| 2.3.1.1. | Características .....                    | 12 |
| 2.3.1.2. | Composición .....                        | 13 |
| 2.3.1.3. | Modo de acción.....                      | 13 |
| 2.3.1.4. | Compatibilidad. ....                     | 14 |
| 2.3.2.   | EnergyTop .....                          | 14 |
| 2.3.2.1. | Características .....                    | 14 |
| 2.3.2.2. | Composición .....                        | 14 |
| 2.3.2.3. | Modo de acción.....                      | 15 |
| 2.3.2.4. | Compatibilidad .....                     | 15 |
| 2.3.3.   | VigorTop Plus .....                      | 16 |
| 2.3.3.1. | Características .....                    | 16 |
| 2.3.3.2. | Composición .....                        | 16 |
| 2.3.3.3. | Modo de acción.....                      | 16 |
| 2.3.3.4. | Compatibilidad .....                     | 17 |
| 2.3.4.   | Bio Max.....                             | 17 |
| 2.3.4.1. | Características .....                    | 17 |
| 2.3.4.2. | Composición .....                        | 18 |

|            |  |    |
|------------|--|----|
| 2.3.4.3.   | Modo de acción.....                                      | 18 |
| 2.3.4.4.   | Compatibilidad .....                                     | 18 |
| 2.3.5.     | Baterial mix .....                                       | 19 |
| 2.3.5.1.   | Características .....                                    | 19 |
| 2.3.5.2.   | Composición .....  | 19 |
| 2.3.5.3.   | Modo de acción.....                                      | 20 |
| 2.3.5.4.   | Compatibilidad .....                                     | 20 |
| 3.         | MATERIALES Y MÉTODOS .....                               | 21 |
| 3.1.       | Localización .....                                       | 21 |
| 3.1.1.     | Ubicación Geográfica.....                                | 21 |
| 3.1.2.     | Características Edafoclimáticas .....                    | 21 |
| 3.2.       | Materiales .....   | 22 |
| 3.2.1.     | Material vegetativo .....                                | 22 |
| 3.2.2.     | Fenología de las variedades .....                        | 22 |
| 3.2.2.1.   | Características morfológicas variedad Imilla Negra ..... | 22 |
| 3.2.2.1.1. | Tubérculo .....  | 22 |
| 3.2.2.1.2. | Datos agronómicos.....                                   | 22 |
| 3.2.2.2.   | Características morfológicas variedad Surimana.....      | 23 |
| 3.2.2.2.1. | Tubérculo .....  | 23 |
| 3.2.2.2.2. | Datos agronómicos.....                                   | 23 |
| 3.2.2.3.   | Características morfológicas variedad Pinta Boca.....    | 24 |
| 3.2.2.3.1. | Tubérculo .....  | 24 |
| 3.2.2.3.2. | Datos agronómicos.....                                   | 24 |
| 3.2.2.4.   | Características morfológicas variedad Yana Q'ollo.....   | 25 |
| 3.2.2.4.1. | Tubérculo .....  | 25 |
| 3.2.2.4.2. | Datos agronómicos.....                                   | 25 |

|            |  |    |
|------------|--|----|
| 3.2.3.     | Bioinsumos .....   | 26 |
| 3.2.4.     | Material de escritorio .....   | 26 |
| 3.2.5.     | Material de campo.....   | 27 |
| 3.3.       | Metodología .....  | 28 |
| 3.3.1.     | Desarrollo del ensayo.....   | 29 |
| 3.3.1.1.   | Elección del terreno.....  | 29 |
| 3.3.1.2.   | Muestreo del suelo .....   | 29 |
| 3.3.1.3.   | Recolección de información climática temperatura y precipitación ..... | 29 |
| 3.3.1.4.   | Delimitación de las parcelas .....                                     | 29 |
| 3.3.1.5.   | Preparación del terreno .....  | 29 |
| 3.3.1.6.   | Siembra.....   | 30 |
| 3.3.1.7.   | Aplicación de bioinsumos .....   | 30 |
| 3.3.1.7.1. | Combinación de los bioinsumos en cuatro aplicaciones .....             | 30 |
| 3.3.1.8.   | Labores culturales .....   | 32 |
| 3.3.1.8.1. | Aporque.....   | 32 |
| 3.3.1.8.2. | Desmalezado.....   | 32 |
| 3.3.1.9.   | Marbeteado de las plantas .....  | 32 |
| 3.3.1.10.  | Seguimiento y toma de datos .....                                      | 33 |
| 3.3.1.11.  | Cosecha .....  | 33 |
| 3.3.2.     | Diseño experimental .....  | 33 |
| 3.3.3.     | Factores de estudio.....   | 34 |
| 3.3.4.     | Variables de respuesta.....  | 35 |
| 3.3.4.1.   | Toma de muestras y análisis de suelo .....                             | 35 |
| 3.1.1.1.   | Análisis físico del suelo.....   | 35 |
| 3.1.1.2.   | Análisis químico del suelo .....                                       | 35 |
| 3.1.1.3.   | Recolección de información climática .....                             | 35 |

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| 3.1.2.    | Variables agronómicas .....                           | 36 |
| 3.1.2.1.  | Días a la emergencia (DE) .....                       | 36 |
| 3.1.2.2.  | Altura de la planta (AP) .....                        | 36 |
| 3.1.2.3.  | Diámetro de follaje (DF) .....                        | 36 |
| 3.1.2.4.  | Número de tallos (NT) .....                           | 36 |
| 3.1.2.5.  | Número de botones florales (NBF) .....                | 36 |
| 3.1.2.6.  | Número de tubérculo por planta (NTP) .....            | 37 |
| 3.1.2.7.  | Días a la madurez (DMA) .....                         | 37 |
| 3.1.2.8.  | Rendimiento (R) .....                                 | 37 |
| 3.1.2.9.  | Incidencia y severidad de plagas y enfermedades ..... | 37 |
| 3.1.2.10. | Relación Beneficio/ costo parcial (RBC) .....         | 38 |
| 4.        | RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....                          | 39 |
| 4.1.      | Recolección de información climática .....            | 39 |
| 4.1.1.    | Temperatura. ....                                     | 39 |
| 4.1.2.    | Precipitación pluvial .....                           | 40 |
| 4.2.      | Variables edáficas.....                               | 40 |
| 4.2.1.    | Análisis físico del suelo .....                       | 41 |
| 4.2.2.    | Análisis químico del suelo .....                      | 42 |
| 4.3.      | Variables agronómicas.....                            | 43 |
| 4.3.1.    | Días a la emergencia (DE) .....                       | 43 |
| 4.3.2.    | Altura de la planta (AP) .....                        | 44 |
| 4.4.      | Diámetro de follaje (DF) .....                        | 48 |
| 4.5.      | Número de Tallos (NT).....                            | 51 |
| 4.6.      | Número de Botones Florales (NBF) .....                | 55 |
| 4.7.      | Número de tubérculos por planta (NTP).....            | 59 |
| 4.8.      | Días a la Madurez (DMA).....                          | 62 |

|   |    |
|---|----|
| 4.9. Rendimiento (R).....   | 65 |
| 4.10. Incidencia y severidad de plagas y enfermedades del tubérculo (%) ..... | 68 |
| 4.11. Relación beneficio/costo parcial.....                                   | 74 |
| 5. CONCLUSIONES.....  | 75 |
| 6. RECOMENDACIONES.....   | 76 |
| 7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....  | 77 |
| 8. ANEXOS .....   | 81 |

**ÍNDICE DE CUADROS**

|  |    |
|--|----|
| Cuadro 1. Fases fenológicas de papa nativa.....  | 10 |
| Cuadro 2. Aplicación de Bioinsumos .....   | 26 |
| Cuadro 3. Formulación de tratamientos.....   | 34 |
| Cuadro 4. Propiedades químicas del suelo .....   | 35 |
| Cuadro 5. Análisis de varianza (ANVA), altura de la planta.....  | 44 |
| Cuadro 6. Análisis de Varianza (ANVA), diámetro de follaje de cuatro variedades de papa nativa con aplicación de bioinsumos.....               | 48 |
| Cuadro 7. Análisis de varianza (ANVA), número de tallos de cuatro variedades de papa nativa con aplicación de bioinsumos.....                  | 51 |
| Cuadro 8. El análisis de varianza (ANVA), número de botones florales de cuatro variedades de papa nativa con la aplicación de bioinsumos ..... | 55 |
| Cuadro 9. Análisis de varianza (ANVA), número de tubérculos por planta .....   | 59 |
| Cuadro 10. Análisis de varianza (ANVA), días a la madurez.....   | 62 |
| Cuadro 11. Análisis de varianza (ANVA), rendimiento de las variedades de papa nativa.  | 65 |
| Cuadro 12. Análisis de varianza (ANVA), incidencia de plagas y enfermedades del tubérculo .....  | 68 |
| Cuadro 13. Análisis de varianza (ANVA), Severidad de plagas y enfermedades del tubérculo.....  | 71 |
| Cuadro 14. Beneficio/costo de las variedades de papa nativa.....   | 74 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Fases fenológicas del cultivo de papa.....  | 11 |
| Figura 2. Tricobal- L.....  | 12 |
| Figura 3. Energytop.....  | 14 |
| Figura 4. VigorTop Plus.....  | 16 |
| Figura 5. Bio Max.....  | 17 |
| Figura 6. Bacterial Mix.....  | 19 |
| Figura 7. Mapa de ubicación municipio de Escoma.....  | 21 |
| Figura 8. Variedad Imilla Negra.....  | 22 |
| Figura 9. Variedad Surimana.....  | 23 |
| Figura 10. Variedad Pinta Boca.....   | 24 |
| Figura 11. Variedad Yana Q'ollo.....  | 25 |
| Figura 12. Metodología de Estudio.....  | 28 |
| Figura 13. Comportamiento de las temperaturas máximas y mínima registradas en la comunidad San José de Tiahuanacu-Provincia Camacho .....           | 39 |
| Figura 14. Comportamiento de la precipitación pluvial registrada en la comunidad San José de Tiahuanacu- Provincia Camacho .....                    | 40 |
| Figura 15. Análisis de la textura del suelo, comunidad San José de Tiahuanacu .....   | 41 |
| Figura 16. Análisis químico de suelo de la comunidad San José de Tiahuanacu antes de la siembra.....  | 42 |
| Figura 17. Porcentaje de emergencia de las variedades Imilla Negra, Yana Q'ollo, Surimana y Pinta Boca en la comunidad Sana José de Tiahuanacu..... | 43 |
| Figura 18. Comparación de medias de la altura de la planta entre bioinsumos y sin bioinsumos.....   | 45 |
| Figura 19. Comparación de medias de Altura de plantas de cuatro variedades de papa en la comunidad San José de Tiahuanacu .....                     | 46 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 20. Altura de plantas de variedades de papa nativa con bioinsumo y sin bioinsumos .....  | 47 |
| Figura 21. Comparación de medias del diámetro del follaje entre con bioinsumo y sin bioinsumos.....                                     | 49 |
| Figura 22. Desarrollo foliar de cuatro variedades de papas nativas por efecto de bioinsumo y sin bioinsumos .....                       | 50 |
| Figura 23. Comparación de medias de número de tallos entre con bioinsumo y sin bioinsumo .....  | 52 |
| Figura 24. Comparación de medias de número de tallos de cuatro variedades de papa en la comunidad San José de Tiahuanacu .....          | 53 |
| Figura 25. Número de tallos de variedades de papa nativa por efecto de bioinsumo y sin bioinsumo .....                                  | 55 |
| Figura 26. Comparación de medias sobre número de botones florales entre con bioinsumo y sin bioinsumo .....                             | 57 |
| Figura 27. Comparación de medias de número de botones florales de cuatro variedades de papa en la comunidad San José de Tiahuanacu..... | 58 |
| Figura 28. Número de botones florales de variedades de papa nativa con bioinsumo y sin Bioinsumos .....                                 | 59 |
| Figura 29. Comparación de medias del número de tubérculos entre con bioinsumo y sin bioinsumo .....                                     | 61 |
| Figura 30. Promedio de número de tubérculos por planta de las variedades con y sin bioinsumos.....                                      | 62 |
| Figura 31. Comparación de medias de días a la madurez de cuatro variedades de papa en la comunidad San José de Tiahuanacu .....         | 63 |
| Figura 32. Días a la madurez de las cuatro variedades con bioinsumo y sin bioinsumos .  | 64 |
| Figura 33. Comparación de medias sobre el rendimiento t/ha entre con bioinsumos y sin bioinsumo .....                                   | 66 |
| Figura 34. Promedio de los rendimientos t/ha de las variedades con bioinsumo y sin bioinsumo .....                                      | 67 |

Figura 35. Comparación de medias de la Incidencia de enfermedades y plagas del tubérculo entre con bioinsumo y sin bioinsumo ..... 69

Figura 36. Comparación de medias de la Incidencia de enfermedades y plagas de tubérculos de cuatro variedades de papa en la comunidad San José de Tiahuanacu ..... 70

Figura 37. Promedio de la incidencia de enfermedades y plagas de las cuatro variedades con y sin bioinsumos..... 71

Figura 38. Comparación de medias de Severidad de plagas y enfermedades de cuatro variedades de papa en la comunidad San José de Tiahuanacu..... 72

Figura 39. Promedio de la Severidad de plagas y enfermedades de las cuatro variedades con bioinsumo y sin bioinsumo ..... 73

**ÍNDICE DE ANEXOS**

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Anexo 1.  | Croquis de la parcela Experimental.....                                | 82 |
| Anexo 2.  | Costo de producción .....  | 83 |
| Anexo 3.  | Precios según la categoría de cuatro variedades de papas nativas ..... | 84 |
| Anexo 4.  | Análisis físico – químico del suelo.....                               | 85 |
| Anexo 5.  | Roturado y rastreado de la parcela de investigación .....              | 88 |
| Anexo 6.  | Siembra de cuatro variedades de papa nativa. ....                      | 88 |
| Anexo 7.  | Delimitación de parcelas por bloque.....                               | 89 |
| Anexo 8.  | Marbeteado de las plantas .....  | 89 |
| Anexo 9.  | Toma de datos, porcentaje de emergencia. ....                          | 90 |
| Anexo 10. | Aplicación de Bioinsumos. ....   | 90 |
| Anexo 11. | Desmalezado y aporque de la parcela. ....                              | 90 |
| Anexo 12. | Cosecha de papa.....   | 91 |
| Anexo 13. | Toma de muestreo de suelo.....   | 91 |

**ABREVIATURAS**

|          |                                |
|----------|--------------------------------|
| AP       | Altura de la planta            |
| DF       | Diámetro del follaje           |
| DMA      | Días a la madurez              |
| DE       | Días a la emergencia           |
| NT       | Número de tallos               |
| NTP      | Número de tubérculo por planta |
| NBF      | Número de botones florales     |
| R        | Rendimiento                    |
| RBC      | Relación beneficio/ costo      |
| Msnm     | Metros sobre el nivel del mar  |
| UPS      | Uninterrupted Power System     |
| $\Sigma$ | Sumatoria                      |
| Zn       | Zinc                           |

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación es evaluar el efecto de los bioinsumos agrícolas en cuatro variedades de papa nativa (*Solanum sp.*) en la comunidad San José de Tiahuanacu, municipio de Escoma, Provincia Camacho, departamento de La Paz, durante la campaña agrícola 2022-2023. Se estudiaron los bioinsumos como estrategia de producción, Tricobal-L, EnergyTop, Vigortop Plus, BioMax y Bacterial Mix, aplicados a las variedades de papa nativa Imilla Negra, Surimana, Pinta Boca y Yana Q'ollo. El estudio se llevó a cabo con un diseño jerárquico o anidado que incluyó dos bloques y ocho tratamientos. Las variables evaluadas fueron: días a la emergencia (DE), altura de la planta (AP), diámetro del follaje (DF), número de tallos (NT), número de botones florales (NBF), número de tubérculos por planta (NTP), días a la floración (DFL), rendimiento (R), incidencia y severidad de enfermedades y plagas en los tubérculos, así como la relación beneficio/costo parcial (RBC). Los resultados mostraron que la altura de las plantas con bioinsumos (26,38 cm) en comparación con (23,69 cm) en las que no recibieron. También se encontraron variaciones entre las diferentes variedades: Imilla Negra alcanzó los 29,5 cm, Surimana 24,92 cm, Pinta Boca 24,83 cm y Yana Q'ollo 21,79 cm. En cuanto al diámetro del follaje, las plantas tratadas presentaron un diámetro promedio de 34,21 cm, frente a 31,46 cm en las no tratadas. Además, los botones florales mostraron diferencias significativas, con un promedio de 10 botones en las plantas con bioinsumo y 7 en las que no los recibieron. En términos de variedades, Pinta Boca y Surimana tuvieron 9 botones cada una, Imilla Negra 8 y Yana Q'ollo 7. En relación al número de tubérculos, las plantas que recibieron tratamiento con bioinsumo presentan una media de 11,9 tubérculos, mientras que las plantas no tratadas con bioinsumo muestran una media de 8,71 tubérculos. Desde un enfoque económico, se registró una inversión total de Bs. 21,509 por variedad, lo que permitió calcular la relación beneficio/costo. La variedad tratada con bioinsumo (V2) mostró una relación beneficio/costo de 1,9, lo que implica que por cada boliviano invertido se obtienen Ctv. 0,9 de ganancia. Por otro lado, la variedad (V4) sin bioinsumo presentó una relación beneficio/costo de 1,1, lo que significa que por cada boliviano invertido se recuperan solo Ctv. 0,1.

## ABSTRACT

The objective of this research is to evaluate the effect of agricultural bioinputs on four varieties of native potatoes (*Solanum* sp.) in the San José de Tiahuanacu community, municipality of Escoma, Camacho Province, La Paz department, during the 2022-2023 agricultural campaign. The bioinputs studied as a production strategy were Tricobal-L, EnergyTop, Vigortop Plus, BioMax, and Bacterial Mix, applied to the native potato varieties Imilla Negra, Surimana, Pinta Boca, and Yana Q'ollo. The study was conducted using a hierarchical or nested design that included two blocks and eight treatments. The evaluated variables were: days to emergence (DE), plant height (PH), foliage diameter (FD), number of stems (NS), number of flower buds (NFB), number of tubers per plant (NTP), days to flowering (DFL), yield (Y), incidence and severity of diseases and pests in the tubers, as well as the partial benefit/cost ratio (BCR). The results showed that the height of the plants treated with bioinputs was 26.38 cm compared to 23.69 cm for those that did not receive treatment. Variations were also found among the different varieties: Imilla Negra reached 29.5 cm, Surimana 24.92 cm, Pinta Boca 24.83 cm, and Yana Q'ollo 21.79 cm. Regarding foliage diameter, the treated plants exhibited an average diameter of 34.21 cm, while the untreated ones averaged 31.46 cm. Additionally, the flower buds showed significant differences, with an average of 10 buds in the bioinput-treated plants and 7 in the untreated ones. Among the varieties, Pinta Boca and Surimana each had 9 buds, Imilla Negra had 8, and Yana Q'ollo had 7. In terms of the number of tubers, the plants treated with bioinputs had an average of 11.9 tubers, while the untreated plants averaged 8.71 tubers. From an economic perspective, a total investment of Bs. 21,509 per variety was recorded, allowing for the calculation of the benefit/cost ratio. The bioinput-treated variety (V2) showed a benefit/cost ratio of 1.9, indicating that for every boliviano invested, Ctv. 0.9 of profit is obtained. In contrast, the untreated variety (V4) presented a benefit/cost ratio of 1.1, meaning that for every boliviano invested, only Ctv. 0.1 is recovered.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los bioinsumos son productos elaborados a partir de una variedad de recursos naturales, como microorganismos y extractos vegetales, que se combinan para funcionar como biocontroladores, biofertilizantes, estimuladores del crecimiento y fortalecedores de las plantas (Nora, 2012).

Los bioinsumos, al ser productos de origen biológico, representan una de las opciones más prometedoras para soluciones sostenibles en el sector agro-biotecnológico. Estos productos son adoptados por las empresas para mejorar las prácticas agrícolas, favoreciendo métodos más ecológicos y respetuosos con el medio ambiente (Lagler, 2017).

En Bolivia, actualmente se están desarrollando y promoviendo bioinsumos agrícolas como una alternativa ecológica para la producción de diversos cultivos. Estos bioinsumos se destacan por ser de bajo costo, fáciles de manejar y seguros para la salud humana y el medio ambiente. Aunque muchos de estos productos han mostrado resultados positivos y prometedores, aún es necesario realizar estudios adicionales para ajustar las dosis y la frecuencia de aplicación, teniendo en cuenta los distintos contextos agroclimáticos y sistemas de producción, como los del Altiplano boliviano.

La papa es una de las principales fuentes productivas de la región andina y es la base de la alimentación y la economía de la familia campesina, el cultivo se constituye como la especie vegetal más cultivada en la zona andina destinada al auto consumo del tubérculo fresco y deshidratado en chuño y tunta (Ballejos, 2010).

Bolivia, posee uno de los segmentos de territorio más amplios de toda la región andina. Esta comprendido por el Altiplano (3800-4000 msnm) ubicado entre las cordilleras Occidental y Central, por los Valles interandinos (2000-3000 msnm).

Las variedades de papas nativas en Bolivia se constituyen en productos que tienen un potencial comercial. En estos tiempos de globalización de los mercados, la “semilla – tubérculo” es una estrategia para poder competir en el mercado boliviano, las papas nativas por sus características son efectivamente diferentes a las variedades mejoradas en color, sabor, formas y propiedades nutritivas.

### **1.1. Planteamiento del problema**

En nuestro medio bajo el contexto del altiplano posee características particulares que imponen condiciones severas en la producción de papas nativas, tales como las variaciones de las lluvias, la baja fertilidad de los suelos, suelos pobres en materia orgánica, cultivo con bajo potencial de rendimiento, como la semilla de baja calidad ocasionan que los agricultores tengan cada vez bajos rendimientos.

En base a lo anteriormente descritos se consideró evaluar la forma de contrarrestar estos efectos para difundir variedades locales de papa nativa que puedan adaptarse a la inestabilidad climática propiciada por el cambio climático con la ayuda de la semilla certificada, aplicación de bioinsumos los cuales tendrán como función mejorar los rendimientos el cultivo de papa nativa para el autoconsumo y mercado.

### **1.2. Justificación**

En este contexto complejo y de alta vulnerabilidad donde se implementan la producción de papas nativas a nivel nacional, como ejemplo en las comunidades campesinas en Morochata y Colomi en el departamento de Cochabamba en marco del proyecto ejecutado por HELVETAS denominado “Papas Nativas – que promueven sistemas de productivos sostenibles basados en el aprovechamiento de las papas nativas y su vinculación a mercados diversificados.

Esta iniciativa permitió validar un conjunto de tecnologías de producción agroecológica y resiliente con alto potencial de replicación con el uso de semilla certificada de variedades de papa nativa, como también el uso de riego suplementario y/o complementario tecnificado por aspersión y por último el uso de estrategias con la aplicación de bioinsumos para el control de enfermedades, plagas y para la nutrición de las plantas.

En base a los antecedentes descritos anteriormente se inició con el estudio para validar, de acuerdo con el contexto del altiplano el efecto de los bioinsumos en cuatro variedades de papa nativa en la comunidad de San José de Tiahuanacu perteneciente al municipio de Escoma.

### 1.3. Objetivos

#### 1.3.1. Objetivo general

Evaluar los efectos de los bioinsumos agrícolas en cuatro variedades de papa nativa (*Solanum sp*) en la comunidad San José de Tiahuanacu municipio de Escoma.

#### 1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar el comportamiento agronómico de cuatro variedades de papa nativa con la aplicación de los bioinsumos.
- Determinar el rendimiento productivo de cuatro variedades de papa nativa con la aplicación de bioinsumos.
- Determinar relación beneficio/costo.

### 1.4. Hipótesis

**Ho:** No existe diferencia con la aplicación de bioinsumos agrícola en cuatro variedades de papa nativa.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Generalidades

Bolivia es uno de los ocho principales centros de biodiversidad y domesticación de plantas cultivadas a nivel mundial, albergando una rica variedad de granos, raíces y tubérculos andinos. Entre estos tubérculos, la oca, el isaño, la papaliza y la papa son los más comunes y han sido cultivados a lo largo de los Andes desde tiempos prehispánicos (Cárdenas y Rea, 1998).

Según Helvetas (2021), la papa, también conocida como patata en otros lugares, tiene múltiples propiedades nutritivas y contribuye directamente a la seguridad alimentaria. Basándose en datos del censo agropecuario de 2013 y en información de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y el Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT), se estima que más de un millón de bolivianos, equivalente al 10% de la población, depende directamente de la producción de papa. Además, se señala que Bolivia tiene un rendimiento de 6.4 toneladas por hectárea, lo que es relativamente bajo en comparación con el consumo per cápita de 103 kg por persona.

Según Ramírez (2009) citado por Mamani (2014) la papa se constituye en uno de los más importantes productos de la economía y alimentación boliviana. Su cultivo se extiende a más de 125,000 hectáreas y una producción anual que oscila entre 700,000 y 900,000 toneladas métricas (TM) entre papa consumo y semilla. Después del autoconsumo, el almacenamiento de semilla y las pérdidas en post cosecha, los productores logran introducir al mercado nacional 450,000 TM de 25 variedades de las cuales sobresalen Waych'á (*Solanum andigenum*) y Désireé (*Solanum tuberosum*).

#### 2.1.1. La papa (*Solanum tuberosum ssp andigenum*)

La variabilidad de papa nativa se cultiva en diversos pisos agroecológicos eminentemente paperas de La Paz, Potosí, Chuquisaca, Oruro, Tarija y Santa Cruz, estas regiones muestran marcadas diferencias en altitud, clima, suelos y fisiografía. Por ello existen variedades nativas que se producen exclusivamente en regiones frías como: Lukis, Ajahuiri, Imillas, Palas, Palis, Q'oyllus y Katis.

Las papas nativas deben ser tratadas como un cultivo distinto de las papas mejoradas. Estas papas nativas destacan por su excelente calidad culinaria y un alto contenido de

materia seca, lo que las hace prometedoras para la comercialización debido a su sabor y textura. Pueden ser almacenadas durante hasta 8 meses, durante los cuales los tubérculos se arrugan y adquieren un sabor más dulce. Se cultivan en parcelas que han estado en descanso por más de 5 años, y se desarrollan mejor en suelos de tierra negra. Su nombre proviene del pigmento morado en la piel y la pulpa, que puede teñir los dedos y la boca al pelar y comer (PROINPA, 2003).

### **2.1.2. Importancia del cultivo**

Las papas son buena fuente de micro nutrientes, también contienen antioxidantes alimenticios que pueden contribuir a prevenir enfermedades. En Bolivia, la papa es importante por varias razones: a) por su diversidad genética; b) por su importancia como alimento; c) por su papel cultural; y, d) por su papel en la generación de ingresos (Panadés, 2008).

Se considera uno de los cultivos andinos más importantes, ya que se cultiva en siete de los departamentos del país (La Paz, Oruro, Potosí, Santa cruz, Chuquisaca, Cochabamba, y Tarija) (Zeballos, 1997). Así también una fuente de ingresos y de seguridad alimentaria para el habitante andino, ya que puede ser transformado en chuño y tunta (PROINPA, 1998). Es decir que el 30% al 40% de los campesinos del país son productores de papa (Gabriel et al. 2012).

### **2.1.3. Requerimientos**

#### **2.1.3.1. Requerimientos del suelo**

Villafuerte (2008) señala que la papa prospera mejor en suelos profundos que ofrezcan un buen drenaje, preferiblemente suelos francos y franco arenoso, que sean fértiles y ricos en materia orgánica. Aunque también se puede sembrar en suelos arcillosos que estén bien preparados y drenados, el pH óptimo del suelo para el cultivo de papa debe estar entre 4,5 y 7,5.

INIAP (2011) indica que la variedad C.v. Fripapa se desarrolla de manera óptima en suelos negros andinos que están bien dotados de materia orgánica y nutrientes.

### **2.1.3.2. Requerimientos del clima**

El frío excesivo perjudica especialmente a la papa, ya que los tubérculos quedan pequeños y sin desarrollar (INDAP, 2018).

Las temperaturas excesivamente altas pueden perjudicar la formación de los tubérculos y promover el crecimiento de plagas y enfermedades. La papa es muy sensible a las heladas tardías, lo que puede causar retrasos y reducir la producción. Si la temperatura desciende a 0°C, la planta puede congelarse y morir, aunque podría rebrotar posteriormente. Los tubérculos están en riesgo de congelarse cuando las temperaturas bajan por debajo de -2°C (Zuñiga et al., 2017).

### **2.1.3.3. Requerimiento de la humedad**

La planta de papa no se ve afectada por cambios en la humedad del aire. En regiones con alta humedad, se favorece el desarrollo de enfermedades fúngicas, lo que también dificulta su control. En cuanto a la precipitación, el cultivo de papa requiere aproximadamente 500 mm (500 litros por metro cuadrado) a lo largo de todo su ciclo. Es necesario tener un período seco para llevar a cabo las labores de preparación del suelo. Durante la germinación y el inicio del desarrollo, la planta necesita poca agua, pero los requerimientos aumentan significativamente durante el desarrollo y la tuberización. Para facilitar la cosecha, es preferible que el período de cosecha sea seco (MAG, 2007; Jiménez, 2009).

### **2.1.3.4. Labores culturales**

Las labores culturales en papa son escardas y aporques que contribuyen a la formación de un camellón de unos 20-30 cm que crea el ambiente propicio para el desarrollo de los tubérculos y evita su verdeado.

La pulverización de insecticidas y fungicidas se realiza en forma sistemática semanalmente luego que la planta alcanza unos 15 cm de altura. Esta labor compacta severamente el fondo del surco por donde pasa el implemento y algunos productores prefieren no plantar en ese sector o bien cosechar los tubérculos producidos en el mismo en forma separada, ya que tienen mayor cantidad de deformaciones y peor aspecto visual. (Granitto, 2017)

Otra labor durante el crecimiento del cultivo es la fertilización la que se puede realizar con aporcadores con cajones fertilizadores, antes que la planta cierre el surco o con pulverizadoras en el caso de fertilizantes líquidos

#### **2.1.3.5. Plagas del cultivo**

Para PROSUCO (2020), el “Gorgojo de los Andes” o "gusano blanco de la papa" (Jank'ú lak'ú) *Premnotrypes spp* como lo conocen los/as agricultores/as, es una de las principales plagas en el cultivo de papa, distribuida en toda la región andina, entre los 2.500 a 4.700 m.s.n.m.

El gusano blanco ocasiona pérdidas hasta del 80% o mayores en la producción, con pérdidas económicas en zonas productoras de papa. Por tanto, para reducir pérdidas por esta plaga, es necesario conocer la misma en todo su ciclo de vida y las formas de control.

Pulguilla saltona, piqui piqui o Epitrix. Insecto de tamaño pequeño (1-2 mm) con cuerpo negro o marrón oscuro brillante cuyas patas traseras les permiten dar saltos como las pulgas domésticas. Los adultos se alimentan de hojas a las cuales les causan perforaciones pequeñas; las larvas se alimentan de tallos subterráneos, raíces y estolones de la planta. Durante la tuberización las larvas minan (raspan) la superficie del tubérculo afectando su calidad comercial. (Egusquiza, 2013).

La polilla de la papa en la zona andina es importante solo a nivel del almacén, en campo se comporta como plaga sin importancia económica, de manera el manejo integrado está dirigido solo para proteger los tubérculos almacenados. (Egusquiza, 2013)

#### **2.1.3.6. Enfermedades del cultivo**

**Tizón tardío:** la enfermedad más grave de la papa en todo el mundo, es producida por un moho del agua llamado *Phytophthora infestans*, que destruye las hojas, los tallos y los tubérculos.

**Marchitez bacteriana:** causada por un patógeno bacteriano produce grandes pérdidas en las regiones tropicales, subtropicales y templadas.

**Carbunco de la papa:** infección bacteriana que hace podrir los tubérculos en la tierra o en almacenamiento.

**Virus:** difusos en los tubérculos, pueden reducir la cosecha un 50%.

#### 2.1.4. Clasificación y taxonómica de papa

Desde un punto de vista taxonómico (Salazar et al., 2008 citado por Huaman y Spooner 2002), realizan la clasificación taxonómica de la papa de la siguiente manera:

|                    |   |                      |
|--------------------|---|----------------------|
| <b>Tipo</b>        | : | Spermatophyta        |
| <b>Clase</b>       | : | Angiospermas         |
| <b>Sub-clase</b>   | : | Dicotiledónea        |
| <b>Orden</b>       | : | Tubiflorae           |
| <b>Familia</b>     | : | Solanaceae           |
| <b>Género</b>      | : | Solanum              |
| <b>Especie</b>     | : | tuberosum            |
| <b>Sub-especie</b> | : | Tuberosum, Andigenum |

Existe mucha controversia sobre la taxonomía de las papas cultivadas, debido a que diferentes autores han reconocido desde una a veinte especies (Huamán y Spooner, 2002), pero todas forman un mismo pol genético (Spooner, 2005).

## 2.2. Características del cultivo

### 2.2.1. Descripción de la planta de papa

La planta de papa es una herbácea que puede alcanzar alturas de entre 0,30 y 1 metro, dependiendo de la variedad, y su crecimiento puede ser erguido o semi-erguido. Los tubérculos, que son tallos modificados y actúan como órganos de reserva, varían en tamaño, forma, color de piel y pulpa. Las yemas o "ojos" del tubérculo maduro permanecen inactivas (en estado de dormancia) hasta que desarrollan un estolón que da lugar a una nueva planta. Los almacenes de luz difusa ayudan a prevenir el desarrollo prematuro de estolones antes de la siembra. Las hojas de la planta son compuestas (FAO, s.f.).

- **La raíz,** Las plantas de papa pueden desarrollarse a partir de una semilla o de un tubérculo, las plantas nacidas de semilla, forman una delicada raíz principal con ramificaciones laterales (Huamán, 1999).

La planta originada de un tubérculo es un clon, no tiene raíz principal, forma raíces adventicias, primero en la base de cada brote y luego encima de los nudos en la parte subterránea de cada tallo, ocasionalmente de los nudos de los estolones nacen grupos de 3 a 4 raíces adventicias (Pardavé, 2004).

- **Tallo**, el tallo principal se origina del brote del tubérculo semilla. El tallo secundario se origina de una yema subterránea del tallo principal. El tallo estolonífero se origina de un estolón que toma contacto con la luz. La rama se origina de una yema aérea del tallo principal. Los elementos del tallo aéreo son: nudo, ala y entrenudo.
- **Estolones**, Según Martínez (2009) menciona que los estolones son tallos laterales que crecen horizontalmente entre 5 y 10 cm por debajo del suelo a partir de yemas de la parte subterránea de los tallos. Los estolones pueden formar tubérculos mediante un agrandamiento de su extremo por división celular y se considera como estolón por debajo de 4 a 5 mm de diámetro. Sin embargo, no todos los estolones llegan a formar tubérculos. Un estolón no cubierto con suelo, puede desarrollarse en un tallo vertical con follaje normal.
- **Hojas**, según el INIAP (2011), las hojas son compuestas, imparipinadas, color verde intenso, abiertas, débilmente diseccionadas, con tricomas en haz y envés tamaño medio, cuatro pares de folíolos primarios unidos por un peciolo, que se alternan con un par de hojuelas entre ellos.
- **Floración**, La floración es cuando la corola en la primera flor de la inflorescencia se abre totalmente, sucede a partir de los 20 a 25 días de emergencia; la última flor inicia su marchitamiento y secado esto ocurre a partir de los 55 a 85 días de la emergencia del cultivo de la papa (Huamán, 2018).
- **Fruto semilla**, El fruto es una baya de forma redonda, alargada ovalada o cónica de color verde, este puede contener aproximadamente de 300 a 400 semillas. Las

semillas son amarillas o castañas-amarillentas, pequeñas ovaladas o uniformes (Pardave, 2004).

### 2.2.2. Fases Fenológicas del cultivo papa

Quiroga Aguilar (2008), indica que el cultivo de papa tiene 8 fases fenológicas desde la fecha de siembra hasta la cosecha de todo el ciclo agrícola.

**Cuadro 1.** Fases fenológicas de papa nativa

| N° | Fases fenológicas      | Duración |
|----|------------------------|----------|
| 0  | Siembra                | 0        |
| 2  | Emergencia             | 0-25     |
| 3  | Desarrollo             | 26-34    |
| 4  | Formación de estolones | 35-45    |
| 5  | Inicio de tuberización | 46-55    |
| 6  | Tuberización           | 56-66    |
| 7  | Floración              | 67-81    |
| 8  | Maduración             | 82-117   |

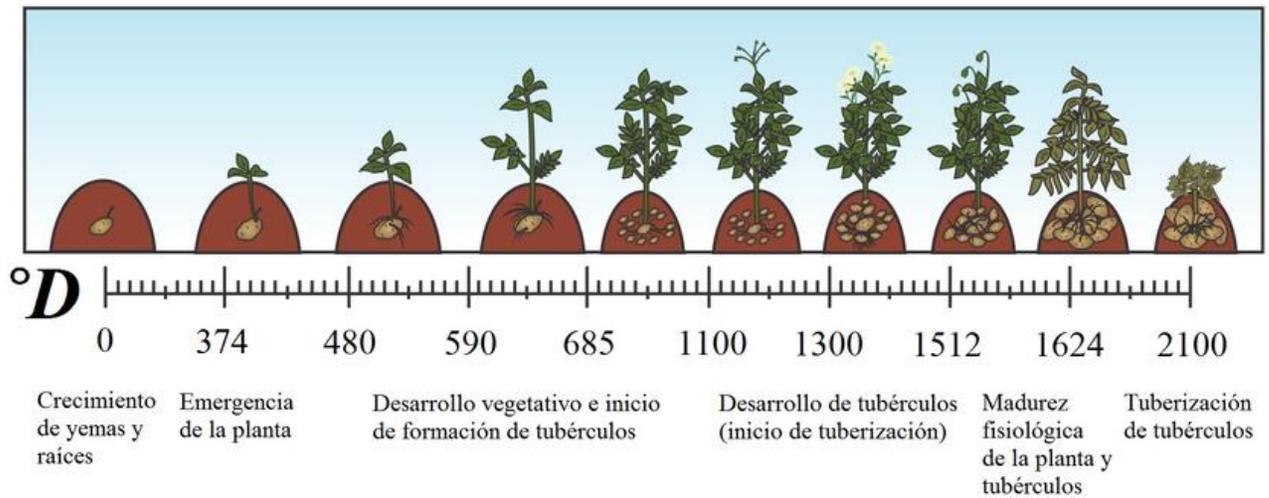
**Fuente:** Flores-Magdaleno, Flores-Gallardo, Ojeda-Bustamante, (2014)

### 2.2.3. Fenología y fisiología de la papa

La papa (*Solanum tuberosum* L.) forma parte de la extensa familia de las solanáceas. Se trata de una planta de ciclo corto, que dura aproximadamente entre 4 y 5 meses, aunque esta duración puede variar según la época del año y las etapas del crecimiento. Según Eda, Theodoracopoulos, Arias y Ávila (2008), las fases fenológicas de la papa se describen de la siguiente manera:

- a) **Desarrollo de los brotes:** a partir del tubérculo semilla. base de estos comienzan a emerger las raíces y se desarrolla a los 25 días después de la siembra.
- b) **Crecimiento vegetativo:** comienza la fotosíntesis. desarrollo de tallos. ramas y hojas en la parte aérea y desarrollo de raíces y estolones en la parte subterránea. esta fase de desarrollo empieza de los 25-49 días.

- c) **Inicio de la tuberización:** los tubérculos se forman en la punta de los estolones en la parte subterránea. en la mayoría de los cultivares. se van formando después de los 40 días. el fin de esta etapa coincide con el inicio de la floración.



**Figura 1. Fases fenológicas del cultivo de papa**

**Fuente: Theodoracopoulos, Arias, Ávila (2008)**

## 2.3. Bioinsumos

Los bioinsumos son productos elaborados a partir de una variedad de recursos naturales, como microorganismos y extractos vegetales, que se combinan para funcionar como biocontroladores (biofungicidas y bioinsecticidas), biofertilizantes, promotores del crecimiento y estimulantes. Diversos estudios han mostrado resultados positivos al aplicar estos productos en diferentes cultivos, incluyendo hortalizas menores y papas (Ortuño et al., 2010).

### 2.3.1. Tricobal-L



**Figura 2. Tricobal- L**

**Fuente: Fundación PROINPA.**

En estos últimos años, el problema de patógenos de suelo ha incrementado significativamente, esto debido al monocultivo y al uso de fungicidas que han eliminado la población de microorganismos benéficos. Se ha generado un desbalance del equilibrio de la flora del suelo, lo cual lleva a una acumulación de hongos del complejo “damping off”, que pueden matar la planta o dejarla con lesiones, que dan lugar a plantas débiles y a bajos rendimientos.

#### 2.3.1.1. Características

Tricobal L es un producto biológico que contiene dos especies del hongo Trichoderma: *T. harzianum* y *T. koningiopsis*. Este hongo es conocido por su efectividad en el control

biológico, por ello, PROINPA ha seleccionado dos especies, que se complementan entre sí. Una coloniza el sustrato rápidamente desplazando a los patógenos y el otro coloniza lentamente, pero produce metabolitos, controlando a los patógenos sobrevivientes al primer ataque. Esta característica asegura un biocontrol secuencial y eficiente de los patógenos.

### 2.3.1.2. Composición

- *Trichoderma harzianum* ( $1,2 \times 10^{10}$  ufc/cc).....7 gr/lit
- *Trichoderma koningiopsis* ( $1,2 \times 10^{10}$  ufc/cc).....7 gr/lit
- *Bacillus subtilis* ( $1,5 \times 10^{10}$  ufc/cc).....200 cc/lit
- *Bacillus amyloliquefaciens* ( $1,5 \times 10^{10}$  ufc/cc .....200 cc/lit

### Ingredientes Inertes

- Aceite agrícola vegetal .....586 cc/lit

### 2.3.1.3. Modo de acción

Tricobal- L combina los mecanismos de acción de cuatro microorganismos, permitiendo un eficiente y excelente biocontrol de patógenos de suelo:

- Suprimen patógenos del suelo como *Fusarium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Pythium* spp., *Phytophthora* spp., *Sclerotinia* spp., *Macrophomina* spp., etc.
- Utilizan mecanismos de lisis, parasitismo, antibiosis, competencia por sustrato y espacios, etc.
- Activan la resistencia sistémica inducida (RSI), logrando que la planta se auto proteja del ataque de diversos patógenos, no solo el área radicular sino también el follaje.
- Producen varias fitohormonas que promueven el crecimiento y vigor de la planta, el engrosamiento de tallos y mayor volumen radicular.
- Combaten de manera escalonada, complementaria y secuencial a los patógenos.
- Incrementan el stand de plantas, la masa radicular, el rendimiento y la calidad del producto cosechado.

#### 2.3.1.4. Compatibilidad.

**Tricobal – L** puede aplicarse con insecticidas y fertilizantes foliares. Se puede aplicar junto con el inoculante microbiano EnergyTop, complementando sus acciones para mejorar la nutrición de las plantas y el control de patógenos radiculares.

#### 2.3.2. EnergyTop



**Figura 3. Energytop**

**Fuente: Fundación PROINPA.**

EnergyTop es un inoculante microbiano con propiedades biofertilizantes que aporta al aprovechamiento del N y P, también favorece al desarrollo y la formación de raicillas secundarias mejorando así la capacidad de absorción de agua y nutrientes, que ayudan a la planta a tolerar periodos de sequía.

##### 2.3.2.1. Características

- Suprime patógenos de suelo como *Fusarium* spp., *rhizoctonia* spp., *Sclerotinia* spp., *Macrophomina* spp.
- Incrementa la cantidad de plantas en la parcela.
- Mejora el desarrollo foliar y aumenta el rendimiento entre 10 y 30%.

##### 2.3.2.2. Composición

- *Azospirillum brasilense* ( $1,5 \times 10^{10}$  ufc/ml) .....200ml/lt
- *Paenibacillus polymyxa* ( $1,5 \times 10^{10}$  ufc/ml) .....100ml/lt
- *Penicillium bilaii* ( $1,5 \times 10^9$  ufc/g) .....5ml/lt

- *Bacillus pumilus* ( $1,5 \times 10^{10}$  ufc/ml).....100ml/lt

### 2.3.2.3. Modo de acción

Energytop al tener cuatro microorganismos benéficos presenta múltiples mecanismos de acción:

- ***Azospirillum brasilense*** opera mediante un complejo enzimático que facilita la fijación del nitrógeno, transformándolo en una forma asimilable y disponible para la planta. Además, secreta sustancias importantes que promueven el crecimiento.
- ***Paenibacillus polymyxa*** produce la enzima nitrogenasa, que convierte el nitrógeno atmosférico en nitrógeno orgánico. Este nitrógeno se mineraliza para formar nitrógeno mineral que las plantas pueden absorber. También estimula la síntesis de Ácido Indol Acético (AIA), un potente promotor del crecimiento, y otros metabolitos que favorecen la germinación de semillas y el desarrollo reproductivo de las plantas. Además, actúa como biocontrolador al generar metabolitos y antibióticos.
- ***Penicillium bilaii*** libera ácidos orgánicos y enzimas que solubilizan el fósforo, haciéndolo accesible para la planta. También produce la fitohormona etileno, que estimula el crecimiento de las raíces.
- ***Bacillus pumilus*** genera ácidos orgánicos que ayudan a solubilizar el fósforo y produce metabolitos y enzimas líticas que actúan como supresores de fitopatógenos responsables del complejo de damping off.

### 2.3.2.4. Compatibilidad

**EnergyTop** puede aplicarse con insecticida, fertilizantes foliares y herbicidas.

### 2.3.3. VigorTop Plus

**Figura 4. VigorTop Plus**



**Fuente: Fundación PROINPA.**

VigorTop plus está compuesto por ácidos orgánicos (húmicos fulvicos) extraído de humos de lombriz e ingredientes complementarios, ricos en fitohormonas obtenidas del marat (moringa olerifera) complementada con brasinoloides.

#### 2.3.3.1. Características

VigorTop Plus es un abono natural líquido que:

- Promueve el crecimiento, el aumento y fortalecimiento de la raíz, el follaje y mejora la tasa fotosintética.
- Disminuye la caída de flores y estimula el cuajado de frutos, incrementando el rendimiento de los cultivos.
- Estimula el crecimiento de plantas afectadas por sequía o heladas, por que promueve un rebrote vigoroso del follaje.

#### 2.3.3.2. Composición

- Acidos húmicos y fulvicos .....95%
- Extracto de brasicas .....4%
- Extracto de Marat .....1%

#### 2.3.3.3. Modo de acción

VigorTop Plus atrapa los micronutrientes disponibles en el medio (efecto quelato), estabiliza el Ph (efecto tampón) y genera condiciones para el crecimiento de microorganismo.

### 2.3.3.4. Compatibilidad

**VigorTop Plus** es compatibilidad con insumos orgánicos y sintéticos.

### 2.3.4. Bio Max



**Figura 5. Bio Max**

**Fuente: Fundación PROINPA.**

BioMax es un ecofertilizante formulado en base a aminoácidos y ácidos húmicos, Cu y Zn además de Matrine, que es un extracto de la planta medicinal silvestre *Sophora flavescens*, que corresponde al grupo de fertilizantes con efecto adicional de insecticida botánico, recomendado para la producción convencional y orgánica, permitido por la norma NOP de EEUU.

#### 2.3.4.1. Características

- Coadyuvan a la fotosíntesis y al metabolismo de carbohidratos y proteínas.
- Se observa disminución de las plagas dos días después de la aplicación.
- Tiene un efecto residual mayor a siete días.
- Su uso puede ser preventivo y/o curativo.
- Es compatible con plaguicidas en la producción convencional.
- Es seguro para humanos, animales y el medio ambiente.

#### 2.3.4.2. Composición



#### 2.3.4.3. Modo de acción

BioMax aporta con Cu y Zn a la planta, que sirven para el proceso de la fotosíntesis, esencial para la respiración de las plantas y coadyuvante de éstas en el metabolismo de carbohidratos y proteínas, ayuda en la tolerancia a bajas temperaturas. En su efecto como insecticida botánico, tiene múltiples mecanismos de acción, cuando entra en contacto con el insecto paraliza el sistema nervioso de la plaga, luego bloquea las conexiones nerviosas y el insecto muere por asfixia. También actúa por ingestión, una vez que la plaga ingiere el producto, sufre una contracción muscular, pierde agua y muere. En pruebas realizadas en parcelas de quinua comercial, BioMax ha mostrado ser eficiente en el control de larvas de “ticonas” y polilla de diferentes estadios larvales. También es eficiente en el control de larvas de otros lepidópteros, como Spodoptera, falso medidor, Helicoverpa, Heliothis en soya, maíz, alfalfa, etc.

#### 2.3.4.4. Compatibilidad

**Bio Max** es compatible con plaguicidas en la producción convencional.

### 2.3.5. Baterial mix



**Figura 6. Bacterial Mix**

**Fuente: Fundación PROINPA**

Bacterial mix, es un regulador de crecimiento (produce hormonas de crecimiento), combina funciones de diferentes especies de *Bacillus* obteniendo un producto con cualidades de biocontrolador de amplio espectro para patógenos foliares.

#### 2.3.5.1. Características

- De uso preventivo dentro de una estrategia de manejo de enfermedades, alternando con fungicidas sintéticos.
- Retarda el inicio de la enfermedad.
- Suprime a hongos y bacterias patogénicas.
- Promotor de crecimiento e inductor de resistencia sistemática.
- Incrementa en rendimiento en 10%

#### 2.3.5.2. Composición

- *Bacillus subtilis*, *B. amyloliquefaciens*, *B. pumilus*, *B. megaterium*, *B. licheniformis* y *B. laterosporus*. ( $1.5 \times 10^{11}$  ufc/ml) .....500 ml/lit
- Ingrediente inerte .....500 ml/lit

### **2.3.5.3. Modo de acción**

Los microorganismos benéficos de Bacterial Mix, actúan de dos formas:

- a) Controlan patógenos causantes de enfermedades foliares
- b) Actúan como promotores de crecimientos

### **2.3.5.4. Compatibilidad**

**Bacterial Mix** puede ser aplicado en los cultivos, junto a otros fungicidas e insecticidas.

Compatible con herbicidas excepto el Glifosato.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Localización

##### 3.1.1. Ubicación Geográfica

El presente trabajo de investigación se realizó en el municipio de Escoma, comunidad San José de Tiahuanacu ubicado en el Altiplano Norte de Bolivia a 167 km de la ciudad de La Paz, a una altura aproximada 3.810 m.s.n.m, Geográficamente se halla ubicada 69° 8' 20" de longitud Oeste. 15° 40' 50" de latitud Sur. Y pertenece a la provincia de Camacho, en la Figura 7.

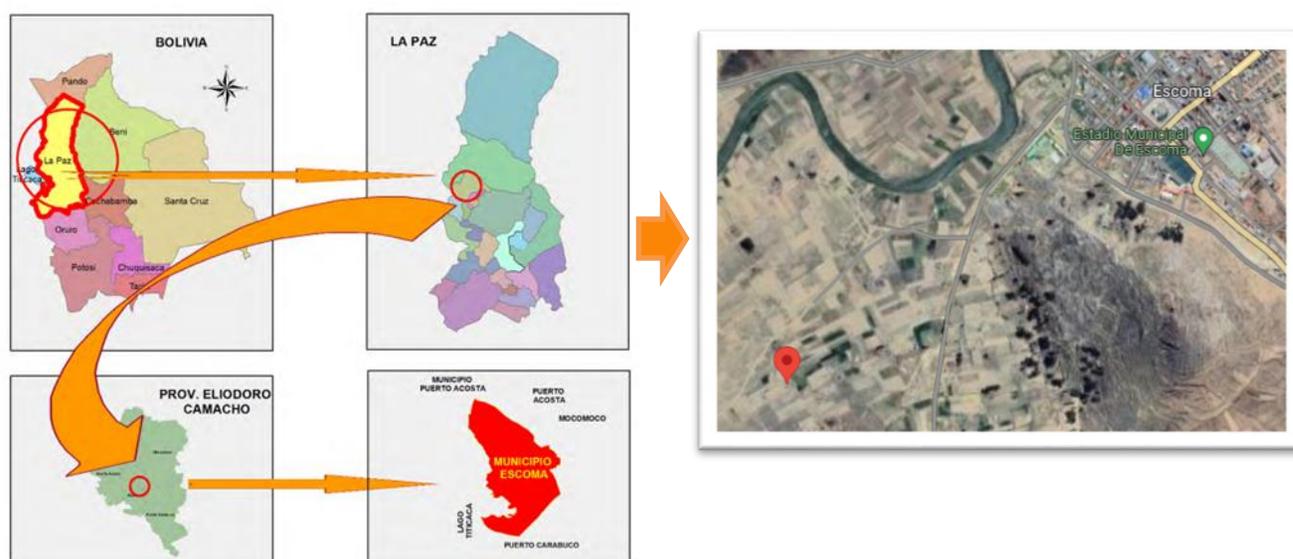


Figura 7. Mapa de ubicación municipio de Escoma

Fuente: PTDI Escoma

##### 3.1.2. Características Edafoclimáticas

El área presenta un clima frío durante todo el año, con variaciones extremas entre el día y la noche, cuya temperatura media anual normalmente es de 9 °C, siendo la mínima promedio normal de -5 °C y máxima promedio normal de 20 °C y precipitación normal es de 720 mm/año (SENAMHI, 2016).

La comunidad de Tiahuanacu pertenece a la sub cuenca del río Suchez, este desemboca al lago Titicaca.

La cuenca de Suchez tiene sus nacientes en la Cordillera Oriental a partir del deshielo de los nevados altoandinos Cololo y caralluni, que posteriormente dan paso a lagunas de gran importancia como Suchez, Cololo, nuve y kellu.

### 3.2. Materiales

#### 3.2.1. Material vegetativo

El material vegetativo utilizado en el presente trabajo de investigación corresponde a semillas de variedades nativas: Imilla Negra, Surimana, Yana Q'ollo y Pinta Boca.

#### 3.2.2. Fenología de las variedades

##### 3.2.2.1. Características morfológicas variedad Imilla Negra



**Figura 8. Variedad Imilla Negra**

##### 3.2.2.1.1. Tubérculo

- ✓ Forma : Redonda con ojos profundos
- ✓ Color de piel : Negro con manchas morados alrededor de los ojos.
- ✓ Color de pulpa : Crema.

##### 3.2.2.1.2. Datos agronómicos

- ✓ Rendimiento : 5,1 t/ha
- ✓ Ciclo del cultivo : 150 a 180 días

✓ Zona de producción : 3800 a 4100 msnm.

### 3.2.2.2. Características morfológicas variedad Surimana



**Figura 9. Variedad Surimana**

#### 3.2.2.2.1. Tubérculo

- ✓ Forma : Elíptico con ojos superficiales
- ✓ Color de piel : Rosado con blanco crema en manchas dispersas
- ✓ Color de pulpa : Amarillo claro

#### 3.2.2.2.2. Datos agronómicos

- ✓ Rendimiento : 3,9 t/ha
- ✓ Ciclo del cultivo : 150 a 180 días
- ✓ Zona de producción : 3800 a 4100 msnm.

### 3.2.2.3. Características morfológicas variedad Pinta Boca



**Figura 10. Variedad Pinta Boca**

#### 3.2.2.3.1. Tubérculo

- ✓ Forma : Elíptico – fusiforme con ojos muy profundos
- ✓ Color de piel : Negro
- ✓ Color de pulpa : Blanco con un anillo vascular angosto color violeta

#### 3.2.2.3.2. Datos agronómicos

- ✓ Rendimiento : 8 a 10 t/ha
- ✓ Ciclo del cultivo : 180 días
- ✓ Zona de producción : 3650 a 4100 msnm.

### 3.2.2.4. Características morfológicas variedad Yana Q'ollo



Figura 11. Variedad Yana Q'ollo

#### 3.2.2.4.1. Tubérculo

- ✓ Forma : Redonda
- ✓ Color de piel : Violeta con poca mancha de color crema
- ✓ Color de pulpa : Crema con un anillo angosto color violeta

#### 3.2.2.4.2. Datos agronómicos

- ✓ Rendimiento : 15 a 20t/ha
- ✓ Ciclo del cultivo : 180 días
- ✓ Zona de producción : 3500 a 4000msnm.

### 3.2.3. Bioinsumos

En el trabajo de investigación se utilizó cinco bioinsumos, como estrategia de producción Tricobal, EnergyTop, vigorTop Plus, Biomax, bacterial Mix. Que se detalla en el cuadro 2.

**Cuadro 2. Aplicación de Bioinsumos**

| Nro. | Número de aplicaciones         |   |   |  |
|------|--------------------------------|---|---|--|
|      | 1ra. Aplicación                | 2da. Aplicación   | 3ra. Aplicación                                   | 4ta. Aplicación                                    |
| 1    | Tricobal<br>Energytop          | Vigortop Plus<br>Biomax<br>Bacterial Mix<br>Natural Oil             | Vigortop Plus<br>Biomax<br>Natural Oil            | Vigortop Plus<br>Bacterial Mix<br>Natural Oil      |
| 2    | 25 cc / 25 lt<br>25 cc / 25 lt | 500 cc / 20 lt<br>500 cc / 20 lt<br>500 cc / 20 lt<br>25 cc / 25 lt | 500 cc / 20 lt<br>500 cc / 20 lt<br>25 cc / 25 lt | 1000 cc / 20 lt<br>500 cc / 20 lt<br>25 cc / 25 lt |
| 3    | 45 días                        | 60 días   | 75 días   | 90 días  |

Fuente: Fundación PROINPA

### 3.2.4. Material de escritorio

- Computadora
- Hojas bond tamaño carta
- Planilla de registro
- Impresora
- Cámara fotográfica
- Lápiz
- Bolígrafo
- Tijera

### 3.2.5. Material de campo

- Picota
- Chontillas
- Flexómetro
- Cinta métrica
- Estacas
- Letreros
- Lienzo
- Mochila fumigadora
- Balanza digital (kg)
- Cinta de agua
- Bolsas plásticas
- Yutes
- Texto

### 3.3. Metodología

Para lograr los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación se utilizó los siguientes métodos.

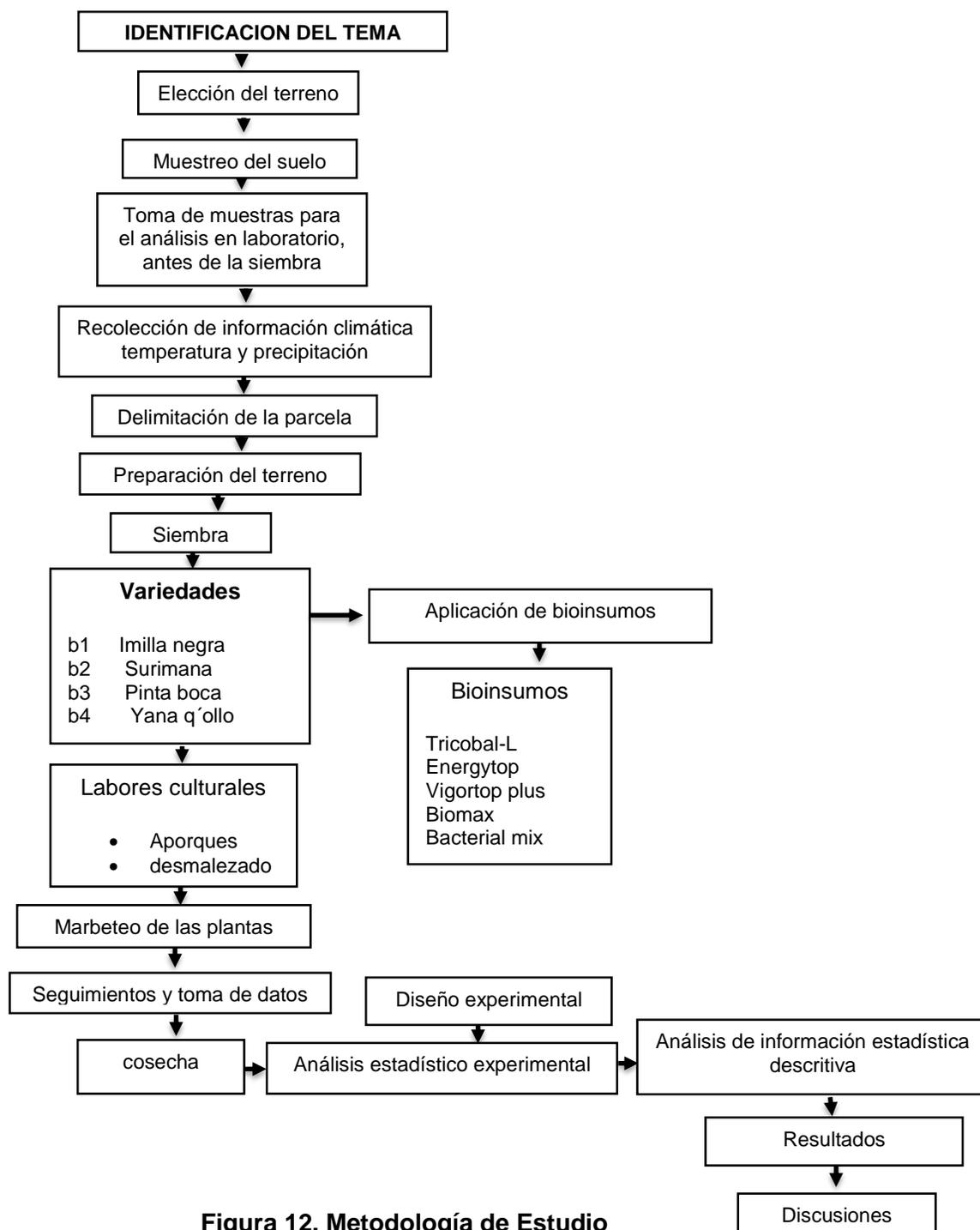


Figura 12. Metodología de Estudio

### **3.3.1. Desarrollo del ensayo**

#### **3.3.1.1. Elección del terreno**

La elección del terreno se realizó con la participación de los agricultores de la comunidad, se eligió un suelo en descanso de 6 años, durante la campaña agrícola 2022 – 2023.

#### **3.3.1.2. Muestreo del suelo**

El muestreo de suelo se realizó en la capa arable con el fin de determinar las condiciones físicas y químicas en la que se encontraba el suelo de la investigación, seguidamente se procedió a la toma de 6 muestras, a una profundidad de 15 a 20 cm, recogidas en zic zac, a lo largo de todo el terreno. El método aplicado es el más adecuado para el muestreo de suelos, posteriormente se realizó el cuarteo de la mezcla con el objeto de tener una sola muestra representativa de toda la superficie, se tomó 1 kg de suelo, y finalmente la muestra fue llevada a ser analizada en el laboratorio LABSAS PRO In Situ a cargo del Ing. Víctor Paye Huaranca. La muestra de suelo fue tomada antes del establecimiento del cultivo, con el fin de contar con los resultados antes de la siembra.

#### **3.3.1.3. Recolección de información climática temperatura y precipitación**

Para la toma de información climática se instaló un termóhigrómetro USB de temperaturas máximas y mínimas, un pluviómetro para medir la precipitación con lecturas diarias en planillas desde el mes de diciembre a mayo de la gestión agrícola 2022 - 2023.

#### **3.3.1.4. Delimitación de las parcelas**

La delimitación del área de investigación se realizó después de la siembra de papa (*Solanum tuberosum sp*). Una vez medido y delimitado la parcela se dividió en 8 tratamientos con 3 repeticiones por bloque, y se empezó a delimitar con ayuda de estacas para que sostengan las cuerdas o cintas de agua según el croquis del experimento.

#### **3.3.1.5. Preparación del terreno**

El terreno designado para la investigación en la gestión agrícola 2022 - 2023 tuvo una preparación o roturado de la parcela en el mes de abril de 2022, aprovechando las últimas precipitaciones de lluvias del ciclo y la humedad en el suelo.

Para la preparación de terreno del suelo se utilizó tractor con arado de disco hasta una profundidad de 30 a 35 cm, luego se realizó el rastrado, mullido y nivelado del terreno.

#### **3.3.1.6. Siembra**

La siembra se efectuó el 05 de diciembre del 2022. Con distancia entre surcos de 0,75 cm, distancia entre planta de 30 cm a una profundidad de 20 cm. Las cuales fueron depositados al interior del surco a una profundidad de 0,25 a 0,30 m. Adicionando estiércol de bovino y ovino a la siembra procedente de la misma comunidad, fue dispersada en forma de chorro continuo en el surco sobre los tubérculos sembradas.

#### **3.3.1.7. Aplicación de bioinsumos**

Se realizó la aplicación de cinco bioinsumos, entre ellos: Tricobal (25cc/25lt), Energytop (25cc/25lt), Vigortop plus (500cc/20lt), Biomax (500cc/20lt), Bacterial mix (500cc/20lt) y Natural Oil como adherente (25cc/25lt) estas fueron aplicadas con una mochila fumigadora.

##### **3.3.1.7.1. Combinación de los bioinsumos en cuatro aplicaciones**

###### **1) Combinación de Tricobal-L y EnergyTop (Primera Aplicación)**

En la primera aplicación, realizada a los 45 días, se aplicó una combinación de Tricobal-L y EnergyTop en el cuello de las plantas. Esta mezcla de bioinsumos tiene el propósito de mejorar el biocontrol de patógenos del suelo y fomentar el crecimiento de las plantas, aprovechando la compatibilidad entre ambos productos.

- **Tricobal-L:** Este biofungicida y promotor de crecimiento contiene una mezcla de microorganismos beneficiosos. Estos microorganismos actúan de múltiples maneras, incluyendo la supresión de patógenos del suelo, la activación de la resistencia sistémica en las plantas, y la producción de fitohormonas que estimulan el crecimiento vegetal.
- **EnergyTop:** Se trata de un inoculante que mejora la nutrición y el desarrollo de las plantas. Su combinación con Tricobal-L amplifica las propiedades de ambos productos, resultando en un mejor rendimiento de los cultivos.

## 2) Combinación de Vigortop Plus, Bioimax y Bacterial Mix (Segunda Aplicación)

La segunda aplicación se llevó a cabo utilizando una mezcla de Vigortop Plus, Bioimax y Bacterial Mix, con el objetivo de mejorar la salud del suelo y potenciar el crecimiento de las plantas, los tres bioinsumos son compatibles.

- **Vigortop Plus:** Este bioinsumo actúa como regulador del crecimiento, conteniendo bacterias beneficiosas que liberan sustancias reguladoras que estimulan el crecimiento de las plantas.
- **Bioimax:** Este producto está diseñado para optimizar la fertilización y nutrición tanto de las plantas como del suelo.
- **Bacterial Mix:** Este bioinsumo está formulado para controlar enfermedades de las plantas, regular las poblaciones de plagas, y estimular la resistencia y productividad de las plantas.

## 3) Combinación de Vigortop Plus y Bioimax (Tercera Aplicación)

En la tercera aplicación, se utilizó una combinación de Vigortop Plus y Bioimax para mejorar la salud del suelo y fomentar el crecimiento de las plantas, los dos bioinsumos son compatibles.

- **Vigortop Plus:** Es un bioestimulante que promueve el crecimiento vigoroso de las plantas, ayuda a mitigar los daños causados por heladas, y activa la resistencia natural ante problemas fitosanitarios.
- **Bioimax:** Contribuye a la fertilización y nutrición de las plantas y el suelo. Su uso conjunto con Vigortop Plus mejora la calidad del suelo, favorece la absorción de nutrientes, controla enfermedades y regula las poblaciones de plagas.

## 4) Combinación de Vigortop Plus y Bacterial Mix (Cuarta Aplicación)

Para la cuarta aplicación, se combinó Vigortop Plus con Bacterial Mix con el fin de mejorar la salud del suelo y promover el crecimiento de las plantas, los dos bioinsumos son compatibles.

- **Vigortop Plus:** Este bioestimulante de crecimiento vegetal, gracias a las fitohormonas presentes en su extracto, fomenta un crecimiento robusto de las plantas, y ayuda a mitigar los efectos del estrés causados por heladas y sequías.
  - **Bacterial Mix:** Este bioinsumo contiene una mezcla de bacterias beneficiosas que favorecen la salud del suelo y el crecimiento de las plantas. Es eficaz para controlar enfermedades, regular plagas y estimular la resistencia y productividad de las plantas.
- 5) **Natural Oil:** El Natural Oil actúa como agentes que mejoran la absorción de otros bioinsumos en las plantas. Al ser aceitosos, ayuda a que los nutrientes y microorganismos se adhieran mejor a las superficies foliares. También ayuda a que los bioinsumos permanezcan en el lugar aplicado por más tiempo, mejorando así su eficacia.

### 3.3.1.8. Labores culturales

#### 3.3.1.8.1. Aporque

Se realizó dos aporques, en el mes de febrero cuando las plantas alcanzaron una altura promedio de 7 a 10 cm., el aporque consistió en el amontonamiento de tierra al pie de cada planta con la ayuda de una chuntilla o azadón respectivamente, con el fin de ayudar al desarrollo del sistema radicular, mejorar el soporte, controlar malezas y proporcionar el aireamiento al suelo, el segundo aporque fue las primeras semanas de marzo.

#### 3.3.1.8.2. Desmalezado

Se realizaron cada mes en forma manual con el propósito de evitar la competencia por agua, luz, nutrientes y alojamiento de insectos, las malezas que se presentaron frecuentemente fueron muni muni (*Bidens andicola Kunth*), reloj reloj (*Erodium cicutarium*), cebadillas (*Bromus atharticus Valh.*), diente de león (*Taraxacum officinale Weber*), mostaza (*Brassica rapa L.*).

#### 3.3.1.9. Marbeteado de las plantas

Se procedió a marbetear a los 96 plantines cuando presento un 50% de emergencia de 4 variedades para tomar datos de estos. Los marbetes eran de una medida de 3 cm de cada

lado, y fueron atados en la parte superior de las ramas para que estos sean visibles y fáciles de identificar.

### 3.3.1.10. Seguimiento y toma de datos

La toma de datos se realizó desde la emergencia hasta la cosecha de las plantas en cada unidad experimental, lo cual se tomó: Altura planta, cobertura foliar, días a la floración, número de tubérculos por planta y número de tallos por planta.

### 3.3.1.11. Cosecha

La cosecha fue en forma escalonada a medida que las variedades alcanzaron la madurez fisiológica; iniciándose a mediados del mes de abril y mediados de mayo. Una vez cosechada se realizó el conteo y pesaje de los tubérculos para tener datos de rendimiento y el número de tubérculos por planta.

### 3.3.2. Diseño experimental

El diseño que se utilizó es el diseño jerárquico o anidado (Ochoa, 2020). Cuyo modelo lineal es:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta(\alpha)_{k(i)} + T_j + \alpha T_{(ij)} + \epsilon_{k(ij)}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Es una observación

$\mu$  = Media poblacional

$\alpha_i$  = Efecto del i- esimo Bioinsumo (factor A)

$\beta(\alpha)_{k(i)}$  = Efecto del k - esimo bloque anidado en la i- esimo bioinsumo

$T_j$  = Efecto del j- esimo variedad

$\alpha T_{(ij)}$  = Efecto de interacción del i- esimo variedad de papa, con el j- esimo nivel de aplicación de los bioinsumos (interacción AxB).

$\epsilon_{k(ij)}$  = Error experimental.

### 3.3.3. Factores de estudio

Los factores en estudio fueron:

- Factor A: Bioinsumos

**a1** = Con bioinsumo

**a2** = Sin bioinsumo

- Factor B: Variedades

**b1**= variedad Imilla negra

**b2** = variedad Surimana

**b3** = variedad Pinta boca

**b4** = variedad Yana Q'ollo

- Formulación de tratamientos

La combinación de los factores origina a los diferentes tratamientos como se presenta en el Cuadro 3.

**Cuadro 3.** Formulación de tratamientos

| Tratamiento | Combinación | Detalle                            |
|-------------|-------------|------------------------------------|
| <b>T1</b>   | a1b1        | C/Bioinsumos Variedad Imilla Negra |
| <b>T2</b>   | a1b2        | C/Bioinsumos Variedad Surimana     |
| <b>T3</b>   | a1b3        | C/Bioinsumos Variedad Pinta Boca   |
| <b>T4</b>   | a1b4        | C/Bioinsumos Variedad Yana Q'ollo  |
| <b>T5</b>   | a2b1        | S/Bioinsumos Variedad Imilla Negra |
| <b>T6</b>   | a2b2        | S/Bioinsumos Variedad Surimana     |
| <b>T7</b>   | a2b3        | S/Bioinsumos Variedad Pinta Boca   |
| <b>T8</b>   | a2b4        | S/Bioinsumos Variedad Yana Q'ollo  |

### 3.3.4. Variables de respuesta

#### 3.3.4.1. Toma de muestras y análisis de suelo

Para el análisis de las propiedades físicas y químicas del suelo, se tomaron muestras de suelo de la parcela de investigación, las mismas son enviadas al laboratorio para su respectivo análisis.

##### 3.1.1.1. Análisis físico del suelo

Para el análisis de las propiedades físicas de suelo se tomaron antes de la siembra, para el análisis de textura.

##### 3.1.1.2. Análisis químico del suelo

Para el análisis de las propiedades químicas se tomaron los siguientes componentes que se presenta en el cuadro 4.

**Cuadro 4. Propiedades químicas del suelo**

| Ítem | Análisis químico                   |
|------|------------------------------------|
| 1    | pH del suelo                       |
| 2    | Conductividad eléctrica            |
| 3    | Carbonatos libres                  |
| 4    | Bases intercambiables              |
| 5    | Total bases intercambiables        |
| 6    | Capacidad de intercambio catiónico |
| 7    | Contenido de fosforo               |
| 8    | Materia orgánica                   |
| 9    | Nitrógeno total                    |

##### 3.1.1.3. Recolección de información climática

Para la toma de información climática se instaló un termóhigrómetro USB de temperaturas máximas y mínimas, un pluviómetro para medir la precipitación con lecturas diarias en planillas desde el mes de diciembre a mayo de la gestión agrícola 2022-2023.

### **3.1.2. Variables agronómicas**

#### **3.1.2.1. Días a la emergencia (DE)**

Se determinó a través de la observación directa, tomando en cuenta el número de días transcurridos desde el momento en que se efectuó la siembra hasta superar el 50% de la emergencia de las plántulas de la parcela de estudio, a partir de los 20 días después de la siembra.

#### **3.1.2.2. Altura de la planta (AP)**

La medición de altura de la planta se realizó en cm. del tallo principal, con la ayuda de un flexómetro o regla desde la base del tallo hasta la última inserción de hoja apical de las 96 plantas muestreadas aleatoriamente en la parcela.

#### **3.1.2.3. Diámetro de follaje (DF)**

La evaluación de esta variable se realizó con la ayuda de una regla y los datos son tomados cuando el cultivo presento el mayor desarrollo foliar. Estos datos son recabados en centímetros.

#### **3.1.2.4. Número de tallos (NT)**

Se determinó el número de tallos aéreos por tubérculo de la parcela de investigación de 96 plantas, en el cual se contabilizo los tallos principales, cuando las plantas presentaran una altura de 15 cm. Donde el número de tallos aéreos por planta, se determinó dividiendo el número total de tallos aéreos por tubérculo entre el número total de plantas muestreadas.

#### **3.1.2.5. Número de botones florales (NBF)**

Se recabo este dato porque está plenamente relacionado con el rendimiento final. Porque cada variedad presentara grandes diferencias individuales que se detallaran bajo los análisis estadísticos.

### **3.1.2.6. Número de tubérculo por planta (NTP)**

Se lo realizo contando el número total de tubérculos presentes de 4 plantas muestreadas aleatoriamente por bloque en total 96 plantas.

### **3.1.2.7. Días a la madurez (DMA)**

Se registró el número de días a la madurez, desde la siembra hasta la madurez fisiológica, realizando observación directa en la coloración de las plantas y la dureza de la piel del tubérculo a la frotación mecánica con los dedos determinando el estado de madurez de la planta, llegando a cosechar y registrar el ciclo del cultivo. Bajo las siguientes características:

- a) Muy precoz (< a 70 días)
- b) Precoz (91 a 120 días) 60
- c) Medianamente precoz (121 a 150 días)
- d) Tardío (151 a 180 días)
- e) Muy tardío (> a 180 días)

### **3.1.2.8. Rendimiento (R)**

El rendimiento de tubérculos fue evaluado después de la cosecha, para tal efecto se consideró el área de 4,5 metros cuadrados (3 m · 1,5 m) en cada unidad experimental, con estas muestras se determinó el rendimiento total de tubérculos en t/ha en el momento de la cosecha cuando la planta llegue a su madurez fisiológica.

### **3.1.2.9. Incidencia y severidad de plagas y enfermedades**

La incidencia y severidad de enfermedades y plagas fue evaluado después de la cosecha en cada unidad experimental por tratamientos, para esto se tomaron al azar 10 tubérculos, en estos tubérculos se evaluó visualmente la incidencia y severidad por el ataque de plagas.

### 3.1.2.10. Relación Beneficio/ costo parcial (RBC)

Este estudio se realizó con el método de evaluación económica propuesto por el CIMMYT (1998). La relación beneficio/ costo se ha obtenido dividiendo el total de ingresos sobre el total de egresos, mediante siguiente fórmula:

$$R = B / C$$

**Dónde:**

**R** = Relación

**B** = Beneficio (Ingreso)

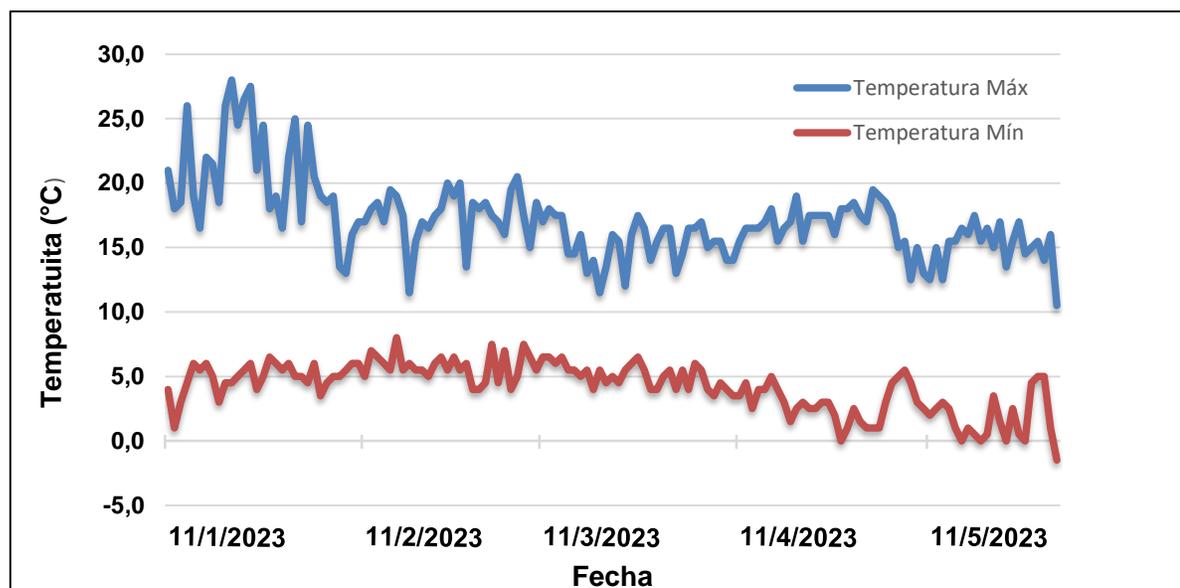
**C** = Costo (Egreso)

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Recolección de información climática

Los datos de recolección de información climática se realizaron durante en el periodo agrícola 2022/2023 en la comunidad San José de Tiahuanacu - Provincia Camacho.

#### 4.1.1. Temperatura.

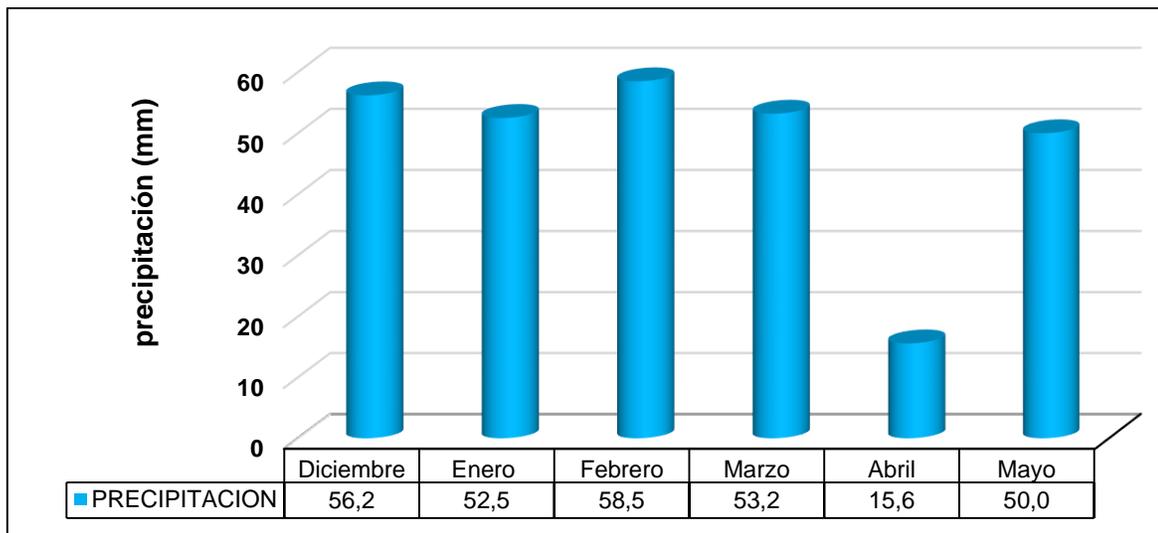


**Figura 13. Comportamiento de las temperaturas máximas y mínima registradas en la comunidad San José de Tiahuanacu-Provincia Camacho**

En la figura 13, nos detalla el comportamiento de temperaturas máximas y mínimas. La temperatura máxima ambiente ocurrió durante el periodo de trabajo de investigación fue en la tercera semana de enero 28°C y la temperatura mínima fue en la última semana de mayo -1,5°C; por lo tanto, resulto favorable para el desarrollo del cultivo de papa.

El mayor rendimiento de papa se produce en temperaturas diurnas de 20 a 25°C y nocturnas de 10 a 16°C, pero cuando las temperaturas son constantes la producción no es óptima (Romero 2003). Aunque hay diferencias de requerimientos térmicos según la variedad, podemos generalizar, que temperaturas máximas o diurnas de 20 a 25°C y mínimas o nocturnas de 8 a 13°C, son excelentes para una buena tuberización. La temperatura media óptima para la tuberización es de 20°C (Pardave, 2004).

#### 4.1.2. Precipitación pluvial



**Figura 14. Comportamiento de la precipitación pluvial registrada en la comunidad San José de Tiahuanacu- Provincia Camacho**

En la figura 14, podemos apreciar el comportamiento de la precipitación en los meses de evaluación, se tomó la precipitación total 286,0 mm desde el mes de diciembre 2022 a mayo de 2023, la precipitación durante el periodo de seguimiento fue variable, en el caso del mes de abril no hubo mucha precipitación 15,6 mm, el mes con más lluvias se presenta en el mes de febrero con 58,5 mm, durante estos meses las precipitaciones fueron regulares y llegaron a un total acumulado de 286,0 mm por lo tanto, se puede indicar que la precipitación es importante en las diferentes fases fenológicas del cultivo.

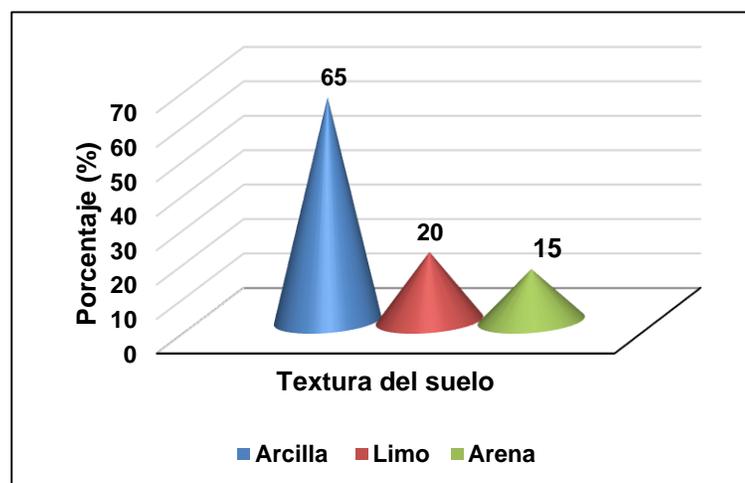
La precipitación óptima deberá alcanzar en todo el ciclo vegetativo de 600 a 1000 mm en promedio, así logran desarrollar y obtener buenos rendimientos de producción de papa (INTAGRI, 2017).

#### 4.2. Variables edáficas

En el análisis físico-químico del suelo enviado al laboratorio del LABSASpro (laboratorio agrícola de suelos, agua y savia) reportó los siguientes datos (ANEXO 2)

#### 4.2.1. Análisis físico del suelo

El promedio del análisis textural del suelo se resume en la Figura 15.



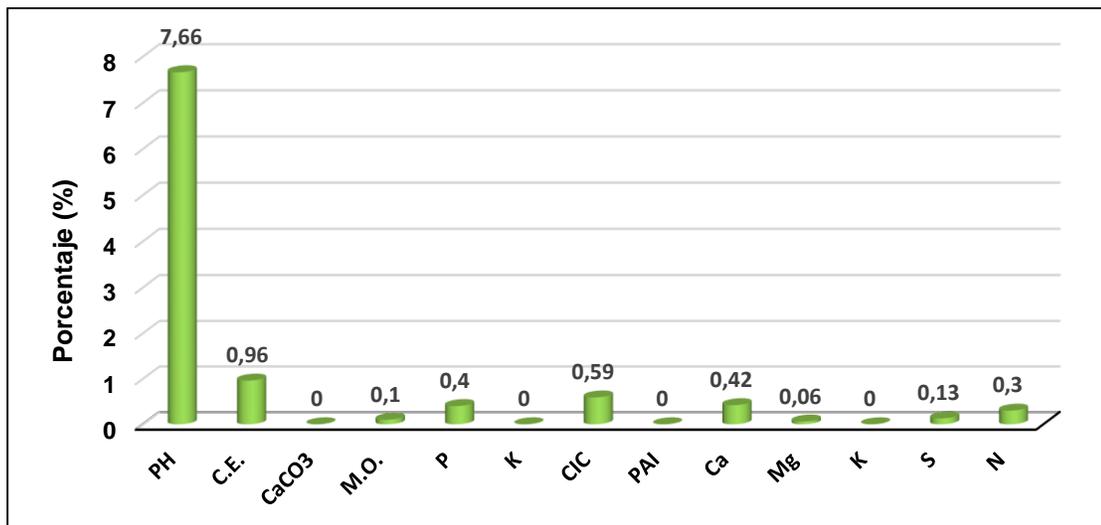
**Figura 15. Análisis de la textura del suelo, comunidad San José de Tiahuanacu**

En la Figura 15, se muestra el análisis de textura del suelo, en este se observa los resultados que reportaron una textura Franco, con 15% Arena, 20% Limo y 65% Arcilla.

Esta combinación de textura de suelo puede tener varias implicaciones para la calidad del suelo y su capacidad para retener agua, drenar, y soportar el crecimiento de plantas. La arcilla, por ejemplo, retiene agua mejor que la arena, pero puede causar problemas de drenaje si está presente en exceso. El limo mejora la estructura del suelo y su capacidad para retener agua y nutrientes.

Orsag (2010), señala que la textura se refiere al contenido porcentual de arena, limo y arcilla que un suelo presenta. Como estas fracciones tienen diferentes cualidades para transmitir o retener el agua, aire, nutrientes y otros, consiguientemente las combinaciones de estas fracciones en diferentes proporciones le propician al suelo una fertilidad variada.

#### 4.2.2. Análisis químico del suelo



**Figura 16. Análisis químico de suelo de la comunidad San José de Tiahuanacu antes de la siembra**

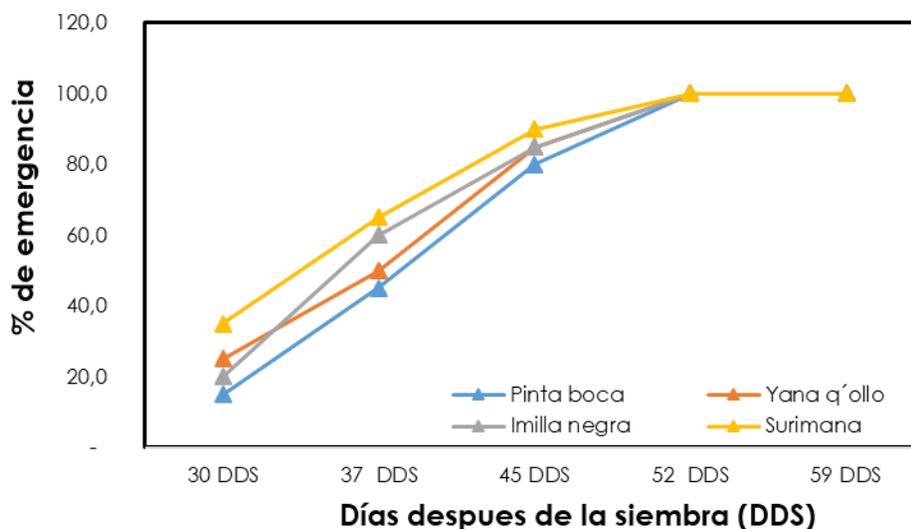
En la figura 16, nos indica que el pH del suelo es ligeramente alcalino (7,66). La conductividad eléctrica es baja (0,96), lo que sugiere una baja concentración de sales disueltas. No hay presencia de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3 = 0$ ). El contenido de materia orgánica es bajo (0,1). La concentración de fósforo es baja (0,4). La concentración de potasio es baja ( $\text{K} = 0$ ). La capacidad de intercambio catiónico es moderada ( $\text{CIC} = 0,59$ ). El porcentaje de saturación de bases es bajo ( $\text{PAI} = 0$ ). La concentración de calcio es moderada ( $\text{Ca} = 0,42$ ). La concentración de magnesio es baja ( $\text{Mg} = 0,06$ ). La concentración de azufre es baja ( $\text{S} = 0,13$ ).

Miranda (2003), define como el desarrollo de los procesos físicos, químicos y biológicos en el suelo que conducen a la acumulación, en el, de sustancias nutritivas necesarias para el crecimiento y desarrollo de las plantas, tales como: nitratos, amonios, fósforos, potasio, calcio, etc. (en forma soluble y asimilable).

### 4.3. Variables agronómicas

#### 4.3.1. Días a la emergencia (DE)

Para el porcentaje de emergencia se consideraron cinco evaluaciones durante el crecimiento del cultivo a los 30, 37, 45, 52 y 59 días después de la siembra (DDS).



**Figura 17. Porcentaje de emergencia de las variedades Imilla Negra, Yana Q'ollo, Surimana y Pinta Boca en la comunidad Sana José de Tiahuanacu**

En la Figura 17, se observa el porcentaje de emergencia de las cuatro variedades en la misma se observa que el mayor número de plantas emergidas durante las cuatro semanas de evaluación se registró en la variedad Surimana. a los 30, 37 y 45 días después de la siembra (DDS).

Se encontró también que los promedios a los 52 DDS las diferencias son menores alcanzando valores similares estadísticamente, a los 59 DDS para las cuatro variedades son similares estadísticamente.

### 4.3.2. Altura de la planta (AP)

**Cuadro 5. Análisis de varianza (ANVA), altura de la planta**

| F.V.               | SC     | GI | CM    | F     | p-valor | SIG. |
|--------------------|--------|----|-------|-------|---------|------|
| Bioinsumo          | 23,63  | 1  | 23,63 | 17,72 | 0,0245  | *    |
| Bloque>(Bioinsumo) | 4      | 3  | 1,33  | 0,63  | 0,6096  | ns   |
| Variedad           | 183,91 | 3  | 61,3  | 28,81 | <0,0001 | **   |
| Bioinsumo*Variedad | 20,74  | 3  | 6,91  | 3,25  | 0,054   | ns   |
| Error              | 29,79  | 14 | 2,13  |       |         |      |
| Total              | 293,93 | 23 |       |       |         |      |

\*  $p < 0,05$  ; \*\*  $p < 0,01$  ; ns  $p > 0,05$

En el cuadro 5, el análisis de varianza (ANVA), altura de planta con la aplicación de bioinsumos con un coeficiente de variación de 5,77 %, donde nos indica que los datos del análisis estadístico son confiables, y se encuentran dentro de los rangos permisibles.

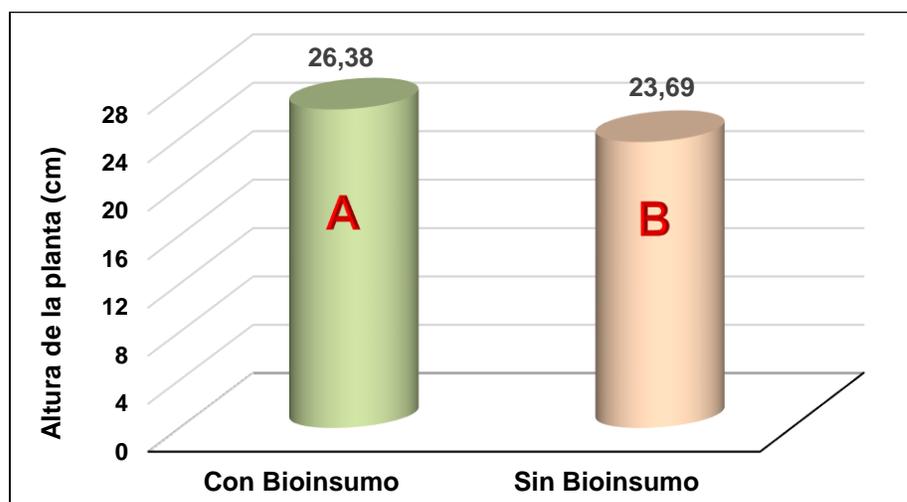
El resultado de los bioinsumos (factor A), el análisis de varianza indica la variable bioinsumo tiene un efecto significativo en la respuesta. Hay diferencias estadísticamente significativas entre los niveles de bioinsumo. En cuanto a las variedades papa nativa (factor B), los resultados del análisis de varianza son altamente significativos, esto indica que las variedades de papas nativas muestran diferencias en la altura de planta, a un nivel de 5% de probabilidad, por lo tanto, se realizó la prueba de Duncan para determinar entre que variedades existen diferencias. El resultado de la interacción de los dos factores (Bioinsumos\*Variedad), el análisis de varianza, indica que no hay diferencias significativas (ns), entonces la acción conjunta factor A y factor B (Bioinsumos\*Variedad), no muestra diferencias en la altura de planta, por lo tanto, son efectos independientes.

En la figura 18, el análisis de Duncan ha asignado las letras A y B de tal manera que indica que hay una diferencia estadísticamente significativa entre las alturas promedio de las plantas con bioinsumo (26.38 cm) y las plantas sin bioinsumo (23.69 cm). Por lo tanto, según el análisis de Duncan al 5% de significancia: La asignación de la letra "A" a las plantas con bioinsumo y la letra "B" a las plantas sin bioinsumo indica que hay diferencia estadísticamente significativa entre estos dos grupos a un nivel de confianza del 95%.

La aplicación de bioinsumos en el cultivo de papa mostró una diferencia significativa en la altura. Las plantas tratadas con bioinsumos tuvieron un promedio de 26,38 cm, mientras que las plantas no tratadas produjeron un promedio de 23,69 cm. Los cinco bioinsumos utilizados —Tricobal-L, EnergyTop, Vigortop Plus, Bio Max y Bacterial Mix— influyen en

altura de planta de distintas maneras: **Tricobal-L**: fortalece las raíces mediante microorganismos beneficiosos, mejorando la absorción de nutrientes y agua. Esto permite un crecimiento más vigoroso y, por ende, una mayor altura. **EnergyTop**: proporciona un impulso energético que mejora la eficiencia en el uso de nutrientes y la fotosíntesis, facilitando un crecimiento más rápido y alto. **Vigortop Plus**: ofrece nutrientes esenciales que promueven un crecimiento equilibrado y óptimo, apoyando así un desarrollo vertical más eficiente. **Bacterial Mix**: mejora la calidad del suelo al descomponer materia orgánica y facilitar la disponibilidad de nutrientes, lo que promueve un crecimiento robusto y mayor altura.

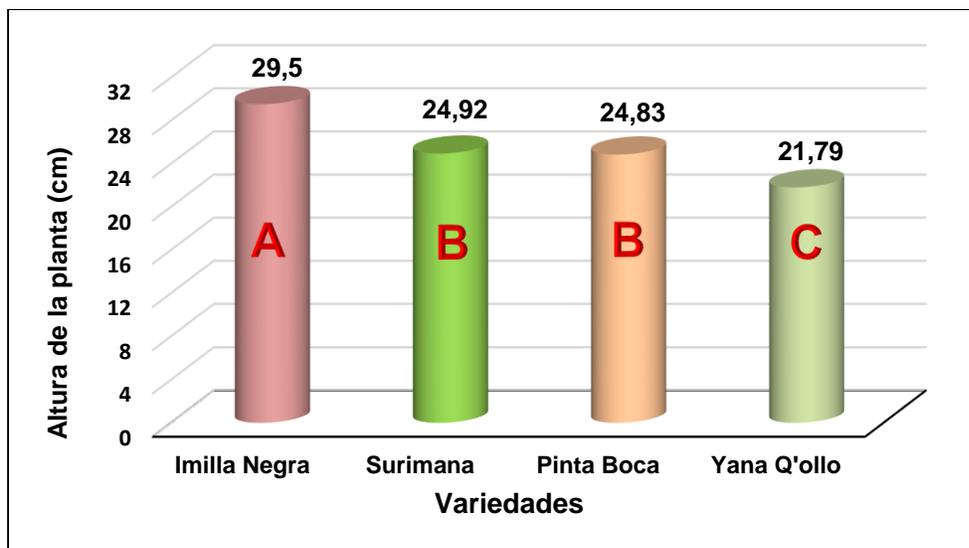
Al respecto de la aplicación de bioinsumos, Siñani (2013) indica que con la aplicación de bioinsumos lograro un promedio 30,59 cm, en relación a las plantas sin aplicación con 26,87 cm.



**Figura 18. Comparación de medias de la altura de la planta entre bioinsumos y sin bioinsumos**

En la figura 19, la prueba de Duncan al 5% de significancia ha agrupado las variedades de plantas en tres grupos diferentes (A, B, C), por lo tanto, según el análisis de Duncan: La variedad Imilla Negra (29.5 cm) tiene una altura promedio significativamente mayor que las variedades Surimana (24.92 cm) y Pinta Boca (24.83 cm), las cuales pertenecen al grupo B. La variedad Surimana (24.92 cm) y Pinta Boca (24.83 cm) no muestran diferencias significativas entre ellas, pero tienen una altura promedio significativamente mayor que la variedad Yana Q'ollo (21.79 cm), que pertenece al grupo C.

Los resultados respaldan lo indicado por Torrez (2005), quien encontró que las especies *S. tuberosum ssp andigena* y *S. juzepczukii* alcanzaron mayores alturas en condiciones normales (51,08 cm) que en épocas retrasadas (40,70 cm). Esto se atribuye a diferencias climáticas en la comunidad y al uso de fertilizantes químicos que favorecieron su crecimiento.



**Figura 19. Comparación de medias de Altura de plantas de cuatro variedades de papa en la comunidad San José de Tiahuanacu**

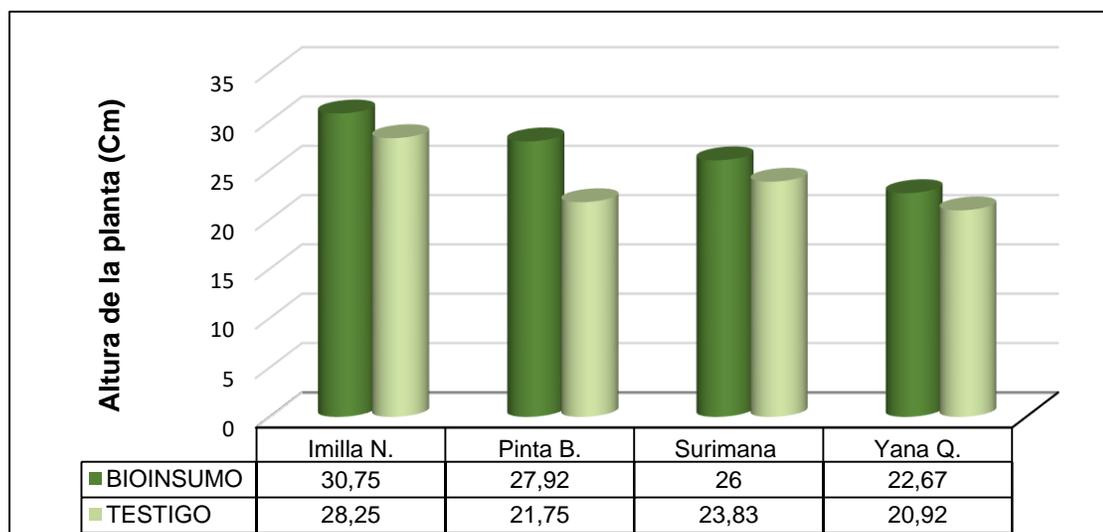
En la figura 20, refleja la altura de planta en promedio de las distintas variedades con la aplicación y sin aplicación de bioinsumos, la variedad Imilla Negra con bioinsumo tuvo una mayor altura con un promedio de 30,75 cm, seguido de la variedad Imilla Negra. sin bioinsumo que tuvo un promedio de 28,25 cm. La variedad Pinta Boca con bioinsumo tuvo un crecimiento de 27,92 cm. La variedad de Pinta Boca. sin bioinsumo tuvo un promedio de 21,75 cm. La variedad de Surimana con bioinsumos tuvo un promedio de 26 cm. La variedad Surimana sin bioinsumo obtuvo 23,83 cm. La variedad de Yana Q'ollo tuvo un promedio de 22,67 cm y sin bioinsumos que tuvo menor crecimiento con 20,92 cm.

Podemos observar que, en todas las variedades, la altura de las plantas es mayor cuando se aplican bioinsumos, ya que estos los bioinsumos ayudan al crecimiento de las plantas al proporcionar nutrientes, estimular el crecimiento, mejorar la salud del suelo y aumentar la resistencia de las plantas a enfermedades y plagas, todo ello de manera natural y sostenible.

Además, podemos notar que la variedad Imilla Negra muestra la mayor diferencia en altura de las plantas con y sin bioinsumos, seguida por la variedad Pinta Boca y Surimana. La variedad Yana Q'ollo, aunque muestra un efecto positivo de los bioinsumos, tiene la menor diferencia en altura entre las plantas con y sin bioinsumos.

Estos resultados pueden ser útiles para tomar decisiones sobre el uso de bioinsumos en la producción de estas variedades de plantas, ya que parece haber un beneficio claro en términos de altura de las plantas.

Al respecto Siñani (2013), en su investigación sobre el efecto de bioinsumos en la respuesta agronómica de variedades nativas de papa (*Solanum sp.*) para mitigar el efecto de las heladas en el altiplano norte, estimaron diferencias significativas ( $p < 0,01$ ) obteniendo que el efecto de los bioinsumos fue diferente sobre la altura de planta, mostrando un comportamiento fisiológico distinto entre las variedades, debido al diferente hábito de crecimiento entre estas especies, siendo la media de 28,73 cm, con un coeficiente de varianza de 15,80%.



**Figura 20. Altura de plantas de variedades de papa nativa con bioinsumo y sin bioinsumos**

#### 4.4. Diámetro de follaje (DF)

El análisis de varianza (ANVA), para esta característica agronómica obtuvo los siguientes resultados que indica el efecto de los factores sobre el Diámetro de follaje.

**Cuadro 6. Análisis de Varianza (ANVA), diámetro de follaje de cuatro variedades de papa nativa con aplicación de bioinsumos.**

| F.V.               | SC     | Gl | CM    | F        | p-valor | SIG. |
|--------------------|--------|----|-------|----------|---------|------|
| Bioinsumo          | 8      | 1  | 8     | 1536     | <0,0001 | **   |
| Bloque>(Bioinsumo) | 0,02   | 3  | 0,01  | 3,10E-04 | >0,9999 | ns   |
| Variedad           | 90,05  | 3  | 30,02 | 1,78     | 0,1974  | ns   |
| Bioinsumo*Variedad | 31,34  | 3  | 10,45 | 0,62     | 0,6142  | ns   |
| Error              | 236,26 | 14 | 16,88 |          |         |      |
| Total              | 402,46 | 23 |       |          |         |      |

xx p < 0,01; ns p > 0,05

El análisis de varianza (ANVA), diámetro de follaje por planta con la aplicación de bioinsumos con un coeficiente de variación de 12.51 %, indicando que los datos del análisis estadístico son confiables por encontrarse en los rangos permisibles de variabilidad.

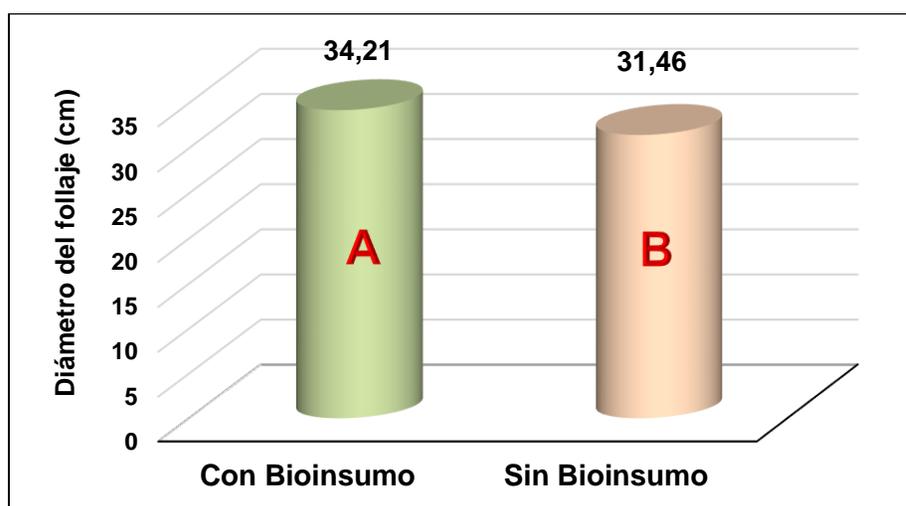
El análisis de varianza indica que los bioinsumos tiene un efecto significativo en la respuesta. El p-valor muy bajo sugiere que hay altas diferencias significativas entre al menos dos niveles de bioinsumos. En cuanto a las variedades de papa nativa, el resultado del análisis de varianza la variedad no tiene un efecto significativo en la respuesta, ya que el p-valor es alto (mayor a 0.05). El resultado de la interacción de los dos factores (Bioinsumo\*Variedad), el análisis de varianza, indica que las interacciones entre "Bioinsumo" y "Variedad" no es significativa (p-valor > 0.05).

En la figura 21, el análisis de Duncan al 5% de significancia para el diámetro de follaje muestra lo siguiente: Las plantas con bioinsumo tienen un diámetro promedio de follaje de 34.21 cm, denotado con la letra "A". Y las plantas sin bioinsumo tienen un diámetro promedio de follaje de 31.46 cm, denotado con la letra B. La asignación de las letras "A" y "B" indica que existe una diferencia estadísticamente significativa en el diámetro promedio del follaje entre las plantas con bioinsumo y las plantas sin bioinsumo.

Los bioinsumos Tricobal-L, EnergyTop, Vigortop Plus, Bio Max y Bacterial Mix influyen positivamente en el diámetro del follaje de las plantas de papa al mejorar diversos aspectos

del crecimiento de las plantas. **Tricobal-L:** mejora la salud general y la disponibilidad de nutrientes, lo que puede resultar en hojas más grandes y robustas. **EnergyTop:** optimiza la eficiencia fotosintética, lo que favorece un crecimiento más vigoroso del follaje y puede llevar a un diámetro mayor de las hojas. **Vigortop Plus:** fortalece las plantas y aumenta su resistencia, contribuyendo a un crecimiento más saludable y un follaje más denso. **Bio Max:** asegura una mejor absorción de nutrientes y mejora la salud del suelo, lo que permite un desarrollo óptimo de las hojas. **Bacterial Mix:** al mejorar la estructura del suelo y la disponibilidad de nutrientes, favorece un follaje más amplio y saludable.

Según Chirino (2018) el mayor ancho de follaje fue con el tratamiento Vigortop (28.6 cm), como en la que no se aplicó este bioinsumo (21.3 cm).

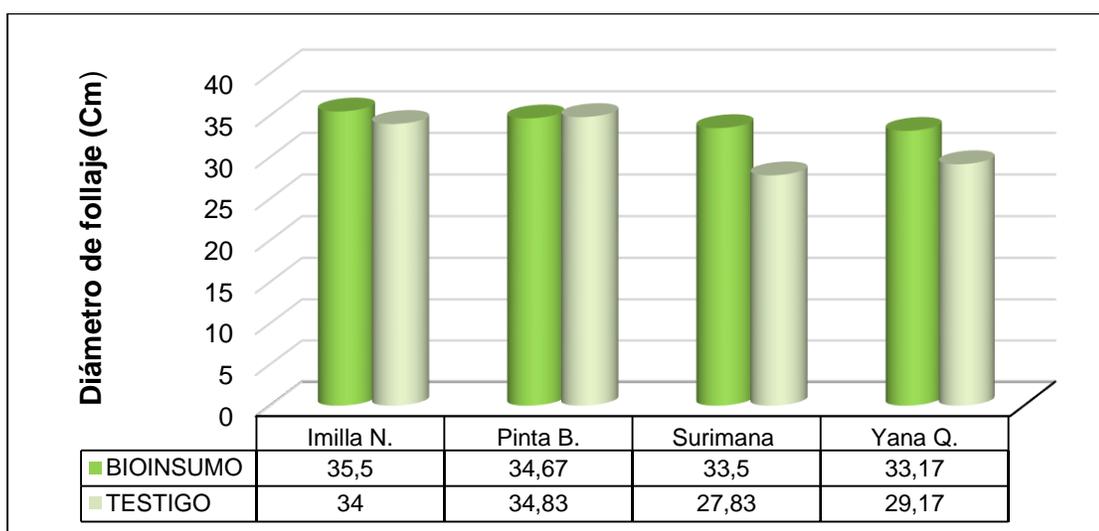


**Figura 21. Comparación de medias del diámetro del follaje entre con bioinsumo y sin bioinsumos**

En la figura 22, se puede apreciar que la variedad Imilla Negra con bioinsumos consiguió mayor desarrollo foliar por planta con 35,5 cm. La variedad Pinta Boca obtuvo un desarrollo foliar de 34,83 cm. La variedad Pinta Boca sin bioinsumos tiene un desarrollo foliar de 34,67 cm. La variedad Imilla Negra sin bioinsumos obtuvo un desarrollo foliar de 34 cm. La variedad de Surimana con bioinsumos obtuvo un desarrollo foliar de 33,5 cm. La variedad Yana Q'ollo con bioinsumos obtuvo un desarrollo foliar de 33,17 cm. La variedad Yana Q'ollo sin bioinsumos obtuvo un desarrollo foliar de 29,17 cm. posteriormente la variedad Surimana tuvo menor número de desarrollo foliar con 27,33 cm.

La comparación del ancho de follaje entre las variedades tratadas con bioinsumos y las que no los recibieron puede proporcionar información sobre la influencia de estos insumos en el desarrollo foliar. La observación de diferencias en el ancho de follaje en respuesta a la aplicación de bioinsumos podría indicar su impacto en la expansión de la superficie foliar.

Según Chirino, (2018) las variedades tratadas con Vigortop registraron mayor ancho de follaje en comparación con las variedades en las que no se aplicó Vigortop. Las variedades Lucky y Yurima tuvieron el mayor ancho de follaje con el tratamiento “Con Vigortop” (28.6 cm), lo que demuestra que estas variedades asimilaron mejor el Vigortop. La variedad Ajahuri fue la que registro el menor ancho de follaje tanto en el tratamiento con Vigortop (24.4 cm), como en la que no se aplicó este bioinsumo (21.3 cm).



**Figura 22. Desarrollo foliar de cuatro variedades de papas nativas por efecto de bioinsumo y sin bioinsumos**

#### 4.5. Número de Tallos (NT)

El análisis de varianza (ANVA), para esta característica agronómica obtuvo los siguientes resultados que indica el efecto de los factores sobre número de tallos.

**Cuadro 7. Análisis de varianza (ANVA), número de tallos de cuatro variedades de papa nativa con aplicación de bioinsumos**

| F.V.               | SC    | GI | CM   | F     | p-valor | SIG. |
|--------------------|-------|----|------|-------|---------|------|
| Bioinsumo          | 1,76  | 1  | 1,76 | 84,37 | 0,0027  | *    |
| Bloque>(Bioinsumo) | 0,06  | 3  | 0,02 | 0,02  | 0,9952  | ns   |
| Variedad           | 9,88  | 3  | 3,29 | 3,57  | 0,0416  | *    |
| Bioinsumo*Variedad | 8,42  | 3  | 2,81 | 3,05  | 0,0638  | ns   |
| Error              | 12,9  | 14 | 0,92 |       |         |      |
| Total              | 48,37 | 23 |      |       |         |      |

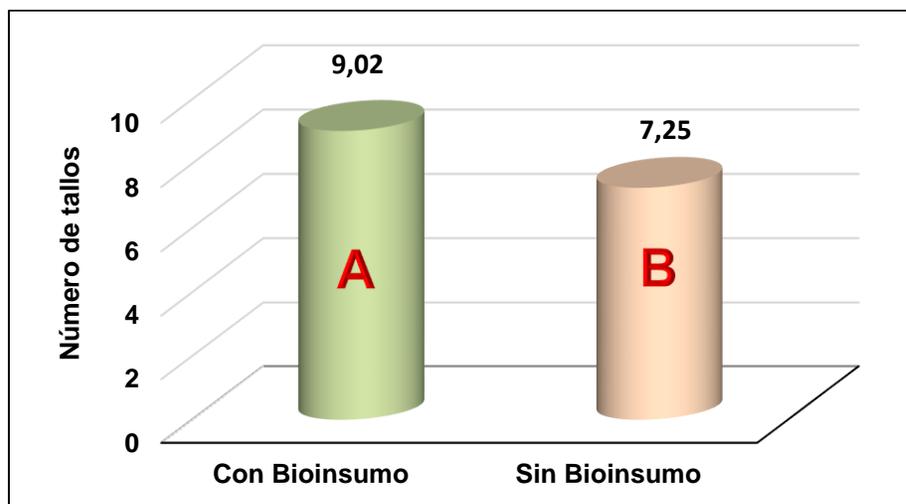
\*  $p < 0,05$ ; ns  $p > 0,05$

El análisis de varianza (ANVA), número de tallos con la aplicación de bioinsumos con un coeficiente de variación es de 11,80 %, indica que los datos del análisis estadístico son confiables por encontrarse en los rangos permisibles de variabilidad.

El resultado de los bioinsumos (factor A), el análisis de varianza indica que el bioinsumo tiene un efecto significativo en la respuesta. El p-valor bajo sugiere que hay diferencias significativas entre al menos dos niveles del bioinsumo. En cuanto a las variedades (factor B), el resultado del análisis de varianza son significativa (\*), esto indica que las variedades muestran diferencias en número de tallos por planta, a un nivel de 5% de probabilidad, por lo tanto, se realizó la prueba de Duncan para determinar entre que variedades que existen diferencias. El resultado de la interacción de los dos factores (Bioinsumo \* Variedad), el análisis de varianza, indica que no hay diferencias significativas (ns), entonces la acción conjunta factor A y factor B (Bioinsumo \* Variedad), no muestra diferencias en número tallos, por lo tanto, son variables independientes.

En la figura 23, La prueba de Duncan al 5% de significancia ha revelado diferencias significativas en el número promedio de tallos entre las plantas tratadas con y sin bioinsumo. Con bioinsumo: Las plantas tienen un número promedio de tallos de 9.02, denotado con la letra A por la prueba de Duncan. Sin bioinsumo: Las plantas tienen un número promedio de tallos de 7.25, denotado con la letra B por la prueba de Duncan.

La aplicación de bioinsumos en el cultivo de papa no mostró una diferencia significativa en el número de tallos. Las plantas tratadas con bioinsumos tuvieron un promedio de 9,02 tallos, mientras que las plantas no tratadas produjeron un promedio de 7,25 tallos. Los cinco bioinsumos utilizados —Tricobal-L, EnergyTop, Vigortop Plus, Bio Max y Bacterial Mix— influyen en los números de tallos de distintas maneras: **Tricobal-L:** mejora la salud de las raíces, lo que puede promover un crecimiento más equilibrado de la planta. Un sistema radicular fuerte puede soportar el desarrollo de múltiples tallos al proporcionar un buen anclaje y un acceso eficiente a los nutrientes necesarios. **EnergyTop:** incrementa la energía disponible para la planta, lo que puede fomentar el desarrollo de brotes adicionales y el crecimiento de nuevos tallos al mejorar la capacidad general de la planta para producir nuevos crecimientos. **Vigortop Plus:** fortalece la salud general de la planta, lo que puede mejorar su capacidad para soportar y desarrollar más tallos. Al mantener la planta libre de estrés y enfermedades, se facilita el crecimiento de múltiples tallos. **Bio Max:** proporciona nutrientes esenciales que son fundamentales para el crecimiento y desarrollo de la planta. Una nutrición adecuada puede estimular la producción de más tallos al asegurar que la planta tenga los recursos necesarios para desarrollar estructuras vegetativas adicionales. **Bacterial Mix:** mejora la salud del suelo y la disponibilidad de nutrientes, lo que puede apoyar un crecimiento más robusto y la formación de más tallos. Un suelo bien nutrido y equilibrado puede fomentar la ramificación y el desarrollo de nuevos tallos.



**Figura 23. Comparación de medias de número de tallos entre con bioinsumo y sin bioinsumo**

En la figura 24, se observa La prueba de Duncan al 5% de significancia ha asignado letras (A y B) a las variedades en función de sus medias: Pinta Boca tiene una media de 8.83 y se le asigna la letra A. Imilla Negra tiene una media de 8.38 y se le asigna las letras A y B. Yana Q'ollo tiene una media de 8.08 y se le asigna las letras A y B. Y Surimana tiene una media de 7.25 y se le asigna la letra B.

Las variedades Pinta Boca, Imilla Negra y Yana Q'ollo tienen medias cercanas entre sí y, según la prueba de Duncan, no difieren estadísticamente significativamente unas de otras. Por lo tanto, estas tres variedades forman un grupo homogéneo designado con la letra A. La variedad Surimana, por otro lado, tiene una media significativamente más baja (7.25) en comparación con las otras tres variedades. Según la prueba de Duncan, esta variedad es estadísticamente diferente de las variedades del grupo A y, por lo tanto, se le asigna la letra B.

El número de tallos por planta varía entre 2 y 7, dependiendo de las variedades que producen menos o más tallos, con un promedio de 3.2 tallos por planta y un coeficiente de variación del 37.5%. Esto indica que hay diferencias en la cantidad de tallos entre las distintas variedades, debido a las características específicas de cada especie. (Mamani, 2009)

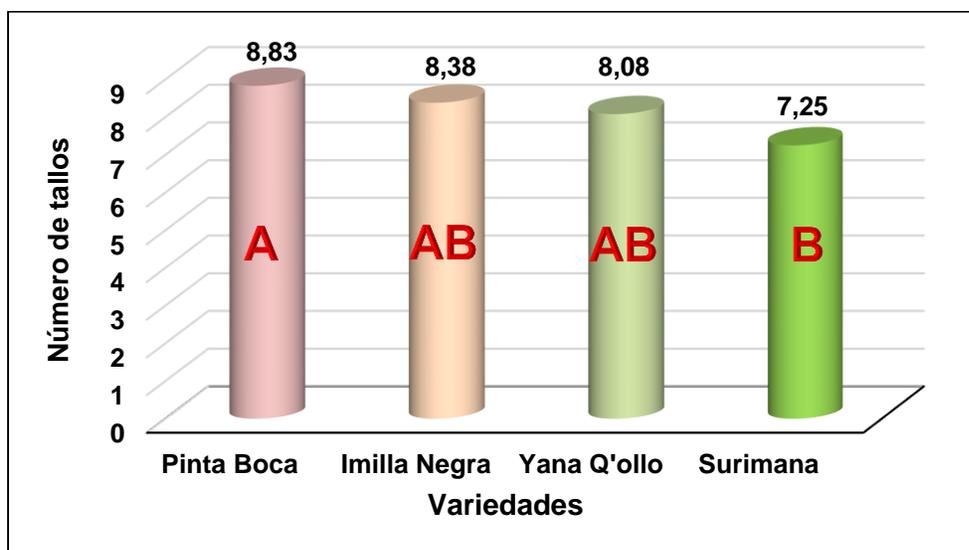


Figura 24. Comparación de medias de número de tallos de cuatro variedades de papa en la comunidad San José de Tiahuanacu

En la figura 25, se observa que la variedad Imilla Negra con bioinsumo presenta el mayor número de tallos por planta, con un promedio de 9,92 tallos. Le sigue la variedad Yana Q'ollo con bioinsumo, que alcanzó 9,33 tallos por planta. La variedad Pinta Boca con bioinsumo obtuvo 9,17 unidades, mientras que la misma variedad sin bioinsumo tuvo 8,5 tallos por planta. La variedad Surimana con bioinsumo mostró 7,67 unidades, en comparación con los 6,83 tallos por planta de la variedad Imilla Negra sin bioinsumo y la variedad Surimana sin bioinsumo. Finalmente, la variedad Yana Q'ollo sin bioinsumo registró el menor número de tallos, con 6,83 unidades. Estos resultados indican que hay variaciones en el número de tallos por planta entre las diferentes variedades de papa.

Observamos que la variedad Imilla Negra con bioinsumo tuvo el mayor número de tallos por planta, con 9,92 unidades, seguida de cerca por la variedad Yana Q'ollo con bioinsumo, que tuvo 9,33 unidades. Esto sugiere un alto potencial de desarrollo de tallos para estas variedades. En contraste, las variedades que no recibieron bioinsumos, como Pinta Boca e Imilla Negra, mostraron una disminución en el número de tallos en comparación con las que sí los recibieron. Por ejemplo, Pinta Boca sin bioinsumos tuvo 8,5 unidades, frente a 9,17 unidades con bioinsumos, indicando que los bioinsumos podrían mejorar el desarrollo de tallos en ciertos casos. Además, la variedad Surimana, tanto con como sin bioinsumos, produjo menos tallos que Imilla Negra y Yana Q'ollo, lo que sugiere que la variedad de papa tiene una influencia significativa en el número de tallos producidos, independientemente de la aplicación de bioinsumos.

La comparación del número de tallos entre las variedades tratadas con bioinsumos y las que no los recibieron, puede proporcionar información sobre la eficacia de estos insumos en el desarrollo de la planta. La disminución o aumento en el número de tallos en respuesta a la aplicación de bioinsumos podría indicar su impacto en el crecimiento vegetativo, ya que los bioinsumos contienen microorganismos beneficiosos, extractos de plantas, ácidos húmicos y fúlvicos, enzimas y oligoelementos.

Según Mamani (2011) señala que la comparación de medias de los bioinsumos no presentó diferencias significativas el mayor lo obtuvo Fertitrap sólido con 4,73 y el menor Fertitrap soluble 4,38 tallos por planta, el Biofert y Tricoderma con un promedio de 4,43 tallos por planta, estadísticamente los valores encontrados son similares.



**Figura 25. Número de tallos de variedades de papa nativa por efecto de bioinsumo y sin bioinsumo**

#### 4.6. Número de Botones Florales (NBF)

**Cuadro 8. El análisis de varianza (ANVA), número de botones florales de cuatro variedades de papa nativa con la aplicación de bioinsumos**

| F.V.               | SC    | GI | CM    | F     | p-valor | SIG. |
|--------------------|-------|----|-------|-------|---------|------|
| Bioinsumo          | 48,76 | 1  | 48,76 | 93,61 | 0,0023  | *    |
| Bloque>(Bioinsumo) | 1,56  | 3  | 0,52  | 0,61  | 0,6216  | ns   |
| Variedad           | 10,48 | 3  | 3,49  | 4,07  | 0,0284  | *    |
| Bioinsumo*Variedad | 7,79  | 3  | 2,6   | 3,03  | 0,0649  | ns   |
| Error              | 12,02 | 14 | 0,86  |       |         |      |
| Total              | 90,73 | 23 |       |       |         |      |

\*  $p < 0,05$  ; ns  $p > 0,05$

El análisis de varianza (ANVA), número de hojas con la aplicación de bioinsumos con un coeficiente de variación es de 10,78 %, indica que los datos del análisis estadístico son confiables por encontrarse en el rango permisible de variabilidad.

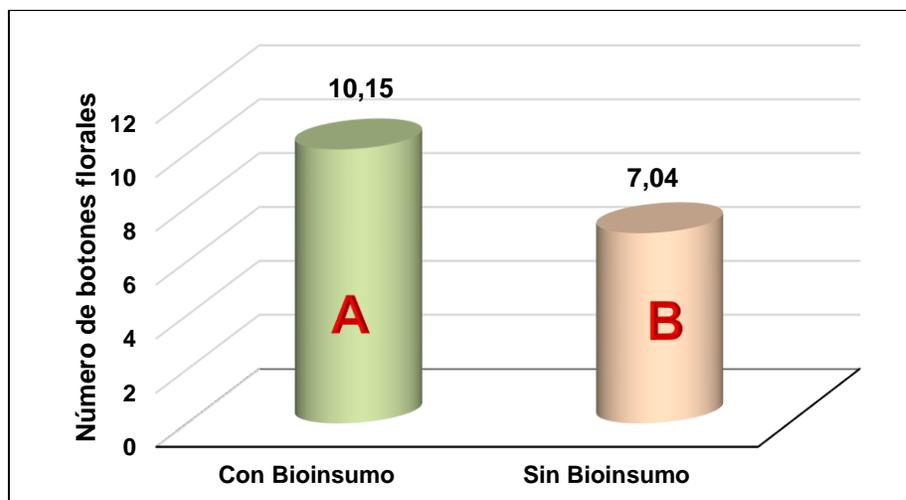
El resultado de los bioinsumos (factor A), el análisis de varianza indica que el bioinsumo tiene un efecto significativo en la respuesta. El p-valor bajo sugiere que hay diferencias significativas entre al menos dos niveles del bioinsumo. En cuanto a las variedades (factor B), el resultado del análisis de varianza la variable Variedad es significativa ( $p$ -valor = 0,0284), indicando que al menos una de las variedades tiene un efecto significativo en la

variable medida. El resultado de la interacción de los dos factores (Bioinsumo \* Variedad), el análisis de varianza, indica que no hay diferencias significativas (ns), entonces la acción conjunta factor A y factor B (Bioinsumo \* Variedad), no muestra diferencias en número de hojas, por lo tanto, son variables independientes.

En la figura 26, la prueba de Duncan se utiliza para determinar qué medias son significativamente diferentes entre sí. En este caso, la etiqueta "A" para el tratamiento con bioinsumo y "B" para el tratamiento sin bioinsumo indica que hay una diferencia significativa entre estos dos tratamientos en términos del número de botones florales. La diferencia en las medias (10,15 botones florales para con bioinsumo y 7,04 botones florales para sin bioinsumo) sugiere que el tratamiento con bioinsumo resulta en un número significativamente mayor de botones florales en comparación con el tratamiento sin bioinsumo.

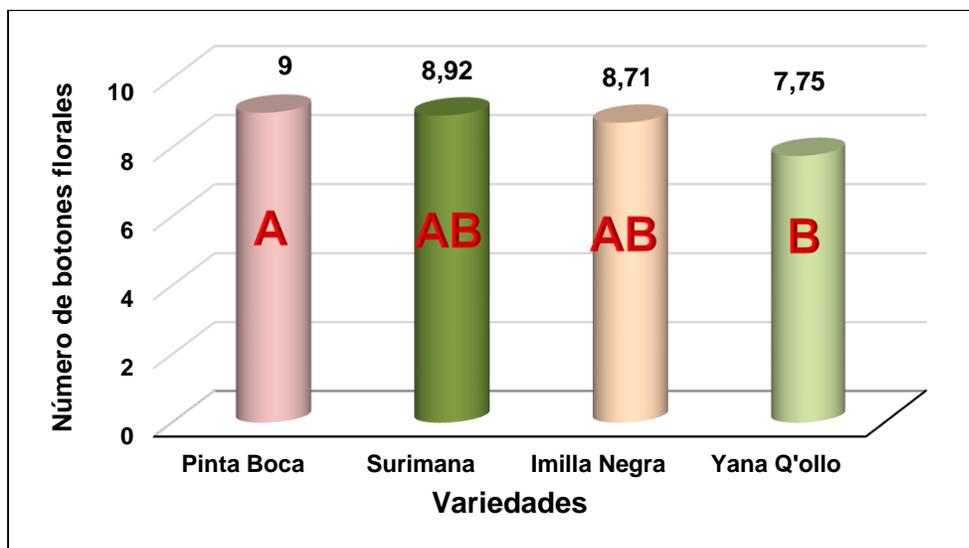
La utilización de bioinsumos en el cultivo de papa resultó en una diferencia significativa en el número de botones florales. Mientras que las plantas tratadas con bioinsumos produjeron un promedio de 10,15 botones florales, las que no recibieron estos tratamientos tuvieron un promedio de solo 7,04 botones florales. Los cinco bioinsumos aplicados como Tricobal-L, EnergyTop, Vigortop Plus, Bio Max y Bacterial Mix, contribuyen al aumento del número de flores en la papa de diversas maneras: Tricobal-L: Estimula la floración al afectar las hormonas vegetales. EnergyTop: Proporciona nutrientes esenciales y ayuda a las plantas a manejar el estrés ambiental. Vigortop Plus: Aporta fósforo, potasio y nitrógeno, esenciales para la calidad y cantidad de flores. Bio Max: Mejora la floración mediante hormonas vegetales y nutrientes clave. Bacterial Mix: Aumenta la disponibilidad de fósforo en el suelo, optimizando la absorción de nutrientes y favoreciendo la floración.

De acuerdo Chirino (2018) señala que todas las variedades que aplicaron Vigortop tuvieron más botones florales, excepto la variedad Yurima que mostró más botones florales en el tratamiento "Sin Vigortop".



**Figura 26. Comparación de medias sobre número de botones florales entre con bioinsumo y sin bioinsumo**

En la figura 27, se observa la prueba de Duncan al 5 %, el efecto especificativo de las cuatro variedades de papa nativa, la variedad Pinta Boca tuvo un mayor número de botones flores con un promedio de 9 unidades, seguido de la variedad Surimana que tuvo un promedio de flores 8,92 unidades, la variedad Imilla Negra tuvo un promedio de 8,71 unidades. La variedad Yana Q'ollo que tuvo menor número de flores con 7,75 unidades. Entonces las variedades Pinta Boca, Surimana e Imilla Negra, estas tres variedades tienen etiqueta "A", lo que indica que no hay diferencias significativas entre ellas en cuanto al número de botones florales. Esto sugiere que estas variedades podrían ser igualmente efectivas en términos de número de flores. Sin embargo, la variedad Yana Q'ollo tiene etiqueta "B", lo que significa que difiere significativamente de las variedades del grupo A en cuanto al número de botones florales. Yana Q'ollo tiene una media más baja de botones florales en comparación con Pinta Boca, Surimana e Imilla Negra.

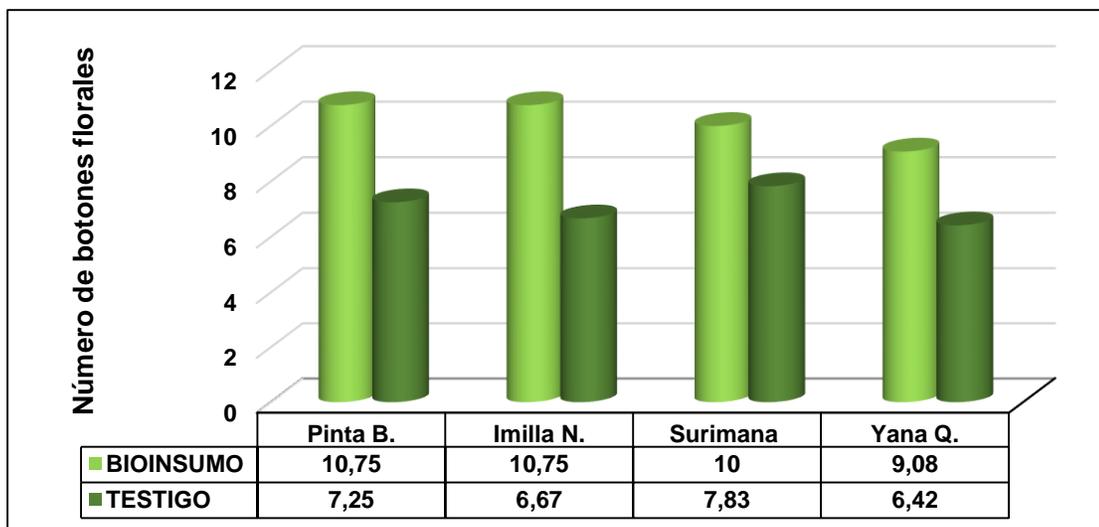


**Figura 27. Comparación de medias de número de botones florales de cuatro variedades de papa en la comunidad San José de Tiahuanacu**

En la figura 28, se puede evidenciar que el promedio de las cuatro variedades, la variedad Pinta Boca con bioinsumo obtuvo mayor número de botones florales 10,75 unidades, la Variedad Imilla Negra con bioinsumo obtuvo un número de botones florales de 10,75 unidades, la variedad Surimana con bioinsumo obtuvo un numero de botones florales de 10 unidades, la variedad Yana Q'ollo con bioinsumo obtuvo un numero de 9,08 unidades, la variedad Surimana. sin bioinsumo obtuvo 7,83 unidades de botones florales, la variedad Pinta Boca sin bioinsumo obtuvo un número de 7,25 botones florales, la variedad Imilla Negra sin bioinsumo obtuvo un numero de botones florales de 6,67 unidades, y la variedad Yana Q'ollo sin bioinsumo tiene menor número de botones florales con 6,42 unidades.

Los bioinsumos parecen tener un efecto positivo en la formación de botones florales en la mayoría de las variedades de papas estudiadas. Aplicando bioinsumos aumenta la floración de las plantas de papas nativas además ya que ayuda al crecimiento, mejora la salud del suelo y aumenta su resistencia a enfermedades y estrés, todo lo cual promueve una floración más vigorosa y saludable.

Aunque en general las variedades de papas parecen beneficiarse de la aplicación de bioinsumos en términos de producción de botones florales, hay una variabilidad notable entre las diferentes variedades. Algunas variedades, como Surimana y Yana Q'ollo, muestran un aumento más pronunciado en el número de botones florales con la aplicación de bioinsumos, mientras que otras, como Pinta Boca he Imilla Negra, ya tienen un alto número de botones florales independientemente de la aplicación de bioinsumos.



**Figura 28. Número de botones florales de variedades de papa nativa con bioinsumo y sin Bioinsumos**

#### 4.7. Número de tubérculos por planta (NTP)

El análisis de varianza (ANVA), para esta característica agronómica obtuvo los siguientes resultados que indica el efecto de los factores sobre número de tubérculos por planta.

**Cuadro 9. Análisis de varianza (ANVA), número de tubérculos por planta**

| F.V.               | SC     | GI | CM    | F     | p-valor | SIG. |
|--------------------|--------|----|-------|-------|---------|------|
| Bioinsumo          | 35,07  | 1  | 35,07 | 20,78 | 0,0198  | *    |
| Bloque>(Bioinsumo) | 5,06   | 3  | 1,69  | 0,25  | 0,8598  | ns   |
| Variedad           | 55,75  | 3  | 18,58 | 2,76  | 0,0816  | ns   |
| Bioinsumo*Variedad | 40,23  | 3  | 13,41 | 1,99  | 0,162   | ns   |
| Error              | 94,4   | 14 | 6,74  |       |         |      |
| Total              | 167,62 | 23 |       |       |         |      |

\*  $p < 0,05$  ; ns  $p > 0,05$

El análisis de varianza (ANVA), número de tubérculos por planta con la aplicación bioinsumos con un coeficiente de variación de 25,21 %, indicando que los datos del análisis estadístico son confiables por encontrarse en los rangos permisibles de variabilidad.

Para el factor de bioinsumos la diferencia fue significativa, lo que expresa que los bioinsumos aplicados hay una diferencia significativa en la variable bioinsumo. El valor p (0,0198) es menor que un nivel de significancia comúnmente utilizado, 0,05. En cambio,

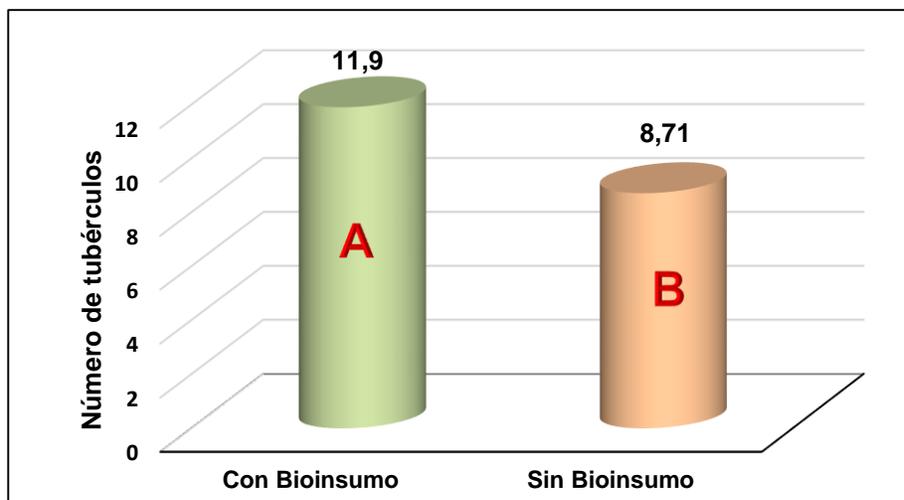
para el factor "Variedad" Aunque el valor  $p$  (0,0816) es mayor que 0,05, la variable Variedad podría sugerir alguna tendencia o efecto, pero no es estadísticamente significativa a un nivel convencional. El resultado de la interacción de los dos factores entre "Bioinsumo" y "Variedad", el análisis de varianza indica que la interacción entre Bioinsumo y Variedad no es estadísticamente significativa, ya que el valor  $p$  (0,162) es mayor que 0,05.

En la figura 29, se muestra que la prueba de Duncan se emplea para identificar cuáles medias son significativamente diferentes. En este caso, la etiqueta "A" representa el tratamiento con bioinsumo y "B" el tratamiento sin bioinsumo, indicando una diferencia significativa entre ambos en cuanto al número de tubérculos. La media de tubérculos con bioinsumo es de 11,9 tubérculos, mientras que sin bioinsumo es de 8,71 tubérculos, lo que sugiere que el tratamiento con bioinsumo produce un número de tubérculos considerablemente mayor en comparación con el tratamiento sin bioinsumo.

La aplicación de bioinsumos en el cultivo de papa no mostró una diferencia significativa en el número de tubérculos producidos. Los cinco bioinsumos utilizados —Tricobal-L, EnergyTop, Vigortop Plus, Bio Max y Bacterial Mix— influyen en la producción de tubérculos de distintas maneras: **Tricobal-L:** Refuerza las raíces, optimiza la absorción de nutrientes y ayuda a las plantas a manejar el estrés ambiental, mejorando así la producción de tubérculos. **EnergyTop:** Usa bioestimulantes para promover el desarrollo de tubérculos, proporciona nutrientes esenciales y mejora la salud general de la planta, resultando en tubérculos de alta calidad. **Vigortop Plus:** Estimula la formación de tubérculos con compuestos específicos y aporta nutrientes clave, contribuyendo a una mayor cantidad y calidad de los tubérculos. **Bio Max:** Ofrece nutrientes esenciales y mejora la salud de la planta, promoviendo una producción de tubérculos más eficiente y de mejor calidad. **Bacterial Mix:** Mejora la salud del suelo y facilita la absorción de nutrientes como el fósforo, reduciendo el estrés ambiental y favoreciendo un desarrollo más eficiente de los tubérculos.

Las plantas tratadas con bioinsumos tuvieron un promedio de 11,9 tubérculos, mientras que las plantas no tratadas produjeron un promedio de 8,71 tubérculos.

Según Siñani (2013), las variedades tratadas con bioinsumos produjeron un promedio de 9,45 tubérculos por planta, mientras que las que no recibieron aplicación obtuvieron solo 8,23 tubérculos por planta. El biofertilizante Phostop demostró ser el más efectivo en cuanto a tuberización, superando a los otros bioinoculantes evaluados.

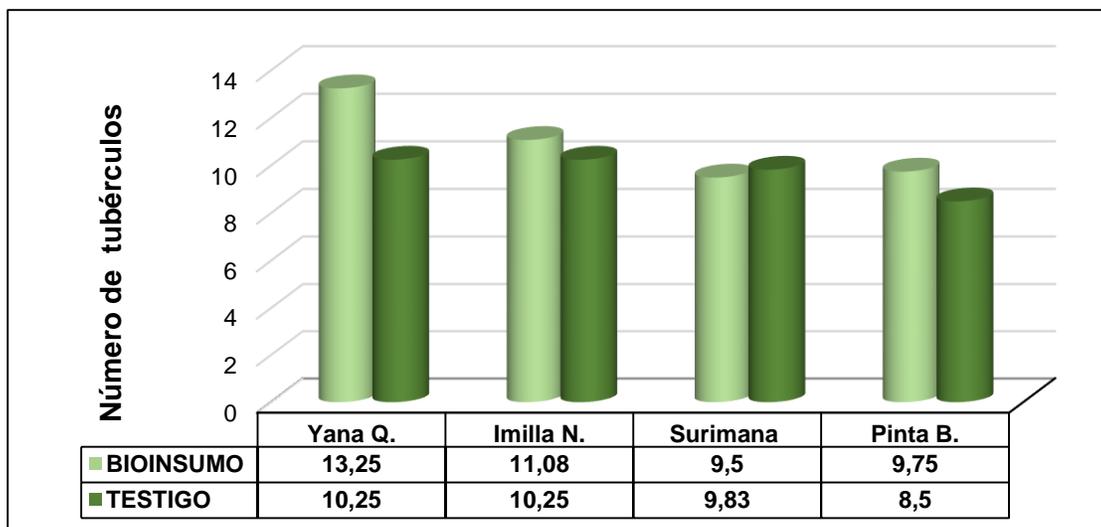


**Figura 29. Comparación de medias del número de tubérculos entre con bioinsumo y sin bioinsumo**

En la figura 30, se puede evidenciar que el promedio de las cuatro variedades, la variedad Yana Q'ollo con bioinsumo obtuvo mayor rendimiento con 13,25 tubérculos, la Variedad Imilla Negra con bioinsumo obtuvo un rendimiento de 11,08 tubérculos, la variedad Imilla Negra sin bioinsumo obtuvo un rendimiento de 10,25 tubérculos, la variedad Yana Q'ollo sin bioinsumo obtuvo un rendimiento de 10,25 tubérculos, la variedad Surimana sin bioinsumo obtuvo un rendimiento de 9.83 tubérculos, la variedad Pinta Boca con bioinsumo obtuvo un rendimiento de 9,75 tubérculos, la variedad Surimana con bioinsumo obtuvo un rendimiento de 9,5 tubérculos, y la variedad Pinta Boca sin bioinsumo tiene menor rendimiento con 8,5 tubérculos.

Los bioinsumos desempeñaron un papel crucial en el aumento del rendimiento de los cultivos al proporcionar nutrientes, promover la salud del suelo y estimular el crecimiento de las plantas. La combinación de la variedad Yana Q'ollo con el bioinsumo pudo haber aprovechado estas ventajas para lograr un superior de tubérculos en comparación con otras variedades y condiciones de cultivo.

De acuerdo Mamani (2011) señala que los promedios en el número de tubérculos por planta que van desde 11,75 a 12,97 estadísticamente son iguales.



**Figura 30. Promedio de número de tubérculos por planta de las variedades con y sin bioinsumos**

#### 4.8. Días a la Madurez (DMA)

El análisis de varianza (ANVA), para esta característica agronómica obtuvo los siguientes resultados que indica el efecto de los bioinsumos sobre días a la madurez.

**Cuadro 10. Análisis de varianza (ANVA), días a la madurez.**

| F.V.               | SC      | Gl | CM      | F       | p-valor | SIG |
|--------------------|---------|----|---------|---------|---------|-----|
| Bioinsumo          | 0,38    | 1  | 0,38    | 2,43    | 0,2169  | ns  |
| Bloque>(Bioinsumo) | 0,47    | 3  | 0,16    | 0,38    | 0,7709  | ns  |
| Variedad           | 7073,81 | 3  | 2357,94 | 5643,93 | <0,0001 | **  |
| Bioinsumo*Variedad | 0,26    | 3  | 0,09    | 0,21    | 0,8893  | ns  |
| Error              | 5,85    | 14 | 0,42    |         |         |     |
| Total              | 7080,75 | 23 |         |         |         |     |

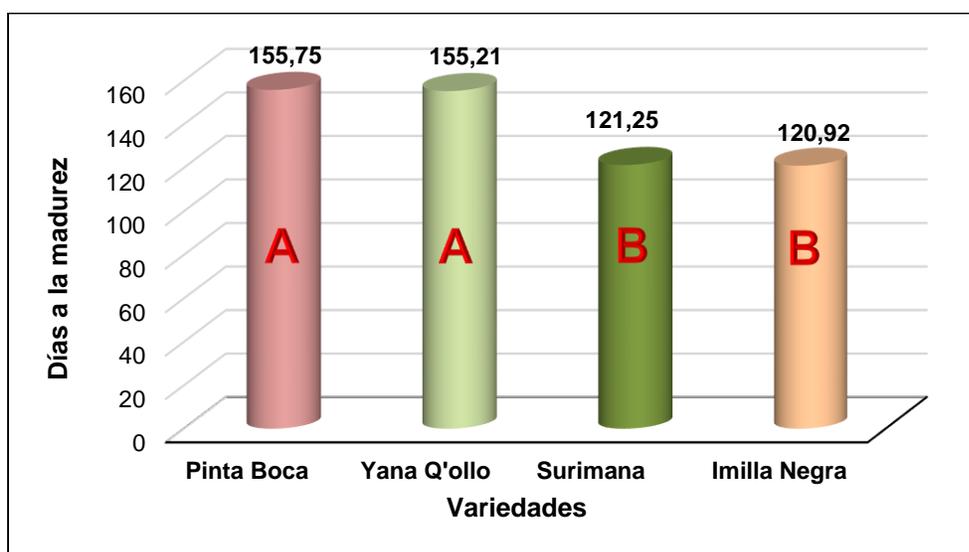
$x \times p < 0,01$ ; ns  $p > 0,05$

El análisis de varianza (ANVA), número de tubérculos por planta con la aplicación de bioinsumos con un coeficiente de variación de 0,47 %, indicando que los datos del análisis estadístico son confiables por encontrarse en los rangos permisibles de variabilidad.

En el factor (A), el efecto de "Bioinsumo" no es significativa en este modelo, ya que el p-valor es mayor que el nivel de significancia típicamente utilizado (0,05). En el factor (B), el efecto de "Variedad" es altamente significativa, ya que el p-valor es muy pequeño (<0,0001).

En la figura 31, se observa la prueba de Duncan al 5 %, el efecto especificativo de las cuatro variedades papa nativa, la variedad Pinta Boca llego a madurar en 155,75 días, seguido de la variedad Yana Q'ollo que maduro en 155,21 días. La variedad Surimana maduro en 121,25 días, y la variedad Pinta Boca llego a madurar en 120,92 días. Las variedades Pinta Boca y Yana Q'ollo tienen etiqueta "A", lo que indica que no hay diferencias significativas en los días de maduración entre ellas. Esto sugiere que ambas variedades pueden ser similares en cuanto a la duración. Las variedades Surimana e Imilla Negra tienen etiqueta "B", indica que no difieren significativamente entre sí en términos de días de maduración. Sin embargo, estas dos variedades difieren significativamente de las variedades en el grupo A.

En general el periodo vegetativo de las papas dulces es de 160 a 175 días mientras que en las papas amargas es de 170 a 180 días (Terrazas 2005).



**Figura 31. Comparación de medias de días a la madurez de cuatro variedades de papa en la comunidad San José de Tiahuanacu**

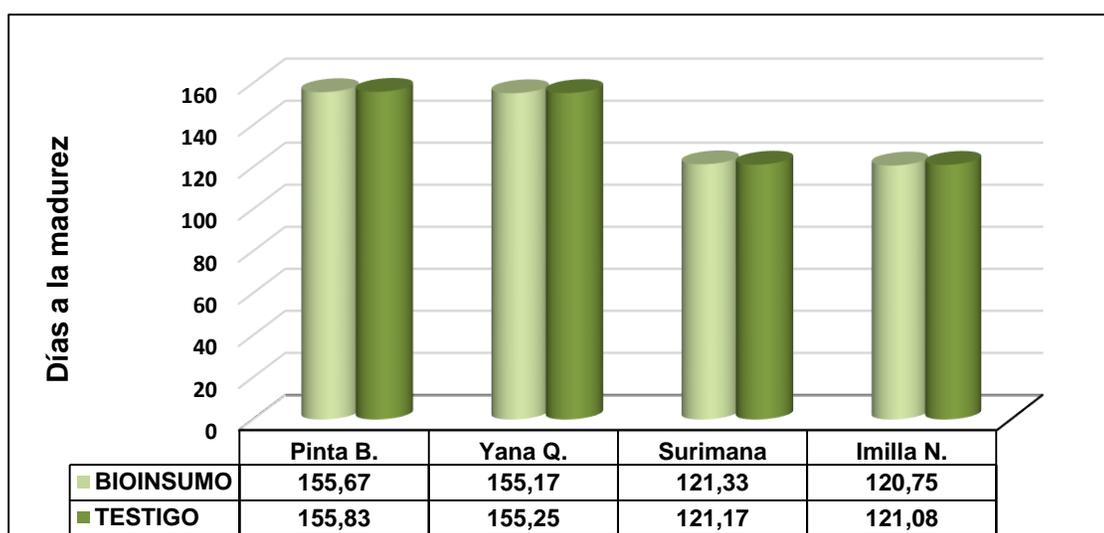
En la figura 32, se puede evidenciar que el promedio de las cuatro variedades, la variedad Pinta Boca sin bioinsumo obtuvo una madurez de 155,83 días, la Variedad Pinta Boca con bioinsumo llegó a su madurez en 155,67 días, la variedad Yana Q'ollo sin bioinsumo llegó a su madurez en 155,25 días, la variedad Yana Q'ollo con bioinsumo maduro 155,17 días, la variedad Surimana con bioinsumo llegó a su madurez en 121,33 días, la variedad Surimana sin bioinsumo maduro en 121,17 días, la variedad Imilla Negra con bioinsumo

llego a su madurez en 120,75 días, y la variedad Imilla Negra sin bioinsumo llego a su madurez en 121,08 días.

Los datos muestran que, en algunas variedades, como Surimana y Pinta Boca, con el uso de bioinsumos parece haber acelerado el tiempo necesario para alcanzar la madurez. Por ejemplo, la variedad Surimana con bioinsumo maduró en 121,33 días, mientras que sin bioinsumo maduró en 121,17 días. Esto sugiere que los bioinsumos tienen un efecto positivo en la rapidez con la que las plantas alcanzan la madurez.

Se observa cierta variabilidad en la respuesta de las diferentes variedades al uso de bioinsumos. Mientras que la variedad Surimana muestra una ligera aceleración en el tiempo de maduración con bioinsumo, la variedad Imilla Negra parece madurar más rápidamente con bioinsumo en comparación con el testigo. Esto sugiere que la efectividad de los bioinsumos puede depender de la genética de la planta y otros factores específicos del cultivo.

Estrada (2009), asevera que ésta etapa ocurre aproximadamente a los 135 a 145 días después de la emergencia, se caracteriza por el cambio de color de las hojas, la piel de los tubérculos se encuentra bien adherida y no se desprende a una simple fricción de los dedos. En esta fase los tubérculos se encuentran maduros y ocurre la senescencia y abscisión de la parte aérea indicando así inicio de la cosecha.



**Figura 32. Días a la madurez de las cuatro variedades con bioinsumo y sin bioinsumos**

#### 4.9. Rendimiento (R)

**Cuadro 11. Análisis de varianza (ANVA), rendimiento de las variedades de papa nativa.**

| F.V.                | SC    | gl | CM    | F     | p-valor | SIG. |
|---------------------|-------|----|-------|-------|---------|------|
| Bioinsumo           | 73,81 | 1  | 73,81 | 11,31 | 0,0436  | *    |
| Bloque>(Bioinsumo ) | 19,58 | 3  | 6,53  | 1,3   | 0,3144  | ns   |
| Variedad            | 12,77 | 3  | 4,26  | 0,85  | 0,4914  | ns   |
| Bioinsumo*Variedad  | 25,19 | 3  | 8,4   | 1,67  | 0,2192  | ns   |
| Error               | 70,47 | 14 | 5,03  |       |         |      |
| Total               | 410,7 | 23 |       |       |         |      |

\* p <0,05 ; ns p >0,05

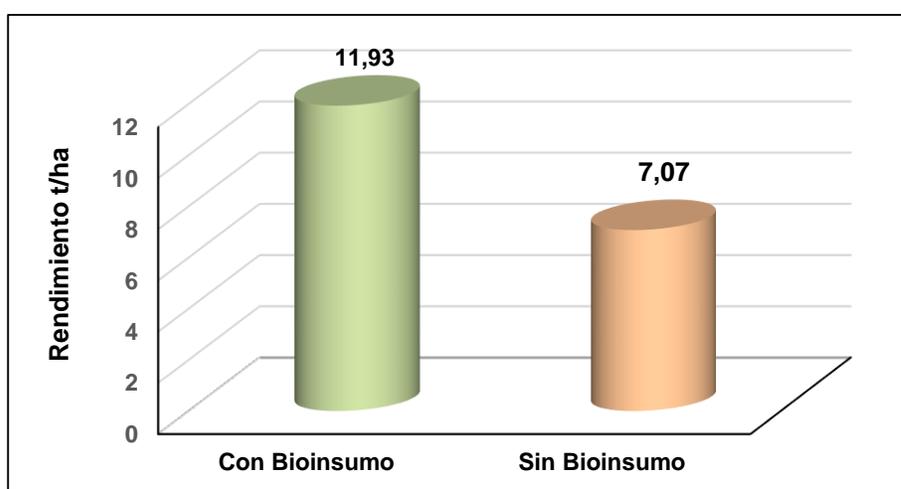
El análisis de varianza (ANVA), rendimiento de las variedades de papa con la aplicación de bioinsumos, Con un coeficiente de variación de 26,39 %, %, indicando que los datos del análisis estadístico son confiables por encontrarse en los rangos permisibles de variabilidad.

El resultado de los bioinsumos (Factor A), Esta fila indica la variación debida al factor "Bioinsumo". Parece haber un valor F de 11,31 con un valor p de 0,0436 lo que sugiere que el efecto del bioinsumo es significativo en este modelo. En cuanto a las variedades papa nativa (factor B). Esta fila indica la variación debida al factor "Variedad". El valor F es 0.85 con un valor p de 0.4914, lo que sugiere que el efecto de la variedad no es significativo en este modelo. El resultado de la interacción de los dos factores (Bioinsumo\* Variedad), Esta fila parece indicar la interacción entre el factor "Bloque" y el factor "Bioinsumo". El valor F es 1,67 con un valor p de 0,2192, lo que indica que esta interacción podría tener cierta influencia, aunque no es estadísticamente significativa a un nivel de significancia típico de 0.05.

En la Figura 33, se observa que la prueba de Duncan se utiliza para determinar qué medias son significativamente diferentes entre sí. En este caso, la etiqueta "A" para el tratamiento con Bioinsumo y "B" para el tratamiento sin bioinsumo indica que hay una diferencia significativa entre estos dos tratamientos en términos de rendimiento. La diferencia en las medias (11,93 t/ha para con bioinsumo y 7,07 t/ha para sin bioinsumo) sugiere que el tratamiento con bioinsumo resulta en un número significativamente mayor en el rendimiento en comparación con el tratamiento sin bioinsumo.

La aplicación de bioinsumos en el cultivo de papa no mostró una diferencia significativa en el rendimiento. Los cinco bioinsumos utilizados —Tricobal-L, EnergyTop, Vigortop Plus, Bio Max y Bacterial Mix— influyen en el rendimiento de distintas maneras: **Tricobal-L:** es un bioinsumo que optimiza la salud del suelo al incrementar la disponibilidad de nutrientes y estimular el crecimiento de las raíces. Esto facilita una mejor absorción de agua y nutrientes, lo que favorece el desarrollo de las plantas. **EnergyTop:** actúa como un bioestimulante, potenciando la fotosíntesis y la actividad metabólica de las plantas. Esta mejora en la eficiencia energética se traduce en un crecimiento más vigoroso y en un mejor desarrollo de los tubérculos. **Vigortop Plus:** se emplea para reforzar las defensas naturales de las plantas, ayudando a protegerlas contra plagas y enfermedades. Al disminuir el estrés biológico, las plantas pueden destinar más energía a su crecimiento y producción. **Bio Max:** es un fertilizante biológico que incrementa la disponibilidad de nutrientes esenciales. Al ofrecer un suministro continuo de nutrientes, favorece un desarrollo más sólido de los tubérculos, lo que se traduce en un mayor rendimiento. **Bacterial Mix:** contiene varias cepas de bacterias beneficiosas que promueven la salud del suelo y la microbiana de las raíces. Esto potencia la absorción de nutrientes y agua, además de mejorar la resistencia a enfermedades.

Mamani (2011) menciona que el mayor porcentaje en rendimiento fue reportado por Fertitrap sólido con 10,67 t/ha y el más bajo Fertitrap soluble con 9,49 t/ha. También se observa que entre Tricoderma y Biofert, Reporto un comportamiento próximo estadísticamente similares con valores de 10,37 t/ha y 9,86 t/ha.

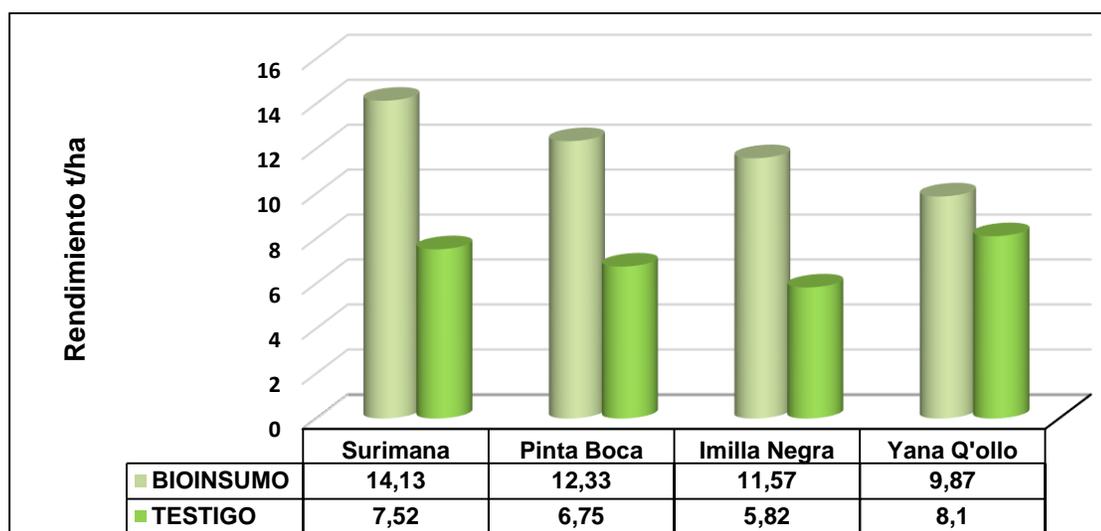


**Figura 33. Comparación de medias sobre el rendimiento t/ha entre con bioinsumos y sin bioinsumo**

En la figura 34, se puede evidenciar que el promedio de las cuatro variedades, la variedad Surimana con bioinsumo obtuvo mayor rendimiento con 14,13 t/ha, la Variedad Pinta Boca con bioinsumo obtuvo un rendimiento de 12,33 t/ha, la variedad Imilla Negra con bioinsumo obtuvo un rendimiento de 11,57 t/ha, la variedad Yana Q'ollo con bioinsumo obtuvo un rendimiento de 9,87 t/ha, la variedad Yana Q'ollo sin bioinsumo obtuvo un rendimiento de 8,1 tn/ha, la variedad Imilla Negra Sin bioinsumo obtuvo un rendimiento de 5,82 t/ha, la variedad Surimana. Sin bioinsumo obtuvo un rendimiento de 7,56 t/ha, y la variedad Pinta Boca sin bioinsumo tiene menor rendimiento con 6,75 t/ha.

Se observa una clara diferencia en el rendimiento entre las variedades que recibieron bioinsumo y aquellas que no los recibieron. En general, las variedades que se trataron con bioinsumo mostraron un rendimiento significativamente mayor en comparación con las que no recibieron tratamiento, ya que estos bioinsumo contienen microorganismos beneficiosos, extractos de plantas, ácidos húmicos y fúlvicos, enzimas y oligoelementos. Estos componentes trabajan juntos para tener mejores rendimientos en la producción de las cuatro variedades de papas nativas.

El cultivo de papa necesita una cantidad sustancial de nutrientes para lograr altos rendimientos. Sin embargo, es esencial implementar una estrategia de fertilización bien planificada para maximizar la producción, garantizar la calidad de los tubérculos y prevenir efectos nocivos en el entorno (Echeverría, 2005)



**Figura 34. Promedio de los rendimientos t/ha de las variedades con bioinsumo y sin bioinsumo**

#### 4.10. Incidencia y severidad de plagas y enfermedades del tubérculo (%)

**Cuadro 12. Análisis de varianza (ANVA), incidencia de plagas y enfermedades del tubérculo**

| F.V.               | SC      | GI | CM     | F      | p-valor | SIG |
|--------------------|---------|----|--------|--------|---------|-----|
| Bioinsumo          | 137,78  | 1  | 137,78 | 786,38 | 0,0001  | **  |
| Bloque>(Bioinsumo) | 0,53    | 3  | 0,18   | 0,01   | 0,9986  | ns  |
| Variedad           | 997,21  | 3  | 332,4  | 18,79  | <0,0001 | **  |
| Bioinsumo*Variedad | 26,8    | 3  | 8,93   | 0,5    | 0,6851  | ns  |
| Error              | 247,63  | 14 | 17,69  |        |         |     |
| Total              | 1463,56 | 23 |        |        |         |     |

x x p < 0,01 ; ns p > 0,05

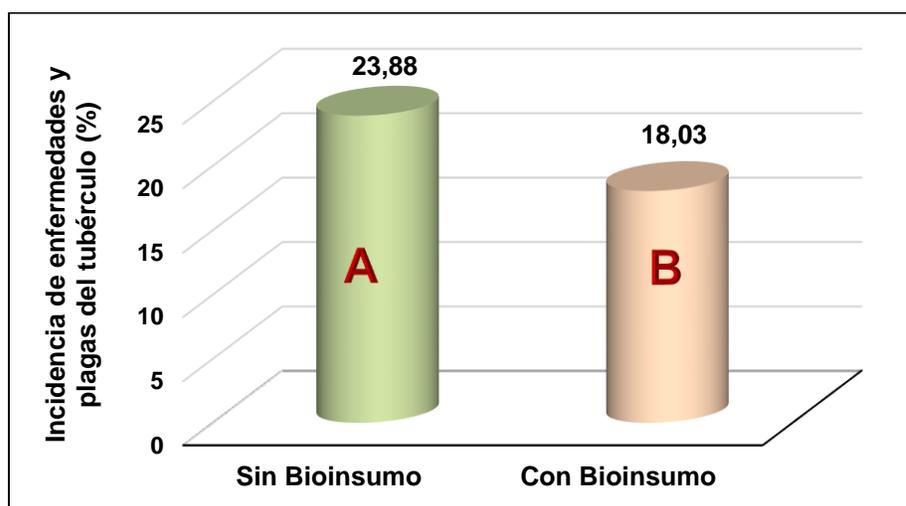
El análisis de varianza (ANVA), severidad de plagas y enfermedades de tubérculo de las variedades de papa con la aplicación de bioinsumo, con un coeficiente de variación de 20,07%, indicando que los datos del análisis estadístico son confiables por encontrarse en los rangos permisibles de variabilidad.

Los bioinsumo muestran un impacto muy significativo en la incidencia del tubérculo ( $p=0.0001$ ). Esto sugiere que diferentes tipos de bioinsumo tienen efectos distintos en la incidencia del tubérculo. En cuanto a las variedades tiene un impacto altamente significativo (\*\*) en la incidencia del tubérculo ( $p<0.0001$ ). Esto indica que las diferentes variedades los tubérculos presentan niveles diferentes de incidencia de la enfermedad. La interacción entre el tipo de bioinsumos y la variedad de tubérculo no es estadísticamente significativa en la incidencia del tubérculo ( $p=0.6851$ ). Esto sugiere que el efecto del bioinsumos en la incidencia del tubérculo no varía significativamente entre las diferentes variedades de tubérculo.

En la figura 35, según la prueba de Duncan (5%), los tratamientos se agrupan con letras para indicar diferencias significativas, el tratamiento sin bioinsumo tiene asignada la letra "A" y el tratamiento con bioinsumo tiene asignada la letra "B". La incidencia del tubérculo difiere significativamente entre el tratamiento sin bioinsumo 23,88% y el tratamiento con bioinsumo 18,03%.

La aplicación de bioinsumos en el cultivo de papa demostró una reducción significativa en la incidencia de problemas en los tubérculos. Las plantas tratadas con bioinsumos presentaron una incidencia del 18,03%, comparado con un 23,88% en las plantas no

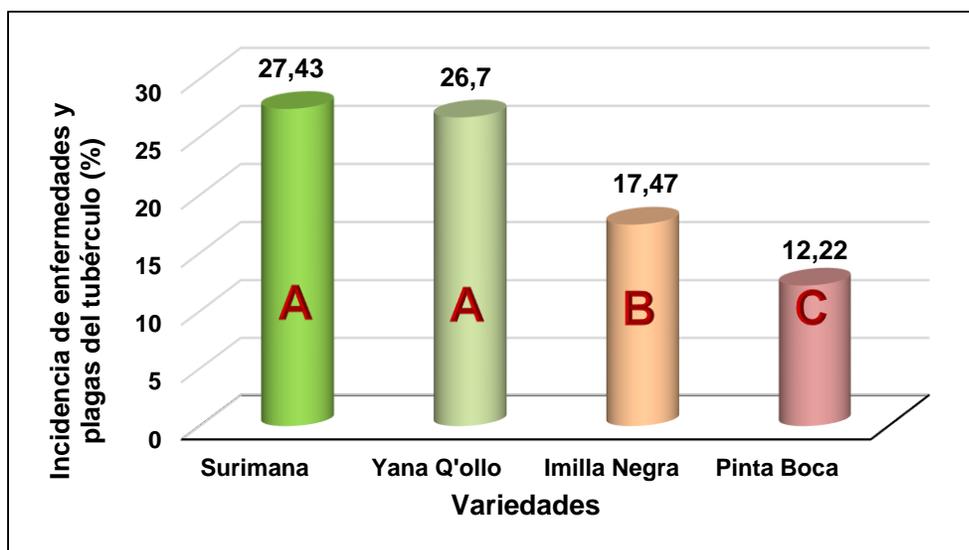
tratadas. Cada uno de los cinco bioinsumos empleados —Tricobal-L, EnergyTop, Vigortop Plus, Bio Max y Bacterial Mix— contribuye a la mejora de los tubérculos de manera específica: **Tricobal-L**: Disminuye problemas en los tubérculos al fortalecer las raíces, mejorar la absorción de nutrientes y agua, y reducir el estrés ambiental, lo que hace que los tubérculos sean menos susceptibles a enfermedades. **EnergyTop**: Minimiza problemas proporcionando bioestimulantes que promueven un crecimiento saludable y una nutrición adecuada, reduciendo el riesgo de deficiencias nutricionales. **Vigortop Plus**: Reduce problemas al estimular el desarrollo de tubérculos con compuestos específicos y nutrientes esenciales, fortaleciendo los tubérculos y mejorando su calidad. **Bio Max**: Fortalece los tubérculos al proporcionar nutrientes que fomentan un crecimiento rápido y saludable, aumentando su resistencia a enfermedades y condiciones adversas. **Bacterial Mix**: Mejora la salud del suelo, optimizando la absorción de nutrientes y la disponibilidad de elementos clave, lo que refuerza las plantas y sus tubérculos, disminuyendo problemas de salud y manejando mejor el estrés ambiental.



**Figura 35. Comparación de medias de la Incidencia de enfermedades y plagas del tubérculo entre con bioinsumo y sin bioinsumo**

En la figura 36, la prueba de Duncan, se observó un efecto característico de los cuatro cultivares de papa nativa al 5%, Surimana y Yana Q'ollo (grupo A) presentan incidencias de tubérculo similares y no difieren significativamente entre sí. Imilla Negra (Grupo B), tiene una incidencia de tubérculo significativamente menor que Surimana y Yana Q'ollo, pero similar a otras variedades dentro del grupo B. Pinta Boca (Grupo C) muestra la incidencia de tubérculo más baja y es significativamente diferente de todas las otras variedades evaluadas.

Al respecto Gandarillas y Ortuño (2009), señalan que durante el periodo de tuberización las larvas ingresan a los tubérculos, dañando el tejido, formando galerías y afectando severamente la calidad de los tubérculos.

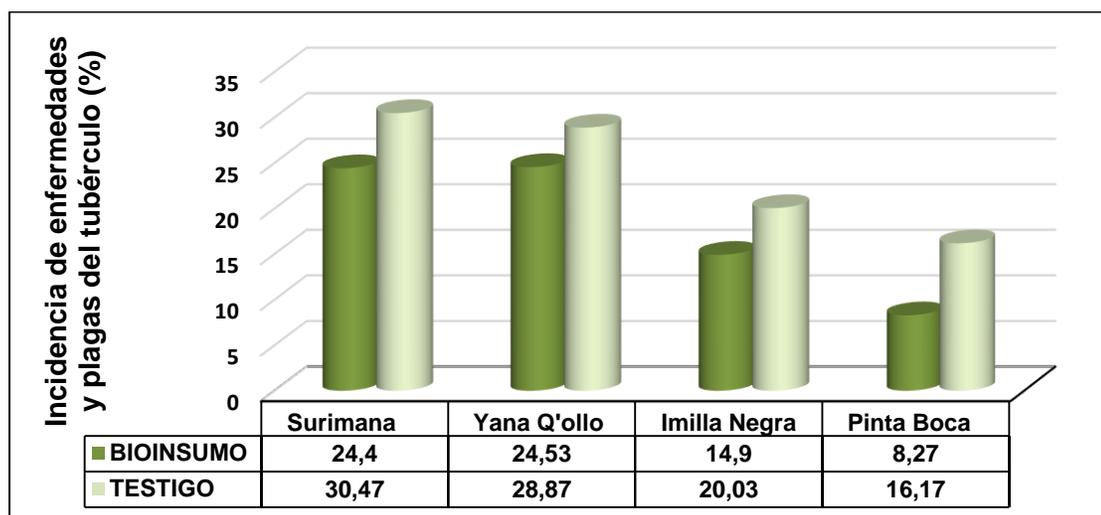


**Figura 36. Comparación de medias de la Incidencia de enfermedades y plagas de tubérculos de cuatro variedades de papa en la comunidad San José de Tiahuanacu**

En la figura 37, se puede evidenciar que el promedio de las cuatro variedades, la variedad surimana sin bioinsumo presenta la incidencia más alta de tubérculo, con una media de 30,47%. Surimana con bioinsumo la incidencia media disminuye a 24,40% con el uso de bioinsumo. Yana Q'ollo tiene una incidencia ligeramente menor que Surimana, con una media de 28,87%. Yana Q'ollo con bioinsumo la incidencia media disminuye a 24,53% con el uso de bioinsumo, Imilla Negra sin bioinsumo muestra una incidencia más baja en comparación con Surimana y Yana Q'ollo, con una media de 20,03%. Imilla Negra también experimenta una reducción en la incidencia con bioinsumo, con una media de 14,90%. Pinta Boca tiene la incidencia más baja entre las variedades sin bioinsumo, con una media de 16,17%. Pinta Boca muestra la mayor disminución en la incidencia con bioinsumo, con una media de 8,27%.

El uso de bioinsumos emerge como una estrategia prometedora para reducir la incidencia de tubérculos en diferentes variedades de cultivos, lo que puede traducirse en un mejor general en la salud de las plantas y un aumento en la productividad agrícola.

Limachi (2010), menciona que el control biológico de enfermedades en plantas constituye una estrategia que se basa en la utilización de bioinsumos, fundamentalmente bacterias y hongos, para ser empleados como enemigos naturales de patógenos causantes de infecciones.



**Figura 37. Promedio de la incidencia de enfermedades y plagas de las cuatro variedades con y sin bioinsumos**

**Cuadro 13. Análisis de varianza (ANVA), Severidad de plagas y enfermedades del tubérculo.**

| F.V.               | SC     | GI | CM     | F    | p-valor | SIG. |
|--------------------|--------|----|--------|------|---------|------|
| Bioinsumo          | 85,81  | 1  | 85,81  | 9,16 | 0,0564  | ns   |
| Bloque>(bioinsumo) | 28,09  | 3  | 9,36   | 0,64 | 0,603   | ns   |
| Variedad           | 360,14 | 3  | 120,05 | 8,18 | 0,0022  | *    |
| Bioinsumo*Variedad | 5,49   | 3  | 1,83   | 0,12 | 0,9439  | ns   |
| Error              | 205,49 | 14 | 14,68  |      |         |      |
| Total              | 890,96 | 23 |        |      |         |      |

\*  $p < 0,05$  ; ns  $p > 0,05$

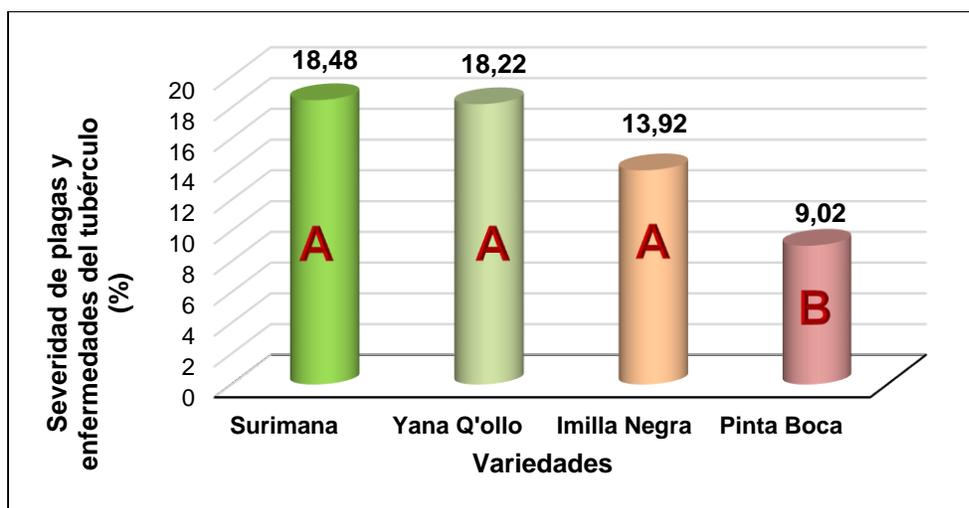
El análisis de varianza (ANVA), severidad del tubérculo con la aplicación de bioinsumos con un coeficiente de variación de 25,705 %, indicando que los datos del análisis estadístico son confiables por encontrarse en los rangos permisibles de variabilidad.

El resultado de los bioinsumos, el valor p para el tipo de bioinsumo es 0.0564 (mayor que 0.05), lo que indica que no es estadísticamente significativo, hay una tendencia hacia la significancia. Esto sugiere que el tipo de bioinsumo podría influir en la severidad del tubérculo, pero se necesita más evidencia para confirmarlo. En cuanto a las variedades

papa nativa. La variedad de tubérculo tiene un impacto significativo (\*) en la severidad del tubérculo ( $p=0.0022$ ), lo que indica que las diferentes variedades afectan de manera diferente la severidad. El resultado de la interacción de los dos factores (Bioinsumo\* Variedad), La interacción entre el tipo de bioinsumo y la variedad de tubérculo no es significativa en la severidad del tubérculo ( $p=0.9439$ ). Esto sugiere que el efecto del bioinsumo en la severidad del tubérculo no varía significativamente entre las diferentes variedades de tubérculo.

En la figura 38, Según la prueba de Duncan, las variedades Surimana (18,48%) y Yana Q'ollo (18,22%), no muestran diferencias significativas entre sí en cuanto a la severidad del tubérculo, ya que comparten el mismo grupo A. Imilla Negra (13,92%) aunque tiene una media más baja que Surimana y Yana Q'ollo, no difiere significativamente de ellas según la prueba de Duncan, pero sí difiere de Pinta Boca (9,2%) que pertenece al grupo B.

Limachi (2010), menciona que el control biológico de enfermedades en plantas constituye una estrategia que se basa en la utilización de bioinsumos, fundamentalmente bacterias y hongos, para ser empleados como enemigos naturales de patógenos causantes de infecciones

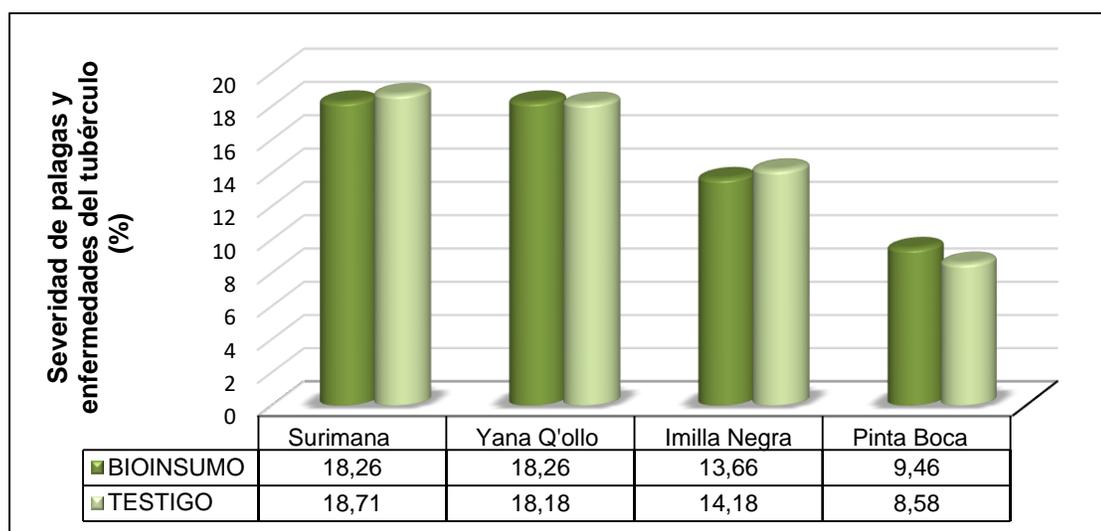


**Figura 38. Comparación de medias de Severidad de plagas y enfermedades de cuatro variedades de papa en la comunidad San José de Tiahuanacu**

En la figura 39, se puede evidenciar que el promedio de las cuatro variedades, la variedad Surimana sin bioinsumo presenta la severidad más alta de tubérculo, con una media de 18,71%. Surimana con bioinsumo la severidad media disminuye a 18,26% con el uso de bioinsumo. Yana Q'ollo tiene una severidad ligeramente menor que Surimana, con una media de 18,18%. Yana Q'ollo con bioinsumo la severidad media disminuye a 18,26 % con el uso de bioinsumo, Imilla Negra sin bioinsumo muestra una severidad más baja en comparación con Surimana y Yana Q'ollo, con una media de 14,18%. Imilla Negra también experimenta una reducción en la severidad con bioinsumo, con una media de 13,66%. Pinta Boca tiene la severidad más baja entre las variedades sin bioinsumo, con una media de 8,59%. Pinta Boca muestra la mayor disminución en la severidad con bioinsumo, con una media de 9,46%.

La reducción en la severidad de tubérculos con el uso de bioinsumos puede deberse a su acción antifúngica o antibacteriana, su capacidad para estimular el sistema inmunológico de la planta, mejorar la salud del suelo, estimular el crecimiento de raíces y afectar la competencia entre plantas. Sin embargo, es importante tener en cuenta que los efectos pueden variar según diversos factores.

Mamani (2011), señala que las diferencias por la severidad (daño causado al interior del tubérculo), entre las variedades Runtu papa y Surimana, se debe a que el tubérculo es más susceptible ocasionando pérdidas del 18% y 14.87% respectivamente.



**Figura 39. Promedio de la Severidad de plagas y enfermedades de las cuatro variedades con bioinsumo y sin bioinsumo**

#### 4.11. Relación beneficio/costo parcial

En el cuadro 14, muestra el análisis económico del trabajo de investigación con un monto que asciende a Bs. 21,509 monto que se desglosa por cada tratamiento.

**Cuadro 14. Beneficio/costo de las variedades de papa nativa**

| TRATAMIENTOS |    | Rto   | IN     | IB     | REL. B/C |
|--------------|----|-------|--------|--------|----------|
| BIOINSUMO    | V1 | 11,33 | 36,152 | 45,375 | 1,5      |
|              | V2 | 14,13 | 48,252 | 57,475 | 1,9      |
|              | V3 | 12,33 | 42,202 | 51,425 | 1,7      |
|              | V4 | 9,87  | 30,102 | 39,325 | 1,3      |
| TESTIGO      | V1 | 5,82  | 14,977 | 24,2   | 0,8      |
|              | V2 | 7,52  | 21,027 | 30,25  | 1        |
|              | V3 | 6,75  | 18,002 | 27,225 | 0,9      |
|              | V4 | 8,1   | 24,052 | 33,275 | 1,1      |

De acuerdo al cuadro 14, se observa la relación beneficio/costo donde se puede apreciar que la V2 (con bioinsumos), que fue el mayor alcanzando a 1,9 donde nos indica que de un boliviano invertido se recupera el boliviano invertido y se gana Ctv. 0,9 y el que dio menor fue la V4 con 1,3. La V4 (testigo) fue mayor alcanzando a 1,1 y esto nos indica que de un boliviano invertido se recupera el boliviano invertido y se gana Ctv. 0,1 y el que dio menor fue la V1(Testigo) de 0,8.

## 5. CONCLUSIONES

Según los objetivos planteados y los resultados obtenidos en el presente estudio, nos permite sustentar las siguientes conclusiones:

- La altura de las plantas fueron superiores significativamente cuando se utilizó bioinsumos (26,36 cm), y sin bioinsumos (23,69 cm).
- Las alturas de las plantas entre variedades fueron altamente significativas, la variedad Imilla Negra (29,5 cm), Surimana (24,92 cm), Pinta Boca (24,83 cm) y Yana Q'ollo (21,71 cm).
- Los mayores índices de área foliar se registraron con la aplicación de bioinsumos también favoreció significativamente a un mayor índice de área foliar.
- El número de tubérculos es favorecido significativamente cuando se aplica los bioinsumos.
- Con la aplicación de bioinsumos favoreció significativamente el rendimiento del cultivo de papa, bajo las condiciones de estudio. El Tricobal-L, Energytop, Vigortop plus, Biomax y la Bacterial mix favorecieron significativamente al rendimiento.
- En la descripción relación beneficio costo, para la variedad Surimana V2 (con bioinsumo), que dio 1,9. La variedad Yana Q'ollo denota el mayor ingreso en el V4 (sin bioinsumo), con 1,1 que fue mayor.

## 6. RECOMENDACIONES

En base a los objetivos, resultados y conclusiones del presente trabajo, se pueden formular las siguientes recomendaciones:

- En el estudio realizado en la comunidad San José de Tiahuanacu, se recomienda la aplicación de los siguientes bioinsumos: Tricobal, Energytop, Vigortop plus, Biomax y la Bacterial mix, para incrementar sus rendimientos, siendo una alternativa económica que abarata los costos de producción para el agricultor.
- Se sugiere continuar con el trabajo de investigación utilizando variedades nativas y comerciales con la aplicación de bioinsumos, en diferentes zonas productoras de papa, ya que son altos los rendimientos encontrados.
- Se recomienda realizar estudios en cuanto a las propiedades químicas en el suelo por efecto de la aplicación de los bioinsumos considerando los sistemas tradicionales de producción.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ballejos, J. 2010. Promoción e investigación de Productos Andinos, PROINPA. La paz, Bolivia.71p.
- Céspedes, R. 2018. Caracterización de saberes locales mediante indicadores para la producción y comportamiento climático utilizados en la microcuenca mamaniri municipio de ayo ayo.
- CYMMYT. (1998). (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). Manual Metodológico de Evaluación Económico. Distrito Federal-Mexico: Distrito Federal de Mexico p.13.
- Comunicación personal, PROSUCO, YAPUCHIRIS FUNAPA 2012. 57 pp.
- Chirino, D. 2018. Efecto de la aplicación de vigortop en cuatro variedades de papa nativa (*solanum sp.*) en la comunidad de coromata media, municipio de huarina. 125p.
- Estrada, R. 2009. La Biodiversidad en el mejoramiento genético de la papa. Ed. Bill Hardy. La Paz, Bolivia. 372 p.
- Egusquiza, R. 2013. Manejo integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de papa. 28pp
- FAO, (Organización de las Naciones unidas para la Alimentación y agricultura). s.f. Agronomía de cultivos Andinos capitulo IV. (En línea). Consultado 10 de ago. 2015. Disponible. [www.fao.org/docrep/010/ai185s/ai185s04.pdf](http://www.fao.org/docrep/010/ai185s/ai185s04.pdf)
- FAO, 2000. Atlas Mundial de la papa.FAOSTAT; World Potato .
- FERNÁNDEZ - Larrea, O., Calderón, A., Fraga, M. 1992. Metodología de reproducción de cepas de *Tricoderma spp.* Para el biocontrol de hongos fitopatógenos. Informe técnico de investigación, INISAV, 8 p
- GANDARILLAS, A. Y ORTUÑO, N. 2009. Compendio de Enfermedades, Insectos Nematodos Y Factores Abióticos que afectan el cultivo de Papa Bolivia. Fundación.
- Gabriel, J.; Ancasi, G.; Angulo, A.; Magne, J.; La Torre, J.; Mamani P. 2012. Resistencia genética de híbridos de papa (*Solanum tuberosum L.*) al estrés hídrico por sequía. (En línea). Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Consultado 11 de jul. 2016. Disponible en <http://ojsbolivia.org.bo>.
- Georgina, M., Gamboa, S. 2017. Guia didactica: cultivo y manejo de la papa. 23pp.
- Helvetas, B. (25 de junio de 2021). Se propone ley para fomento de consumo de papa en Bolivia. Helvetas Bolivia.
- Huamán, Z. 1999. Botánica sistemática y Morfología de la papa. Bit-6. Centro internacional de la papa. Lima, Perú. 26 p

- Huaman, G. C. 2018. evaluación de cinco familias de semilla sexual de papa en condiciones de la sierra central. En e. d. central, Huaman (pág. 69). Tesis de Grado Universidad Agraria la Molina Lima - Peru (2018).
- Iriarte, V.; Condori, B.; Parapo, D.; Acuña, D. 2009. Catalogo Etnobotanico de Papas Nativas del Altiplano Norte de La Paz – Bolivia. 146p.
- INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Ec). 2011. Ficha técnica fripapa 99. Santa Catalina, Quito, Ecuador. 76 p.
- INDAP.2018. Estrategias Regionales de Competitividad por Rubro: Producción y Mercado de la Papa –Instituto de Desarrollo Agropecuario. Recuperado.
- INTAGRI. 2017. Requerimientos de clima y suelo para el cultivo de la papa. Serie hortalizas. Num. 10. Artículos técnicos de INTAGRI. México. 3 p
- Lagler, J. C. 2017. Bioinsumos: distintas percepciones haciendo foco en la fertilización biológica. Revista de la Facultad de Agronomía UBA, 89.
- Limachi, J. 2010. Efecto de la Aplicación de Bioinsumos para el control de la enfermedad de la mancha plateada (*Helminthosporium solani*) en el cultivo de papa nativa (*Solanum stenotomum*) en la comunidad de Colomi, Cochabamba. Tesis de grado para obtener el título de Ingeniera Agrónoma. UMSA. La Paz – Bolivia.
- Mamani, H. 2014. Evaluación del rendimiento de seis variedades de semilla pre-básica de papa (*Solanum tuberosum ssp* andígena, *Solanun stenotomum sp.*) provenientes de dos sistemas (aeropónico y convencional) para la producción de semilla básica, en la provincia Ayopaya del departamento de Cochabamba. Tesis de licenciatura. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. 148 p.
- Mamani, C. D. 2011. Evaluación de cuatro bioinsumos como alternativa para la sostenibilidad de los sistemas tradicionales de producción de papa (*Solanum tuberosum ssp andigenum*) en cariquina grande, provincia camacho
- Martinez, R. F. A. 2009. Caracterización morfológica e inventario de conocimientos colectivos de variedades de papas nativas (*Solanum tuberosum L.*) en la Provincia de Chimborazo. Tesis de grado. Riobamba, Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Recursos Naturales. Escuela de Ingeniería Agronómica. P: 191.
- Nora Altier, E. B. 2012. Plataforma de bioinsumos de uso agrícola. revista inia, 50.
- Ortuño, N.; Navia, O.; Meneces, E. 2010. Catalogo de Bioinsumos. Para mejorar la productividad de los Cultivos ecológicos y convencionales. Fundación PROINPA biotop. Alianza para una agricultura sustentable. Cochabamba, BO.
- Ortuño, N. 2011. "Desarrollo de bioinsumos: Un aporte a la soberanía alimentaria de Bolivia". Fundación PROINPA; Universidad Católica de Cochabamba; Universidad Mayor de San Simón. Revista de Agricultura, 30.

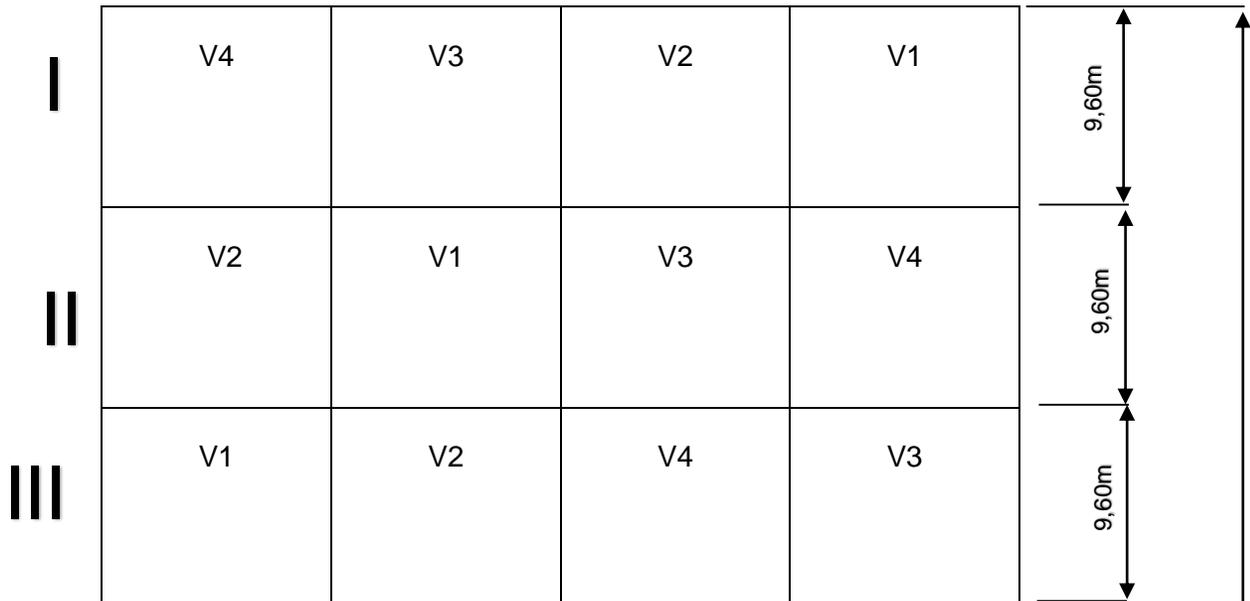
- Ochoa, C. 2001. Las papas de Sudamérica: Bolivia. "Travaux" de l'Institut Français de Etudes Andines (ISSN 0768-428X) Primera edición traducida al español. Agosto, Tomo 127, 407pp.
- Ochoa, R. 2020. Introducción al manejo del SAS (Sistema de análisis estadístico). 139pp.
- Orsag, v., 2010. Evaluación de suelos según su fertilidad y aptitud para riego en la comunidad de San Pedro de Condo (cuenca Azanaque) departamento de Oruro. Disponible en [http:// revista boliviana .org.bo/pdf/ra/v1n3/ao6.pdf](http://revista.boliviana.org.bo/pdf/ra/v1n3/ao6.pdf).
- PAPAS BOLIVIANAS, 2005. "Catalogo de Cien Variedades Nativas" Marzo 2005.
- Paco, M. 2017. Innovación de siembra temprana de papa (*Solanum tuberosum* sp.) bajo riego, en el municipio de villa serrano, departamento de chuquisaca. 46pp.
- Panadés, E. 2008. Lanzamiento de Año internacional de la papa en Bolivia. Edit. M. Vargas, R. Villarando y J. Chavez
- PROINPA, 2008. Programa de investigación de la papa. Feria de Colomi. Dr. Antonio Gandarillas. Cochabamba-Bolivia.
- PROINPA (Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos), fichas técnicas de bioinsumos.
- PROSUCO (2020). Conozcamos al gorgojo de los andes para proteger nuestra papa.
- Pardave, C. 2004. Cultivo y comercialización del cultivo de papa. ed. Palomino. Lima, Perú. 133 p.
- Quiroga Aguilar, J. G. 2008. Efecto de tres épocas de siembra y uso de variedades de papas como opciones de adaptación al cambio climático en la comunidad de viluyo, provincia manco kapac, dpto. de la paz. Universidad Mayor de San Andrés.
- Salazar, M., Zambrano, J., Valecillos, H. 2008. Evaluación del rendimiento y Características de calidad de trece clones avanzados de papa (*Solanum tuberosum* L.). Agricultura Andina.
- Siñani, T. E. 2013. Efecto de bioinsumos en la respuesta agronómica de variedades nativas de papa (*Solanum* sp.) para mitigar el efecto de las heladas en el altiplano norte. 104p.
- Terrazas, F., Guidi, A., Cadima, X., Gonzales, R., Chavez, E., Almanza, J., Salazar, M., Baudoin, J. 2005. Conservación in situ y valoración de las papas nativas en el micro centro de diversidad genética de Candelaria, Cochabamba, Bolivia. Vol. IX, PROINPA, Cochabamba, Bolivia, 20 p.
- Torrez, R. 2005. Épocas de siembra y variedades de papas nativas como alternativa de adaptación al Cambio Climático en la provincia Manco Kapac. Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia, 112 p.

- Thrane, C.; Lubeck, M.; DEGEFU, Y. and FUNCK-JENSEN, D. 1995. A tool for monitoring *Trichoderma harzianum*: I Transformation with the GUS Gene by Protoplast technology. *Phytopathology* 85(11):1428-1435.
- Theodoracopoulos, M., Arias, S., Avila, H. 2008. Producción de papa. in manual de producción producción (p. 95). Honduras: Septiembre 2008. Retrieved from [www.hondurasag.org](http://www.hondurasag.org)
- Villafuerte, O. 2008. Requerimientos edafoclimáticos de la papa. En línea. Consultado 18 de mayo del 2012. Disponible en [http://www.agroancash.gob.pe/public/articulos/aip2008/temas/req\\_edafoclimaticos.htm](http://www.agroancash.gob.pe/public/articulos/aip2008/temas/req_edafoclimaticos.htm).
- Zeballos, H. 1997. Aspectos económicos en la producción de papa en Bolivia. Lima, Perú, s.e.p. 27-28.
- Zuñiga, S. M. 2017. Cultivo de la papa y sus condiciones climáticas. *Gestión Ingenio Y Sociedad*, 2 (2), 140-152.

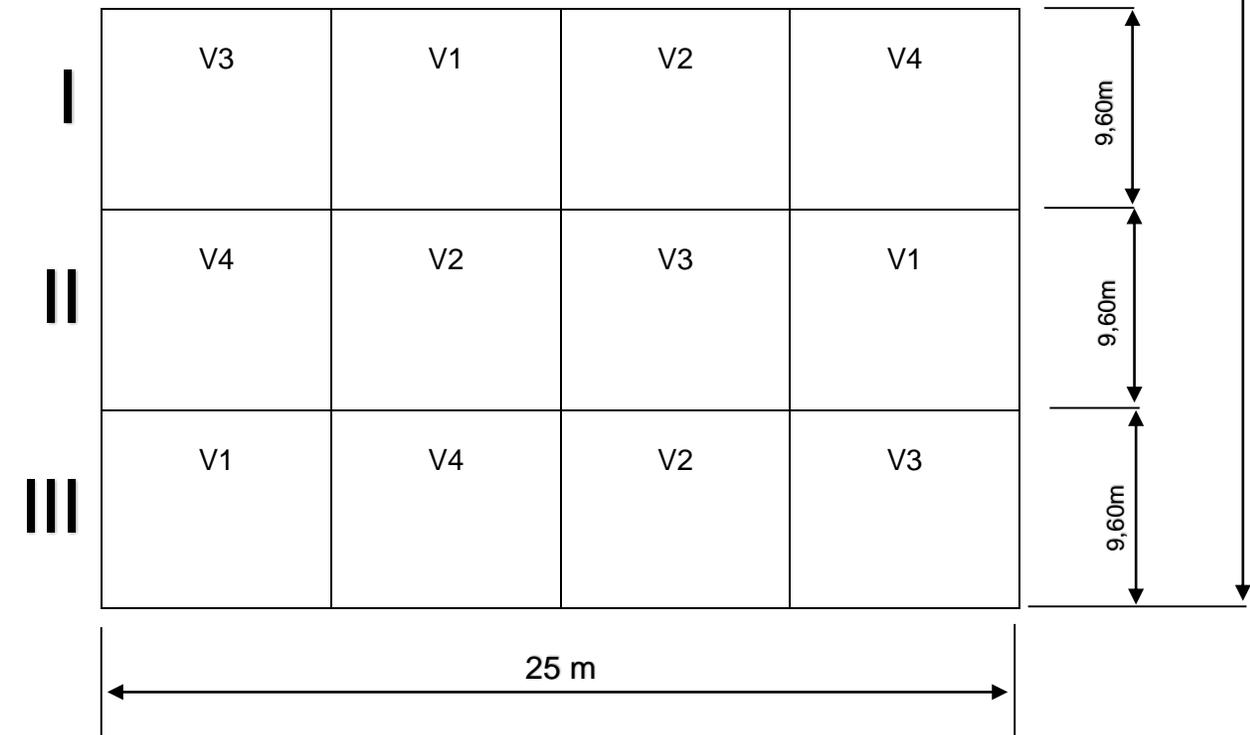
# 8. ANEXOS

### Anexo 1. Croquis de la parcela Experimental

#### FACTOR A CON BIOINSUMO



#### FACTOR A SIN BIOINSUMO



## Anexo 2. Costo de producción

| Descripción                        | Unidad | Cantidad | P/U    | Total          |
|------------------------------------|--------|----------|--------|----------------|
| <b>Preparado de terreno</b>        |        |          |        | <b>1600</b>    |
| Roturado (Alquiler tractor)        | ha     | 1        | 250    | 250            |
| Desterronado (Alquiler tractor)    | ha     | 1        | 250    | 250            |
| Nivelado (Alquiler tractor)        | ha     | 1        | 250    | 250            |
| Limpieza                           | Jornal | 6        | 100    | 600            |
| Siembra (Alquiler tractor)         | ha     | 1        | 250    | 250            |
| <b>Labores culturales</b>          |        |          |        | <b>5200</b>    |
| Desmalezado                        | Jornal | 15       | 100    | 1500           |
| Aporque                            | Jornal | 10       | 100    | 1000           |
| Aplicación de bioinsumos           | Jornal | 4        | 100    | 400            |
| Cosecha                            | Jornal | 10       | 100    | 1000           |
| Clasificación                      | Jornal | 5        | 100    | 500            |
| Traslado (Alquiler movilidad)      | Viaje  | 4        | 100    | 400            |
| Herramientas                       | Global |          |        | 400            |
| <b>TRATAMIENTO 1 CON BIOINSUMO</b> |        |          |        | <b>2492,55</b> |
| Variedad Imilla Negra              | qq     | 3,59     | 450    | 1615,5         |
| Tricobal-L                         | ml     | 86,81    | 21,7   | 21,7           |
| Energytop                          | ml     | 86,81    | 21,7   | 21,7           |
| Vigortop plus                      | lt     | 6,94     | 242,9  | 242,9          |
| Biomax                             | lt     | 3,47     | 451,1  | 451,1          |
| Bacterial mix                      | lt     | 3,47     | 121,45 | 121,45         |
| Natural Oil                        | ml     | 260      | 18,2   | 18,2           |
| <b>TRATAMIENTO 2 CON BIOINSUMO</b> |        |          |        | <b>2133,55</b> |
| Variedad Surimana                  | qq     | 3,59     | 350    | 1256,5         |
| Tricobal-L                         | ml     | 86,81    | 21,7   | 21,7           |
| Energytop                          | ml     | 86,81    | 21,7   | 21,7           |
| Vigortop plus                      | lt     | 6,94     | 242,9  | 242,9          |
| Biomax                             | lt     | 3,47     | 451,1  | 451,1          |
| Bacterial mix                      | lt     | 3,47     | 121,45 | 121,45         |
| Natural Oil                        | ml     | 260      | 18,2   | 18,2           |
| <b>TRATAMIENTO 3 CON BIOINSUMO</b> |        |          |        | <b>2241,25</b> |
| Variedad Pinta Boca                | qq     | 3,59     | 380    | 1364,2         |
| Tricobal-L                         | ml     | 86,81    | 21,7   | 21,7           |
| Energytop                          | ml     | 86,81    | 21,7   | 21,7           |

|                                    |    |       |              |                |
|------------------------------------|----|-------|--------------|----------------|
| Vigortop plus                      | lt | 6,94  | 242,9        | 242,9          |
| Biomax                             | lt | 3,47  | 451,1        | 451,1          |
| Bacterial mix                      | lt | 3,47  | 121,45       | 121,45         |
| Natural Oil                        | ml | 260   | 18,2         | 18,2           |
| <b>TRATAMIENTO 4 CON BIOINSUMO</b> |    |       |              | <b>2241,25</b> |
| Variedad Yana Q'ollo               | qq | 3,59  | 380          | 1364,2         |
| Tricobal-L                         | ml | 86,81 | 21,7         | 21,7           |
| Energytop                          | ml | 86,81 | 21,7         | 21,7           |
| Vigortop plus                      | lt | 6,94  | 242,9        | 242,9          |
| Biomax                             | lt | 3,47  | 451,1        | 451,1          |
| Bacterial mix                      | lt | 3,47  | 121,45       | 121,45         |
| Natural Oil                        | ml | 260   | 18,2         | 18,2           |
| <b>TRATAMIENTO 5 SIN BIOINSUMO</b> |    |       |              |                |
| Variedad Imilla Negra              | qq | 3,59  | 450          | 1615,5         |
| <b>TRATAMIENTO 6 SIN BIOINSUMO</b> |    |       |              |                |
| Variedad Surimana                  | qq | 3,59  | 350          | 1256,5         |
| <b>TRATAMIENTO 7 SIN BIOINSUMO</b> |    |       |              |                |
| Variedad Pinta Boca                | qq | 3,59  | 380          | 1364,2         |
| <b>TRATAMIENTO 8 SIN BIOINSUMO</b> |    |       |              |                |
| Variedad Yana Q'ollo               | qq | 3,59  | 380          | 1364,2         |
|                                    |    |       | <b>Total</b> | <b>21,509</b>  |

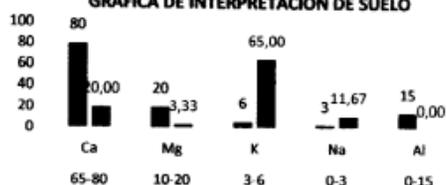
### Anexo 3. Precios según la categoría de cuatro variedades de papas nativas

| Categorías de papa | PRECIO DE VARIEDADES (Bs./@) |          |            |             |
|--------------------|------------------------------|----------|------------|-------------|
|                    | Imilla Negra                 | Surimana | Pinta Boca | Yana Q'ollo |
| Primera            | 40                           | 45       | 45         | 43          |
| Segunda            | 35                           | 40       | 40         | 37          |
| Tercera            | 26                           | 37       | 37         | 28          |
| Cuarta             | 20                           | 25       | 25         | 23          |

## Anexo 4. Análisis físico – químico del suelo

|                   | ANÁLISIS DE FERTILIDAD |          |                  |  |         |        |          |              |               |
|-------------------|------------------------|----------|------------------|--|---------|--------|----------|--------------|---------------|
|                   | PH                     | M.O (%)  | Fósforo (p.m.m.) | Aluminio (meq/100 g)   | Potasio | Calcio | Magnesio | Sodio        | Bases Totales |
| <b>RESULTADO</b>  | 7,57                   | 0,25     | 0,20             | 0,00   | 0,39    | 0,12   | 0,02     | 0,0700       | 0,60          |
| <b>Valoración</b> | Ligeramente alcalino   | Muy bajo | Bajo             | Probablemente no hay problemas con el aluminio. Evaluar % de saturación de | Alto    | Bajo   | Bajo     | Nivel normal | Muy bajo      |

GRAFICA DE INTERPRETACION DE SUELO



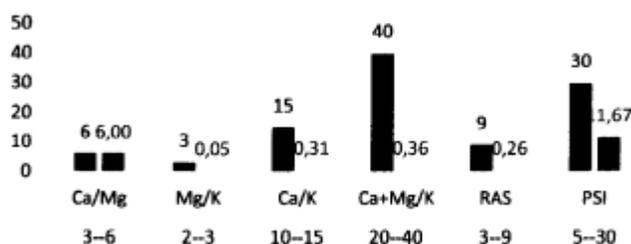
| PORCENTAJE DE SATURACIÓN DE BASES |          |       |          |        |        |
|-----------------------------------|----------|-------|----------|--------|--------|
| 0,00                              | 65,00    | 20,00 | 3,33     | 11,67  | 100,00 |
| &                                 | Muy alto | Bajo  | Muy bajo | NORMAL | Alto   |

|                   | ELEMENTOS MENORES |       |           |        |      |           | OTRAS DETERMINACIONES |             |                          |   |
|-------------------|-------------------|-------|-----------|--------|------|-----------|-----------------------|-------------|--------------------------|---|
|                   | Boro              | Cobre | Manganeso | Hierro | Cinc | Molibdeno | CICE (meq/100 g)      | C.E. (dS/m) | CIC efectiva (meq/100 g) | % de Saturación de Al respecto a CIC efectiva |
| <b>RESULTADO</b>  | 0,78              | 0,02  | 0,08      | 0,09   | 0,07 | 0,00      | 0,60                  | 0,78        | 0,60                     | 0,00  |
| <b>Valoración</b> | Alto              | Bajo  | Bajo      | Bajo   | Bajo | x         | Muy bajo              | No salino   | &                        | Normal. Sin problemas                         |

|                   | RELACIONES ENTRE CATIONES |                    |                        |                                      |                        |        |                |
|-------------------|---------------------------|--------------------|------------------------|--------------------------------------|------------------------|--------|----------------|
|                   | Ca / Mg                   | Mg / K             | Ca / K                 | $\frac{(Ca + Mg)}{K}$                | $\frac{(Ca+Mg+K)}{Al}$ | RAS    | PSI %          |
| <b>RESULTADO</b>  | 6,00                      | 0,05               | 0,31                   | 0,36                                 | x                      | 0,26   | 11,67          |
| <b>Valoración</b> | Deficiencia de Mg         | Deficiencia de Mg. | Margen adecuado para K | Dentro del margen adecuado para el K | x                      | NORMAL | LIBRE DE SODIO |

| TEXTURA      |           |            |                   |                           |
|--------------|-----------|------------|-------------------|---------------------------|
| % DE ARCILLA | % DE LIMO | % DE ARENA | TEXTURA CALCULADA | TEXTURA ESTIMADA AL TACTO |
| 65           | 20        | 15         | Arcilloso         | Arcilloso                 |

GRAFICA DE RELACION ENTRE CATIONES



## DIAGNOSTICO Y CALCULO DE NUTRIENTES POR KG/HA

| Resultados de laboratorio |      | Interpretación                              |
|---------------------------|------|---|
| pH                        | 7,57 | Ligeramente alcalino                        |
| C.E.                      | 0,78 | No salino                                   |
| CaCO <sub>3</sub>         | 0,00 | Sin problema - Bajo contenido de carbonatos |
| M.O.                      | 0,25 | Baja disponibilidad                         |
| P                         | 0,20 | Baja disponibilidad                         |
| K                         | 3,90 | Baja disponibilidad                         |
| CIC                       | 0,60 | Muy baja fertilidad                         |
| PAI                       | 0,00 | Cultivos sensibles puede afectar            |
| Ca                        | 0,12 |   |
| Mg                        | 0,02 |   |
| K                         | 0,39 |   |
| S                         | 0,13 | mg/kg                                       |

### PESO DE LA CAPA ARABLE (PCA)

|              |       |                  |
|--------------|-------|------------------|
| D. Aparente. | 1     | t/m <sup>3</sup> |
| Profundiad.  | 0,2   | metros           |
| Area 1 ha.   | 10000 | m <sup>2</sup>   |
| PCA          | 2000  | t/ha             |

### APORTE DEL SUELO: N, P, K, Ca, Mg, S.

#### Determinamos Nitrogeno mineral

|                          |      |
|--------------------------|------|
| PCA                      | 2000 |
| M.O. %                   | 0,25 |
| F.C. %                   | 5%   |
| T.M.%                    | 2%   |
| % Disp.                  | 100% |
| <b>kg/N/ha/año 5,000</b> |      |

#### Determinamos Fosforo (P)

|                                 |       |
|---------------------------------|-------|
| PCA                             | 2000  |
| Pppm                            | 0,20  |
| F.C.                            | 2,293 |
| % Disp.                         | 100%  |
| 30% Factor de conversion (F.C.) |       |
| <b>KgP205/ha 0,917</b>          |       |

#### Determinamos Potasio (K)

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| PCA                   | 2000  |
| Kppm                  | 3,90  |
| F.C.                  | 1,205 |
| % Disp.               | 100%  |
| <b>KgK2O/ha 9,399</b> |       |

Seleccionar cultivo

Colocar Tn a producir

| CULTIVO                                  |      |       | NOMBRE CIENTIFICO           |      |      |
|--|------|-------|-----------------------------|------|------|
| Papa                                     |      |       | <i>Solanum tuberosum L.</i> |      |      |
| ABSORCION TOTAL (kg/ton)                 |      |       |                             |      |      |
| N  | P    | K     | Ca                          | Mg   | S    |
| 5,50                                     | 0,90 | 8,20  | 1,40                        | 0,80 | 0,70 |
| REQUERIMIENTO PARA PRODUCIR EN TONELADAS |      |       |                             |      |      |
| 10                                       |      |       | TONELADAS                   |      |      |
| N  | P    | K     | Ca                          | Mg   | S    |
| 55,00                                    | 9,00 | 82,00 | 14,00                       | 8,00 | 7,00 |

### Determinamos cantidad de fertilizante aplicar

| Procedencia               | N kg/ha       | P2O5 kg/ha   | K2O kg/ha     | CaO kg/ha    | MgO kg/ha    | SO4 kg/ha     |
|---------------------------|---------------|--------------|---------------|--------------|--------------|---------------|
| Absorción del cultivo     | 55,000        | 9,000        | 82,000        | 14,000       | 8,000        | 7,000         |
| Suelo (según analisis)    | 5,000         | 0,917        | 9,399         | 6,715        | 0,796        | 9,042         |
| <b>Total a fertilizar</b> | <b>50,000</b> | <b>8,083</b> | <b>72,601</b> | <b>7,285</b> | <b>7,204</b> | <b>-2,042</b> |

### EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES

|                        |         |                               |
|------------------------|---------|-------------------------------|
| PARA EL NITROGENO (N)  | 100,000 | N                             |
| PARA EL FOSFORO (P2O5) | 52,954  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
| PARA EL POTASIO (K2O)  | 145,807 | K <sub>2</sub> O              |
| PARA EL CALCIO (CaO)   | 14,559  | CaO                           |
| PARA EL MAGNESIO (MgO) | 17,064  | MgO                           |
| PARA EL AZUFRE (SO4)   | -10,566 | SO4                           |

### FORMULA DE ABONAMIENTO

| N kg/ha        | P2O5 kg/ha    | K2O kg/ha      | CaO kg/ha     | MgO kg/ha     | SO4 kg/ha      |
|----------------|---------------|----------------|---------------|---------------|----------------|
| <b>100,000</b> | <b>52,954</b> | <b>145,807</b> | <b>14,559</b> | <b>17,064</b> | <b>-10,566</b> |

| N ppm | P ppm      | K ppm      | Ca ppm    | Mg ppm     | S ppm       |
|-------|------------|------------|-----------|------------|-------------|
| 50    | 11,5561532 | 60,5207711 | 2,9150417 | 5,14531403 | -1,76321927 |
| 1,2   | 0,18       | 1,92       | 0,32      | 0,53       | 0,26        |

**NUTRIENTES PARA EL CULTIVO:  
PAPA NATIVA**

| FORMULA DE ABONAMIENTO         |                       |                           | N kg/ha                     | P2O5 kg/ha | K2O kg/ha | CaO kg/ha | MgO kg/ha | SO4 kg/ha |        |
|--------------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|
|                                |                       |                           | 100,000                     | 52,954     | 145,807   | 14,559    | 17,064    | 7,000     |        |
|                                |                       |                           | 100,320                     | 52,300     | 145,740   | 0,000     | 3,240     | 18,000    |        |
| FERTILIZANTEs                  | Requerimiento cultivo | Fertilizante Sacos (50kg) | Fertilizantes en kilogramos |            |           |           |           |           |        |
|                                |                       |                           | NO3                         | NH4        | P         | K         | Ca        | Mg        | S      |
| Nitrato de amonio Estabilizado | 0,000                 | 0,000                     | 0,000                       | 0,000      | 0,000     |           |           |           |        |
| Sulfato de amonio              | 0,000                 | 0,000                     | 0,000                       |            |           |           |           |           | 0,000  |
| <b>Urea</b>                    | 132,000               | 2,640                     | 60,720                      |            |           |           |           |           |        |
| <b>Fosfato diamónico</b>       | 100,000               | 2,000                     |                             | 18,000     | 46,000    |           |           |           |        |
| Fosfato monomónico             | 0,000                 | 0,000                     |                             | 0,000      | 0,000     |           |           |           |        |
| Superfosfato triple de calcio  | 0,000                 | 0,000                     | 0,000                       |            | 0,000     |           | 0,000     |           |        |
| Superfosfato simple de calcio  | 0,000                 | 0,000                     | 0,000                       |            | 0,000     |           | 0,000     |           | 0,000  |
| Roca fosfórica                 | 0,000                 | 0,000                     |                             |            | 0,000     | 0,000     | 0,000     | 0,000     | 0,000  |
| <b>Cloruro de potasio</b>      | 203,000               | 4,060                     |                             |            |           | 121,800   |           |           |        |
| Sulfato de potasio             | 0,000                 | 0,000                     |                             |            |           | 0,000     |           |           | 0,000  |
| Nitrato de potasio             | 0,000                 | 0,000                     | 0,000                       |            |           | 0,000     |           |           |        |
| Cal agricola                   | 0,000                 | 0,000                     |                             |            |           |           | 0,000     |           |        |
| Dolomita                       | 0,000                 | 0,000                     |                             |            |           |           | 0,000     | 0,000     |        |
| Sulfato de magnesio            | 0,000                 | 0,000                     |                             |            |           |           |           | 0,000     | 0,000  |
| Fetrilon Combi 2               | 0                     | 0,000                     |                             |            | 0         | 0         | 0         | 0,000     | 0,000  |
| Nitrato de amonio Estabilizado | 0                     | 0,000                     | 0,000                       | 0,000      | 0,000     | 0         |           |           |        |
| Fosfato monomónico             | 0                     | 0,000                     |                             | 0,000      | 0,000     | 0         |           |           |        |
| Nitrato de Calcio              | 0                     | 0,000                     | 0,000                       | 0,000      | 0,000     | 0         | 0,000     |           |        |
| <b>Blaukom Classic</b>         | 180                   | 7,200                     | 9,000                       | 12,600     | 6,300     | 23,94     | 0,000     | 3,240     | 18,000 |

| FERTILIZANTES             | kg/ha | Bolsas | Hectarea |     |             |       |
|---------------------------|-------|--------|----------|-----|-------------|-------|
|                           |       |        | 0,1      | qq  | 50          |       |
| <b>Urea</b>               | 132,0 | 2,640  | 0,264    | 0,3 | <b>13,2</b> | kilos |
| <b>Fosfato diamónico</b>  | 100,0 | 2,000  | 0,2      | 0,2 | <b>10,0</b> | kilos |
| <b>Cloruro de potasio</b> | 203,0 | 4,060  | 0,406    | 0,4 | <b>20,3</b> | kilos |
| Sulfato de magnesio       | 0,0   | 0,000  | 0        | 0,0 | 0,0         | kilos |
| Nitrato de Calcio         | 0,0   | 0,000  | 0        | 0,0 | 0,0         | kilos |
| Fetrilon Combi2           | 0,0   | 0,000  | 0        | 0,0 | 0,0         | kilos |
| Nitrato de amonio         | 0,0   | 0,000  | 0        | 0,0 | 0,0         | kilos |
| <b>Blaukom Classic</b>    | 180,0 | 7,200  | 0,72     | 0,7 | <b>36,0</b> | kilos |

| AREA DE PRODUCCIÓN | 10   | Aneho |
|--------------------|------|-------|
|                    | 100  | Largo |
|                    | 1000 | m2    |
|                    | 0,1  | Ha    |



### Anexo 5. Roturado y rastreado de la parcela de investigación



### Anexo 6. Siembra de cuatro variedades de papa nativa.



### Anexo 7. Delimitación de parcelas por bloque.



### Anexo 8. Marbeteado de las plantas



### Anexo 9. Toma de datos, porcentaje de emergencia.



### Anexo 10. Aplicación de Bioinsumos.



### Anexo 11. Desmalezado y aporque de la parcela.



### Anexo 12. Cosecha de papa.



### Anexo 13. Toma de muestreo de suelo

