



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**CARACTERIZACIÓN AGROMORFOLÓGICA DE CUATRO
LÍNEAS SELECTAS DE TARWI (*Lupinus mutabilis* Sweet) EN
CAMACANI PUNO - PERÚ**

TESIS

PRESENTADA POR:

NELY ROXANA QUISPE ALAVE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PUNO – PERÚ

2024



Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

CARACTERIZACIÓN AGROMORFOLÓGICA DE CUATRO LÍNEAS SELECTAS DE TA RWI (*Lupinus mutabilis* Sweet) EN CAMA CANI PUNO - PERÚ

AUTOR

NELY ROXANA QUISPE ALAVE

RECuento DE PALABRAS

18740 Words

RECuento DE CARACTERES

102200 Characters

RECuento DE PÁGINAS

110 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

3.0MB

FECHA DE ENTREGA

Aug 26, 2024 8:27 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Aug 26, 2024 8:28 PM GMT-5

● 19% de similitud general

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

- 18% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 7% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 12 palabras)



Félix Alonso Astete Maldonado
ING. AGRÓNOMO M. Sc. DR.
CIP 45045



Dr. Manuel Alfredo Callohuancaya
Cod: 82081 CIP: 24042

Resumen



DEDICATORIA

A Dios que ha guiado mi camino y me ha dado salud para lograr mis metas y propósito en la vida.

A mis padres, Eustaquio Quispe Flores y Margarita Alave Bonifacio, por su constante apoyo a lo largo de mi carrera.

A mis hermanas Nery, Beatriz y Virginia, por todo su apoyo y respaldo durante la ejecución de mi tesis.

Nely Roxana Quispe Alave



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano, en particular a la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, a sus docentes y personal administrativo, que fueron participes en la base de mi vida profesional.

Al proyecto de mejoramiento genético de granos andinos de la Universidad Nacional del Altiplano, por brindarme facilidades para la ejecución de mi tesis.

A la memoria del Dr. Ernesto Javier Chura Yupanqui (QEPD) por la paciencia y consejos durante el inicio del proyecto.

A mi director de tesis Dr. Felix Alonso Astete Maldonado, por la orientación y sugerencias en la etapa final del presente trabajo de investigación.

A los distinguidos miembros del jurado, al presidente de jurado Dr. Ángel Mauricio Holguer Mujica Sánchez, primer miembro del jurado M.Sc. Saturnino Marca Vilca, segundo miembro del jurado M.Sc. Abdón Charaja Villalta, por sus correcciones y sugerencias.

Nely Roxana Quispe Alave



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
INDICE DE GENERAL	
INDICE DE TABLAS	
INDICE DE FIGURAS	
INDICE DE ANEXOS	
ACRÒNIMOS	
RESUMEN	16
ABSTRACT.....	17
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
1.1.1. Objetivo General.....	20
1.1.2. Objetivos Específicos	20
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1. ANTECEDENTES	21
2.2. MARCO REFERENCIAL	23
2.2.1. El cultivo de tarwi.....	23
2.2.2. Origen	24
2.2.3. Distribución	24
2.2.4. Sinonimias	25
2.2.5. Clasificación taxonómica.....	25



2.2.6. Cultivo de tarwi en el Perú	26
2.2.7. Importancia del cultivo de tarwi	26
2.3. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL TARWI.....	27
2.3.1. Raíz	28
2.3.2. Tallo	28
2.3.3. Ramas.....	29
2.3.4. Hojas	29
2.3.5. Inflorescencia.....	30
2.3.6. Flor.....	30
2.3.7. Fruto.....	31
2.3.8. Semilla	31
2.4. FENOLOGÍA DEL TARWI.....	31
2.4.1. Emergencia	32
2.4.2. Primera hoja verdadera	32
2.4.3. Formación del racimo en el tallo central	32
2.4.4. Floración	32
2.4.5. Envainado	33
2.4.6. Madurez fisiológica	33
2.5. REQUERIMIENTO DEL CULTIVO	33
2.5.1. Suelo	33
2.5.2. Temperatura	33
2.5.3. Precipitación	34
2.5.4. Fotoperiodo	34
2.6. MANEJO AGRONÓMICO.....	34
2.6.1. Preparación del terreno	34



2.6.2. Siembra	34
2.6.2.1. Época de siembra	35
2.6.2.2. Densidad de siembra	35
2.6.3. Labores agronómicas	35
2.6.3.1. Fertilización	35
2.6.3.2. Deshierbe y aporque.....	36
2.6.4. Cosecha.....	36
2.6.5. Rendimiento.....	37
2.7. PLAGAS Y ENFERMEDADES	37
2.7.1. Plagas	37
2.7.2. Enfermedades.....	37
2.8. MATERIAL BIOLÓGICO.....	38
2.9. LÍNEA.....	38
2.10. ACCESIÓN.....	38
2.11. DESCRIPTORES.....	38
2.12. CARACTERIZACIÓN	39
2.13. BANCO DE GERMOPLASMA	39

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DEL EXPERIMENTO.....	40
3.1.1. Ubicación geográfica	40
3.1.2. Área total de estudio	41
3.2. CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS DEL SUELO EXPERIMENTAL	41
3.3. PERIODO DE DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	42
3.4. CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS.....	42



3.5. MATERIAL GENÉTICO	43
3.6. MATERIALES, INSTRUMENTOS Y EQUIPOS	43
3.6.1. Materiales.....	43
3.6.2. Instrumentos.....	44
3.6.3. Equipos	44
3.7. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	44
3.7.1. Variables agronómicas.....	44
3.7.2. Variables morfológicas	48
3.8. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	52
3.9. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO	53
3.9.1. Preparación del terreno	53
3.9.2. Marcado del área de trabajo.....	53
3.9.3. Muestreo del terreno	54
3.9.4. Siembra	54
3.9.5. Labores culturales o agronómicas.....	54

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS.....	56
4.1.1. Días a la floración (días).....	56
4.1.2. Días a la madurez fisiológica del eje central (días)	58
4.1.3. Altura de la planta en floración (cm)	59
4.1.4. Diámetro del tallo principal (mm)	61
4.1.5. Longitud del peciolo (cm).....	63
4.1.6. Diámetro máximo de la hoja (cm)	64
4.1.7. Longitud de la inflorescencia central (cm)	65



4.1.8. Vainas por eje central (Número).....	66
4.1.9. Longitud de Vaina (mm).....	68
4.1.10. Ancho de Vaina (mm).....	70
4.1.11. Número de semillas por Vaina (Número)	72
4.1.12. Ancho de grano (mm)	73
4.1.13. Longitud de grano (mm)	75
4.1.14. Peso de 100 semillas (g).....	77
4.1.15. Rendimiento de semillas del eje principal (Kg/ha)	79
4.2. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS	80
4.2.1. Atributos de la planta	81
4.2.2. Atributos del tallo	81
4.2.3. Atributos de hojas	82
4.2.4. Atributos de la inflorescencia	83
4.2.5. Atributos de la vaina	83
4.2.6. Atributos de la semilla	84
4.2.7. Ataque a plagas y enfermedades.....	85
V. CONCLUSIONES.....	86
VI. RECOMENDACIONES	87
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88
ANEXOS.....	95

ÁREA: Ciencias Agrícolas

TEMA: Manejo Agronómico de Cultivos

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 04 de septiembre del 2024



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Consumo per cápita por países productores de Tarwi	27
Tabla 2 Resultados del análisis físico químico del suelo experimental, (Campaña agrícola 2022 – 2023)	41
Tabla 3 Información meteorológicos para el C.E. Camacani durante la campaña agrícola (2022-2023).....	42
Tabla 4 Líneas selectas de tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet), utilizados en la investigación	43
Tabla 5 Malezas observadas en el campo experimental	55
Tabla 6 Análisis de varianza para días a la floración (N.º de días).....	56
Tabla 7 Prueba de comparación múltiple de Tukey para días a la floración	57
Tabla 8 Análisis de varianza para días a la madurez fisiológica	58
Tabla 9 Prueba de comparación múltiple de Tukey para días a la madurez fisiológica	58
Tabla 10 Análisis de varianza para la altura de planta de cuatro líneas de tarwi.....	60
Tabla 11 Prueba de comparación múltiple de Tukey para la altura de planta	60
Tabla 12 Análisis de varianza para el diámetro del tallo principal.....	62
Tabla 13 Análisis de varianza para la longitud de peciolo de cuatro líneas de tarwi .	63
Tabla 14 Análisis de varianza para el diámetro máximo de la hoja	64
Tabla 15 Análisis de varianza para la longitud de la inflorescencia central	65
Tabla 16 Análisis de varianza para el número de vainas por eje central	67
Tabla 17 Prueba de comparación múltiple de Tukey para el número de vainas por eje central.....	67
Tabla 18 Análisis de varianza para la longitud de la vaina de cuatro líneas de tarwi.	69



Tabla 19	Prueba de comparación múltiple de Tukey para la longitud de vainas.....	69
Tabla 20	Análisis de varianza pancho de vaina	71
Tabla 21	Análisis de varianza para el número de semillas por vaina	72
Tabla 22	Análisis de varianza para el ancho de grano	74
Tabla 23	Prueba de comparación múltiple de Tukey para el ancho de grano	74
Tabla 24	Análisis de varianza para la longitud del grano.	76
Tabla 25	Prueba de comparación múltiple de Tukey la longitud de grano.....	76
Tabla 26	Análisis de varianza para el peso de 100 semilla.....	77
Tabla 27	Prueba de comparación múltiple de Tukey el peso de 100 semillas.....	78
Tabla 28	Análisis de varianza para el rendimiento de semillas del eje principal (Kg/ha)	79
Tabla 30	Atributos de la planta evaluadas de las líneas de tarwi.....	81
Tabla 31	Atributos del tallo de las cuatro líneas de tarwi	81
Tabla 32	Atributos de las hojas de las cuatro líneas de tarwi	82
Tabla 33	Atributos de la inflorescencia de las cuatro líneas de tarwi.....	83
Tabla 34	Atributos de la vaina de las cuatro líneas de tarwi.....	83
Tabla 35	Atributos de las semillas de las cuatro líneas de tarwi en estudio	84



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Planta de tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) mostrando las ramas distribuidas de manera alterna	29
Figura 2 Inflorescencia de tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet).....	30
Figura 3 Localización del campo experimental en el centro de investigación	40
Figura 4 Diámetro máximo de la hoja	46
Figura 5 Inflorescencia de tarwi	46
Figura 6 Flor de <i>Lupinus</i>	50
Figura 7 Forma de semilla	52
Figura 8 Media de días a la floración de cuatro líneas selectas de tarwi.....	57
Figura 9 Días a la madurez fisiológica de cuatro líneas de tarwi	59
Figura 10 Altura de planta (cm) de cuatro líneas de tarwi	61
Figura 11 Diámetro del tallo principal.....	62
Figura 12 Longitud de peciolo para cuatro líneas de Tarwi	63
Figura 13 Diámetro máximo de la hoja de cuatro líneas de tarwi	65
Figura 14 Longitud de la inflorescencia central	66
Figura 15 Número de vainas por eje central	68
Figura 16 Longitud de la vaina en líneas de tarwi.....	70
Figura 17 Ancho de la vaina en líneas de tarwi.....	71
Figura 18 Número de semillas por vaina en líneas de tarwi.....	73
Figura 19 Ancho de grano, de las cuatro líneas de tarwi.....	75
Figura 20 Longitud de grano, de las cuatro líneas de tarwi.....	77
Figura 21 Peso de 100 semillas de cuatro líneas de tarwi	78
Figura 22 Rendimiento de semilla del eje central	79



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1 Evaluación de días a la floración y madurez fisiológica del eje central....	95
ANEXO 2 Evaluaciones de la altura de planta en floración y del diámetro del tallo principal.....	95
ANEXO 3 Datos evaluados de longitud del peciolo y de la inflorescencia central	95
ANEXO 4 Datos evaluados de las vainas por eje central y los granos por cada vaina	96
ANEXO 5 Datos evaluados de la longitud y ancho de la vaina.....	96
ANEXO 6 Datos evaluados del ancho y longitud del grano.....	96
ANEXO 7 Evaluación para el rendimiento del grano del eje central.....	97
ANEXO 8 Croquis de distribución de tratamientos en estudio.....	97
ANEXO 9 Selección de semillas de cuatro líneas de tarwi para la siembra	98
ANEXO 10 Semillas de cuatro líneas de tarwi	98
ANEXO 11 Análisis de semilla.....	99
ANEXO 12 Uso de una maquinaria agrícola para el surcado	99
ANEXO 13 Delimitación de las parcelas experimentales con yeso y cordel en el Centro Experimental Camacani – UNA Puno.....	100
ANEXO 14 Siembra de las semillas por golpe	100
ANEXO 15 Riego realizado durante las primeras fases fenológicas del cultivo de tarwi	101
ANEXO 16 Evaluaciones del diámetro de hoja	101
ANEXO 17 Aporque del cultivo de tarwi en el campo experimental.....	102
ANEXO 18 Registro de datos durante el desarrollo del cultivo de tarwi.....	102
ANEXO 19 Desarrollo del eje central de las cuatro líneas de tarwi	103
ANEXO 20 Cosecha del cultivo de tarwi.....	103



ANEXO 21	Venteado y separado de brosas de las semillas de tarwi	104
ANEXO 22	Granos de tarwi de las cuatro líneas	104
ANEXO 23	Análisis físico químico del suelo del presente trabajo de investigación .	105
ANEXO 24	Análisis de semilla de las cuatro líneas de tarwi en estudio.....	107
ANEXO 25	Costo de Producción del cultivo de Tarwi.....	108
ANEXO 26	Declaración jurada de autenticidad de tesis.....	109
ANEXO 27	Autorización para el repositorio de tesis en el repositorio institucional..	110



ACRÓNIMOS

CE:	Centro Experimental
INIA:	Instituto Nacional de Innovación Agraria
DBCA:	Diseño de Bloque Completo al Azar.
FAO:	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
IBPGR:	Junta Internacional de Recursos Genéticos de Plantas
GRDA:	Gerencia Regional de Desarrollo Agrario
OMS:	Organización Mundial de la Salud
n.s.:	No significativo
*:	Significativo
**:	Altamente significativo
C.V.:	Coefficiente de variación



RESUMEN

El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) es una fabácea de origen andino, con alto contenido de proteína (41-51%), fijación de nitrógeno atmosférico al suelo (400 kg/ha) y con gran variabilidad genética; Sin embargo, poco se conoce sobre las características agronómicas y morfológicas para determinar su potencial de productividad y de ese modo poder generar nuevas variedades. La presente investigación tiene por objetivo evaluar las características agronómicas y morfológicas de cuatro líneas selectas de tarwi en condiciones del Centro Experimental Camacani, durante la campaña agrícola 2022/2023. El material biológico constó de cuatro líneas selectas: H-6, Ayacucho, Accesoión 13 y Yunguyo. El diseño experimental utilizado fue el de Bloque Completamente al Azar (DBCA), con cuatro repeticiones y dieciséis unidades experimentales, y la prueba de Tukey al 5% de probabilidad. Para las evaluaciones se usó los descriptores de *Lupinus*, validados por Biodiversity Internacional (2003). Los resultados muestran, que la Accesoión 13 presentó características sobresalientes en días a la floración con 139 días, a la madurez fisiológica del eje central con 228 días y alta resistencia al encamado. la línea H-6 mostró un diámetro de tallo con 4.52 mm, número de vainas del eje central con 25.20 vainas. La línea Yunguyo destacó en altura de planta a la floración con 103.47cm, ancho de vaina 15.22 mm, mientras que la línea Ayacucho mostró un diámetro máximo de hoja de 10.47 mm y tallo de color grisáceo. Se concluye que Accesoión fue la mas precoz y de crecimiento rápido, H-6 mostró un mayor diámetro de tallo, favoreciendo su capacidad de fijar nitrógeno. Yunguyo tuvo una altura de planta más elevada y Ayacucho un mayor diámetro de hoja y gran resistencia al encamado.

Palabras Clave: Caracterización agromorfológica, Líneas, *Lupinus mutabilis* Sweet, Tarwi.



ABSTRACT

Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) is a fabaceae of Andean origin, with high protein content (41-51%), fixation of atmospheric nitrogen to the soil (400 kg/ha) and with great genetic variability; however, little is known about the agronomic and morphological characteristics to determine its productivity potential and thus be able to generate new varieties. The present research aims to evaluate the agronomic and morphological characteristics of four selected tarwi lines under conditions of the Camacani Experimental Center, during the 2022/2023 agricultural season. The biological material consisted of four selected lines: H-6, Ayacucho, Accession 13 and Yunguyo. The experimental design used was the Completely Randomized Block Design (CSBD), with four replications and sixteen experimental units, and Tukey's test at 5% probability. The *Lupinus* descriptors validated by Biodiversity International (2003) were used for the evaluations. The results show that Accession 13 presented outstanding characteristics in days to flowering with 139 days, physiological maturity of the central axis with 228 days and high resistance to lodging. The H-6 line showed a stem diameter of 4.52 mm, number of pods of the central axis with 25.20 pods. The Yunguyo line stood out in plant height at flowering with 103.47 cm, pod width 15.22 mm, while the Ayacucho line showed a maximum leaf diameter of 10.47 mm and grayish stem. It is concluded that Accession was the earliest and fastest growing, H-6 showed a greater stem diameter, favoring its ability to fix nitrogen. Yunguyo had a higher plant height and Ayacucho a greater leaf diameter and great resistance to lodging.

Keywords: Agromorphological characterization, Lines, *Lupinus mutabilis* Sweet, Tarwi.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El tarwi o chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet), se cultiva frecuentemente en los Andes a altitudes desde 1500 m.s.n.m., ubicándose en países como Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Chile y Argentina. En cuanto a la producción en Perú se encuentra en las diferentes provincias de Ancash, La libertad, Cusco, Puno, Junín, Cajamarca entre otros. Sus granos son utilizados para la alimentación humana, pues esta especie se considera como uno de los primeros lugares entre los alimentos nativos con alto contenido de proteínas y aceites a nivel mundial, por lo que se le denomina “soya de los Andes”. (Jacobsen & Mujica, 2006).

Además, desempeña un papel agronómico en la rotación de cultivos, destinado a preservar la fertilidad del suelo y enriquecerlo por medio de la fijación de nitrógeno del aire en una simbiosis activa con el género *Rhizobium lupini* que se encuentran en los nódulos de las raíces (Gross, 1982). Además, es un excelente abono y es muy beneficioso para la agricultura debido a su alta cantidad de nitrógeno atmosférico de 400kg/ha, que fija al suelo (Garay, 2015).

Por otra parte, el conocimiento de la fenología y las labores agronómicas a realizar es fundamental, para un buen manejo del cultivo para así poder lograr mejores rendimientos de grano. Dicho de este modo, una de las necesidades fundamentales que surge para mejorar lo mencionado, es la de obtener ecotipos o accesiones que se adapten muy bien a las condiciones en las que se producirán. Además, es muy importante mencionar la capacidad que tiene esta leguminosa para fijar nitrógeno atmosférico en cantidades considerables, por lo que es ideal para la rotación de cultivos en la región andina restituyendo la fertilidad del suelo y evitar que este cultivo se pierda con el pasar



del tiempo y fomentar la producción de esta leguminosa alimenticia. La asociación de cultivos, ha sido muy utilizada en la agricultura tradicional y actualmente en las prácticas hortícolas. Sin embargo, está perdiendo su valor por falta de conocimiento y difusión de las ventajas que ofrece (Augstburger, 1985).

Según el último documento técnico sobre la producción y comercio de tarwi, elaborado por MIDAGRI (2023). La producción mundial en 2021, alcanzó 1 384 964 toneladas, donde Perú se ubica en el puesto ocho con 15 790 toneladas representando el 1.1%. En cuanto a la producción nacional del 2022 alcanzó alrededor de 16 mil toneladas, donde el 70% se centran en regiones: La Libertad (36%), Cusco (18%), Apurímac (14%) y la región Puno con el 10% (1 428 ton/ha).

El consumo per cápita de leguminosas en el Perú es de aproximadamente de 7.5 kg/año, que es una cifra menor a la recomendada por la Organización Mundial de la Salud (OMD), el cuál es de 9 kilos. El consumo per cápita de tarwi o chocho en Bolivia es muy incipiente que no logra sobrepasar los 0,2 kg/año, mientras que en Perú alcanza el 0,5 kg/año y es más difundido en Ecuador ya que asciende a 4kg/año (Sierra y selva exportadora, 2021).

En este contexto, el cultivo de tarwi es un excelente producto agrícola para ser difundido en los diversos mercados interno y externo, para lo cual se requiere el conocimiento agronómico, morfológico, así como la preparación del suelo, siembra, cosecha, post cosecha y comercialización en diferentes segmentos del mercado (Sierra y selva exportadora, 2021).

La demanda de alimentos cada vez más va en aumento en el Perú, por lo que es necesario buscar y seleccionar nuevas líneas con mejores características agronómicas, morfológicas y de mayor rendimiento para contribuir a mejorar los niveles de producción,



por ello, en el presente trabajo de investigación realizado se planteó evaluar las características agromorfológicas en la campaña agrícola 2022/2023 con los objetivos siguientes:

1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.1. Objetivo General

Evaluar las características agromorfológicas de las cuatro líneas selectas de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en Centro Experimental Camacani campaña agrícola 2022/2023.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Determinar las características agronómicas de las cuatro líneas selectas de tarwi en Centro experimental Camacani campaña agrícola 2022/2023.
- Caracterizar morfológicamente las cuatro líneas selectas de tarwi en el centro Experimental Camacani, campaña agrícola 2022/2023.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

Se observó el trabajo de investigación realizada por Araujo (2015), en *Parcelas de comprobación de compuestos de tarwi (*Lupinus mutabilis* S.) en dos localidades del Valle de Mantaro*, para determinar y comparar el rendimiento de los compuestos en relación a los tratamientos testigos de tarwi, donde encontró valores para los compuestos A y C de (2.60 t/ha; 2.71 t/ha), mientras que para la variedad Yunguyo y Andes fue (2.40 t/ha; 2.30t/ha). En lo que respecta a los días de floración el genotipo más precoz fue de 93.67 días. Además, el peso promedio de 100 semillas fue de 28.69 gramos.

Por otra parte, Huisa, (2018), evaluó el *comportamiento de catorce accesiones del ensayo nacional de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en el CIP Camacani – Puno*, donde concluye que la accesión Puno 11 posee buenas cualidades agronómicas, presentando homogeneidad en cuanto a la longitud de vaina y diámetro de grano, mientras que la accesión H-6 obtuvo el mejor resultado con respecto al peso de 100 gramos con 31.3 g.

Así mismo, Mujica et al., (2021), mencionan que los cultivares Vilquechico y Sacacatani son los más rendidores en grano con 4,363 kg/ha, 4073 kg/ha respectivamente, esto debido a su potencial genético propio e interacción adecuada con el medio ambiente del altiplano peruano, en cambio; los cultivares como Yunguyo 1 y Cholo fuerte mostraron menor rendimiento de 2,720 kg/ha, 3,181 kg/ha respectivamente.

Por su parte, Flores (2018), evaluó la *caracterización agrobotánica de trece líneas avanzadas de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) por precocidad y rendimiento en el centro agronómico de K'ayra*, concluyendo que a la floración las líneas más precoces



fueron: CTC-016, CTC-074 y L-54, con 107 días desde la siembra y las líneas más tardías tuvieron 112 días. En cuanto a la formación de vainas, se identificaron a las líneas precoces CTC-016, L-54 con 138 días desde la siembra y las líneas más tardías tuvieron 146 días, siendo 176 días el promedio a la madurez fisiológica.

Además, (Lerma 2018), en *Evaluación Del Comportamiento Agronómico de ocho genotipos selectos de Tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) bajo condiciones del CIP. Camacani - UNA – PUNO*, dando como resultado que el genotipo Colec_UNCP con 241 días como la más precoz, en términos de días a la madurez fisiológica, seguido de los genotipos Accesion_13 y H-6 con 242 y 243 días. Respecto al rendimiento, el genotipo Sacacatani obtuvo el mejor resultado con 2766.5 kg/ha. Así mismo, en cuanto al peso de 100 semillas el genotipo Andenes 80 obtuvo el valor más alto con 31.8 g seguido del genotipo Yunguyo con 30.2 g

En el estudio llevado por Sancho (2011), titulado *Evaluación de características agronómicas de 80 accesiones de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) del Banco de Germoplasma, Camacani, Puno*, mostró que el inicio de la floración en las accesiones precoces fue de 94 y 96 días después de la siembra y 103 días la más tardía. En lo que respecta a la formación de vainas se inició a los 110 días y la más tardía a los 132 días. Por otra parte, el periodo vegetativo, la más precoz fue la LES – 186 con 223 días y la más tardía fue LES – 173 con 256 días. Referente al rendimiento, la accesión LES-073 mostró un mayor rendimiento con 3774.9 kg/ha, LES – 149 con 3525 15 kg/ha y LES – 159 con 3169.7 kg/ha. En cuanto a las accesiones con mayor altura de planta fueron: LES-073 con 154 cm, LES – 86 con 152 cm y LES – 81 con 150 cm.

Así mismo, en la tesis desarrollada por Iscarra (2023), se destaca el genotipo Accesión 13 con 11.53 mm en el diámetro de tallo, capaz de soportar mayores cargas de



vainas, en días a la floración H-6 con 127 días. En referencia al número de vainas por eje central y altura de planta sobresale el Colect UNCP con 35 vainas y en altura de planta destaca el genotipo Colect UNCP con 99.93 cm

De igual modo, Aguilar (2015), determinó el *rendimiento de grano y capacidad simbiótica de once accesiones de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), bajo condiciones de Otuzco – La Libertad*, demostró que la accesión 43 ha obtenido características mejores al promedio registrado; con un rendimiento de 1796 kg/ha, 117 días a la floración, 231 días a la madurez fisiológica, del mismo modo en el desarrollo de la longitud, ancho y espesor de la vaina, con un buen vigor de grado dos, moderadamente tolerante a la roya alternaria y quemado del tallo, resistente al encamado.

2.2. MARCO REFERENCIAL

2.2.1. El cultivo de tarwi

El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) es una leguminosa comestible, procedente de la región andina de Perú, Ecuador y Bolivia. Crece en altitudes de 2,800 a 3,900 msnm en duras condiciones donde otras leguminosas no pueden crecer. Su importancia radica en su valor nutricional, alto contenido proteico (41 - 51%), aceite rico en ácidos grasos insaturados, fibra y minerales como el calcio, fósforo, hierro y zinc, considerada como la “Soya de los Andes”. Se trata de un cultivo con gran productividad y potencial industrial, utilizado para la obtención de aceite para consumo humano y subproductos para la alimentación animal. En este contexto, es importante continuar con los programas de investigación encaminados a promover cultivos andinos para el desarrollo (DRA, 2013).

Por ello, la demanda potencial de chocho ha aumentado significativamente puesto que las nuevas políticas gubernamentales permitieron que los programas



sociales priorizaran principalmente cultivos con alto valor nutricional. Por lo tanto, existe una gran oportunidad para involucrar los valores nutricionales y salud conectando a las familias a la agricultura familiar (Caicedo & Peralta, 2001).

2.2.2. Origen

Gross (1982), refiere que el tarwi es originario de la zona andina, aunque no se conoce con precisión la procedencia exacta de este cultivo. Puesto que hasta el presente se desconoce la existencia de escritura en la región sudamericana de las culturas precolombinas. Los datos históricos sobre el tarwi se fundamentan en testimonios arqueológicos, tradiciones, costumbres, relatos y otras referencias indirectas.

Es así que, el lupinus comienza a surgir a partir de dos grandes grupos, los provenientes del antiguo mundo, llamados altramuces entre ellos: el *Lupinus albus* L., *Lupinus Luteus* L. y *Lupinus angustifolios* L. y los que vienen del nuevo mundo llamados tarwi o chocho que es *Lupinus mutabilis* Sweet y sus parientes silvestres (Zavaleta, 2018).

Por ello, se puede afirmar que el tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), es ciertamente de origen andino, se conocen restos arqueológicos de semillas en las tumbas de la costa peruana (Nazca) y está representada por estructuras muy estilizadas pero notables en los grandes vasos del Imperio Tiahuanaco (Leòn, 1964).

2.2.3. Distribución

Los lupinos o altramuces tiene una amplia distribución en muchas zonas del mundo, es una especie andina, conocida desde la época preincaica y muy



extendida desde Venezuela hasta el altiplano Boliviano, constituyéndose con el tiempo en una fuente de proteica básica en la alimentación (ANECOMSA, 2001).

Se han encontrado pequeñas áreas en el Estado de Táchira (Venezuela), volviendo a encontrarse en el Departamento de Pasto (Colombia), incluso hasta el altiplano boliviano (Potosí), es un cultivo con mayor variabilidad genética que se sitúa en los valles interandinos de Perú (Lescano, 1994).

2.2.4. Sinonimias

Se encontraron topónimos como: Taura, Tarhua, Taulli, en la región de Ayacucho; Taulli y Taullish en Ancash; Tauripuncu en la provincia de Canta (Lima); y Tauripon, Taurivajari en Puno (Esquivel, 1961).

El tarwi es conocido como Tauris, Chocho y Chuchus en Cochabamba (Bolivia). Es una Fabácea anual, pariente de los *Lupinus* o altramuces en Europa Mediterránea (Tapia, 1997).

2.2.5. Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica según el Sistema Integrado de Información Taxonómica (ITIS, 2023), para el cultivo de Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) presenta la siguiente estructura.

Reino	Plantae
Subreino	Viridiplantae
Infrareino	Streptophyta
Supervisión	Embryophyta
División	Traqueofitas
Clase	Espermatofitina



Superorden	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Género	Lupinus
Especie	(<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet)

2.2.6. Cultivo de tarwi en el Perú

En el Perú se cultiva principalmente en los departamentos de Cajamarca, La Libertad, Ancash, Junín, Huánuco, Ayacucho, Cuzco y Puno; siendo las accesiones más empleadas, Cuzco, Kayra, Alta gracia, Andenes 80, Yunguyo, HG, SCG-9, SLP-4 (DRA, 2013).

En las cercanías del lago Titicaca en Puno el cultivo de tarwi se concentra en las zonas de Yunguyo, Pomata y Juli sobre suelos arenosos a más de 3820 msnm y se trata de variedades más resistentes al frío y de crecimiento precoz (Lescano, 1994).

2.2.7. Importancia del cultivo de tarwi

Es una fabácea valiosa con un alto potencial nutricional, ornamental, insecticida y medicinal, fue utilizado por los antiguos peruanos como parte sustancial de su dieta diaria; sin embargo, alrededor de 500 años, el cultivo, al igual que otros granos andinos, ha ido disminuyendo, siendo 687 hectáreas en todo el mundo la cifra más baja registrada. Su potencial decorativo se debe a que sus flores cambian del color azul pálido a muy intenso, de ahí el nombre específico de la especie *mutabilis* (Camarena et al., 2012).

La planta en plena floración se puede incorporar como abono verde, dado que proporcionan buenos resultados y el tallo seco que presenta gran cantidad de celulosa se aprovecha como biocombustible gracias a su gran poder calorífico (Jacobsen & Mujica, 2006).

En Perú el consumo per cápita de leguminosa es de alrededor de 7.5 kilos por año, muy por debajo de lo sugerido por la OMS de 9 kilos (Sierra y selva exportadora, 2021).

Tabla 1

Consumo per cápita por países productores de Tarwi

País	Consumo per cápita (Kg/año)
Perú	0,5
Bolivia	0,2
Ecuador	4,0

Fuente 1: Sierra y Selva exportadora (2021)

Por lo tanto, es de importancia la articulación de diversos actores de la cadena productiva para incentivar la creación de programas que fomenten la producción, comercialización, distribución y hábitos de consumo alimentario del cultivo de tarwi (Sierra y selva exportadora, 2021).

2.3. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL TARWI

El *Lupinus mutabilis*, tiene un tallo comúnmente muy leñoso ramificado desde la base, de hojas digitales y flores azules, de frutos que son vainas o legumbres de alto contenido de alcaloides (0.84% - 1.87%) los cuales son la Esparteína, Lupanina y la Lupinina (Palacios, 2003).



Además, suele ser una planta anual erecta, que crece desde 0.8 metros hasta de dos metros de altura. Gracias a las diferencias morfológicas y las características fenológicas se pueden llegar a distinguir hasta tres subespecies, puesto que mencionan que los nombres tradicionales en el Perú se refieren a chocho en la región norte, Tarwi en el centro, considerándolos dos sub especies, incluye la tercera posible subespecie de *Lupinus* cultivado que se produce al sur del lago Titicaca, en Yunguyo y Pomata. En la región Puno lo denominan “tauri” de origen aimara (Lescano, 1994).

2.3.1. Raíz

Las raíces son pivotantes, ramificadas y leñosas, pueden llegar a alcanzar profundidades de 2 a 3m, la planta vive en simbiosis con la bacteria del género *Rhizobium sp*, y se caracteriza por formar nódulos en las raíces (Concha, 1994).

Así pues, Tapia et al., (2007) menciona, que la raíz juega un papel muy importante ya que actúa como un soporte y conduce los nutrientes del suelo a otros órganos, se caracteriza por ser bastante gruesa y giratoria, siendo el aspecto más destacable la presencia de nódulos, pesando unos 50 g por planta, con bacterias llamadas *Rhizobium*, en virtud de que poseen la capacidad de fijar nitrógeno del aire y aportan entre 40 y 80 kg/ha de nitrógeno.

2.3.2. Tallo

El tallo presenta un eje principal y se ramifica en la parte superior, normalmente es de crecimiento erecto de 0.8 a 2.00 m de altura según la variedad. Su color varía entre verde claro y verde plomizo (Espinoza, 1990).

El tallo es liso, cilíndrico y ligeramente aplanado, hueco y muy ramificado (Leòn, 1964).

2.3.3. Ramas

El tarwi presenta una ramificación simpodial que se distribuye de manera alterna, siendo así las características morfológicas anatómicas similares al tallo, nacen de yemas axilares a ambos lados del tallo central, formándose las ramas secundarias (Blanco, 1980).

Figura 1

Planta de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) mostrando las ramas distribuidas de manera alterna



Fuente 2: C.E. Camacani - Campaña agrícola 2022 - 2023

2.3.4. Hojas

Las hojas que presenta son de forma digitada, dispuestas de ocho a once foliolos, variando de ovaladas y lanceoladas. Se diferencia de otras especies de (*Lupinus mutabilis* Sweet) en donde las hojas tienen menos vellosidades. El color de las hojas varían del amarillo verdoso a verde oscuro y depende de la cantidad de antocianina que presente la planta Villacres (2006). Según, Carreño (1975) el color de las hojas es verde, variando únicamente en la intensidad ya sea oscuro, medio y claro.

2.3.5. Inflorescencia

La inflorescencia se distribuye en racimos en la parte superior, las flores crecen de manera vertical, el número de inflorescencias varía de 5 a 78 racimos por planta, esta variación depende del número de ramas (Enriquez, 1981).

2.3.5.1. Partes de la inflorescencia

Compuesta por el pedúnculo, que es el tallo desnudo que sostiene la inflorescencia, el raquis, que es donde se colocan las flores, el pedicelo cumple la función de sostener las flores y las bractéolas son las pequeñas hojas de color verde a morado claro (Gross, 1982).

Figura 2

Inflorescencia de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet)



2.3.6. Flor

Cada flor mide cerca de 1,2 cm de longitud y tiene la forma característica de las papilionáceas, dicho de este modo, la corola tiene cinco pétalos, uno el estandarte, dos la quilla y dos las alas. La quilla rodea al pistilo y a los diez estambres. En una sola planta puede presentarse hasta mil flores, los pétalos varían en color desde el blanco, crema, azul, hasta violeta (Tapia et al., 2007).



2.3.7. Fruto

Los frutos del Tarwi son de forma elíptica, constituidos por vainas o llamadas también legumbres, que a medida que maduran pierden la vellosidad de manera considerable donde predomina la dehiscencia (Tapia et al., 2007).

La longitud de la vaina puede ser de hasta 12 cm dependiendo del número de semillas y puede alcanzar hasta 9 semillas, dicho de este modo, existe una correlación entre las características genéticas y las condiciones ambientales. La forma de las semillas es esférica, ovalada o cuboide, las semillas están recubiertas por un tegumento endurecido (cáscara) que puede constituir el 10% del peso total de grano (Gross, 1982).

2.3.8. Semilla

Las semillas están dispuestas en hileras, su tamaño es entre 4 a 15 mm, su forma es elipsoidal, lenticular, otras redondeadas con bordes más pronunciados en forma semicuadrada, el color de las semillas es muy variable: blanco, gris, castaño, marrón, negro e incluso moteado, algunas semillas blancas tienen una mancha de otro color que puede tener forma de ceja, bigote, creciente o media luna, hasta punteada (Meneses, 1996).

2.4. FENOLOGÍA DEL TARWI

Las diferentes fases fenológicas son: germinación, emergencia, formación de hojas verdaderas, formación del racimo del tallo central, floración, envainado, maduración de las vainas y la madurez fisiológica. Este ciclo varía de 150 a 360 días, dependiendo del ecotipo y de la madurez del eje central u otras ramas secundarias (CIPCA, 2004).



2.4.1. Emergencia

Algunas semillas tienen la capacidad de germinar inmediatamente después de haber completado su desarrollo, incluso antes del periodo normal de cosecha. Sin embargo, después de que el crecimiento del embrión se detiene y el contenido de humedad disminuye, las semillas de muchas variedades suelen atravesar por un periodo de inactividad o latencia, durante esta etapa, el embrión mantiene una respiración mínima y puede resistir las condiciones desfavorables del medio (Agencia CYTA, 2001).

2.4.2. Primera hoja verdadera

De acuerdo con el crecimiento de los cotiledones, las plántulas suelen clasificarse como germinación epigea, al alongarse el hipocótilo de cotiledones se elevan por sobre el suelo. Los cotiledones suelen realizar la función fotosintética durante un periodo de tiempo más o menos prolongado, dependiendo de la especie, luego se marchitan y caen (Agencia CYTA, 2001).

2.4.3. Formación del racimo en el tallo central

El primer grupo de flores aparece de la yema apical, pasa por ramificaciones tricotómicas y las plantas tienen de 4 a 5 hojas (Mujica, 1994).

2.4.4. Floración

Las primeras flores se abren del pincel en el tallo medio, esto ocurre entre 80 – 120 días después de la siembra, en este periodo es susceptible al granizo Mujica (1994). Los colores más comunes son de diferentes tonalidades de azul y violeta, menos frecuentes son los colores blanco, crema, rosa y amarillo, dependiendo del tipo de ramificación que presenta la planta, puede llegar a tener



hasta 3 floraciones sucesivas y en una sola planta pueden llegar a existir hasta 1000 flores (CIPCA, 2009).

2.4.5. Envainado

Comienza cuando la corola de la primera flor se marchita y aparece la primera vainita, que tiene la forma más característica de “uñas de gato” (Mujica, 1994).

2.4.6. Madurez fisiológica

Las vainas adquieren una coloración pajiza y se secan, completando así su ciclo vegetativo. Al realizar un movimiento a la planta las vainas producen un sonido de cascabel, luego se realiza la siega y se apilan en parvas para que terminen de secar y trillar (Caicedo & Peralta, 2001).

2.5. REQUERIMIENTO DEL CULTIVO

2.5.1. Suelo

El lupino se adapta bien en suelos arenosos y de textura gruesa en laderas de baja fertilidad. El crecimiento se estimula en suelos orgánicos, prologándose la floración. En suelos pesados con menos aireación y mal drenados, la producción de *Rhizobium lupini* disminuye y se puede estimular la aparición de enfermedades fúngicas (Tapia et al., 2007).

2.5.2. Temperatura

Desde el punto de vista agronómico la temperatura tiene una gran importancia, porque repercute en todos los procesos fisiológicos, afectando al crecimiento como al desarrollo. Durante la etapa de formación de racimo y



madurez el tarwi no soporta las heladas, no obstante, existen algunos cultivados a orillas del lago Titicaca que son más resistentes al frío (Tapia et al., 2007).

2.5.3. Precipitación

El requerimiento depende del tipo de suelo, la temperatura y la precocidad de la planta. Sin embargo, debido a que *Lupinus mutabilis* se cultiva en seco, sus requerimientos fluctúan de 350 a 700 mm de precipitación. En la etapa reproductiva (formación de flores y frutos) requieren una gran cantidad de agua (Meneses, 1996).

2.5.4. Fotoperiodo

El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en lo que respecta al fotoperiodo es indiferente, aunque a menudo se cultiva más durante periodo de días cortos (Jacobsen & Mujica, 2006).

2.6. MANEJO AGRONÓMICO

2.6.1. Preparación del terreno

La preparación del suelo en el cultivo de tarwi es de labranza mínima, se determinó que también es necesario realizar labores culturales como el desmalezado y la quema de rastrojos. De este modo, son necesarios en algunos casos para descartar enfermedades o plagas preexistentes anteriormente (Suquillanda, 1984).

2.6.2. Siembra

Según INIA (2014), la siembra se efectúa en suelos sueltos y en pendiente, la orientación de los surcos deben ser en sentido contrario a la pendiente para



poder prevenir la degradación y la erosión del suelo por efectos del riego o las lluvias. En este sentido Gross (1982), menciona que las semillas se colocan en suelos pesados a una profundidad de 2 cm, en suelos francos hasta un máximo de 4 cm. En suelos más ligeros la semilla se llega a sembrar a mayor profundidad. Dicho de esto modo, a medida que aumenta la profundidad la emergencia de las plántulas disminuye.

2.6.2.1. Época de siembra

La época de siembra preferible para la región altoandina es en el mes de septiembre, esto depende en gran medida de las condiciones medioambientales. La siembra comienza cuando se acumularon por lo menos 100 mm de precipitación en la temporada agrícola (CIPCA, 2009).

2.6.2.2. Densidad de siembra

Se tiene conocimiento que la densidad de siembra tiene gran influencia en el rendimiento de grano, por lo que se viene estudiando densidades de siembra de diferentes variedades, este factor está determinado por el ancho de los surcos y número de semillas por surco INIAP (2001). Según INIA (2021) la densidad de siembra depende del método de siembra: entre golpe 30-35 kg/ha, a chorro continuo 60 kg/ha, y con labranza mínima de 20 - 25 kg/ha.

2.6.3. Labores agronómicas

2.6.3.1. Fertilización

El tarwi no necesita nitrógeno, puesto que recoge el nitrógeno del aire y lo fija en el suelo, debido a que se asocia con una bacteria en el suelo



y forma nudos donde se acumulan nitrógeno para ser utilizado en cultivos que se empleará más adelante, tales como la papa o el haba. Si el suelo es pobre en fósforo, se recomienda aplicar de 60 a 80 kg de superfosfato triple por hectárea, al momento de sembrar (Tineo, 2002).

2.6.3.2. Deshierbe y aporque

El deshierbe es una actividad cultural necesaria, porque la competencia entre malezas y plantas cultivadas por la luz, el agua y nutrientes da como resultado una reducción del rendimiento y la calidad del grano. Dicho de este modo, el periodo crítico es durante las primeras semanas del cultivo donde no pueden competir con la rusticidad que poseen las malas hierbas (Meneses, 1996).

Es aconsejable realizar el aporque cuando la altura de la planta alcance alrededor de 30 cm de altura, con esta actividad ayuda a eliminar algunas malezas crezcan después del deshierbo, también sirve para estabilizar la planta (INIA, 2014).

2.6.4. Cosecha

El estado de cosecha en chocho se decide cuando las hojas se vuelven amarillas y la planta se desfolia, el tallo se lignifica, las vainas se secan y los granos presentan tal consistencia tal que puedan resistir la presión de las uñas. La cosecha se realiza hasta dos veces-, el primero cuando los ejes centrales estén secos, cuyos granos deberían ser utilizados como semilla debido a que son de mayor tamaño y uniformidad y el segundo después de 20 a 30 días cuando las ramas laterales estén maduras o secas en un estado de 15 a 18% de humedad (INIAP, 2001).



2.6.5. Rendimiento

El rendimiento del cultivo de tarwi logra alcanzar de entre 3500 – 5000 kg/ha, cuando el cultivo es manejado de manera adecuada y se cubren todos los requerimiento en forma oportuna (Mujica, 1977).

2.7. PLAGAS Y ENFERMEDADES

Las plagas en la región andina aún no han alcanzado hasta ahora la importancia endémica. Las plagas y enfermedades se propagan con fuerza durante la estación seca y calurosa (Gross, 1982).

2.7.1. Plagas

El cultivo de tarwi en sus primeras etapas presenta cortadores a nivel del cuello de la planta entre las cuales están *Feltia* sp. y *Agrotis* sp., es muy común la presencia de *Astylus* adultos durante la época de floración, los cuales se alimentan del polen de las flores de tarwi. El gusano celeste del tarwi, perteneciente a la familia Pyralidae, es una de las plagas que ha cobrado importancia en los últimos años debido a que pueden reducir la producción hasta en un 20% (Aguilar, 2015).

2.7.2. Enfermedades

La enfermedad más importante es la antracnosis, causada por el hongo *Colletotrichum gloesporioides*, que ataca tallo, hojas, brotes y primordios foliares provocando manchas necróticas. El marchitamiento es ocasionado por el hongo *Fusarium oxysporum* en campos mal drenados. Finalmente, la roya del *Lupinus* provoca pústulas que aparecen como polvo de color naranja en hojas, tallos e incluso frutos (Tapia, 1997).



2.8. MATERIAL BIOLÓGICO

Se define como una población de plantas de la misma especie que tiene una estructura genética común y uniformidad citológica, fisiológica, morfológica y otros caracteres comunes (Garay, 2015).

2.9. LÍNEA

Serie de grados de parentesco entre individuos; ascendencia y descendencia de un individuo (Henríquez, 2002).

2.10. ACCESIÓN

Muestra de germoplasma representativa de uno o varios individuos de la población. En carácter más general, cualquier registro individual de una colección de germoplasma (ej. Una planta, semilla, etc). Población o línea en un programa de mejoramiento o colección de germoplasma (Henríquez, 2002).

2.11. DESCRIPTORES

Es una característica o atributo observado en las colecciones dentro los bancos de germoplasma, entendido como la cantidad de datos que se tienen en cuenta durante el proceso de descripción y evaluación (Marmolejo, 2002).

El Descriptor utilizado en este estudio se conoce actualmente como “Biodiversity Internacional”, una Organización de investigación internacional y miembro del Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional (CGIAR), que proporciona un formato internacional de caracterización con un lenguaje común para datos de recursos fitogenéticos, dedicada a la recolección, preservación, registro, evaluación y uso del germoplasma vegetal (International Board for Plant Genetic Resources - IBPGR, 1981).



Para el uso de los descriptores resulta imprescindible contar con conocimientos acerca de la fenología y morfología de la planta a describir, así como la experiencia en el manejo del cultivo en campo (Jacobsen & Mujica, 2006)

2.12. CARACTERIZACIÓN

La caracterización de una especie estima la variabilidad que existe en los genomas de los individuos que la componen, es decir, estima la variabilidad detectable a simple vista, que se puede dividir en las siguientes: Las características responsables de la morfología y la arquitectura de la planta utilizadas para la clasificación botánica y taxonómica. Características relacionadas con aspectos agronómicos y de productivos. Características detectables visualmente se expresan en respuesta a estímulos ambientales (Hidalgo, 2003).

2.13. BANCO DE GERMOPLASMA

Cuando se trata de un banco de material genético, podemos decir que estos están destinados a recolectar, preservar, evaluar, caracterizar, mejorar y distribuir a quienes lo necesiten, todo el material e información de los recursos que queden registrados (Lescano, 1994).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DEL EXPERIMENTO

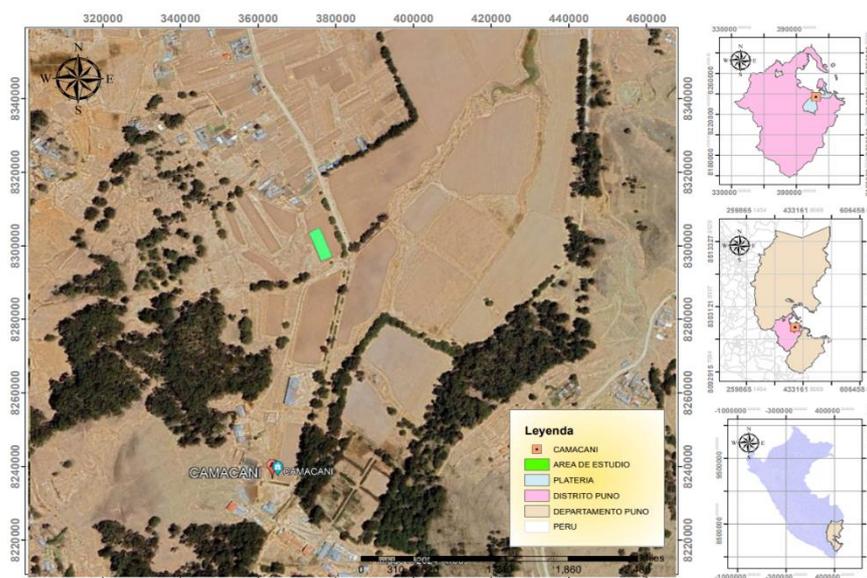
El presente trabajo de investigación fue realizado en el Centro Experimental CE Camacani, de la Facultad de Ciencias Agrarias, perteneciente a la Universidad Nacional del Altiplano - Puno. Ubicado en el Distrito de Platería (Camacani), Provincia de Puno, Departamento de Puno.

3.1.1. Ubicación geográfica

- Latitud Sur: 15°59'09" S
- Longitud Oeste: 69°51'31.7" W
- Altura: 3880 msnm

Figura 3

Localización del campo experimental en el centro de investigación y producción Camacani, UNA - Puno (Campaña agrícola 2022 - 2023)





3.1.2. Área total de estudio

El Centro Experimental – Camacani, cuenta con una superficie de 60.73 hectáreas, con el perímetro total de 4259.11 metros lineales, el trabajo de investigación se desarrolló en un área total de 900 m².

3.2. CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS DEL SUELO EXPERIMENTAL

La muestra fue recolectada en el Centro Experimental – Camacani, utilizando el método de muestreo en Zigzag a una profundidad de 30 cm, fue subdividida para tomar una muestra representativa de 1kg. Luego fue llevada para el análisis al laboratorio de Suelos, Aguas y Foliare, del Instituto Nacional de Innovación Agraria - Puno. Los resultados se presentan en la (Tabla 2).

Tabla 2

Resultados del análisis físico químico del suelo experimental, (Campaña agrícola 2022 – 2023)

COMPONENTE	CANTIDAD
pH	5.6
C.E. (ms/m)	7.1
M.O. (%)	1.4
N (nitrógeno) (%)	0.05
F (fosforo) ppm	11.65
K (potasio) ppm	186.7
CaCO ₃ (%)	0
Arena %	73.8
Limo %	12.92
Arcilla %	13.28
Clase textural	Ar. Fr.

Fuente 3: Laboratorio de análisis de Suelo, Aguas y Foliare - Instituto Nacional de Innovación Agraria - Puno.

3.3. PERIODO DE DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

El trabajo de investigación se desarrolló durante la campaña agrícola 2022 -2023, dando inicio en el mes de noviembre del 2022 y culminando en el mes de junio del 2023.

3.4. CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS

Para conocer el comportamiento de las características ambientales (Campaña agrícola de noviembre de 2022 a junio de 2023), se recopilamos los datos meteorológicos de temperatura, precipitación y humedad relativa de la Estación Rincón de la Cruz – Acora a través del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) Puno – Perú.

Tabla 3

Información meteorológicos para el C.E. Camacani durante la campaña agrícola (2022-2023)

VARIABLES	2022			2023					
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Humedad relativa (%)	59.64	59.68	71.50	79.14	85.60	85.39	78.72	76.42	70.72
Precipitación (mm)	0.08	0.03	2.03	3.05	4.39	5.25	0.44	0.46	0.00
Temperatura Media (°C)	9.32	10.71	10.19	10.64	10.16	10.07	8.84	7.98	5.95
Temperatura Máxima (°C)	17.65	18.40	16.78	16.89	15.70	15.25	15.45	14.76	14.94
Temperatura Mínima (°C)	0.98	3.02	3.60	4.39	4.61	4.89	2.23	1.19	-3.05

Fuente 4: Información meteorológica SENAMHI – Puno (Campaña agrícola 2022 -2023)



3.5. MATERIAL GENÉTICO

El material genético utilizado para la caracterización constó de cuatro líneas de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) seleccionadas de las campañas agrícolas anteriores, mismas líneas que fueron proporcionadas por el Proyecto Mejoramiento Genético de Granos Andinos, de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional del Altiplano (UNA – Puno).

Tabla 4

Líneas selectas de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet), utilizados en la investigación

Nº	Líneas de Tarwi	Característica
1	H-6	Línea proveniente del departamento de Junín, provincia de Huancayo – Santa ANA, con semillas de color blanca.
2	Yunguyo	Línea con origen del departamento de Puno, con semilla de color blanco.
3	Accesión 13	Origen del departamento de Puno, con color de semilla marrón
4	Ayacucho	Línea procedente del departamento de Ayacucho, con semillas de color blanca y una distribución del color secundario negro en forma de media luna.

Fuente 5: Elaboración propia.

3.6. MATERIALES, INSTRUMENTOS Y EQUIPOS

3.6.1. Materiales

- Descriptores de Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet)
- Planillas de evaluación
- Libreta de campo
- Cordel
- Yeso



- Pico, Piquillo.
- Sacos
- Lápiz
- Sobres manila
- Pala
- Hoz

3.6.2. Instrumentos

- Vernier
- Cinta métrica
- Wincha de 50 m

3.6.3. Equipos

- Tractor agrícola con implemento de roturación, rastra y surcado.
- Cámara digital (Equipo celular)
- Balanza de 10 kg
- Balanza de precisión de 2kg
- Laptop

3.7. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

Para realizar la caracterización agromorfológica de las cuatro líneas selectas de tarwi se utilizaron los descriptores de caracterización y evaluación, (International Board for Plant Genetic Resources - IBPGR, 1981) para el género *Lupinus*.

3.7.1. Variables agronómicas

La evaluación se realizó según lo establecido en el descriptor para *Lupinus* validados por Bioversity international, (International Board for Plant Genetic



Resources - IBPGR, 1981), mostrando diferentes características agronómicas, morfológicas y de rendimiento. Las características evaluadas fueron:

3.7.1.1. Días a la floración (días)

Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta la aparición del 50% de plantas con primera flor en el eje central.

3.7.1.2. Días a la madurez fisiológica (días)

Se contabilizó los días desde la siembra hasta tener un 50% de plantas maduras con vainas amarillentas.

3.7.1.3. Altura de planta (cm)

Determinada midiendo diez plantas al final de la floración desde la base del tallo hasta el ápice de la inflorescencia central, utilizando una wincha de tres metros.

3.7.1.4. Diámetro de tallo principal (mm)

La medición se realizó utilizando un vernier que midió el área alrededor del cuello de la raíz de diez plantas en el momento de floración y la cosecha.

3.7.1.5. Longitud del peciolo (cm)

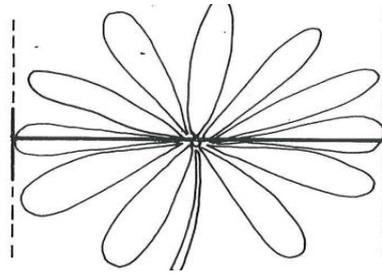
Se tomó muestra promedio de diez plantas, medidas desde la hoja que encierra en la axila la primera inflorescencia.

3.7.1.6. Diámetro máximo de hoja (cm)

Se realizó mediciones de diez plantas muestreadas.

Figura 4

Diámetro máximo de la hoja



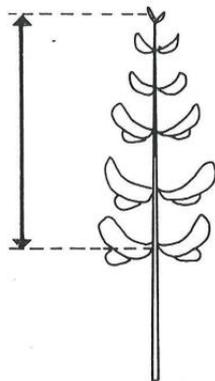
Fuente 6: International Board for Plant Genetic Resources - IBPGR (1981)

3.7.1.7. Longitud de la inflorescencia central (cm)

Se tomó la medida de la media de diez plantas desde la flor inferior hasta el ápice de la inflorescencia al terminar el periodo de floración.

Figura 5

Inflorescencia de tarwi



Fuente 7: International Board for Plant Genetic Resources - IBPGR (1981)

3.7.1.8. Vainas por eje central (Número)

Se contabilizó las vainas presentes en diez plantas tomadas del eje central al final de la floración.

3.7.1.9. Longitud de la vaina (cm)

Se tomó un promedio de diez plantas con vainas maduras situadas en el eje principal.



3.7.1.10. Ancho de vaina (cm)

Se midió desde la sutura dorsal y la ventral considerado su máxima anchura de una media de diez plantas.

3.7.1.11. Granos por vaina

Se realizó el conteo de granos presente en cinco vainas tomadas al azar del eje central

3.7.1.12. Ancho de grano (cm)

Se obtuvo midiendo luego de la cosecha un promedio de 25 granos con ayuda de un Vernier.

3.7.1.13. Longitud de grano (cm)

Se tomó la media de 25 granos con ayuda de un Vernier.

3.7.1.14. Rendimiento de semillas del eje central kg/ha

Se procedió a obtener el peso de granos sin broza cosechados del eje central de 10 plantas, medidas en una balanza digital expresadas en gramos por unidad experimental y posteriormente transformando a unidades kg/ha.

3.7.1.15. Peso de 100 semillas (g)

Se realizó el peso de 100 semillas al azar de las parcelas en tratamiento expresadas en gramos.



3.7.2. Variables morfológicas

La evaluación se realizó según las especificaciones del descriptor de *Lupinus* validados por Bioversity international, (International Board for Plant Genetic Resources - IBPGR, 1981), mostrando diferentes características morfológicas. Las características evaluadas fueron:

3.7.2.1. Ritmo de crecimiento

3 Lento

5 Normal

7 Rápido

9 Muy rápido

3.7.2.2. Porte de la planta

1 Erecto

5 Semierecto

9 Decumbente

3.7.2.3. Vigor de la planta

3 Bajo

5 Intermedia

9 Alta

3.7.2.4. Resistencia al encamado

3 Poca

5 Media

7 Mucha



3.7.2.5. Formación del tallo

0 Tallo principal no prominente

+ Tallo principal prominente

3.7.2.6. Ramificación

0 No ramificadas

+ Ramificadas

3.7.2.7. Color del tallo

1 Amarillo

2 Verde

3 Gris

3.7.2.8. Intensidad del color del tallo

3 Claro

5 Medio

7 Oscuro

3.7.2.9. Forma de los folíolos

1 Elíptica

2 Se ensancha hacia el extremo

3 Otras formas

3.7.2.10. Color de la hoja

1 Amarillo

2 Verde

3 Gris

3.7.2.11. Intensidad del color de las hojas

3 Claro

5 Medio

7 Oscuro

3.7.2.12. Color del botón floral antes de la floración

1 Blanco

4 Rosa

7 Azul

8 Violeta

3.7.2.13. Color de las alas recién abiertas

1 Blanco

4 Rosa

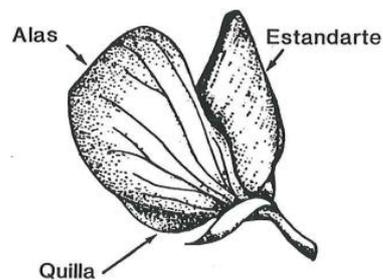
6 Verde

7 Azul

8 Violeta

Figura 6

Flor de Lupinus



Fuente 8: International Board for Plant Genetic Resources - IBPGR (1981)



3.7.2.14. Pubescencia de la vaina

0 Ausente

3 Poca

5 Media

7 Mucha

3.7.2.15. Dehiscencia de la vaina

0 Indehiscente

3 Ligeramente dehiscente

5 Moderadamente dehiscente

9 Completamente dehiscente

3.7.2.16. Color predominante de la semilla

1 Blanco

2 Amarillo

8 Violeta

9 Marrón

3.7.2.17. Forma de la semilla

1 Esférica

2 Aplanada esférica o lenticular

3 Oval

4 Oval aplanada

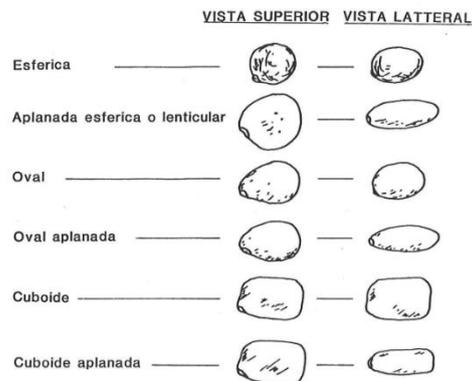
5 Cuboide

6 Cuboide aplanada

7 Otras

Figura 7

Forma de semilla



Fuente 9: International Board for Plant Genetic Resources - IBPGR (1981)

3.7.2.18. Lustre de la semilla

1 Mate

2 Brillante

3.7.2.19. Susceptibilidad a diversos factores

En la evaluación de plagas y enfermedades se consideró la escala propuesta por (International Board for Plant Genetic Resources - IBPGR, 1981), esta escala incluye calificaciones como, asintomático, leve, moderada, grave y letal. Estas escalas indican una calificación de la susceptibilidad.

3.8. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el presente trabajo de investigación se utilizó el diseño estadístico DBCA (Diseño de Bloque Completo al Azar) el cual estuvo conformado por cuatro bloques con cuatro tratamientos (líneas), obteniendo un total de 16 unidades experimentales. Así mismo para determinar la significancia entre tratamientos se utilizó la prueba de comparación múltiple de Tukey ($P \leq 0.05$) de probabilidad.



El modelo estadístico aditivo para DBCA es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

$$i = 1, 2, 3, 4$$

$$j = 1, 2, 3, 4$$

donde:

μ = Efecto de la media general de líneas de tarwi en estudio

τ_i = Efecto de la Línea i

β_j = Efecto del bloque j

ε_{ij} = Error experimental de la unidad sujeta a la línea i en el bloque j .

3.9. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

3.9.1. Preparación del terreno

Esta actividad se realizó el 30 de setiembre del 2022, en la cual se utilizó un tractor agrícola para la roturación del suelo con un arado de discos. Posteriormente se procedió con la limpieza de rastrojos, nivelación y el surcado a una distancia de 0.70 m entre surcos, a una profundidad de 0.20 m.

3.9.2. Marcado del área de trabajo

El marcado del terreno se realizó con yeso y una wincha de 50m el día 31 de octubre, donde se procedió a marcar según la distribución de bloques, cada tratamiento está formado de 10 m x 3.7 m con calles de 1 m, formándose en total 16 unidades experimentales que corresponde a un área total de 900 m^2 .



3.9.3. Muestreo del terreno

Para el muestreo representativo de suelo, se realizaron en forma de zigzag en 12 puntos diferentes a una profundidad de aproximada de 30 cm, se transportaron en bolsas para su homogenización y así se obtuvo una muestra de suelo de un kilo. Posteriormente, fue enviado al Laboratorio de Laboratorio de análisis de Suelo, Aguas y Foliar, del Instituto Nacional de Innovación Agraria - Puno.

3.9.4. Siembra

Esta labor se realizó previa selección de semillas, eliminando granos agrietados, manchados y que no corresponden al cultivar. La siembra se ejecutó de manera manual el día 31 de octubre del 2022, a un distanciamiento de 70 cm entre surcos y 40 cm entre plantas depositando 5 semillas por golpe, el recubrimiento se realizó con pico.

3.9.5. Labores culturales o agronómicas

3.9.5.1. Riego

El sistema de riego aplicado fue por gravedad, la cual se efectuó de manera oportuna, con una frecuencia de riego dos veces por semana durante los dos primeros meses para que las semillas germinen y emerjan del suelo sin problemas, principalmente al comienzo del periodo vegetativo, luego las precipitaciones en el mes de enero permitieron que la planta siguiera creciendo con normalidad.

3.9.5.2. Control de maleza

Este proceso se hizo tres veces manualmente utilizando picos, para evitar la competencia por espacio y nutrientes, dándole a la planta el espacio que necesita para su desarrollo.

Tabla 5

Malezas observadas en el campo experimental

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Kikuyo	<i>Pennisetum clandestinum</i>
Nabo silvestre	<i>Brassica rapa</i>
Trébol carretilla	<i>Medicago hispida</i>
Bolsa de pastor	<i>Capsella bursapastoris</i>
Chijchipa	<i>Tagetes mandonii</i>
Auja auja	<i>Erodium cicutarium</i>
Kora	<i>Malvastrum sp.</i>

3.9.5.3. Aporque

Se efectuó con la ayuda de un pico de forma manual, cuando el cultivo tenía 3 meses después de la emergencia, con la finalidad de fortalecer un mayor desarrollo radicular y evitar el tumbado de las plantas.

3.9.5.4. Descarte de plantas o rouging

El descarte consistió en entresacar manualmente las plantas que no presentaban características típicas de las líneas en estudio, ya que reducen la calidad física de las semillas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS

4.1.1. Días a la floración (días)

En la Tabla 6, el análisis de varianza para el número de días a la floración no mostró diferencia estadística significativa para bloques; pero si, existe diferencia estadística altamente significativa para las líneas de tarwi, siendo el coeficiente de variación de 0.65% y el tiempo promedio a la floración de 134 días.

Tabla 6

Análisis de varianza para días a la floración

Fuente	GL	SC	C.M	Valor F	Valor P	SIG
Bloques	3	4.25	1.42	1.89	0.2019	n.s
Líneas	3	248.75	82.92	110.56	<0.0001	**
Error	9	6.75	0.75			
Total	15	259.75				

CV: 0.65%

Media: 134

En el análisis comparativo de medias de las líneas evaluadas mediante la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), (Tabla 7; Figura 8), muestra los valores del promedio de días a la floración, donde la línea H-6 registró mayor número de días a la floración con 139 días. Por otro lado, Accesoión 13 presentó un menor número de días a la floración con 128 días a la floración, siendo la más precoz.

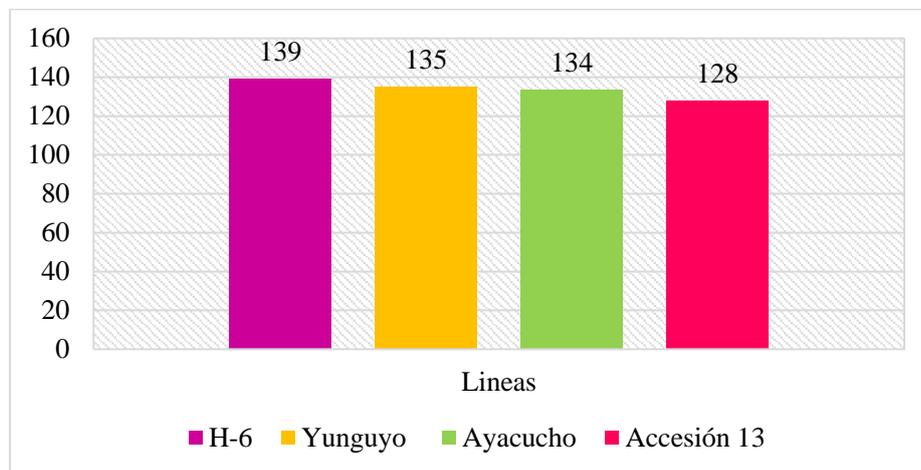
Tabla 7

Prueba de comparación múltiple de Tukey para días a la floración

Líneas	N	Media (Días)	Agrupación
H-6	4	139	a
Yunguyo	4	135	b
Ayacucho	4	134	b
Accesión 13	4	128	c

Figura 8

Media de días a la floración de cuatro líneas selectas de tarwi



El promedio de días a la floración del tarwi en este estudio fue de 134 días, valor similar al obtenido por Lerma (2020), quien evaluó el comportamiento agronómico de ocho genotipos selectos de tarwi bajo condiciones del CIP Camacani, en el que obtuvo un periodo de floración promedio general de 131.5 días de floración. Así mismo, Iscarra (2023), obtuvo un promedio de 115.25 días de floración. Por otra parte, Huisa (2018), evaluó el comportamiento agronómico de catorce accesiones del ensayo nacional de tarwi, donde logró un promedio general de 120.15 días a la floración.

4.1.2. Días a la madurez fisiológica del eje central (días)

En la Tabla 8, el análisis de varianza realizado para el número de días a la madurez fisiológica, mostró que no hubo diferencia estadística significativa entre bloques; aunque, hubo una diferencia estadística altamente significativa entre las líneas de tarwi, cuyo coeficiente de variación es de 0.15% y el tiempo promedio de floración fue de 222.3 días a la madurez fisiológica.

Tabla 8

Análisis de varianza para días a la madurez fisiológica

Fuente	GL	SC	C.M	Valor F	Valor P	SIG
Bloques	3	1.19	0.40	3.35	0.0691	n.s
Líneas	3	329.19	109.73	929.47	<0.0001	**
Error	9	1.06	0.12			
Total	15	331.44				

CV: 0.15%

Media: 222.3

Al comparar las medias de cada línea mediante la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), (Tabla 9, Figura 9), mostró evidencia que línea H-6 es la más tardía en cuanto a la madurez fisiológica con 228 días; en contraste, Accesoión 13 fue la más precoz con 215 días.

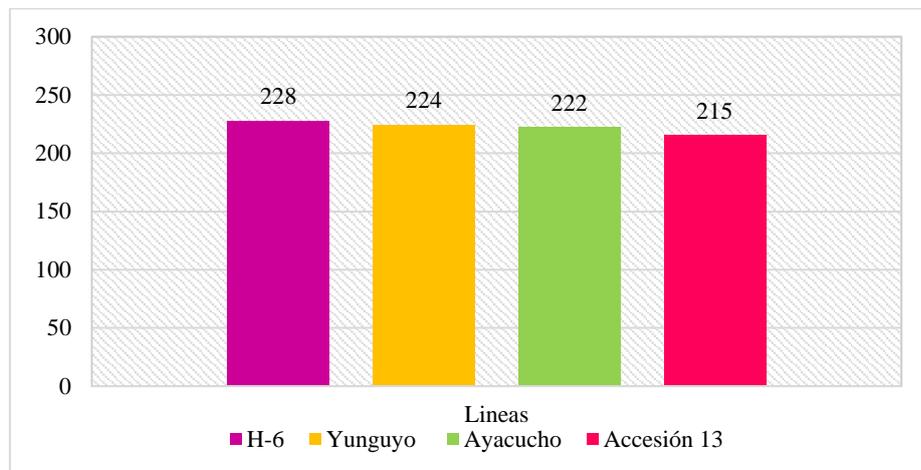
Tabla 9

Prueba de comparación múltiple de Tukey para días a la madurez fisiológica

Líneas	N	Días a la madurez	Agrupación
H-6	4	228	a
Yunguyo	4	224	b
Ayacucho	4	222	c
Accesión 13	4	215	d

Figura 9

Días a la madurez fisiológica de cuatro líneas de tarwi



La media general de días a la madurez fisiológica registrado en este estudio fue de 222 días, similar a (Plata, 2016), quien evaluó dos variedades de tarwi bajo diferentes densidades de siembra, donde la cosecha alcanzada fue entre los 224 y 237 días después de la siembra. Igualmente, Callisaya (2012), evaluó el comportamiento agronómico del cultivo de tarwi bajo dos métodos y tres diferentes densidades de siembra, encontró que la madurez a la cosecha osciló entre 199.33 y 203.33 días. De otro modo, menos de 90 días obtuvo Quenallata, (2008), quien mencionó que esto se debe a adaptaciones de cada genotipo que permitieron que los granos maduren en menor tiempo, así como las condiciones nutricionales y ambientales (Temperatura y humedad).

4.1.3. Altura de la planta en floración (cm)

En la Tabla 10, se presenta el análisis de varianza correspondiente a la altura de planta, donde se observa que existe diferencia estadística para bloques. y diferencias muy significativas para las líneas, siendo el coeficiente de variabilidad de 5.34 % y la altura media de las plantas de 89.44 cm.



Tabla 10

Análisis de varianza para la altura de planta de cuatro líneas de tarwi

Fuente	GL	SC	C.M	F Valor	P Valor	SIG
Bloques	3	390.02	130.01	5.7	0.0182	*
Líneas	3	1977.68	659.23	28.92	0.0001	**
Error	9	205.18	22.8			
Total	15	2572.88				

CV: 5.34

Media:89.44

El análisis comparativo del promedio de las líneas mediante la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), (Tabla 11; Figura 10), se observa que la Línea Yunguyo obtuvo mayor altura con 103.47 cm. Por su lado, la línea con menor altura es Ayacucho con 78.10 cm.

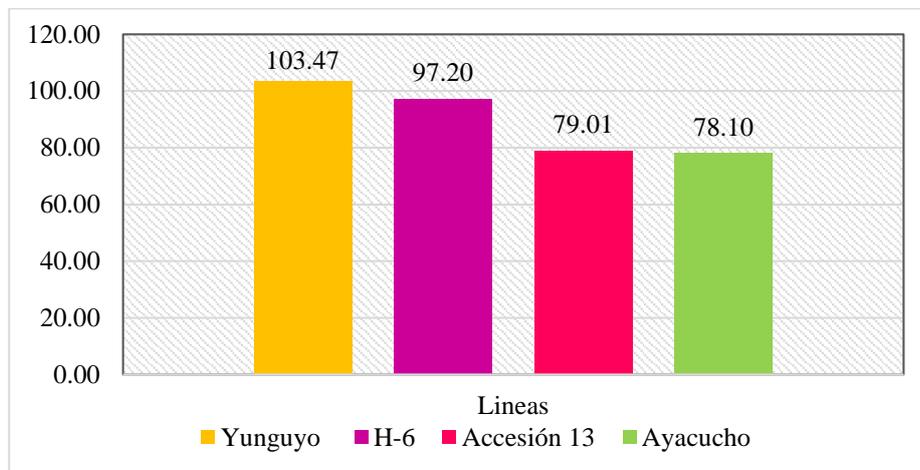
Tabla 11

Prueba de comparación múltiple de Tukey para la altura de planta

Líneas	N	Media	Agrupación
Yunguyo	4	103.47	a
H-6	4	97.20	a
Accesión 13	4	79.01	b
Ayacucho	4	78.10	b

Figura 10

Altura de planta (cm) de cuatro líneas de tarwi



Según Tapia (2015), la altura de la planta puede alcanzar desde 80 cm hasta más de 200 cm. Por ende, considerando la investigación de Lerma (2020), quien evidenció un promedio general de 115.7 cm de altura, superior al valor reportado en la presente investigación, donde el promedio fue de 89.44 cm. Esto se debe a que la altura de planta puede o no estar correlacionado con el rendimiento, pero sí con el hábito de crecimiento debido a su manejo a nivel agronómico (Aguilar, 2015).

4.1.4. Diámetro del tallo principal (mm)

En la Tabla 12, se presenta el análisis de varianza correspondiente para el diámetro de tallo, donde no se observan diferencias estadísticas significativas para bloques. Pero si, existe diferencia estadísticamente significativa para líneas, siendo el coeficiente de variabilidad de 12.02 % y un promedio general de 12.49 mm de diámetro.

Tabla 12

Análisis de varianza para el diámetro del tallo principal

Fuente	GL	SC	C.M	F Valor	P Valor	SIG
Bloque	3	9.68	3.23	1.43	0.2965	ns
Líneas	3	25.87	8.62	3.83	0.0511	*
Error	9	20.28	2.25			
Total	15	55.83				

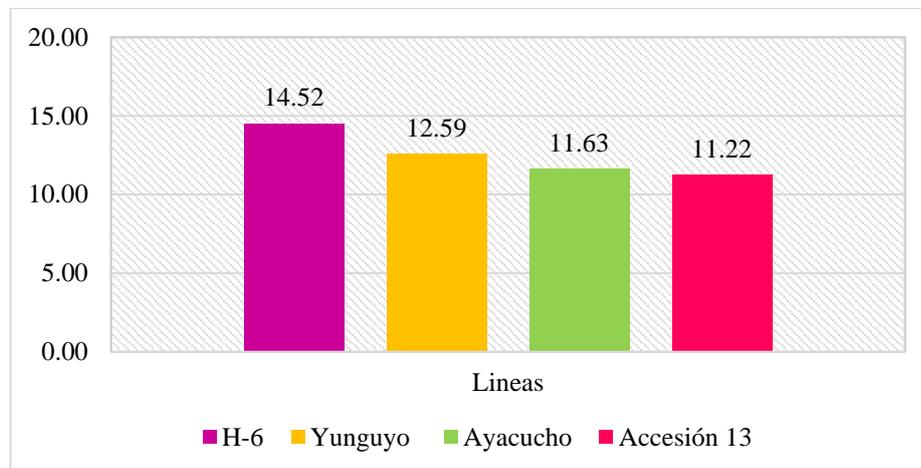
CV: 12.02

Media: 12.49

En la Figura 11, se observa los valores promedios del diámetro de tallo, donde la línea H-6 muestra el valor más alto de 14.52 mm y Accesoión 13 presenta el menor diámetro de tallo registrado de 11.22 mm,

Figura 11

Diámetro del tallo principal



La media general del diámetro de tallo registrado en este estudio es de 12.49 mm, similar al estudio realizado por Rojas (2023), quien registró el diámetro del tallo al final de la floración, donde Andenes 90 y Masacanchino mostraron un diámetro de 12.93 y 13.21 mm respectivamente. Además, Lerma (2020), en su investigación registró un valor promedio de 17.5 mm.

4.1.5. Longitud del peciolo (cm)

En la Tabla 13, el análisis de varianza realizado sobre la longitud del peciolo, no mostró diferencias estadísticas significativas entre bloques y líneas, cuyo coeficiente de variación es 6.27% y una longitud media de 6.85 cm.

Tabla 13

Análisis de varianza para la longitud de peciolo de cuatro líneas de tarwi

Fuente	GL	SC	C.M	F Valor	P Valor	SIG
Bloque	3	0.48	0.16	0.87	0.4922	ns
Líneas	3	1.95	0.65	3.52	0.0619	ns
Error	9	1.66	0.18			
Total	15	4.09				

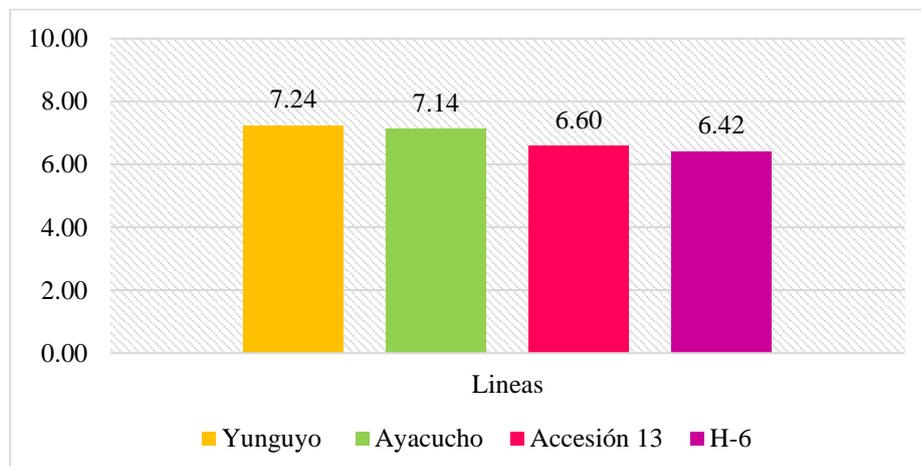
CV: 6.27

Media: 6.85

En la Figura 12 se observa los valores obtenidos en este trabajo de investigación con base en la longitud del peciolo de 7.24 a 6.42 cm, donde la línea sobresaliente es Yunguyo con 7.24 cm y la línea con menor longitud es H-6 con 6.42 cm.

Figura 12

Longitud de peciolo para cuatro líneas de Tarwi



Durante el desarrollo de este trabajo de investigación se obtuvo una longitud promedio de peciolo de 6.85 cm. Similar al estudio realizado por Guzman et al., (2001) obtuvieron la longitud promedio de peciolo de 62.92 mm.

4.1.6. Diámetro máximo de la hoja (cm)

En la Tabla 14, el análisis de varianza realizado para el diámetro máximo de la hoja, revela que no existe diferencia estadística significativa para bloques, tampoco para las líneas, con un coeficiente de variación de 6.51 % y un diámetro máximo promedio de la hoja de 9.94 cm.

Tabla 14

Análisis de varianza para el diámetro máximo de la hoja

Fuente	GL	SC	C.M	F Valor	P Valor	SIG
Bloque	3	1.30	0.43	1.04	0.4220	ns
Líneas	3	2.02	0.67	1.06	0.2558	ns
Error	9	3.77	0.42			
Total	15	7.09				

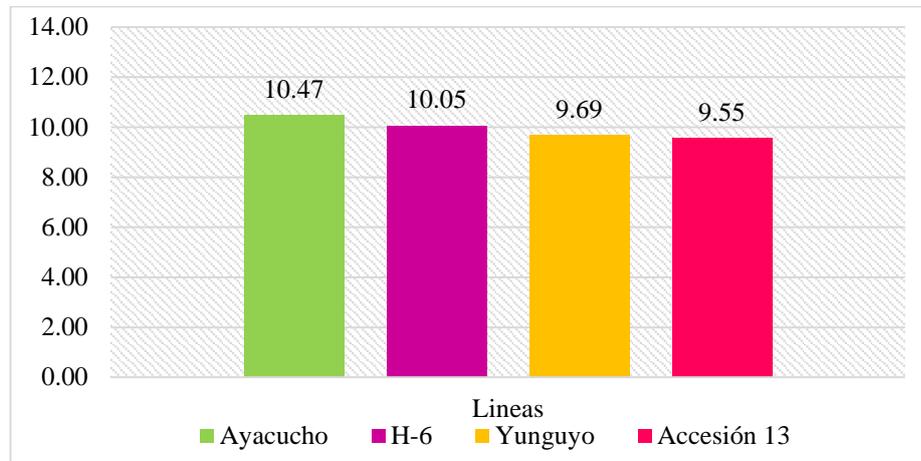
CV: 6.51

Media: 9.94

En la Figura 13, muestra el diámetro máximo de las hojas obtenido en este estudio, donde la línea Ayacucho muestra una ventaja numérica con 10.47 cm y el menor valor registrado fue de Accesoión 13 con 9.55 cm de diámetro.

Figura 13

Diámetro máximo de la hoja de cuatro líneas de tarwi



El diámetro promedio de las hojas de tarwi en este estudio fue de 9.94 mm, similar a los valores obtenidos por Sicos (2019), que mostró un diámetro promedio de 10 cm, con límites máximos y mínimos entre 13.98 cm a 7.05 cm.

4.1.7. Longitud de la inflorescencia central (cm)

En la Tabla 15, el análisis de varianza, muestra que no existe diferencias estadísticas significativas para bloques y líneas, donde la longitud media de la inflorescencia central por plantas es de 27.77 cm, presentando un coeficiente de variación del 2.02%.

Tabla 15

Análisis de varianza para la longitud de la inflorescencia central

Fuente	GL	SC	C.M	F Valor	P Valor	SIG
Bloque	3	0.74	0.25	0.79	0.5288	ns
Líneas	3	6.18	2.06	6.57	0.0121	ns
Error	9	2.82	0.31			
Total	15	9.74				

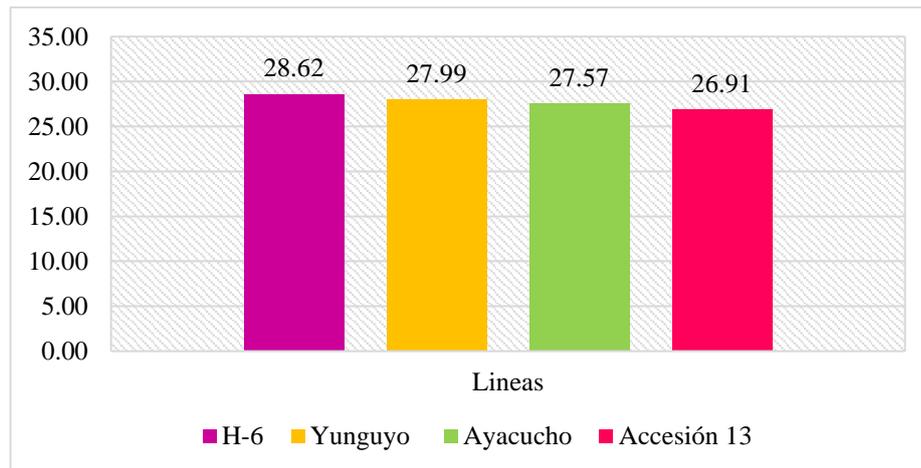
CV: 2.02

Media: 27.77

Basado en la Figura 14, que muestra el valor promedio de la longitud de la inflorescencia central, donde la línea H-6 presenta una mayor longitud de 28.62 cm, mientras que Accesoión 13 muestra una menor longitud de 26,91cm.

Figura 14

Longitud de la inflorescencia central



Según el trabajo realizado por Blanco (2011), demostró que la longitud promedio de la inflorescencia principal fue de 25.45 cm. De manera similar a los resultados de la presente investigación, la longitud media de la inflorescencia central por plantas fue de 27.77 cm. Como menciona, Sicos (2019), el eje central de la inflorescencia principal tarda alrededor de 70 días en producirse, luego de la emergencia y después de las ramas primarias, secundarias y terciarias, las mismas inflorescencias comienzan a florecer una tras otras.

4.1.8. Vainas por eje central (Número)

En la Tabla 16, el análisis de varianza para el número de vainas del eje central, muestra que no hubo diferencia estadísticamente significativa para bloques, mientras que sí hubo una diferencia altamente significativa entre líneas.



Además, el coeficiente de variación es de 2.79%, que son datos confiables para las evaluaciones en campo (Steel & Toriie, 1985).

Tabla 16

Análisis de varianza para el número de vainas por eje central

Fuente	GL	SC	C.M	F Valor	P Valor	SIG
Bloque	3	0.81	0.27	0.63	0.6163	ns
Líneas	3	45.95	13.32	35.64	<0.0001	**
Error	9	3.87	0.43			
Total	15	50.63				

CV: 2.78

Media: 23.50

En el análisis comparativo de los valores medios de las líneas evaluadas al final de la maduración fisiológica, mediante la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), (Tabla17, Figura 15), se observa la línea de mayor medida H-6 con 25.20 vainas y Yunguyo como la línea de menor número de vainas por eje central.

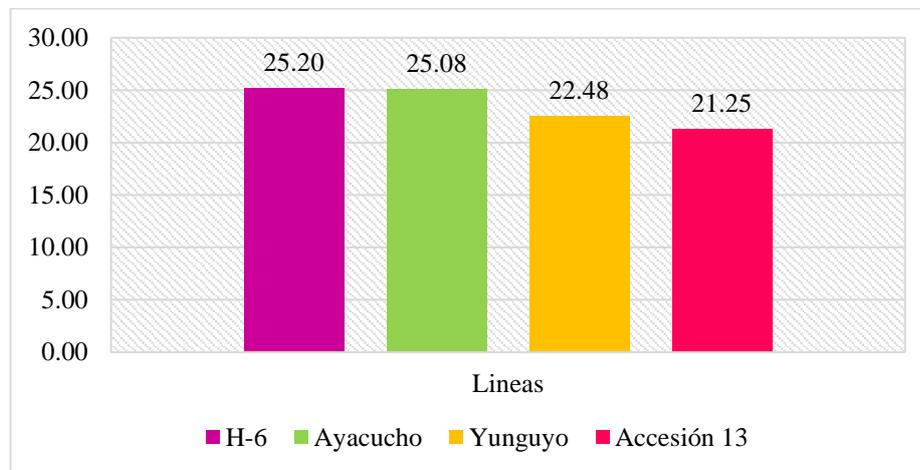
Tabla 17

Prueba de comparación múltiple de Tukey para el número de vainas por eje central

Líneas	N	Media	Agrupación
H-6	4	25.20	a
Accesión 13	4	25.08	a
Ayacucho	4	22.48	b
Yunguyo	4	21.25	b

Figura 15

Número de vainas por eje central



En cuanto al promedio del número de vainas por el eje central, Aguilar (2015), reportó obtener un promedio general de 6.69 vainas por inflorescencia central. Además, señala la relevancia de evaluar este rasgo ya que impacta en el rendimiento final, valor inferior al obtenido por Huisa (2018), el cual tuvo un promedio de 26 vainas a lo largo del eje central, donde el genotipo más destacada fue la Accesoión Puno 11 con un total de 28.4 vainas. También señala que estos resultados se deben tanto a factores genotípicos como el entorno en el que se desarrolló. En el presente estudio se obtiene una media general de 23.50 vainas por eje central, siendo la línea H-6 la más destacable con un promedio de 25.20 vainas.

4.1.9. Longitud de Vaina (mm)

En la Tabla 18, el análisis de varianza para las longitudes de vainas, muestra que no hay diferencias estadísticas significativas para bloques, pero sí diferencias estadísticas significativas para las líneas dentro del estudio. El coeficiente de variación es de 3.80%, y la longitud promedio de la vaina es de 88.23 mm.

Tabla 18*Análisis de varianza para la longitud de la vaina de cuatro líneas de tarwi*

Fuente	GL	SC	C.M	F Valor	P Valor	SIG
Bloque	3	50.36	16.79	1.49	0.2815	ns
Líneas	3	180.58	60.19	5.35	0.0217	*
Error	9	101.24	0.43			
Total	15	332.18				

CV: 3.80**Media:** 88.23

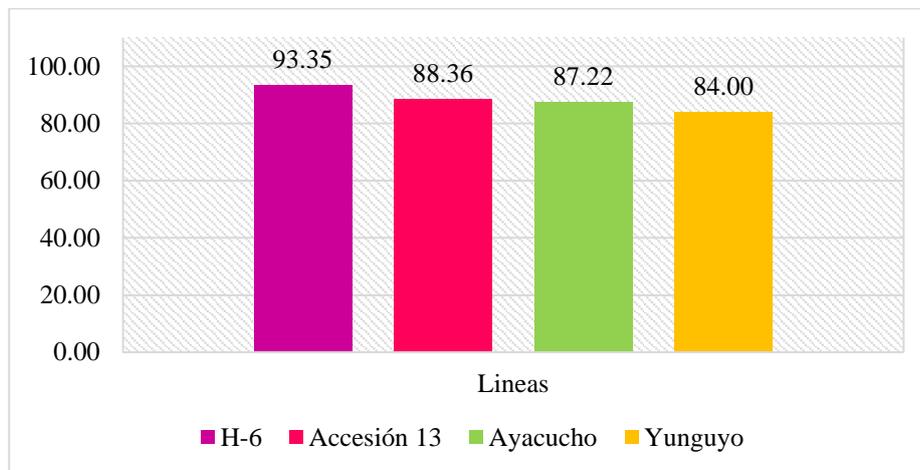
El análisis comparativo de longitudes medias de vainas mediante la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), (Tabla 19; Figura 16), muestra que la línea H-6 registró la longitud media más alta con 93.35 mm, mientras que la longitud de la línea Yunguyo es más corta con 84.00 mm.

Tabla 19*Prueba de comparación múltiple de Tukey para la longitud de vainas*

Líneas	N	Media	Agrupación	
H-6	4	93.35	a	
Accesión 13	4	88.36	a	b
Ayacucho	4	87.22	a	b
Yunguyo	4	84.00		b

Figura 16

Longitud de la vaina en líneas de tarwi



En cuanto a la longitud promedio de las vainas, Quenallata (2008), obtuvo los valores promedio que oscilaron entre 9.5 y 9.34 cm de longitud. Al igual que el largo promedio de 10.49 cm obtenido por Huisa (2018), también mencionó que las vainas del eje central estaban bien desarrolladas, lo que puede deberse a las condiciones ambientales, la fertilización con estiércol de ovino y los genes que posee cada accesión. Para el presente trabajo se obtuvo un valor promedio de 88.23 mm.

4.1.10. Ancho de Vaina (mm)

En la Tabla 20, el análisis de varianza para ancho de vainas, muestra que no existe diferencia estadística significativa para bloques ni líneas, presentando un coeficiente de variación de 1.75%.

Tabla 20

Análisis de varianza pancho de vaina

Fuente	GL	SC	C.M	F Valor	P Valor	SIG
Bloque	3	0.20	0.07	0.97	0.4504	ns
Líneas	3	0.26	0.09	1.25	0.3469	ns
Error	9	0.62	0.07			
Total	15	1.09				

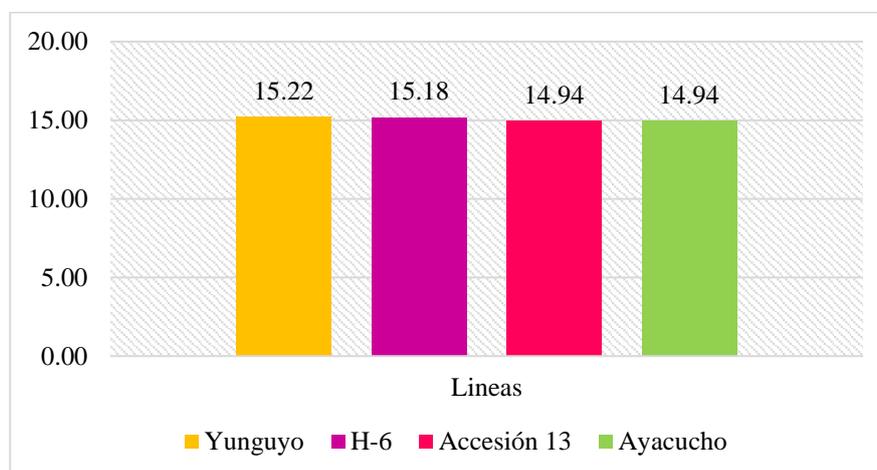
CV: 1.75%

Media: 15.07

En la Figura 17, muestra los valores medios del ancho de vainas, entre los cuales la línea que registra mayor promedio es la línea Yunguyo con 15.22 mm, a diferencia de Accesoión 13 y Ayacucho que presentan un ancho de vaina menor de 14.94 mm.

Figura 17

Ancho de la vaina en líneas de tarwi



Siguiendo con la línea de argumentación De la Cruz (2018), en su estudio de investigación centrada en la Caracterización fenotípica y rendimiento preliminar de los ecotipos de tarwi, se registró un promedio general de 1.62 cm para el ancho de vaina en los ecotipos ubicados en la región central. En contraste, los ecotipos del sur presentaron un promedio de 1.57 cm en cuando al ancho de

vainas. Además, en el estudio de (Rojas, 2023), se documentaron valores que variaron entre 15.2 mm a 17.6 mm de anchura de vaina. De manera similar, el presente trabajo de investigación reporta un ancho de vainas de 15.07 mm en las cuatro líneas estudiadas.

4.1.11. Número de semillas por Vaina (Número)

En la Tabla 21, el análisis de varianza respecto al número de semillas por vaina, revela la ausencia de diferencias estadísticamente significativas tanto para bloques como para líneas, cuyo coeficiente de variación es de 7.17 % considerado aceptable para condiciones de campo, con un promedio general de 5.78 semillas por vainas.

Tabla 21

Análisis de varianza para el número de semillas por vaina

Fuente	GL	SC	C.M	F Valor	P Valor	SIG
Bloque	3	0.69	0.23	1.32	0.3272	ns
Líneas	3	0.19	0.06	0.36	0.7834	ns
Error	9	1.56	0.17			
Total	15	2.44				

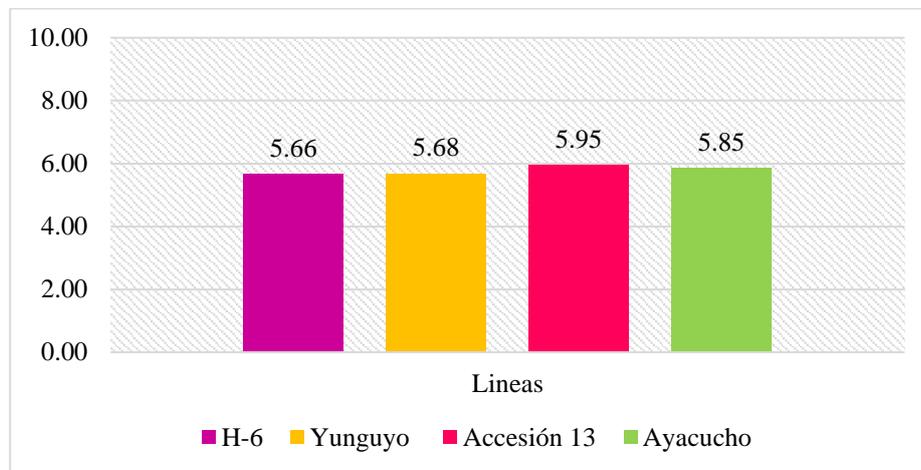
CV: 7.17%

Media: 5.78

En la Figura 18, se muestra los valores promedios de la cantidad de semillas por vaina, donde Accesoión 13 destaca al registrar la mayor cantidad de semillas, alcanzando 5.95 semillas, mientras que la línea H-6 presenta la menor cantidad de 5.66 semillas por vaina.

Figura 18

Número de semillas por vaina en líneas de tarwi



De acuerdo al estudio de Aguilar (2015), no hay una relación directa entre la cantidad de granos por vaina y el rendimiento. No obstante, se enfatiza la relevancia de evaluar la calidad del grano, incluyendo aspectos como el color y la salud, entre otras características, con un promedio de 4.46 granos por vaina. En contraste, en la presente investigación, se registra un promedio general de 5.78 granos por vaina. Por otro lado, Añanguari (2013), obtuvo para la misma variable, promedios que oscilaron entre los 4.8 hasta los 5.4 granos por vaina.

4.1.12. Ancho de grano (mm)

En la Tabla 22, el análisis de varianza referente al ancho del grano, no mostró diferencia estadística significativa para bloques, pero sí se evidencian diferencia estadística significativa para líneas evaluadas en el estudio, registrando un coeficiente de variación de 2.37 %, y el ancho promedio de grano es 7.58 mm.

Tabla 22*Análisis de varianza para el ancho de grano*

Fuente	GL	SC	C.M	F Valor	P Valor	SIG
Bloque	3	0.160	0.05	1.62	0.2526	ns
Líneas	3	3.58	1.19	36.92	<0.0001	**
Error	9	0.29	0.03			
Total	15	4.02				

CV: 2.37**Media:** 7.58

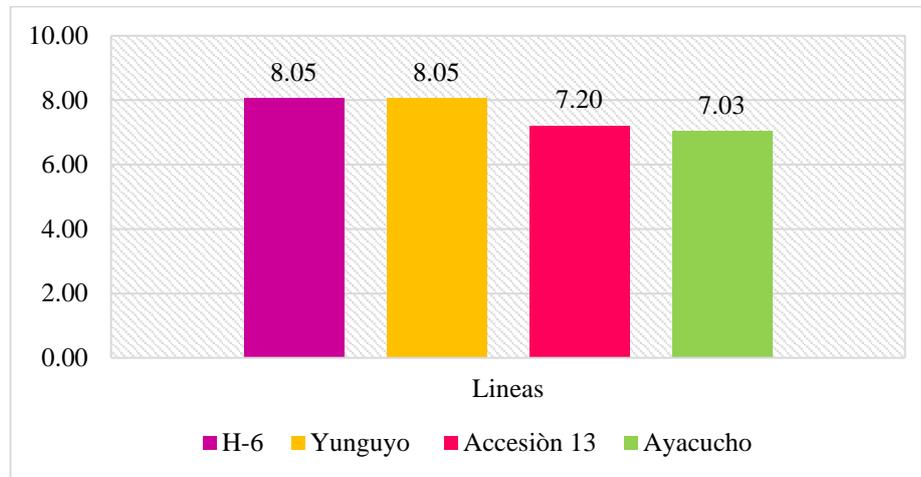
La evaluación comparativa del ancho de grano mediante la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), (Tabla 23; Figura 19), revela que la línea Yunguyo exhibe la medida más elevada en comparación al resto, alcanzando 8.05 mm, mientras que Accesoión 13 presenta medidas reducidas en el ancho de grano con 7.03 mm.

Tabla 23*Prueba de comparación múltiple de Tukey para el ancho de grano*

Líneas	N	Media	Agrupación
Yunguyo	4	8.05	a
H-6	4	8.05	a
Ayacucho	4	7.20	b
Accesión 13	4	7.03	b

Figura 19

Ancho de grano, de las cuatro líneas de tarwi



En el trabajo de investigación de Mamani (2020), se documentó un promedio de 8,12 mm para el ancho de la semilla, cifra similar a la obtenida por Lerma (2020), quien reportó valores que variaron entre 8.1 a 9.7 mm. Semejante al presente estudio, donde el ancho promedio de la semilla fue de 7.58 mm.

4.1.13. Longitud de grano (mm)

En la Tabla 24, el análisis de varianza en relación a la longitud del grano, muestra que no hay diferencia estadística significativa para bloques, pero si para las líneas evaluadas en el estudio, cuyo coeficiente de variación es de 3.22 %, y la longitud promedio del grano obtenida de 11.54 mm.

Tabla 24*Análisis de varianza para la longitud del grano.*

Fuente	GL	SC	C.M	F Valor	P Valor	SIG
Bloque	3	0.080	0.03	0.2	0.8943	ns
Líneas	3	30.83	10.28	74.44	<0.0001	**
Error	9	1.24	0.14			
Total	15	32.16				

CV: 3.22%**Media:** 11.54

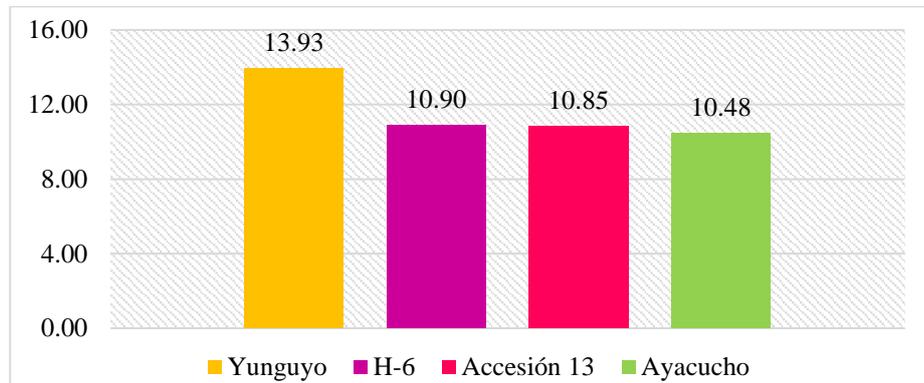
La comparación de la longitud de grano a través de la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), (Tabla 25; Figura 20) indica que la línea Yunguyo exhibe la medida más alta, alcanzando 8.05 mm, sobresaliendo cuantitativamente sobre las demás líneas, mientras que la línea Ayacucho presenta una medida más reducida en términos de longitud de grano, con 10.48 mm.

Tabla 25*Prueba de comparación múltiple de Tukey la longitud de grano*

Líneas	N	Media	Agrupación
Yunguyo	4	13.92	a
Ayacucho	4	10.90	b
Accesión 13	4	10.85	b
H-6	4	10.48	b

Figura 20

Longitud de grano, de las cuatro líneas de tarwi



Según el trabajo realizado por Gutiérrez et al., (2016), demostraron que los valores de longitud de grano (mm), oscilaron entre 0,6 a 9,3 mm. Asimismo, se obtuvieron valores similares en el estudio de Carhuallanqui et al., (2022), desde 0.67 hasta 10,63 mm. En cambio, Lerma (2020), obtuvo una longitud promedio de grano de 11.7 mm similar a los resultados obtenidas en la actual investigación.

4.1.14. Peso de 100 semillas (g)

En la Tabla 26, el análisis de varianza para el peso de 100 semillas, no mostró diferencia estadística significativa para bloques, pero si para líneas, cuyo coeficiente de variación es 2.92% y el peso promedio de 21.77 g.

Tabla 26

Análisis de varianza para el peso de 100 semilla

Fuente	GL	SC	C.M	F Valor	P Valor	SIG
Bloque	3	2.320	0.77	1.91	0.1979	ns
Líneas	3	173.35	57.78	142.97	<0.0001	**
Error	9	3.64	0.40			
Total	15	179.31				

CV: 2.92%

Media: 21.77

La comparación de peso de 100 semillas a través de la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), (Tabla 27; Figura 21), se destaca que la línea H-6 muestra el promedio más alto, registrando 25.4 g, mientras que Accesoión 13 muestra el peso más bajo de 18.2 g.

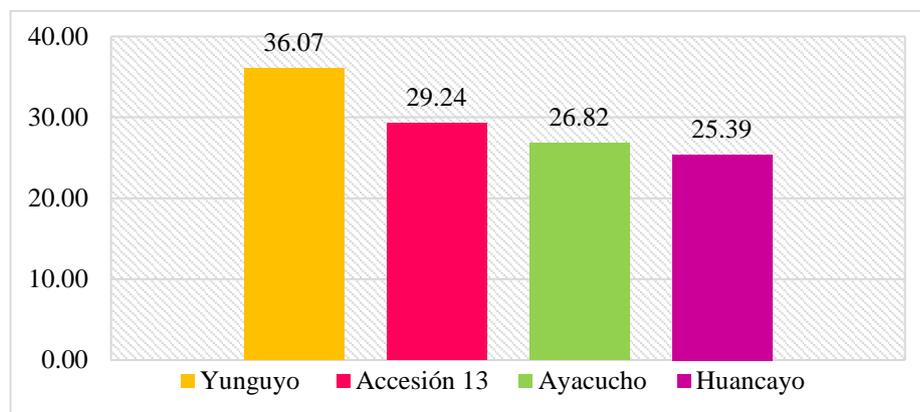
Tabla 27

Prueba de comparación múltiple de Tukey el peso de 100 semillas

Líneas	N	Media	Agrupación
H-6	4	25.40	a
Yunguyo	4	24.70	a
Ayacucho	4	18.80	b
Accesión 13	4	18.20	b

Figura 21

Peso de 100 semillas de cuatro líneas de tarwi



De acuerdo con el estudio de Iscarra (2023), se menciona que logró un promedio de 25.58 g en el peso de 100 semillas, una cifra superior a la obtenida en la investigación actual, que registró un promedio de 21.78 g. En este estudio, las líneas destacadas fueron H-6 y Yunguyo con pesos de 25.4 y 24.7 g. Respectivamente. Además, Plata (2016), obtuvo valores cercanos a lo encontrado a la presente investigación, con un peso de 22.26 g para 100 semillas.

4.1.15. Rendimiento de semillas del eje principal (Kg/ha)

En la Tabla 28, se presenta el análisis de varianza para el rendimiento de semillas del eje central donde no se observaron diferencia estadística significativa para bloques y líneas, donde el coeficiente de variabilidad es igual a 18.28%.

Tabla 28

Análisis de varianza para el rendimiento de semillas del eje principal (Kg/ha)

Fuente	GL	SC	C.M	F Valor	P Valor	SIG
Bloque	3	62717	20906	0.21	0.8876	ns
Líneas	3	802932	267644	2.68	0.1100	ns
Error	9	898794	99866			
Total	15	1764443.07				

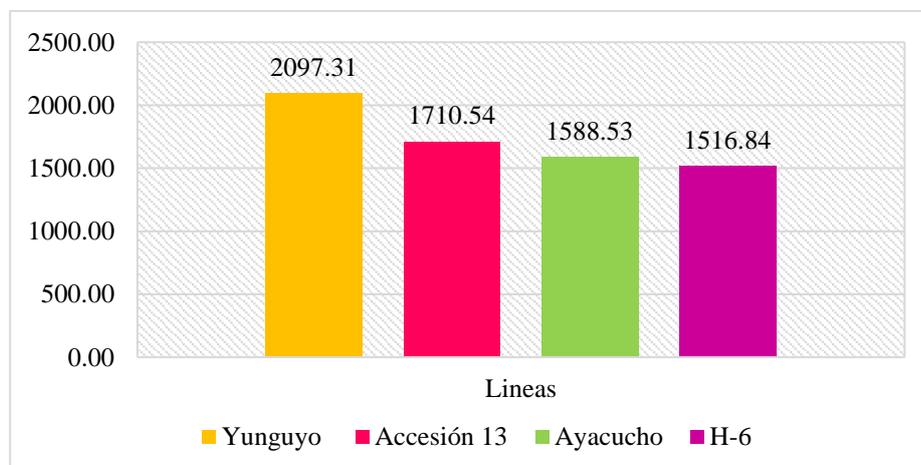
CV: 18.28%

Media: 1728.30

En la Figura 22, se muestra que la línea con mayor rendimiento fue Yunguyo con 2097.31 kg/ha y la línea con menor rendimiento fue H-6 con 1516.84 kg/ha.

Figura 22

Rendimiento de semilla del eje central





Meneses (1996), afirma que los rendimientos obtenidos por los agricultores fluctúan entre 700 y 1200 kg/ha. Dependen de la estructura de la planta, ramas, vainas, el número de granos y el peso de los granos. En ensayos de variedades mejorados en altitudes superiores a los 3000 m. en el Departamento de Cochabamba, los rendimientos fluctúan entre 2500 y 4500 kg/ha. En este estudio el promedio se registró en 1728.30 kg/ha, lo que puede deberse a las bajas precipitaciones durante la campaña agrícola 2022 – 2023 y a los factores climáticos como las heladas que afectaron en el rendimiento del cultivo.

Con el objetivo de determinar las características agronómicas, que son los rasgos genéticos y físicas del cultivo de tarwi se usaron descriptores definidos por Bioversity Internacional en las cuatro líneas de tarwi seleccionadas, como son Yunguyo, H-6, Ayacucho y Acceso 13. El descriptor se utilizó para mostrar el comportamiento del *Lupinus* en relación de cada carácter escogido en la investigación, por ejemplo, la altura de las plantas es un importante componente agronómico pues está estrechamente relacionada con la producción de la biomasa. Según Lagunes et al., (2021) el diámetro es otro parámetro muy importante que; además, de contener los conductos que llevan agua y nutrientes a los diferentes órganos de la planta, también afecta al acame cuando la planta está expuesta a factores externos como el viento o la lluvia, lo cual influye en el tiempo de maduración fisiológica de la planta.

4.2. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

Para la caracterización morfológica se utilizó el descriptor para el género *Lupinus*, validados por el Bioversity International del (International Board for Plant Genetic Resources - IBPGR, 1981).

4.2.1. Atributos de la planta

Tabla 29

Atributos de la planta evaluadas de las líneas de tarwi

Nº	Líneas	Porte	Ritmo de Crecimiento	Vigor	Resistencia Encamado
1	H-6	1	3	5	5
2	Yunguyo	1	3	5	5
3	Accesión 13	1	7	9	7
4	Ayacucho	1	5	3	7

Nota: Porte: 1 Erecto; Ritmo: 3 Lento, 5 Normal, 7 Rápido; Vigor: 3 Bajo, 5 Intermedia, 9 Alta; Encamado: 5 Media, 7 Mucha.

De acuerdo a la Tabla 30, las cuatro líneas mostraron porte erecto, ritmo de crecimiento lento, normal y rápido. Similar al De la Cruz (2018), que encontró portes semi erectos. Accesión 13 y Ayacucho mostraron mucha resistencia al encamado, esto se debe a su altura y cantidad de follaje, Sicos (2019), demostró que más del 80.55% de sus evaluados tiene resistencia al encamando, porque se deben a factores climáticos, capacidad adaptiva y condiciones agroecológicas relacionadas con su distribución nativa (Gross, 1982).

4.2.2. Atributos del tallo

Tabla 30

Atributos del tallo de las cuatro líneas de tarwi

N	Líneas	Formación	Ramificación	Color	Intensidad
1	H-6	0	+	2	5
2	Yunguyo	+	+	2	5
3	Accesión 13	+	+	2	3
4	Ayacucho	+	+	3	7

Nota: Formación: 0 No prominente, + Prominente; Ramificación: + Ramificada; Color: 2 Verde, 3 Gris; Intensidad: 3 Claro, 5 Medio, 7 Oscuro.

De acuerdo a la Tabla 31, los atributos del tallo de las líneas muestran estructura del tallo prominente, mientras que la línea H-6 muestra formación no prominente. Para el color del tallo, H-6, Yunguyo y Accesoión 13 tienen tallo verde y Ayacucho tallo gris. En lo que respecta a la intensidad del color, la línea H-6 y Yunguyo muestra intensidad media, mientras que Accesoión 13 y Ayacucho presentaron intensidad claro y oscuro. Por otro lado Rojas (2023), mostró que en sus variedades y cultivares domesticados presentan importante formación de tallo prominente, color de tallo verde e intensidad claro. Similar a lo encontrado por Iscarra (2023), mostrando una formación de tallo principal prominente y no prominente, así mismo el color del tallo osciló entre verde y gris.

4.2.3. Atributos de hojas

Tabla 31

Atributos de las hojas de las cuatro líneas de tarwi

Nº	Líneas	Forma de Foliolo	Color	Intensidad	Pubescencia
1	H-6	2	2	3	+
2	Yunguyo	2	2	3	+
3	Accesión 13	1	2	3	+
4	Ayacucho	1	3	7	+

Nota: Forma: 1 Elíptica, 2 Se ensancha hacia el extremo; Color: 2 Amarillo, 3 Gris; Intensidad: 3 Claro, 7 Oscuro; Pubescencia: + presencia.

En la Tabla 32, para la caracterización de la hoja las líneas H-6 y Yunguyo mostraron formas de folíolos que se ensanchan hacia los extremos, mientras que Accesoión 13 y Ayacucho fueron de forma elípticas con color de hojas gris e intensidad oscura. Similar a lo encontrado por De la Cruz (2018), quien mostró ecotipos de folíolos de forma elíptica, color de hoja verde e intensidad entre tonalidades de medios y claros.

4.2.4. Atributos de la inflorescencia

Tabla 32

Atributos de la inflorescencia de las cuatro líneas de tarwi

Nº	Líneas	Color del botón floral antes de la floración	Color en las alas recién abiertas
1	H-6	4	4
2	Yunguyo	4	4
3	Accesión 13	7	1
4	Ayacucho	8	1

Nota: Color del botón: 4 Rosa, 7 Azul, 8 Violeta; Color alas: 1 Blanco, 4 Rosa

De acuerdo a la Tabla 33, se observa que el color del botón floral antes de la floración fue rosado para las líneas H-6 y Yunguyo, mientras que para Accesión 13 y Ayacucho fueron azules y violetas. Asimismo, el color de las alas recién abiertas entre las líneas fue rosa y blanco. De modo similar a lo encontrado por Lerma (2020), quien muestra un color del botón floral rosado para el genotipo H-6, mientras que, para la accesión 13 mostró alas blancas de flores recién abiertas.

4.2.5. Atributos de la vaina

Tabla 33

Atributos de la vaina de las cuatro líneas de tarwi

Nº	Líneas	Pubescencia de la vaina madura	Dehiscencia
1	H-6	3	0
2	Yunguyo	0	3
3	Accesión 13	0	3
4	Ayacucho	0	5

Nota: Pubescencia: 0 Ausente, 3 Poca; Dehiscencia: 0 Indehiscente, 3 Ligeramente dehiscente

En la Tabla 34, la línea H-6 muestra poca pubescencia de la vaina madura y mientras que las demás líneas no muestran ninguna pubescencia. La Línea H-6 no tiene dehiscencia, la línea Yunguyo y Accesoión 13 son ligeramente indehiscente y la línea Ayacucho es moderadamente dehiscente. Similar a la investigación realizada por Chino (2019) quien mostró una ligera dehiscencia, con una pubescencia media de la vaina verde y madura, ya a medida que van madurando hay pérdida de pubescencia considerable, predominando la dehiscencia, tomando así al final del ciclo un color pajizo.

4.2.6. Atributos de la semilla

Tabla 34

Atributos de las semillas de las cuatro líneas de tarwi en estudio

Nº	Líneas	Forma	Lustre	Color predominante	Color secundario
1	H-6	2	2	1	0
2	Yunguyo	2	2	1	0
3	Accesión 13	4	2	9	9
4	Ayacucho	4	1	1	9

Nota: Forma: 2 Aplanada esférica o lenticular, 4 Oval aplanada; Lustre: 1 Mate, 2 Brillante; Color: 1 Blanco, 9 Marrón; Color Secundario: 0 No hay color secundario, 9 Marrón

En la tabla 35, se observa la forma de semillas de las líneas H-6 y Yunguyo tienen forma esférica, mientras que las líneas de accesoión 13 y Ayacucho tienen forma oval aplanada, con un lustre brillante. Así como menciona Tapia et al., (2007), que el color de las semillas pueden mostrar una variedad de colores, que incluyen blanco, gris, baya, marrón, negro y veteado. Algunas semillas blancas tienen una apariencia que tienen forma de ceja, media luna y punteada.



4.2.7. Ataque a plagas y enfermedades

En susceptibilidad a las plagas y enfermedades, no se observó presencia de plagas que ocasionen daños al cultivo de tarwi, ya que se observó una reacción ligera de la escala de 2 al 10% de daño al cultivo, ya que lograron completar su ciclo fenológico. Además, Tapia et al., (2007), nos indican que el tarwi es una planta que es relativamente tolerante a enfermedades fungosas y a plagas, sin embargo presentan problemas como la antracnosis.



V. CONCLUSIONES

- Con base a los resultados obtenidos se concluye:
- Para las características agronómicas del primer objetivo propuesto, La Accesoión 13 exhibe características excepcionales en cuanto a días a la floración, siendo la más precoz con 128 días y una madurez fisiológica de 215 días, La línea Yunguyo se destaca por la altura de planta con 103,47 cm y peso promedio de 36.07g en 100 semillas demostrando un mayor rendimiento de 2097.31kg/h. La línea H-6, mostró mayor diámetro de tallo con 14.52 mm, atribuyéndole una capacidad superior de fijar nitrógeno del aire al suelo, también presentó una longitud considerable de la inflorescencia central con 28.62 cm, lo que favorece a la formación de más vainas. La línea Ayacucho fue mejor con respecto al diámetro máximo de la hoja de 10.47cm.
- Respecto a las características morfológicas planteadas en el segundo objetivo, se concluye que las líneas presentan un porte erecto. La Accesoión 13 es de crecimiento rápido y tiene una alta resistencia al acame, que es atribuida a su altura de planta. La línea H-6 presentó vainas indehiscentes debido a su poca pubescencia, mientras que la línea Yunguyo tiene un ritmo de crecimiento normal y vigor intermedioE, por último, la línea Ayacucho presentó una gran resistencia al encamado además de ser moderadamente dehiscente y presentar un color grisáceo oscuro en el tallo.



VI. RECOMENDACIONES

- Accesoión 13, obtuvo la mejor característica agronómicas, por lo tanto, es recomendable realizar la liberación, por su precocidad, resistencia al encamado y buena adaptabilidad bajo las condiciones del Centro Experimental Camacani de la Universidad Nacional del Altiplano y así poder aprovechar su verdadero potencial.
- Desarrollar una política agroalimentaria para recuperar y revalorar el cultivo de tarwi, el cual está lamentablemente desconocido por muchos y subestimados por otros, mediante la conciliación de programas de mejoramiento, instituciones, consumidores y productores.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia CYTA, M. (2001). Ciencia y Técnica Administrativa. *International Standard Serial Number - ISSN 1666-1680. Buenos Aires - Argentina.*
- Aguilar, L. (2015). Evaluación del rendimiento de grano y capacidad simbiótica de once accesiones de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) bajo condiciones de Otuzco - La Libertad. *Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina*, 91.
- Añanguari, E. (2013). Caracterización morfológica y componentes de rendimientos de compuestos avanzados de tarwi (*Lupinus mutabilis* S.) en dos localidades del Valle del Mantaro. *Huancayo - Perú: Universidad Nacional Del Centro Del Perú*, 9–88.
- ANECOMSA. (2001). Tecnologías Agropecuarias Sierra. Lima, Perú. *Asociación Nacional de Empresas Comunales y Multicomunales de Servicios Agropecuarios*, 69.
- Araujo, R. (2015). Parcelas de comprobación de compuestos de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en dos localidades del Valle del Mantaro. *Huancayo - Perú: Universidad Nacional Del Centro Del Perú*, 96.
- Augstburger, F. (1985). Cultivos asociados en climas templados y fríos de Bolivia. *Revista Interamericana de Ciencias Agrícolas*, 35(2), 117–125.
- Blanco, F. (2011). Caracterización morfológica del ecotipo local del Cultivo de Tarwi (*Lupinus mutabilis*) en el Municipio de Carabuco del Departamento de La Paz. *La Paz - Bolivia: Universidad Nacional de San Andres*, 94.
- Blanco, O. (1980). Investigaciones sobre el tarwi. *II Congreso Internacional de Cultivos Andinos. Cusco - Puno: Universidad Nacional San Antonio Abad Del Cusco.*
- Caicedo, C., & Peralta, E. (2001). El cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) fitonutrición, enfermedades y plagas, en el ecuador. *Quito - Ecuador: Instituto Nacional Autonomo de Investigaciones Agropecuarias.*
- Callisaya, I. (2012). Comportamiento Agronómico del Cultivo de Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) bajo dos métodos y tres densidades de siembra en la localidad



- de Carabuco. *La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés*, 90.
- Camarena, F., Huaranga, A., Jimenez, J., & Mostacero, E. (2012). Revaloración de un cultivo subutilizado: Chocho o Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet). *Editorial: CONCYTEC, Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina*.
- Carhuallanqui, S., CCora, A., Vilcapoma, L., & Casas, J. (2022). Caracterización del tarwi (*Lupinus mutabilis*) y diseño de un prototipo de desamargador para la reducción de alcaloides. *Agri-Food Science: Universidad Nacional Del Centro Del Perú*, 1(1), 1–8.
- Carreño, A. (1975). Estudio de la variabilidad de 50 entradas de la colección de Tarwi (*Lupinus mutabilis* S.). *Cusco - Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad Del Cusco*.
- Chino, I. (2019). Determinación de rotación y densidades apropiadas del cultivo de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en dos sectores de la Zurite - ANTA. *Cusco - Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad Del Cusco*, 119.
- CIPCA. (2004). Centro de Investigación y Promoción del Campesinado: El potencial del tarwi. *La Paz, Bolivia*.
- CIPCA. (2009). Centro de Investigación y Promoción del Campesinado: Cultivo del Tarwi. *La Paz, Bolivia: Memoria Informe de Gestión 2009*, 11–34.
- Concha, L. (1994). Curso de Cultivos Andinos del 12 al 14 de septiembre: Publicación INIA, unidad de validación y transferencia tecnológica. *COPACA Cusco-Perú*.
- De la Cruz, N. (2018). Caracterización fenotípica y de rendimiento preliminar de ecotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), bajo condiciones del callejón de Huaylas - Ancash". *Lima - Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina*, 141.
- DRA. (2013). *Manual técnico Agrario Tarwi: Siembra, cultivo y cosecha. Dirección Regional de Agricultura Ancash*.
- Enriquez, A. (1981). Evaluación del incremento de Nitrógeno al suelo por el cultivo de Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet). *Cusco - Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad Del Cusco*.



- Espinoza, E. (1990). Cultivos andinos. *Primera Edición . Lima - Perú.*
- Esquivel, N. (1961). Evaluación del contenido d proteínas en granos de 150 muestras de la CTC. *Cusco - Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad Del Cusco.*
- Flores, E. (2018). Caracterización agrobotánica de trece líneas avanzadas de tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) por precocidad y rendimiento en el Centro Agronómico de K'ayra. *Cusco, Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad Del Cusco. K'ayra, 139.*
- Garay, O. (2015). El tarwi alternativa para la lucha contra la desnutrición infantil. Ministerio de Agricultura y Riego. *Huancayo - Perú: Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA Estación Experimental Agraria Santa Ana, 64.*
- Gross, R. (1982). El cultivo y la utilización del tarwi: *Lupinus mutabilis Sweet. Italia: Organización de Las Naciones Unidas Para La Agricultura y La Alimentación, 236.*
- Gutiérrez, A. ; Infantes, M. ; Pascual, G. ; & Zamora, J. (2016). Evaluación de los factores en el desamargado de tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*). *Trujillo - Perú: Agroindustrial Science. Universidad Nacional de Trujillo, 6, 1–5.*
- Guzman, L., Avila, G., & Céspedes, M. (2001). Catalogo de recursos genéticos bolivianos de *Amaranthus*, *Capsicum*, *Cucurbitaceae*, *Lupinus* y *Phaseolus*. *Cochabamba - Bolivia. Centro de Investigaciones Fitoecogenéticas de Pairumani (CIFP): Fondo Nacional Para Medio Ambiente, 3, 124.*
- Henríquez, P. (2002). Glosario de términos útiles para el manejo de los Recursos Fitogenéticos. In *Red Mesoamericana de Recursos Fitogenéticos: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA* (pp. 1–92).
- Hidalgo, R. (2003). Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Genéticos. *Boletín Técnico No. 8, Cali, Colombia: Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI).*
- Huisa, J. (2018). Evaluación del comportamiento agronómico de catorce accesiones del ensayo nacional de tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet.*) en el CIP Camacani. *Puno - Perú: Universidad Nacional Del Altiplano., 115.*



- INIA. (2014). Hoja divulgativa N°1 Manejo agronómico del tarwi. *Instituto Nacional de Innovación Agraria, Dirección de Investigación Agraria, Dirección de Extensión Agraria. Estación Experimental Agraria Santa Ana. Huancayo, Perú.*
- INIA. (2021). Nueva variedad de Tarwi. *Huancayo - Perú: Estacion Experimental Santa Ana, 2.*
- INIAP. (2001). Manual Agrícola de Granos Andinos: chocho, quinua, amaranto y ataco, Cultivos, variedades y costos de producción. *Manual No 69, Quito - Ecuador. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias.*
- International Board for Plant Genetic Resources - IBPGR. (1981). *Descriptores de Lupinus.*
- Iscarra, A. (2023). Caracterización agronómica, morfológica y físico - química de 10 genotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en el centro experimental Camacani. *Puno - Perú: Universidad Nacional Del Altiplano.*
- ITIS. (2023). Sistema Integrado de Información Taxonomía. *Obtenido de <https://www.itis.gov/>.*
- Jacobsen, S.-E., & Mujica, À. (2006). El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) y sus parientes silvestres. *Botánica Económica de Los Andes Centrales. La Paz - Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés, 458–482.*
- Lagunes, E., Villanueva, C., Lagunes, E., Zamora, E., & Ávila, N. (2021). Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. *Estado de México - México: Universidad Autónoma Chapingo, 12(2), 317–329.*
<https://doi.org/10.29312/remexca.v12i2.2848>
- Leòn, J. (1964). Plantas alimenticias andinas. *Lima - Perú: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas Zona Andina, 6, 112.*
- Lerma, B. (2020). Evaluación del comportamiento agronómico de ocho genotipos selectos de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) bajo condiciones del CIP. Camacani - UNA – Puno. *Puno - Perú: Universidad Nacional Del Altiplano, 142.*
- Lescano, J. (1994). Genética y mejoramiento de cultivos Altoandinos: quinua, kañihua, tarwi, kiwicha, papa amarga, olluco, ashua y oca. *Perù. Programa*



Interinstitucional de Waru Waru (PIWA) & Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca (PEBLT).

- Mamani, N. (2020). Caracterización agrobotánica de 103 entradas de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en la comunidad campesina de Yutto – Andahuaylillas - Quispicanchi - Cusco. *Cusco, Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad Del Cusco*, 162.
- Marmolejo, D. (2002). Recursos fitogenéticos. Universidad Nacional del Centro del Perú. *Huancayo - Perú: Universidad Nacional Del Centro Del Perú*.
- Meneses, R. (1996). Las leguminosas en la Agricultura Boliviana, Revisión de información. *Cochabamba - Bolivia. Proyecto Rhizobiología, CIAT-CIF-P*.
- MIDAGRI. (2023). *Producción y comercio del Tarhui*. 1–15.
- Mujica, A. (1977). Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet). *Puno, Perú: Ministerio de Alimentación (Zona Agraria XII), Puno*.
- Mujica, A. (1994). Potencial del tarwi dulce “inti” (*Lupinus mutabilis* Sweet) en los Andes Peruanos. *Valdivia, Chile: En Resúmenes Del VIII Congreso Internacional de Los Sistemas Agrícolas y Su Proyecciónal Tercer Milenio*.
- Mujica, A., Chura, E., Moscoso, G., Chuquimia, D., Romero, T., Astete, A., Calandri, E., & Montoya, P. (2021). Selección de cultivares de Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) por rendimiento, precocidad, contenido de aceite y proteína en Puno, Perú. *Perú, Brasil: Editora Artemis 2021*, 1–13.
- Palacios, A. (2003). Obtención de alcohol a partir de la malta de (*Lupinus mutabilis* Sweet.). *Proyecto de Investigación 2003. Huancayo - Perú: Universidad Nacional Del Centro Del Perú. Facultad de Ingeniería Química*.
- Plata, J. (2016). Comportamiento Agronómico de dos Variedades de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), bajo tres densidades de siembra en la comunidad Marka Hilata Carabuco, La Paz. *La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés*, 90.
- Quenallata, J. (2008). Evaluación de variables agronómicas de cinco ecotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en dos comunidades del Municipio de Ancoraimes. *La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés*, 101.



- Rojas, N. (2023). Caracterización fenotípica y agronómica de cultivares de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en la Jalca Grande, Amazonas. *Amazonas - Perú: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas*, 105.
- Sancho, E. (2011). Evaluación de características agronómicas De 80 Accesiones De Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) del Banco de Germoplasma, Camacani. *Puno - Perú: Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional Del Altiplano*, 83.
- Sicos, D. (2019). Caracterización Agrobotánica de ciento treinta y seis accesiones de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en Andenes ANTA. *Cusco, Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad Del Cusco*, 238.
- Sierra y selva exportadora. (2021). Análisis de mercado: Tarwi. *Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego: Unidad de Inteligencia Comercial*.
- Steel, R., & Toriie, J. (1985). Bioestadística: Principios y Procedimientos. Bogotá, Colombia. *Editorial McGRAW-HILL LATINOAMERICANA S.A.*
- Suquillanda, M. (1984). Cultivos asociados en el Ecuador: una experiencia. *IV Congreso Internacional de Cultivos Andinos. Centro Regional de Investigaciones, Obonuco, Pasto, ICA*.
- Tapia, M. (1997). Cultivos Andinos Sub Explotados y su aporte a la alimentación. *FAO. 1ra Edición Santiago de Chile*.
- Tapia, M. (2015). El tarwi, Lupino Andino. Mujeres Andinas en Camino: Promoción del producto de tarwi de la Provincia de Huaylas hacia el mercado nacional e internacional en el marco rural del desarrollo sostenible. *Áncash, Perú*.
- Tapia, M., Fries, A., Mazar, I., & Rosell, C. (2007). El tarwi o lupinu andino. Guía de campo de cultivos andinos. *Guía de Campo de Cultivos Andinos. Lima - Perú: FAO y ANPE*.
- Tineo, J. (2002). Cultivo del Tarwi. Instituto Nacional de Innovación Agraria. *Lima - Perú: Dirección General de Investigación Agraria. Folleto N°04*.
- Villacres, E. (2006). Departamento de Nutrición y Calidad de Alimentos. *Quito, Ecuador: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias*.



Zavaleta, A. (2018). *Lupinus mutabilis* (Tarwi). Leguminosa andina con gran potencial industrial Amparo Iris Zavaleta. Lima - Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Fondo Editorial.

ANEXOS

ANEXO 1. Evaluación de días a la floración y madurez fisiológica del eje central

LÍNEAS	DÍAS A LA FLORACIÓN				DÍAS A MADUREZ FISIOLÓGICA, EJE CENTRAL			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
H-6	140	138	140	139	228	228	228	227
Yunguyo	135	136	134	136	224	224	224	224
Accesión 13	129	127	128	129	215	215	216	215
Ayacucho	135	133	133	134	222	222	223	222

ANEXO 2. Evaluaciones de la altura de planta en floración y del diámetro del tallo principal

LÍNEAS	ALTURA DE PLANTA EN FLORACIÓN (cm)				DIÁMETRO DE TALLO PRINCIPAL (cm)			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
H-6	93.60	95.43	94.96	104.81	14.05	13.03	16.95	14.04
Yunguyo	102.43	105.31	91.13	115.00	11.01	12.64	13.27	13.43
Accesión 13	76.26	74.33	74.22	91.22	11.86	12.97	10.88	9.18
Ayacucho	81.85	75.77	75.89	78.89	12.10	10.31	14.01	10.10

ANEXO 3. Datos evaluados de longitud del peciolo y de la inflorescencia central

LÍNEAS	LONGITUD DEL PECIOLO				LONGITUD DE LA INFLORESCENCIA PRINCIPAL			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
H-6	6.5	6.5	6.3	6.4	28.25	28.57	29.28	28.38
Yunguyo	7.3	7.1	7.3	7.3	27.98	27.91	27.97	28.11
Accesión 13	6.5	7.7	5.6	6.6	25.71	26.67	27.61	27.67
Ayacucho	7.2	7.1	7.2	7.1	27.81	27.79	27.08	27.59



ANEXO 4. Datos evaluados de las vainas por eje central y los granos por cada vaina

LÍNEAS	VAINAS POR EJE CENTRAL				GRANOS POR VAINA			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
H-6	25.79	25.00	26.00	24.00	6	6	5	6
Yunguyo	22.00	21.00	21.00	21.00	6	6	5	6
Accesión 13	25.58	25.00	25.00	24.75	6	6	6	6
Ayacucho	21.92	23.00	22.00	23.00	5	6	6	6

ANEXO 5. Datos evaluados de la longitud y ancho de la vaina

LÍNEAS	LONGITUD DE LA VAINA				ANCHO DE LA VAINA			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
H-6	95.87	85.82	95.85	95.87	14.93	15.49	15.14	15.14
Yunguyo	91.54	81.55	81.60	81.32	15.39	15.17	15.22	15.09
Accesión 13	88.35	88.35	88.37	88.38	14.86	15.22	15.34	14.35
Ayacucho	87.13	87.10	87.10	87.56	15.01	14.82	14.94	15.00

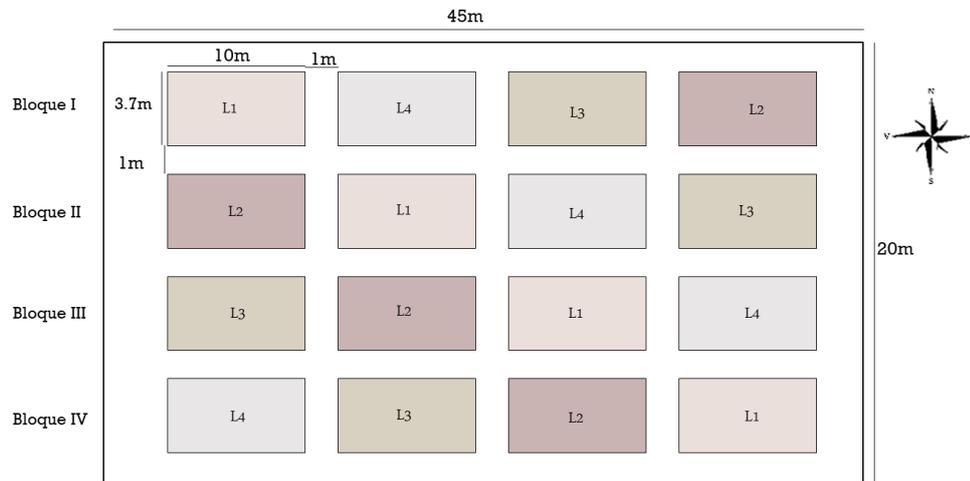
ANEXO 6. Datos evaluados del ancho y longitud del grano

LÍNEAS	ANCHO DEL GRANO				LONGITUD DEL GRANO			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
H-6	8.20	7.60	8.10	8.30	10.60	10.20	10.80	10.30
Yunguyo	8.10	8.10	7.90	8.10	14.30	14.10	13.50	13.80
Accesión 13	6.90	7.10	6.90	7.20	10.80	11.20	10.60	10.80
Ayacucho	7.20	7.00	7.30	7.30	10.90	10.30	11.20	11.20

ANEXO 7. Evaluación para el rendimiento del grano del eje central

RENDIMIENTO DE GRANO DEL EJE CENTRAL				
LÍNEAS	I	II	III	IV
H-6	1516.95	1532.70	1489.90	1527.80
Yunguyo	2269.20	2267.70	2271.60	1580.73
Accesión 13	1524.45	1531.50	1524.60	2261.63
Ayacucho	1467.90	1460.80	1450.10	1975.33

ANEXO 8. Croquis de distribución de tratamientos en estudio



Línea 1: H-6
Línea 2: Yunguyo
Línea 3: Accesión 13
Línea 4: Ayacucho

ANEXO 9. Selección de semillas de cuatro líneas de tarwi para la siembra



ANEXO 10. Semillas de cuatro líneas de tarwi



ANEXO 11. Análisis de semilla



ANEXO 12. Uso de una maquinaria agrícola para el surcado



ANEXO 13. Delimitación de las parcelas experimentales con yeso y cordel en el Centro

Experimental Camacani – UNA Puno



ANEXO 14. Siembra de las semillas por golpe



ANEXO 15. Riego realizado durante las primeras fases fenológicas del cultivo de tarwi



ANEXO 16. Evaluaciones del diámetro de hoja



ANEXO 17. Aporque del cultivo de tarwi en el campo experimental



ANEXO 18. Registro de datos durante el desarrollo del cultivo de tarwi



ANEXO 19. Desarrollo del eje central de las cuatro líneas de tarwi



ANEXO 20. Cosecha del cultivo de tarwi



ANEXO 21. Venteado y separado de brosas de las semillas de tarwi



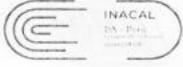
ANEXO 22. Granos de tarwi de las cuatro líneas



ANEXO 23. Análisis físico químico del suelo del presente trabajo de investigación


Instituto Nacional de Innovación Agraria

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 200


INACAL
DA - Perú
010000104

INFORME DE ENSAYO

N° 05075-23/SU/ LABSAF - ILLPA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente	: Nely Roxana Quispe Alave.
Propietario / Productor	: Nely Roxana Quispe Alave.
Dirección del cliente	: Av. El sol esquina branden.
Solicitado por	: Nely Roxana Quispe Alave.
Muestreo por	: Cliente.
Número de muestra(s)	: 01 muestra.
Producto declarado	: Suelo Agrícola.
Presentación de las muestras(s)	: Bolsa de plástico.
Referencia del muestreo	: Reservado por el Cliente.
Procedencia de muestra(s)	: Plateria / Chucuito / Puno.
Fecha(s) de muestreo	: 2023-05-30
Fecha de recepción de muestra(s)	: 2023-05-31
Lugar de ensayo	: Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliarés - LABSAF Illpa.
Fecha(s) de análisis	: 2023-06-31
Cotización del servicio	: 075-23-ILL
Fecha de emisión	: 2023-06-12



II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio	SU1964-ILL-23	--	--	--	--	--
Matriz Analizada	Suelo	--	--	--	--	--
Fecha de Muestreo	2023-05-30	--	--	--	--	--
Hora de Inicio de Muestreo (h)	14:00	--	--	--	--	--
Condición de la muestra	Conservada	--	--	--	--	--
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	M1	--	--	--	--	--

Ensayo	Unidad	LC	Resultados					
pH	unid. pH	--	5,6	--	--	--	--	--
Conductividad Eléctrica	mS/m	--	7,1	--	--	--	--	--
Materia Orgánica (**)	%	--	1,4	--	--	--	--	--
Nitrógeno (**)	%	--	0,05	--	--	--	--	--
Fósforo (**)	ppm	--	11,05	--	--	--	--	--
Potasio (**)	ppm	--	186,7	--	--	--	--	--
Carbonatos de calcio	%	--	0,00	--	--	--	--	--
Textura (**)								
Arena	%	--	73,80	--	--	--	--	--
Limo	%	--	12,92	--	--	--	--	--
Arcilla	%	--	13,28	--	--	--	--	--
Clase Textural	---	--	Arena Franca	--	--	--	--	--
Cationes Intercambiables (**)								
Aluminio (Al) (*)	meq/100g	--	T	--	--	--	--	--

III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA 9045D, Rev. 4, 2004. Soil and waste pH.
Conductividad Eléctrica	ISO 11265:1994/Cor.1:1996. Soil quality- Determination of the Specific Electrical Conductivity-Technical Corrigendum 1.
Textura	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.9 AS-09:2000. Determinación de la textura del suelo por procedimiento de Bouyoucos.
Materia Orgánica	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.7 AS-07: 2000. Contenido de Materia Orgánica por el método de Walkley y Black.
Nitrogeno	ISO 11261: 1995. First edition. Soil quality-Determination of total nitrogen-Modified Kjeldahl method.
Fósforo	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.10 AS-10: 2000. Determinación de fósforo por el método de Olsen y colaboradores.
Potasio	Manual de procedimientos de los análisis de suelos y agua con fines de riego -INIA. Ed. 1era.2017. ítem 4.9.1. Pag. 82. Potasio Disponible.
Aluminio Intercambiable	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.3.17 AS-23. Determinación de la acidez y el aluminio intercambiable de cloruro de potasio.
Carbonatos de calcio	Norma Oficial Mexicana NOM-021-recnat-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.3.25 AS-29:2000. Determinación de Carbonato de calcio por el método de Neutralización Ácida.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 200



INFORME DE ENSAYO
N° 05075-23/SU/ LABSAF - ILLPA

IV. CONSIDERACIONES

- Estado en las que ingreso la Muestras: Buenas Condiciones de almacenamiento
 - Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente.
 - Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo
 - Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
 - Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente.
 - El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.
 - Medición de pH realizada a 25 °C
- (*) Este dato ha sido proporcionado por el cliente, por lo que el laboratorio no es responsable de dicha información.
 (**) El (Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) a métodos de ensayo que no han sido acreditados por el INACAL-DA.
 (***) El (Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) a métodos de ensayo que no han sido acreditados por el INACAL-DA, debido a que la muestra no es idónea para el ensayo.

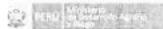
V. AUTORIZACIÓN DEL INFORME DE ENSAYO

- El presente Informe de ensayo ha sido autorizado por: Jorge Canihua - Responsable del laboratorio del LABSAF Illpa.



Jorge Canihua Rojas
 Jorge Canihua Rojas
 Responsable de Laboratorio LABSAF Illpa

FIN DE INFORME DE ENSAYO



LABSAF

Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Foliáres
 Acreditado con la Norma
 NTP-ISO/IEC 17025:2017
 Dirección: Anexo Rinconada Salcedo SIN, Puno - Puno

Página 7 de 7
 F-46 / Ver.03
 www.inia.gob.pe



ANEXO 24. Análisis de semilla de las cuatro líneas de tarwi en estudio



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Av. Floral N° 1153, C.U. Telf. (051) 599430 - 366080 IP: 20102 Casilla 291 e-mail: fca-una@eudoramail.com



LABORATORIO DE ANALISIS DE SEMILLA

INFORMACION DEL SOLICITANTE

Apellidos y Nombres: Quispe Alave Nely Roxana
Muestra: Semillas de tarwi
Procedencia: C.E Camacani – UNA Puno
Fecha de Ingreso: C.U 10 de Marzo del 2023

DATOS DE LA MUESTRA

Especie: Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet)
Líneas: 04 Muestras de semillas de tarwi
1) Línea 1: H-6
2) Línea 2: Yunguyo
3) Línea 3: Acceso 13
4) Línea 4: Ayacucho

RESULTADOS DE ANALISIS

Numero de muestra	Análisis de pureza (%)	Poder germinativo (%)	Valor cultural (%)	Peso de 100 semillas (g)	Peso Hectolítrico (kg/hl)
1	99.7	88	87	25.4	71.60
2	99.7	86	85	24.7	71.20
3	90.0	90	89	18.2	70.80
4	99.4	72	71	18.8	70.00

Puno, C.U. 22 de agosto de 2023


.....
JEFE
M.Sc. SATURNINO MARCA VILCA
Jefe de Laboratorio de análisis de semilla
EPIA - FCA


.....
LUCIANO J. DUEÑAS QUISPE
Técnico Lab. de análisis de semilla



ANEXO 25. Costo de Producción del cultivo de Tarwi

DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO (S/.)	CANTIDAD	COSTO TOTAL (S/.)
I. COSTOS DIRECTOS				2178
1. INSUMOS				810
1.1. Semilla	Kg/ha	5.5	120	660
1.2. Fertilizante	50kg	150	1	150
2. MAQUINARIA AGRÍCOLA				150
2.1. Roturación y rastrado	Hrs./Maq	50	2	100
2.2. Surcado	Hrs/Maq	50	1	50
3. MANO DE OBRA				1160
3.1. Siembra				
Siembra y tapado	Jornal	50	4	200
3.2. Labores Culturales				
Primer aporque y deshierbo	Jornal	40	6	240
Segundo aporque y deshierbo	Jornal	40	5	200
3.4. Control fitosanitario	Jornal	40	2	80
3.5. Fertilización complementaria	Jornal	40	2	80
3.6. Cosecha				
Corte o ciega	Jornal	40	3	120
Trillado	Jornal	40	3	120
Venteo	Jornal	40	3	120
4. SERVICIOS				38
Análisis de fertilidad del suelo	Muestra	38	1	38
5. OTROS MATERIALES				20
Libreta de Campo	Unidad	5	1	5
Yeso	Kg	3	1	3
Cordel	Unidad	4	1	4
Sacos	Unidad	4	2	8
II. COSTOS INDIRECTOS				174.24
Gastos generales (8% Costos indirectos)				174.24
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				2352.24

FINANCIAMIENTO:

- Proyecto Mejoramiento Genético de Cultivos	70%
- Tesista	20%
- Centro Experimental Camacani	<u>10%</u>
- TOTAL	100%



ANEXO 26. Declaración jurada de autenticidad de tesis



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo NELY ROXANA QUISPE ALAVE
identificado con DNI 75402059 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERIA AGRONÓMICA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

" CARACTERIZACIÓN AGROMORFOLOGICA DE CUATRO LINEAS

SELECTAS DE TARWI (Lupinus mutabilis Sweet) EN CAMACANI

PUNO - PERÚ "

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 27 de agosto del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



ANEXO 27. Autorización para el repositorio de tesis en el repositorio institucional



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo NELY ROXANA QUISPE ALAVE,
identificado con DNI 75402059 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERIA AGRONÓMICA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

" CARACTERIZACIÓN AGROMORFOLÓGICA DE CUATRO LINEAS
SELECTAS DE TARWI (*Lupinus mutabilis Sweet*) EN CARACANI
PUNO - PERÚ "

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 27 de agosto del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella