

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

**FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**TESIS**

---

**“NIVELES DE FERTILIZACIÓN Y DENSIDADES DE SIEMBRA EN  
RENDIMIENTO DE TARWI (*Lupinus mutabilis*, Sweet) EN LA COMUNIDAD  
CAMPESENA DE PHUYUCALLA DISTRITO, PROVINCIA DE  
PAUCARTAMBO – REGION CUSCO”**

---

Presentado por:

**Br. CECILIO PUMA QUISPE**

Para optar al Título Profesional de **INGENIERO  
AGRÓNOMO.**

**ASESOR:**

Mg. Juan Wilbert Mendoza Abarca

**CUSCO – PERÚ**

**2023**

## INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro. CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: "NIVELES DE FERTILIZACION Y DENSIDADES DE SIEMBRA EN RENDIMIENTO DE TARWI (Lupinus mutabilis Sweet) EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE PHUYUCALLA DISTRITO, PROVINCIA DE PAUCARTAMBO - REGION CUSCO"

presentado por: CECILIO PUMA QUISPE con DNI Nro.: 25123498

presentado por: ..... con DNI Nro.: .....

para optar el título profesional/grado académico de INGENIERO AGRONOMO

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por ...2... veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de .....6.....%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

| Porcentaje     | Evaluación y Acciones   | Marque con una (X) |
|----------------|---|--------------------|
| Del 1 al 10%   | No se considera plagio.   | X                  |
| Del 11 al 30 % | Devolver al usuario para las correcciones.  |                    |
| Mayor a 31%    | El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley. |                    |

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 05 de NOVIEMBRE de 2023

Firma

Post firma: JUAN WILBERT MENDOZA ABARCO

Nro. de DNI: 23848072

ORCID del Asesor: 0000-0001-7570-1029

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: did: 27259:284482711

NOMBRE DEL TRABAJO

**TESIS OFICIAL CECILIO PUMA QUISPE 0  
8 11 2023.pdf**

AUTOR

**CECILIO PUMA QUIAPE**

RECUENTO DE PALABRAS

**24491 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**124954 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**107 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**2.3MB**

FECHA DE ENTREGA

**Nov 8, 2023 8:29 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Nov 8, 2023 8:30 AM GMT-5****● 6% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base

- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- Base de datos de trabajos entregados

**● Excluir del Reporte de Similitud**

- Base de datos de Internet
- Coincidencia baja (menos de 12 palabras)
- Bloques de texto excluidos manualmente

## DEDICATORIA

*Doy gracias a Dios por la vida, por la sabiduría e inteligencia que me inspiró e iluminó el camino de mi formación personal y profesional.*

*A mis Padres Gerardo Puma y Josefa Quispe que dejaron de existir en este mundo, por haberme dado la vida hasta llegar a la persona que soy actualmente.*

*A mi esposa Pascuala Palomino Jacho, por su apoyo incondicional para la culminación de mi trabajo de investigación.*

*A mi querido hijo Werner Josué Puma Aro, por ser motivo de mi superación y motor de mi vida estudiantil.*

## **AGRADECIMIENTO**

- ✓ *A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco “UNSAAC” por acogerme en sus aulas y formarme*
- ✓ *A los Señores Docentes de la Escuela Profesional de Agronomía de la “UNSAAC” por sus enseñanzas brindadas en el transcurso de mi formación académica.*
- ✓ *A mi asesor El Mg. Wilbert Mendoza Abarca, por las recomendaciones y comprensión durante el tiempo de elaboración del trabajo de investigación.*
- ✓ *A mi amigo y compañero de estudios Isaac Chino Mayna por el apoyo en mi trabajo de investigación.*
- ✓ *A mis compañeros con quienes compartimos muchos gratos momentos dentro y fuera de las aulas universitarias.*

## INDICE DE CONTENIDOS

|   |      |
|---|------|
| DEDICATORIA .....   | i    |
| AGRADECIMIENTO .....  | ii   |
| RESUMEN .....   | xiii |
| INTRODUCCIÓN .....  | xiv  |
| I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN.....                      | 1    |
| 1.1. Identificación del problema objeto de investigación..... | 1    |
| 1.2. Planteamiento del problema .....                         | 1    |
| 1.2.1. Problema general .....                                 | 1    |
| 1.2.2. Problemas específicos.....                             | 1    |
| II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN .....                           | 1    |
| 2.1. Objetivo general .....                                   | 1    |
| 2.2. Objetivos específicos.....                               | 1    |
| 2.3. Justificación.....                                       | 2    |
| III. HIPÓTESIS .....  | 3    |
| 3.1. Hipótesis General .....                                  | 3    |
| 3.2. Hipótesis Específicas.....                               | 3    |
| IV. MARCO TEÓRICO .....                                       | 4    |
| 4.1. Antecedentes del cultivo .....                           | 4    |
| 4.1.1 Situación del cultivo de tarwi.....                     | 4    |
| 4.2. Origen y distribución.....                               | 4    |
| 4.3. Centros de origen del tarwi .....                        | 5    |
| 4.4. Sinonimias.....  | 5    |
| 4.5. Clasificación Taxonómica.....                            | 5    |
| 4.6. Descripción botánica .....                               | 6    |
| 4.6.1. Raíz .....   | 6    |
| 4.6.2. Tallo .....  | 6    |
| 4.6.3. Ramificación .....                                     | 7    |
| 4.6.4. Hojas. ....  | 7    |
| 4.6.5. Inflorescencia.....                                    | 7    |
| 4.7. Fenología.....   | 10   |
| 4.7.1. Fases fenológicas .....                                | 10   |
| 4.8. Parientes Silvestres.....                                | 10   |
| 4.9. Contenido Químico del tarwi .....                        | 11   |
| 4.9.1. Proteínas.....   | 11   |

|  |    |
|--|----|
| 4.10. Bancos de germoplasma .....                            | 12 |
| 4.10.1. Categorías principales.....                          | 12 |
| 4.11. Conservación.....                                      | 12 |
| 4.12. Germinación.....                                       | 12 |
| 4.13. Precocidad.....  | 12 |
| 4.13.1. Concepto de precocidad.....                          | 13 |
| 4.13.2. Importancia agronómica de la precocidad.....         | 13 |
| 4.14. Plagas y Enfermedades .....                            | 14 |
| 4.14.1. Plagas.....  | 14 |
| 4.14.2. Enfermedades .....                                   | 14 |
| 4.15. Requerimiento para el cultivo de tarwi .....           | 15 |
| 4.16. Usos.....  | 16 |
| 4.17. Valores nutricionales del grano de tarwi .....         | 17 |
| 4.18. Manejo del cultivo. ....                               | 17 |
| 4.18.1. Preparación del suelo.....                           | 17 |
| 4.18.2. Siembra.....   | 17 |
| 4.18.3. Deshierbo y otras actividades .....                  | 18 |
| 4.18.4. Fertilización .....                                  | 19 |
| 4.18.5. Abonamiento .....                                    | 20 |
| 4.18.6. Densidades de siembra .....                          | 20 |
| 4.18.7. Rotación.....  | 20 |
| 4.18.8. Cosecha.....   | 21 |
| 4.18.9. Post cosecha.....                                    | 21 |
| 4.19. Datos estadísticos nacional del cultivo de tarwi ..... | 21 |
| V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN. ....                          | 22 |
| 5.1. Tipo de investigación .....                             | 22 |
| 5.2. Ubicación espacial.....                                 | 22 |
| 5.3. Ubicación política .....                                | 22 |
| 5.3.2. Ubicación hidrográfica .....                          | 23 |
| 5.3.3. Ubicación ecológica.....                              | 23 |
| 5.3.4. Ubicación temporal.....                               | 23 |
| 5.3.5. Historia del campo experimental .....                 | 23 |
| 5.4. Materiales y métodos .....                              | 23 |
| 5.5. Métodos.....  | 24 |
| 5.5.1. Diseño experimental .....                             | 24 |
| 5.5.2. Caracterización de las variables cualitativas .....   | 26 |
| 5.5.3. Características del campo experimental .....          | 26 |

|  |    |
|--|----|
| 5.5.4. Conducción del experimento o metodología.....   | 26 |
| 5.5.5. Evaluación de características agronómicas.....  | 31 |
| 5.5.6. Evaluación de fases fenológicas.....  | 38 |
| VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....  | 40 |
| 6.1. Determinación de las características Agro botánicas del cultivo de Tarwi, por efecto de fertilización química y densidad de siembra.....            | 40 |
| 6.1.1. Altura de planta.....   | 40 |
| 6.1.2. Diámetro de tallo (mm).....   | 43 |
| 6.1.3. Numero de ramas primarias.....  | 47 |
| 6.1.4. Altura primera rama.....  | 50 |
| 6.1.5. Diámetro de la hoja.....  | 54 |
| 6.1.6. Altura primera vaina.....   | 57 |
| 6.2. Evaluación del rendimiento de grano seco de tarwi, por efecto de la fertilización química y densidad de siembra.....                                | 60 |
| 6.2.1. Numero de vainas por planta.....  | 60 |
| 6.2.2. Rendimiento semilla del tallo principal (eje central).....  | 63 |
| 6.2.3. Rendimiento semilla de ramas primarios.....   | 66 |
| 6.2.4. Rendimiento semilla de ramas secundarios (laterales).....   | 69 |
| 6.2.5. Rendimiento de semillas ramas de otro orden.....  | 72 |
| 6.2.6. Rendimiento total por tratamiento (kg).....   | 75 |
| VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS.....   | 79 |
| 7.1. Conclusiones.....   | 79 |
| 7.1.1. Resultados de las características Agro botánicas del cultivo de tarwi, por efecto fertilización química y densidad de siembra.....                | 79 |
| 7.1.2. Resultados, el rendimiento por planta de grano seco del cultivo de tarwi, bajo los efectos de la fertilización química y densidad de siembra..... | 79 |
| 7.1.3. Resultado total por tratamiento, de grano seco del cultivo de tarwi por efecto de la fertilización química y densidad de siembra.....             | 79 |
| 7.2. Sugerencias.....  | 80 |
| BIBLIOGRAFÍA.....  | 81 |
| ANEXOS.....  | 83 |



## INDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 1.</b> Contenido proteínas en diferentes productos .....   | 11 |
| <b>Tabla 2.</b> Composición química del tarwi .....   | 17 |
| <b>Tabla 3.</b> Densidad de siembra del cultivo de tarwi.....   | 20 |
| <b>Tabla 4.</b> Datos estadísticos nacional de rendimiento del cultivo de tarwi campaña agrícola 2021-2022.....                     | 21 |
| <b>Tabla 5.</b> Historial del campo experimental, cuenta con su correspondiente análisis de suelo que se encuentra en anexo 01..... | 23 |
| <b>Tabla 6.</b> Tratamientos en estudio.....  | 25 |
| <b>Tabla 7.</b> Datos para altura de planta (m) .....   | 40 |
| <b>Tabla 8.</b> ANVA para altura de planta .....  | 40 |
| <b>Tabla 9.</b> Comparación de medias Tukey para distanciamientos .....   | 40 |
| <b>Tabla 10.</b> Comparación de medias Tukey para niveles de fertilización. ....  | 41 |
| <b>Tabla 11.</b> Comparación de medias Tukey para tratamientos .....  | 42 |
| <b>Tabla 12.</b> Resultado de efectos simples para la interacción.....  | 42 |
| <b>Tabla 13.</b> De datos de diámetro del tallo.....  | 43 |
| <b>Tabla 14.</b> ANVA para diámetro de tallo .....  | 44 |
| <b>Tabla 15.</b> Comparación de medias Tukey para distanciamientos .....  | 44 |
| <b>Tabla 16.</b> Comparación de medias Tukey para niveles de fertilización .....  | 44 |
| <b>Tabla 17.</b> Comparación de medias Tukey para tratamientos .....  | 45 |
| <b>Tabla 18.</b> Resultado de efectos simples para la interacción.....  | 46 |
| <b>Tabla 19.</b> De datos del número de ramas primarias.....  | 47 |
| <b>Tabla 20.</b> ANVA para número de ramas primarias .....  | 47 |
| <b>Tabla 21.</b> Comparación de medias Tukey para distanciamientos .....  | 47 |
| <b>Tabla 22.</b> Comparación de medias Tukey para niveles de fertilización .....  | 48 |
| <b>Tabla 23.</b> Comparación de medias Tukey para tratamientos .....  | 49 |
| <b>Tabla 24.</b> Resultado de efectos simples para la interacción.....  | 49 |
| <b>Tabla 25.</b> De datos altura de la primera rama. ....   | 50 |
| <b>Tabla 26.</b> ANVA para altura de rama primaria.....   | 50 |
| <b>Tabla 27.</b> Comparación de medias Tukey para distanciamientos .....  | 51 |
| <b>Tabla 28.</b> Comparación de medias Tukey para niveles de fertilización .....  | 51 |
| <b>Tabla 29.</b> Comparación de medias Tukey para tratamientos .....  | 52 |

|  |    |
|--|----|
| <i>Tabla 30. Resultado de efectos simples para la interacción</i> .....          | 53 |
| <i>Tabla 31. De datos para diámetro de la hoja</i> .....                         | 54 |
| <i>Tabla 32. ANVA para diámetro de la hoja</i> .....                             | 54 |
| <i>Tabla 33. Comparación de medias Tukey para distanciamientos</i> .....         | 54 |
| <i>Tabla 34. Comparación de medias Tukey para niveles de fertilización</i> ..... | 55 |
| <i>Tabla 35. Comparación de medias Tukey para tratamientos.</i> .....            | 56 |
| <i>Tabla 36. Resultado de efectos simples para la interacción</i> .....          | 56 |
| <i>Tabla 37. De datos altura de la primera vaina</i> .....                       | 57 |
| <i>Tabla 38. ANVA para altura de la primera vaina</i> .....                      | 58 |
| <i>Tabla 39. Comparación de medias Tukey para distanciamientos</i> .....         | 58 |
| <i>Tabla 40. Comparación de medias Tukey para niveles de fertilización</i> ..... | 58 |
| <i>Tabla 41. Comparación de medias Tukey para tratamientos</i> .....             | 59 |
| <i>Tabla 42. Resultado de efectos simples para la interacción</i> .....          | 60 |
| <i>Tabla 43. De datos número de vainas por planta</i> .....                      | 60 |
| <i>Tabla 44. ANVA número de vainas por planta</i> .....                          | 61 |
| <i>Tabla 45. Comparación de medias Tukey para distanciamientos</i> .....         | 61 |
| <i>Tabla 46. Comparación de medias Tukey para niveles de fertilización</i> ..... | 61 |
| <i>Tabla 47. Comparación de medias Tukey para tratamientos</i> .....             | 62 |
| <i>Tabla 48. Resultado de efectos simples para la interacción</i> .....          | 63 |
| <i>Tabla 49. Datos, rendimiento de semilla del tallo principal</i> .....         | 63 |
| <i>Tabla 50. ANVA rendimiento semilla del tallo principal</i> .....              | 64 |
| <i>Tabla 51. Comparación de medias Tukey para distanciamientos</i> .....         | 64 |
| <i>Tabla 52. Comparación de medias Tukey para niveles de fertilización</i> ..... | 64 |
| <i>Tabla 53. Comparación de medias Tukey para tratamientos</i> .....             | 65 |
| <i>Tabla 54. Resultado de efectos simples para la interacción</i> .....          | 66 |
| <i>Tabla 55. De datos rendimiento de semilla rama primaria (lateral)</i> .....   | 66 |
| <i>Tabla 56. ANVA rendimiento semilla ramas primarios</i> .....                  | 67 |
| <i>Tabla 57. Comparación de medias Tukey para distanciamientos</i> .....         | 67 |
| <i>Tabla 58. Comparación de medias Tukey para niveles de fertilización</i> ..... | 67 |
| <i>Tabla 59. Comparación de medias Tukey para tratamientos</i> .....             | 68 |
| <i>Tabla 60. Resultado de efectos simples para la interacción</i> .....          | 69 |
| <i>Tabla 61. De datos del rendimiento de semilla rama secundario.</i> .....      | 69 |
| <i>Tabla 62. ANVA rendimiento de semilla ramas secundarios</i> .....             | 70 |
| <i>Tabla 63. Comparación de medias Tukey para distanciamientos</i> .....         | 70 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 64.</b> Comparación de medias Tukey para niveles de fertilización ..... | 70 |
| <b>Tabla 65.</b> Comparación de medias Tukey para tratamientos .....             | 71 |
| <b>Tabla 66.</b> Resultado de efectos simples para la interacción.....           | 72 |
| <b>Tabla 67.</b> Rendimiento de semilla ramas terciarios.....                    | 72 |
| <b>Tabla 68.</b> ANVA rendimiento de semilla ramas terciarios. ....              | 73 |
| <b>Tabla 69.</b> Comparación de medias Tukey para distanciamientos .....         | 73 |
| <b>Tabla 70.</b> Comparación de medias Tukey para niveles de fertilización. .... | 73 |
| <b>Tabla 71.</b> Comparación de medias Tukey para tratamientos .....             | 74 |
| <b>Tabla 72.</b> Datos Rendimiento total del tratamiento. ....                   | 75 |
| <b>Tabla 73.</b> ANVA rendimiento total de un tratamiento. ....                  | 75 |
| <b>Tabla 74.</b> Comparación de medias Tukey para distanciamientos .....         | 76 |
| <b>Tabla 75.</b> Comparación de medias Tukey para niveles de fertilización ..... | 76 |
| <b>Tabla 76.</b> Comparación de medias Tukey para tratamientos .....             | 77 |
| <b>Tabla 77.</b> Resultado de efectos simples para la interacción.....           | 78 |

## INDICE DE GRÁFICOS

|  |    |
|--|----|
| <i>Gráfico 1. Porcentaje de distanciamiento para altura</i> .....                                | 41 |
| <i>Gráfico 2. Porcentaje de niveles fertilización para altura</i> .....                          | 41 |
| <i>Gráfico 3. Interacción distanciamiento con niveles, para altura planta</i> .....              | 42 |
| <i>Gráfico 4. Medias para densidad, para diámetro tallo (mm)</i> .....                           | 44 |
| <i>Gráfico 5. Medias para niveles de fertilización espesor tallo</i> .....                       | 45 |
| <i>Gráfico 6. Medias para niveles de fertilización espesor tallo</i> .....                       | 45 |
| <i>Gráfico 7. Medias distanciamientos número de ramas primarias</i> .....                        | 48 |
| <i>Gráfico 8. Medias niveles número de ramas primarias</i> .....                                 | 48 |
| <i>Gráfico 9. Medias niveles número de ramas primarias</i> .....                                 | 49 |
| <i>Gráfico 10. Medias para altura rama primaria</i> .....  | 51 |
| <i>Gráfico 11. Medias para altura de rama para niveles fertilización</i> .....                   | 52 |
| <i>Gráfico 12. Interacción para altura rama primaria</i> .....                                   | 52 |
| <i>Gráfico 13. Medias Tukey para distanciamientos</i> .....                                      | 55 |
| <i>Gráfico 14. Medias Tukey para niveles fertilización</i> .....                                 | 55 |
| <i>Gráfico 15. Medias Tukey para interacción</i> .....   | 56 |
| <i>Gráfico 16. Medias Tukey para distanciamientos</i> .....                                      | 58 |
| <i>Gráfico 17. Medias Tukey para niveles fertilización</i> .....                                 | 59 |
| <i>Gráfico 18. Medias Tukey para interacción niveles fertilización distanciamiento</i> .....     | 59 |
| <i>Gráfico 19. Medias Tukey para distanciamientos</i> .....                                      | 61 |
| <i>Gráfico 20. Medias Tukey para niveles fertilización</i> .....                                 | 62 |
| <i>Gráfico 21. Medias Tukey para la interacción distanciamientos niveles fertilización</i> ..... | 62 |
| <i>Gráfico 22. Medias Tukey para distanciamientos</i> .....                                      | 64 |
| <i>Gráfico 23. Medias Tukey para niveles de fertilización</i> .....                              | 65 |
| <i>Gráfico 24. Medias Tukey para la interacción</i> .....  | 65 |
| <i>Gráfico 25. Medias Tukey distanciamiento</i> .....  | 67 |
| <i>Gráfico 26. Medias Tukey niveles de fertilización</i> .....                                   | 68 |
| <i>Gráfico 27. Medias Tukey para la interacción</i> .....  | 68 |
| <i>Gráfico 28. Medias Tukey para rendimiento eje central en distanciamiento</i> .....            | 70 |
| <i>Gráfico 29. Medias Tukey para rendimiento eje central en niveles fertilización</i> .....      | 71 |
| <i>Gráfico 30. Medias Tukey para interacción para rendimiento</i> .....                          | 71 |
| <i>Gráfico 31. Medias Tukey para distanciamiento</i> .....                                       | 73 |
| <i>Gráfico 32. Medias Tukey para niveles de fertilización</i> .....                              | 74 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Gráfico 33.</b> <i>Medias Tukey para la interacción</i> .....           | 74 |
| <b>Gráfico 34.</b> <i>Medias Tukey para distanciamientos</i> .....         | 76 |
| <b>Gráfico 35.</b> <i>Medias Tukey para niveles de fertilización</i> ..... | 77 |
| <b>Gráfico 36.</b> <i>Medias Tukey para niveles de fertilización</i> ..... | 77 |

## INDICE DE FOTOGRAFIAS

|   |    |
|---|----|
| <i>Fotografía 1 Preparación del terreno</i> .....                           | 27 |
| <i>Fotografía 2 Marcado del terreno sector Phuyucalla</i> .....             | 28 |
| <i>Fotografía 3 Siembra del experimento</i> .....                           | 29 |
| <i>Fotografía 4 Aporque del cultivo</i> .....                               | 30 |
| <i>Fotografía 5 Cosecha del cultivo</i> .....                               | 31 |
| <i>Fotografía 6 Evaluación la altura de planta</i> .....                    | 32 |
| <i>Fotografía 7 Evaluación el diámetro del tallo</i> .....                  | 33 |
| <i>Fotografía 8 Evaluación número de vainas por planta</i> .....            | 34 |
| <i>Fotografía 9 Evaluación del rendimiento de semillas</i> .....            | 35 |
| <i>Fotografía 10 Evaluación de rendimiento semilla rama lateral</i> .....   | 36 |
| <i>Fotografía 11 Evaluación rendimiento semilla eje central borde</i> ..... | 37 |
| <i>Fotografía 12 Evaluación rendimiento total parcela</i> .....             | 38 |

## INDICE DE FIGURAS

|   |           |
|---|-----------|
| <i>Figura 1. Mapa político de la Provincia y distrito de Paucartambo .....</i>  | <i>22</i> |
| <i>Figura 2. Aleatorización de los tratamientos en el campo experimental comunidad campesina Phuyucalla – Paucartambo .....</i> | <i>25</i> |

## RESUMEN

El trabajo de investigación denominado, “NIVELES DE FERTILIZACIÓN Y DENSIDADES DE SIEMBRA EN RENDIMIENTO DE TARWI (*Lupinus mutabilis*, Sweet) EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE PHUYUCALLA DISTRITO, PROVINCIA DE PAUCARTAMBO – REGION CUSCO”. Se ha desarrollado con el objetivo general, Determinar el rendimiento de grano seco del cultivo de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) como consecuencia de los niveles de fertilización química y densidades de siembra, bajo condiciones de campo de la Comunidad Campesina Phuyucalla del distrito y provincia de Paucartambo, con los siguientes objetivos específicos: Determinar el rendimiento de grano seco del cultivo de tarwi por efecto de la fertilización química y densidad de siembra, evaluar el nivel de fertilización química más recomendada para obtener alto rendimiento de grano seco del cultivo de tarwi, evaluar la densidad de siembra más adecuada en la obtención de alto rendimiento de grano seco del cultivo de tarwi.

El diseño experimental utilizado para todas las variables cuantitativas fue el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial 2DX3N con cuatro repeticiones teniendo 6 tratamientos y 24 unidades experimentales, teniendo tres niveles de fertilización y dos distanciamientos de siembra. En cuanto a las características agronómicas se evaluó 12 plantas etiquetadas por tratamiento para obtener promedios en cuanto la altura de planta, diámetro del tallo, área foliar de la hoja, altura de la primera vaina y más características agronómicas.

Se tiene las siguientes conclusiones: el rendimiento semilla eje central, la interacción 50 cm con nivel 00-60-80 obtuvo 1.46 kg, de rendimiento en comparación a los demás, rendimiento semilla rama lateral masal la interacción 50 cm con nivel 00-60-80 obtuvo 0.480 kg, de rendimiento, frente a los demás, rendimiento semilla eje central borde la interacción 50 cm con nivel 00-60-80 obtuvo 1.092 kg, de rendimiento frente a los demás, rendimiento total, el distanciamiento 50 cm, con 3.085 kg, supero a 30 cm, el nivel 00-60-80 supero a los demás niveles con 3.298 kg, la interacción 50 cm con nivel 00-60-80 obtuvo 3.801 kg, de rendimiento frente a los demás.

**Palabras claves:** fertilización química, densidades de siembra, rendimiento de grano seco, tarwi, diseño experimental.



## INTRODUCCIÓN

Actualmente, el cultivo de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) es una buena oportunidad para los productores de las comunidades altoandinas y valles interandinos, debido a que la demanda del mercado es cada vez mayor debido a su valor nutricional, como su alto contenido proteico, como fuente en la industria y se utiliza mezclado con diversos productos para cocinar. (MIDAGRI, 2021)

Este cultivo tiene un importante potencial en la sierra del Perú, ya que es uno de los productos locales más cotizados debido a su enorme diversidad genética, responsable de la cantidad de accesiones disponibles hasta el momento en los Bancos de Germoplasma. Esto permite que tenga una buena alternativa de exportación hecho que nos permite utilizarlo en forma diferencial cada variedad para un determinado uso o fin. Su principal potencial de producción agronómica para su uso como oleaginosa se manifiesta entonces como fuente de proteínas, fijador de nitrógeno y productor de alcaloides para la salud animal y vegetal. Por el lado de la oferta, la producción está aumentando actualmente en regiones clave debido a la promoción del cultivo, los precios de venta más altos y el apoyo financiero controlado por los gobiernos.

Además de su valor agronómico, el producto hoy es reconocido y apreciado por su alto valor nutricional, siendo considerada la "Soya de los andes" porque contiene más proteínas que la soya misma, y como siempre, quienes la valoran. El producto de los Andes no es específicamente un habitante del campo, sino un mercado externo. (Flores, 1985)

Esta investigación permite determinar el comportamiento del rendimiento a diferentes densidades de plantas dependiendo del nivel de fertilización en las condiciones de la comunidad de Phuyucalla Paucartambo.

El autor.

## **I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN.**

### **I.1. Identificación del problema objeto de investigación.**

El tarwi ha sufrido en los últimos años por la reducción de sus áreas cultivadas, principalmente por el cambio climático y los intereses de los agricultores en la producción de las especies más rentables para el mercado, MIDAGRI, (2021). En el primer caso, el tarwi no madura lo suficiente en abril, porque es una temporada de crecimiento de ocho meses muy tardía, ya que se sembró en octubre y noviembre, por otro lado, descuidando su nivel de fertilización, siendo éste el requerimiento para obtener mayor producción y productividad del cultivo, viene provocando la reducción de la producción.

Por lo tanto, realizar esta investigación es muy importante, debido a que no existe suficiente información sobre el efecto de la fertilización y la frecuencia de siembra en el rendimiento de tarwi en la comunidad de Phuyucalla, Paucartambo — Cusco, con líneas procedentes de la Provincia Paucartambo Cusco - Perú.

### **I.2. Planteamiento del problema**

#### **I.2.1. Problema general**

¿Cuánto es el rendimiento de grano seco de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) como consecuencia de los niveles de fertilización química y densidades de siembra, bajo condiciones de campo de la Comunidad campesina de Phuyucalla Paucartambo Cusco?

#### **I.2.2. Problemas específicos**

- ✓ ¿Cuánto es el rendimiento de grano seco del cultivo de tarwi por efecto de la fertilización química y densidades de siembra? .
- ✓ ¿Cuál es el nivel de fertilización química más recomendada para obtener alto rendimiento de grano seco del cultivo de tarwi?
- ✓ ¿Cuál es la densidad de siembra más adecuada en la obtención de alto rendimiento de grano seco del cultivo de tarwi?

## II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

### 2.1. Objetivo general

Determinar el rendimiento de grano seco del cultivo de tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) como consecuencia del efecto de los niveles de fertilización química y densidades de siembra, bajo condiciones de campo de la Comunidad Campesina de Phuyucalla Paucartambo — Cusco.

### 2.2. Objetivos específicos

- ✓ Determinar las características Agro botánicas (altura, diámetro del tallo, ramificaciones, área foliar y altura de vainas) del cultivo de tarwi por efecto de la fertilización química y densidad de siembra.
- ✓ Evaluar el rendimiento de grano seco del cultivo de tarwi bajo el efecto de la fertilización químico y densidades de siembra.

### 2.3. Justificación

Es importante conocer al cultivo de tarwi mediante trabajos de investigación y esto contribuirá a dar mejores datos técnicos al agricultor, para una buena producción del cultivo, con ello el agricultor tiene alternativas de sembrar este cultivo y así mejorar su alimentación por el alto contenido de proteínas que posee porque en la actualidad este cultivo tiene bastante demanda en el mercado y con ello mejorar su calidad de vida y del mismo modo dar mejor atención a la educación de sus hijos.

Con respecto a este cultivo no se tiene mucha información de investigación, con respecto al abonamiento y densidades recomendadas para su producción y manejo, hoy en día, por lo general los agricultores lo siembran para autoconsumo, pocos dan un mínimo manejo a este cultivo, por ello se tiene bajos rendimientos y consecuencia poca rentabilidad, el siguiente trabajo de investigación contribuirá a sugerir estas alternativas de producción.

Se necesita un cultivo con muchos beneficios ambientales que tenga un impacto positivo en la sociedad al unir el nitrógeno atmosférico. Cultivarlo aporta trabajo a la cadena productiva, por lo que el agricultor puede obtener una nutrición de calidad y fertilizar la tierra además de consumir semillas. Con esta investigación se pretende apoyar a los agricultores porque son el referente.

De manera similar, el procesamiento del cultivo de tarwi es viable, es decir. Un procesamiento o molienda mínimo poscosecha para producir harina es una opción sensata y queda más tiempo para la comercialización.

El conocimiento y la investigación sobre el cultivo de tarwi desempeñan un papel importante en la mejora de la **economía agrícola y la calidad de vida** de los agricultores. Al proporcionar datos técnicos y recomendaciones sobre el abonamiento, densidades de siembra y manejo adecuado, se abre la puerta a una producción más eficiente y rentable de este cultivo, lo que a su vez aumenta la disponibilidad de alimentos ricos en proteínas para los agricultores y sus familias o población general.

### **III. HIPÓTESIS**

#### **3.1. Hipótesis General**

Los niveles de fertilización, así como las densidades de siembra en el cultivo de tarwi (*Lupinus mutabilis*, Sweet) influyen de manera diferente en las características botánicas y agronómicas, en la comunidad campesina de Phuyucalla del distrito y provincia de Paucartambo.

#### **3.2. Hipótesis Específicas**

- El rendimiento de grano seco del cultivo de tarwi por efecto de la fertilización química y densidades de siembra, es diferente según los tratamientos en estudio bajo las condiciones de la comunidad Phuyucalla Paucartambo.
- Los niveles de fertilización en el cultivo de tarwi influirán en el rendimiento de tarwi.
- Las densidades de siembra en el cultivo de tarwi influirán en el rendimiento del cultivo bajo condiciones de comunidad de Phuyucalla.

## IV. MARCO TEÓRICO

### 4.1. Antecedentes del cultivo

#### 4.1.1 Situación del cultivo de tarwi

De acuerdo a la FAO (2000) *Lupinus mutabilis* es la única leguminosa comestible con origen concentrado en los Andes, abarcando desde Ecuador hasta Argentina en diferentes sistemas de producción. Camarena et al. (2012) mencionan que hasta 2012, el área global cosechada de *Lupinus* disminuyó, alcanzando 678 mil hectáreas en 2009, el nivel más bajo medido desde 1983. Sin embargo, ha aumentado en los últimos años. En 2016, el altramuz se cultivaba en alrededor de 2 millones de hectáreas en el mundo, de las cuales el 60% se utiliza para la producción de cereales y el 40% para forraje y abono verde. Según datos del MINAGRI (2017) hay incrementos paulatinos en la fabricación y dominio cultivada de *Lupinus* en nuestro país incluso el año 2016, para el año 2017 la fabricación cayó tenuemente dos y siete por ciento respectivamente, equivalente como se aprecia en la Tabla 1. La región de La Libertad se ha posicionado como la longeva productora de tarwi, produciendo incluso 4681 toneladas en el año 2017, seguida por Cuzco (3057 ton) y Apurímac (1807 ton). Sin embargo, los mejores rendimientos se alcanzaron en la región Apurímac con 2232 kg/ha, seguidas por Huancavelica (1783 kg/ha) y Puno (1350 kg/ha).

El tarwi es considerado un recurso valioso para la seguridad nutricional debido a su alto contenido de proteínas, grasas, vitaminas y minerales, pero la presencia de alcaloides es una desventaja para su consumo. FAO (2000) encuentra que las áreas de investigación para este cultivo son la recolección de germoplasma, el mejoramiento genético, la postcosecha y la industrialización y promoción de su consumo.

### 4.2. Origen y distribución

Mujica, A. (1992). Argumenta que el tarwi pertenece a la familia Fabaceae, originaria de los Andes de Perú, Bolivia y Ecuador. Se cultiva en la región de los Andes desde la época de los Incas y alcanzó su mayor esplendor y perfeccionamiento durante los Incas. A pesar de su alto valor nutricional y resistencia a factores climáticos adversos en las zonas de siembra, su cultivo, transformación y consumo van disminuyendo paulatinamente, entre otras cosas porque no se han difundido y promovido sus usos. crecerlo y cambiarlo. El origen del altramuz se relaciona con dos grandes grupos: los altramuces del Viejo Mundo (Mediterráneo) llamados altramuces o *Lupinus dulces* (*Lupinus albus* L., *Lupinus luteus* L. y *Lupinus angustifolius* L.), y los del Nuevo Mundo (Ecuador, Perú) y Bolivia), llamados tarwis o chochos (*Lupinus mutabilis* Sweet) y sus parientes silvestres.

Vasquez, J. (1983), describe que el cultivo de Tarwi o chocho es una planta de origen andino y se cultiva en el país, en la región montañosa del oeste de Sudamérica, principalmente en Perú, Bolivia y Ecuador. . . y en menor medida en Colombia, Argentina y Venezuela.

#### 4.3. Centros de origen del tarwi

Lescano, R. L. (1994).

Mateo, J. M. (1961), menciona que en el género *Lupinus* encontramos especies en los siguientes centros de origen de plantas cultivadas:

a) Centro IV (CERCANO ORIENTE)

- *Lupinus pilosus* L.
- *Lupinus angustifolius* L.
- *Lupinus albus* L.

b) Centro V (MEDITERRANEO)

- *Lupinus albus* L.
- *Lupinus termis* Forskal.
- *Lupinus angustifolius* L.
- *Lupinus luteus* H.

c) Centro VI (ABISINIA)

- *Lupinus termis* Forskal.

d) Centro VIII (SUDAMERICANO)

- (*Lupinus mutabilis*, Sweet)

#### 4.4. Sinonimias

Lescano, J. Luis. (1994) indica para el tarwi Los nombres comunes que se les conoce son: tarwi, tarhui (Cusco), tauri, taulli, altramuz, chocho, lupino, ullus.

**Nombres comunes**, Bolivia: chuchus muti, chuchus. Ecuador y norte del Perú: chocho, chochito. Azángaro, Perú: ccequilla.

**Denominaciones en diferentes idiomas**, español: altramuz, lupino, chocho Aymara: tauri (Bolivia) Quechua: tarwi, tarhui (Bolivia, Perú) Inglés: Andean lupine, pearl lupin.

#### 4.5. Clasificación Taxonómica

La clasificación de acuerdo Arthur Cronquist (1993), es:

- División..... Magnoliophyta
- Clase..... Magnoliopsida
- Subclase..... Rosidae
- Orden..... Fabales
- Familia..... Fabaceae

Tribu.....Genisteae  
Género..... Lupinus  
Especie.....mutabilis  
Nombre científico.....*Lupinus mutabilis*, Sweet  
Nombre común.....Tarwi

**Número cromosómico.** – Investigación desarrollada por Planchuelo-Ravelo (1984) en 22 sobre 22 poblaciones de 16 especies de este género de la región andina muestran que *Lupinus* suele tener  $2n = 48$  cromosomas, a excepción de *L. bandelierae* C. P. Smith ( $2n = 36$ ).

#### **4.6. Descripción botánica**

##### **4.6.1. Raíz**

Mujica, A. (1977), muestra que en suelos con bacterias nativas la nodulación comienza al quinto día después de la emergencia. Los nódulos se localizan principalmente en la raíz primaria, pero para obtener resultados positivos en los nódulos es necesario elegir cepas que puedan soportar determinadas condiciones climáticas. Actualmente, los inóculos se elaboran a partir de cepas seleccionadas y altamente efectivas.

Gross, (2012), menciona que es muy importante la simbiosis de la planta de lupino con las bacterias nódulos que viven en las raíces. Además, se observa que las micobacterias del lupino (*Rhizobium* sp) invaden las células epidérmicas de la raíz a los pocos días de la germinación y se encuentran preferentemente en la raíz primaria; cada planta puede producir hasta 50 gramos. De los nudos de sus raíces

Chacón, (1987) afirma que el tarwi agrega nitrógeno al suelo después de 115 días y la cantidad total de nitrógeno que agrega al suelo es de 225 kg/ha, siendo los nódulos oscuros los que presentan mayor contenido de nitrógeno; La proporción de suelo se ve afectada por el número de nudos por planta.

##### **4.6.2. Tallo**

Camarena et al., (2012). Se dice que es un órgano aéreo, en su mayoría de un solo tallo cilíndrico y forma ligeramente aplanada (2016), completamente desnudo, grueso, leñoso y ramificado; Las especies cultivadas varían en color desde marrón a gris pasando por verde, y en especies silvestres pueden variar entre morado y rojo, depende de la lignificación, su altura varía de 0,5 a 2 m y lo normal es que alcance alrededor de un metro, el tronco principal, se puede ver cuando sube más alto desde las ramas laterales y no ocurre si las ramas están a la misma altura que el tronco principal.



### **4.6.3. Ramificación**

Echarri, (1977), menciona que la ramificación de Tarwi es simpoidal, típicamente alterna, y las propiedades anatómicas morfológicas son las mismas que las del tronco; Los lóbulos axilares aparecen a los lados de la nervadura central, formando ramas secundarias; a su vez, ramas inferiores con 3-8 ramas terciarias, de las que surgen ramas cuaternarias en algunas plantas. Las flores aparecen en estas ramas cuaternarias, pero normalmente se caen a los 4 o 5 días de aparecer las flores. La primera rama axilar aparece a 10-25 cm del cuello de la raíz, la mayor parte de la cual excede la altura del tallo principal.

En el eje central, las ramas forman un ángulo máximo de  $75^\circ$  y mínimo de  $35^\circ$ , teniendo las primeras ramas o ramas principales un ángulo mayor que las ramas adyacentes. El mayor diámetro de expansión de las ramas es de como máximo 110 cm. y al menos 20 cm, promedio 53,92 cm.

### **4.6.4. Hojas.**

Camarena, (2012) menciona que la hoja de *Lupinus* tiene forma de dedo, generalmente consta de ocho folíolos que varían desde ovoides hasta lanceolados. En la base de la hoja hay hojas pequeñas, a menudo rudimentarias. A diferencia de otras especies de *Lupinus*, las hojas de tarwi tienen menos pelos y pueden variar de color según el contenido de antocianinas.

Gross, (2012) argumenta que el tarwi se reconoce por la forma de las hojas digitales, que normalmente tienen ocho hojas que varían en forma entre ovaladas y lanceoladas. En algunos casos, el número de hojas puede ser de 5 a 12. Además, se nota que la hoja del tarwi es de color amarillo verdoso.

### **4.6.5. Inflorescencia**

Camarena, (2012), la describe con una inflorescencia dispuesta verticalmente. La longitud del eje principal suele ser mayor y disminuye gradualmente en las ramas posteriores, aunque las ramas laterales y terciarias pueden ser más grandes dependiendo del cultivar y las condiciones de crecimiento (Fig. 6). Este tipo de crecimiento se llama simpodios. Incluso hay más de 60 flores en una sola floración.

Chacón, (1987), llama a sus inflorescencias racimos terminales y pueden formar de 2 a 20 flores en diferentes inflorescencias. La correlación entre la longitud de las flores y el rendimiento es positiva.

Cuanto más larga sea la inflorescencia, más semillas por vaina.

El número de inflorescencias por planta es de máximo 78 racimos por planta y mínimo de 5 racimos por planta; formando una media de 27,4 racimos por planta. La variación en el número de conglomerados depende del número de ramas.

#### **a) Partes de la inflorescencia**

Según Enríquez, (1981):

- El pedúnculo, es un tallo desnudo que sostiene la inflorescencia y la une a los tallos vegetativos, es terminal y prolongado en relación a la última rama, la longitud del pedúnculo varía de 15 a 45 cm.
- El raquis, es la continuación del pedúnculo en el que se insertan las flores, siendo raquis simple en el tarwi.
- Pedicelos o Pedunculillos, cuya fusión es el sostén de las flores variando su longitud de 10 a 14 mm.
- Bractéolas, son hojitas muy estrechas de 8 mm de longitud, de color verde a morado suave, que nacen en el pedicelo muy cerca del receptáculo floral; después de 5 a 8 días de la apertura de la flor. La bractéola cae siendo por esta razón caduca.

#### **b) Flores**

Camarena, (2012), mencionó que las flores miden alrededor de 1.2 cm de diámetro y tienen una forma típica de la familia Papilionaceae (Fig. 7), es decir, los pétalos tienen 5 pétalos, uno es un estandarte, dos son aquillados y dos son geniales.

La quilla rodea el pistilo y diez estambres (Tapia, 1997) Desde el momento de la formación hasta la madurez, el color de la flor cambia constantemente, desde un azul claro hasta un azul muy oscuro, de ahí su nombre científico *Lupinus mutabilis*, que significa que cambia.

Rodríguez, (1972), como simetría bilateral o izquierda-derecha, se considera la flor de leguminosa más desarrollada y típica, sostenida por un fuerte pedicelo, con disposición axilar respecto del eje y posición terminal, esta disposición floral, es casi vertical, en su mayoría de 5 flores, algunas retorcidas, especialmente de 7 flores.

El tanque tiene forma cóncava y redondeada y se caracteriza de la siguiente manera:

- **El cáliz.-** Consta de 5 sépalos (hojas de gamoze) de simetría irregular que parecen constar de 2 sépalos, ambos con dientes u hojas bicúspides en la parte superior, de color verde y ligeramente pubescentes.
- **La corola.-** Consta de 5 pétalos, 2 de los cuales se unen por los bordes exteriores formando una "cuña" que protege los órganos reproductores; los otros 2 pétalos están libres y cubren completamente la quilla, similar a las "alas" exteriores de un vexil,

terminando en un pétalo libre mas desarrollado y ancho con una base amarilla en su base central, similar a un "vexil" o "bandera", cuya posición es exterior y detrás del ala. Todos los pétalos están unidos al recipiente mediante clavos.

- **Androceo.** - Consta de 10 estambres, todos connatos (monadelphis), 5 estambres fijados dorsalmente (superiores) en primer plano y restantes basalmente fijos (inferiores); los estambres están libres y separados a través de hendiduras longitudinales (rimosa); El polen es único, ovalado, de color blanco, ligeramente más pesado, pegajoso, con 3 esporas en germinación.

- **Gineceo.** - Formado por diferenciación de un carpelo en el ovario, estigma y estilo de forma lineal o bilateral; en su posición el pistilo es pseudoterminal por agotamiento del punto vegetativo de la flor. Los ovarios se insertan en una sola fila a la altura ventral o ventral, característica constante del lupino, y en realidad son producto de la fusión de los márgenes del carpelo. El estilo es filiforme, glabro y en todas las especies hay una especie, generalmente con un ángulo obtuso, correspondiente a la forma de la quilla; el ápice del estigma es convexo, grueso, papilar, glabro y pegajoso.

### **c) Fruto**

Blanco, (1982), dice que el fruto de esta especie es la pubertad de color verde oscuro cuando es suave y se pinta suave cuando está maduro. La forma de la carcasa es elíptica y alargada, de 6 a 12 cm de largo con 1.5 a 2.3 cm de ancho, con extremos agudos; Puede contener de 1 a 8 semillas elipsoidales a lenticulares.

Carreño, A. (1975). Chacón, L. (1987), afirma que el fruto es una legumbre o vaina simple. En promedio, 11 días después de la floración, las vainas se harán visibles, ligeramente aplanadas y alargadas.

Las vainas jóvenes son pubescentes, cubiertas con puntos de inflexión blancos de 3 a 4 mm y, a medida que maduran, la pubescencia disminuye rápidamente, predomina la dehiscencia y adquieren un color pajizo al final del ciclo.

### **d) Semilla**

Tapia, (2016), afirma que la semilla está recubierta por una capa o cáscara, cuyo color puede variar mediante combinaciones de diferentes colores y patrones, que van desde el blanco, perla, amarillo, gris, ocre, marrón, granate, café hasta el negro. Como formas de veteado de puntos, medias lunas y cejas, que expresan así su gran variación genética.

Las semillas de tarwi están incluidas –en número variable– dentro de una vaina de 5 a 12 cm, tienen forma redonda u ovalada a casi cuadrangular y miden de 0,5 a 1,5 cm. Un

kilogramo contiene 3500 a 5000 semillas. El tamaño depende tanto de las condiciones del cultivo como de la variedad (Tapia, 1997). La semilla está recubierta por un tegumento endurecido que puede constituir hasta el 10% de su peso total; en ella se encuentran los alcaloides que le dan el sabor amargo. Los colores del grano varían entre blanco, amarillo, gris, ocre, pardo, castaño, marrón y colores combinados como jaspeados, marmoleado, media luna, ceja y salpicado.

Gross, (2012), describe que la semilla de tarwi la de mayor tamaño entre todas las especies de lupinus del nuevo mundo, además indica, que el peso de un grano oscila unos 80 - 450 mg.

## **4.7. Fenología**

### **4.7.1. Fases fenológicas**

Según Camarena, (2012), Se tiene las siguientes:

**Emergencia.** En esta fase se observa que los dos cotiledones, de color verde intenso, están completamente desplegados horizontalmente por encima del nivel del suelo. Esto ocurre entre los 15 y 25 días después de la siembra.

**Primera hoja verdadera.** Del hipocótilo aparece la primera hoja verdadera; la fase se da cuando esta hoja llega a desplegarse completamente.

**Formación del racimo en el tallo central.** Del brote terminal aparece el primer racimo floral, o eje central de la planta, lo cual coincide con la ramificación tricotómica. Las plántulas tienen de 4 a 5 hojas verdaderas.

**Floración.** Se abre la primera flor del racimo del eje central. Esto ocurre de los 100 a 120 días de la siembra. Esta fase es susceptible a granizadas y caída de flores. **Envainado.** Se inicia cuando la corola de la primera flor se marchita y aparece la primera vaina, con la forma característica de uña de gato y de color verde oscuro con muchas pilosidades.

**Maduración de vainas.** Las vainas alcanzan su máximo tamaño y se tornan de color pajizo; las semillas contenidas en las vainas alcanzan su tamaño normal y adquieren el color característico de la variedad.

**Madurez fisiológica.** En esta fase las vainas del eje central se decoloran y secan completamente, a pesar de que las ramas primarias, secundarias y terciarias continúan en floración, luego, toda la planta empieza a perder su color y comienza a marchitarse y secarse.

## **4.8. Parientes Silvestres**

Mujica, (1992), dice que los parientes silvestres del tarwi –quienes muestran una enorme diversidad y variabilidad, encontrándose en diferentes altitudes, suelos y climas– están representados principalmente por las siguientes especies:

- *Lupinus cuzcensis*
- *L. tomentosus*
- *L. microphyllus*
- *L. paniculatus*
- *L. aridulus*
- *L. ananeanus*
- *L. condensiflorus*
- *L. chlorolepis*
- *L. tarapacensis*
- *L. subferuquinous*
- *L. dorae*
- *L. macbrideanus*
- *L. ballianaus*
- *L. gilbertianus*
- *L. eriocladus*

Estas especies son silvestres, se les denomina keras, kelas o jilas y, junto a las cultivadas, se utilizan en la medicina tradicional para prevenir y curar muchas dolencias en los Andes peruanos.

#### 4.9. Contenido Químico del tarwi

##### 4.9.1. Proteínas

Flores, A. (1985), dijo que existe variación en el porcentaje de proteínas, existiendo un promedio en base húmeda que es alrededor de 38,77%, y un promedio en base seca de 41,91% de proteínas; haciendo un promedio general que fluctúa entre 34,68% y 34,05% de contenido proteico del grano de tarwi.

La determinación de proteínas en grano entero tanto para base seca es similar a la base húmeda. La proteína soluble o precipitada del tarwi es del orden del 75% considerándose de alto contenido proteico.

**Tabla 1.** *Contenido proteínas en diferentes productos*

| <b>Producto</b> | <b>Proteína (%)</b> |
|-----------------|---------------------|
| Garbanzo        | 25,00               |
| Frijol          | 22,50               |
| Arveja          | 21,25               |
| Lenteja         | 27,50               |
| Habas           | 28,25               |
| Pallar          | 18,12               |
| Soya            | 38,00               |
| Tarwi           | 34,35               |

**Fuente:** Flores, A. (1985). Analizó mediante la técnica colorimétrica.

Flores, (1985), menciona que el porcentaje de lisina en el tarwi está entre 3 y 7%, el ácido glutámico y la histidina en el tarwi son muy abundantes; hecha la determinación cuantitativa del triptófano se debe concluir que adolece de este aminoácido.

#### **4.10. Bancos de germoplasma**

Lescano, (1994), cuando se trata de un banco de especies, podemos decir que estos están destinados a recolectar, conservar, evaluar, caracterizar, mejorar y distribuir a los que lo requieren, todo el material e información que se tiene registrada.

Lescano, (1994), dijo que se pueden identificar cuatro categorías principales en los Bancos de Germoplasma de acuerdo con sus propósitos.

##### **4.10.1. Categorías principales**

Banco de Germoplasma Interinstitucional.

Banco de Germoplasma Nacional.

Banco de Germoplasma Regional.

Centro Internacional.

#### **4.11. Conservación**

Gross, R. (1982), Ortiz, W. (1997), mencionan que una vez colectada la semilla de tarwi, esta se conserva en Colecciones o Bancos de Germoplasma. La semilla del *Lupinus* pierde su poder germinativo al segundo año de su almacenamiento y que a los cinco años puede llegar a perderse en su totalidad, razón por la cual el tarwi debe ser sembrada como máximo cinco años; esto se prolonga de acuerdo a las instalaciones técnicas disponibles del Banco de Germoplasma, es decir, a la posibilidad de reducir la humedad de la semilla de 6% a 8% y de almacenarlas en cámaras de refrigeración.

Que los granos alto andinos (quinua, Kañihua, tarwi y kiwicha.) son granos secos con relativo bajo contenido de humedad, por lo tanto, su mantenimiento exige ambientes con bajo porcentaje de humedad ambiental (10 a 20%) y de preferencia adecuada aireación. Si esta baja en un 10% será necesario realizar un refrescamiento del material.

#### **4.12. Germinación**

Flores, (1985), determina que el porcentaje de germinación varía entre 61% a 89%. Está determinado por la viabilidad del material (semilla) y la calidad del suelo.

García, (1980), menciona el porcentaje de emergencia en semilla de tamaño grande es de 76,45% y de tamaño mediano de 70% a 50% de emergencia.

#### **4.13. Precocidad**

Hart, (1987), dijo sobre la madurez de los cultivos mejorados debe ser precoz, con el fin de proporcionar un rendimiento aceptable de grano, adecuadamente dentro de sus límites del ciclo de cultivo de una región, o para un sistema de policultivos de un agro ecosistema.

#### **4.13.1. Concepto de precocidad**

Reyes, P. (1985), menciona que la precocidad de un cultivar es la respuesta conjunta de una población de plantas con madurez temprana, como producto del acortamiento en tiempo de las diferentes fases fonológicas que pueden pertenecer a una línea pura, híbridos, compuestos o poblaciones de autógamias y alógamas según la especie.

#### **4.13.2. Importancia agronómica de la precocidad**

Reyes, P. (1985), menciona que La precocidad es un carácter agronómico deseable, desde tiempos muy antiguos el hombre siempre ha seleccionado las plantas que maduran tempranamente.

##### **Ventajas:**

- Las plantas precoces son por lo general de menor biomasa, lo que representa menor extracción de nutrientes del suelo, siendo cultivadas agronómicamente sustentables.
- En regiones con periodos de cultivo estacionales como la zona andina permiten doble cosecha en un ciclo estacional de producción.
- Se integran favorablemente en sistemas de rotación de cultivos o en sistemas de cultivos en relevo, integrándose en diferentes sistemas de arreglos espaciales y cronológicos.
- Permiten el escape al daño de plagas y enfermedades en cultivos fuera de época (siembras tempranas o tardías).
- Los cultivares precoces son de arquitectura de planta baja, lo que permite cultivos en altas densidades compensando sus rendimientos unitarios bajos.
- Muchos cultivares precoces mejorados tienen rendimientos superiores o iguales a los cultivares normales o tardíos.

##### **Desventajas:**

Los cultivares precoces también tienen algunas desventajas como:

- Por lo general la precocidad está inversamente correlacionada con el rendimiento de la parte aprovechable en las plantas cultivadas.

Lescano, J. (1994), Reyes, P. (1985), mencionan, La precocidad es un carácter gobernado por genes cuantitativos, siendo sumamente difícil pero no es imposible estabilizar poblaciones de plantas precoces.

#### **4.14. Plagas y Enfermedades**

##### **4.14.1. Plagas**

###### **➤ Gusano cortador**

Gutiérrez, (1988), menciona que la familia Agromyzidae se nota el ataque de esta plaga a los 14 días después de la siembra, cuando las plantitas son tiernas, el daño lo hacen en el cuello de la planta, cortando en forma de media luna, en estas plantas se produce la muerte, cuyo síntoma característico es el marchitamiento general de la planta.

###### **➤ Gusano verde del tarwi**

Molina, (1981), indica que es una larva de la familia Pieridae, son mariposas diurnas que presentan en el fondo de sus alas de un color anaranjado bordeado de negro; existe dimorfismo sexual, vuela en los meses de abril y mayo llegan a medir 10,7 mm. Los daños causados por las orugas son visibles alimentándose de las yemas, brotes y folíolos de la leguminosa.

###### **➤ Barrenador del tallo**

De la familia Agromyzidae, se presenta a los 45 a 50 días después de la siembra, el daño se localiza en el tallo barrenado, el síntoma característico es el marchitamiento de las partes afectadas.

###### **➤ Minador de hoja**

Es una larva de Liriomyza, ésta plaga ataca a las hojas, abriendo galerías primeramente sinuosas y luego lagunares en los folíolos; este ataque se presenta entre los 65 a 80 días después de la siembra, no causa la muerte.

##### **4.14.2. Enfermedades**

###### **➤ Esclerotiniosis**

Molina, J. (1981), Hanco, G. (1972), mencionan que la Sclerotinia. Se caracteriza por presentar en la parte inferior del tallo un moho blanquecino que recubre totalmente el tallo, originando la clorosis de las hojas y podredumbre de la parte afectada, que finalmente termina con la marchitez de toda la planta; se presenta entre 14 y 60 días.

###### **➤ Chupadera del tarwi**

Es producida por el hongo Rhizoctonia, las plantas presentan clorosis, empezando por la parte inferior, luego abarca toda la planta con la consiguiente muerte, cuando las plantas son arrancadas se desprenden fácilmente de la raíz, porque se encuentran podridas, presentando un color marrón, en el cuello se nota una lesión hundida.



#### ➤ **Roya del tarwi**

Es producida por *Uromyces lupini* los primeros síntomas aparecen junto con la floración inicial del eje principal, en un principio se observan pequeños puntitos cloróticos, luego toman la forma de pústulas pequeñas de forma globosa y de color anaranjado intenso en el envés de las hojas con un halo amarillo en el haz.

#### ➤ **Quemado del tallo**

Molina, (1981), dijo que es producida por el hongo *Ascochita* sp., los síntomas más visibles se observan en el tallo, comienza como manchas irregulares al inicio de una coloración negra dando la apariencia de haber sido quemado, en un estado más avanzado de la enfermedad rodean completamente el tallo, pudiendo abarcar en su totalidad o algunas partes de la planta; se presenta entre los 30 a 50 días después de la siembra.

#### ➤ **Antracnosis**

Molina, (1981). Hanco, (1972), determina que el hongo *Colletotrichum Qloesporoides* se presenta a partir de los 40 días; inicia su ataque en los cotiledones luego en los folíolos, tornándose de un color anaranjado, posteriormente lesiones chancrosas cuando su ataque es fuerte en tallos y vainas estas lesiones son de forma más o menos circulares y de color anaranjado, con un halo oscuro. Para el control de esta enfermedad se recomienda desinfectantes.

### **4.15. Requerimiento para el cultivo de tarwi**

Gross, (1982), Ortiz, (1997), indican sobre la planta es oriunda de climas tropicales, desde 1° latitud norte a 22° latitud sur, pero se desarrolla en valles templados y en las cuencas alto andinas, a pesar de que es un cultivo de clima templado, no se adapta a la humedad ni a la aridez del trópico.

**Requerimientos de luz solar:** es aparentemente indiferente a este los cortos días tropicales de 12 horas, como en los largos días de verano de las zonas templadas.

**Precipitaciones:** los límites son desconocidos, pero tolera los periodos de sequía prolongados.

**Altitud:** desde Colombia hasta Bolivia, esta especie crece a altitudes desde 800 m. hasta por encima de los 3,000 m. En Australia, Europa y California han crecido cerca del nivel del mar. Bajas Temperaturas: Cuando madura es resistente a las heladas y cuando joven no lo es.

**Altas temperaturas:** Su resistencia a climas cálidos es desconocida.

**Tipos de suelo:** la planta tolera suelos arenosos y ácidos, pero, en estos últimos, la producción de rizófitos es muy pobre.

#### 4.16. Usos

Lescano, (1994), menciona que considera apropiado para los niños en etapa de crecimiento, mujeres embarazadas o que dan de lactar.

Combinado con cereales como la quinua o amaranto, es capaz de reunir las cualidades de la leche, la carne, el queso y el huevo. Industrialmente la harina de tarwi que se usa hasta en 15 % en la panificación, por la ventaja de mejorar considerablemente el valor proteico y calórico el producto.

- Alimenticio: se utiliza, desmargada, en guisos, en purés, en salsas, cebiche serrano, sopas (crema de tarwi); guisos (pepián), postres (mazamoras con naranja) y refrescos (jugo de papaya con harina de tarwi). Una de sus principales limitantes es la presencia de alcaloides en las semillas, pero, que son eliminados por métodos tradicionales haciéndolo accesible al consumo humano. Y, con el aporte del mejoramiento genético se desarrolló variedades “dulces” que no tienen este problema.
- Agronómica: su aporte a la agronomía es valiosa por cuanto preserva la fertilidad de los suelos, mediante la fijación de nitrógeno, En estado de floración la planta se incorpora a la tierra como abono verde dando como resultado incrementos en la producción de papa y cereales, mejorando la disponibilidad de materia orgánica, mayor retención de humedad y la estructura de los suelos. Ha quedado demostrado su efecto en la disminución de la incidencia del gorgojo de los Andes, principal plaga del cultivo de papa y el control preventivo de insectos que atacan a la madera.
- Nutrición: las semillas son excepcionales nutritivas. Las proteínas y el aceite Constituyen más de la mitad de su peso, un estudio hecho en 300 diferentes genotipos de semillas muestran que la proteína contenida varía de 41 a 51 %. El aceite (cuyo contenido es inversamente proporcional al del anterior) varía de 24 a 14%. Quitándole la cáscara a la semilla y moliendo el grano se obtiene una harina constituida por 50% de proteínas. La proteína del tarwi contiene cantidades adecuadas de lisina y cistina, pero tiene únicamente 23 a 30% de la metionina requerida para el óptimo crecimiento de los animales.
- El contenido de fibra de la semilla no es excesivo, pero se estima que pueda constituir una fuente importante de minerales.

#### 4.17. Valores nutricionales del grano de tarwi

*Tabla 2. Composición química del tarwi*

| <b>Parámetro</b> | <b>% Peso (p/p)</b> |
|------------------|---------------------|
| Proteínas        | 44,3                |
| Humedad          | 7,7                 |
| Carbohidratos    | 28,2                |
| Fibras           | 7,1                 |
| Cenizas          | 3,3                 |
| Grasas           | 16,5                |

**Fuente:** Flores, A. (1985), analizó mediante la técnica colorimétrica.

#### 4.18. Manejo del cultivo.

Actividades de pre cosecha mencionados por Mujica, (1977), la cual se describe:

##### 4.18.1. Preparación del suelo

El cultivo de tarwi prefiere suelos francos a franco arenosos, y que no es recomendable cultivar en terrenos arcillosos y limosos que presenten mal drenaje. que las labores principales se pueden realizar con tractor (arado, rastra cruzada y surcado), yunta o manualmente. El número de labores dependerá de la clase de terreno, topografía y cultivo anterior, pero debe realizarse con la debida anticipación para que los restos de la cosecha anterior y malezas puedan incorporarse al suelo.

Camarena, (2012), menciona que, a mayor calidad del suelo y adecuada preparación, se obtendrá mejores rendimientos. Existen varios tipos de preparación de terreno, uno de ellos es la labranza cero, en la cual no se prepara el terreno y se opta por suelos suaves y limpios, esta práctica minimiza los costos de producción, conserva la humedad del suelo y evita la erosión del suelo por viento y agua, generalmente se realiza en la altura, donde hay poco desarrollo de malas hierbas; la preparación con chaquitaklla, es una actividad tradicional que se realiza en suelos suaves; la preparación con yunta, que es un recurso utilizado por pequeños productores, puede ser yuntas compuestas por bueyes, burros o caballos y la preparación con maquinaria agrícola, dónde se utiliza el tractor para el arado, pase de rastra y surcado del terreno, esta alternativa es propia para suelos planos o con ligera pendiente, características de los valles interandinos.

##### 4.18.2. Siembra

La siembra tradicionalmente se efectúa en condiciones generalmente de secano, en parcelas muy pequeñas y aisladas. Se recomienda efectuar la siembra en surcos que pueden

estar distanciados (50 a 60 cm), o en golpes sin remoción del suelo en lo que se podría llamar siembra directa, labranza mínima o sin volteo de terreno. Los mejores rendimientos se obtienen con el método de siembra en surcos, en el que se emplea entre 60-80 kg/ha de semilla. En cuanto al periodo vegetativo, se ha observado que los ecotipos o variedades cultivadas cerca de la línea ecuatorial y en los valles interandinos son más tardíos, mientras que aquellos cultivados a mayor latitud y en regiones más altas, como el altiplano peruano-boliviano, son más precoces. En muchos casos se siembra como borde de cultivos de maíz, papa, quinua, de modo que sea un medio de protección contra el ganado, ya que por su sabor amargo y olor algo repelente no es consumido.

Tapia, (2016), indica que la siembra se debe realizar con semillas desinfectadas, de alta calidad y libre de enfermedades, la cantidad puede variar entre 60-80 kg/ha (Rodríguez y Rojas, s.f). Generalmente el tarwi se siembra al voleo, siembra directa o en surcos en parcelas pequeñas bajo condiciones de secano. Por el sabor amargo y olor un poco repelente que tiene toda la planta evita que las plantas sean comidas por el ganado y es por ello que se siembra como borde de cultivos de quinua, papa y maíz (Tapia, 2015).

#### **4.18.3. Deshierbo y otras actividades**

Recomienda realizar un primer deshierbo o rascadillo entre los 30 y 45 días después de la siembra, seguido de un aporque a los 60 días, que a su vez sirve como segundo deshierbo. Estas labores son de mucha importancia ya que dan aireación a las raíces de la planta, favorecen el crecimiento y evitan el encharcamiento del agua. La eficacia del deshierbo, aporque y otras actividades agronómicas radica en su ejecución adecuada y oportuna. El objetivo del deshierbo es evitar que el cultivo compita con la maleza por humedad, nutrientes del suelo y luz solar, además de reducir la incidencia de las plagas y enfermedades que se hospedan en ellas. El aporque debe realizarse cuando las plantas de tarwi alcancen unos 30 cm de altura aproximadamente. Al remover el suelo y formar surcos, con este proceso, se consigue completar la eliminación de maleza, aumentar la aireación del suelo, mejorar la retención e infiltración del agua, favorecer la formación de nuevas raíces y el desarrollo de las ya existentes otorgando a la planta mayor estabilidad, además de evitar el aniego del campo de cultivo. En los primeros estados fenológicos, el cultivo de tarwi es invadido rápidamente por las siguientes malezas:

- Cebadilla (*Bromus unioloides*)
- Chijchipa (*Tagetes mandonii*)
- Auja auja (*Erodium cicutarium*)

- Layo (*Trifolium amabile*)
- Nabo silvestre (*Brassica campestris*)
- Ayara (*Chenopodium quinoa* subsp. *melanospermum*)
- Trébol carretilla (*Medicago hispida*)
- Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*)
- Kora (*Malvastrum* sp.)

#### 4.18.4. Fertilización

Camarena, (2012), recomienda de manera general –si no se dispone de análisis de suelo– usar 30 a 60 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por ha (66 a 132 kg de superfosfato de calcio triple por ha) y abono foliar antes de la floración (200 g de Fetrilon Combi).

En cuanto a la fertilización, el tarwi no requiere mayores niveles de nitrógeno, porque a través de la simbiosis con bacterias del género *Rhizobium lupini* fija su propio nitrógeno de la atmósfera; en cambio, es necesario aplicar fósforo y potasio. Algunos especialistas recomiendan fertilización química con un nivel de 00-60-60; otros prefieren prescindir de ella.

Es la incorporación al suelo de sustancias químicas, previo análisis del mismo, con la finalidad de proporcionar los nutrientes del cultivo para lograr su máximo desarrollo, sin descuidar su rentabilidad. Generalmente se aplica niveles de 30 - 60 - 40 de nitrógeno (N), fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y potasio (K<sub>2</sub>O); lo que comúnmente se denomina NPK.

En algunos campos se ha notado la presencia de plantas cloróticas (de color verde muy pálido a amarillo). Se ha atribuido esta característica a varias razones: puede ser un daño mecánico en la etapa muy temprana de la planta o una deficiencia de minerales, como magnesio y manganeso, en el caso de ser por deficiencia, se recomienda aplicar estos nutrientes vía abono foliar.

Para la formulación de 30-60-40 de NPK, se debe utilizar una mezcla de:

2,5 sacos de fosfato di amónico (aplicado a la siembra).

1,3 sacos de cloruro de potasio (aplicado a la siembra).

También puede preparar la misma fórmula con las fuentes siguientes:

Como fuente nitrogenada:

- ✓ Nitrato de amonio (suelo ácido): 33,5 %
- ✓ Urea (suelo básico o alcalino): 46 %
- ✓ Sulfato de amonio (suelo básico): 20 %

Como fuente de fósforo:

- ✓ Fosfato diamónico: 46 % (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y 18 % (N) 2 5
- ✓ Superfosfato triple de calcio: 46 % fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y 20 % calcio (CaO) 2 5

Como fuente de potasio:

- ✓ Cloruro de potasio: 60 % K<sub>2</sub>O
- ✓ Sulfato de potasio: 50 % K<sub>2</sub>O

#### 4.18.5. Abonamiento

Es la aplicación al suelo de fuentes de abono orgánico descompuesto, principalmente de origen animal, con la finalidad de mejorar la calidad del suelo en textura y estructura, así como incrementar su capacidad de retención de agua en el suelo.

El suministro del abono puede realizarse antes de la siembra, esparciéndolo e incorporándolo con la aradura, pero es mejor hacerlo a surco corrido antes de la siembra. Se recomienda aplicar de 5 a 10 t/ha. Las fuentes de materia orgánica más conocidas son:

- ✓ Estiércol o guano de corral descompuesto.
- ✓ Compost.
- ✓ Humus de lombriz (puede aplicarse hasta 2 t/ha).
- ✓ Guano de islas.

#### 4.18.6. Densidades de siembra

Gross, (2012), menciona que, por lo general, un kilogramo de grano de tarwi tiene 3 500 a 5 000 semillas. La variación en tamaño depende tanto de las condiciones de crecimiento como del ecotipo o variedad. El color del grano depende de la variedad, puede ser blanco, amarillo, gris, ocre, pardo, castaño, marrón y colores combinados como media luna, ceja y salpicado (Gross, 1982).

En base a la cantidad de semillas por kilo, la densidad de siembra en promedio, se resume en el Tabla 03.

*Tabla 3. Densidad de siembra del cultivo de tarwi.*

| Cultivo | Semilla | Distancia entre surcos | Distancia entre golpes | N° de semillas/golpe | de Profundidad de siembra |
|---------|---------|------------------------|------------------------|----------------------|---------------------------|
| Tarwi   | 30-40   | 0,80 cm                | 0,40 cm                | 3 a 4                | 5 cm                      |

**Fuente:** Gross, R. (2012)

#### 4.18.7. Rotación

Von, E. (2000), menciona que la rotación con chocho mejora la fertilidad del suelo como la fijación del nitrógeno, liberación del fósforo y disminución de las poblaciones del nematodo de la papa, así también recomiendan su incorporación antes de papa, la estructura

del suelo es beneficiada por la raíz que controla la erosión, así el valor de la rotación es mayor respecto como cultivo; posteriormente los suelos descansan, lo cual puede ser decisión voluntaria del agricultor, las rotaciones en la sierra del Perú son en el norte: cereal – chocho, centro: papa – cereal – tarwi y al sur (alrededor del lago Titicaca): papa –cereal-quinua - tarwi. La rotación es una práctica que obedece a la “costumbre”, el 30% de los cultivos cumplen la rotación: papa (y otros tubérculos) – cereales – tarwi – descanso.

#### 4.18.8. Cosecha

Tapia, (2016), indica que cuando las vainas adquieren una coloración amarillenta completando la maduración, se realiza la cosecha principalmente de dos maneras: las plantas enteras son arrancadas del suelo a mano o se corta con una hoz retirando las vainas. La cosecha se coloca en espacios abiertos con el fin de terminar el secado, luego las vainas se golpean con varas o palos, también pueden ser pisoteados por animales. La trilla y el venteo se realizan a mano.

#### 4.18.9. Post cosecha

Tapia, (2016), menciona que el grano cosechado y seco se almacena por dos a cuatro años en condiciones de sierra, sin mayores pérdidas de valor nutritivo y germinación, finalmente se guardan limpios en talegas, costales o en ollas viejas tapadas fuera del alcance de insectos y roedores.

### 4.19. Datos estadísticos nacional del cultivo de tarwi

*Tabla 4. Datos estadísticos nacional de rendimiento del cultivo de tarwi campaña agrícola 2021-2022.*

| <b>Regiones</b>  | <b>Superficie sembrada (ha).</b> | <b>Producción cosecha (t)</b> | <b>Rendimiento (kg/ha)</b> |
|------------------|----------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| Amazonas         | 103                              | 70                            | 697                        |
| Áncash           | 570                              | 577                           | 1,012                      |
| Apurímac         | 1,013                            | 2,409                         | 2,283                      |
| Ayacucho         | 309                              | 399                           | 1,291                      |
| Cajamarca        | 647                              | 445                           | 703                        |
| Cusco            | 1,894                            | 2,576                         | 1,341                      |
| Huancavelica     | 484                              | 832                           | 1,580                      |
| Huánuco          | 1,032                            | 1,251                         | 1,213                      |
| Junín            | 472                              | 651                           | 1,379                      |
| La Libertad      | 4,233                            | 5,803                         | 1,371                      |
| Puno             | 1,051                            | 1,411                         | 1,342                      |
| Total(toneladas) | 11,808                           | 16,424                        |                            |

**Fuente:** Gerencias/Direcciones Regionales de Agricultura – SIEA

## V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

### 5.1. Tipo de investigación

El trabajo de investigación es de tipo Experimental y evaluativo.

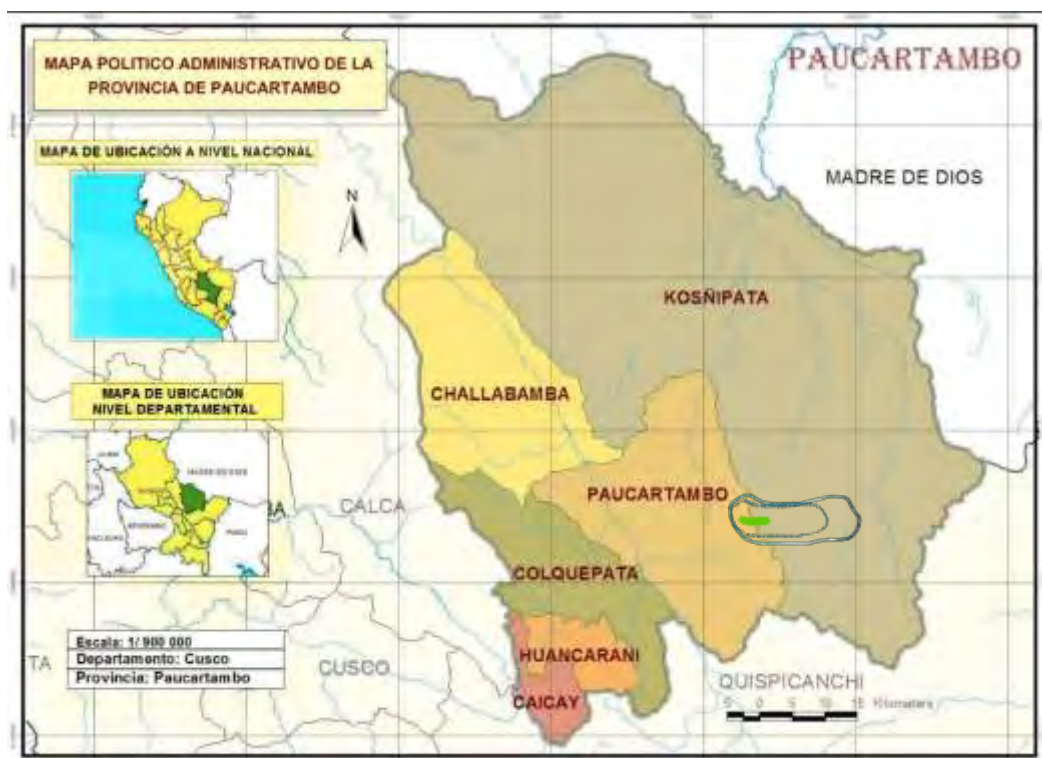
### 5.2. Ubicación espacial.

El presente trabajo de investigación se realizó en la comunidad campesina de Phuyucalla en el distrito y provincia de Paucartambo propiedad de la familia Puma Quispe, campaña agrícola 2015-2016.

### 5.3. Ubicación política

Región : Cusco  
Provincia : Paucartambo  
Distrito : Paucartambo  
Lugar : Comunidad campesina de Phuyucalla, sector – Phuyucalla

**Figura 1.** Mapa político de la Provincia y distrito de Paucartambo



**Fuente:** Dirección Regional de Agricultura 2019

#### 5.3.1. Ubicación geográfica

Altitud : 3,283 m de altura  
Latitud Sur : 13°19'12"  
Longitud Oeste : 71°3.5'35"



### 5.3.2. Ubicación hidrográfica

Cuenca : Vilcanota  
Sub cuenca : Rio Paucartambo  
Microcuenca : Illichua

### 5.3.3. Ubicación ecológica.

El ambiente de estudio según la clasificación de zonas de vida de Holdridge (1987), se ubica en la zona de vida: Bosque semi seco, el clima se considera semifrío con una temperatura promedio anual de 12.90 °C, con precipitación pluvial de 690 mm y una humedad relativa de 56%, como promedios anuales.

### 5.3.4. Ubicación temporal

El presente trabajo de investigación se inició el 10 noviembre del 2015 y culminó el 17 de julio del 2019.

### 5.3.5. Historia del campo experimental

**Tabla 5.** *Historial del campo experimental, cuenta con su correspondiente análisis de suelo que se encuentra en anexo 01.*

| <b>Campaña agrícola sector C.C. Phuyucalla</b> |                        |
|--|------------------------|
| Año  | Cultivo                |
| 2013-2014                                      | Papa                   |
| 2014-2015                                      | Haba                   |
| 2015-2016                                      | Tarwi (presente expt.) |

## 5.4. Materiales y métodos

### a. Materiales de campo:

- Wincha.
- Cuaderno de apuntes.
- Estacas de madera y cordel.
- Diatomita.
- Libreta de campo.
- Etiquetas de cartulina.
- Picos, lampas, palas y segadera.
- Bolsas de papel graf, (diferentes tamaños).
- Bolsas de plástico y rafias (diferentes colores).
- Costales

### b. Equipos:

- Balanza de precisión.

- Cámara fotográfica.
- Computadora (laptop).
- Vernier.
- GPS, (para determinar altitud)
- Mochila fumigadora de 15 litros.

#### **c. Material de gabinete:**

- Impresora.
- Calculadora personal
- USB.
- Material bibliográfico.
- Papel bond de 75 gr. Tamaño A-4.
- Folder plastificado
- Cuadernos, lápiz, lapiceros y otros.

#### **d. Insumos.**

Los fertilizantes químicos y orgánico: el Nitrógeno orgánico, Fosfato diamónico y Cloruro de potasio (NPK).

#### **e. Material genético.**

Se utilizó una línea promisorio de tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*), eco tipo Andenes 90, ya seleccionada en la campaña agrícola (2013 — 2014), proveniente en la comunidad campesina Phuyucalla, la cantidad de semilla utilizada para el trabajo de investigación fue de 4680 plantas equivalente a 1.50 kilos para todo el trabajo.

### **5.5. Métodos**

#### **5.5.1. Diseño experimental**

El diseño experimental utilizado para todas las variables fue el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial 2DX3N con cuatro repeticiones teniendo 6 tratamientos y 24 unidades experimentales.

Tratamientos en estudio.

**Densidades:** se trabajó con dos densidades de siembra.

1. Densidad (**D1**) : = (D\_30 cm), entre planta y planta

2. Densidad (**D2**) : = (D\_50 cm), entre planta y planta

**Niveles de fertilización:** se trabajó con tres niveles de fertilización (N-P-K).

1. Nivel (**N1**): Testigo

2. Nivel (**N2**): 00-20-40 (NPK)

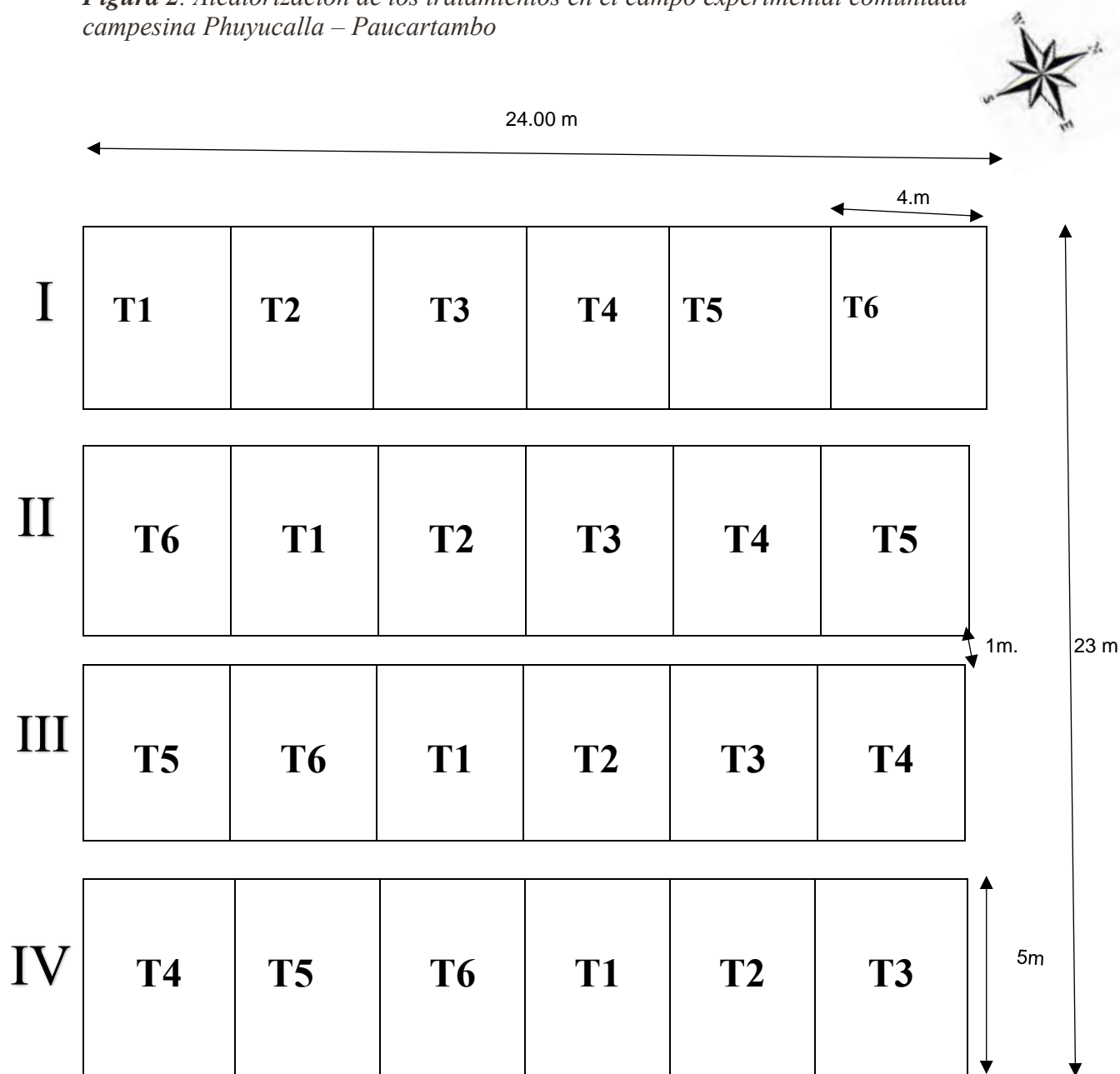
### 3. Nivel (N3): 00-60-80 (NPK)

Estos niveles de fertilización se usaron bajo la recomendación del programa de cultivos Andinos y leguminosas de la estación EEA INIA.

**Tabla 6.** *Tratamientos en estudio*

| TRATAMIENTOS     | COMBINACIONES |                      |
|------------------|---------------|----------------------|
| Tratamiento (T1) | D1N1          | 30 cm x Testigo (00) |
| Tratamiento (T2) | D1N2          | 30 cm x 00-20-40     |
| Tratamiento (T3) | D1N3          | 30 cm x 00-60-80     |
| Tratamiento (T4) | D2N1          | 50 cm x Testigo (00) |
| Tratamiento (T5) | D2N2          | 50 cm x 00-20-40     |
| Tratamiento (T6) | D2N3          | 50 cm x 00-60-80     |

**Figura 2.** *Aleatorización de los tratamientos en el campo experimental comunidad campesina Phuyucalla – Paucartambo*



### **5.5.2. Caracterización de las variables cualitativas**

Se utilizó descriptores IBPGR (1981 de la FAO), para determinación de características botánicas y agronómicas.

### **5.5.3. Características del campo experimental**

#### **Parcela:**

Largo de surco: 5.00 m

Ancho de surco: 0.80 m

Número de surcos por tratamiento: 05

Densidades de siembra: 0.50 m y 0.30 m

Número de plantas a evaluar en densidad de 0.50 m: 24  
Número de plantas a evaluar en densidad de 0.30 m: 42

#### **Bloques:**

Largo: 24.00 m (6 tratamientos x 5 surcos x 0.80 m ancho del surco)

Ancho: 23 m (5 m largo del surco x 4 bloques + 3 m ancho de la calle)

Área total: 552 m<sup>2</sup>.

Área neta de evaluación: 0.24 m<sup>2</sup> /planta para densidad de 30 cm y 0.40 m<sup>2</sup> / planta para densidad 50 cm.

### **5.5.4. Conducción del experimento o metodología.**

El presente trabajo de investigación se realizó en la comunidad campesina de Phuyucalla distrito provincia de Paucartambo con el material genético Ecotipo Andenes 90.

#### **➤ Preparación del terreno:**

Esta actividad se realizó con el apoyo de un tractor agrícola en dos etapas primeramente se realizó el arado y posterior el rastrado en el sector llamado Phuyucalla el 10 octubre del 2015.

## **Fotografía 1**

### *Preparación del terreno*



**Fuente:** Trabajo de campo.

➤ **Marcado del terreno:**

Esta actividad se realizó el 11 de noviembre del 2015, se tomaron en cuenta las dimensiones requeridas para cada repetición y una distribución correcta de los tratamientos se usaron cordel, wincha, yeso y estaca.

## Fotografía 2

*Marcado del terreno sector Phuyucalla*



**Fuente:** Trabajo de campo

### ➤ **Siembra:**

La fecha de siembra del trabajo de investigación se realizó el 11 de noviembre del 2015 en el sector denominado Phuyucalla, para esta actividad las semillas tuvieron las características correspondientes en sanidad, tamaño y características genéticas de la variedad, se calculó la cantidad exacta para cada tratamiento a 03 semillas para cada mata, en sus respectivos de 04 repeticiones.

Se trabajó con dos (2) densidades de siembra:

- De planta a planta de 30 cm. 16 plantas por surco de 05 metros.
- De planta a planta de 50cm. 10 plantas por surco de 05 metros
- La distancia entre surcos 80 cm,
- La cantidad de semilla en su totalidad para los 04 bloques o tratamientos, 4,680 plantas que equivale en 1.50 kg.



### **Fotografía 3**

#### *Siembra del experimento*



**Fuente:** Trabajo de campo

#### ➤ **Fertilización:**

En la fertilización se realizó a chorro continuo la cantidad de 30 gr/planta, en la siembra, se utilizó fosfato di amónico y cloruro de potasio, el nivel de fertilización de N-P-K, aplicada en las instalaciones del experimento fue 00- 20 - 40, 00-60-80, esta fórmula se aplicó conforme a la recomendación utilizada en el Programa de Cultivos Andinos y Leguminosas de la EEA Andenes INIA.

- Para 30 cm de densidad PK = 4.13 kg
- Para 50 cm de densidad PK = 5.20 kg.

#### ➤ **Emergencia:**

La emergencia del material genético fue aproximadamente a partir del 25 de noviembre después de la siembra de las parcelas experimentales con esto se determinó la viabilidad de la semilla

#### ➤ **Deshierbo:**

Se efectuó en dos momentos oportunamente adecuados. El primer deshierbo se realizó el 11 de diciembre del 2015, el segundo deshierbo antes de aporque, entre los 60 días desde el momento de la siembra.

Se encontró las siguientes malezas: Poaceas (kikuyo), Brasicaceas (nabo), Tropaeolacea (Hualpa hualpa) y Fabacea (Trébol carretilla).

➤ **Aporque:**

Esta labor se realizó con una lampa el 01 de febrero 2016 con un aporque normal cuando las plantas tuvieron de seis a ocho hojas verdaderas con una altura aproximada de 20-30 cm de altura, a los 80 días aproximadamente posteriores a la siembra con el objetivo de brindar a la planta mayor sostenibilidad y mejor anclaje de la raíz para tener resistencia al encamado causados por los fuertes vientos y excesivas lluvias.

**Fotografía 4**

*Aporque del cultivo*



**Fuente:** Trabajo de campo

➤ **Etiquetado:**

Esta actividad se realizó identificando los tratamientos en estudio, esto s al inicio y final de las repeticiones amarrando bien para que nos dure hasta el final de la fenología del cultivo cosecha, el etiquetado se efectuó en fecha 15 de enero del 2016.

➤ **Cosecha:**

Esta labor se realizó cuando el cultivo alcanzo la madurez fisiológica, se realizó tomando en cuenta las consideraciones más recomendadas, se dio inicio a la cosecha entre



el 14 - 27 julio del 2016 según a la maduración escalonada de las vainas del cultivo de tarwi, la actividad se realizó en forma manual.

### **Fotografía 5**

*Cosecha del cultivo*



**Fuente:** Trabajo de campo.

#### **5.5.5. Evaluación de características agronómicas**

Las variables agronómicas se realizaron en toda la fase fenológica del cultivo desde la emergencia hasta la cosecha.

**a.-** Altura de la planta: esta evaluación se realizó el 20 marzo 2016, utilizando el descriptor, la Medición se realizó con una cinta métrica de acuerdo a las densidades 0.30 – 12 plantas por tratamiento, densidad 0.50 – 12 plantas, se consideró realizar desde la parte superior del suelo hasta al ápice superior de la planta en centímetros para determinar promedio del tamaño de la planta por cada densidad.

## Fotografía 6

### *Evaluación la altura de planta*



**Fuente:** Trabajo de campo

**b.-** Espesor del tallo: esta evaluación se efectuó el 21 de marzo 2016 utilizando el descriptor, la Medición se realizó con un vernier digital de acuerdo a las densidades 0.30 – 12 plantas por tratamiento, densidad 0.50 – 12 plantas por tratamiento y la densidad, se consideró realizar el diámetro del tallo de la planta por debajo de la primera rama inferior para determinar un promedio medio del diámetro del tallo de la planta por cada densidad.



## Fotografía 7

### *Evaluación el diámetro del tallo*



**Fuente:** Trabajo de campo.

**c.-** Ramificación: para esta característica se utilizó el descriptor, el conteo de las ramas primarias de acuerdo a la densidad 0.30 – 12 plantas por tratamiento, 0.50 – 12 plantas por tratamiento, cogiendo las plantas etiquetadas contadas individualmente para obtener un promedio de número de ramas por planta en cada densidad.

**d.-** Altura de la primera rama inferior: se realizó 25 marzo 2016, mediante el descriptor, la Medición se realizó con una wincha de acuerdo a las densidades 0.30 – 12 plantas por tratamiento, densidad 0.50 – 12 plantas por tratamiento, se consideró realizar individualmente a las plantas etiquetadas desde la parte superior del suelo hasta la primera inferior de la planta en centímetros para determinar un promedio medio de la altura de la primera rama de la planta por cada densidad.

**e.-** Diámetro máximo de la hoja: se realizó la evaluación utilizando el descriptor, la Medición se realizó con un vernier digital de acuerdo a las densidades 0.30 – 12 plantas por tratamiento, 0.50 – 12 plantas por tratamiento, se consideró realizar una hoja compuesta al azar por cada planta etiquetada para determinar un promedio medio de diámetro de una hoja por cada densidad.

**f.-** Altura de la primera vaina: se realizó el 20 de junio 2016, mediante un descriptor, la Medición se realizó con una cinta métrica de acuerdo a las densidades 0.30 – 12 plantas

por tratamiento, densidad 0.50 – 12 plantas por tratamiento, se consideró realizar desde la parte superior del suelo hasta la primera vaina del eje central de la planta en centímetros para determinar un promedio medio del tamaño de la planta por cada densidad.

g.- Número de vainas por planta: se efectuó el 25 de junio 2016, esta característica se realizó contabilizando el número de vainas por planta considerando el eje central y la rama lateral de cada planta etiquetada para obtener resultados promedios de cantidad de vainas por plantas en cada tratamiento.

### **Fotografía 8**

*Evaluación número de vainas por planta*



**Fuente:** Trabajo de campo.

h.- Rendimiento de semilla eje central masal: se realizó después de la cosecha el trillado correspondiente de acuerdo a las densidades 0.30 y 0.50, se consideró realizar la cosecha de los ejes centrales del masal, de cada tratamiento para determinar el rendimiento total por cada tratamiento de unidad experimental por cada densidad.



## Fotografía 9

*Evaluación del rendimiento de semillas*



**Fuente:** Trabajo de campo

i.- Rendimiento de semilla rama lateral masal: se efectuó posterior a la cosecha realizando el trillado correspondiente de acuerdo a las densidades 0.30 y 0.50, se consideró realizar la cosecha de las ramas laterales del masal, de cada tratamiento para determinar el rendimiento total por cada tratamiento de unidad experimental por cada densidad.

## Fotografía 10

*Evaluación de rendimiento semilla rama lateral*



**Fuente:** Trabajo de campo

j.- Rendimiento de semilla eje central borde: se realizó posterior a la cosecha con el trillado correspondiente de acuerdo a las densidades 0.30 y 0.50, se consideró realizar la cosecha de los ejes centrales de los bordes considerando el primer y el ultimo surco como también las primaras plantas al inicio y al final de los surcos de cada tratamiento independientemente para determinar el rendimiento total por cada tratamiento de unidad experimental para cada densidad.



## Fotografía 11

*Evaluación rendimiento semilla eje central borde*



**Fuente:** Trabajo de campo

k.- Rendimiento de semilla rama lateral borde: se realizó posterior a la cosecha con el trillado correspondiente de acuerdo a las densidades 0.30 y 0.50, se consideró realizar la cosecha de las ramas laterales de los bordes considerando el primer y el ultimo surco como también las primaras plantas al inicio y al final de los surcos de cada tratamiento independientemente para determinar el rendimiento total por cada tratamiento de unidad experimental para cada densidad.

l.- Rendimiento total parcela: esta característica agronómica se realizó con el sumatorio total de rendimiento de semilla eje central masal, Rendimiento de semilla rama lateral masal, Rendimiento de semilla eje central borde, Rendimiento de semilla rama lateral borde correspondiente de acuerdo a las densidades 0.30 y 0.50, de cada tratamiento

independientemente para determinar el rendimiento total por cada tratamiento de unidad experimental para cada densidad.

### **Fotografía 12**

*Evaluación rendimiento total parcela*



**Fuente:** Trabajo de campo

#### **5.5.6. Evaluación de fases fenológicas**

Estas fases tuvieron una duración de 7 meses aproximadamente desde la emergencia hasta la maduración del cultivo la cual se escribe a continuación:

- **% Emergencia.** - Se consideró cuando las plantas emergieron sus cotiledones en un 50%, en ambos campos experimentales fijándose una sola fecha para cada cultivar evaluado.



- **Floración.** - La evaluación se realizó cuando cada cultivar presentó un 50% de floración en ambos campos experimentales fijándose una sola fecha.
- **Fructificación.** - La evaluación se procedió cuando las vainas completaron la madurez fisiológica en forma escalonada empezando del eje central a la última rama lateral en fechas determinadas y oportunas en ambos sectores.
- **Madurez.** - Para la evaluación de la madurez, se tomó en cuenta; el cambio de color del follaje de verde a amarillento en las vainas se nota claramente el cuajado de los granos y también cuando empieza a marchitarse, cada entrada tomándose una sola fecha para cada uno de ellos.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1. Determinación de las características Agro botánicas del cultivo de Tarwi, por efecto de fertilización química y densidad de siembre.

#### 6.1.1. Altura de planta

**Tabla 7.** Datos para altura de planta (m)

| Bloques  | Densidad (30 cm) |                   |                   | Densidad (50 cm) |                   |                   | Σ       |
|----------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|---------|
|          | Testigo          | N-P-K<br>00-20-40 | N-P-K<br>00-60-80 | Testigo          | N-P-K<br>00-20-40 | N-P-K<br>00-60-80 |         |
|          | D1N1             | D1N2              | D1N3              | D2N1             | D2N2              | D2N3              | Bloques |
| I        | 1.14             | 1.14              | 1.15              | 1.15             | 1.15              | 1.40              | 7.13    |
| II       | 1.13             | 1.14              | 1.16              | 1.14             | 1.18              | 1.55              | 7.30    |
| III      | 1.12             | 1.15              | 1.16              | 1.14             | 1.19              | 1.56              | 7.32    |
| IV       | 1.30             | 1.7               | 1.20              | 1.15             | 1.15              | 1.80              | 8.30    |
| Σ        | 4.69             | 5.13              | 4.67              | 4.58             | 4.67              | 6.31              | 28.53   |
| Promedio | 1.173            | 1.283             | 1.168             | 1.145            | 1.168             | 1.578             | 1.25    |

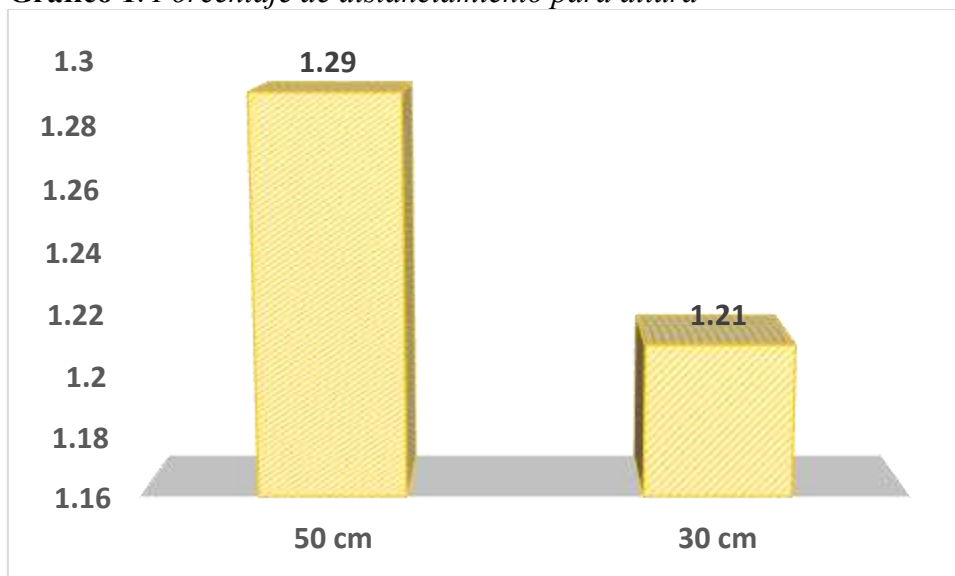
**Tabla 8.** ANVA para altura de planta

| F de V              | G.L. | S.C.     | C.M.     | F.C. | F.t. |      | Significancia |      |
|---------------------|------|----------|----------|------|------|------|---------------|------|
|                     |      |          |          |      | 0.05 | 0.01 | 0.05          | 0.01 |
| <b>Bloques</b>      | 3    | 0.141446 | 0.047149 | 3.57 | 3.29 | 5.42 | *             | N.S  |
| <b>Tratamientos</b> | 8    | 0.697167 | 0.087146 | 6.61 | 2.64 | 4.00 | *             | **   |
| <b>Distan. (D)</b>  | 1    | 0.047704 | 0.047704 | 3.62 | 4.54 | 8.68 | N.S           | N.S  |
| <b>Niveles (N)</b>  | 2    | 0.191558 | 0.095779 | 7.26 | 3.68 | 6.36 | *             | **   |
| <b>DXN</b>          | 2    | 0.316458 | 0.158229 | 12   | 3.68 | 6.36 | *             | **   |
| <b>Error</b>        | 15   | 0.197829 | 0.013189 |      |      |      |               |      |
| <b>Total</b>        | 23   | 0.894996 |          |      |      |      |               |      |
| <b>CV (%)</b>       |      | 9.17     |          |      |      |      |               |      |

**Tabla 9.** Comparación de medias Tukey para distanciamientos

| Clave | Densidad | Media | Gráfico Tukey<br>(0.05) |
|-------|----------|-------|-------------------------|
| D2    | 50 cm    | 1.29  | A                       |
| D1    | 30 cm    | 1.21  | A                       |

**Gráfico 1.** Porcentaje de distanciamiento para altura

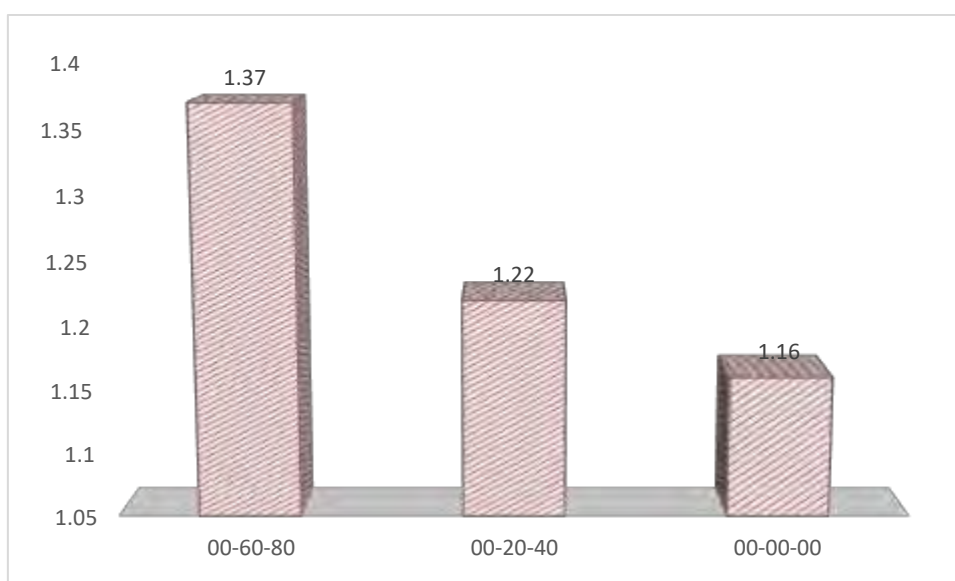


Según la comparación de medias de Tukey, para la altura de planta con respecto al factor densidad de siembra, no existe diferencias estadísticas entre las densidades en comparación ver gráfico 01.

**Tabla 10.** Comparación de medias Tukey para niveles de fertilización

| Clave | N-P-K    | Media | Gráfico Tukey (0.05) |
|-------|----------|-------|----------------------|
| N3    | 00-60-80 | 1.37  | A                    |
| N2    | 00-20-40 | 1.22  | AB                   |
| N1    | testigo  | 1.16  | B                    |

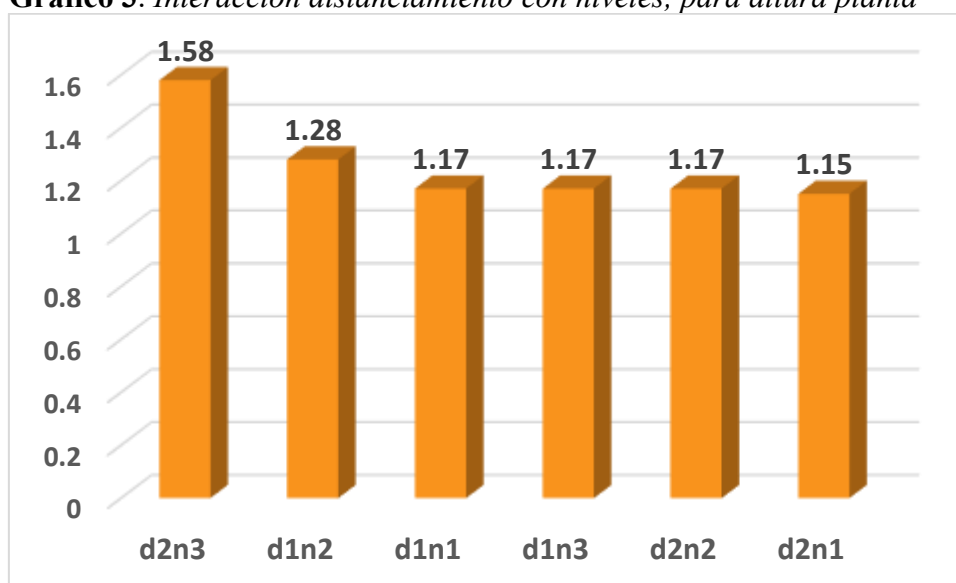
**Gráfico 2.** Porcentaje de niveles fertilización para altura



**Tabla 11.** Comparación de medias Tukey para tratamientos

| Tratamientos | Media | Desv. Stan | Gráfico Tukey (0.05) |
|--------------|-------|------------|----------------------|
| d2n3         | 1.58  | 0.16540355 | A                    |
| d1n2         | 1.28  | 0.27837325 | B                    |
| d1n1         | 1.17  | 0.08539126 | B                    |
| d1n3         | 1.17  | 0.02217356 | B                    |
| d2n2         | 1.17  | 0.02061553 | B                    |
| d2n1         | 1.15  | 0.0057735  | C                    |

**Gráfico 3.** Interacción distanciamiento con niveles, para altura planta



**Tabla 12.** Resultado de efectos simples para la interacción

| F de V  | G.L. | S.C.     | C.M.     | F.C. | F.t. | Significancia |      |      |
|---------|------|----------|----------|------|------|---------------|------|------|
|         |      |          |          |      | 0.05 | 0.01          | 0.05 | 0.01 |
| D1 en N | 2    | 0.033800 | 0.016900 | 0.59 | 3.68 | 6.36          | N.S  | N.S  |
| D2 en N | 2    | 0.474217 | 0.237108 | 25.6 | 3.68 | 6.36          | *    | **   |
| N1 en D | 1    | 0.001513 | 0.001513 | 0.41 | 4.54 | 8.68          | N.S  | N.S  |
| N2 en D | 1    | 0.026450 | 0.026450 | 0.68 | 4.54 | 8.68          | N.S  | N.S  |
| N3 en D | 1    | 0.336200 | 0.336200 | 24.1 | 4.54 | 8.68          | *    | **   |
| Error   | 15   | 0.197829 | 0.013189 |      |      |               |      |      |
| Total   | 23   | 0.894996 |          |      |      |               |      |      |
| CV (%)  |      | 9.17     |          |      |      |               |      |      |

De tabla del análisis de varianza (ANVA) se tiene: Hay diferencias estadísticas para bloques, tratamientos, niveles de fertilización y para la interacción al 95% de probabilidad, teniendo un coeficiente de variabilidad de 9.17% lo que nos indica que el experimento se condujo de una manera correcta.

Según la comparación de medias de Tukey al 95% de nivel de confianza se tiene: no hay diferencias estadísticas para distanciamientos, hay diferencias estadísticas para los niveles de fertilización donde el nivel 00-60-80 con 1.37 m supera a los demás niveles de fertilización en comparación, también existe diferencias estadísticas para la interacción donde distanciamiento de 50cm con nivel 00-60-80 tienen 1,58m, superando a los de más combinaciones en estudio, todo esto en relación a la variable altura de planta, ver tabla 07, 08, 09, 10, 11, 12 y gráficos 02 y 03 respectivamente.

**Ancasi, (2018)**: quien en su trabajo de investigación obtuvo un promedio mayor de 91.05 cm en la línea LP-13-0944 y de menor altura en la línea promisorio de CTC-54-105 con un promedio de 74.10 cm.

**Ayma, (2011)**: obtuvo un promedio de 103.50 cm de mayor altura y 93.60 cm de menor altura de la planta.

En el presente trabajo de investigación se obtuvo un promedio de altura de 125 cm, y la mayor altura la interacción de 50 cm con N-P-K 00-60-80 un promedio de 180 cm y el menor la combinación 30cm con el **Testigo** de 112cm de altura respectivamente.

### 6.1.2. Diámetro de tallo (mm)

**Tabla 13.** De datos de diámetro del tallo

| Bloques  | Densidad (30 cm) |                   |                   | Densidad (50 cm) |                   |                   | $\Sigma$      |
|----------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|---------------|
|          | Testigo          | N-P-K<br>00-20-40 | N-P-K<br>00-60-80 | Testigo          | N-P-K<br>00-20-40 | N-P-K<br>00-60-80 |               |
|          | D1N1             | D1N2              | D1N3              | D2N1             | D2N2              | D2N3              | Bloques       |
| I        | 11.33            | 11.83             | 11.75             | 11.67            | 11.67             | 11.5              | 69.75         |
| II       | 11.25            | 11.83             | 11.67             | 11.58            | 11.75             | 11.5              | 69.58         |
| III      | 11.42            | 11.92             | 11.58             | 11.67            | 11.67             | 11.58             | 69.84         |
| IV       | 11.25            | 11.83             | 11.67             | 11.67            | 11.67             | 11.75             | 69.84         |
| $\Sigma$ | <b>45.25</b>     | <b>47.41</b>      | <b>46.67</b>      | <b>46.59</b>     | <b>46.76</b>      | <b>46.33</b>      | <b>279.01</b> |
| Promedio | 11.313           | 11.853            | 11.668            | 11.648           | 11.690            | 11.583            | 11.63         |

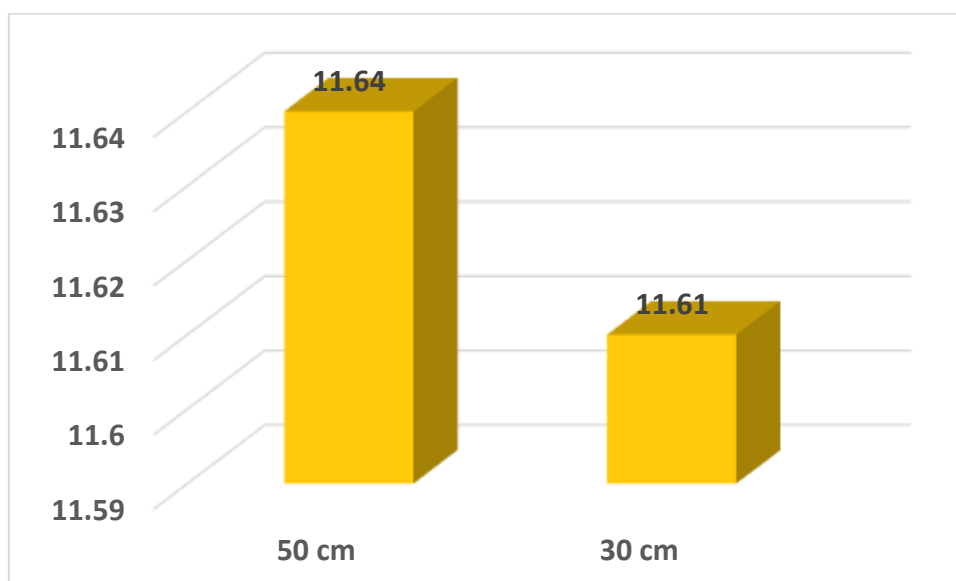
**Tabla 14.** ANVA para diámetro de tallo

| F de V              | G.L | S.C.      | C.M.      | F.C.  | F.t. |      | Significancia |      |
|---------------------|-----|-----------|-----------|-------|------|------|---------------|------|
|                     |     |           |           |       | 0.05 | 0.01 | 0.05          | 0.01 |
| <b>Bloques</b>      | 3   | 0.0075120 | 0.0025047 | 0.44  | 3.29 | 5.42 | N.S           | N.S  |
| <b>Tratamientos</b> | 8   | 0.6385333 | 0.0798167 | 14.04 | 2.64 | 4.00 | *             | **   |
| <b>Distan. (D)</b>  | 1   | 0.0051047 | 0.0051047 | 0.90  | 4.54 | 8.68 | N.S           | N.S  |
| <b>Niveles (N)</b>  | 2   | 0.3393083 | 0.1696547 | 29.85 | 3.68 | 6.36 | *             | **   |
| <b>DXN</b>          | 2   | 0.2866083 | 0.1433047 | 25.21 | 3.68 | 6.36 | *             | **   |
| <b>Error</b>        | 15  | 0.0852620 | 0.0056847 |       |      |      |               |      |
| <b>Total</b>        | 23  | 0.7237953 |           |       |      |      |               |      |
| CV (%)              |     | 0.64      |           |       |      |      |               |      |

**Tabla 15.** Comparación de medias Tukey para distanciamientos

| Clave | Densidad | Media | Gráfico Tukey (0.05) |
|-------|----------|-------|----------------------|
| D2    | 50 cm    | 11.64 | A                    |
| D1    | 30 cm    | 11.61 | A                    |

**Gráfico 4.** Medias para densidad, para diámetro tallo (mm)

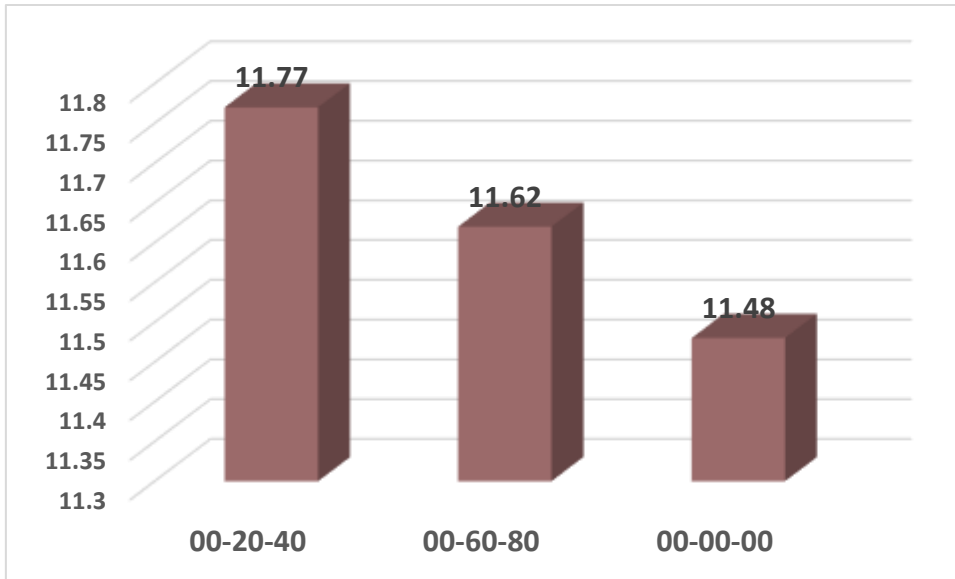


Según el gráfico 04, se resume que: no existe diferencias estadísticas entre densidades de siembra para el factor diámetro de tallo.

**Tabla 16.** Comparación de medias Tukey para niveles de fertilización

| Clave | N-P-K    | Media | Gráfico Tukey (0.05) |
|-------|----------|-------|----------------------|
| N2    | 00-20-40 | 11.77 | A                    |
| N3    | 00-60-80 | 11.62 | B                    |
| N1    | Testigo  | 11.48 | C                    |

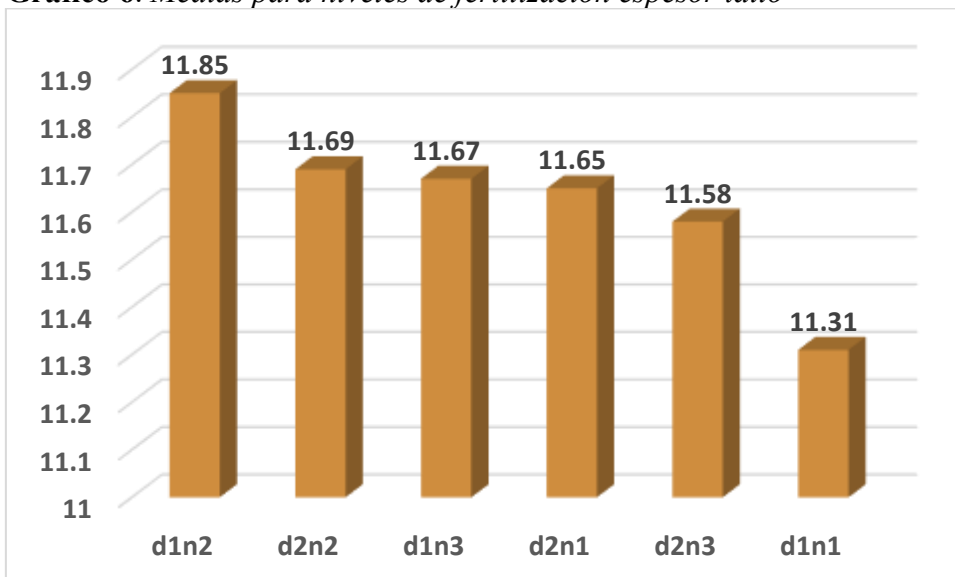
**Gráfico 5.** Medias para niveles de fertilización espesor tallo



**Tabla 17.** Comparación de medias Tukey para tratamientos

| Tratamientos | Media | Desv. Stan | Gráfico Tukey (0.05) |
|--------------|-------|------------|----------------------|
| d1n2         | 11.85 | 0.045000   | A                    |
| d2n2         | 11.69 | 0.040000   | B                    |
| d1n3         | 11.67 | 0.069462   | B                    |
| d2n1         | 11.65 | 0.045000   | B                    |
| d2n3         | 11.58 | 0.117863   | C                    |
| d1n1         | 11.31 | 0.080984   | C                    |

**Gráfico 6.** Medias para niveles de fertilización espesor tallo



**Tabla 18.** Resultado de efectos simples para la interacción

| F de V         | G.L. | S.C.       | C.M.       | F.C.  | F.t. |      | Significancia |      |
|----------------|------|------------|------------|-------|------|------|---------------|------|
|                |      |            |            |       | 0.05 | 0.01 | 0.05          | 0.01 |
| <b>D1 en N</b> | 2    | 0.60246667 | 0.30123333 | 67.40 | 3.68 | 6.36 | *             | **   |
| <b>D2 en N</b> | 2    | 0.02345000 | 0.01172500 | 2.01  | 3.68 | 6.36 | N.S           | N.S  |
| <b>N1 en D</b> | 1    | 0.22445000 | 0.22445000 | 52.30 | 4.54 | 8.68 | *             | **   |
| <b>N2 en D</b> | 1    | 0.05281250 | 0.05281250 | 29.14 | 4.54 | 8.68 | *             | **   |
| <b>N3 en D</b> | 1    | 0.01445000 | 0.01445000 | 1.54  | 4.54 | 8.68 | N.S           | N.S  |
| <b>Error</b>   | 15   | 0.08526250 | 0.00568417 |       |      |      |               |      |
| <b>Total</b>   | 23   | 0.72379583 |            |       |      |      |               |      |
| <b>CV (%)</b>  |      | 0.64       |            |       |      |      |               |      |

Según la tabla del análisis de varianza (ANVA) se tiene: no hay diferencias estadísticas para bloques y distanciamientos, pero si hay para tratamientos, niveles de fertilización y para la interacción al 95% de probabilidad, teniendo un coeficiente de variabilidad de 0.64% lo que indica que el experimento se condujo de una manera responsable.

Para la comparación de medias de Tukey al 95% de nivel de confianza se tiene: no hay diferencias estadísticas para distanciamientos, hay diferencias estadísticas para los niveles de fertilización donde el nivel 00-20-40 con 11.77 mm supera a los demás niveles de fertilización en comparación, también existe diferencias estadísticas para la interacción donde distanciamiento de 30cm con el N-P-K. 00-20-40 tienen 11.88 mm, superando a los de más combinaciones en estudio, todo esto en relación a la variable El diámetro de tallo, ver tabla: 13, 14, 15, 16, 17, 18 y gráficos 04, 05 y 06 respectivamente también se realizó el análisis de varianza para los efectos simples donde hay también significancia para algunas combinaciones.

Respecto a investigaciones anteriores se obtuvieron como resultados los siguientes.

**Ancasi, (2018):** en su trabajo de investigación obtuvo un promedio mayor de 12 mm en la línea LP-13-0944 y de menor altura en la línea promisorio de CTC-54-105 con un promedio de 11 mm.

**Ayma, (2011):** obtuvo un promedio de 13.5 mm de mayor altura y 10.5 mm de menor altura de la planta.

En el presente trabajo de investigación con respecto a la interacción de distanciamientos con niveles de fertilización se obtuvo un promedio de diámetro de tallo de 11.63 mm, y mayor diámetro 11.92 mm y menor diámetro de 11.25 mm.



### 6.1.3. Numero de ramas primarias

**Tabla 19.** De datos del *número de ramas primarias*

| Bloques  | Densidad (30 cm) |                    |                   | Densidad (50cm) |                   |                   | Σ       |
|----------|------------------|--------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|---------|
|          | Testigo          | N-P-K.<br>00-20-40 | N-P-K<br>00-60-80 | Testigo         | N-P-K<br>00-20-40 | N-P-K<br>00-60-80 |         |
|          | D1N1             | D1N2               | D1N3              | D2N1            | D2N2              | D2N3              | Bloques |
| I        | 9.12             | 9.23               | 9.11              | 9.14            | 10.11             | 10.22             | 56.93   |
| II       | 9.23             | 9.11               | 9.44              | 9.15            | 9.55              | 10.22             | 56.70   |
| III      | 9.11             | 9.34               | 9.34              | 9.44            | 9.34              | 10.33             | 56.90   |
| IV       | 9.23             | 9.25               | 9.35              | 9.23            | 9.33              | 10.55             | 56.94   |
| Σ        | 36.69            | 36.93              | 37.24             | 36.96           | 38.33             | 41.32             | 227.47  |
| Promedio | 9.17             | 9.23               | 9.31              | 9.24            | 9.58              | 10.33             | 9.48    |

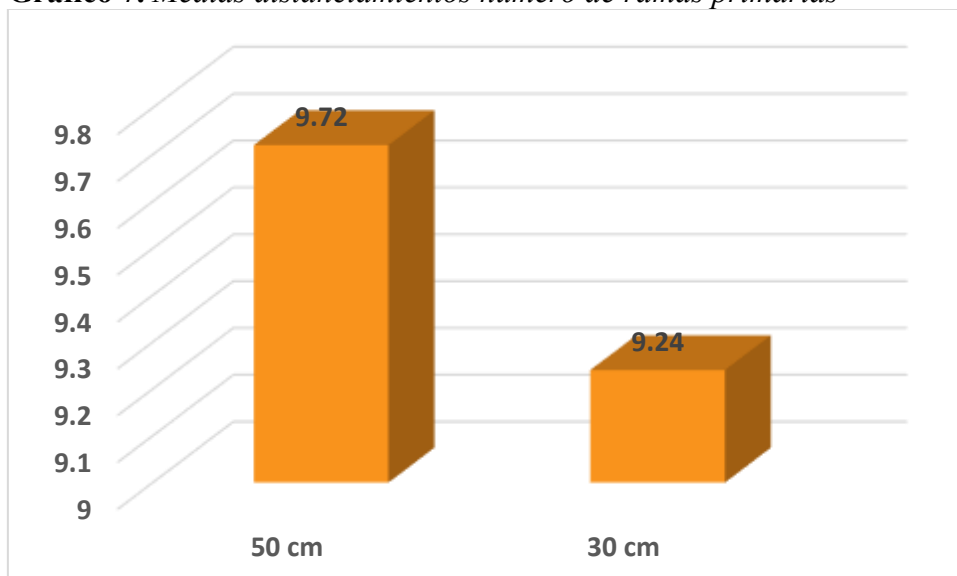
**Tabla 20.** ANVA para *número de ramas primarias*

| F de V         | G.L. | S.C.       | C.M.       | F.C.  | F.t. |      | Significancia |      |
|----------------|------|------------|------------|-------|------|------|---------------|------|
|                |      |            |            |       | 0.05 | 0.01 | 0.05          | 0.01 |
| <b>Bloques</b> | 3    | 0.00637917 | 0.00212639 | 0.05  | 3.29 | 5.42 | N.S           | N.S  |
| Tratamientos   | 8    | 3.90755000 | 0.48844375 | 11.71 | 2.64 | 4.00 | *             | **   |
| Distan. (D)    | 1    | 1.37760417 | 1.37760417 | 33.02 | 4.54 | 8.68 | *             | **   |
| Niveles (N)    | 2    | 1.56625833 | 0.78312917 | 18.77 | 3.68 | 6.36 | *             | **   |
| DXN            | 2    | 0.95730833 | 0.47865417 | 11.47 | 3.68 | 6.36 | *             | **   |
| Error          | 15   | 0.62584583 | 0.04172306 |       |      |      |               |      |
| Total          | 23   | 4.53339583 |            |       |      |      |               |      |
| CV (%)         |      | 2.16       |            |       |      |      |               |      |

**Tabla 21.** Comparación de medias Tukey para *distanciamientos*

| Clave | Densidad | Media | Gráfico Tukey<br>(0.05) |
|-------|----------|-------|-------------------------|
| D2    | 50 cm    | 9.72  | A                       |
| D1    | 30 cm    | 9.24  | B                       |

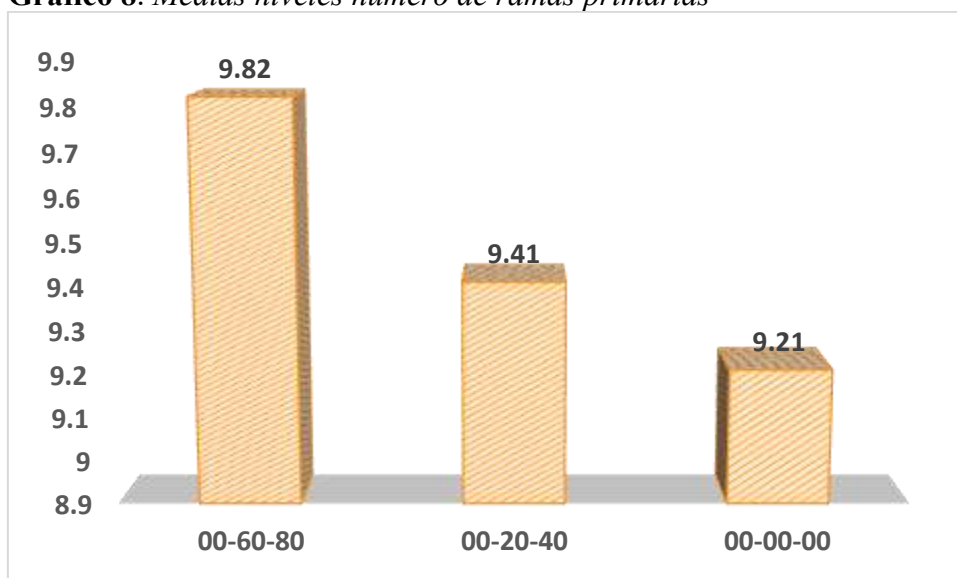
**Gráfico 7.** Medias distanciamientos número de ramas primarias



**Tabla 22.** Comparación de medias Tukey para niveles de fertilización

| Clave | N-P-K    | Media | Gráfico Tukey<br>(0.05) |
|-------|----------|-------|-------------------------|
| N3    | 00-60-80 | 9.82  | A                       |
| N2    | 00-20-40 | 9.41  | B                       |
| N1    | Testigo  | 9.21  | C                       |

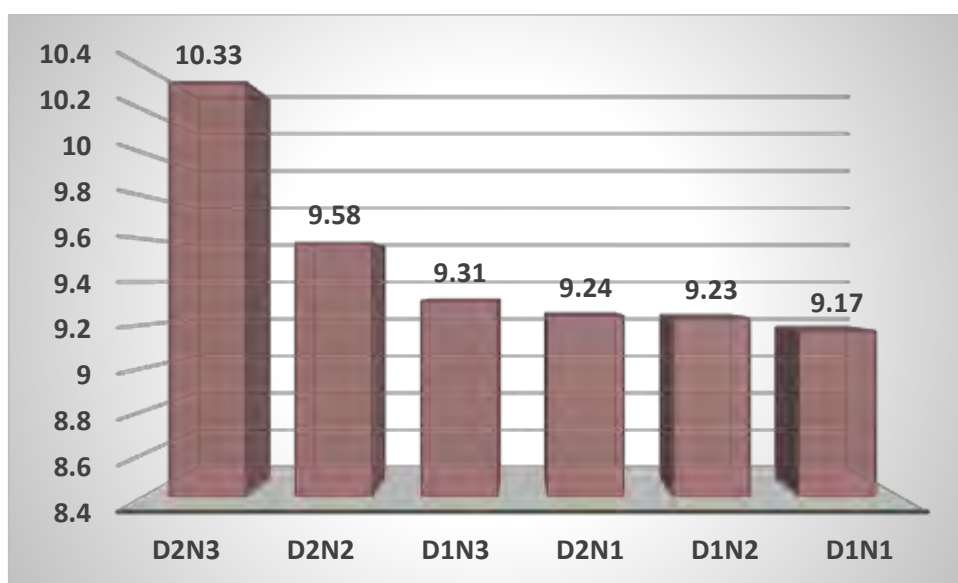
**Gráfico 8.** Medias niveles número de ramas primarias



**Tabla 23.** Comparación de medias Tukey para tratamientos

| Tratamientos | Media | Desv. Stan | Gráfico Tukey (0.05) |
|--------------|-------|------------|----------------------|
| d2n3         | 10.33 | 0.155563   | A                    |
| d2n2         | 9.58  | 0.366003   | A                    |
| d1n3         | 9.31  | 0.140712   | B                    |
| d2n1         | 9.24  | 0.139284   | B                    |
| d1n2         | 9.23  | 0.094648   | B                    |
| d1n1         | 9.17  | 0.066521   | B                    |

**Gráfico 9.** Medias niveles número de ramas primarias



**Tabla 24.** Resultado de efectos simples para la interacción

| F de V         | G.L. | S.C.       | C.M.       | F.C.  | F.t.<br>0.05 | 0.01 | Significancia<br>0.05 | 0.01 |
|----------------|------|------------|------------|-------|--------------|------|-----------------------|------|
| <b>D1 en N</b> | 2    | 0.03801667 | 0.01900833 | 1.72  | 3.68         | 6.36 | N.S                   | N.S  |
| <b>D2 en N</b> | 2    | 2.48555000 | 1.24277500 | 21.00 | 3.68         | 6.36 | *                     | **   |
| <b>N1 en D</b> | 1    | 0.00911250 | 0.00911250 | 0.76  | 4.54         | 8.68 | N.S                   | N.S  |
| <b>N2 en D</b> | 1    | 0.24500000 | 0.24500000 | 3.43  | 4.54         | 8.68 | N.S                   | N.S  |
| <b>N3 en D</b> | 1    | 2.08080000 | 2.08080000 | 94.58 | 4.54         | 8.68 | *                     | **   |
| <b>Error</b>   | 15   | 0.62584583 | 0.04172306 |       |              |      |                       |      |
| <b>Total</b>   | 23   | 4.53339583 |            |       |              |      |                       |      |
| <b>CV (%)</b>  |      | 2.16       |            |       |              |      |                       |      |

Para la comparación de medias de Tukey al 95% de nivel de confianza se tiene: hay diferencias estadísticas para distanciamientos donde 50 cm tiene un promedio de 9,72 ramas primarias, hay diferencias estadísticas para los niveles de fertilización donde el nivel 00-60-

80 con 9.82 ramas primarias supera a los demás niveles de fertilización en comparación, también existe diferencias estadísticas para la interacción donde distanciamiento de 50cm con nivel 00-60-80 tienen 10.33 ramas primarias superando a los de más combinaciones en estudio, todo esto en relación a la variable número de ramas primarias, ver tabla: 19, 20, 21, 22, 23, 24 y gráficos 07, 08 y 09 respectivamente también se realizó el análisis de varianza para los efectos simples donde hay también significancia para algunas combinaciones.

Respecto a investigaciones anteriores se obtuvieron como resultados los siguientes.

- Serrano, (2014): obtuvo un promedio 7.7 ramificaciones por planta en la línea CTC-L-379.
- Quico, (2013): determino un promedio de 7.7 ramificaciones por planta
- Ramos, (2009): obtuvo un promedio 6.6 ramificaciones por planta

En el presente trabajo de investigación con respecto a la interacción distanciamientos con niveles de fertilización se obtuvo un promedio de ramas primarias de 9.48 mayor número de ramas con 10.55 con 50 cm con N-P-K. 00-60-80, y el menor número de ramas 9.11, 30 cm con el testigo.

#### 6.1.4. Altura primera rama.

**Tabla 25.** De datos altura de la primera rama

| Bloques  | Testigo | Densidad (30 cm)  |                   | Densidad (50 cm) |                   |                   | Σ       |
|----------|---------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|---------|
|          |         | N-P-K<br>00-20-40 | N-P-K<br>00-60-80 | Testigo          | N-P-K<br>00-20-40 | N-P-K<br>00-60-80 |         |
|          | D1N1    | D1N2              | D1N3              | D2N1             | D2N2              | D2N3              | Bloques |
| I        | 20.00   | 20.12             | 21.00             | 20.11            | 21.00             | 22.34             | 124.57  |
| II       | 20.12   | 20.23             | 21.20             | 20.23            | 21.23             | 22.56             | 125.57  |
| III      | 21.00   | 20.50             | 21.11             | 20.23            | 21.44             | 22.45             | 126.73  |
| IV       | 20.12   | 20.22             | 21.34             | 20.12            | 21.45             | 22.99             | 126.24  |
| Σ        | 81.24   | 81.07             | 84.65             | 80.69            | 85.12             | 90.34             | 503.11  |
| Promedio | 20.31   | 20.27             | 21.16             | 20.17            | 21.28             | 22.59             | 20.96   |

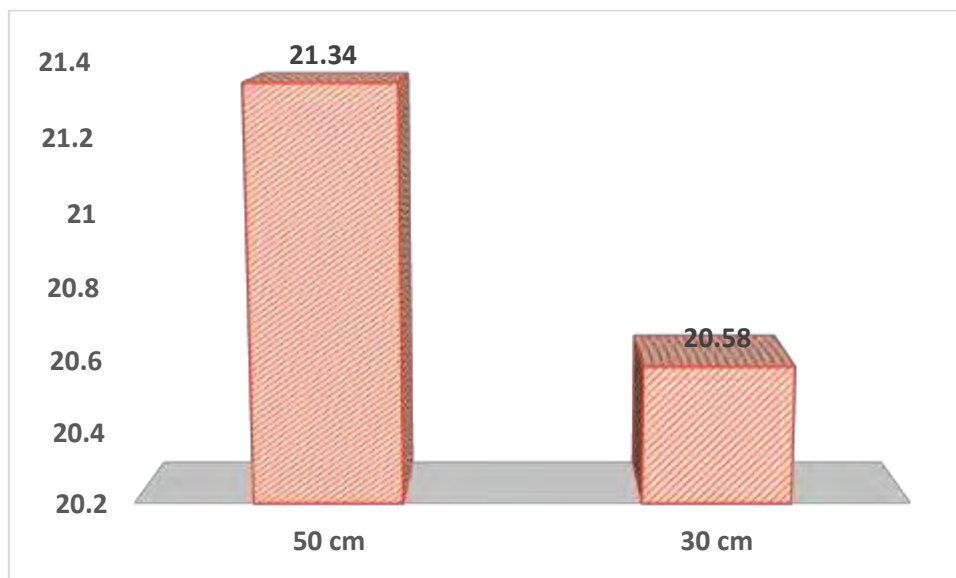
**Tabla 26.** ANVA para altura de rama primaria

| F de V              | G.L. | S.C.        | C.M.       | F.C.   | F.t. |      | Significancia |      |
|---------------------|------|-------------|------------|--------|------|------|---------------|------|
|                     |      |             |            |        | 0.05 | 0.01 | 0.05          | 0.01 |
| <b>Bloques</b>      | 3    | 0.43704583  | 0.14568194 | 2.95   | 3.29 | 5.42 | N.S           | N.S  |
| <b>Tratamientos</b> | 8    | 17.66181667 | 2.20772708 | 44.72  | 2.64 | 4.00 | *             | **   |
| <b>Distan. (D)</b>  | 1    | 3.51900417  | 3.51900417 | 71.29  | 4.54 | 8.68 | *             | **   |
| <b>Niveles (N)</b>  | 2    | 11.08963333 | 5.54481667 | 112.32 | 3.68 | 6.36 | *             | **   |
| <b>DXN</b>          | 2    | 2.61613333  | 1.30806667 | 26.50  | 3.68 | 6.36 | *             | **   |
| <b>Error</b>        | 15   | 0.74047917  | 0.04936528 |        |      |      |               |      |
| <b>Total</b>        | 23   | 18.40229583 |            |        |      |      |               |      |
| <b>CV (%)</b>       |      | 1.06        |            |        |      |      |               |      |

**Tabla 27.** Comparación de medias Tukey para distanciamientos

| Clave | Distanciamientos | Media | Gráfico Tukey (0.05) |
|-------|------------------|-------|----------------------|
| D2    | 50 cm            | 21.34 | A                    |
| D1    | 30 cm            | 20.58 | B                    |

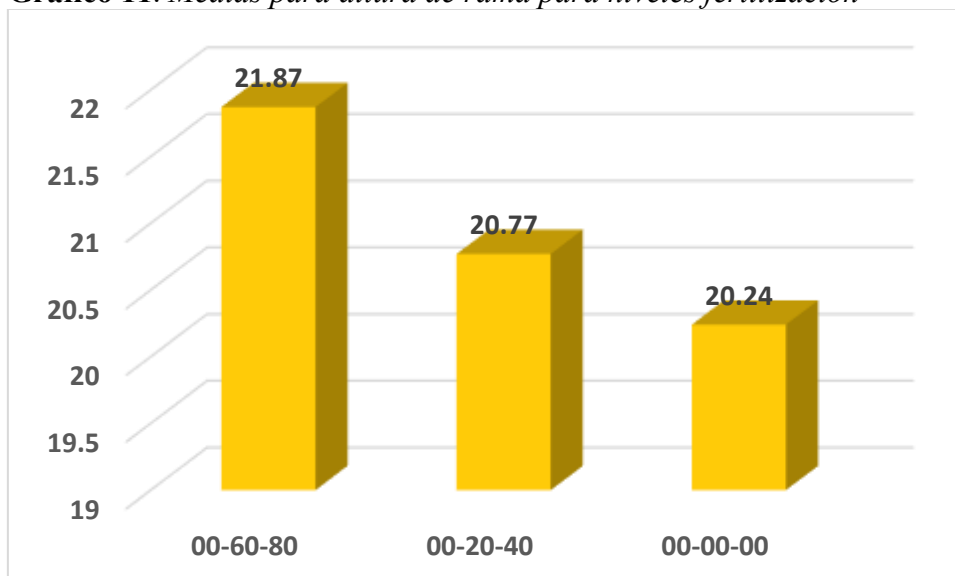
**Gráfico 10.** Medias para altura rama primaria



**Tabla 28.** Comparación de medias Tukey para niveles de fertilización

| Clave | N-P-K    | Media | Gráfico Tukey (0.05) |
|-------|----------|-------|----------------------|
| N3    | 00-60-80 | 21,87 | A                    |
| N2    | 00-20-40 | 20.77 | B                    |
| N1    | Testigo  | 20.24 | C                    |

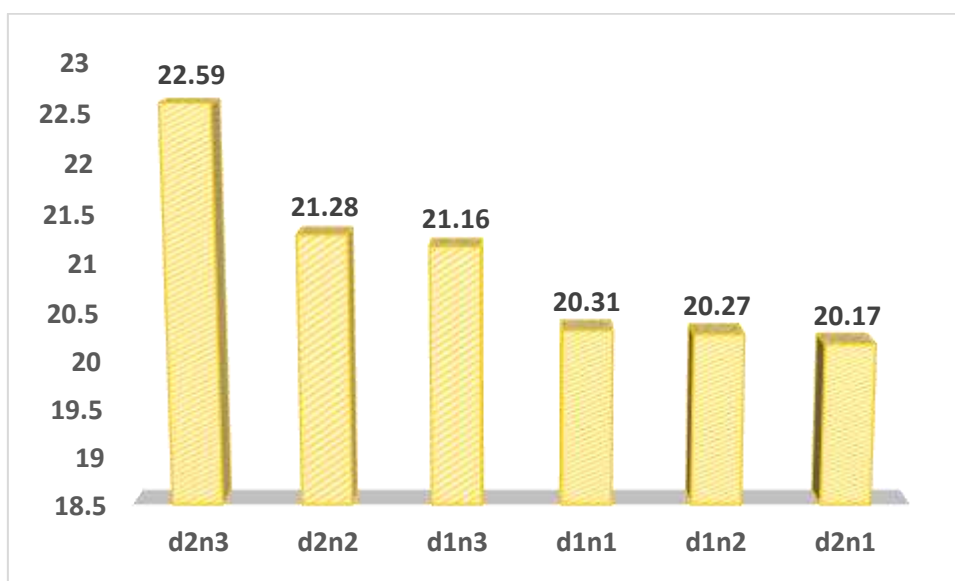
**Gráfico 11.** Medias para altura de rama para niveles fertilización



**Tabla 29.** Comparación de medias Tukey para tratamientos

| Tratamientos | Media | Desv. Stan | Gráfico Tukey (0.05) |
|--------------|-------|------------|----------------------|
| d2n3         | 22.59 | 0.284546   | A                    |
| d2n2         | 21.28 | 0.212446   | B                    |
| d1n3         | 21.16 | 0.143846   | B                    |
| d1n1         | 20.31 | 0.463465   | B                    |
| d1n2         | 20.27 | 0.162763   | B                    |
| d2n1         | 20.17 | 0.066521   | B                    |

**Gráfico 12.** Interacción para altura rama primaria



**Tabla 30.** Resultado de efectos simples para la interacción

| F de V         | G.L. | S.C.        | C.M.       | F.C.   | F.t. |      | Significancia |      |
|----------------|------|-------------|------------|--------|------|------|---------------|------|
|                |      |             |            |        | 0.05 | 0.01 | 0.05          | 0.01 |
| <b>D1 en N</b> | 2    | 2.03945000  | 1.01972500 | 11.68  | 3.68 | 6.36 | *             | **   |
| <b>D2 en N</b> | 2    | 11.66631667 | 5.83315833 | 134.07 | 3.68 | 6.36 | *             | **   |
| <b>N1 en D</b> | 1    | 0.03781250  | 0.03781250 | 0.34   | 4.54 | 8.68 | N.S           | N.S  |
| <b>N2 en D</b> | 1    | 2.05031250  | 2.05031250 | 57.25  | 4.54 | 8.68 | *             | **   |
| <b>N3 en D</b> | 1    | 4.04701250  | 4.04701250 | 79.62  | 4.54 | 8.68 | *             | **   |
| <b>Error</b>   | 15   | 0.74047917  | 0.04936528 |        |      |      |               |      |
| <b>Total</b>   | 23   | 18.40229583 |            |        |      |      |               |      |
| <b>CV (%)</b>  |      | 1.06        |            |        |      |      |               |      |

Según los resultados de la tabla del análisis de varianza (ANVA) se tiene: no hay diferencias estadísticas para bloques, pero si hay para tratamientos, distanciamientos, niveles de fertilización y para la interacción al 95% de probabilidad, teniendo un coeficiente de variabilidad de 1.06% que nos indica que el experimento se condujo de una manera correcta.

Para la comparación de medias de Tukey al 95% de nivel de confianza se tiene: hay diferencias estadísticas para distanciamientos donde 50 cm tiene un promedio de 21.34 cm altura rama inferior, hay diferencias estadísticas para los niveles de fertilización donde el nivel 00-60-80 con 22.87 cm de altura supera a los demás niveles de fertilización en comparación, también existe diferencias estadísticas para la interacción donde distanciamiento de 50cm con nivel 00-60-80 tienen 22.59 cm de altura primera rama inferior superando a los de más combinaciones en estudio, todo esto en relación a la variable altura de la primera rama inferior, ver tablas: 25, 26, 27, 28, 29, 30 y gráficos 10, 11 y 12 respectivamente también se realizó el análisis de varianza para los efectos simples donde hay también significancia para algunas combinaciones.

Respecto a investigaciones anteriores se obtuvieron como resultados los siguientes.

- Serrano, (2014): encontró un promedio 10 ramificaciones por planta en la línea CTC-L-379.
- Quico, (2013): obtuvo un promedio de 9 ramificaciones por planta
- Ramos, (2009): obtuvo un promedio 8 ramificaciones por planta

En el presente trabajo de investigación con respecto a la interacción distanciamientos con niveles de fertilización se obtuvo un promedio 20.96 cm de altura ramas, la mayor altura fue con 50 cm por N-P-K 00-60-80 22.99 cm, la menor 20.00 cm con 30 cm y testigo.

### 6.1.5. Diámetro de la hoja.

Tabla 31. De datos para diámetro de la hoja

| Bloques  | Densidad (30 cm) |                   |                   | Densidad (50 cm) |                   |                   | $\Sigma$       |
|----------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|----------------|
|          | Testigo          | N-P-K<br>00-20-40 | K-P-K<br>00-60-80 | Testigo          | N-P-K<br>00-20-40 | N-P-K<br>00-60-80 |                |
|          | D1N1             | D1N2              | D1N3              | D2N1             | D2N2              | D2N3              | Bloques        |
| I        | 93.22            | 93.44             | 94.33             | 93.32            | 95.55             | 98.00             | 567.86         |
| II       | 93.22            | 93.45             | 94.24             | 93.46            | 96.44             | 97.99             | 568.80         |
| III      | 92.00            | 93.22             | 93.99             | 94.10            | 97.88             | 98.44             | 569.63         |
| IV       | 93.10            | 93.34             | 94.23             | 93.00            | 95.44             | 98.34             | 567.45         |
| $\Sigma$ | <b>371.54</b>    | <b>373.45</b>     | <b>376.79</b>     | <b>373.88</b>    | <b>385.31</b>     | <b>392.77</b>     | <b>2273.74</b> |
| Promedio | 92.89            | 93.36             | 94.20             | 93.47            | 96.33             | 98.19             | 94.74          |

Tabla 32. ANVA para diámetro de la hoja

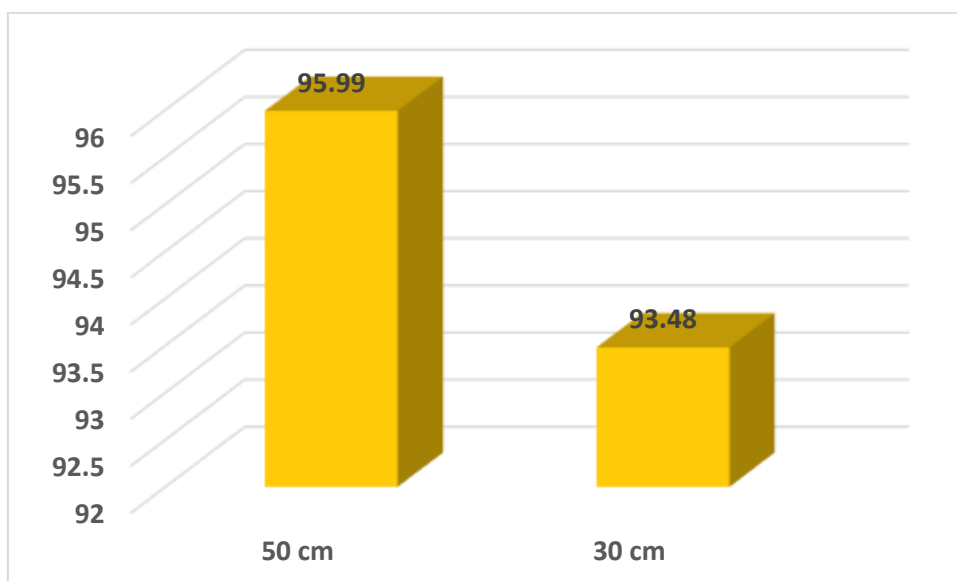
| F de V              | G.L. | S.C.        | C.M.        | F.C.   | F.t  |      | Significancia |      |
|---------------------|------|-------------|-------------|--------|------|------|---------------|------|
|                     |      |             |             |        | 0.05 | 0.01 | 0.05          | 0.01 |
| <b>Bloques</b>      | 3    | 0.47701667  | 0.15900556  | 0.45   | 3.29 | 5.42 | N.S           | N.S  |
| <b>Tratamientos</b> | 8    | 87.21960000 | 10.90245000 | 30.91  | 2.64 | 4.00 | *             | **   |
| <b>Distan. (D)</b>  | 1    | 37.95135000 | 37.95135000 | 107.58 | 4.54 | 8.68 | *             | **   |
| <b>Niveles (N)</b>  | 2    | 36.55563333 | 18.27781667 | 51.81  | 3.68 | 6.36 | *             | **   |
| <b>DXN</b>          | 2    | 12.23560000 | 6.11780000  | 17.34  | 3.68 | 6.36 | *             | **   |
| <b>Error</b>        | 15   | 5.29138333  | 0.35275889  |        |      |      |               |      |
| <b>Total</b>        | 23   | 92.51098333 |             |        |      |      |               |      |
| <b>CV (%)</b>       |      | 0.63        |             |        |      |      |               |      |

Tabla 33. Comparación de medias Tukey para distanciamientos

| Clave | Densidad | Media | Gráfico Tukey<br>(0.05) |
|-------|----------|-------|-------------------------|
| D2    | 50 cm    | 95.99 | A                       |
| D1    | 30 cm    | 93.48 | B                       |



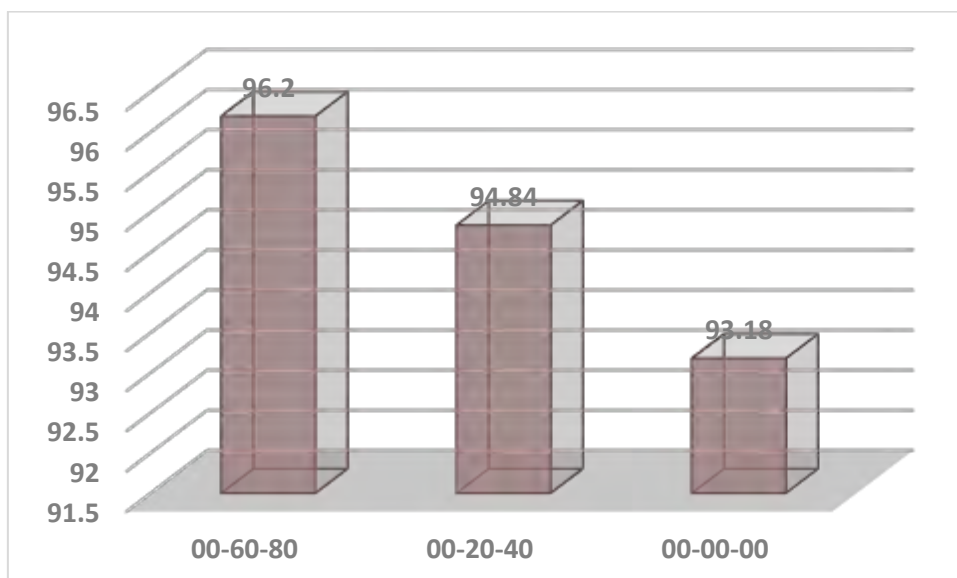
**Gráfico 13.** *Medias Tukey para distanciamientos*



**Tabla 34.** *Comparación de medias Tukey para niveles de fertilización*

| Clave | N-P-K    | Media | Gráfico Tukey (0.05) |
|-------|----------|-------|----------------------|
| N3    | 00-60-80 | 96.20 | A                    |
| N2    | 00-20-40 | 94.84 | B                    |
| N1    | Testigo  | 93.18 | C                    |

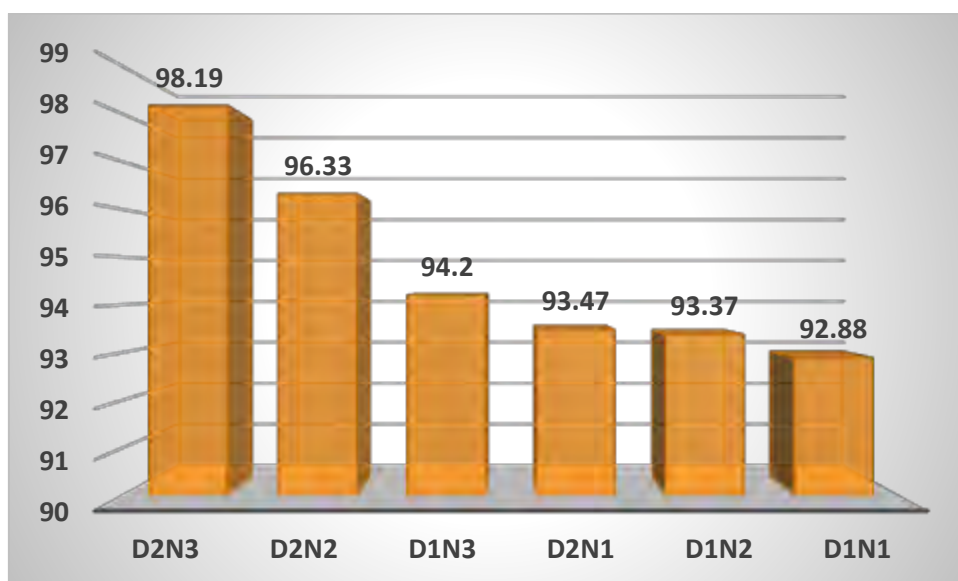
**Gráfico 14.** *Medias Tukey para niveles fertilización*



**Tabla 35.** Comparación de medias Tukey para tratamientos

| Tratamientos | Media | Desv. Stan | Gráfico Tukey (0.05) |
|--------------|-------|------------|----------------------|
| d2n3         | 98.19 | 0.231715   | A                    |
| d2n2         | 96.33 | 1.127693   | B                    |
| d1n3         | 94.20 | 0.145459   | B                    |
| d2n1         | 93.47 | 0.462025   | C                    |
| d1n2         | 93.37 | 0.107199   | C                    |
| d1n1         | 92.88 | 0.592706   | C                    |

**Gráfico 15.** Medias Tukey para interacción



**Tabla 36.** Resultado de efectos simples para la interacción

| F de V  | G.L. | S.C.        | C.M.        | F.C.   | F.t. |      | Significancia |      |
|---------|------|-------------|-------------|--------|------|------|---------------|------|
|         |      |             |             |        | 0.05 | 0.01 | 0.05          | 0.01 |
| D1 en N | 2    | 3.53051667  | 1.76525833  | 13.79  | 3.68 | 6.36 | *             | **   |
| D2 en N | 2    | 45.26071667 | 22.63035833 | 44.12  | 3.68 | 6.36 | *             | **   |
| N1 en D | 1    | 0.68445000  | 0.68445000  | 2.42   | 4.54 | 8.68 | N.S           | N.S  |
| N2 en D | 1    | 17.58245000 | 17.58245000 | 27.40  | 4.54 | 8.68 | *             | **   |
| N3 en D | 1    | 31.92005000 | 31.92005000 | 852.91 | 4.54 | 8.68 | *             | **   |
| Error   | 15   | 5.29138333  | 0.35275889  |        |      |      |               |      |
| Total   | 23   | 92.51098333 |             |        |      |      |               |      |
| CV (%)  |      | 0.63        |             |        |      |      |               |      |

De los resultados de la tabla del análisis de varianza (ANVA) se tiene: no hay diferencias estadísticas para bloques, pero si hay para tratamientos, distanciamientos, niveles

de fertilización y para la interacción al 95% de probabilidad, teniendo un coeficiente de variabilidad de 0.63% que nos indica que el experimento se condujo de una manera correcta.

Para la comparación de medias de Tukey al 95% de nivel de confianza se tiene: hay diferencias estadísticas para distanciamientos donde 50 cm tiene un promedio de 95.99 mm de diámetro, hay diferencias estadísticas para los niveles de fertilización donde el nivel 00-60-80 con 96.20m m de diámetro superando a los demás niveles de fertilización en comparación, también existe diferencias estadísticas para la interacción donde distanciamiento de 50cm con nivel 00-60-80 tienen 98.19 mm de diámetro superando a los de más combinaciones en estudio, todo esto en relación a la variable diámetro de hoja, ver tabla: 31, 32, 33, 34, 35, 36 y gráficos 13, 14 y 15 respectivamente también se realizó el análisis de varianza para los efectos simples donde hay también significancia para algunas combinaciones.

Respecto a investigaciones anteriores se obtuvieron como resultados los siguientes.

**Ancasi, H. (2018):** Obtiene como resultado en la línea promisoría LP-13-0944 con mayor diámetro de la hoja con un promedio de 119.25mm y de menor diámetro teniendo el TESTIGO ANDENES-90 con un promedio de 110.49mm.

En el presente trabajo de investigación con respecto a la interacción distanciamientos con niveles de fertilización se obtuvo un promedio 94.74 mm de diámetro, el mayor diámetro es 98.44 mm, con 50 cm de densidad y por N-P-K 00-60-80, la menor diámetro es 92 mm con 30 cm de densidad por testigo.

#### 6.1.6. Altura primera vaina

**Tabla 37.** De datos altura de la primera vaina

| Bloques  | Densidad (30 cm) |                   |                   | Densidad (50 cm) |                   |                   | $\Sigma$     |
|----------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------|
|          | Testigo          | N-P-K<br>00-20-40 | N-P-K<br>00-60-80 | Testigo          | N-P-K<br>00-20-40 | N-P-K<br>00-60-80 |              |
|          | D1N1             | D1N2              | D1N3              | D2N1             | D2N2              | D2N3              | Bloques      |
| I        | 1.17             | 1.67              | 1.67              | 1.58             | 1.67              | 1.58              | 9.34         |
| II       | 1.5              | 1.75              | 1.67              | 1.67             | 1.67              | 1.50              | 9.76         |
| III      | 1.42             | 1.75              | 1.83              | 1.58             | 1.75              | 1.58              | 9.91         |
| IV       | 1.25             | 1.75              | 1.75              | 1.5              | 1.67              | 1.58              | 9.50         |
| $\Sigma$ | <b>5.34</b>      | <b>6.92</b>       | <b>6.92</b>       | <b>6.33</b>      | <b>6.76</b>       | <b>6.24</b>       | <b>38.51</b> |
| Promedio | 1.34             | 1.73              | 1.73              | 1.58             | 1.69              | 1.56              | 1.60         |

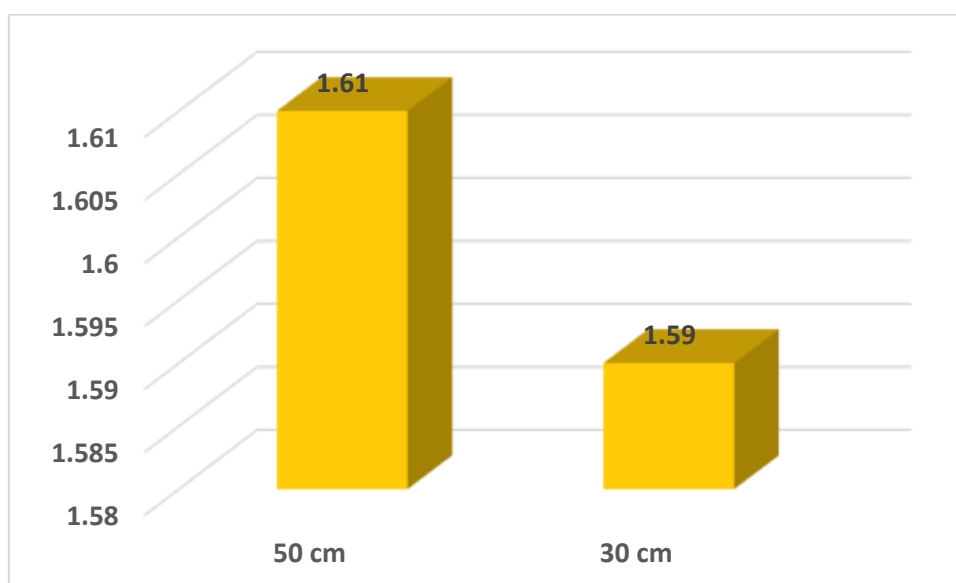
**Tabla 38.** ANVA para altura de la primera vaina

| F de V              | G.L. | S.C.       | C.M.       | F.C.  | F.t. |      | Significancia |      |
|---------------------|------|------------|------------|-------|------|------|---------------|------|
|                     |      |            |            |       | 0.05 | 0.01 | 0.05          | 0.01 |
| <b>Bloques</b>      | 3    | 0.03271250 | 0.01090417 | 1.98  | 3.29 | 5.42 | N.S           | N.S  |
| <b>Tratamientos</b> | 8    | 0.48833333 | 0.06104167 | 11.08 | 2.64 | 4.00 | *             | **   |
| <b>Distan. (D)</b>  | 1    | 0.00093750 | 0.00093750 | 0.17  | 4.54 | 8.68 | N.S           | N.S  |
| <b>Niveles (N)</b>  | 2    | 0.27210833 | 0.13605417 | 24.69 | 3.68 | 6.36 | *             | **   |
| <b>DXN</b>          | 2    | 0.18257500 | 0.09128750 | 16.57 | 3.68 | 6.36 | *             | **   |
| <b>Error</b>        | 15   | 0.08266250 | 0.00551083 |       |      |      |               |      |
| <b>Total</b>        | 23   | 0.57099583 |            |       |      |      |               |      |
| <b>CV (%)</b>       |      | 4.63       |            |       |      |      |               |      |

**Tabla 39.** Comparación de medias Tukey para distanciamientos

| Clave | Densidad | Media | Gráfico Tukey (0.05) |
|-------|----------|-------|----------------------|
| D2    | 50 cm    | 1.61  | A                    |
| D1    | 30 cm    | 1.59  | A                    |

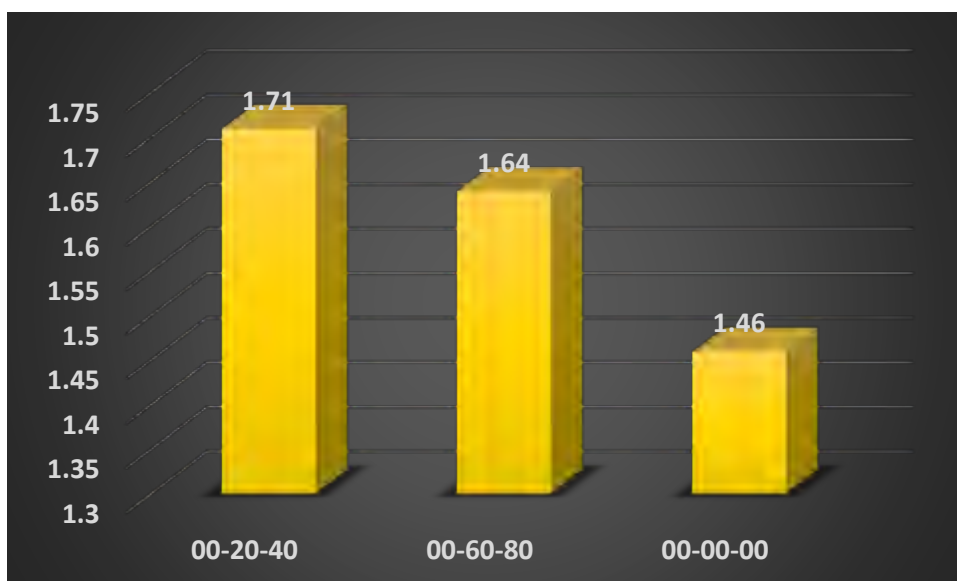
**Gráfico 16.** Medias Tukey para distanciamientos



**Tabla 40.** Comparación de medias Tukey para niveles de fertilización

| Clave | N-P-K    | Media | Gráfico Tukey (0.05) |
|-------|----------|-------|----------------------|
| N2    | 00-20-40 | 1.71  | A                    |
| N3    | 00-60-80 | 1.64  | A                    |
| N1    | Testigo  | 1.46  | B                    |

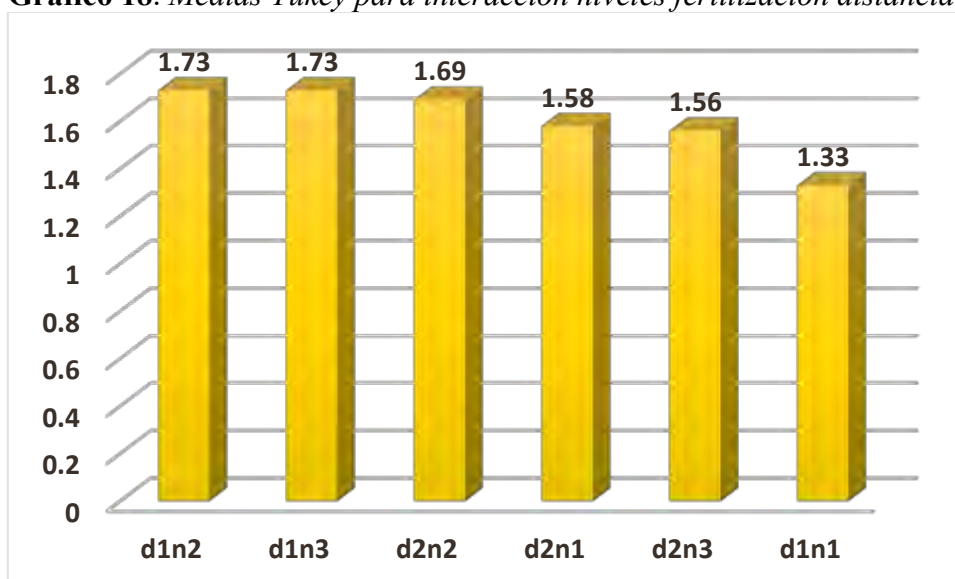
**Gráfico 17.** *Medias Tukey para niveles fertilización*



**Tabla 41.** *Comparación de medias Tukey para tratamientos*

| Tratamientos | Media | Desv. Stan | Gráfico Tukey (0.05) |
|--------------|-------|------------|----------------------|
| d1n2         | 1.73  | 0.040000   | A                    |
| d1n3         | 1.73  | 0.076594   | A                    |
| d2n2         | 1.69  | 0.040000   | B                    |
| d2n1         | 1.58  | 0.069462   | B                    |
| d2n3         | 1.56  | 0.040000   | B                    |
| d1n1         | 1.33  | 0.151548   | B                    |

**Gráfico 18.** *Medias Tukey para interacción niveles fertilización distanciamiento.*



**Tabla 42.** Resultado de efectos simples para la interacción

| F de V         | G.L. | S.C.       | C.M.       | F.C.  | F.t. |      | Significancia |      |
|----------------|------|------------|------------|-------|------|------|---------------|------|
|                |      |            |            |       | 0.05 | 0.01 | 0.05          | 0.01 |
| <b>D1 en N</b> | 2    | 0.41606667 | 0.20803333 | 20.51 | 3.68 | 6.36 | *             | **   |
| <b>D2 en N</b> | 2    | 0.03861667 | 0.01930833 | 7.22  | 3.68 | 6.36 | *             | **   |
| <b>N1 en D</b> | 1    | 0.12251250 | 0.12251250 | 8.82  | 4.54 | 8.68 | N.S           | N.S  |
| <b>N2 en D</b> | 1    | 0.00320000 | 0.00320000 | 2.00  | 4.54 | 8.68 | N.S           | N.S  |
| <b>N3 en D</b> | 1    | 0.05780000 | 0.05780000 | 15.48 | 4.54 | 8.68 | *             | **   |
| <b>Error</b>   | 15   | 0.08266250 | 0.00551083 |       |      |      |               |      |
| <b>Total</b>   | 23   | 0.57099583 |            |       |      |      |               |      |
| <b>CV (%)</b>  |      | 4.63       |            |       |      |      |               |      |

De los resultados de la tabla del análisis de varianza (ANVA) se tiene: no hay diferencias estadísticas para bloques y distanciamientos, pero si hay para tratamientos, niveles de fertilización y para la interacción al 95% de probabilidad, teniendo un coeficiente de variabilidad de 4.63% que nos indica que el experimento se condujo de una manera correcta.

Para la comparación de medias de Tukey al 95% de nivel de confianza se tiene: no hay diferencias estadísticas para distanciamientos, hay diferencias estadísticas para los niveles de fertilización donde el nivel 00-20-40 con 1.71 cm de altura vaina superando a los demás niveles de fertilización en comparación, también existe diferencias estadísticas para la interacción donde distanciamiento de 30 cm con N-P-K 00-20-40 tienen 1.73 cm de altura de primera vaina superando a los de más combinaciones en estudio, todo esto en relación a la variable altura primera vaina, ver tabla: 37, 38, 39, 40, 41, 42 y gráficos 16, 17 y 18 respectivamente también se realizó el análisis de varianza para los efectos simples donde hay también significancia para algunas combinaciones.

## 6.2. Evaluación del rendimiento de grano seco de tarwi, por efecto de la fertilización química y densidad de siembra.

### 6.2.1. Numero de vainas por planta

**Tabla 43.** De datos número de vainas por planta

| Bloques  | Testigo    | Densidad (30 cm)       |                        | Densidad (50 cm) |                        |                        | Σ Bloques     |
|----------|------------|------------------------|------------------------|------------------|------------------------|------------------------|---------------|
|          |            | N-P-K 00-20-40<br>D1N2 | N-P-K 00-60-80<br>D1N3 | testigo<br>D2N1  | N-P-K 00-20-40<br>D2N2 | N-P-K 00-60-80<br>D2N3 |               |
| I        | 30         | 33                     | 33                     | 34               | 39                     | 39                     | 208.00        |
| II       | 31         | 32                     | 35                     | 33               | 38                     | 43                     | 212.00        |
| III      | 32         | 30                     | 34                     | 36               | 37                     | 39                     | 208.00        |
| IV       | 33         | 34                     | 30                     | 30               | 35                     | 40                     | 202.00        |
| <b>Σ</b> | <b>126</b> | <b>129</b>             | <b>132</b>             | <b>133</b>       | <b>149</b>             | <b>161</b>             | <b>830.00</b> |
| Promedio | 31.50      | 32.25                  | 33.00                  | 33.25            | 37.25                  | 40.25                  | 34.58         |

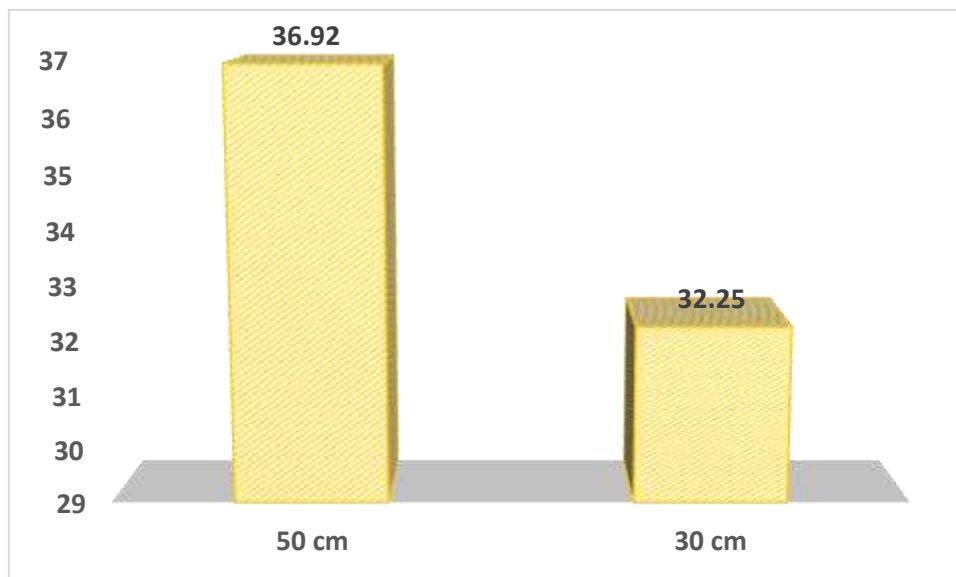
**Tabla 44.** ANVA número de vainas por planta

| F de V              | G.L. | S.C.        | C.M.        | F.C.  | F.t. |      | Significancia |      |
|---------------------|------|-------------|-------------|-------|------|------|---------------|------|
|                     |      |             |             |       | 0.05 | 0.01 | 0.05          | 0.01 |
| <b>Bloques</b>      | 3    | 8.5000000   | 2.8333333   | 0.74  | 3.29 | 5.42 | N.S           | N.S  |
| <b>Tratamientos</b> | 8    | 242.3333333 | 30.2916667  | 7.90  | 2.64 | 4.00 | *             | **   |
| <b>Distan. (D)</b>  | 1    | 130.6666667 | 130.6666667 | 34.09 | 4.54 | 8.68 | *             | **   |
| <b>Niveles (N)</b>  | 2    | 72.5833333  | 36.2916667  | 9.47  | 3.68 | 6.36 | *             | **   |
| <b>DXN</b>          | 2    | 30.5833333  | 15.2916667  | 3.99  | 3.68 | 6.36 | *             | N.S  |
| <b>Error</b>        | 15   | 57.5000000  | 3.8333333   |       |      |      |               |      |
| <b>Total</b>        | 23   | 299.8333333 |             |       |      |      |               |      |
| <b>CV (%)</b>       |      | 5.66        |             |       |      |      |               |      |

**Tabla 45.** Comparación de medias Tukey para distanciamientos

| Clave | Distanciamientos | Media | Gráfico Tukey (0.05) |
|-------|------------------|-------|----------------------|
| D2    | 50 cm            | 36.92 | A                    |
| D1    | 30 cm            | 32.25 | B                    |

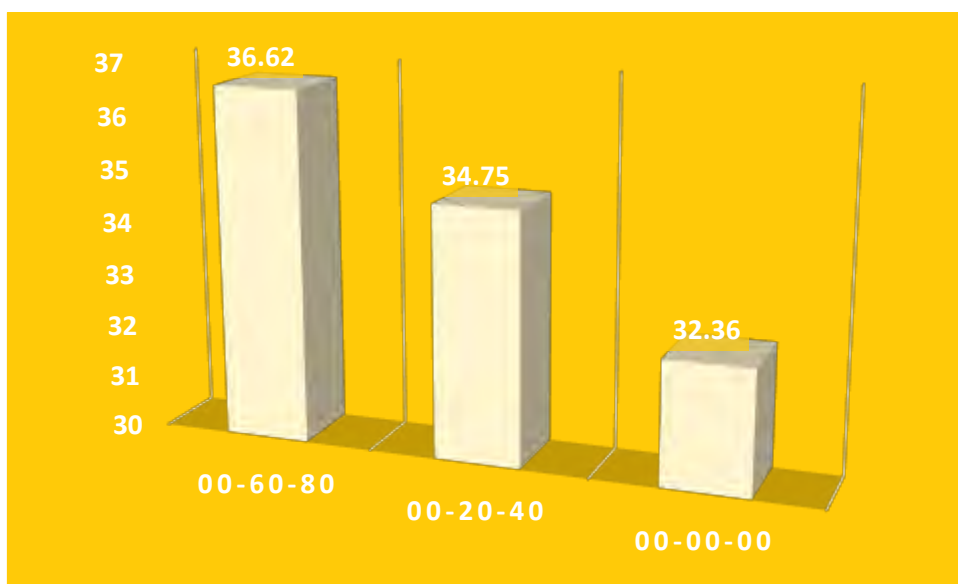
**Gráfico 19.** Medias Tukey para distanciamientos



**Tabla 46.** Comparación de medias Tukey para niveles de fertilización

| Clave | N-P-K    | Media | Gráfico Tukey (0.05) |
|-------|----------|-------|----------------------|
| N3    | 00-60-80 | 36.62 | A                    |
| N2    | 00-20-40 | 34.75 | AB                   |
| N1    | Testigo  | 32.36 | B                    |

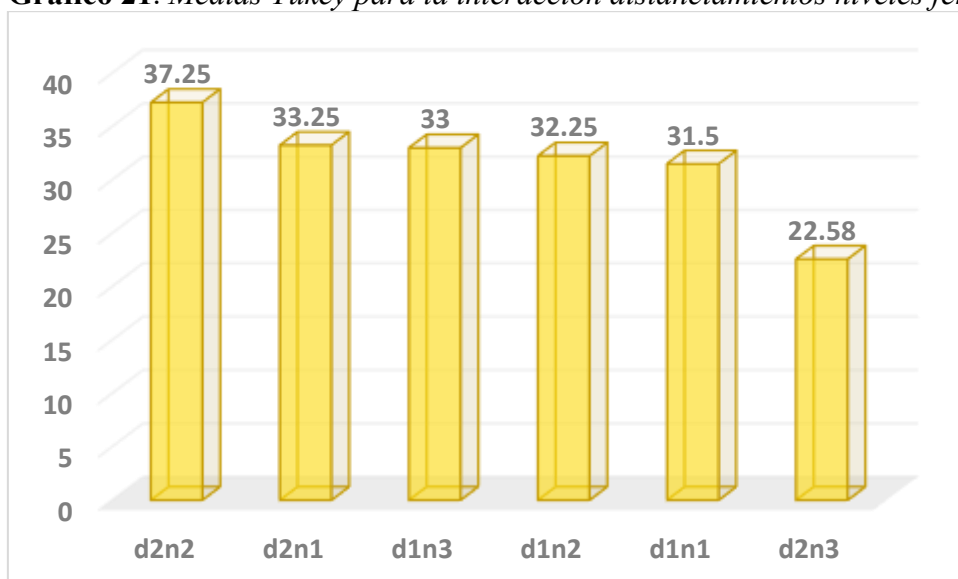
**Gráfico 20.** Medias Tukey para niveles fertilización



**Tabla 47.** Comparación de medias Tukey para tratamientos

| Tratamientos | Media | Desv. Stan | Gráfico Tukey (0.05) |
|--------------|-------|------------|----------------------|
| d2n2         | 37.25 | 1.707825   | A                    |
| d2n1         | 33.25 | 2.500000   | B                    |
| d1n3         | 33.00 | 2.160247   | B                    |
| d1n2         | 32.25 | 1.707825   | B                    |
| d1n1         | 31.50 | 1.290994   | B                    |
| d2n3         | 22.58 | 1.892969   | C                    |

**Gráfico 21.** Medias Tukey para la interacción distanciamientos niveles fertilización





**Tabla 48.** Resultado de efectos simples para la interacción

| F de V         | G.L. | S.C.        | C.M.        | F.C.  | F.t. |      | Significancia |      |
|----------------|------|-------------|-------------|-------|------|------|---------------|------|
|                |      |             |             |       | 0.05 | 0.01 | 0.05          | 0.01 |
| <b>D1 en N</b> | 2    | 4.50000000  | 2.25000000  | 0.73  | 3.68 | 6.36 | *             | **   |
| <b>D2 en N</b> | 2    | 98.66666667 | 49.33333333 | 11.61 | 3.68 | 6.36 | *             | **   |
| <b>N1 en D</b> | 1    | 6.12500000  | 6.12500000  | 1.55  | 4.54 | 8.68 | N.S           | N.S  |
| <b>N2 en D</b> | 1    | 50.00000000 | 50.00000000 | 17.14 | 4.54 | 8.68 | N.S           | N.S  |
| <b>N3 en D</b> | 1    | 105.1250000 | 105.1250000 | 25.48 | 4.54 | 8.68 | *             | **   |
| <b>Error</b>   | 15   | 57.5000000  | 3.83333333  |       |      |      |               |      |
| <b>Total</b>   | 23   | 299.8333333 |             |       |      |      |               |      |
| <b>CV (%)</b>  |      | 5.66        |             |       |      |      |               |      |

Según los resultados de la tabla del análisis de varianza (ANVA) se tiene: no hay diferencias estadísticas para bloques, pero si hay para tratamientos, distanciamientos, niveles de fertilización y para la interacción al 95% de probabilidad, teniendo un coeficiente de variabilidad de 5.66% que nos indica que el experimento se condujo de una manera óptima.

La comparación de medias de Tukey al 95% de nivel de confianza se tiene: hay diferencias estadísticas para distanciamientos donde el distanciamiento de 50 cm produce 36.92 vainas por planta, hay diferencias estadísticas para los niveles de fertilización donde el nivel 00-60-80 tiene 36.62 vainas por planta superando a los demás niveles de fertilización en comparación, también existe diferencias estadísticas para la interacción donde distanciamiento de 30 cm con N-P-K 00-20-40 producen 37.25 vainas por planta superando a los de más combinaciones en estudio, todo esto en relación a la variable número de vainas por planta, ver tabla: 43, 44, 45, 46, 47, 48 y gráficos 19, 20 y 21 respectivamente también se realizó el análisis de varianza para los efectos simples donde hay también significancia para algunas combinaciones.

### 6.2.2. Rendimiento semilla del tallo principal (eje central).

**Tabla 49.** Datos, rendimiento de semilla del tallo principal

| Bloques  | Densidad (30 cm) |                   |                   | Densidad (50 cm) |                   |                   | Σ            |
|----------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------|
|          | Testigo          | N-P-K<br>00-20-40 | N-P-K<br>00-60-80 | Testigo          | N-P-K<br>00-20-40 | N-P-K<br>00-60-80 |              |
|          | D1N1             | D1N2              | D1N3              | D2N1             | D2N2              | D2N3              | Bloques      |
| I        | 0.7              | 0.8               | 0.86              | 0.79             | 0.95              | 1.58              | 5.68         |
| II       | 0.79             | 0.79              | 0.85              | 0.76             | 0.99              | 1.45              | 5.63         |
| III      | 0.78             | 0.81              | 0.81              | 0.74             | 1.1               | 1.34              | 5.58         |
| IV       | 0.71             | 0.84              | 0.82              | 0.83             | 1.2               | 1.46              | 5.86         |
| <b>Σ</b> | <b>2.98</b>      | <b>3.24</b>       | <b>3.34</b>       | <b>3.12</b>      | <b>4.24</b>       | <b>5.83</b>       | <b>22.75</b> |
| Promedio | 0.75             | 0.81              | 0.84              | 0.78             | 1.06              | 1.46              | 0.95         |

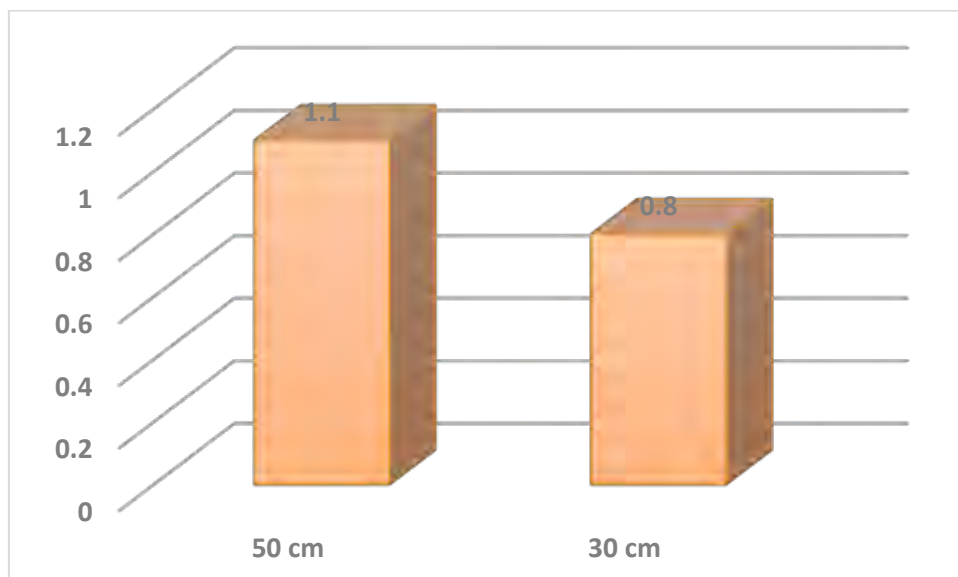
**Tabla 50.** ANVA rendimiento semilla del tallo principal

| F de V              | G.L. | S.C.       | C.M.       | F.C.   | F.t. |      | Significancia |      |
|---------------------|------|------------|------------|--------|------|------|---------------|------|
|                     |      |            |            |        | 0.05 | 0.01 | 0.05          | 0.01 |
| <b>Bloques</b>      | 3    | 0.00744583 | 0.00248194 | 0.50   | 3.29 | 5.42 | N.S           | N.S  |
| <b>Tratamientos</b> | 8    | 1.50096667 | 0.18762083 | 38.12  | 2.64 | 4.00 | *             | **   |
| <b>Distan. (D)</b>  | 1    | 0.54903750 | 0.54903750 | 111.55 | 4.54 | 8.68 | *             | **   |
| <b>Niveles (N)</b>  | 2    | 0.59105833 | 0.29552917 | 60.04  | 3.68 | 6.36 | *             | **   |
| <b>DXN</b>          | 2    | 0.35342500 | 0.17671250 | 35.90  | 3.68 | 6.36 | *             | **   |
| <b>Error</b>        | 15   | 0.07382917 | 0.00492194 |        |      |      |               |      |
| <b>Total</b>        | 23   | 1.57479583 |            |        |      |      |               |      |
| <b>CV (%)</b>       |      | 7.40       |            |        |      |      |               |      |

**Tabla 51.** Comparación de medias Tukey para distanciamientos

| Clave | Distanciamientos | Media | Gráfico Tukey (0.05) |
|-------|------------------|-------|----------------------|
| D2    | 50 cm            | 1.10  | A                    |
| D1    | 30 cm            | 0.80  | B                    |

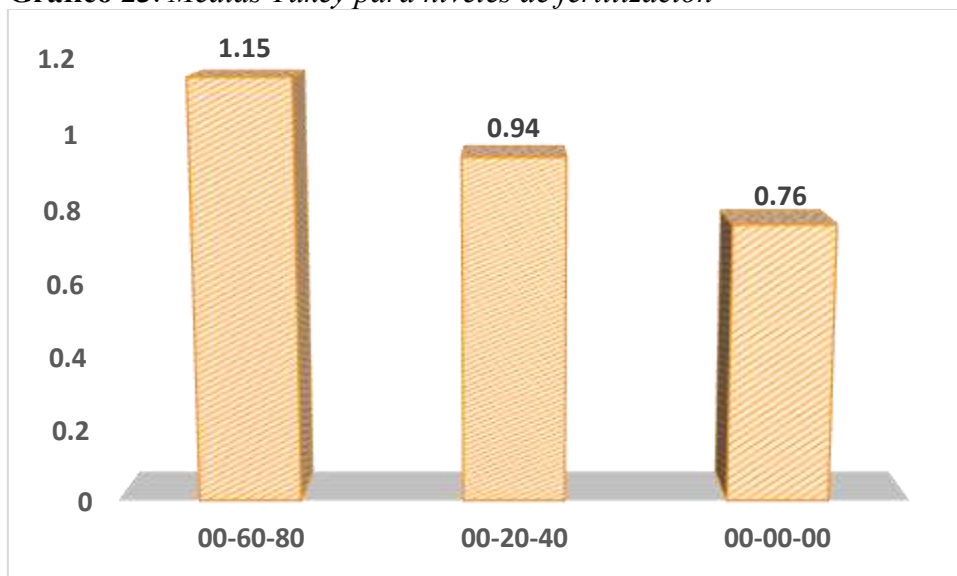
**Gráfico 22.** Medias Tukey para distanciamientos



**Tabla 52.** Comparación de medias Tukey para niveles de fertilización

| Clave | N-P-K    | Media | Gráfico Tukey (0.05) |
|-------|----------|-------|----------------------|
| N3    | 00-60-80 | 1.15  | A                    |
| N2    | 00-20-40 | 0.94  | B                    |
| N1    | Testigo  | 0.76  | C                    |

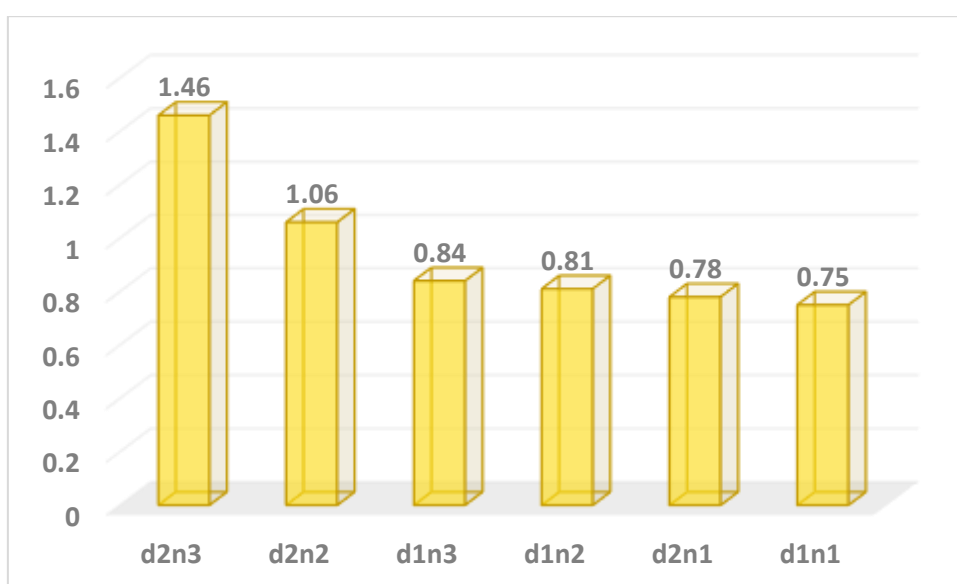
**Gráfico 23.** *Medias Tukey para niveles de fertilización*



**Tabla 53.** *Comparación de medias Tukey para tratamientos*

| Tratamientos | Media | Desv. Stan | Gráfico Tukey (0.05) |
|--------------|-------|------------|----------------------|
| d2n3         | 1.46  | 0.098107   | A                    |
| d2n2         | 1.06  | 0.112842   | B                    |
| d1n3         | 0.84  | 0.023805   | C                    |
| d1n2         | 0.81  | 0.021602   | C                    |
| d2n1         | 0.78  | 0.039158   | C                    |
| d1n1         | 0.75  | 0.046547   | C                    |

**Gráfico 24.** *Medias Tukey para la interacción*



**Tabla 54.** Resultado de efectos simples para la interacción

| F de V         | G.L. | S.C.       | C.M.       | F.C.   | F.t. |      | Significancia |      |
|----------------|------|------------|------------|--------|------|------|---------------|------|
|                |      |            |            |        | 0.05 | 0.01 | 0.05          | 0.01 |
| <b>D1 en N</b> | 2    | 0.01726667 | 0.00863333 | 8.09   | 3.68 | 6.36 | *             | **   |
| <b>D2 en N</b> | 2    | 0.92721667 | 0.46360833 | 58.21  | 3.68 | 6.36 | *             | **   |
| <b>N1 en D</b> | 1    | 0.00245000 | 0.00245000 | 1.32   | 4.54 | 8.68 | N.S           | N.S  |
| <b>N2 en D</b> | 1    | 0.12500000 | 0.12500000 | 18.94  | 4.54 | 8.68 | *             | **   |
| <b>N3 en D</b> | 1    | 0.77501250 | 0.77501250 | 152.09 | 4.54 | 8.68 | *             | **   |
| <b>Error</b>   | 15   | 0.07382917 | 0.00492194 |        |      |      |               |      |
| <b>Total</b>   | 23   | 1.57479583 |            |        |      |      |               |      |
| <b>CV (%)</b>  |      | 7.40       |            |        |      |      |               |      |

De los resultados de la tabla del análisis de varianza (ANVA) se tiene: no hay diferencias estadísticas para bloques, pero si hay para tratamientos, distanciamientos, niveles de fertilización y para la interacción al 95% de probabilidad, teniendo un coeficiente de variabilidad de 7.40% que nos indica que el experimento se condujo de manera adecuada.

La comparación de medias de Tukey al 95% de nivel de confianza se tiene: hay diferencias estadísticas para distanciamientos donde el distanciamiento de 50 cm produce 1.10 kg, hay diferencias estadísticas para los niveles de fertilización donde el nivel 00-60-80 tiene de peso 1.15 kg, superando a los demás niveles de fertilización en comparación, también existe diferencias estadísticas para la interacción donde distanciamiento de 50 cm con N-P-K 00-60-80 producen 1.46 kg, superando a los de más combinaciones en estudio, todo esto en relación a la variable rendimiento de semilla eje central, ver tabla: 49, 50, 51, 52, 53, 54 y gráficos 22, 23 y 24 respectivamente también se realizó el análisis de varianza para los efectos simples donde hay también significancia para algunas combinaciones.

### 6.2.3. Rendimiento semilla de ramas primarios.

**Tabla 55.** De datos rendimiento de semilla rama primaria (lateral)

| Bloques  | Testigo     | Densidad (30 cm) |                | Densidad (50 cm) |                |                | Σ           |
|----------|-------------|------------------|----------------|------------------|----------------|----------------|-------------|
|          |             | N-P-K 00-20-40   | N-P-K 00-60-80 | Testigo          | N-p-k 00-20-40 | N-P-K 00-60-80 |             |
|          | D1N1        | D1N2             | D1N3           | D2N1             | D2N2           | D2N3           | Bloques     |
| I        | 0.19        | 0.22             | 0.21           | 0.18             | 0.34           | 0.45           | 1.59        |
| II       | 0.2         | 0.34             | 0.25           | 0.21             | 0.32           | 0.47           | 1.79        |
| III      | 0.21        | 0.19             | 0.24           | 0.22             | 0.43           | 0.52           | 1.81        |
| IV       | 0.23        | 0.23             | 0.29           | 0.23             | 0.29           | 0.49           | 1.76        |
| <b>Σ</b> | <b>0.83</b> | <b>0.98</b>      | <b>0.99</b>    | <b>0.84</b>      | <b>1.38</b>    | <b>1.93</b>    | <b>6.95</b> |
| Promedio | 0.21        | 0.25             | 0.25           | 0.21             | 0.35           | 0.48           | 0.29        |

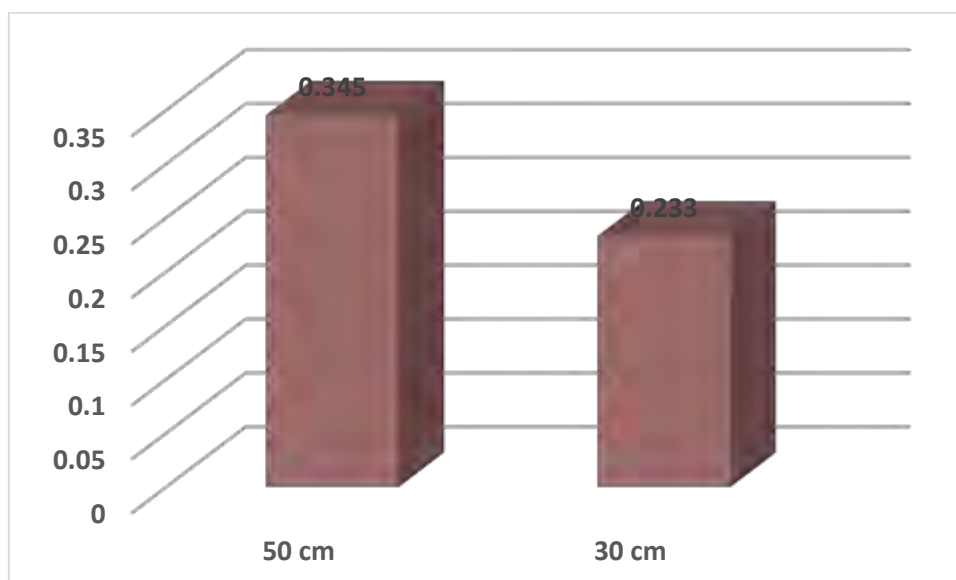
**Tabla 56.** ANVA rendimiento semilla ramas primarios

| F de V              | G.L. | S.C.       | C.M.       | F.C.  | F.t. |      | Significancia |      |
|---------------------|------|------------|------------|-------|------|------|---------------|------|
|                     |      |            |            |       | 0.05 | 0.01 | 0.05          | 0.01 |
| <b>Bloques</b>      | 3    | 0.00504583 | 0.00168194 | 0.94  | 3.29 | 5.42 | N.S           | N.S  |
| <b>Tratamientos</b> | 8    | 0.23351667 | 0.02918958 | 16.23 | 2.64 | 4.00 | *             | **   |
| <b>Distan. (D)</b>  | 1    | 0.07593750 | 0.07593750 | 42.22 | 4.54 | 8.68 | *             | **   |
| <b>Niveles (N)</b>  | 2    | 0.09800833 | 0.04900417 | 27.25 | 3.68 | 6.36 | *             | **   |
| <b>DXN</b>          | 2    | 0.05452500 | 0.02726250 | 15.16 | 3.68 | 6.36 | *             | **   |
| <b>Error</b>        | 15   | 0.02697917 | 0.00179861 |       |      |      |               |      |
| <b>Total</b>        | 23   | 0.26049583 |            |       |      |      |               |      |
| <b>CV (%)</b>       |      | 14.64      |            |       |      |      |               |      |

**Tabla 57.** Comparación de medias Tukey para distanciamientos

| Clave | Densidad | Media | Gráfico Tukey |
|-------|----------|-------|---------------|
|       |          |       | (0.05)        |
| D2    | 50 cm    | 0.345 | A             |
| D1    | 30 cm    | 0.233 | B             |

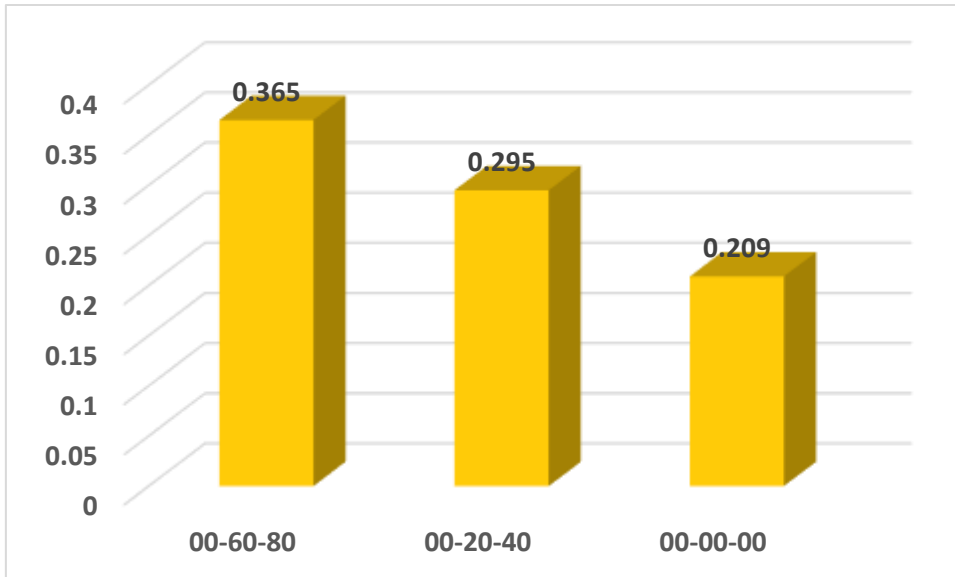
**Gráfico 25 .** Medias Tukey distanciamiento



**Tabla 58.** Comparación de medias Tukey para niveles de fertilización

| Clave | N-P-K    | Media | Gráfico Tukey |
|-------|----------|-------|---------------|
|       |          |       | (0.05)        |
| N3    | 00-60-80 | 0.365 | A             |
| N2    | 00-20-40 | 0.295 | B             |
| N1    | Testigo  | 0.209 | C             |

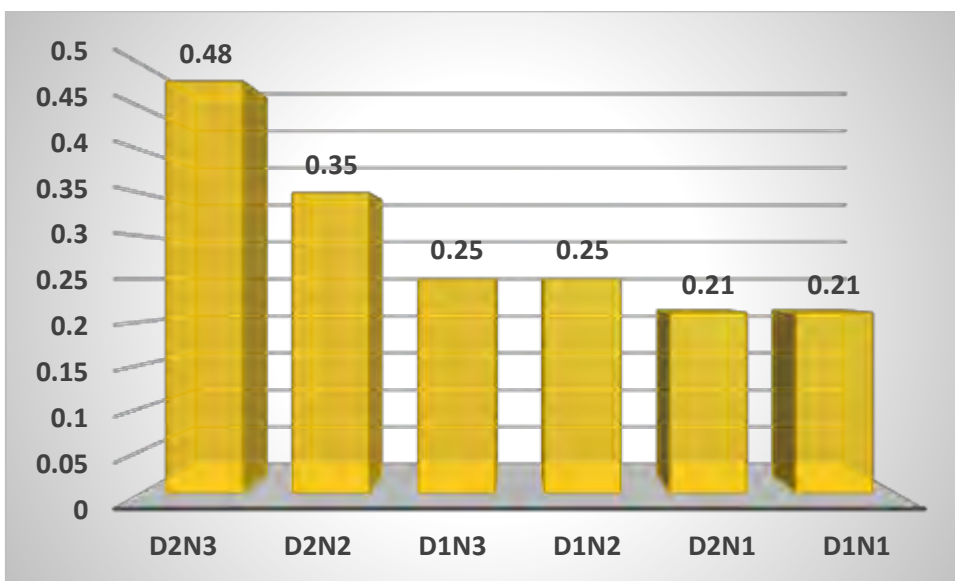
**Gráfico 26.** Medias Tukey niveles de fertilización



**Tabla 59.** Comparación de medias Tukey para tratamientos

| Tratamientos | Media | Desv. Stan | Gráfico Tukey (0.05) |
|--------------|-------|------------|----------------------|
| d2n3         | 0.48  | 0.029861   | A                    |
| d2n2         | 0.35  | 0.060277   | A B                  |
| d1n3         | 0.25  | 0.033040   | C                    |
| d1n2         | 0.25  | 0.065574   | C                    |
| d2n1         | 0.21  | 0.021602   | C                    |
| d1n1         | 0.21  | 0.017078   | C                    |

**Gráfico 27.** Medias Tukey para la interacción



**Tabla 60.** Resultado de efectos simples para la interacción

| F de V         | G.L. | S.C.       | C.M.       | F.C.   | F.t. |      | Significancia |      |
|----------------|------|------------|------------|--------|------|------|---------------|------|
|                |      |            |            |        | 0.05 | 0.01 | 0.05          | 0.01 |
| <b>D1 en N</b> | 2    | 0.00401667 | 0.00200833 | 1.06   | 3.68 | 6.36 | N.S           | N.S  |
| <b>D2 en N</b> | 2    | 0.14851667 | 0.07425833 | 44.63  | 3.68 | 6.36 | *             | **   |
| <b>N1 en D</b> | 1    | 0.00001250 | 0.00001250 | 0.03   | 4.54 | 8.68 | N.S           | N.S  |
| <b>N2 en D</b> | 1    | 0.02000000 | 0.02000000 | 5.04   | 4.54 | 8.68 | *             | N.S  |
| <b>N3 en D</b> | 1    | 0.11045000 | 0.11045000 | 111.38 | 4.54 | 8.68 | *             | **   |
| <b>Error</b>   | 15   | 0.02697917 | 0.00179861 |        |      |      |               |      |
| <b>Total</b>   | 23   | 0.26049583 |            |        |      |      |               |      |
| <b>CV (%)</b>  |      | 14.64      |            |        |      |      |               |      |

Según los resultados de la tabla del análisis de varianza (ANVA) se tiene: no hay diferencias estadísticas para bloques, pero si hay para tratamientos, distanciamientos, niveles de fertilización y para la interacción al 95% de probabilidad, teniendo un coeficiente de variabilidad de 14.64% que nos indica que el experimento se condujo de manera adecuada.

De la comparación de medias de Tukey al 95% de nivel de confianza se tiene: hay diferencias estadísticas para distanciamientos donde el distanciamiento de 50 cm produce 0.345 kg, hay diferencias estadísticas para los niveles de fertilización donde el nivel 00-60-80 tiene de peso 0.365 kg, superando a los demás niveles de fertilización en comparación, también existe diferencias estadísticas para la interacción donde distanciamiento de 50 cm con N-P-K 00-60-80 producen 0.48 kg, superando a los de más combinaciones en estudio, todo esto en relación a la variable rendimiento de semilla rama lateral, ver tabla: 55, 56, 57, 58, 59, 60 y gráficos 25, 26 y 27 respectivamente también se realizó el análisis de varianza para los efectos simples donde hay también significancia para algunas combinaciones.

#### 6.2.4. Rendimiento semilla de ramas secundarios (laterales).

**Tabla 61.** De datos del rendimiento de semilla rama secundario

| Bloques  | Densidad (30 cm) |                |                | Densidad (50 cm) |                |                | Σ Bloques    |
|----------|------------------|----------------|----------------|------------------|----------------|----------------|--------------|
|          | Testigo          | N-P-K 00-20-40 | N-P-K 00-60-80 | Testigo          | N-P-K 00-20-40 | N-P-K 00-60-80 |              |
|          | D1N1             | D1N2           | D1N3           | D2N1             | D2N2           | D2N3           |              |
| I        | 0.71             | 0.78           | 0.79           | 0.73             | 0.98           | 1.12           | 5.11         |
| II       | 0.72             | 0.76           | 0.85           | 0.74             | 0.99           | 1.14           | 5.20         |
| III      | 0.73             | 0.80           | 0.88           | 0.69             | 0.97           | 1.12           | 5.19         |
| IV       | 0.75             | 0.83           | 0.89           | 0.76             | 1.02           | 0.99           | 5.24         |
| <b>Σ</b> | <b>2.91</b>      | <b>3.17</b>    | <b>3.41</b>    | <b>2.92</b>      | <b>3.96</b>    | <b>4.37</b>    | <b>20.74</b> |
| Promedio | 0.73             | 0.79           | 0.85           | 0.73             | 0.99           | 1.09           | 0.86         |

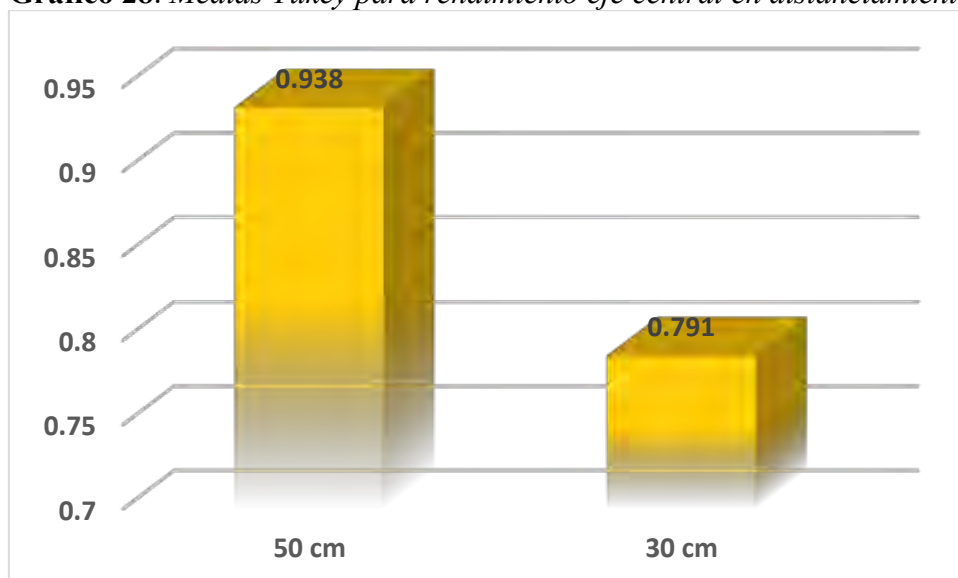
**Tabla 62.** ANVA rendimiento de semilla ramas secundarios

| F de V              | G.L. | S.C.       | C.M.       | F.C.  | F.t. |      | Significancia |      |
|---------------------|------|------------|------------|-------|------|------|---------------|------|
|                     |      |            |            |       | 0.05 | 0.01 | 0.05          | 0.01 |
| <b>Bloques</b>      | 3    | 0.00148333 | 0.00049444 | 0.28  | 3.29 | 5.42 | N.S           | N.S  |
| <b>Tratamientos</b> | 8    | 0.44116667 | 0.05514583 | 31.31 | 2.64 | 4.00 | *             | **   |
| <b>Distan. (D)</b>  | 1    | 0.12906667 | 0.12906667 | 73.29 | 4.54 | 8.68 | *             | **   |
| <b>Niveles (N)</b>  | 2    | 0.24645833 | 0.12322917 | 69.97 | 3.68 | 6.36 | *             | **   |
| <b>DXN</b>          | 2    | 0.06415833 | 0.03207917 | 18.22 | 3.68 | 6.36 | *             | **   |
| <b>Error</b>        | 15   | 0.02641667 | 0.00176111 |       |      |      |               |      |
| <b>Total</b>        | 23   | 0.46758333 |            |       |      |      |               |      |
| <b>CV (%)</b>       |      | 4.86       |            |       |      |      |               |      |

**Tabla 63.** Comparación de medias Tukey para distanciamientos

| Clave | Distanciamientos | Media | Gráfico Tukey (0.05) |
|-------|------------------|-------|----------------------|
| D2    | 50 cm            | 0.938 | A                    |
| D1    | 30 cm            | 0.791 | B                    |

**Gráfico 28.** Medias Tukey para rendimiento eje central en distanciamiento

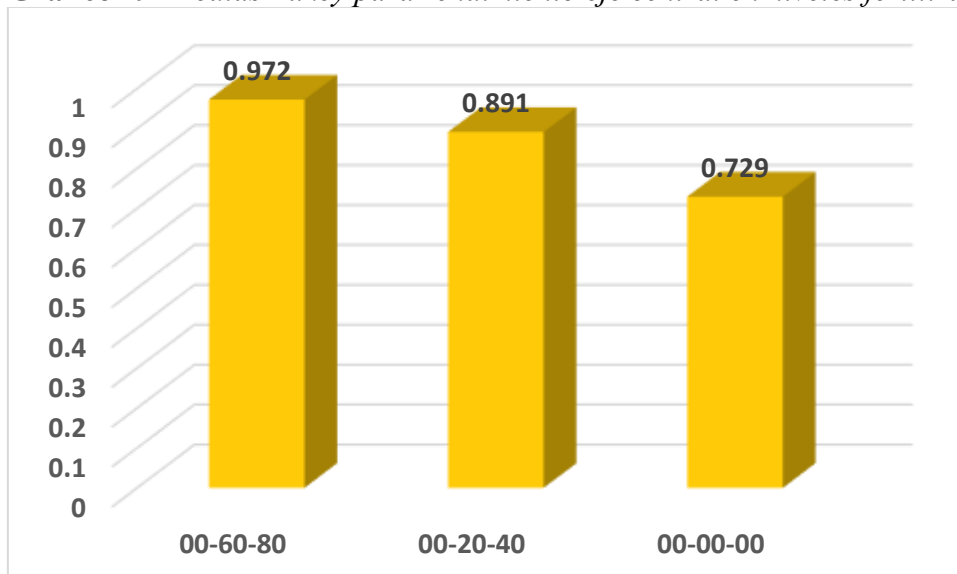


**Tabla 64.** Comparación de medias Tukey para niveles de fertilización

| Clave | N-P-K    | Media | Gráfico Tukey (0.05) |
|-------|----------|-------|----------------------|
| N3    | 00-60-80 | 0.972 | A                    |
| N2    | 00-20-40 | 0.891 | B                    |
| N1    | Testigo  | 0.729 | C                    |



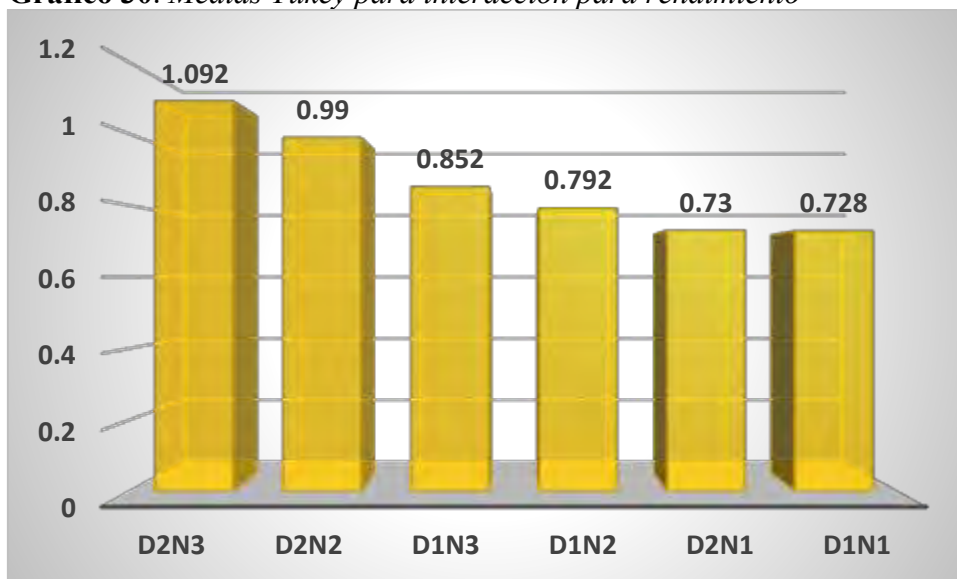
**Gráfico 29.** Medias Tukey para rendimiento eje central en niveles fertilización



**Tabla 65.** Comparación de medias Tukey para tratamientos

| Tratamientos | Media | Desv. Stan | Gráfico Tukey (0.05) |
|--------------|-------|------------|----------------------|
| d2n3         | 1.092 | 0.068981   | A                    |
| d2n2         | 0.990 | 0.021602   | B                    |
| d1n3         | 0.852 | 0.045000   | B                    |
| d1n2         | 0.792 | 0.029861   | B                    |
| d2n1         | 0.730 | 0.029439   | B                    |
| d1n1         | 0.728 | 0.017078   | B                    |

**Gráfico 30.** Medias Tukey para interacción para rendimiento



**Tabla 66.** Resultado de efectos simples para la interacción

| F de V         | G.L. | S.C.       | C.M.       | F.C.   | F.t. |      | Significancia |      |
|----------------|------|------------|------------|--------|------|------|---------------|------|
|                |      |            |            |        | 0.05 | 0.01 | 0.05          | 0.01 |
| <b>D1 en N</b> | 2    | 0.03126667 | 0.01563333 | 14.62  | 3.68 | 6.36 | *             | **   |
| <b>D2 en N</b> | 2    | 0.27935000 | 0.13967500 | 68.79  | 3.68 | 6.36 | *             | **   |
| <b>N1 en D</b> | 1    | 0.00001250 | 0.00001250 | 0.02   | 4.54 | 8.68 | N.S           | N.S  |
| <b>N2 en D</b> | 1    | 0.07801250 | 0.07801250 | 114.87 | 4.54 | 8.68 | *             | **   |
| <b>N3 en D</b> | 1    | 0.11520000 | 0.11520000 | 33.97  | 4.54 | 8.68 | *             | **   |
| <b>Error</b>   | 15   | 0.02641667 | 0.00176111 |        |      |      |               |      |
| <b>Total</b>   | 23   | 0.46758333 |            |        |      |      |               |      |
| <b>CV (%)</b>  |      | 4.86       |            |        |      |      |               |      |

Según los resultados de la tabla del análisis de varianza (ANVA) se tiene: no hay diferencias estadísticas para bloques, pero si hay para tratamientos, distanciamientos, niveles de fertilización y para la interacción al 95% de probabilidad, teniendo un coeficiente de variabilidad de 4.86% que nos indica que el experimento se condujo de manera satisfactoria.

Según la comparación de medias de Tukey al 95% de nivel de confianza se tiene: hay diferencias estadísticas para distanciamientos donde el distanciamiento de 50 cm produce 0.938 kg, hay diferencias estadísticas para los niveles de fertilización donde el N-P-K 00-60-80 tiene de peso 0.972 kg, superando a los demás niveles de fertilización en comparación, también existe diferencias estadísticas para la interacción donde distanciamiento de 50 cm con N-P-K 00-60-80 producen 1.092 kg, superando a los de más combinaciones en estudio, todo esto en relación a la variable rendimiento de semilla eje central borde, ver tabla: 61, 62, 63, 64, 65, 66 y gráficos 28, 29 y 30 respectivamente también se realizó el análisis de varianza para los efectos simples donde hay también significancia para algunas combinaciones.

### 6.2.5. Rendimiento de semillas ramas de otro orden.

**Tabla 67.** Rendimiento de semilla ramas terciarios

| Bloques  | Densidad (30 cm) |                   |                   | Densidad (50 cm) |                   |                   | Σ Bloques   |
|----------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------|
|          | Testigo          | N-P-K<br>00-20-40 | N-P-K<br>00-60-80 | Testigo          | N-P-K<br>00-20-40 | N-P-K<br>00-60-80 |             |
|          | D1N1             | D1N2              | D1N3              | D2N1             | D2N2              | D2N3              |             |
| I        | 0.16             | 0.17              | 0.25              | 0.15             | 0.17              | 0.27              | 1.17        |
| II       | 0.15             | 0.21              | 0.26              | 0.14             | 0.22              | 0.29              | 1.27        |
| III      | 0.17             | 0.22              | 0.25              | 0.17             | 0.23              | 0.27              | 1.31        |
| IV       | 0.14             | 0.23              | 0.22              | 0.15             | 0.27              | 0.25              | 1.26        |
| <b>Σ</b> | <b>0.62</b>      | <b>0.83</b>       | <b>0.98</b>       | <b>0.61</b>      | <b>0.89</b>       | <b>1.08</b>       | <b>5.01</b> |
| Promedio | 0.16             | 0.21              | 0.25              | 0.15             | 0.22              | 0.27              | 0.21        |

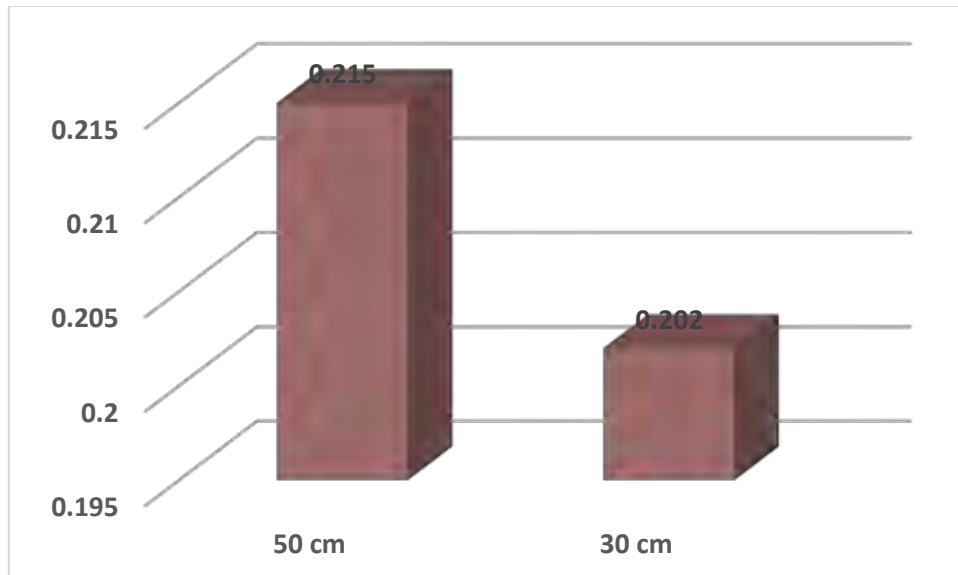
**Tabla 68.** ANVA rendimiento de semilla ramas terciarios

| F de V              | G.L. | S.C.       | C.M.       | F.C.  | F.t. |      | Significancia |      |
|---------------------|------|------------|------------|-------|------|------|---------------|------|
|                     |      |            |            |       | 0.05 | 0.01 | 0.05          | 0.01 |
| <b>Bloques</b>      | 3    | 0.00174583 | 0.00058194 | 1.08  | 3.29 | 5.42 | N.S           | N.S  |
| <b>Tratamientos</b> | 8    | 0.04698333 | 0.00587292 | 10.90 | 2.64 | 4.00 | *             | **   |
| <b>Distan. (D)</b>  | 1    | 0.00093750 | 0.00093750 | 1.74  | 4.54 | 8.68 | N.S           | N.S  |
| <b>Niveles (N)</b>  | 2    | 0.04352500 | 0.02176250 | 40.40 | 3.68 | 6.36 | *             | **   |
| <b>DXN</b>          | 2    | 0.00077500 | 0.00038750 | 0.72  | 3.68 | 6.36 | N.S           | N.S  |
| <b>Error</b>        | 15   | 0.00807917 | 0.00053861 |       |      |      |               |      |
| <b>Total</b>        | 23   | 0.05506250 |            |       |      |      |               |      |
| <b>CV (%)</b>       |      | 11.12      |            |       |      |      |               |      |

**Tabla 69.** Comparación de medias Tukey para distanciamientos

| Clave | Distanciamientos | Media | Gráfico Tukey (0.05) |
|-------|------------------|-------|----------------------|
| D2    | 50 cm            | 0.215 | A                    |
| D1    | 30 cm            | 0.202 | A                    |

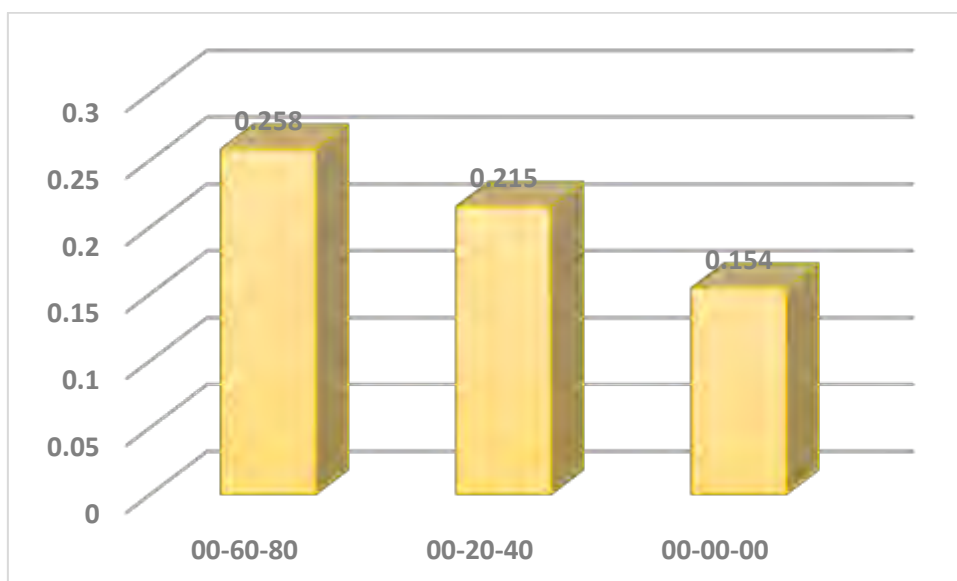
**Gráfico 31.** Medias Tukey para distanciamiento



**Tabla 70.** Comparación de medias Tukey para niveles de fertilización

| Clave | Niveles de fertilización | Media | Gráfico Tukey (0.05) |
|-------|--------------------------|-------|----------------------|
| N3    | 00-60-80                 | 0.258 | A                    |
| N2    | 00-20-40                 | 0.215 | B                    |
| N1    | Testigo                  | 0.154 | C                    |

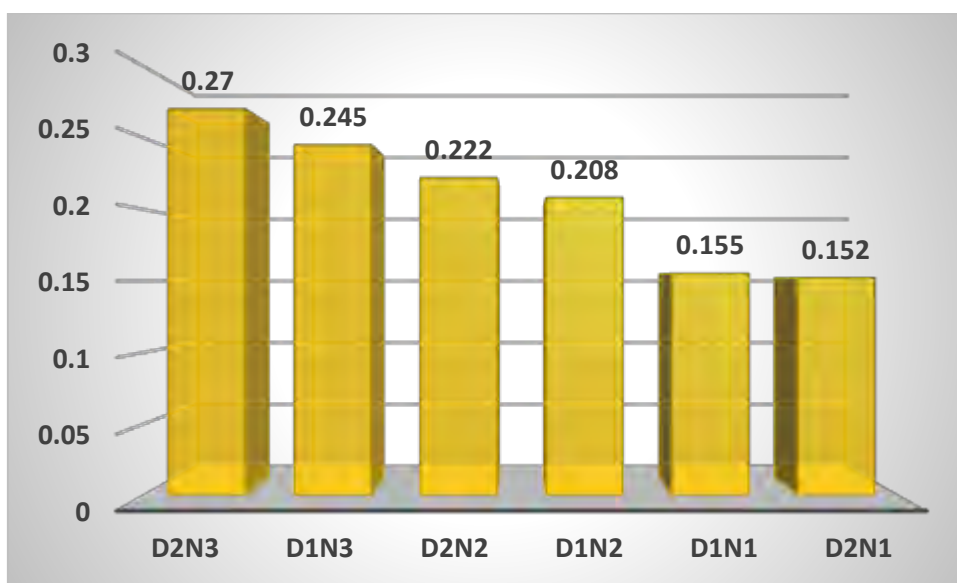
**Gráfico 32.** Medias Tukey para niveles de fertilización



**Tabla 71.** Comparación de medias Tukey para tratamientos

| Tratamientos | Media | Desv. Stan | Gráfico Tukey (0.05) |
|--------------|-------|------------|----------------------|
| d2n3         | 0.270 | 0.016330   | A                    |
| d1n3         | 0.245 | 0.017321   | A                    |
| d2n2         | 0.222 | 0.041130   | A                    |
| d1n2         | 0.208 | 0.026300   | A                    |
| d1n1         | 0.155 | 0.012910   | A                    |
| d2n1         | 0.152 | 0.012583   | A                    |

**Gráfico 33.** Medias Tukey para la interacción



Según los resultados de la tabla del análisis de varianza (ANVA) se tiene: no hay diferencias estadísticas para bloques, distanciamientos y para la interacción, pero si hay para tratamientos y niveles de fertilización al 95% de probabilidad, teniendo un coeficiente de variabilidad de 11.12% que nos indica que el experimento se condujo de manera satisfactoria.

Según la comparación de medias de Tukey al 95% de nivel de confianza se tiene: hay diferencias estadísticas para los niveles de fertilización donde el nivel 00-60-80 tiene de peso 0.258 kg, superando a los demás niveles de fertilización en comparación, no existe diferencias estadísticas para la interacción pero a nivel de medias la interacción de 50 cm con N-P-K 00-60-80 producen 0.270 kg, superando a los de más combinaciones en estudio, todo esto en relación a la variable rendimiento de semilla eje central borde, ver Tablas 67, 68, 69, 70 y 71 y gráficos 31, 32 y 33 respectivamente.

#### 6.2.6. Rendimiento total por tratamiento (kg)

**Tabla 72.** Datos Rendimiento total del tratamiento

| Bloques  | Densidad (30 cm) |                   |                   | Densidad (50 cm) |                   |                   | Σ            |
|----------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------|
|          | Testigo          | N-P-K<br>00-20-40 | N-P-K<br>00-60-80 | Testigo          | N-P-K<br>00-20-40 | N-P-K<br>00-60-80 |              |
|          | D1N1             | D1N2              | D1N3              | D2N1             | D2N2              | D2N3              | Bloques      |
| I        | 2.125            | 2.256             | 2.346             | 2.234            | 3.123             | 3.678             | 15.76        |
| II       | 2.446            | 2.564             | 2.899             | 2.345            | 3.145             | 3.768             | 17.17        |
| III      | 2.345            | 2.348             | 2.981             | 2.234            | 3.161             | 3.988             | 17.06        |
| IV       | 2.124            | 2.567             | 2.954             | 2.345            | 3.231             | 3.771             | 16.99        |
| <b>Σ</b> | <b>9.04</b>      | <b>9.735</b>      | <b>11.18</b>      | <b>9.158</b>     | <b>12.66</b>      | <b>15.205</b>     | <b>66.98</b> |
| Promedio | 2.26             | 2.43              | 2.80              | 2.29             | 3.17              | 3.80              | 2.79         |

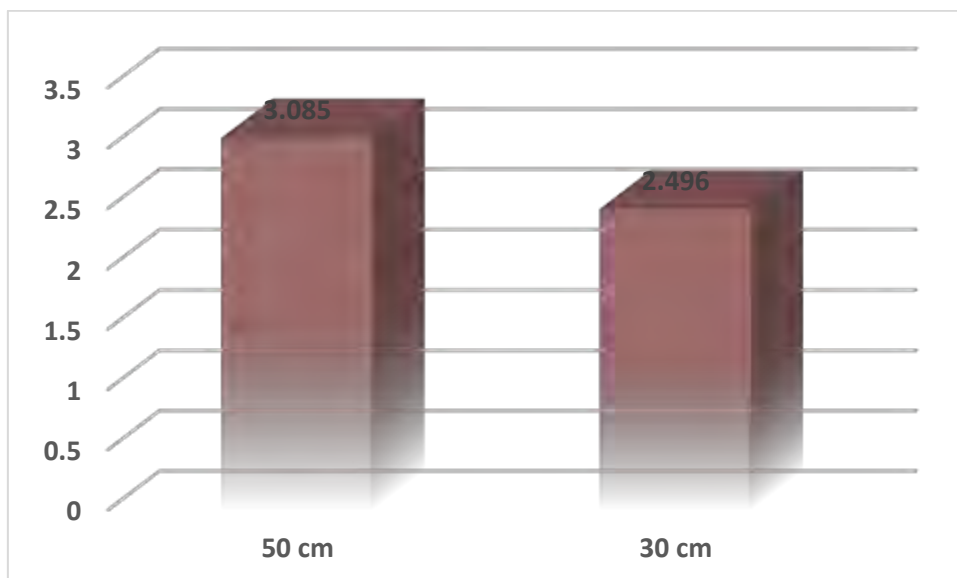
**Tabla 73.** ANVA rendimiento total de un tratamiento

| F de V              | G.L. | S.C.       | C.M.       | F.C.   | F.t. |      | Significancia |      |
|---------------------|------|------------|------------|--------|------|------|---------------|------|
|                     |      |            |            |        | 0.05 | 0.01 | 0.05          | 0.01 |
| <b>Bloques</b>      | 3    | 0.21712083 | 0.07237361 | 3.90   | 3.29 | 5.42 | *             | N.S  |
| <b>Tratamientos</b> | 8    | 7.50347083 | 0.93793385 | 50.55  | 2.64 | 4.00 | *             | **   |
| <b>Distan. (D)</b>  | 1    | 2.08152600 | 2.08152600 | 112.18 | 4.54 | 8.68 | *             | **   |
| <b>Niveles (N)</b>  | 2    | 4.19007825 | 2.09503912 | 112.91 | 3.68 | 6.36 | *             | **   |
| <b>DXN</b>          | 2    | 1.01474575 | 0.50737288 | 27.34  | 3.68 | 6.36 | *             | **   |
| <b>Error</b>        | 15   | 0.27832767 | 0.01855518 |        |      |      |               |      |
| <b>Total</b>        | 23   | 7.78179850 |            |        |      |      |               |      |
| <b>CV (%)</b>       |      | 4.88       |            |        |      |      |               |      |

**Tabla 74. Comparación de medias Tukey para distanciamientos**

| Clave | Densidad | Media | Gráfico Tukey<br>(0.05) |
|-------|----------|-------|-------------------------|
| D2    | 50 cm    | 3.085 | A                       |
| D1    | 30 cm    | 2.496 | B                       |

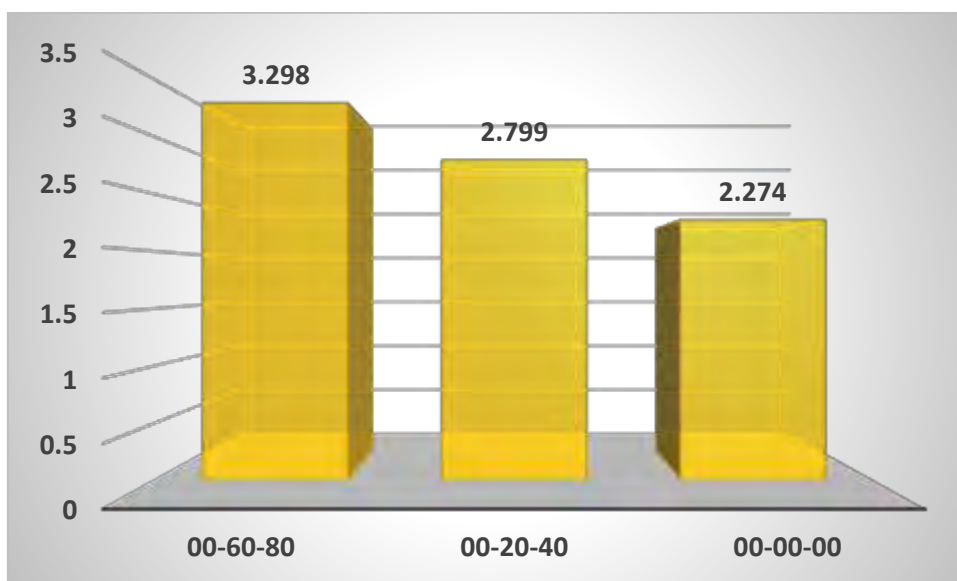
**Gráfico 34. Medias Tukey para distanciamientos**



**Tabla 75. Comparación de medias Tukey para niveles de fertilización**

| Clave | N-P-K    | Media | Gráfico Tukey<br>(0.05) |
|-------|----------|-------|-------------------------|
| N3    | 00-60-80 | 3.298 | A                       |
| N2    | 00-20-40 | 2.799 | B                       |
| N1    | Testigo  | 2.274 | C                       |

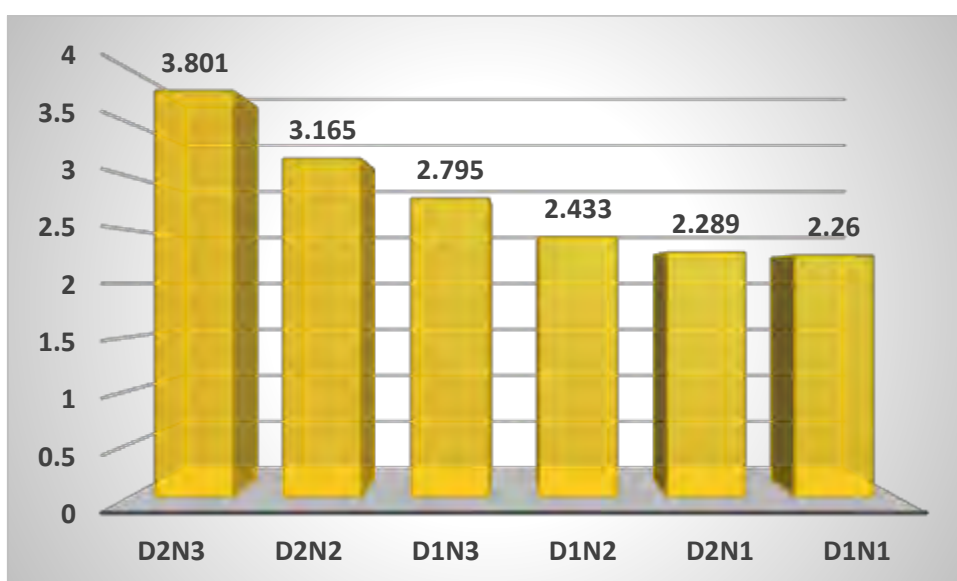
**Gráfico 35.** Medias Tukey para niveles de fertilización



**Tabla 76.** Comparación de medias Tukey para tratamientos

| Tratamientos | Media | Desv. Stan | Gráfico Tukey (0.05) |
|--------------|-------|------------|----------------------|
| d2n3         | 3.801 | 0.131766   | A                    |
| d2n2         | 3.165 | 0.046676   | B                    |
| d1n3         | 2.795 | 0.301272   | C                    |
| d1n2         | 2.433 | 0.156704   | C                    |
| d2n1         | 2.289 | 0.064086   | C                    |
| d1n1         | 2.260 | 0.161804   | C                    |

**Gráfico 36.** Medias Tukey para niveles de fertilización



**Tabla 77. Resultado de efectos simples para la interacción**

| F de V         | G.L. | S.C.       | C.M.       | F.C.   | F.t. |      | Significancia |      |
|----------------|------|------------|------------|--------|------|------|---------------|------|
|                |      |            |            |        | 0.05 | 0.01 | 0.05          | 0.01 |
| <b>D1 en N</b> | 2    | 0.59588750 | 0.29794375 | 6.32   | 3.68 | 6.36 | *             | **   |
| <b>D2 en N</b> | 2    | 4.60893650 | 2.30446825 | 292.35 | 3.68 | 6.36 | *             | **   |
| <b>N1 en D</b> | 1    | 0.00174050 | 0.00174050 | 0.11   | 4.54 | 8.68 | N.S           | N.S  |
| <b>N2 en D</b> | 1    | 1.06945313 | 1.06945313 | 80.00  | 4.54 | 8.68 | *             | **   |
| <b>N3 en D</b> | 1    | 2.02507813 | 2.02507813 | 37.46  | 4.54 | 8.68 | *             | **   |
| <b>Error</b>   | 15   | 0.27832767 | 0.01855518 |        |      |      |               |      |
| <b>Total</b>   | 23   | 7.78179850 |            |        |      |      |               |      |
| <b>CV (%)</b>  |      | 4.88       |            |        |      |      |               |      |

Según los resultados en la tabla del análisis de varianza (ANVA) se tiene: hay diferencias estadísticas para bloques, tratamientos, distanciamientos, niveles de fertilización y para la interacción al 95% de probabilidad, teniendo un coeficiente de variabilidad de 4.88% que nos indica que el experimento se condujo de manera satisfactoria.

Según la comparación de medias de Tukey al 95% de nivel de confianza se tiene: hay diferencias estadísticas para distanciamientos donde el distanciamiento de 50 cm produce 3.085 kg, hay diferencias estadísticas para los niveles de fertilización donde el N-P-K 00-60-80 tiene de peso 3.298 kg, superando a los demás niveles de fertilización en comparación, también existe diferencias estadísticas para la interacción donde distanciamiento de 50 cm con N-P-K 00-60-80 producen 3.801 kg, superando a los de más combinaciones en estudio, todo esto en relación a la variable rendimiento de parcela, ver tabla: 72, 73, 74, 75, 76, 77 y gráficos 34, 35 y 36 respectivamente también se realizó el análisis de varianza para los efectos simples donde hay también significancia para algunas combinaciones.



## VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

### 7.1. Conclusiones.

#### 7.1.1. Resultados de las características Agro botánicas del cultivo de tarwi, por efecto fertilización química y densidad de siembra.

- Rendimiento en altura de la planta, la interacción de NPK 00-60-80 y la densidad 50 cm es 1.80 m fue mayor altura, frente al tratamiento testigo 1.12m.
- Rendimiento en diámetros del tallo, la mejor interacción con NPK 00-20-40 y la densidad 50cm, obtuvo de 11.93 mm mayor diámetro, frente al tratamiento testigo.
- Rendimiento en número de ramas por planta, la interacción con NPK 00-60-80 con densidad de 50cm, obtenido 10.55 ramas frente al tratamientos testigo.
- Rendimiento en área foliar (hojas), al respecto de interacción la densidad de 50cm con NPK 00-60-80, obtuvo 98.44 mm de diámetros, siendo superior, al tratamiento testigo.

#### 7.1.2. Resultados, el rendimiento por planta de grano seco del cultivo de tarwi, bajo los efectos de la fertilización química y densidad de siembra.

- Rendimiento tallo principal, la mejor combinación fue: 50 cm de densidad con nivel de N-P-K 00-60-80 obtuvo 1.46 kg/tratamiento, frente al testigo con 0.78 kg/tratamiento.
- Rendimiento de ramas primarias, la interacción 50 cm con nivel 00-60-80, obtuvo 0.48 kg/tratamiento mayor rendimiento frente al testigo que obtuvo de 0.21 kg/tratamiento.
- **Rendimiento ramas secundarias:** La interacción 50 cm con nivel de N-P-K 00-60-80 obtuvo 1.092 kg/tratamiento mayor rendimiento frente al testigo con 0.730 kg/tratamiento.

#### 7.1.3. Resultado total por tratamiento, de grano seco del cultivo de tarwi por efecto de la fertilización química y densidad de siembra.

- **Rendimiento Total por tratamiento:** La mejor interacción fue 50 cm de densidad, con nivel de N-P-K 00-60-80 obtuvo 3.801 kg/tratamiento, frente al testigo que obtuvo 2.289 kg/tratamiento.
- **Rendimiento Total por hectárea,** la mejor aplicación con 50 cm de densidad y con N-P-K 00-60-80, dio el mejor rendimiento a 3,985 kg/ha, frente al testigo de 2,260 kg/ha. de grano seco. Y en toneladas, 3.985 tn/ha frente a 2.26 tn/ha.

## **7.2. Sugerencias**

1.- Se recomienda en otros trabajos de investigación realizar las comparaciones de este material genético Eco tipo Andenes 90 con otras variedades locales para ver el rendimiento y comportamiento agro botánico.

2.- Se sugiere realizar o repetir este tipo de trabajos de investigación bajo otros ambientes para ver el comportamiento de los niveles de fertilización y los distanciamientos correspondientes con la variedad Ecotipo Andenes 90.

3.- Por medio de trabajos de investigación realizar el sistema de rotación de cultivos para equilibrar la fertilidad del suelo y mejorar la producción de rendimiento en el cultivo de tarwi.

4.- Incentivar el consumo de tarwi por el alto contenido proteico y así dar sostenibilidad en su producción al mismo tiempo su conservación.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ancasi, H. (2018). *Caracterización agrobotánica de 5 líneas promisorias de tarwi (Lupinus mutabilis, Sweet.) en condiciones de la Estación Experimental Andenes Zurite-Anta\_Cusco*. Anta.
- Ayma, M. (2011). *Rendimiento de compuesto de tarwi (Lupinus mutabilis, Sweet.) en tres épocas de siembra en la comunidad de racchi – huayllabamba*. Cusco: UNSAAC.
- Blanco, O. (1982). *Mejoramiento del tarwi por menor contenido de alcaloides*. La Paz, Bolivia: Congreso Internacional de Cultivos Andinos IBTA-CID .
- Camarena, F., Huaranga, A., Jiménez, J., & Mostacero, E. (2012). *Revaloración de un cultivo subutilizado: chocho o tarwi (Lupinus mutabilis Sweet)*. Universidad Nacional Agraria de la Molina.
- Carreño, A. (1975). *Estudio de la variabilidad de 50 entradas de la colección de tarwi (Lupinus mutabilis, Sweet.)* . Cusco: UNSAAC.
- Chacón, L. (1987). *Evaluación agro botánica de 86 entradas de germoplasma de tarwi*. Cusco: Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.
- Cronquist, A. (1993). *La evolución y clasificación de las angiospermas, magnoliophyta*.
- Echarri, F. (1977). *Evaluación de aceite en grano de 168 muestras de la CTC*. Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.
- Enríquez, A. (1981). *Evaluación del incremento de nitrógeno al suelo por el cultivo de tarwi (Lupinus mutabilis, Sweet.)* . Cusco: UNSAAC.
- FAO. (2000). *Comité internacional de recursos fotogénicos*. Roma: Descriptor de Lupinos.
- Flores, A. (1985). *Efecto de tamaño de semilla en algunas variables fenológicas y agronómicas de tarwi*. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- García, E. (1980). *Determinación del contenido de aceite en 150 muestras de tarwi (Lupinus mutabilis, Sweet)*. Cusco: UNSAAC.
- Gross, R. (1982). *el cultivo y la utilización de (Lupinus mutabilis, Sweet)*. . Roma.
- Gross, R. (2012). *El cultivo y la utilización de (Lupinus mutabilis, Sweet.)*. Roma: Estudio para la alimentación.
- Gutiérrez, L. (1988). *Evaluación agro botánica de 55 Entradas de la colección de germoplasma de tarwi (Lupinus mutabilis, Sweet.)* . Cusco: UNSAAC.
- Hanco, G. (1972). *Tarwi nueva oleaginosa*. UNSAAC.
- Hart, R. (1987). *Agro ecosistemas, CATIE – Turrialba – Costa Rica*. Costa Rica.

- Lescano, J. (1994). *Genética y mejoramiento de Cultivos Andinos, convenio INADE/PELT-COTESU*. La paz, Bolivia: Producciones CIMA .
- Mateo, J. (1961). *Leguminosas de grano*. Barcelona: Edit. Salvat.
- MIDAGRI. (2021). *Análisis de Mercado*. Sierra y Selva exportadora.
- MINAGRI. (2017). *Producción, área cultivada y rendimiento de Lupinus en el Perú en los años 2012-2017*. MINAGRI.
- Molina, J. (1981). *Evaluación de 254 líneas de tarwi (Lupinus mutabilis, Sweet.) en su segundo ciclo de selección individual*. . Cusco: UNSAAC .
- Mujica, A. (1977). *Tecnología del cultivo de la quinua*. Puno: Ministerio de Alimentación.
- Mujica, A. (1992). *Granos y leguminosas andinas*. FAO.
- Ortiz, W. (1997). *caracterización agra botánica de 87 entradas de (Lupinus mutabilis, Sweet.) de la colección de Tarwi cusco estudio preliminar del barrenador del tallo del Tarwi*. . Cusco: UNSAAC.
- Planchuelo, A. (1984). *The simple leaved Lupines and their relatives in Argentina*. Missouri Bot. Garden.
- Quico, M. (2013). *Evaluación y selección de 93 líneas de tarwi (Lupinus mutabilis, Sweet.) para rendimiento de grano bajo condiciones de kayra – Cusco*. . Cusco: UNSAAC.
- Ramos, E. (2009). *Refrescamiento y selección para 3 variables agronómicas en tarwi (Lupinus mutabilis, Sweet.) del banco de germoplasma del CICA – FAZ – UNSAAC – CUSCO*. Cusco: UNSAAC.
- Reyes, P. (1985). *Fitotecnia basica y aplicada*. México: AGTEDITOR.
- Rodríguez, R. (1972). *Estudio agro botánico del tarwi*. Cusco: UNSAAC.
- Serrano, L. (2014). *Boletín Científico del Laboratorio de Microbiología*.
- Tapia, M. (1997). *Cultivos Andinos subexplotados y su aporte a la alimentación*. . FAO.
- Tapia, M. (2015). *El Tarwi, Lupino Andino*. Fondo Ítalo Peruano. Lima.
- Tapia, M. (2016). *El estado de arte en el Perú sobre el chocho, tarwi o tauri (Lupinus mutabilis Sweet)*. . Perú.
- Vásquez, J. (1983). *Cultivo de tarwi o chocho en el Perú INIPA* . Huampani Chaclacayo.
- Von, E. (2000). *Production of Lupines in Chile. Gross, R & Bunting, E. Agricultural and Nutritional Aspects of Lupines*. Cusco: Proceedings of the first International Lupine Workshop.

# **ANEXOS**

## ANEXO 01. ANÁLISIS DE FERTILIDAD DE SUELO

**Imagen 01.** Análisis de suelo

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

- APARTADO POSTAL: N° 921 - Cusco - Perú
- FAX: 218156 - 218153 - 222512
- RECTORADO: Calle Tigrú N° 627  
Teléfonos: 225271 - 224891 - 224181 - 284368
- CIUDAD UNIVERSITARIA: Av. De la Cultura N° 733 - Teléfonos: 228661 - 227512 - 212370 - 232175 - 232226
- CENTRAL TELEFÓNICA: 212198 - 252210  
243835 - 243836 - 243837 - 243838
- LOCAL CENTRAL: Plaza de Armas s/n  
Teléfonos: 225371 - 225721 - 234013
- MUSEO INKA: Cuesta del Almirante N° 101 - Teléfono: 217300
- CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA: San Antonio s/n Cusco - Teléfono: 277145 - 277346
- COLEGIO "FORTUNATO L. HERBERA": Av. De la Cultura N° 731  
"Estadio Universitario" - Teléfono: 227192

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y ABONOS (CISA)  
LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS**

TIPO DE ANALISIS : FERTILIDAD Y MECANICO

PROCEDENCIA DE MUESTRAS : C.C. PHUYUCALLA PAUCARTAMBO-PAUCARTAMBO -CUSCO

INSTITUCION SOLICITANTE : CECILIO PUMA QUISPE.

**ANALISIS DE FERTILIDAD :**

| N° | CLAVE       | mmhos/cm<br>C.E. | pH   | %<br>CaCO <sub>3</sub> | %<br>M.ORG. | %<br>N.TOTAL | ppm<br>P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | ppm<br>K <sub>2</sub> O |
|----|-------------|------------------|------|------------------------|-------------|--------------|--------------------------------------|-------------------------|
| 01 | TAMBO CANCH | 0.64             | 6.90 |                        | 1.71        | 0.08         | 87.1                                 | 103                     |

**ANALISIS MECANICO :**

| N° | CLAVE        | %<br>ARENA | %<br>LIMO | %<br>ARCILLA | CLASE-TEXTURAL   |
|----|--------------|------------|-----------|--------------|------------------|
| 01 | TAMBO CANCHA | 29         | 42        | 29           | FRANCO-ARCILLOSO |

CUSCO-K'AYRA, 01 DE OCTUBRE DEL 2015.

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y ABONOS  
  
 Mgt. Arcadio Calderón Choquechambi  
 DIRECTOR

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS  
  
 Fausto Yupura Condori  
 ANALISTA EN QUIMICA DE SUELOS AGUAS Y PLANTAS

## ANEXO 02. PROMEDIOS DE LAS VARIABLES CUANTITATIVAS

| VARIABLES<br>EVALUADAS  |               | BLOQUE 1         |                  |                  |            | BLOQUE 2   |                  |                  |                  | BLOQUE 3         |             |                  |                  | BLOQUE 4         |                  |             |                |
|---|---------------|------------------|------------------|------------------|------------|------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------|----------------|
|   |               | DENSIDAD -<br>40 | DENSIDAD -<br>50 | DENSIDAD -<br>60 | TESTIGO    | TESTIGO    | DENSIDAD -<br>60 | DENSIDAD -<br>50 | DENSIDAD -<br>40 | DENSIDAD -<br>60 | TESTIGO     | DENSIDAD -<br>40 | DENSIDAD -<br>50 | DENSIDAD -<br>50 | DENSIDAD -<br>40 | TESTIGO     | DENSIDAD<br>60 |
|   |               | PARCELA: 1       | PARCELA: 2       | PARCELA: 3       | PARCELA: 4 | PARCELA: 5 | PARCELA: 6       | PARCELA: 7       | PARCELA: 8       | PARCELA: 9       | PARCELA: 10 | PARCELA: 11      | PARCELA: 12      | PARCELA: 13      | PARCELA: 14      | PARCELA: 15 | PARCELA: 16    |
| Días hasta la emergencia  | N° de días    | 14               | 14               | 14               | 12         | 14         | 14               | 14               | 13               | 12               | 13          | 12               | 3                | 13               | 14               | 13          | 13             |
| Días hasta la 1° floración al 50%                                   | N° de días    | 88               | 87               | 88               | 87         | 86         | 86               | 86               | 86               | 87               | 88          | 87               | 87               | 87               | 87               | 87          | 87             |
| Altura de la planta   | cm            | 1.08             | 1.11             | 0.99             | 1.25       | 1.23       | 1.15             | 1.16             | 1.13             | 1.20             | 1.36        | 1.18             | 1.25             | 1.32             | 1.35             | 1.31        | 1.23           |
| Altura de la primera vaina  | cm            | 106              | 86               | 97               | 111        | 99         | 101              | 97               | 104              | 101              | 110         | 96               | 99               | 119              | 112              | 111         | 101            |
| Rendimiento de semillas por planta                                  | gr            | 46.14            | 21.29            | 20.67            | 17.55      | 20.4       | 18.99            | 21.18            | 21.62            | 24.37            | 20.13       | 18.45            | 28.29            | 23.41            | 21.61            | 22.2        | 23.06          |
| Espesor del tallo   | mm            | 7.05             | 11.17            | 10.50            | 12.7       | 13.57      | 11.87            | 12.57            | 13.13            | 14.04            | 14.17       | 11.58            | 12.92            | 12.33            | 14.11            | 15.12       | 13.04          |
| Ramas primarias   | N° por planta | 9                | 10               | 8                | 9          | 9          | 10               | 8                | 9                | 11               | 12          | 10               | 9                | 10               | 11               | 11          | 10             |
| Altura de la rama primaria inferior                                 | cm            | 22               | 18               | 25               | 26         | 21         | 18               | 24               | 26               | 20               | 24          | 18               | 21               | 21               | 24               | 19          | 20             |
| Diámetro máximo de la hoja  | mm            | 99.62            | 96.7             | 99.43            | 88.12      | 91.59      | 87.94            | 89.91            | 99.26            | 104.51           | 98.15       | 97.2             | 98.24            | 96.45            | 97.3             | 97.18       | 102.55         |
| Foliolo central longitud  | mm            | 59.29            | 56.01            | 57.62            | 53.93      | 47.64      | 49.5             | 60.51            | 59.69            | 59.46            | 56.67       | 56.64            | 58.41            | 58.46            | 57.7             | 57.7        | 62.87          |
| Foliolo central diámetro  | mm            | 15.42            | 14.24            | 15.64            | 13.8       | 16.90      | 11.58            | 14.15            | 14.02            | 15.94            | 14.07       | 12.65            | 12.61            | 14.06            | 14.56            | 13.27       | 12.66          |
| Longitud del peciolo  | cm            | 16               | 15               | 14               | 16         | 17         | 14               | 16               | 16               | 14               | 16          | 14               | 15               | 18               | 17               | 17          | 15             |
| Longitud de la inflorescencia principal                             | cm            | 32               | 33               | 32               | 32         | 30         | 29               | 28               | 29               | 31               | 32          | 31               | 25               | 21               | 18               | 20          | 21             |
| Longitud de las flores  | mm            | 16.4             | 15.55            | 16.37            | 14.53      | 17.07      | 17.31            | 15.75            | 17.65            | 16.43            | 16.37       | 16.23            | 16.19            | 17.58            | 16.78            | 16.52       | 16.17          |
| N° de vainas eje central  |               | 21               | 21               | 18               | 16         | 17         | 17               | 22               | 21               | 24               | 22          | 19               | 20               | 24               | 19               | 24          | 21             |
| N° de vainas por planta   |               | 45               | 42               | 59               | 34         | 18         | 7                | 28               | 36               | 49               | 34          | 25               | 34               | 16               | 6                | 32          | 27             |
| Longitud de la vaina  | mm            | 100.20           | 92.04            | 94.18            | 97.98      | 76.2       | 92.52            | 96.85            | 87.74            | 97.32            | 97.99       | 91.71            | 95.21            | 96.63            | 93.57            | 95.05       | 105.42         |
| diámetro de la vaina  | mm            | 15.65            | 14.95            | 14.98            | 14.76      | 12.89      | 14.77            | 15.32            | 14.61            | 15.39            | 15.76       | 15.31            | 15.01            | 14.37            | 14.32            | 14.46       | 15.39          |
| Anchura de la vaina   | mm            | 6.64             | 6.63             | 6.19             | 6.69       | 6.17       | 6.89             | 6.72             | 6.85             | 7.19             | 6.66        | 6.77             | 6.85             | 6.77             | 6.49             | 6.51        | 6.4            |
| Longitud de la semilla  | mm            | 9.61             | 9.41             | 9.15             | 9.12       | 9.2        | 9.37             | 9.92             | 9.94             | 9.82             | 10          | 9.81             | 9.63             | 9.58             | 9.6              | 9.65        | 9.94           |
| Anchura de 25 semillas  | mm            | 7.77             | 7.78             | 7.51             | 7.59       | 7.72       | 7.69             | 8.35             | 8.33             | 8.11             | 8.23        | 8.18             | 8.01             | 7.97             | 7.84             | 8.08        | 8.26           |
| diámetro de la semilla  | mm            | 4.97             | 4.89             | 4.71             | 4.87       | 4.66       | 4.64             | 4.74             | 5.14             | 4.87             | 4.87        | 4.91             | 4.94             | 4.98             | 4.99             | 5.12        | 4.79           |
| N° de días desde la emergencia hasta la primera vaina madura al 50% | N° de días    | 111              | 111              | 111              | 111        | 1          | 111              | 113              | 113              | 113              | 111         | 113              | 113              | 113              | 111              | 113         | 112            |
| N° de días desde la emergencia, hasta la maduración total           | N° de días    | 195              | 195              | 195              | 195        | 188        | 190              | 189              | 190              | 88               | 190         | 88               | 190              | 189              | 188              | 188         | 189            |

| VARIABLES<br>EVALUADAS  |               | BLOQUE 1         |                  |            |                |            | BLOQUE 2         |                  |                  |            |                  | BLOQUE 3         |                  |                  |                  |             | BLOQUE 4       |  |  |  |  |
|---|---------------|------------------|------------------|------------|----------------|------------|------------------|------------------|------------------|------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------|----------------|--|--|--|--|
|   |               | DENSIDAD -<br>50 | DENSIDAD -<br>60 | TESTIGO    | DENSIDAD<br>40 | TESTIGO    | DENSIDAD -<br>50 | DENSIDAD -<br>40 | DENSIDAD -<br>60 | TESTIGO    | DENSIDAD -<br>50 | DENSIDAD -<br>40 | DENSIDAD -<br>60 | DENSIDAD -<br>50 | DENSIDAD -<br>60 | TESTIGO     | DENSIDAD<br>40 |  |  |  |  |
|   |               | PARCELA: 1       | PARCELA: 2       | PARCELA: 3 | PARCELA: 4     | PARCELA: 5 | PARCELA: 6       | PARCELA: 7       | PARCELA: 8       | PARCELA: 9 | PARCELA: 10      | PARCELA: 11      | PARCELA: 12      | PARCELA: 13      | PARCELA: 14      | PARCELA: 15 | PARCELA: 16    |  |  |  |  |
| Días hasta la emergencia  | Nº de días    | 14               | 14               | 14         | 13             | 15         | 14               | 13               | 14               | 15         | 15               | 15               | 14               | 14               | 14               | 14          |                |  |  |  |  |
| Días hasta la 1º floración al 50%                                   | Nº de días    | 87               | 87               | 86         | 87             | 86         | 87               | 87               | 87               | 87         | 87               | 87               | 86               | 87               | 85               | 87          |                |  |  |  |  |
| Altura de la planta   | cm            | 81               | 82               | 83         | 94             | 87         | 81               | 94               | 82               | 88         | 61               | 87               | 91               | 73               | 102              | 70          | 65             |  |  |  |  |
| Altura de la primera vaina  | cm            | 55               | 59               | 70         | 74             | 65         | 55               | 74               | 59               | 64         | 49               | 63               | 66               | 58               | 73               | 54          | 53             |  |  |  |  |
| Rendimiento de semillas por planta                                  | gr            | 31               | 26               | 25.4       | 25             | 26         | 31               | 25               | 26               | 24         | 29               | 27               | 32.93            | 25.84            | 27.24            | 27.87       | 28.67          |  |  |  |  |
| Espesor del tallo   | mm            | 12.77            | 10.52            | 14.28      | 11.82          | 11.34      | 12.77            | 11.82            | 10.52            | 12.17      | 12.23            | 13               | 10.37            | 9.75             | 11.71            | 12.4        | 10.82          |  |  |  |  |
| Ramas primarias   | Nº por planta | 9                | 9                | 9          | 10             | 7          | 9                | 10               | 9                | 7          | 6                | 9                | 8                | 8                | 8                | 8           | 5              |  |  |  |  |
| Altura de la rama primaria inferior                                 | cm            | 20               | 21               | 23         | 23             | 23         | 20               | 23               | 21               | 26         | 18               | 23               | 24               | 16               | 28               | 19          | 19             |  |  |  |  |
| Diámetro máximo de la hoja  | mm            | 88.03            | 94.01            | 89.37      | 105.21         | 95.64      | 88.03            | 105.21           | 94.01            | 74.84      | 92.61            | 95.45            | 87.51            | 91.99            | 88.41            | 88.81       | 76.55          |  |  |  |  |
| Foliolo central longitud  | mm            | 51.94            | 54.44            | 50.21      | 62.48          | 56.91      | 51.94            | 62.48            | 54.44            | 45.14      | 55.82            | 56.02            | 52.68            | 56.6             | 52.78            | 51.35       | 44.66          |  |  |  |  |
| Foliolo central diámetro  | mm            | 15.65            | 17.13            | 14.71      | 19.66          | 16.54      | 15.65            | 19.66            | 17.13            | 13.75      | 15.87            | 16.65            | 14.95            | 16.57            | 15.97            | 15.3        | 13.16          |  |  |  |  |
| Longitud del peciolo  | cm            | 12               | 10               | 11         | 10             | 14         | 12               | 10               | 10               | 36         | 22               | 35               | 36               | 12               | 14               | 12          | 9              |  |  |  |  |
| Longitud de la inflorescencia principal                             | cm            | 38               | 33               | 35         | 30             | 33         | 38               | 30               | 33               | 18         | 17               | 18               | 18               | 27               | 43               | 27          | 30             |  |  |  |  |
| Longitud de las flores  | mm            | 17.77            | 17.24            | 18.21      | 17.72          | 18.26      | 17.77            | 17.72            | 17.24            | 10.08      | 10.33            | 12.83            | 7.37             | 18.54            | 18.58            | 18.04       | 18.26          |  |  |  |  |
| Nº de vainas eje central  |               | 10               | 9                | 8          | 14             | 8          | 10               | 14               | 9                | 4          | 7                | 8                | 17               | 9                | 12               | 10          | 7              |  |  |  |  |
| Nº de vainas por planta   |               | 22               | 15               | 22         | 20             | 15         | 22               | 20               | 15               | 12         | 16               | 18               | 25               | 17               | 25               | 19          | 14             |  |  |  |  |
| Longitud de la vaina  | mm            | 82.24            | 74.52            | 75.43      | 83.17          | 80.06      | 82.24            | 83.17            | 74.52            | 85.13      | 78.02            | 82.47            | 79.94            | 77.25            | 87.31            | 80.1        | 79.48          |  |  |  |  |
| diámetro de la vaina  | mm            | 16.24            | 15.64            | 15.35      | 15.52          | 15.84      | 16.24            | 15.52            | 15.64            | 15.32      | 15.05            | 15.75            | 16.05            | 15.66            | 16.21            | 15.07       | 17.11          |  |  |  |  |
| Anchura de la vaina   | mm            | 7.58             | 7.76             | 7.85       | 7.22           | 7.61       | 7.58             | 7.22             | 7.76             | 7.54       | 8.07             | 7.95             | 7.64             | 7.5              | 7.34             | 7.95        | 7.82           |  |  |  |  |
| Longitud de la semilla  | mm            | 9.94             | 9.79             | 9.9        | 9.9            | 9.68       | 9.94             | 9.9              | 9.79             | 9.25       | 9.96             | 9.57             | 10.03            | 9.94             | 9.97             | 10.14       | 10.31          |  |  |  |  |
| Anchura de 25 semillas  | mm            | 8                | 7.9              | 8.15       | 7.83           | 8.07       | 8                | 7.83             | 7.9              | 7.77       | 8.6              | 7.86             | 8.64             | 8.4              | 8.74             | 8.56        | 8.61           |  |  |  |  |
| diámetro de la semilla  | mm            | 4.77             | 5                | 4.75       | 4.69           | 4.86       | 4.77             | 4.69             | 5                | 5.15       | 4.98             | 18.26            | 4.9              | 4.52             | 4.96             | 4.59        | 4.6            |  |  |  |  |
| Nº de días desde la emergencia hasta la primera vaina madura al 50% | Nº de días    | 111              | 111              | 113        | 111            | 111        | 111              | 111              | 111              | 112        | 112              | 112              | 112              | 113              | 112              | 111         | 112            |  |  |  |  |
| Nº de días desde la emergencia, hasta la maduración total           | Nº de días    | 196              | 196              | 196        | 195            | 196        | 196              | 195              | 196              | 195        | 197              | 196              | 196              | 196              | 196              | 197         | 196            |  |  |  |  |



### **ANEXO 03. PANEL FOTOGRÁFICO**

#### **A. Preparación del campo experimental sector Phuyucalla**



#### **B. Siembra del campo experimental sector Phuyucalla**





**C. Aporque del campo experimental Phuyucalla - Paucartambo**



**D. Evaluación del material genético.**





**E. Evaluación de la madurez fisiológico del cultivo.**



**F. Evaluación del número de vainas.**





### G. Evaluación cosecha y embolsado de los tratamientos



### H. Selección de los tratamientos del material genético





I. Identificación y cosecha de los tratamientos en estudio.



J. Pesado de los tratamientos en estudio.

