

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**

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

**CARACTERIZACIÓN FENOTÍPICA Y AGRONÓMICA DE  
CULTIVARES DE TARWI (*Lupinus mutabilis* Sweet) EN LA  
JALCA GRANDE, AMAZONAS**

**Autor: Bach. Ney Rojas Culqui**

**Asesor: Dr. Carlos Eduardo Millones Chanamé**

**Registro: (.....)**

**CHACHAPOYAS - PERÚ**

**2023**

# AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL  
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

## ANEXO 3-H

### AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM

#### 1. Datos de autor 1

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): Rojas Culqui, Ney  
DNI N°: 74358287  
Correo electrónico: 7435828771@untrm.edu.pe  
Facultad: de Ingeniería y Ciencias Agrarias  
Escuela Profesional: Ingeniería Agrónoma

#### Datos de autor 2

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): \_\_\_\_\_  
DNI N°: \_\_\_\_\_  
Correo electrónico: \_\_\_\_\_  
Facultad: \_\_\_\_\_  
Escuela Profesional: \_\_\_\_\_

#### 2. Título de la tesis para obtener el Título Profesional

Caracterización fenotípica y agronómica de cultivares de tarwi  
(Lupinus mutabilis Sweet) en la Talca Grande, Amazonas

#### 3. Datos de asesor 1

Apellidos y nombres: Milones Chaname, Carlos Eduardo  
DNI, Pasaporte, C.E N°: 16702444  
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) https://orcid.org/0000-0001-7236-6341

#### Datos de asesor 2

Apellidos y nombres: \_\_\_\_\_  
DNI, Pasaporte, C.E N°: \_\_\_\_\_  
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) \_\_\_\_\_

#### 4. Campo del conocimiento según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos- OCDE (ejemplo: Ciencias médicas, Ciencias de la Salud-Medicina básica-Immunología)

[https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde\\_ford.html](https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html) 4.00.00 Ciencias Agrarias  
4.01.00 Agricultura, Silvicultura, Pesquería 4.01.05 Agricultura 4.01.06 Agronomía

#### 5. Originalidad del Trabajo

Con la presentación de esta ficha, el(la) autor(a) o autores(as) señalan expresamente que la obra es original, ya que sus contenidos son producto de su directa contribución intelectual. Se reconoce también que todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal.

#### 6. Autorización de publicación

El(los) titular(es) de los derechos de autor otorga a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), la autorización para la publicación del documento indicado en el punto 2, bajo la *Licencia creative commons* de tipo BY-NC: Licencia que permite distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial por lo que la Universidad deberá publicar la obra poniéndola en acceso libre en el repositorio institucional de la UNTRM y a su vez en el Registro Nacional de Trabajos de Investigación-RENATI, dejando constancia que el archivo digital que se está entregando, contiene la versión final del documento sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador.

Chachapoyas, 19 de mayo de 2023

Firma del autor 1

Firma del Asesor 1

Firma del autor 2

Firma del Asesor 2

## **DEDICATORIA**

Con mucho amor y cariño a mis queridos padres, Eleuterio Rojas Puerta y Francisca Culqui Guiop, por estar siempre en las buenas y malas, por brindarme su apoyo incondicional, por sus grandes esfuerzos durante mi formación profesional, y por haberme guiado cada día con sus valores y principios para hacer de mí, una persona de bien.

Con mucho cariño y gratitud a mis hermanos Flor Emérita, Rosa Neyda, Neyson Noe, Merli, Jhoendel y Segundo Gonzalito Rojas Culqui, por haber estado presentes durante mi formación profesional, por haber confiado en mí en cada momento de mis días y por el apoyo brindado durante la ejecución de mi tesis.

A todos mis familiares, amigos, ex compañeros de la Universidad y del Ejército del Perú por el apoyo moral que me brindaron cuando me sentía desfallecer en el camino.

## **AGRADECIMIENTO**

Mis infinitas gracias a Dios por haberme dado la oportunidad de vivir, por guiarme por el buen camino, por darme fortaleza en los momentos difíciles para lograr llegar hasta este momento de mi vida.

Son muchas las personas a las que debo agradecer por haberme ayudado lograr este objetivo; quizás sea poco decir gracias, pero desde el fondo de mi corazón les estaré eternamente agradecido y dispuesto a tenderlos la mano cuando así lo requieran. Sin embargo, resalto a algunas de las personas que sin las cuales no hubiera sido posible llegar hasta este punto de mi vida:

A mis padres por su constante e incansable apoyo durante todas las etapas de mi vida. Quienes a pesar de mis fallas estas dispuesto a seguir confiando en mí.

Mis más sincero agradecimiento al Dr. Carlos Eduardo Millones Chanamé por su apoyo, orientación y sugerencias certeras.

A todos y cada uno de mis buenos docentes quienes compartieron sus conocimientos e inculcaron sus buenos principios y valores en las aulas día a día.

A todos mis compañeros y amigos de la Organización Internacional TechnoServe, por haberme brindado la oportunidad de poder trabajar y a la misma vez desarrollar mi trabajo de investigación.

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, por haberme acogido en sus aulas durante 5 años; muy en particular a la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias y a la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agrónoma.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS**

**PhD. JORGE LUIS MAICELO QUINTANA  
RECTOR**

**Dr. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES  
VICERRECTOR ACADÉMICO**

**Dra. MARÍA NELLY LUJÁN ESPINOZA  
VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN**

**Dr. ERICK ALDO AUQUIÑIVIN SILVA  
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS**

## VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS



**UNTRM**

**REGLAMENTO GENERAL**  
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

### ANEXO 3-L

#### VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (X)/Profesional externo ( ), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Caracterización fenotípica y agronómica de cultivares de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) en la Jalca Grande, Amazonas.; del egresado Ney Rojas Colqui de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrícolas Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.



Chachapoyas, 19 de mayo de 2023

Firma y nombre completo del Asesor  
Dr. Carlos Eduardo Millones Chauamé

## JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



-----  
Ph.D. LIGIA MAGALI GARCÍA ROSERO

**PRESIDENTE**



-----  
Dr. SEGUNDO MANUEL OLIVA CRUZ

**SECRETARIO**



-----  
M.Sc. CESAR GUEVARA HOYOS

**VOCAL**

# CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



**UNTRM**

**REGLAMENTO GENERAL**  
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

## ANEXO 3-Q

### CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

Caracterización fenotípica y agronómica de cultivares de tarwi  
(Lupinus mutabilis Sweet) en la Talca Grande, Amazonas.

presentada por el estudiante ( )/egresado (x) Ney Rojas Calqui

de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma

con correo electrónico institucional 7435828771@untrm.edu.pe

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- La citada Tesis tiene 24 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor () / igual ( ) al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- La citada Tesis tiene \_\_\_\_\_ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.



Chachapoyas, 27 de marzo del 2023

  
SECRETARIO

  
PRESIDENTE

  
VOCAL

OBSERVACIONES:

.....  
.....

# ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL  
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

## ANEXO 3-S

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 13 de abril del año 2023, siendo las 11:06 horas, el aspirante: Bach. Ney Rojas Culqui, asesorado por Dr. Carlos Eduardo Millones Chasamí defiende en sesión pública presencial () / a distancia ( ) la Tesis titulada: Caracterización fenológica y agronómica de cultivos de Tawiri (Lupinus mutabilis Sweet) en la Jalca Grande, Amazonas., para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Ph. D. Lidia Magali García Posa

Secretario: Dr. Segundo Manuel Olivo Cruz

Vocal: M. Sc. César Guevara Hoyos

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado () por Unanimidad () / Mayoría ( )

Desaprobado ( )

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 12:27 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

  
SECRETARIO

  
VOCAL

  
PRESIDENTE

OBSERVACIONES:  
.....

## ÍNDICE O CONTENIDO

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM.....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS .....	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS.....	vi
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS .....	vii
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS .....	viii
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS .....	ix
ÍNDICE O CONTENIDO.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiv
RESUMEN .....	xvi
ABSTRACT .....	xvii
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>18</b>
1.1 El tarwi o chocho.....	18
1.2 Importancia del tarwi.....	18
1.3 Producción del tarwi.....	19
1.4 Importancia de la caracterización .....	20
1.5 Justificación de la investigación.....	21
<b>II. MATERIAL Y MÉTODOS .....</b>	<b>22</b>
2.1 Lugar de ejecución del experimento.....	22
2.2 Material.....	24
2.3 Metodología.....	26
2.3.1 Diseño experimental .....	26
2.3.2 Instalación y manejo del experimento .....	27
2.3.3 Evaluación de variables .....	29
<b>III. RESULTADOS.....</b>	<b>32</b>
3.1 Caracterización fenotípica del tarwi .....	32

3.2	Comportamiento agronómico y productivo del tarwi .....	46
3.3	Determinación de la calidad de grano .....	61
<b>IV.</b>	<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>62</b>
4.1	Características fenotípicas del tarwi .....	62
4.2	Comportamiento agronómico y productivo del tarwi .....	67
4.3	Calidad de grano del tarwi.....	75
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>77</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>78</b>
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>79</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>.....</b>	<b>83</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Resultados del análisis de caracterización del suelo experimental .....	23
<b>Tabla 2.</b> Características del campo experimental .....	26
<b>Tabla 3.</b> Cuadro de análisis de varianza .....	27
<b>Tabla 4.</b> Caracterización del tallo del tarwi .....	32
<b>Tabla 5.</b> Ramificación del tarwi .....	33
<b>Tabla 6.</b> Caracterización de la hoja del tarwi .....	33
<b>Tabla 7.</b> Caracterización de la inflorescencia del tarwi .....	37
<b>Tabla 8.</b> Caracterización de la vaina del tarwi .....	39
<b>Tabla 9.</b> Caracterización de la semilla del tarwi .....	40
<b>Tabla 10.</b> Caracterización de la plántula del tarwi .....	41
<b>Tabla 11.</b> Evaluación preliminar del cultivo de tarwi .....	42
<b>Tabla 12.</b> Datos agronómicos del cultivo de tarwi .....	43
<b>Tabla 13.</b> Susceptibilidad al estrés del cultivo de tarwi .....	44
<b>Tabla 14.</b> Susceptibilidad a las enfermedades del cultivo de tarwi .....	45
<b>Tabla 15.</b> Resumen del comportamiento agronómico del tarwi .....	46
<b>Tabla 32.</b> Resumen del comportamiento productivo del tarwi .....	52
<b>Tabla 16.</b> Análisis de varianza para el porcentaje de germinación en laboratorio .....	83
<b>Tabla 17.</b> Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para la germinación en laboratorio .....	83
<b>Tabla 18.</b> Análisis de varianza para el porcentaje de germinación en campo .....	83
<b>Tabla 19.</b> Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para la germinación en campo .....	83
<b>Tabla 20.</b> Análisis de varianza para días a la emergencia .....	84
<b>Tabla 21.</b> Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para días a la emergencia .....	84
<b>Tabla 22.</b> Análisis de varianza para días a la formación de hojas verdaderas .....	84
<b>Tabla 23.</b> Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para días a la formación de hojas verdaderas .....	84
<b>Tabla 24.</b> Análisis de varianza para días a la floración .....	85
<b>Tabla 25.</b> Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para días a la floración .....	85
<b>Tabla 26.</b> Análisis de varianza para días a la formación de vainas .....	85
<b>Tabla 27.</b> Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para días a la formación de vainas .....	85
<b>Tabla 28.</b> Análisis de varianza para días a la maduración fisiológica .....	86

<b>Tabla 29.</b> Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para días a la maduración fisiológica .....	86
<b>Tabla 30.</b> Análisis de varianza para días a la maduración total .....	86
<b>Tabla 31.</b> Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para días a la maduración total .....	86
<b>Tabla 33.</b> Análisis de varianza para el número de ramas primarias .....	87
<b>Tabla 34.</b> Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para el número de ramas primarias .....	87
<b>Tabla 35.</b> Análisis de varianza para número de ejes secundarios .....	87
<b>Tabla 36.</b> Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para número de ejes secundarios .....	87
<b>Tabla 37.</b> Análisis de varianza para número total de inflorescencias .....	88
<b>Tabla 38.</b> Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para número total de inflorescencias .....	88
<b>Tabla 39.</b> Análisis de varianza para número de inflorescencias productivas .....	88
<b>Tabla 40.</b> Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para número de inflorescencias productivas .....	88
<b>Tabla 41.</b> Análisis de varianza para longitud de inflorescencia .....	89
<b>Tabla 42.</b> Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para longitud de inflorescencia .....	89
<b>Tabla 43.</b> Análisis de varianza para altura de planta a los 125 días .....	89
<b>Tabla 44.</b> Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para altura de planta a los 125 días .....	89
<b>Tabla 45.</b> Análisis de varianza para altura de planta a los 228 días .....	90
<b>Tabla 46.</b> Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para altura de la planta a los 228 días .....	90
<b>Tabla 47.</b> Análisis de varianza para diámetro de tallo al final de la floración .....	90
<b>Tabla 48.</b> Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para diámetro de tallo al final de la floración .....	90
<b>Tabla 49.</b> Análisis de varianza para diámetro de tallo al momento de la cosecha .....	91
<b>Tabla 50.</b> Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para diámetro de tallo al momento de la cosecha .....	91
<b>Tabla 51.</b> Análisis de varianza para número de vainas por planta .....	91
<b>Tabla 52.</b> Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para número de vainas por planta .....	91
<b>Tabla 53.</b> Análisis de varianza para número de vainas por eje central por planta .....	92
<b>Tabla 54.</b> Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para número de vainas por eje central por planta .....	92
<b>Tabla 55.</b> Análisis de varianza para peso de 100 semillas (semilla inicial) .....	92
<b>Tabla 56.</b> Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para peso de 100 semillas (semilla inicial) .....	92
<b>Tabla 57.</b> Análisis de varianza para peso de 100 semillas (experimental) .....	93
<b>Tabla 58.</b> Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para peso de 100 semillas (experimental) .....	93
<b>Tabla 59.</b> Análisis de varianza para rendimiento por hectárea .....	93
<b>Tabla 60.</b> Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para rendimiento por hectárea .....	93

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Área de estudio distrito La Jalca, provincia Chachapoyas, región Amazonas .....	22
<b>Figura 2.</b> Registro de temperatura y precipitación durante el desarrollo del cultivo .....	23
<b>Figura 3.</b> Croquis experimental de la parcela .....	26
<b>Figura 4.</b> Tipo de crecimiento y porte de la planta del tarwi .....	32
<b>Figura 5.</b> Caracterización de la hoja del tarwi .....	34
<b>Figura 6.</b> Caracterización de la flor e inflorescencia del tarwi .....	36
<b>Figura 7.</b> Caracterización de la vaina del tarwi .....	39
<b>Figura 8.</b> Distribución del color secundario de la semilla .....	41
<b>Figura 9.</b> Características de la plántula del tarwi.....	42
<b>Figura 10.</b> Clúster de variedades y cultivares domesticados de tarwi .....	46
<b>Figura 11.</b> Porcentaje de germinación del tarwi .....	47
<b>Figura 12.</b> Días a la emergencia del tarwi .....	48
<b>Figura 13.</b> Días a la formación de hojas verdaderas del tarwi .....	49
<b>Figura 14.</b> Días a la floración del tarwi .....	49
<b>Figura 15.</b> Días a la formación de vainas del tarwi .....	50
<b>Figura 16.</b> Días a la madurez fisiológica de granos del tarwi .....	51
<b>Figura 17.</b> Días a la maduración total del tarwi .....	52
<b>Figura 18.</b> Número de ramas primarias por planta de tarwi .....	53
<b>Figura 19.</b> Número de ejes secundarios por planta de tarwi .....	54
<b>Figura 20.</b> Número de inflorescencias productivas por planta de tarwi .....	55
<b>Figura 21.</b> Longitud de la inflorescencia central del tarwi .....	55
<b>Figura 22.</b> Altura de la planta del tarwi .....	56
<b>Figura 23.</b> Diámetro del tallo de la palta de tarwi .....	57
<b>Figura 24.</b> Número de vainas por planta y por eje central .....	58
<b>Figura 25.</b> Peso de las 100 semillas .....	59
<b>Figura 26.</b> Rendimiento de grano por planta de tarwi.....	60
<b>Figura 27 .</b> Rendimiento de grano por hectárea .....	60
<b>Figura 28.</b> Contenido de proteína de granos del tarwi .....	61
<b>Figura 29.</b> Recolección de la semilla (distrito de Trita) .....	96
<b>Figura 30.</b> Prueba de germinación de semilla (chachapoyas) .....	96

<b>Figura 31.</b> Trazado de la parcela experimental .....	96
<b>Figura 32.</b> Surcado y siembra del tarwi .....	97
<b>Figura 33.</b> Germinación, emergencia y formación de hojas verdaderas .....	97
<b>Figura 34.</b> Deshierba y desahije del tarwi .....	97
<b>Figura 35.</b> Aporque del tarwi a los 60 días .....	98
<b>Figura 36.</b> Evaluación de altura de planta 75 días .....	98
<b>Figura 37.</b> Etiquetado de unidades experimentales .....	98
<b>Figura 38.</b> Muestreo de 10 plantas por unidad experimental y etiquetado .....	99
<b>Figura 39.</b> 50% de floración .....	99
<b>Figura 40.</b> Formación de vainas .....	99
<b>Figura 41.</b> Días a la madurez fisiológica .....	100
<b>Figura 42.</b> Días a la maduración de cosecha/total .....	100
<b>Figura 43.</b> Evaluación del número de vainas por planta .....	101
<b>Figura 44.</b> Cosecha de variedad Andenes 90 y Masacanchino .....	101
<b>Figura 45.</b> Plantas muestra de los cultivares domésticos .....	102
<b>Figura 46.</b> Corta y ensacado de vainas de la primera cosecha .....	102
<b>Figura 47.</b> Segunda cosecha y desgrana o trilla del tarwi .....	103
<b>Figura 48.</b> Rendimiento de cosecha .....	103
<b>Figura 49.</b> Selección de muestra para envío al laboratorio .....	103
<b>Figura 50.</b> Formación del tallo .....	104
<b>Figura 51.</b> Ramificación .....	104
<b>Figura 52.</b> Diámetro máximo de la hoja y forma de los foliolos .....	105
<b>Figura 53.</b> Flor y longitud de la inflorescencia .....	105
<b>Figura 54.</b> Forma de la semilla y distribución del color secundario de la semilla .....	105
<b>Figura 55.</b> Longitud de la vaina y semilla .....	105

## RESUMEN

El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), conocido como chocho o tauri pertenece a la familia fabaceae, lo constituyen aproximadamente 300 especies a nivel mundial. Posee capacidad de fijar nitrógeno del suelo, y es de fácil adaptación en diferentes zonas climáticas. A nivel regional tiene escasos estudios, de sus características fenotípicas, fenología y rendimiento, factores importantes para planificar un adecuado manejo del cultivo y mejorar los rendimientos; además de su contenido proteico del grano, y su empleo en la alimentación. Por lo que se planteó “evaluar las características fenotípicas, agronómicas y el contenido de proteínas de cultivares de tarwi (*L. mutabilis*) bajo condiciones de la Jalca Grande, Amazonas”. Para evaluar las características fenotípicas se utilizó el Descriptor de Lupinos; las evaluaciones del comportamiento agronómico y productivo fueron in situ, para el que se empleó un diseño en bloques completamente al azar (DBCA) con 6 tratamientos y 4 repeticiones, siendo evaluados mediante un análisis de varianza y prueba de comparaciones múltiples de Duncan ( $\alpha=5\%$ ). La mayor variación fenotípica del tarwi está en la inflorescencia. Los cultivares domesticados demuestran mejores características agronómicas y productivas en comparación de las variedades. En rendimiento, Kuelap superó los 1403.8 kg/ha, mientras que Andenes 90 alcanzó 408,6 kg/ha. El contenido de proteínas de las variedades fue significativamente inferiores a lo de los cultivares domesticados. Llegando a la conclusión que las características fenotípicas, agronómicas y productivas del tarwi dependen del cultivar, su constitución genética, el manejo agronómico y las condiciones ambientales.

**Palabras claves:** Cultivar, inflorescencia, dehiscencia, rendimiento, contenido de proteínas.

## ABSTRACT

The tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), known as chocho or tauri belongs to the fabaceae family, made up of approximately 300 species worldwide. It has the ability to fix nitrogen from the soil, and is easily adapted to different climatic zones. At the regional level, there are few studies on its phenotypic characteristics, phenology and yield, important factors for planning proper crop management and improving yields; in addition to its protein content of the grain, and its use in food. Therefore, it was proposed to "evaluate the phenotypic and agronomic characteristics and protein content of cultivars of tarwi (*L. mutabilis*) under conditions of Jalca Grande, Amazonas". To evaluate the phenotypic characteristics, the Lupine Descriptor was used; the evaluations of the agronomic and productive behavior were in situ, for which a completely randomized block design (DBCA) with 6 treatments and 4 repetitions was used, being evaluated by means of an analysis of variance and Duncan's multiple comparison test ( $\alpha= 5\%$ ). The greatest phenotypic variation of the tarwi is in the inflorescence. Domesticated cultivars show better agronomic and productive characteristics compared to varieties. In yield, Kuelap exceeded 1403.8 kg/ha, while Andenes 90 reached 408.6 kg/ha. The protein content of the varieties was significantly lower than that of the domesticated cultivars. Coming to the conclusion that the phenotypic, agronomic and productive characteristics of tarwi depend on the cultivar, its genetic constitution, agronomic management and environmental conditions.

**Keywords:** Cultivar, inflorescence, dehiscence, yield, protein content.

## **I. INTRODUCCIÓN**

### ***1.1 El tarwi o chocho***

El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), conocido también como chocho o tauri pertenece a la familia fabaceae, género *Lupinus*. Está constituido por aproximadamente 300 especies distribuidas a nivel mundial (Mujica, 2006). Se cree que fue domesticada por los pueblos indígenas del antiguo Perú, y la sierra de Ecuador y Bolivia (Lucero, 2018); ubicados entre los 2500 a 3850 msnm. El tarwi posee alta capacidad de fijar nitrógeno del suelo, y es de fácil adaptación en diferentes zonas climáticas. Su semilla posee alto nivel de proteínas que lo hace ideal para la alimentación, sin embargo, el contenido de alcaloides le confiere un sabor amargo (Zavaleta, 2018).

Según Tapia (2015), hasta hace pocas décadas el tarwi solamente era reconocido y utilizado en los andes, pero por sus posibilidades de reemplazar a la soya en países europeos ha despertado interés de investigación. Para Gade (1975, en Tapia, 2015), el tarwi tiene una declinación frente a otras leguminosas por su contenido de alcaloides y su largo periodo fenológico. A pesar de ello en la actualidad, tiene potencial alimenticio para el futuro por su significativa tolerancia a los cambios de temperatura y por su constante crecimiento de la demanda en los principales mercados nacionales (Flores, 2018).

De La Cruz (2018), menciona que por su alto contenido de proteínas y aceites, el tarwi tiene uno de los principales lugares dentro de los alimentos nativos a nivel mundial. Además, de ser un cultivo bastante rústico, resistente a heladas y sequías y aún con pocos enemigos fitosanitarios (Quico, 2013). Representando una alternativa para el productor altoandino (Mamani, 2020). Investigaciones le atribuyen la propiedad de mejorar la fertilidad del suelo, por la capacidad de crecimiento y desarrollo de sus raíces, también la aptitud de transformar el potasio del suelo y hacerlo disponible para la planta (Gross, 1982 en Rodas et al., 2001).

### ***1.2 Importancia del tarwi***

Desde el campo agrario el tarwi puede mejorar la salud de manera “directa” al reducir la sobre exposición y efectos negativos de los plaguicidas; o “indirectamente” al disminuir la contaminación ambiental (Plata, 2016). Por su resistencia al cambio climático se está revalorando este cultivo, además de satisfacer necesidades nutricionales; problema que por años agudiza a países en vías de desarrollo (Lerma, 2020).

Principalmente en zonas andinas de Perú, Ecuador y Bolivia los pobladores lo utilizan el tarwi como fuente alimenticio y sustento económico de sus generaciones desde épocas remotas (Zavaleta, 2018).

Por sus propiedades nutricionales Mollinedo (2012), menciona que el tarwi juega un rol importante para elevar el grado de la seguridad alimentaria, ante la demanda de alimentos que a futuro se vislumbra.

La proteína del tarwi se considera como opción excepcional para reemplazar o al menos reducir el consumo de proteína animal, lo que evitaría problemas de salud (De La Cruz, 2018). Ya que supera a la soya en contenido significativamente (Repo-Carrasco, 1992; Suca y Suca, 2016).

La planta de tarwi fija el nitrógeno del aire y mejora las condiciones del suelo, fija de 60 a 120 kg de nitrógeno por campaña. Tapia (2015), menciona que su cultivo reemplaza la práctica tradicional de descanso del suelo; como alternativa socioeconómica por sus bajos requerimientos de fertilización. El N fijado permanece disponible para otros cultivos. Y en la actualidad haciendo frente a los altos precios y la escasez de fertilizantes, el tarwi podría llegar a ser primordial en la rotación de cultivos (Caligari et al., 2000, en Suca y Suca, 2016). Pues la incorporación de sus residuos del tarwi reduce la degradación del suelo y maximiza la producción hasta en un 50% más (Agroforum, 2022).

Los alcaloides de las semillas del tarwi actúan como defensa de las plantas ante las bacterias, hongos y herbívoros, sin embargo, impiden su consumo directo (Chirinos-Arias, 2015; Butler et al., 1996, en Lucero, 2018). Los alcaloides también pueden contaminar el medio si no se da un uso adecuado, pero pueden sustituir un pesticida biológico como parte de la agricultura orgánica (Jiménez et al., 1982, en Tapia, 2015).

En la agricultura tradicional, comúnmente se siembra el tarwi en el campo después de las papas o maíz, también como cerco de cultivos que protegen del pastoreo de vacunos y ovinos (Tapia, 2015). Por su resistencia, fácil adaptación a cambios climáticos y por prosperar en suelos pocos fértiles; el tarwi se considera ya como la semilla del futuro (De La Cruz, 2018).

### ***1.3 Producción del tarwi***

Para al año 2017 el Minagri, reportaba que la superficie cosechada de tarwi aumentó paulatinamente, para el año 2005 y 2015 se obtuvo 8 713 y 10 190 ha respectivamente, con una producción total de 12 822 toneladas y con 1258,33 kg/ha de rendimiento para ese año.

Según la revista Agraria.pe en 2019, el tarwi alcanzó las 17 mil toneladas de producción, en 12 mil hectáreas, cultivadas por más de 30 mil familias; de las regiones de La Libertad con el 37%, Cusco con 11% y Puno con 8%. Así mismo el Minagri destacó el aumento de la producción de 11 mil a 17 mil toneladas. De los que se exportó alcanzando un valor de 1,2 millones, como principal mercado destino Ecuador.

El promedio anual del incremento del cultivo del tarwi es 2,3% en los últimos cinco años. Para el período 2015 al 2020, la producción fue positivo, alcanzando los máximos niveles de producción durante 2018 y 2019 (Sierra y Selva Exportadora, 2021).

#### ***1.4 Importancia de la caracterización***

Hidalgo (2003), citado por Blanco (2011), afirma que la caracterización de cualquier especie estima la variabilidad existente en el genoma de los individuos que lo conforman; es decir, la variabilidad detectable visualmente; como:

- a. Características morfológicas y de arquitectura de la planta, útiles para la clasificación botánica y taxonómica.
- b. Características con aspectos agronómicos y de producción.
- c. Características que se expresan como reacción al medio ambiente.

A la par también permite la discriminación entre fenotipos, en su mayoría caracteres altamente heredables que se detectan con simplicidad y que lo expresan en todos los ambientes (Blanco, 2011). Por lo que se debe contar con descriptores morfológicos y agronómicos para la caracterización y evaluación (Demey et al. 2003, en Cárdenas, 2007), los cuales son registros que indican las características y el comportamiento en campo de los germoplasmas (Gómez, 2018).

La caracterización de *Lupinus* spp. es un factor decisivo para la solución de conflictos actuales y futuros relacionados principalmente a la productividad, la adaptación a cambios climáticos y el desarrollo de alternativas con nuevas variedades mediante métodos tradicionales y/o biotecnológicos (IPGR, 1995; Karp et al., 1997, en Tapia et al., s.f.). Esto permitirá ampliar conocimientos de la variabilidad genética del género e identificar características para los programas de mejoramiento (Tapia et al., s.f.). caracterizar la semilla y sus propiedades será un paso esencial para cualquier uso o tratamiento posterior (Ortega et al., 2010).

### ***1.5 Justificación de la investigación***

A pesar de sus bondades como alimento alto en proteínas y aceites, fijador de nitrógeno atmosférico, fácil adaptación a diferentes climas, mínimas o nulas exigencias de nutrientes en el suelo; según Zavaleta (2018), “el uso del tarwi se encuentra en disminución, principalmente por desconocimiento de su aporte nutricional, falta de capacitación técnica para su cultivo y la escasa información de sus potencialidades y posibilidades tecnológicas de transformación que ofrece”.

En nuestro país lamentablemente el consumo del tarwi, está asociada o creenciada a las personas con escasos recursos, lo cual ha marginado su cultivo y restringiendo solamente a zonas andinas alejadas (Chirinos-Arias, 2015). Prospera en áreas marginales, con escaso manejo agronómico, aportando así al desarrollo de la agricultura sostenible, por su capacidad simbiótica al enriquecer el suelo, enfrentando al cambio climático (Villacrés et al., 2006; Carvajal-Larenas et al., 2016 y Formasini et al., 2012; en Huaranga et al., s.f ).

El rendimiento promedio del tarwi en nuestro país es de 1334,8 kg/ha, por ello es imperativo realizar la evaluación agronómica de ecotipos locales y variedades (Jacobsen y Mujica, 2006). Por otro lado, países vecinos están disminuyendo tanto el cultivo como su consumo; y quienes son los causantes? Pues la falta de difusión de sus formas de uso, como también el desinterés de las instituciones públicas y privadas encargadas de promoverlo. Lo que más tarde conducirá a la desaparición del producto y su cultivo (Plata, 2016).

Aguero (2018), menciona que el cultivo del tarwi es de importancia a tal nivel de que aún conserva los saberes del agricultor, quienes lo siembran en laderas o terrazas, conocidas como parcelas de descanso o también “terrenos empobrecidos”. Ofrece también ventajas ecológicas en su cultivo, en zonas donde otros no prosperarían; al ser resistente a plagas, sequía, salinidad del suelo y aporte de nitrógeno (Huisa, 2018). Por ello es necesario seleccionar nuevos ejemplares, con buenas características agronómicas y rendimientos significativos para elevar la producción e ingresos de los agricultores (De La Cruz, 2018). Pues en nuestro país, la demanda de alimento va en aumento (Lerma, 2020).

Por las consideraciones antes vertidas, se planteó evaluar las características fenotípicas, agronómicas y la calidad de grano en contenido de proteínas de cultivares de tarwi (*L. mutabilis*) bajo condiciones de la Jalca Grande, Amazonas.

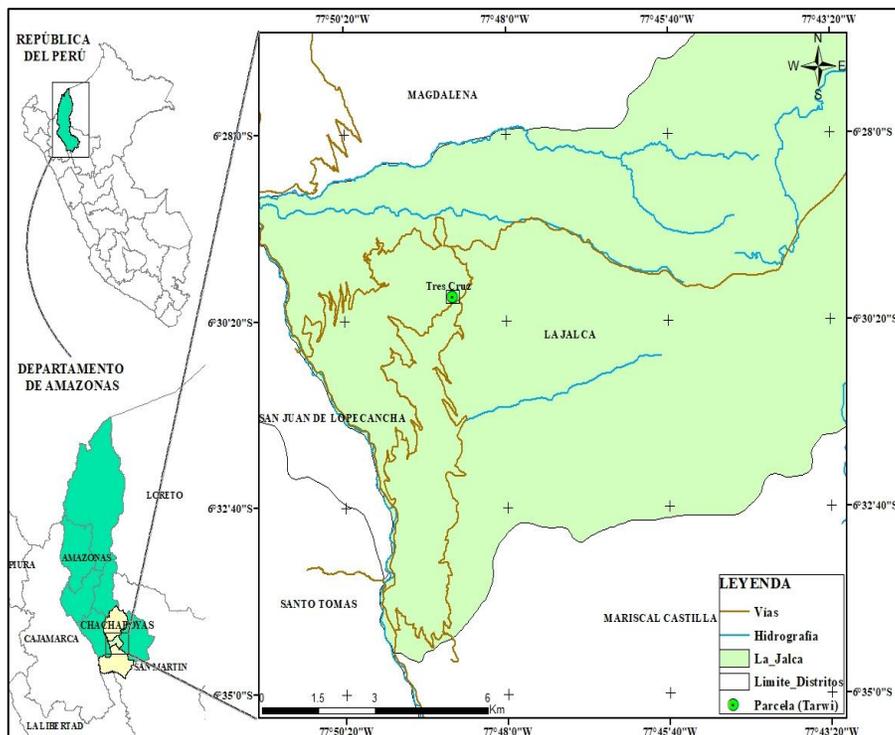
## II. MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1 Lugar de ejecución del experimento

El trabajo experimental se ejecutó en el sector Tres Cruces, distrito de La Jalca a una altitud de 2805 m.s.n.m., coordenadas 6°30'02''S 77°48'46''O; a 1,5 km del distrito.

#### Figura 1

Área de estudio distrito La Jalca, provincia Chachapoyas, región Amazonas



#### 2.1.1 Análisis del suelo

En diciembre de 2021, se tomaron 10 submuestras de suelo en forma de zigzag, a 25 cm de profundidad, se homogenizaron para obtener una muestra representativa (1 kg). La muestra se llevó al Laboratorio de Investigación de Suelos y Aguas (LABISAG) de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza (UNTRM), correctamente etiquetado. Los resultados se presentan en la tabla 1:

Un análisis de suelo es primordial ya que según la FAO (2007), citado por Plata (2016), *L. mutabilis* requiere suelos francos y franco arenosos, con balance adecuado de nutrientes y buen drenaje, pH entre 5 y 7. En suelos ácidos, la fijación de nitrógeno por *Rhizobium spp*, es muy escasa (FAO, 2007). Por otro lado Millones (1980), menciona que no necesita elevados niveles de nitrógeno, pero si presencia de fósforo y potasio (Plata, 2016).

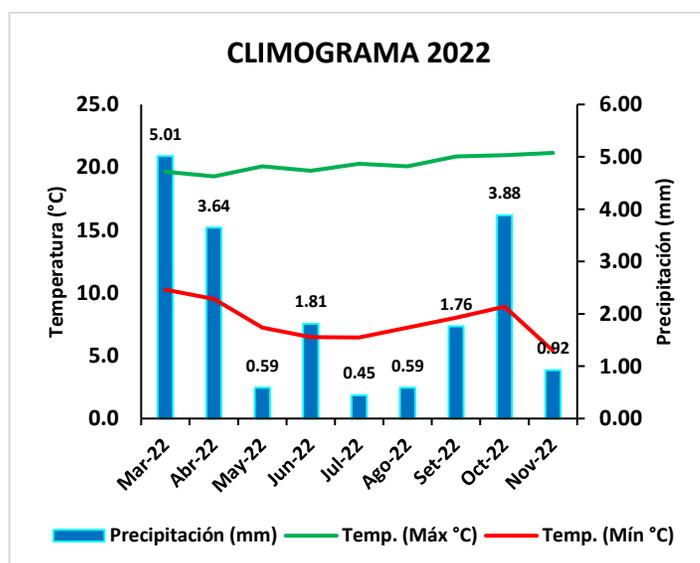
**Tabla 1***Resultados del análisis de caracterización del suelo experimental*

Componentes	Cantidad
pH	5.0
Conductividad Eléctrica	0.07 dS/m
Fosforo	17.93 ppm
Potasio	34.42 ppm
Carbono	1.33%
Materia Orgánica	2.30%
Nitrógeno	0.11%
Clase Textural	Arena Franca
Capacidad de Intercambio Catiónico	6%
Calcio	1.58 meq/100g
Magnesio	0.18 meq/100g
Potasio	0.06 meq/100g
Sodio	0.29 meq/100g
Aluminio + Hidrógeno	0.72 meq/100g

Fuente: LABISAG, 2022

### 2.1.2 Temperatura

Los datos de temperatura y precipitación fueron obtenidas del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), de la estación meteorológica de Chachapoyas. En la figura 2, se presentan las fluctuaciones de temperaturas máximas y mínimas durante el desarrollo del trabajo experimental.

**Figura 2***Registro de temperatura y precipitación durante el desarrollo del cultivo*

## **2.2 Material**

### **2.2.1 Material genético**

El material genético lo conformaron 2 Variedades (Var.) Andenes 90 y Masacanchino; y 4 Cultivares domesticados de Tarwi (EDT) de la región Amazonas. Las variedades fueron adquiridos de la Estación Experimental Agraria Santa Ana, del INIA-Perú. Los cultivares domesticados fueron adquiridos de los agricultores de los distritos de La Jalca, Quinjalca, Trita y Kuelap (Amazonas).

**Var. Andenes-90.** Es una variedad precoz, la semilla es de color blanco y lustre brillante; es moderadamente tolerante a la Roya Amarilla, Antracnosis y Fusarium (INIA, 2022).

**Var. Masacanchino.** También denominado INIA 445 - Masacanchino categoría básica. Es una variedad que fue generada por el Programa Nacional de Cereales, Granos Andinos y Leguminosas - Junín, la semilla es blanco y de lustre brillante, es moderadamente tolerante a la roya amarilla, antracnosis y fusarium (INIA, 2022).

**CDT La Jalca.** Especie de origen local, que se cultiva generación tras generación por los agricultores. Según los mismos, el periodo vegetativo es tardía de 9 meses. Tiene el color de tallo y hoja verde, flor azul, alta resistencia a las bajas temperaturas, sequía, plagas y enfermedades; color de semilla blanco y lustre brillante. Se desconoce sus características agronómicas y de rendimiento. La semilla fue recolectada de una altitud de 2870 m.s.n.m.

**CDT Quinjalca.** Especie de origen local, que se ha venido cultivando generación tras generación por los agricultores. Su periodo vegetativo es de 10 meses según los agricultores de la zona. Tiene el color de tallo y hoja verde, flor azul, tiene alta resistencia a las bajas temperaturas, sequía, plagas y enfermedades; color de semilla blanco y lustre brillante. Se desconoce sus características agronómicas y de rendimiento. La semilla fue recolectada de una altitud de 3150 m.s.n.m.

**CDT Trita.** Especie de origen local, que se cultiva generación tras generación por los agricultores. Su periodo vegetativo es 8 meses. Tiene el color de tallo y hoja verde, flor azul, posee alta resistencia a las bajas temperaturas, sequía, plagas y enfermedades. Se desconoce sus características agronómicas y de rendimiento. La semilla fue recolectada de una altitud de 2935 m.s.n.m. en el centro poblado de San Miguel de Cruz Pata.

**CDT Kuelap.** Es un especie de origen local, que se ha venido cultivando generación tras generación por los agricultores de la localidad de Kuelap. Su periodo vegetativo es de 9

meses. Tiene color de tallo y hoja verde, flor azul, posee alta resistencia a las bajas temperaturas, sequía, plagas y enfermedades; color de semilla blanco y lustre brillante. Se desconoce sus características agronómicas y de rendimiento. La semilla fue recolectada de una altitud de 2728 m.s.n.m. en la localidad de Kuelap distrito de María.

### **2.2.2 Material de campo**

- ❖ Motocultor
- ❖ Yunta con implementos para el arado
- ❖ Insumos: Cal agrícola
- ❖ Cámara: Celular
- ❖ Huincha
- ❖ Lampa
- ❖ Estacas (madera)
- ❖ Rótulos para identificar tratamientos
- ❖ Etiquetas para muestrear plantas
- ❖ Cuaderno de campo
- ❖ Ficha descriptora de *Lupinus*
- ❖ Balanza
- ❖ Tijera podadora
- ❖ Sacos de polietileno
- ❖ Bolsas de polipropileno

### **2.2.3 Material de laboratorio**

- ❖ Balanza electrónica (1000 g)
- ❖ Cámaras germinadoras
- ❖ Vernier
- ❖ Alcohol 70°
- ❖ Agua destilada
- ❖ Táper de plástico (6)

### **2.2.4 Material de escritorio**

- ❖ Calculadora
- ❖ Computadora
- ❖ App YouCam Perfect

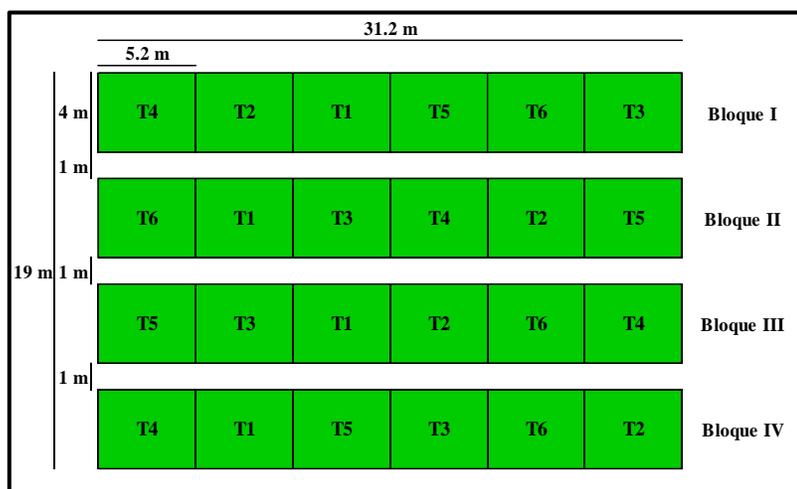
## 2.3 Metodología

### 2.3.1 Diseño experimental

Se empleó un Diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 6 tratamientos y 4 bloques o repeticiones. Los tratamientos estuvieron conformados por las dos variedades de tarwi y los cuatro cultivares domesticados por los agricultores de la región Amazonas (Figura 5). Los resultados del comportamiento agronómico y productivo se evaluaron mediante un análisis de varianza, cuando se encontró diferencias significativas entre tratamientos se empleó la prueba de comparaciones múltiples de Duncan con 5% de significancia. Asimismo, se empleó el software estadístico Infostat y Excel para el análisis de los datos.

**Figura 3**

*Croquis experimental de la parcela*



**Tabla 2**

*Características del campo experimental*

Largo	31.2 m
Ancho	19.0 m
Área de calles	93.6 m <sup>2</sup>
Área total de campo	592.8 m <sup>2</sup>
N° de bloque	4.0
Largo de bloque	31.2 m
Ancho de bloque	4.0 m
Área experimental por bloque	124.8 m <sup>2</sup>
Largo de parcela experimental	5.2 m
Ancho de parcela experimental	4.0 m
Área de parcela experimental	20.8 m <sup>2</sup>

N° total de parcelas	24.0
Longitud del surco	5.2 m
Distancia entre surcos	0.8 m
Distancia entre plantas	0.4 m
N° de semillas por golpe	4.0
N° de surcos por parcela experimental	5.0
N° de plantas por surco	13.0
N° de plantas por parcela experimental	65.0

Fuente: Huisa, 2018

**Tabla 3**

*Cuadro de análisis de varianza*

<b>Fuentes de Variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>F</b>
Tratamientos	(6-1): 5			
Bloques	(4-1): 3			
Error experimental	(5x3): 15			
Total	23			

### **2.3.2 Instalación y manejo del experimento**

**Prueba de germinación en laboratorio.** Con fecha 28 de febrero 2022, se llevó a cabo la prueba de germinación en el Laboratorio de Biología de la UNTRM, para ello se realizaron 4 repeticiones de 100 semillas por cada variedad y cultivar domesticado de tarwi. Las semillas fueron envueltas en papel toalla, previamente humedecida con agua destilada; una vez culminado; se lavó la cámara germinadora, se desinfectó con alcohol 70° y fueron ubicados de manera ordenada, cada uno con un código respectivo. A los 8 días se realizó el conteo, obteniéndose para el cultivar domesticado Trita 99,75%; La Jalca y Kuelap 95%; Quinjalca 91,75%; Masacanchino 81,25% y finalmente Andenes 90 con 67,5%.

**Preparación del terreno.** Como primera actividad se mecanizó el área con un motocultor, puesto que fue un pastizal; a los 22 días se realizó el arado con la yunta, profundizando así el suelo hasta los 30 - 40 centímetros, obteniendo así un suelo completamente suelto y aireado, para facilitar la germinación.

Como siguiente actividad, se realizó el trazado de la parcela, para ello con la huincha, un cordel y las estacas se formó un triángulo rectángulo 3, 4, 5. Ello para tener nuestra parcela con mayor precisión, una vez estirado el cordel se procedió a delimitar ambos catetos utilizando la cal agrícola, facilitándonos así el trazado completo del área experimental.

**Surcado, marcado y encalado.** El surcado, marcado y encalado de las unidades experimentales se realizó de acuerdo al diseño experimental planteado. Los surcos fueron hechos con una lampa, a una profundidad de 5 cm, para ello previamente se hizo las medidas de 0.80 cm de surco a surco y delimitados con la cal, luego se hizo el marcado para depositar las semillas por golpe de 40 cm de planta a planta. Lo mismo se hizo para las 24 unidades experimentales, divididas en 4 repeticiones. En el trabajo experimental no se realizó fertilización.

**Siembra.** Los 5 surcos con distancias de 80 cm, se dividieron en 13 puntos para representar los golpes de siembra, cada parcela tenía dimensiones de 4m de ancho y 5,20m de largo. Con fecha 22 de marzo 2022 se depositaron las semillas de acuerdo con la prueba de germinación; para los cultivares domesticados tres semillas, para la variedad Masacanchino cuatro semillas y para Andenes 90 cinco semillas.

**Deshierbo y desahije.** Con fecha 23 de abril, a los 30 días se deshierbó utilizando una lampa, se procedió a eliminar con cuidado las malezas, dando mejor ubicación a las plantas, también, fue necesario realizar el desahije; dejando solamente dos plantas vigorosas por golpe.

**Aporque.** El aporque se realizó el 22 de mayo, para ello también se utilizó la lampa, esta labor consistió en dar un mejor sostén y desarrollo a las plantas para resistir durante todo el periodo vegetativo. Se efectuó tratando de dejar surcos marcados para realizar las evaluaciones posteriores.

**Control fitosanitario.** A inicios del cultivo, se tuvo el ataque del conejo silvestre (*Oryctolagus cuniculus*), el cual estaba consumiendo las hojas de las plantas, por ello se aplicó el insecticida Tifón para su control por su olor fuerte. Cuando empezó la etapa de floración, se visualizó presencia de Roya (*Unomyces lupinicolus*) en las dos variedades Andenes 90 y Masacanchino; también se observó la muerte de plantas por Antracnosis (*Glomerella cingulata*). Mientras por su lado en los cultivares domesticados solamente se observó la presencia de Mildiu (*Erysiphe* spp.) en las hojas. No se realizó control químico porque mostraron cierto grado de resistencia. En cuanto a insectos no se observaron daños, pero si la presencia.

**Cosecha y trilla.** Con fecha 18 de septiembre (207 días), se realizó la primera cosecha de las dos variedades Andenes 90 y Masacanchino. Los cuales se fueron cortando con una tijera podadora, para evitar daños, puesto que aún quedaban vainas verdes. Seguidamente se fueron

identificando cada repetición y las 10 plantas muestreadas para sus posteriores evaluaciones. De la misma manera el 2 de octubre (221 días), se realizó la segunda cosecha de ambas variedades, los cuales ya fueron vainas de menor tamaño y en menor cantidad, terminando así la cosecha de las mismas.

Por su lado los cultivares domesticados fueron cosechados el 9 de octubre (228 días) , los cuales fueron de manera representativa y en mayor cantidad, para lo cual también se empleó la tijera podadora, para evitar dañar a los vainas verdes que aún quedaban en las plantas, en su mayoría se cosecharon la parte del eje central, las cuales se fueron depositando en un saco de polipropileno, consecutivamente se fueron identificando con un plumón indeleble para evitar confusiones. Para la segunda cosecha se tuvo que esperar 14 días (242 días), donde se realizó el mismo proceso.

Una vez cosechados se almacenó en un lugar fresco y seco para posteriormente realizar la trilla o desgrana, fueron separadas y ubicadas en sacos de polipropileno, tal como se aprecia en la figura 48 en el Anexo 5.

La trilla o como se le conoce en nuestro distrito, “la desgrana” se realizó manualmente; se fue desgranando por separado las vainas de las plantas muestras, las repeticiones de las variedades y cultivares domesticados de tarwi, teniendo cuidado para evitar mezclar las cosechas. Para lo cual fue necesario ir identificando y etiquetando, por separado en bolsas de polietileno.

### **2.3.3 Evaluación de variables**

Para dar cumplimiento a los objetivos de la investigación, todas y cada una de las evaluaciones se realizaron según iban desarrollando las plantas y entrando a sus diferentes periodos fenológicos (Mamani, 2020). Para ello previamente, se marcaron con etiquetas 10 plantas por variedad y cultivar domesticado, los cuales fueron la base para nuestras evaluaciones de las variables de carácter cualitativas y cuantitativas.

#### **a. Características fenotípicas**

Las características fenotípicas de los cultivares de tarwi (*L. mutabilis*), se determinó siguiendo los pasos de el “Descriptor del Lupinus del IBPGR (International Board For Plant Genetic Resources, 1981). Para determinar los grupos entre las variedades y cultivares domesticados de tarwi, se realizó un análisis de conglomerados con base en las distancias

euclidianas al cuadrado y definición de grupos, a una distancia de 10 unidades (González et al., 2006).

#### **b. Comportamiento agronómico y productivo**

Las características del comportamiento agronómico y productivo de las variedades y los cultivares domesticados de tarwi, se evaluaron semanalmente; tomando la información de las 10 plantas muestreadas, tal como indica Huisa (2018).

##### *Evaluación del comportamiento agronómico*

**Porcentaje de germinación.** Para campo y laboratorio, se contabilizó a partir del 50% de semillas germinadas (Plata, 2016).

**Días a la emergencia.** Se contabilizó el número de los días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% plántulas emergieron del suelo (IBPGR, 1981).

**Días a la formación de hojas verdaderas.** Para esta variable se contabilizó los días transcurridos hasta la salida del primer par de hojas verdaderas en el 50% de plantas de las unidades experimentales (Plata, 2016).

**Días a la floración.** Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta que en el 50% de plantas inició la aparición de la primera flor en la inflorescencia central (Pinto, 2019).

**Días a la formación de vainas.** Se contabilizó el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de plantas iniciaron la formación de vainas en el eje central y luego en las ramas secundarias (Pinto, 2019).

**Días a la madurez fisiológica de granos.** Se registró los días transcurridos desde la siembra, hasta que el 50% de las plantas terminaron de fructificar y dar semilla para la próxima generación (Plata, 2016).

**Días a la maduración total.** Se contabilizó los días desde la siembra hasta que el 50% de vainas estén totalmente maduras (Blanco, 2011). Además, que cuando se sacuden emiten un ruido como sonajas.

##### *Evaluación del comportamiento productivo*

**Número de ramas primarias.** Se contabilizó el número de ramas presentes en las 10 plantas muestreadas de cada variedad y especie domesticada, el cual también fue útil para diagnosticar la relación con el número de vainas y el rendimiento en grano (Flores, 2018).

**Número de ejes secundarios.** Se determinó al momento de la madurez fisiológica de las 10 plantas muestreadas de cada variedad y especie domesticada (IBPGR, 1981). Para ello contabilizando el total de ejes secundarios por planta.

**Número de inflorescencias productivas por planta.** Para esto se contabilizó el número total de inflorescencias de las 10 plantas muestreadas de cada variedad y especie domesticada; así mismo también se contabilizaron las inflorescencias productivas.

**Longitud de inflorescencia central.** Se tomó la medida en centímetros desde la flor inferior hasta el ápice de la inflorescencia, al final de la floración de las 10 plantas muestreadas de cada variedad y especie domesticada (IBPGR, 1981).

**Altura de la planta.** Se obtuvo midiendo a los 75, 100, 125 días y al momento de la cosecha, 228 días con una huincha graduada en cm, se midió las 10 plantas muestreadas por variedad y especie domesticada (Pinto, 2019). Desde la base del tallo hasta la parte apical de la inflorescencia; como indica el descriptor de *Lupinus* IBPGR, (1981).

**Diámetro del tallo.** Se realizó mediciones en la proximidad del cuello de la raíz de las 10 plantas muestreadas por variedad y cultivar domesticado, esto con un Vernier graduado en mm, al momento de la floración y al momento de la cosecha (Almeida, 2015).

**Número de vainas por planta.** Se obtuvo contabilizando todas las vainas de las 10 plantas muestreadas de cada variedad y especie domesticada, concluida la madurez fisiológica (Plata, 2016). También se contabilizó el número de vainas del eje central por planta.

**Peso de las 100 semillas.** Se pesaron 100 semillas de las parcelas de todos los tratamientos y se expresaron en gramos (De La Cruz, 2018).

**Rendimiento de grano por planta y por ha.** Se evaluó pesando los granos del eje central y los granos de los ejes laterales, considerando la media de las 10 plantas muestreadas por cada variedad y cultivar domesticado (Pinto, 2019); consecutivamente se pesaron los granos totales para en seguida promediarlo y tener el rendimiento en kg/ha (Huisa, 2018).

### ***c. Determinación de la calidad de grano***

Se colectó las semillas de las parcelas instaladas, en seguida se procedió a dar un secado a temperatura ambiente. Posteriormente se envasaron en táper de plásticos correctamente etiquetados (Figura 51, del Anexo 5) y fueron enviados al Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA) de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM), para la evaluación del contenido de proteínas.

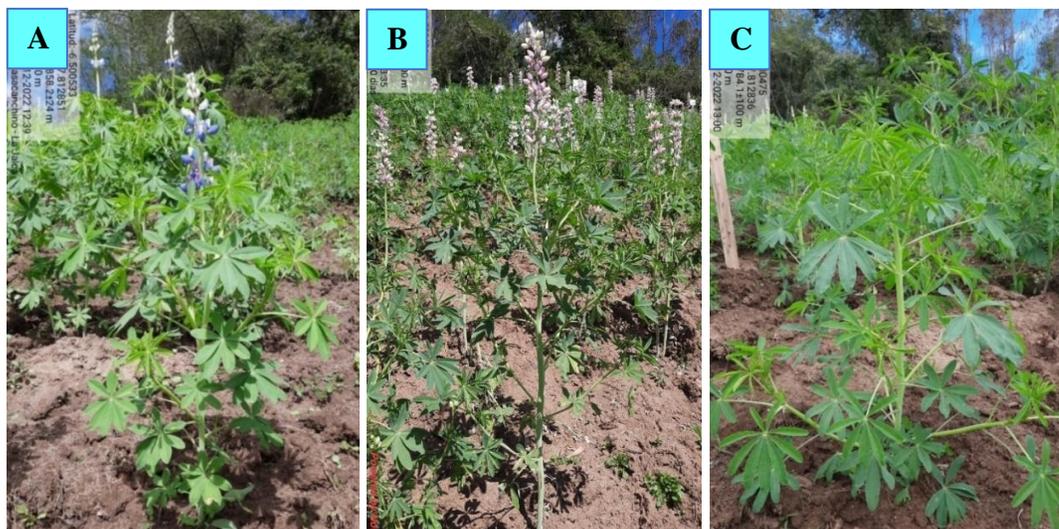
### III. RESULTADOS

#### 3.1 Caracterización fenotípica del tarwi

En la figura 4 (B y C), apreciamos que variedades y cultivares domesticados presentaron tipo de crecimiento herbáceo y porte erecto.

**Figura 4**

*Tipo de crecimiento y porte de la planta del tarwi*



En la tabla 4, se aprecia que las plantas tuvieron formación del tallo prominente (Figura 4A), pubescencia de tipo glabro, color de tallo verde y presencia de serosidad; en cuanto al espesor de tallo como límite mayor se tuvo 15,63 mm y mínimo 12,93 mm.

**Tabla 4**

*Caracterización del tallo del tarwi*

DESCRIPTOR	VARIEDAD		CULTIVAR DOMESTICADO			
	Andenes 90	Masacanchino	La Jalca	Quinjalca	Trita	Kuelap
<b>Formación del tallo</b>	Prominente	Prominente	Prominente	Prominente	Prominente	Prominente
<b>Pubescencia del tallo</b>	Glabro	Glabro	Glabro	Glabro	Glabro	Glabro
<b>Color del tallo</b>	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
<b>Intensidad del color</b>	Claro	Claro	Claro	Claro	Claro	Claro
<b>Serosidad del tallo</b>	Seroso	Seroso	Seroso	Seroso	Seroso	Seroso
<b>Espesor del tallo</b>	12,9 mm	13,1 mm	14,0 mm	14,6 mm	15,63 mm	15,0 mm

En la tabla 5, se aprecia que todos presentaron ramificación, las ramas primarias son un componente esencial del rendimiento productivo, se tuvo como límite mayor de 16,6 y mínimo de 7,2 ramas por planta; alcanzados por Quinjalca y Masacanchino (Figura 4C). La posición de la rama primaria inferior tuvo, un límite máximo de 68° alcanzado por Trita y el mínimo de 44,5° por Andenes 90. La máxima altura de la rama primaria tuvo Masacanchino con 23,9 cm y la mínima Quinjalca con 7,25 cm.

**Tabla 5**

*Ramificación del tarwi*

DESCRIPTOR	VARIEDAD		CULTIVAR DOMESTICADO			
	Andenes 90	Masacanchino	La Jalca	Quinjalca	Trita	Kuelap
<b>Ramificación</b>	Ramificada	Ramificada	Ramificada	Ramificada	Ramificada	Ramificada
<b>Ramas primarias</b>	7,4	7,2	11,3	16,6	12,1	12,3
<b>Posición de la rama primaria inferior</b>	44,5°	50,5°	52,5°	66°	68°	62°
<b>Altura de la rama primaria inferior</b>	21,7 cm	23,9 cm	20,2 cm	7,25 cm	12,4 cm	17,9 cm

En la tabla 6, se tiene que el diámetro máximo de la hoja tuvo un rango de 5,3 cm, Kuelap siendo el mayor con 17,35 cm y Masacanchino el menor con 12,05 cm. El foliolo de las hojas para todos fue elíptica, de igual manera el ápice del foliolo central fue acuminado. En cuanto a la pubescencia en el haz y en el envés de las hojas hubo ausencia para todos. El máximo número de foliolos por hojas alcanzó Masacanchino con 9,2 y el mínimo Quinjalca con 8 foliolos. El color de las estípulas fue muy variable desde verde puro, verde-rojo y; verde-azul (Figura 5). La longitud del peciolo mayor alcanzó Trita con 13,97 cm y el mínimo fue de Masacanchino con 8,02 cm.

**Tabla 6**

*Caracterización de la hoja del tarwi*

DESCRIPTOR	VARIEDAD		CULTIVAR DOMESTICADO			
	Andenes 90	Masacanchino	La Jalca	Quinjalca	Trita	Kuelap
<b>Diámetro máximo de la hoja</b>	12,05 cm	12,4 cm	16,7 cm	14,38 cm	17,05 cm	17,35 cm

<b>Forma de los foliolos</b>	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica	Elíptica
<b>Forma del ápice del foliolo central</b>	Acuminado	Acuminado	Acuminado	Acuminado	Acuminado	Acuminado
<b>Foliolo Central longitud/anchura</b>	3,48	3,43	3,28	3,22	3,73	3,20
<b>Pubescencia del haz en los foliolos</b>	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
<b>Pubescencia del envés en los foliolos</b>	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
<b>Número de foliolos por hoja</b>	8,8	9,2	8,45	8,0	8,65	8,35
<b>Color de las hojas</b>	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
<b>Intensidad del color de las hojas</b>	Medio	Medio	Medio	Claro	Claro	Medio
<b>Longitud de las estípulas</b>	10,8 mm	10,0 mm	11,1 mm	10,2 mm	11,3 mm	10,9 mm
<b>Color de las estípulas</b>	Verde y rojo	Verde	Verde y azul	Verde y azul	Verde y azul	Verde y azul
<b>Intensidad del color de las estípulas</b>	Claro	Claro	Medio	Claro	Medio	Medio
<b>Longitud del peciolo</b>	8,48 cm	8,02 cm	13,20 cm	10,85 cm	13,97 cm	13,10 cm
<b>Color del peciolo</b>	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
<b>Intensidad del color del peciolo</b>	Medio	Medio	Medio	Claro	Claro	Medio

## Figura 5

*Caracterización de la hoja del tarwi*



*Nota:* A) Foliolo de las hojas. B) y C) Color de las estípulas.

En la tabla 7, se aprecia la caracterización y significativa variación del color de las flores tiernas hasta que llegan a marchitarse. El color del botón floral fue verde para las variedades y blanco para los cultivares domesticados. El color de las alas de la flores recién abiertas hasta antes de su marchitez para Andenes 90 no tuvo variación de un rosa con intensidad media, para Masacanchino tampoco varió de un azul medio, La Jalca y Trita tuvieron un cambio de azul a un violeta con intensidad media, mientras que Quinjalca pasó de un violeta medio a uno oscuro, Kuelap tuvo lo mayor variación de un violeta con intensidad media a un azul oscuro.

El color de la quilla de las flores recién abiertas hasta antes de marchitarse fue blanco para ambas variedades, Quinjalca tuvo una variación de blanco a un violeta medio, los demás cultivares domesticados pasaron de un violeta con intensidad claro a medio. El color de la banda marginal en las flores recién abiertas hasta antes de marchitarse pasó de un violeta con intensidad clara a rosa oscuro para Andenes 90, Masacanchino y Kuelap pasaron de un azul medio a un azul oscuro, el cultivar domesticado La Jalca pasó de un azul medio a un violeta oscuro, Quinjalca pasó de un violeta claro a oscuro y Trita pasó de un azul medio a un violeta media.

El color de las manchas centrales en el estandarte de las flores recién abiertas hasta antes de marchitarse pasó de amarillo fuerte a un naranja medio para Andenes 90, Masacanchino paso de un amarillo claro a un naranja oscuro, La Jalca y Quinjalca pasaron de un blanco claro a un violeta medio, Trita pasó de un blanco claro a medio y en Kuelap hubo ausencia de estas manchas. El color de la región intermedia en el estandarte de las flores recién abiertas hasta antes de marchitarse pasó de blanco claro a rosa medio para Andenes 90, de Masacanchino pasó de un blanco a amarillo claro, La Jalca y Trita pasaron de un amarillo a marrón con intensidad media, Quinjalca pasó de un amarillo claro a oscuro y Kuelap pasó de un amarillo medio a oscuro.

En cuanto al número de verticilos no se evaluaron, puesto que la inserción de las flores fue verticilada (Figura 6). Para la longitud de la inflorescencia se tuvo como mayor longitud alcanzada por La Jalca con 42,21 cm y el mínimo Andenes 90 con 22,79 cm. En longitud de las flores el límite mayor con 30,3 mm fue alcanzado por Masacanchino y el mínimo fue de Quinjalca con 23,2 mm.

## Figura 6

*Caracterización de la flor e inflorescencia del tarwi*



*Nota:* A) Color de la quilla. B) Manchas centrales y C) Color de la región intermedia, banda marginal y estandarte.

**Tabla 7***Caracterización de la inflorescencia del tarwi*

DESCRIPTOR	VARIEDAD		CULTIVAR DOMESTICADO			
	Andenes 90	Masacanchino	La Jalca	Quinjalca	Trita	Kuelap
Color del botón floral antes de la floración	Verde	Verde	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco
Intensidad del color del botón floral antes de la floración	Claro	Medio	Claro	Claro	Claro	Claro
Color en las alas de las flores recién abiertas	Rosa	Azul	Azul	Violeta	Azul	Violeta
Intensidad del color en las alas de la flor recién abierta	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
Color en la quilla de las flores recién abiertas	Blanco	Blanco	Violeta	Blanco	Violeta	Violeta
Intensidad del color en la quilla de las flores recién abierta	Claro	Claro	Claro	Claro	Claro	Claro
Color de la banda marginal en el estandarte de las flores recién abiertas	Violeta	Azul	Azul	Violeta	Azul	Azul
Intensidad del color de la banda marginal en el estandarte de las flores recién abiertas	Claro	Medio	Medio	Claro	Medio	Medio
Color de las manchas centrales en el estandarte de las flores recién abiertas	Amarillo	Amarillo	Blanco	Blanco	Blanco	Ausente
Intensidad del color de las manchas centrales en el estandarte de las flores recién abiertas	Oscuro	Medio	Claro	Claro	Claro	---
Color de la región intermedia en el estandarte de las flores recién abiertas	Blanco	Blanco	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Amarillo
Intensidad del color de la región intermedia en el estandarte de las flores recién abiertas	Claro	Claro	Medio	Claro	Medio	Medio

Color en las alas de las flores poco antes de marchitarse	Rosa	Azul	Violeta	Violeta	Violeta	Azul
Intensidad del color en las alas de las flores poco antes de marchitarse	Medio	Medio	Medio	Oscuro	Medio	Oscuro
Color en la quilla de las flores poco antes de marchitarse	Blanco	Blanco	Violeta	Violeta	Violeta	Violeta
Intensidad del color en la quilla de las flores poco antes de marchitarse	Claro	Claro	Medio	Medio	Medio	Medio
Color en la banda marginal del estandarte de las flores poco antes de marchitarse	Rosa	Azul	Violeta	Violeta	Violeta	Azul
Color en la banda marginal del estandarte de las flores poco antes de marchitarse	Oscuro	Oscuro	Oscuro	Oscuro	Medio	Oscuro
Color de las manchas centrales del estandarte de las flores poco antes de marchitarse	Naranja	Naranja	Violeta	Violeta	Blanco	Ausente
Intensidad del color de las manchas centrales del estandarte de las flores poco antes de marchitarse	Medio	Oscuro	Medio	Medio	Medio	---
Color en la región intermedia del estandarte de las flores poco antes de marchitarse	Rosa	Amarillo	Marrón	Amarillo	Marrón	Amarillo
Intensidad del color en la región intermedia del estandarte de las flores poco antes de marchitarse	Medio	Claro	Medio	Oscuro	Medio	Oscuro
Inserción de las flores	Verticilado	Verticilado	Verticilado	Verticilado	Verticilado	Verticilado
Número de verticilos	2	2	2	2	2	2
Longitud de la inflorescencia central	22,79 cm	30,25 cm	42,21 cm	37,84 cm	41,86 cm	41,17 cm
Longitud de las flores	28,5 mm	30,3 mm	24,2 mm	23,2 mm	26,1 mm	24,2 mm

En la tabla 8, se aprecia la variación en el número de vainas por planta; desde los 18,5 alcanzado por Andenes 90, hasta 50,96 que alcanzó el cultivar domesticado La Jalca. En cuanto a longitud de la vaina se registró un máximo de 14,06 cm para el cultivar Trita y un mínimo de 10 cm para Andenes 90; así mismo para anchura de la vaina ambos alcanzaron 17,6 mm y 15,2 mm respectivamente. Para los siguientes caracteres todos tuvieron vainas pubescentes en verde y maduro, vainas indehiscentes y con una capacidad de diseminación moderada (Figura 7).

### Figura 7

#### Caracterización de la vaina del tarwi



Nota: Vainas verdes, madurez fisiológica y vainas secas.

### Tabla 8

#### Caracterización de la vaina del tarwi

DESCRIPTOR	VARIEDAD		CULTIVAR DOMESTICADO			
	Andenes 90	Masacanchino	La Jalca	Quinjalca	Trita	Kuelap
Número de vainas por planta	18,50	21,09	50,96	39,96	32,46	40,08
Longitud de la vaina	10,0 cm	10,13 cm	12,55 cm	12,38 cm	14,06 cm	13,46 cm
Anchura de la vaina	15,2 mm	16,3 mm	16,9 mm	17,1 mm	17,6 mm	17,1 mm
Pubescencia de la vaina verde	Media	Media	Media	Media	Media	Media
Pubescencia de la vaina madura	Poca	Poca	Poca	Poca	Poca	Poca

<b>Dehiscencia de la vaina</b>	Indehiscente	Indehiscente	Indehiscente	Indehiscente	Indehiscente	Indehiscente
<b>Capacidad de diseminar la semilla</b>	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada

En la tabla 9, se aprecia que ambas variedades evaluadas presentaron semilla de forma cuboide, y los cultivares domesticados en forma esférica. Para todos, el lustre de la semilla fue brillante, el color predominante blanco; para el caso del color secundario en las variedades no se observaron, en los cultivares domesticados, se observaron; para La Jalca (en media luna, en ceja, beteados y de color negro puro); Quinjalca (en media luna); Trita (en media luna, salpicados y de color marrón) y finalmente Kuelap (en media luna y en ceja) como se aprecia en la figura 8.

Para longitud de semilla Andenes 90 alcanzó 11,15 mm, seguido por Masacanchino con 11 mm; mientras que los cultivares domesticados, fueron de menor longitud con 10,65 mm alcanzado por Kuelap, seguido por Trita y Quinjalca con 10,35 y La Jalca con 10,25 mm. El ancho de semilla Quinjalca tuvo un promedio de 9 mm, seguido por Kuelap con 8,85 mm.

**Tabla 9**

*Caracterización de la semilla del tarwi*

DESCRIPTOR	VARIEDAD		CULTIVARES DOMESTICADOS			
	Andenes 90	Masacanchino	La Jalca	Quinjalca	Trita	Kuelap
<b>Forma de la semilla</b>	Cuboide	Cuboide	Esférica	Esférica	Esférica	Esférica
<b>Longitud de la semilla (media de 25 semillas)</b>	11,15 mm	11,0 mm	10,25 mm	10,35 mm	10,35 mm	10,65 mm
<b>Anchura de la semilla</b>	8,55 mm	8,4 mm	8,55 mm	9,0 mm	8,35 mm	8,85 mm
<b>Lustre de la semilla</b>	Brillante	Brillante	Brillante	Brillante	Brillante	Brillante
<b>Color predominante de la semilla</b>	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco
<b>Intensidad de color predominante</b>	Claro	Claro	Medio	Medio	Medio	Medio
<b>Color secundario de la semilla</b>	No hay	No hay	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco

<b>Intensidad del color secundario</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	Medio	Medio	Medio	Medio
<b>Distribución del color secundario de la semilla</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	Media luna En ceja Beteado Negro puro	Media luna	Marrón Media luna Salpicados	Media luna En ceja

**Figura 8**

*Distribución del color secundario de la semilla*



*Nota:* A) Kuelap. B) Trita. C) La Jalca

Para todos, el color de los cotiledones fue verde, la longitud tuvo una breve variación de 31,3 mm alcanzados por Quinjalca y Trita como máximo y de 27,3 mm alcanzados por Andenes 90 y Masacanchino. El color de los cotiledones fue verde para las dos variedades y gris para los cultivares domesticados (Figura 9), en cuanto a la longitud del hipocótilo se tuvo como máximo alcanzado por Quinjalca 55 mm y como Mínimo 40 mm alcanzados por ambas variedades, tal como se aprecia en la tabla 10.

**Tabla 10**

*Caracterización de la plántula del tarwi*

DESCRIPTOR	VARIEDAD		CULTIVAR DOMESTICADO			
	Andenes 90	Masacanchino	La Jalca	Quinjalca	Trita	Kuelap
<b>Color de los cotiledones</b>	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
<b>Intensidad del color de los cotiledones</b>	Claro	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
<b>Longitud de los cotiledones</b>	27,3 mm	27,3 mm	29,7 mm	31,3 mm	31,3 mm	29,7 mm
<b>Color del hipocotilo</b>	Verde	Verde	Gris	Gris	Gris	Gris

<b>Intensidad del color del hipocotilo</b>	Medio	Medio	Oscuro	Oscuro	Oscuro	Oscuro
<b>Longitud del hipocotilo</b>	40 mm	40 mm	45 mm	55 mm	50 mm	50 mm

**Figura 9**

*Longitud de la plántula del tarwi*



En la tabla 11, se aprecia que Andenes 90 y Masacanchino no tuvieron diferencias al momento de la primera vaina madura y maduración total, mientras que en los cultivares domesticados; la maduración de la primera vaina fue variable y; para la maduración total fue uniforme para los 4 cultivares domesticados.

El peso de 100 semillas, osciló entre 28,21 y 32,2 g alcanzados por Andenes 90 y Quinjalca, los demás estuvieron dentro este rango. En todos se encontró presencia de alcaloides; el contenido de proteínas para las variedades Andenes 90 y Masacanchino fué de 32,76% y 35,46%; para los cultivares domesticados, Kuelap registró el máximo con 41,57%; seguido por Quinjalca con 39,09%; Trita con 37,53% y finalmente La Jalca con 37,15%.

**Tabla 11**

*Evaluación preliminar del cultivo de tarwi*

DESCRIPTOR	VARIEDAD		CULTIVAR DOMESTICADO			
	Andenes 90	Masacanchino	La Jalca	Quinjalca	Trita	Kuelap
<b>Días a la primera vaina madura (50% plantas)</b>	178	178	192	199	192	192

<b>Días a la maduración total (50% de plantas)</b>	207	207	228	228	228	228
<b>Peso de 100 semillas</b>	28,21 g	30,83 g	31,23 g	32,2 g	32,0 g	32,13 g
<b>Presencia de alcaloides</b>	Presencia	Presencia	Presencia	Presencia	Presencia	Presencia
<b>Contenido de proteínas</b>	32,76%	35,46%	37,15%	37,53%	39,09%	41,57%

La emergencia, tuvo un máximo de 9 días para Masacanchino y Quinjalca, y un mínimo de 8,25 días para Andenes 90; mientras que los demás emergieron a los 8,75 días después de la siembra. El ritmo de crecimiento para todos fue lento, de igual manera el tipo de crecimiento en roseta para todos (Tabla 12).

La altura de la primera vaina, tuvo un máximo de 96,9 cm alcanzado por La Jalca y un mínimo de 75,6 cm alcanzado por Masacanchino. No hubo necesidad de vernalización. En cuanto al rendimiento por planta se tuvo un máximo de 65 g alcanzado por La Jalca y el mínimo de 20 g de ambas variedades. Todos presentaron latencia de la semilla, de igual manera para la permeabilidad del episperma. Las variedades tienen resistencia media al encamado, mientras que los cultivares son fuertemente resistentes.

**Tabla 12**

*Datos agronómicos del cultivo de tarwi*

DESCRIPTOR	VARIEDAD		CULTIVAR DOMESTICADO			
	Andenes 90	Masacanchino	La Jalca	Quinjalca	Trita	Kuelap
<b>Días a la emergencia (50% plántulas)</b>	8,25	9,00	8,75	9,00	8,75	8,75
<b>Días a la primera floración (50% plantas)</b>	116	116	137	144	137	137
<b>Ritmo de crecimiento</b>	Lento	Lento	Lento	Lento	Lento	Lento
<b>Tipo inicial de crecimiento</b>	En roseta	En roseta	En roseta	En roseta	En roseta	En roseta
<b>Altura de la planta (final de la floración)</b>	107,15 cm	107,83 cm	142,53 cm	127,95 cm	135,02 cm	144,58 cm
<b>Altura de la primera vaina</b>	79 cm	75,6 cm	96,9 cm	96,55 cm	92,6 cm	96,8 cm
<b>Necesidades de vernalización</b>	innecesaria	innecesaria	innecesaria	innecesaria	innecesaria	innecesaria

<b>Rendimiento de semillas por planta</b>	20 g	20 g	65 g	50 g	45 g	60 g
<b>Latencia de la semilla</b>	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente
<b>Permeabilidad del Episperma</b>	Permeable	Permeable	Permeable	Permeable	Permeable	Permeable
<b>Resistencia al encamado</b>	Media	Media	Mucha	Mucha	Mucha	Mucha

De acuerdo a la tabla 13, Andenes 90 y Masacanchino mostraron ser susceptible a la alta temperatura; por su parte los cultivares tuvieron susceptibilidad ligera; a la sequía todos mostraron susceptibilidad ligera, mientras que para baja temperatura y humedad no demostraron síntomas.

**Tabla 13**

*Susceptibilidad al estrés del cultivo de tarwi*

DESCRIPTOR	VARIEDAD		CULTIVAR DOMESTICADO			
	Andenes 90	Masacanchino	La Jalca	Quinjalca	Trita	Kuelap
<b>Baja temperatura</b>	No síntomas	No síntomas	No síntomas	No síntomas	No síntomas	No síntomas
<b>Alta temperatura</b>	Intermedia	Intermedia	Ligera	Ligera	Ligera	Ligera
<b>Sequía</b>	Ligera	Ligera	Ligera	Ligera	Ligera	Ligera
<b>Humedad</b>	No síntomas	No síntomas	No síntomas	No síntomas	No síntomas	No síntomas

*Susceptibilidad a las plagas y enfermedades.* No se observó presencia de plagas que ocasionaran daños al cultivo de tarwi en ninguna de las variedades ni cultivares domesticados.

En el caso de las enfermedades ambas variedades tuvieron presencia de Antracnosis en la raíz, pero tuvieron alta tolerancia, el cultivar domesticad La Jalca también presentó, pero fue ligera; así también se observó presencia de la mancha parda ligera en las hojas.

La roya tuvo un alto impacto en las hojas de las dos variedades, pero demostraron alta tolerancia, ya que completaron su ciclo fenológico, en el resto no se observó presencia de esta ni de otras enfermedades y/o virus como se aprecia en la tabla 14.

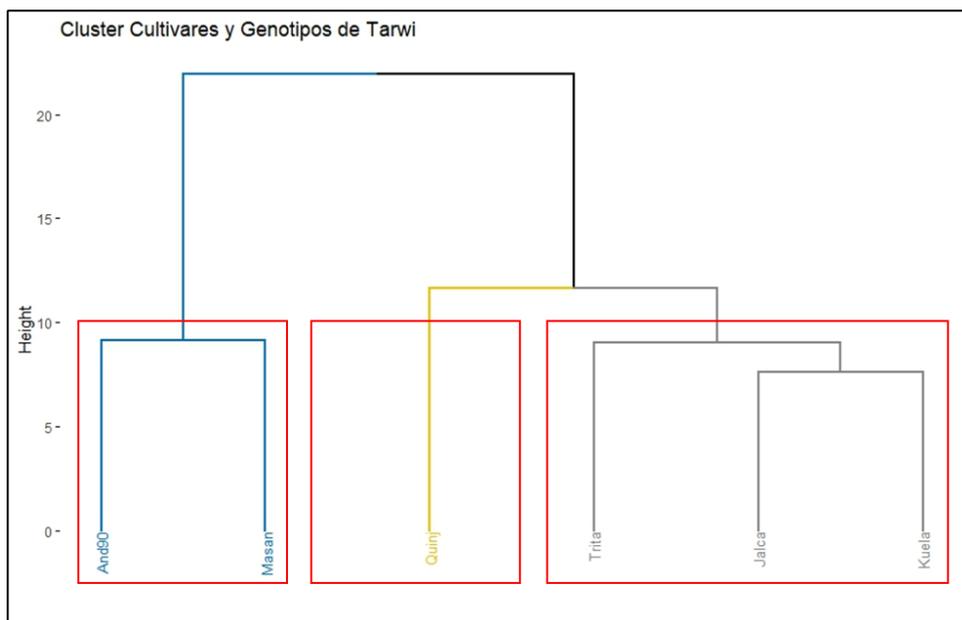
**Tabla 14***Susceptibilidad a las enfermedades del cultivo de tarwi*

DESCRIPTOR	VARIEDADI		CULTIVAR DOMESTICADO			
	Andenes 90	Masacanchino	La Jalca	Quinjalca	Trita	Kuelap
<b>HONGOS</b>						
<b>Antracnosis (<i>Glomerella cingulata</i>)</b>	Ligera (alta tolerancia)	Ligera (alta tolerancia)	Ligera (hipersensitivo)	No síntomas	No síntomas	No síntomas
<b>Mancha parda (<i>Pleiochaete setosa</i>)</b>	No síntomas	No síntomas	Ligera (hipersensitivo)	No síntomas	No síntomas	No síntomas
<b>Mildew (<i>Erysipe spp.</i>)</b>	No síntomas	No síntomas	Ligera (hipersensitivo)	Ligera (hipersensitivo)	Ligera (hipersensitivo)	Ligera (hipersensitivo)
<b>Fusariosis (<i>Fusarium oxysporum</i>)</b>	No síntomas	No síntomas	No síntomas	No síntomas	No síntomas	No síntomas
<b>Roya (<i>Unomyces lupinucolus</i>)</b>	Intermedia (tolerancia moderada)	Ligera (alta tolerancia)	No síntomas	No síntomas	No síntomas	No síntomas
<b>Verticilosis (<i>Verticilium spp.</i>)</b>	No síntomas	No síntomas	No síntomas	No síntomas	No síntomas	No síntomas
<b>OTROS (especificar)</b>	No síntomas	No síntomas	No síntomas	No síntomas	No síntomas	No síntomas
<b>VIRUS</b>	No síntomas	No síntomas	No síntomas	No síntomas	No síntomas	No síntomas
<b>OTRAS ENFERMEDADES (especificar)</b>	No síntomas	No síntomas	No síntomas	No síntomas	No síntomas	No síntomas

Considerando las distancias euclidianas de 10 unidades, las variedades y cultivares domesticados de tarwi fueron clasificadas en tres grupos. En el primer grupo estuvieron comprendidos las variedades Andenes 90 y Masacanchino, el segundo grupo conformado solo por la especie domesticada Quinjalca, y el tercer grupo conformado por los cultivares domesticados Trita, Jalca y Kuelap (Figura 10).

**Figura 10**

*Clúster de variedades y cultivares domesticados de tarwi*



*Nota:* Dendrograma obtenido con el método de Ward empleando las distancias euclidianas al cuadrado, representando las dos variedades y cuatro cultivares domesticados de tarwi.

### 3.2 Comportamiento agronómico y productivo del tarwi

**Tabla 15**

*Resumen del comportamiento agronómico del tarwi*

Variedad- Cultivar domesticado	$\bar{x}$ : % Germinación		$\bar{x}$ : Días a la emergencia	$\bar{x}$ : Días a la formación de hojas verdadera	$\bar{x}$ : Días a la floración	$\bar{x}$ : Días a formación de vainas	$\bar{x}$ : Días a la madurez fisiológica	$\bar{x}$ : Días a la maduración total
	Laboratorio	Campo						
Andenes 90	67,50	98,46	8,25	16,25	116	145	178	207
Masacanchino	81,25	99,62	9,00	15,75	116	145	178	207
La Jalca	95,00	99,62	8,75	17,25	137	167	192	228
Quinjalca	91,75	99,23	9,00	18,25	144	167	199	228
Trita	99,75	99,23	8,75	16,00	137	159	192	228
Kuelap	95,00	99,62	8,75	18,25	137	167	192	228

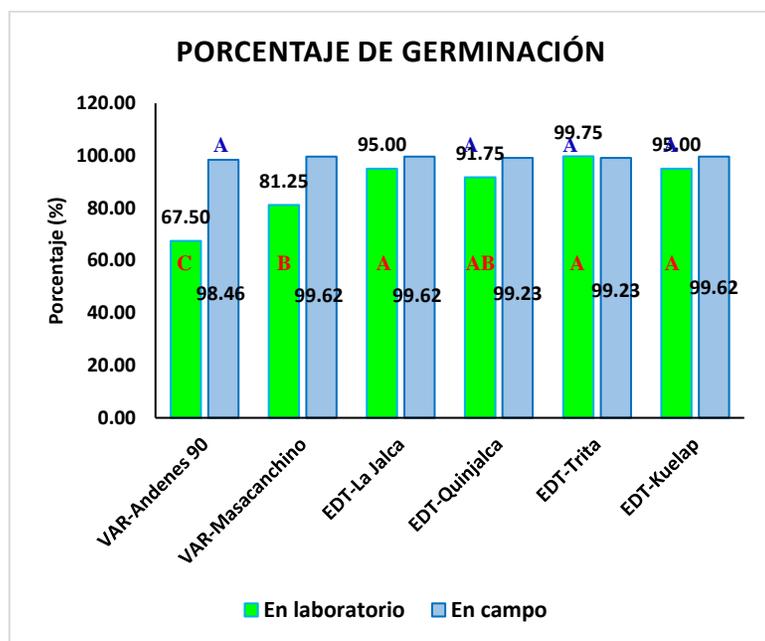
### a. Porcentaje de germinación del tarwi

Conforme a la tabla 16, el análisis de varianza para germinación en laboratorio, presenta diferencia estadística significativa entre tratamientos (variedad/cultivar domesticado). En la figura 11, el porcentaje de germinación promedio de los tratamientos, muestra que la variedades, tuvieron menor porcentaje en laboratorio que los cultivares domesticados; pero similar porcentaje de germinación en campo.

De acuerdo a la prueba de comparaciones múltiples de Duncan (Tabla 17), se observa cuatro grupos: A, AB, B y C, siendo el cultivar domesticado Trita que obtuvo más del 99% seguido por La Jalca y Kuelap con 95%; Quinjalca con 91,75%; Masacanchino con 81,25% y Andenes 90 con 67,5%.

**Figura 11**

*Porcentaje de germinación del tarwi*



La tabla 18, el análisis de varianza para germinación en campo, presenta que no hubo diferencia estadística significativa para tratamientos. De acuerdo a la prueba de comparaciones múltiples de Duncan de la tabla 19, se observa un solo grupo representativo: A; todos los tratamientos tuvieron buenos niveles de germinación, estando sobre 98,46% (Figura 11).

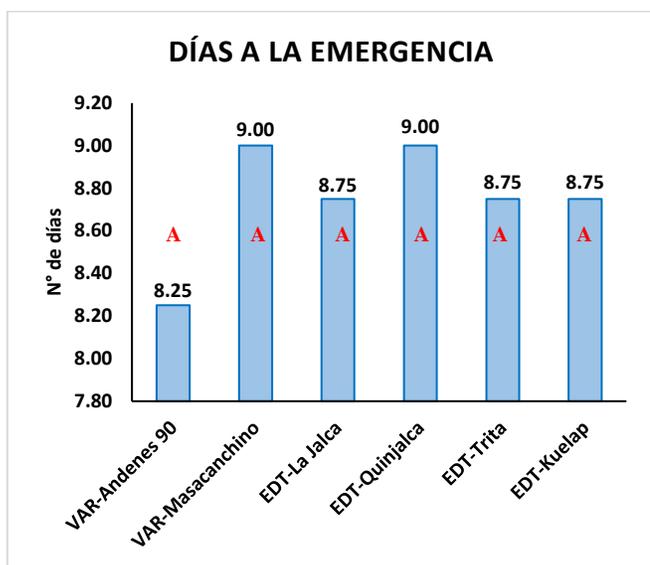
### b. Días a la emergencia

Las evaluaciones se iniciaron a partir de los 5 días después de la siembra, sin embargo, no se

vio emergencia si no a partir de los 8 días después de la siembra. Con el análisis de varianza (Tabla 20), no hubo diferencias estadísticas significativa entre tratamientos. En la figura 12, el promedio de días a la emergencia de los tratamientos, muestra que las variedades y los cultivares domesticados tuvieron ligera diferencia a los días a la emergencia.

**Figura 12**

*Días a la emergencia del tarwi*



Mediante la prueba de comparaciones múltiples de Duncan (Tabla 21), se observa un solo grupo representativo: A, siendo el cultivar domesticado de Quinjalca y la variedad Masacanchino quienes tardaron 9 días en emerger y Andenes 90 el de menor días con 8,25 días; los demás cultivares domesticados emergieron a los 8,75 días (Figura 12).

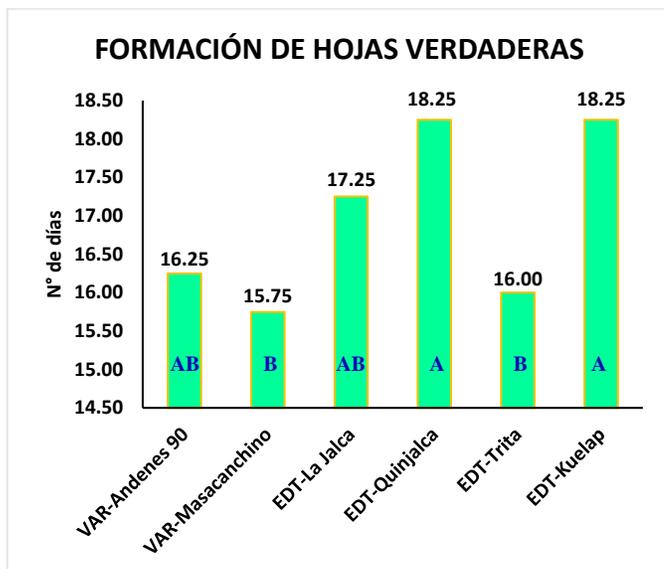
**c. Días a la formación de hojas verdaderas**

La tabla 22, del análisis de varianza para días a la formación de hojas verdaderas, presenta diferencias significativas entre tratamientos. En la figura 13, el promedio de días a la formación de hojas verdades de los tratamientos, muestra que las variedades y cultivares domesticados tienen diferentes tiempos para la formación de hojas.

Al efectuar la prueba de comparaciones múltiples de Duncan (Tabla 23), se observa tres grupos: A, AB y B; siendo Quinjalca y Kuelap los que más tardaron con 18,25 días; mientras que Masacanchino y Trita demostraron hojas verdaderas a los 15,75 y 16 días respectivamente. La Jalca y Andenes 90 estuvieron entre estos dos grupos diferenciados con 17,25 y 16,25 días respectivamente.

**Figura 13**

*Días a la formación de hojas verdaderas del tarwi*

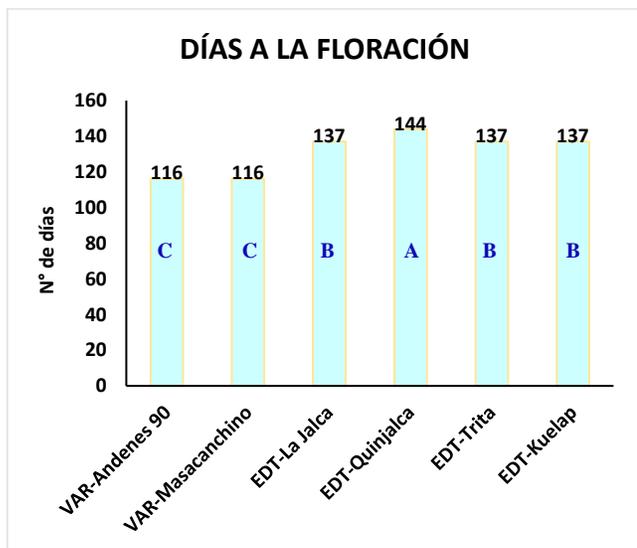


**d. Días a la floración**

Según el análisis de varianza (Tabla 24), presenta diferencia estadística significativa entre tratamientos en el número de días a la floración. En la figura 14, el promedio de días a la floración de los tratamientos, muestra que las variedades tuvieron menor número de días a la floración, que los cultivares domesticados.

**Figura 14**

*Días a la floración del tarwi*



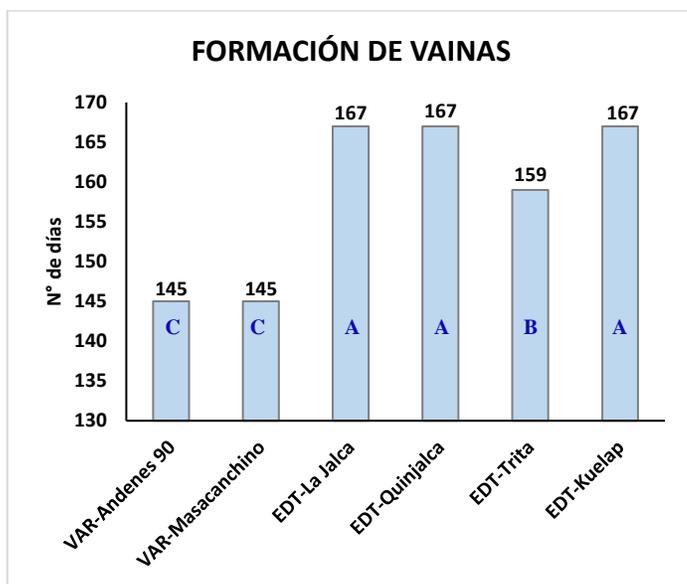
Con la prueba de comparaciones múltiples de Duncan (Tabla 25), se muestra tres grupos diferenciados: A, B y C; a los 116 días después de la siembra las variedades Andenes 90 y Masacanchino alcanzaron el 50% de floración; los cultivares domesticados Trita, Kuelap y La Jalca tardaron 21 días más (137 días); mientras que Quinjalca alcanzó el 50% de floración a los 144 días después de la siembra. Tal como se ve en la figura 14.

**e. Días a la formación de vainas**

El análisis de varianza en la tabla 26, muestra diferencia estadística significativa entre tratamientos. El promedio de días a la formación de vainas de los tratamientos (Figura 15), muestra que las variedades presentan menor número de días que los cultivares domesticados.

**Figura 15**

*Días a la formación de vainas del tarwi*



Según la prueba de comparaciones múltiples de Duncan (Tabla 27), se observa tres grupos: A, B y C; a los 145 días después de la siembra ambas variedades tuvieron el 50% de vainas formadas; el cultivar domesticado Trita alcanzó el 50% a los 159 días; finalmente los demás cultivares domesticados superaron el 50% de formación de vainas a los 167 días después de la siembra.

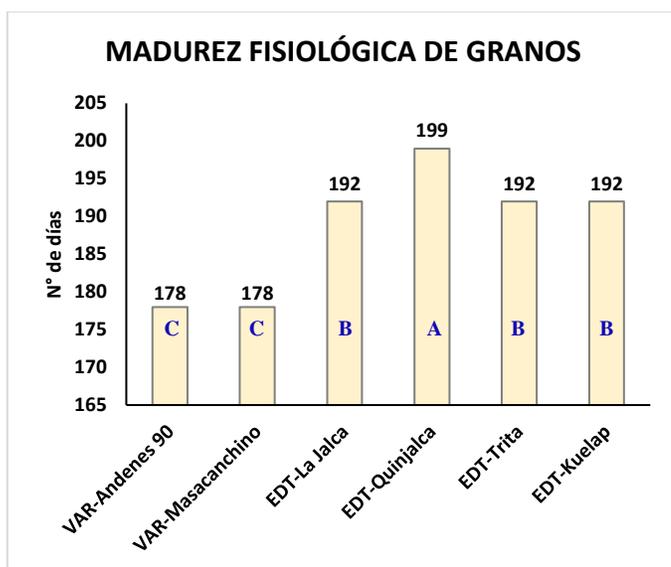
**f. Días a la madurez fisiológica de granos**

La madurez fisiológica de vainas en el eje central o como se conoce en la inflorescencia principal fue muy variable. La tabla 28, del análisis de varianza para días a la madurez fisiológica, presenta diferencia estadística significativa entre tratamientos. En la figura 16, el

promedio de días a la madurez fisiológica de granos de los tratamientos, muestra que las variedades tuvieron menor número de días que los cultivares domesticados.

**Figura 16**

*Días a la madurez fisiológica de granos del tarwi*



Según la prueba de comparaciones múltiples de Duncan (Tabla 29) se observa tres grupos: A, B y C ; ambas variedades tuvieron madurez fisiológica a los 178 días, los cultivares domesticados Trita, Kuelap y La Jalca alcanzaron la madurez fisiológica a los 192 días; mientras que Quinjálca fue la más tardía con 199 días después de la siembra.

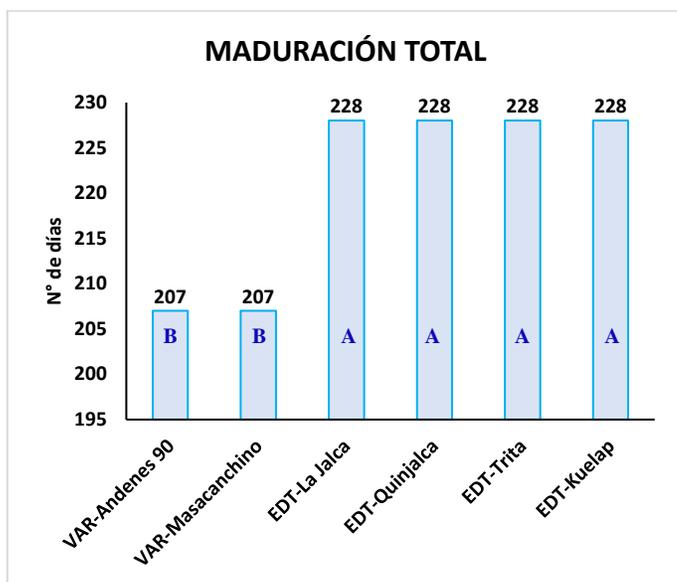
#### **g. Días a la maduración total**

Según el análisis de varianza (Tabla 30), existe diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. La figura 17, promedio de días a la maduración total o de cosecha, muestra que las variedades son más precoces que los cultivares domesticados a condiciones de la Jalca Grande.

Con la prueba de comparaciones múltiples de Duncan al 5% (Tabla 31), se divide en dos grupos: A y B; ambas variedades alcanzaron la maduración total a los 207 días después de la siembra, mientras que los cultivares domesticados tardaron en promedio 228 días.

**Figura 17**

*Días a la maduración total del tarwi*



**Tabla 32**

*Resumen del comportamiento productivo del tarwi*

Variedad- Cultivar domesticado	$\bar{x}$ : Ramas primarias		$\bar{x}$ : Ejes secundarios	$\bar{x}$ : Inflorescencias		$\bar{x}$ : Longitud de inflorescencia	$\bar{x}$ : Altura de planta	
	Floración	Cosecha		Total	Productivas		75 días	100 días
Andenes 90	7,17	6,79	5,92	5,84	1,21	22,79	52,33cm	107,15 cm
Masacanchino	7,17	6,96	9,88	9,08	5,0	30,25	59,79cm	107,83 cm
La Jalca	11,33	10,88	8,71	10,25	6,38	42,21	44,26cm	102,85 cm
Quinjalca	16,54	14,88	5,58	10,38	5,83	37,84	40,60cm	86,24 cm
Trita	12,09	9,71	5,59	7,67	4,71	41,86	42,14cm	102,75 cm
Kuelap	12,25	11,67	8,46	11,21	6,09	41,17	46,62cm	100,53 cm

$\bar{x}$ : Altura de planta		$\bar{x}$ : Diámetro del tallo		$\bar{x}$ : Número de vainas		$\bar{x}$ : Peso100 semillas		$\bar{x}$ : Rendimiento	
125 días	228 días	Momento floración	Momento cosecha	Por Planta	Por eje central	Semilla inicial	Semilla final	Por Ha	Por planta
107,15cm	104,71cm	12,93mm	12,93mm	18,50	18,50	28,28 g	28,21 g	408,65kg/ha	20 g
107,83cm	102,58cm	13,20mm	13,20mm	21,09	15,38	27,56 g	30,83 g	498,8 kg/ha	20 g
142,53cm	137,29cm	14,93mm	15,63mm	50,96	26,38	34,37 g	32,13 g	1313,1kg/ha	65 g
127,95cm	129,25cm	14,55mm	16,05mm	39,96	24,88	35,99 g	32,72 g	1123,8kg/ha	50 g
135,01cm	134,25cm	14,50mm	16,08mm	32,46	25,46	28,21 g	32,00 g	1292,07kg/ha	45 g
144,58cm	136,13cm	15,15mm	15,75mm	40,08	27,13	29,73 g	32,13 g	1403,24kg/ha	60 g

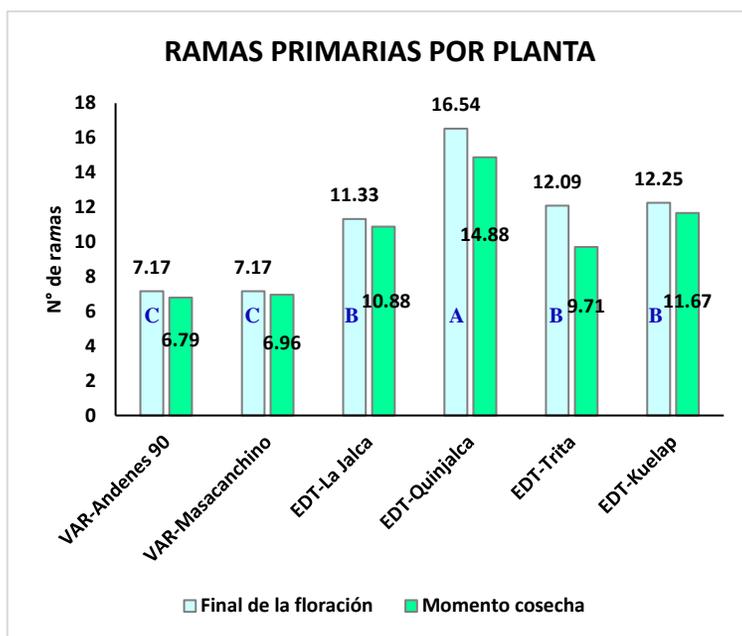
### a. Número de ramas primarias

De acuerdo al análisis de varianza (Tabla 33), para el número de ramas primarias existe diferencia estadística significativa entre tratamientos. La figura 18, el promedio de ramas primarias por planta evaluadas en dos momentos, muestran que las variedades son menos ramificadas que los cultivares domesticados.

Mediante la prueba de comparaciones múltiples de Duncan (Tabla 34), al final de la floración se observa 3 grupos A, B y C; Andenes 90 y Masacanchino alcanzaron 7,17 ramas; los cultivares domesticados Kuelap, Trita y La Jalca tuvieron 12,25, 12,09 y 11,33 ramas respectivamente y Quinjalca fue el más ramificado con 16,54 ramas por planta. Y como se aprecia en la figura 22, al momento de la cosecha se tuvo disminución de ramas, Quinjalca tuvo un máximo de 14,88 ramas y Andenes 90 tuvo 6,79 ramas primarias por planta.

**Figura 18**

*Número de ramas primarias por planta de tarwi*



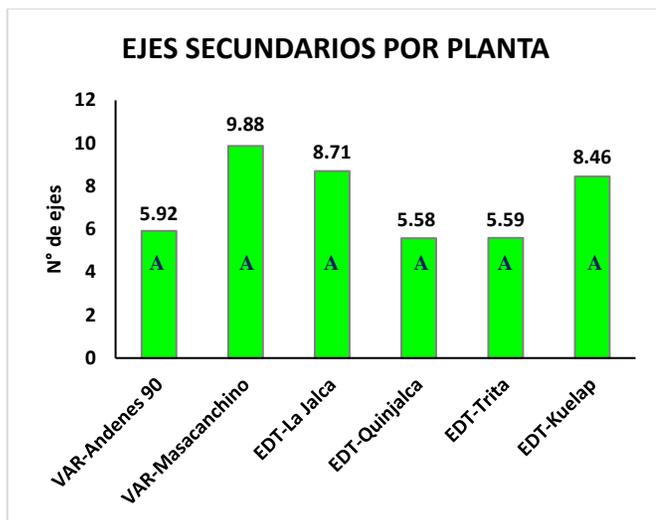
### b. Número de ejes secundarios

Conocidos también como ramas secundarias; el análisis de varianza (Tabla 35), presenta diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. En la figura 19, el promedio de ejes secundarios por planta para los tratamientos, muestra variación ligera en número de ejes secundarios por planta. En la tabla 36, se muestra la prueba de comparaciones múltiples de Duncan al 5%, se observa un solo grupo representativo en donde Masacanchino alcanzó 9,88

ejes por planta, seguido por La Jalca con 8,71 ejes secundarios, en último lugar se ubica Quinjcalca con 5,58 ejes secundarios.

**Figura 19**

*Número de ejes secundarios por planta de tarwi*



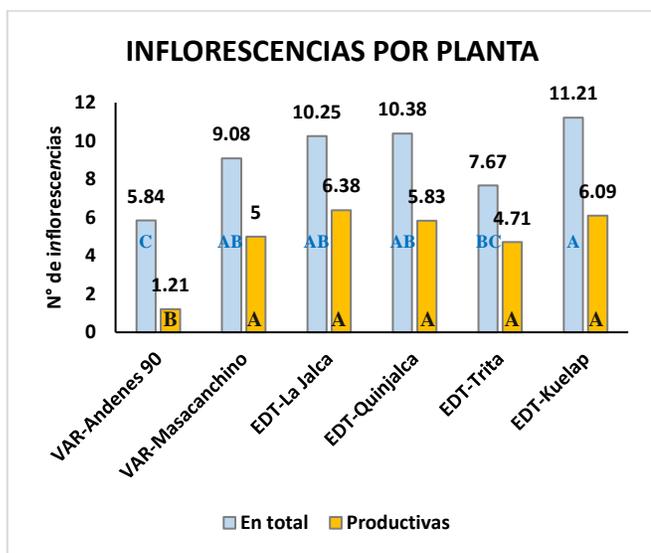
**c. Número de inflorescencias productivas por planta**

El análisis de varianza (Tablas 37 y 39) presentan diferencia estadística significativas entre tratamientos, en cuanto al número total de inflorescencias por planta. En la figura 20, el promedio de inflorescencias totales y productivas por planta, muestran que las variedades tienen menos inflorescencias por planta que los cultivares domesticados; además, que del total de inflorescencias, no todos llegan a producir.

De acuerdo a la prueba de Duncan (Tabla 38), se observa 4 grupos para el total de inflorescencias A, AB, BC y C; Andenes 90 con 5,84; Trita con 7,67; Quinjcalca, La Jalca y Masacanchino con 10,38; 10,25 y 9,08 inflorescencias respectivamente y Kuelap con 11,21 inflorescencias siendo el mayor de todos. Para número de inflorescencias productivas (Tabla 40), se observa dos grupos A y B; Andenes 90 solo llegó a producir 1,21 inflorescencias en promedio; mientras que las especie domesticada La Jalca alcanzó 6,38 inflorescencias productivas, seguido por Kuelap con 6,09; Quinjcalca con 5,83; Masacanchino 5 y Trita con 4,71 inflorescencias productivas.

**Figura 20**

*Número de inflorescencias productivas por planta de tarwi*

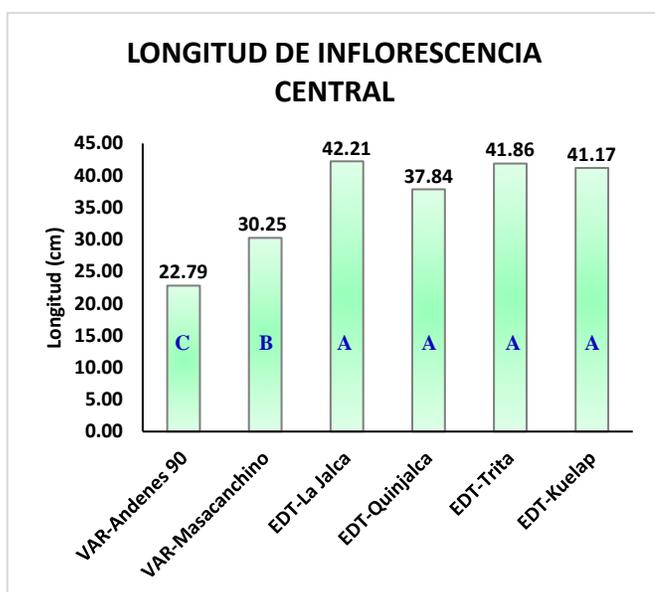


**d. Longitud de la inflorescencia central**

En cuanto a la longitud de la inflorescencia central fue muy variable, con el análisis de varianza (Tabla 41), se aprecia diferencia estadística significativa entre tratamientos. En la figura 21, el promedio de longitud de inflorescencia principal por planta, muestra que las variedades tienen la inflorescencias de menor tamaño en comparación a los cultivares domesticados.

**Figura 21**

*Longitud de la inflorescencia central del tarwi*



De acuerdo a la prueba de comparaciones múltiples de Duncan al 5% (Tabla 42), se observa tres grupos A, B y C; siendo la inflorescencia de Andenes 90 el de menor longitud con 22,79 cm; de Masacanchino con 30,25 cm; y los cultivares domesticados La Jalca con 42,21 cm, seguido por Trita con 41,86 cm, Kuelap con 41,17 y Quinjalca con 37,84 cm de longitud de inflorescencia.

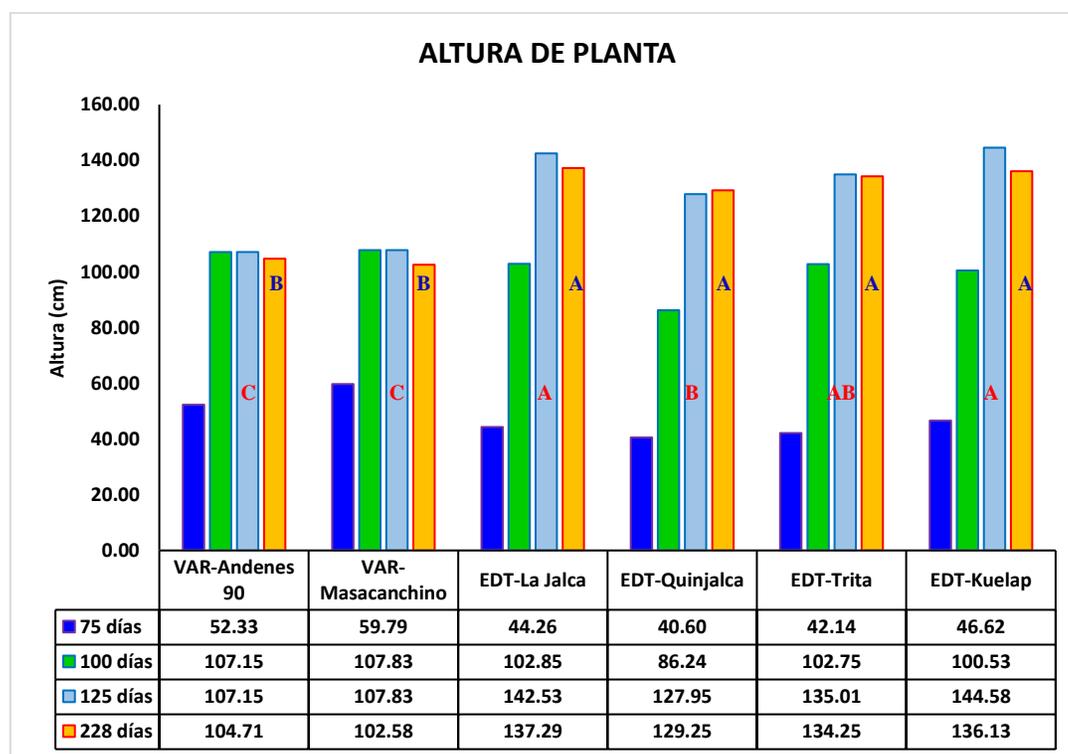
#### e. Altura de la planta

La altura de planta, se evaluó en tres momentos para ambas variedades y cuatro veces para los cultivares; como se aprecia en la figura 22, a los 75 días Andenes 90 y Masacanchino tuvieron un rápido crecimiento en comparación de los demás tratamientos. Al momento de la caracterización de las principales variables (final de la floración) alcanzaron 107,15 y 107,83 cm respectivamente; superando a los cultivares domesticados.

Con el análisis de varianza para los 2 últimos momentos de evaluación (Tabla 43 y 45), existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos para altura de la planta. En la figura 22, el promedio de altura de plantas de los tratamientos. En los dos últimos momentos de evaluación los cultivares domesticados fueron superiores a las variedades.

**Figura 22**

*Altura de la planta del tarwi*



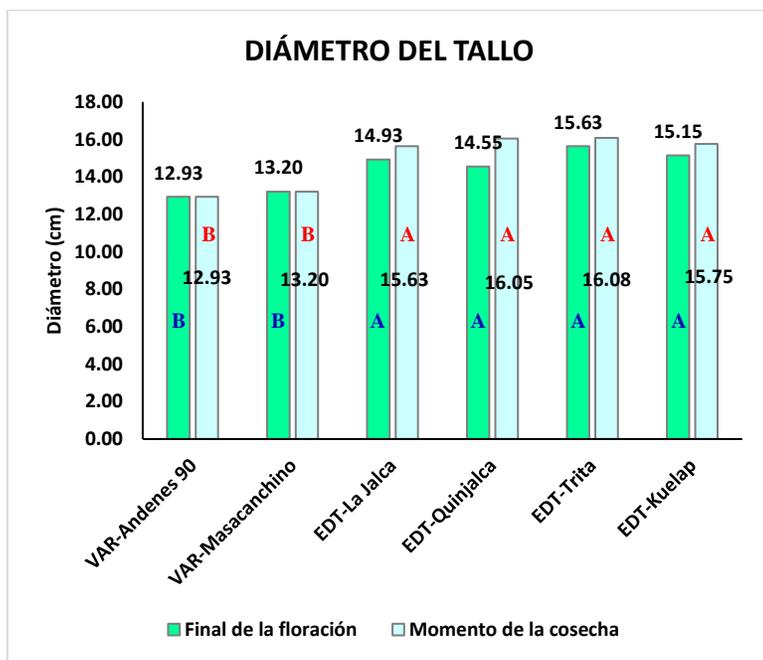
Con la prueba de Duncan (Tabla 44 y 46) a los 125 días después de la siembra se tiene cuatro grupos: A, AB, B y C; siendo el cultivar domesticado Kuelap que alcanzó la mayor altura con 144,58 cm, seguido por La Jalca con 142,53 cm; Trita alcanzó 135,02 cm; Quinjalca 127,95 cm. Al momento de la cosecha (228 días) también se realizó la evaluación de altura de la planta, y como se puede apreciar en la figura 22, los 5 tratamientos disminuyeron su altura, mientras que el cultivar Quinjalca, alcanzó un máximo de 129,25 cm. Debido a que fue el de mayor periodo fenológico.

#### f. Diámetro del tallo

El diámetro de tallo se evaluó en dos momentos. En la tabla 47 y 49, se tiene el análisis de varianza, donde se aprecia que existen diferencia estadística significativa entre tratamientos al final de la floración y al momento de la cosecha. En la figura 23, el promedio de diámetro del tallo de los tratamientos, muestran que las variedades tienen menor diámetro que los cultivares domesticados.

**Figura 23**

*Diámetro del tallo de la planta de tarwi*



La prueba de comparaciones múltiples de Duncan (Tabla 48), al final de la floración se aprecia dos grupos: A y B, Andenes 90 y Masacanchino tuvieron el tallo con menor diámetro con 12,93 y 13,2mm; mientras que los cultivares domesticados Trita alcanzó 15,63mm, seguido por Kuelap con 15,15mm, La Jalca con 14,93mm y Quinjalca con 14,55mm. Al

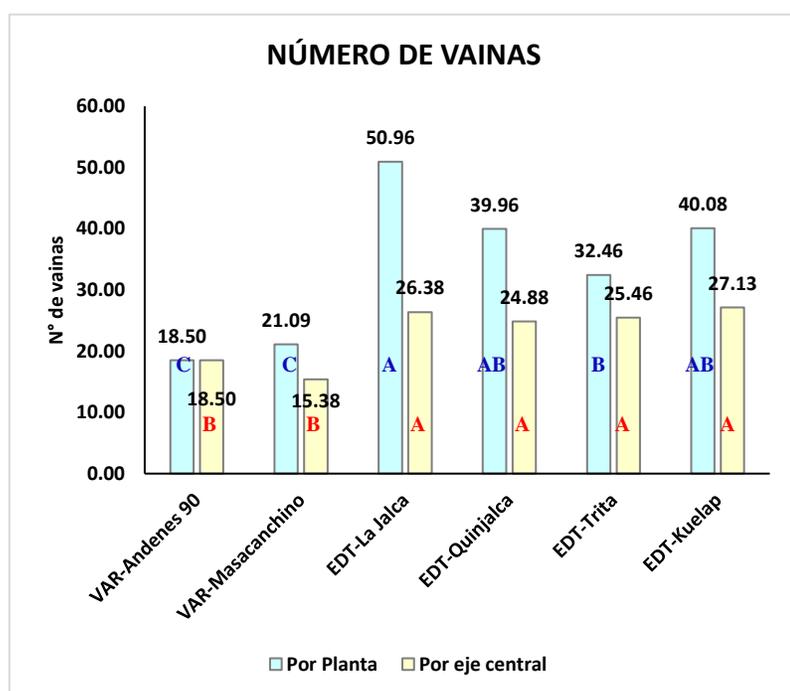
momento de la cosecha (Tabla 50), Trita alcanzó 16,08mm, seguido por Quinjalca con 16,05mm, Kuelap con 15,75mm y La Jalca 15,63mm.

**g. Número de vainas por planta y por eje central**

De acuerdo al análisis de varianza (Tabla 51 y 53), existen diferencias estadísticas significativa entre tratamientos para ambas evaluaciones. En la figura 24, el promedio de vainas totales por planta y por eje central, muestran que los cultivares domesticados tienen mayor número de vainas que las variedades.

**Figura 24**

*Número de vainas por planta y por eje central*



De acuerdo a la prueba de Duncan (Tabla 52) se observa cuatro grupos: A, AB, B y C; siendo La Jalca el de mayor número de vainas por planta con 50,96; seguidos por Kuelap y Quinjalca con 40,08 y 39,96 vainas respectivamente; Trita con 32,46 vainas; mientras que ambas variedades alcanzaron los menores números de vainas con 21,09 y 18,5 para Masacanchino y Andenes 90 respectivamente. Así mismo para el número de vainas por eje central por planta (Tabla 54), se observan dos grupos: A y B, conformados por variedades y cultivares domesticados; siendo Kuelap el mayor con 27,13 vainas y Masacanchino el de menor número de vainas por eje central con de 15,38.

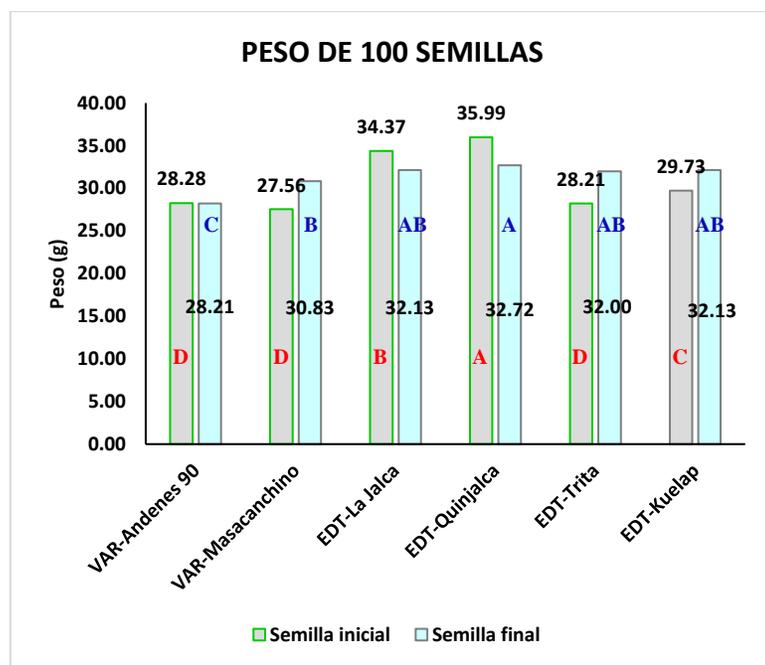
#### h. Peso de 100 semillas

El análisis de varianza para el peso de 100 semillas (Tabla 55 y 57), existe diferencias estadísticas entre tratamientos, para semilla inicial y semillas del trabajo experimental. En la figura 25, el promedio del peso de 100 semillas de los tratamientos evaluados en dos momentos; muestran alta variabilidad.

De acuerdo a la prueba de Duncan (Tablas 56), para la semilla inicial se observa cuatro grupos: A, B, C y D; siendo Quinjalca el mayor con 35,99g; La Jalca con 34,37 g; Kuelap con 29,73 g; mientras que Andenes 90, Trita y Masacanchino tuvieron 28,28; 28,21 y 27,56 g respectivamente, como los de menor peso. Para la semilla del trabajo experimental (Tabla 58), se tiene cuatro grupos: A, AB, B y C; Quinjalca con 32,72 g, siendo el mayor; Kuelap, Trita y La Jalca con 32,13; 32,0 y 31,23 g respectivamente; Masacanchino con 30,83 g y Andenes 90 con 28,21 g como el de menor peso.

**Figura 25**

*Peso de las 100 semillas*



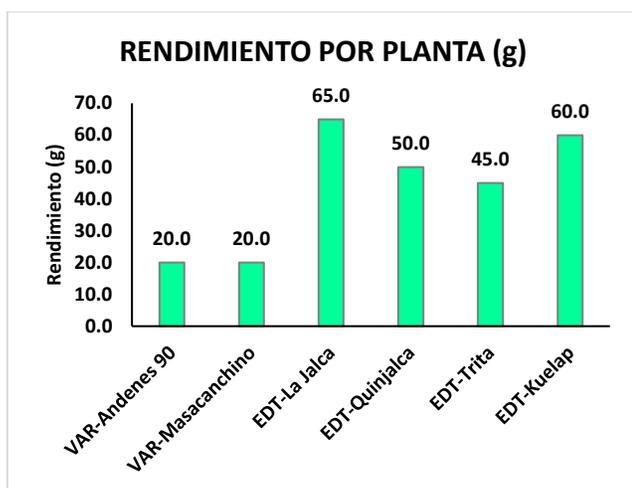
#### i. Rendimiento de grano por planta y por ha.

El máximo rendimiento por planta alcanzó el cultivar La Jalca con 65 g, mientras que Andenes 90 y Masacanchino alcanzaron 20 g por planta (Figura 26); en cuanto al rendimiento por ha, de acuerdo al análisis de varianza (Tabla 59) existe diferencia estadística significativa entre tratamientos. En la figura 27, el promedio de rendimiento por hectárea de los

tratamientos; muestran que las variedades tuvieron mucho menos rendimiento que los cultivares domesticados a condiciones de la Jalca Grande.

**Figura 26**

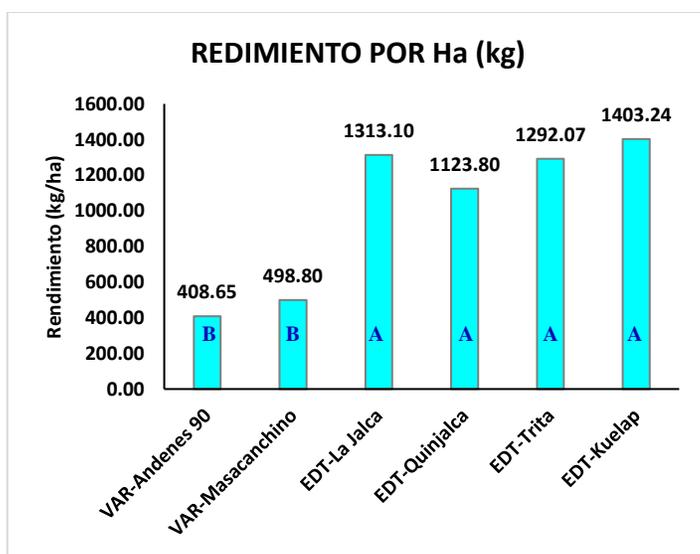
*Rendimiento de grano por planta de tarwi*



En la prueba de comparaciones múltiples de Duncan (Tabla 60), se observa dos grupos A y B; siendo el cultivar domesticado Kuelap quien alcanzó el mayor rendimiento por hectárea con 1403,24 kg/ha; seguido por La Jalca y Trita con 1313,1 y 1292,07 kg/ha; Quinjalca con 1123,8 kg/ha. Mientras que las dos variedades en rendimiento por hectárea a condiciones de la Jalca fueron 498,8 y 408,65 kg/ha para Masacanchino y Andenes90 respectivamente.

**Figura 27**

*Rendimiento de grano por hectárea*

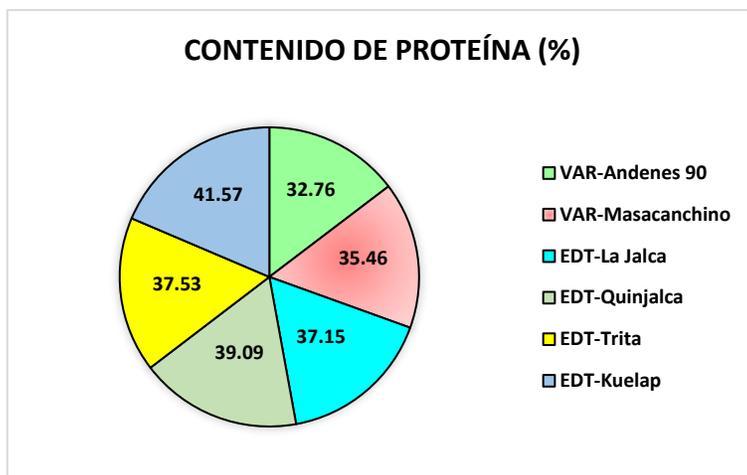


### 3.3 Determinación de la calidad de grano

El contenido de proteínas (Anexo 3), para las variedades Andenes 90 y Masacanchino a condiciones de la Jalca Grande Amazonas; fueron de 32,76% y 35,46% respectivamente, siendo los menores porcentajes; en los cultivares domesticados Kuelap registró el máximo contenido de proteínas con 41,57%; seguido por Quinjalca con 39,09%; Trita con 37,53% y finalmente La Jalca con 37,15% (Figura 28).

**Figura 28**

*Contenido de proteína de granos del tarwi*



## IV. DISCUSIÓN

### *4.1 Características fenotípicas del tarwi*

**Tipo inicial de crecimiento del tarwi.** Tanto las variedades y cultivares domesticados presentaron tipo de crecimiento herbáceo y porte erecto; los cuales difieren con los resultados encontrados por De La Cruz (2018), estas fueron de porte semi erecto y de crecimiento arbustivo. Sin embargo, Sicos (2019), identificó 136 accesiones de tarwi con tipo de crecimiento erecto y arbustivo. Las variaciones en el porte de la planta pudieron deberse a factores climáticos y a la capacidad de adaptación de los cultivares domesticados. Ya que Gross (1982), manifiesta que el cultivo esconde importante variabilidad morfológica el cual está relacionada con las condiciones agroecológicas en su área de distribución nativa (Guilengue et al., 2019).

**Caracterización del tallo.** En nuestro trabajo experimental la formación del tallo fue prominente, la pubescencia de tipo glabro (presencia de vellosidad), color de tallo verde y presencia de serosidad; coincidiendo con los resultados de Mamani (2020). Sin embargo, Araujo (2015) y De La Cruz (2018), registraron formación de tallo tipo no prominente, pero de tipo glabro. Katzung (2005), menciona que *L. mutabilis* a diferencia de otras especies tiene menos vellosidades (Rodríguez, 2009). El cual se evidencia en nuestra investigación al registrar la pubescencia tipo glabro.

**Ramificación del tarwi.** Variedades y cultivares domesticados evaluados, presentaron ramificación, coincidiendo con De La Cruz (2018). El número de ramas primarias fueron 16,6 y 7,2 alcanzado por Quinjalca y Masacanchino respectivamente. Sicos (2019), registró 17,2 ramas primarias por planta como máximo y 1,14 como mínimo. Gross (1982), manifiesta que las plantas altas y ramificadas se encuentran en los valles andinos de Bolivia y Sur del Perú, y que las plantas muy ramificadas, con largo periodo vegetativo, se dan en Colombia, Ecuador y norte del Perú (Guilengue et al., 2019). Evidenciándose con el número de ramas obtenido en la investigación por parte de los cultivares domesticados.

**Caracterización de la hoja del tarwi.** El diámetro máximo de la hoja en nuestra evaluación alcanzó Kuelap con 17,35 cm y Masacanchino 12,05 cm como mínimo; resultados superiores a los de Sicos (2019), quien registró 13,98 cm y 7,05 cm como valor máximo y mínimo. El foliolo de las hojas fue elípticas, diferentes a los registrados por Sicos (2019), como hojas

ensanchado hacia los extremos. Pero coincidiendo con De La Cruz (2018), que ecotipos del sur y centro del país, fueron hojas elípticas.

El mayor número de foliolos por hoja, alcanzó Masacanchino con 9.2 y el mínimo Quinjalca con 8 foliolos. Resultados similares a los registrados por Sicos (2019), que fueron 10,33 y 7,75 foliolos por hoja. Para longitud de las estípulas en nuestra investigación variaron de 11,3 y 10 mm para Trita y Masacanchino, resultados inferiores a los reportados por Sicos (2019), que variaron de 26,4 mm a 6,3 mm.

El color de las estípulas, fue variable para todos los tratamientos en nuestra investigación desde verde puro, verde-rojo y; verde-azul. Coincidiendo con Mamani (2020). Sin embargo, Sicos (2019), registró aparte del verde, el verde-amarillo y violeta-oscuro. La mayor longitud del peciolo alcanzó Trita con 13,97 cm y el mínimo Masacanchino con 8,02 cm. Datos similares a los encontrados por Lerma (2020), en la Accesoión-13 con 1,4 cm; seguidos por los genotipos Colec-UNCP y H6 con 13,2 y 13 cm respectivamente.

***Caracterización de la inflorescencia del tarwi.*** Ambas variedades evaluadas presentaron el botón floral antes de la floración de color verde, mientras que las cultivares domesticados fueron de color blanco. En el trabajo experimental de De La Cruz (2018), el ecotipo INIA H6 registró botón floral de color amarillo. Sicos (2019), de 136 accesiones evaluadas, todos registraron botón floral de color blanco.

El color de alas de las flores recién abiertas para Andenes 90 fue rosado, para Masacanchino, La Jalca y Trita fue Azul, similar a lo que reporta el INIA (2021), para la variedad Masacanchino, para Quinjalca y Kuelap fue color violeta; para todos con intensidad media. Así también De La Cruz (2018), registró color violeta; mientras que Sicos (2019), el 96,90%, fue entre color violeta-azul; 0,8% fue rosado-rojo claro; 0,8% fue azul oscuro; 0,78% rosado y 0,8% azul-violeta.

El color de la quilla de las flores recién abiertas fue blanco para Andenes 90, Masacanchino y Quinjalca y; un violeta claro para Trita, Kuelap y La Jalca. De La Cruz (2018), en cambio solo registró quillas de flores recién abiertas color rosado. El color de la banda marginal en el estandarte de las flores recién abiertas fue violeta claro para Andenes 90 y Quinjalca. Mientras que para los demás fue color azul con intensidad media. Sicos (2019), encontró entre violeta, violeta azul, rosado rojo claro y rosado. Evidenciándose que todo es muy dependiente de genotipo del tarwi empleado.

El color de las manchas centrales en el estandarte de las flores recién abiertas fueron variables; amarillo con intensidad oscuro y medio para Andenes 90 y Masacanchino, blanco para La Jalca, Quinjalca y Trita; mientras que en Kuelap hubo ausencia de estas manchas. Mamani (2020), en la evaluación de 103 entradas de tarwi, registró manchas centrales de color azul para el 64,08% (66 accesiones); color violeta para el 33,01% (34 accesiones) y rosado para el 2,91% (3 accesiones).

El color de la región intermedia en el estandarte de las flores recién abiertas para Andenes 90 y Masacanchino fueron blanco; mientras que en los cultivares domesticados se registraron amarillo con intensidad media y claro para Quinjalca. Sicos (2019), en sus ecotipos evaluados todos fueron de color amarillo. En el color en las alas de las flores poco antes de marchitarse se encontraron rosado con intensidad media para Andenes 90, azul medio y oscuro para Masacanchino y Kuelap respectivamente, mientras que los demás cultivares presentaron color violeta medio y oscuro para Quinjalca.

El color en la quilla de las flores poco antes de marchitarse para Andenes 90 y Masacanchino fue blanco y para los cultivares domesticados, violeta con intensidad media. De La Cruz (2018), en ecotipos del centro registro colores entre azul, violeta y rosado; y en ecotipos del sur; azul y violeta; coincidiendo con Sicos (2019). Los registros de Mamani (2020), difieren más desde violeta, azul, rosa, blanco y marrón. El color en la banda marginal del estandarte de las flores poco antes de marchitarse fue rosado oscuro para Andenes 90, azul oscuro para Masacanchino y Kuelap; violeta oscuro para La Jalca y Quinjalca y; violeta medio para Trita. Sicos (2019) y Mamani (2020), encontraron entre violeta, violeta azul y rosado.

El color de las manchas centrales del estandarte de las flores poco antes de marchitarse, para Andenes 90 y Masacanchino fue naranja medio y oscuro respectivamente, violeta medio para La Jalca y Quinjalca y, ausentes para Kuelap. Sicos (2019), registró colores desde violeta y rosado claro. Mamani (2020), además de estos encontró el azul, marrón y rosa. El color en la región intermedia del estandarte de las flores poco antes de marchitarse, fue rosado para Andenes 90, amarillo para Masacanchino, Quinjalca y Kuelap; y marrón para La Jalca y Trita; colores similares a los encontrados por Mamani (2020), pero difiriendo con Sicos (2019) quien encontró naranja amarillo.

Tapia et al. (2007), citado por Lerma (2020), afirma que la floración se denota a partir de los 100 a 120 días, luego que se forma el pedúnculo floral; también menciona que la coloración

de la flor varia desde el inicio de su formación hasta su marchitez de un azul claro hasta uno muy intenso; he ahí la importancia de la caracterización de la inflorescencia. Y que a ello se debe el epíteto “*mutabilis*” (cambiante). CIPCA (2009), citado por la misma Lerma, manifiesta que los colores más comunes en el tarwi son el azul y el purpura en sus diferentes tonos; y que los menos frecuentes son los colores blancos, crema, rosado y amarillo. Y que según el nivel y tipo de ramificación de la planta pueden darse hasta 3 floraciones sucesivas; pudiendo existir en una sola planta hasta 1000 flores.

**Caracterización de la vaina del tarwi.** En cuanto a longitud de la vaina, Trita alcanzó 14,06 cm, mientras que Andenes 90 registró 10 cm, los demás estuvieron entre estos rangos; superiores a los registrados por De La Cruz (2018), con un promedio de 7,38 cm y variando entre 6,9 y 7,8 cm. Para anchura de la vaina Trita y Andenes 90 alcanzaron 17,6 mm y 15,2 mm respectivamente.

Para los siguientes caracteres todos fueron vainas pubescentes en verde y maduro, vainas indehiscentes y tuvieron una capacidad de diseminación moderada. Sicos (2019), menciona que la dehiscencia e indehiscencia es un carácter de vital importancia en las plantas para saber si estamos frente a un material silvestre o frente a un cultivado/domesticado. Pues la dehiscencia es propio de toda planta silvestre y la indehiscencia es propio de una planta cultivada, el cual se ha logrado mediante procesos de selección obviamente con la ayuda del hombre. Lo cual se confirma en su investigación en la que también observó vainas indehiscentes como en nuestra investigación.

**Caracterización de la semilla del tarwi.** Andenes 90 y Masacanchino presentaron semilla de forma cuboide, mientras que los cultivares domesticados, semillas de forma esféricas. Similar obtuvo Villanueva (2020), al evaluar la variedad Andenes para forma de la semilla. Para todos, el lustre de la semilla fue brillante. El color predominante fue el blanco. Para el color secundario en las variedades no se observaron, en los cultivares domesticados hubo una distribución; de semillas en media luna, en ceja, beteadado, de color negro puro, salpicados y de color marrón. Huisa (2018), también encontró accesiones con semilla de color marrón y en media luna. Blanco (1980), citado por el mismo Huisa, menciona que los colores varían entre negro y blanco; pasando por bayo, pardo, gris y amarillo verde

Para longitud de semilla Andenes 90 alcanzó 11,15 mm, seguido por Masacanchino con 11 mm; mientras que los cultivares domesticados, fueron de menor longitud con 10,65 mm

alcanzado por Kuelap, seguido por Trita y Quinjalca con 10,35 y La Jalca con 10,25 mm. En el ancho de la semilla Quinjalca tuvo un promedio de 9 mm, seguido por Kuelap con 8,85 mm. Sicos (2019), registró 11,67 mm y 6,14 mm para longitud de la semilla como máximo y mínimo. En cambio Mamani (2020), registró un promedio de 9,95 mm y para el ancho de semilla alcanzó un promedio de 8,12 mm. Blanco (1980), citado por Huisa (2018), menciona que el largo de la semilla es de 8 a 10 mm y de 6 a 8 mm de ancho.

***Datos agronómicos del cultivo de tarwi.*** El ritmo de crecimiento para todos fue lento, difiere con Sicos (2019) y Mamani (2020), quienes registraron crecimiento normal y rápido; de igual manera el tipo de crecimiento en roseta para todos. No hubo necesidad de vernalización. Mamani (2020), al evaluar 103 accesiones encontró que la vernalización es innecesaria para el 93,2% (96 accesiones) y necesaria para 6,80% (7 accesiones).

Las variedades evaluadas tienen resistencia media al encamado, mientras que los cultivares domesticados son fuertemente resistentes. Sicos (2019), registró que el 80,55% de sus entradas evaluadas presentaron resistencia al encamado, 11,63% poca (inclinación leve), 6,98% media (inclinación pronunciada) y 0,8 % mucha (tumbado).

***Susceptibilidad al estrés del cultivo de tarwi.*** La variedad Andenes 90 y Masacanchino, demostraron ser susceptible a alta temperatura; por su parte los cultivares domesticados evaluados, tuvieron susceptibilidad ligera. A la sequía, todos demostraron susceptibilidad ligera, mientras que para baja temperatura y humedad no demostraron síntomas. Para Tapia (1997), citado por Mollinedo (2012), la planta se torna muy susceptible a las sequías durante la formación de flores y frutos, lo cual afecta significativamente la producción.

Según Aguero (2018), en la etapa de formación de vainas se observa caída de hojas al suelo; los cuales se integran como abono verde, evitando así la pérdida de humedad. La planta estratégicamente se equilibra con la biomasa foliar para poder cumplir su ciclo fenológico mediante un balance de energía. Este se confirma en esta investigación, ya que se observó que desde la formación de vainas, las plantas pierden hojas lentamente, tal que al momento de la cosecha se tienen en mínima cantidad; los que ayudaron a madurar las vainas de las ramas secundarias y de menor tamaño.

***Susceptibilidad a las plagas del cultivo de tarwi.*** En un 100% no se observó presencia de plagas que ocasionaran daños al cultivo en ninguna de las variedades, ni cultivares

domesticados. Confirmándose así lo manifestado por León (1987), quien al evaluar setenta y nueve entradas de germoplasma INIA-Ecuador, no presentaron ataques de plagas; aunque si observó la presencia de *Feltia spp.* y *Prodenia sp.* (Aguero, 2018). Mamani (2020), al evaluar este carácter, registró que en el 56,31% (58 accesiones) no hubo síntomas, el 29,13% (30 accesiones) hubo susceptibilidad ligera y para el 14,56% (15 accesiones) hubo susceptibilidad intermedia.

***Susceptibilidad a las enfermedades.*** En el caso de las enfermedades ambas variedades tuvieron presencia de Antracnosis en la raíz, pero tuvieron tolerancia. El cultivar domesticado La Jalca también presentó, pero fue ligera. También se observó presencia de la mancha parda ligera en las hojas. Según Tapia (2000), esto se debe a la diversidad genética que tiene el tarwi para ser tolerantes a las enfermedades (Araujo, 2015). La roya tuvo un alto impacto en las hojas de las dos variedades, pero demostraron tolerancia, puesto que completaron su ciclo fenológico. En los cultivares domesticados no se observó presencia de roya. Sicos (2019), observó presencia de Roya (*U. lupinoculos*) tanto en tallo, hojas y frutos. Siendo aún más peligroso.

Pérez de Castro y Nuez (2008), manifiestan que las características a nivel fenotípico, que muestra un individuo se deben no solo al efecto del genotipo, sino también al ambiente en el que se desarrolla y a la interacción entre ambos factores (Aquino, 2018). Tapia (2000), por su lado afirma que los caracteres cualitativos son estables a los efectos del ambiente; y a la misma vez, que no son de interés para el mejoramiento genético (Araujo, 2015).

#### ***4.2 Comportamiento agronómico y productivo del tarwi***

##### ***a. Comportamiento agronómico***

El comportamiento fenológico, fases y sub fases, son imprescindibles, ya que los factores ambientales como el clima, influyen en ellos, afectando muchas veces la cantidad y calidad de la producción (Mamani, 2020). Las características agronómicas son influenciadas por acción del medio ambiente, siendo por ello primordial una evaluación preliminar, ya que son indispensables para un programa de mejoramiento genético (Sicos, 2019).

***Porcentaje de germinación del tarwi.*** En laboratorio Andenes 90 y Masacanchino demostraron menor porcentaje con 67,5 y 81,25% respectivamente; mientras que los cultivares domesticados fueron superiores al 90%. Trita con más del 99% seguido por La

Jalca y Kuelap con 95%. Superiores a los obtenidos por Plata (2016), en Ecuador con 60% para la variedad Carabuco y 82% para la variedad Dulce Cochabamba. En campo se observó un alto porcentaje de todos los tratamientos, estando por encima de 98,46%. Demostrando todos tener buenos niveles de germinación.

Según Moreno (2008), las semillas de tarwi pueden ser almacenados durante hasta 10 años sin sufrir daños (Almeida, 2015). Con los porcentajes obtenidos en el ensayo se puede evidenciar la viabilidad de las semillas. Por otro lado, la FAO (1991), señala que los resultados obtenidos en condiciones de laboratorio no son iguales ni directamente aplicables en campo (Plata, 2016). Lo cual se confirma en nuestra investigación.

***Días a la emergencia del tarwi.*** Se registró 8,25 días para Andenes 90 y 9 días para Masacanchino y Quinjalca. Inferiores a los de Pinto (2019), que registró emergencia a los 14 días; el mismo que menciona, que se debió a las buenas condiciones de temperatura y humedad del campo de cultivo. Caicedo y Peralta (2001), manifiestan que por su alto contenido de alcaloides es una ventaja en la etapa de la emergencia, pues le da la calidad innata de hacer frente al ataque de plagas y enfermedades; obteniendo así plantas sanas y vigorosas (Pinto, 2019).

***Días a la formación de hojas verdaderas del tarwi.*** Quinjalca y Kuelap tardaron 18,25 días; mientras que Masacanchino y Trita registraron hojas verdaderas a los 15,75 y 16 días respectivamente. Sin embargo, Plata (2016), en su investigación solo tomó 12,67 días para la formación de hojas, y como máximo tardaron 15,11 días. Diferencias mínimas que podrían deberse a la condiciones de preparación del terreno y presencia de humedad.

***Días a la floración del tarwi.*** A los 116 días en promedio Andenes 90 y Masacanchino superaron el 50% de floración, mientras que los cultivares domesticados, tardaron 21 días más (137); a excepción de Quinjalca que superó el 50% a los 144 días después de la siembra. De La Cruz (2018), a similares condiciones de nuestra investigación, 2700 msnm y con temperatura promedio de 16 °C, observó floración a los 84 días en el ecotipo Yanamuco. Similares resultados obtuvo Araujo (2015), con 96,97 días al 50% de floración, desarrollado a 3295 msnm. Así mismo con Sicos (2019), que observó floración desde los 95 días después de la siembra, hasta un máximo de 200 días; investigación realizada a 3391 msnm. Por su parte Quico (2013), registró inicio de la floración a partir de los 84 días y como máximo 98

días después de la siembra. Finalmente Flores (2018), registró presencia de flores en el eje principal a partir de los 107 hasta los 112 días después de la siembra.

Según el INIA (2021), para Masacanchino recomiendan cultivarlo en altitudes superiores a los 3285 msnm, donde se evidencia la primera floración a los 75 días. Ya que altas temperaturas puede adelantar la fenología de los cultivos. Sin embargo, si buscamos mejorar características agronómicas, la precocidad en las plantas es indispensable, puesto que evitaría que estas sufran ataque de heladas, sequías u otros factores ambientales que causarían caída de flores, entre otros daños (De La Cruz, 2018).

***Días a la formación de vainas del tarwi.*** A los 145 días en promedio las variedades tuvieron el 50% de vainas formadas. En el cultivar domesticado Trita, se dio a los 159 días después de la siembra; los demás cultivares domesticados superaron el 50% de formación de vainas a los 167 días. Flores (2018), registró un rango de entre 138 hasta los 146 días. El INTAGRI (2019), manifiesta que existen factores que afectan el amarre o cuajado de frutos; como la interacción entre la fisiología del cultivo (viabilidad del polen, velocidad de crecimiento del tubo polínico y crecimiento del fruto); las condiciones ambientales (temperatura, viento, precipitación) y factores endógenos como la cantidad de reservas nutricionales y el contenido de hormonas en la planta (Pinto, 2019).

***Días a la madurez fisiológica de granos del tarwi.*** Las variedades evaluadas tuvieron madurez fisiológica a los 178 días, el cultivar domesticado Quinjalca a los 199 días. Mientras que los demás alcanzaron la madurez fisiológica a los 192 días después de la siembra. Dentro de lo encontrado por Pinto (2019), quien registró madurez, a partir de 140 hasta los 220 días. Lerma (2020), registró el mayor número de días a la madurez fisiológica para el genotipo Sacacatani, con 268 días; mientras que los genotipos Accesion-13 y Colec-UNCP registraron 242 y 241 días.

Estos resultados pudieron deberse a las condiciones climáticas durante el desarrollo del cultivo, además de las densidades de siembra en las que se desarrolló el cultivo. Así lo afirmó Plata (2016), al evaluar diferentes densidades de siembra. Pues a densidad de 110 kg/ha aprovechó mejor la luz y la disponibilidad de nutrientes por tener una distribución equilibrada, a densidades de 130 kg/ha generó mucha competencia entre plantas, y a 90 kg/ha hubo mayor pérdida de humedad por evapotranspiración y la baja cobertura vegetal

***Días a la maduración total del tarwi.*** Las dos variedades evaluadas, tuvieron la maduración total a los 207 días, coincidiendo con lo que reporta el INIA (2022), para la variedad Masacanchino. Mientras que los cultivares domesticados, tardaron 21 días más (228). En su investigación Sicos (2019), registró días máximos y mínimos de 179 y 228 días respectivamente. En cambio Blanco (2011), tuvo un promedio de 242,04 días. Variaciones que se deben a la diversidad genética del tarwi empleado, además de las condiciones de altitud y temperatura a las que se desarrolló. El mismo Blanco (2011), manifiesta que los días a la maduración total, explica la mayor parte de la variabilidad agronómica del tarwi. Aguilar (2015), precisa que la diferencia de las accesiones precoces en otras regiones se nota, a través de hasta 30 a 40 días, y el cual depende mucho del genotipo del cultivo y factores edafoclimáticos donde se produce. Villanueva (2020), menciona que las características medioambientales de un determinado lugar, influyen en el tiempo de madurez, es decir, mayor altitud, permite a las plantas desarrollar más y ampliar el ciclo vegetativo con el consiguiente aumento del rendimiento.

#### **b. Comportamiento productivo**

Cuando evaluamos rendimiento de los cultivos Quico (2013), hace énfasis de que deben efectuarse bajo condiciones prácticas de los agricultores, lo que conllevaría a que se renuncie a actividades como la fertilización, aplicación de insecticidas y fungicidas, ya que el potencial del cultivo de tarwi se encuentra en zonas marginales.

***Número de ramas primarias.*** Al final de la floración, Quinjalca tuvo 16,54 ramas y Masacanchino 7,17 ramas. Al momento de la cosecha, disminuyeron las ramas, Quinjalca tuvo 14,88 y Andenes 90; 6,79 ramas primarias por planta. Superiores a 13,83 y 4,97 ramas como máximo y mínimo por planta, registrados por De La Cruz (2018). Al ser este, un componente importante de rendimiento, Quico (2013), menciona que las ramas primarias originan las flores y estas a las vainas contenedoras del grano; en su investigación obtuvo en promedio de 7 ramas por planta. Blanco (1982) y Ticona (1985), citados por Villanueva (2020), mencionan que el número de ramas es heterogéneo y tiene correlación con los factores ambientales y genéticos.

***Número de ejes secundarios del tarwi.*** Masacanchino alcanzó 9,88 ejes por planta, seguido por La Jalca con 8,71 y Quinjalca con 5,58 ejes secundarios. Similares obtuvo Huisa (2018), con variación de 10,5 a 7,6 ejes secundarios por planta. Gross (1982), menciona que las

plantas muy ramificadas, con largo periodo vegetativo y con baja producción en el tallo principal se dan en Colombia, Ecuador y norte del Perú (Guilengue et al., 2019).

***Número de inflorescencias productivas por planta.*** Kuelap alcanzó 11,21 inflorescencias por planta, seguido por Quinjalca con 10,38 y Andenes 90 con 5,84 inflorescencias por planta. Del total de inflorescencias, Kuelap solo llegó a producir 6,09 inflorescencias y Andenes 1,21 inflorescencias por planta; siendo inferior a la especie domesticada La Jalca, que llegó a producir 6,38 inflorescencias de 10,25. Ramos (2009), afirma que en una inflorescencia se desarrollan hasta más de 60 flores, pero no todas llegan a fructificar, sobre todo las flores ubicadas en el extremo del eje (Quico, 2013). Muchas veces también son afectados por las lluvias.

***Longitud de inflorescencia central del tarwi.*** El cultivar domesticado La Jalca alcanzó 42,21 cm de longitud de inflorescencia; seguido por Trita con 41,86 cm y Andenes 90 alcanzó el mínimo con 22,79 cm. Resultados de los cultivares domesticados son superiores a los registrados por Mayhua (2012), que al evaluar siete líneas de tarwi y Andenes 90 como testigo; obtuvo 37,89 cm de longitud de inflorescencia como máximo, y 34,67 cm como mínimo. Sin embargo Andenes 90 fue inferior con 33,79 cm de inflorescencia, siendo superior a lo registrado en nuestra investigación. El INIA (2021), reporta que Masacanchino alcanza 29 cm de longitud de inflorescencia.

El mismo Mayhua (2012), menciona que esto se debe al carácter de adaptación genética e interacción de las líneas de tarwi con el medio ambiente; lo que no ocurrió con Andenes 90. Además, que se desarrolló a una altura de 3743 msnm; dándonos a entender que a mayor altura Andenes 90, responde mejor a características agronómicas. Lo cual se confirma con la investigación de De La Cruz (2018), quien a 2700 msnm, como máxima longitud de inflorescencia registró 29,05 cm. Entonces a mayor longitud de inflorescencia, mayor es la probabilidad de flores potencialmente productivas (Ramos, 2009 en Quico, 2013).

***Altura de la planta del tarwi.*** Andenes 90 y Masacanchino tuvieron un rápido crecimiento, tal que en el momento de la caracterización de las principales variables (final de la floración), alcanzaron 107,15 y 107,83 cm respectivamente; siendo superiores a los cultivares domesticados. A los 125 días; Kuelap alcanzó 144,58 cm, seguido por La Jalca con 142,53 cm, Trita con 135,01 cm y Quinjalca con 127,95 cm. Datos inferiores a Sicos (2019), que reporta una máxima altura de 158 cm y un mínimo de 64 cm. Así mismo, De La Cruz (2018),

registró que el ecotipo Yanamucllo del centro alcanzó la mayor altura con 117,99 cm mientras que el ecotipo Andenes INIA del Sur, alcanzó 88,67 cm de altura de planta. Inferiores al de nuestra investigación.

Mayhua (2012), como mayor altura de planta, al momento del 50% de floración reportó 92,2 cm y 80,4 cm como mínimo; mientras que su tratamiento Testigo, (Andenes 90) tuvo 84,4 cm. Estos resultados coinciden con lo que menciona Tapia (2000), de que el tarwi es una planta anual con tamaño variable, el cual dependiendo del genotipo y medio en el que se cultive, puede alcanzar desde los 0,40 hasta los 2,5 metros (Araujo, 2015).

Almeida (2015), registró la máxima altura de 200 cm y como mínimo 138 cm. Siendo totalmente superiores a los de nuestra investigación. Variaciones debidas a la constitución genética del tarwi y las condiciones de altitud y temperatura, además de la fertilización empleada en los experimentos. Aguilar (2015), citado por la misma Lerma afirma que la altura de la planta no está correlacionada con el rendimiento, pero sí con el hábito de crecimiento; pues nos indica la forma en que se debe manejar el cultivo a nivel agronómico y sus factores climáticos.

***Diámetro del tallo del tarwi.*** Andenes 90 y Masacanchino tuvieron 12,93 y 13,21 mm; los cultivares domesticados al final de la floración alcanzaron; Trita 15,63 mm; seguido por Kuelap con 15,15 mm; La Jalca con 14,93 mm y Quinjalca con 14,55 mm. Sin embargo, Sicos (2019), registró diámetro máximo de 16,74 mm y 7,36 mm como mínimo. Por otro lado, Lerma (2020), registró que el ecotipo Andenes-80 tuvo el mayor diámetro con 18,4 mm. Diferencias que se sustentan debido a que en nuestra investigación no se aplicó fertilizantes a nivel radicular ni foliar, así lo confirmó Pinto (2019), al evaluar la adaptabilidad de tres cultivares de tarwi con la aplicación de diferentes enmiendas orgánicas, las cuales favorecieron el desarrollo vegetativo de los cultivares.

***Número de vainas por planta de tarwi.*** En nuestra investigación el cultivar domesticado de La Jalca alcanzó 50,96 vainas; seguido por Kuelap con 40,08; Quinjalca con 39,96; Trita 32,46; Masacanchino 21,09 y finalmente Andenes 90 con 18,5 vainas por planta. Muy inferiores a los registrados por Sicos (2019), como límites máximo y mínimo de 125,67 y 4 vainas por planta. Aun así, De la Cruz (2018), reporta 145,77 vainas del ecotipo Moteado Beige, seguido por Huancavelica con 72,46 vainas; el mínimo fue de 31,09 vainas por planta.

Para el número de vainas por eje central por planta, varió entre 27,13 alcanzado por Kuelap y de 15,38 vainas alcanzado por Masacanchino. Superiores a los de Araujo (2015), que registró 22,8 y 19,68 vainas por planta como máximo y mínimo. Lerma (2020), en cambio registró un promedio máximo y mínimo de 13,5 y 11 vainas por eje central o inflorescencia principal por planta.

Variaciones que pudieron deberse a la aplicación de fertilizantes y las diferentes densidades de siembra aplicado, pues Gamarra (1979), afirma que el rendimiento del grano esta influenciado por el distanciamiento de siembra entre surcos y el número de vainas por planta dependen del distanciamiento entre golpes y surcos (Huaranga et al., s.f.). Así mismo el INIAP (2001), resalta que el crecimiento y la producción del chocho o tarwi depende mucho del ecotipo y área donde se desarrolla. La misma que puede originar una gran variabilidad morfológica, de acuerdo al ambiente y los factores ambientales característicos de la zona que intervienen durante su desarrollo (Almeida, 2015).

***Peso de las 100 semillas de tarwi.*** Tanto la semilla inicial, como la semilla al final del trabajo experimental de la especie domesticada Quinjalca alcanzó el peso mayor con 35,99 y 32,72 g respectivamente; seguidos por la Jalca y Kuelap con 34,37g y 32,13 g. Los de menor peso para 100 semillas fueron Trita y Masacanchino con 28,21 y 27,56 g para la semilla inicial y; Masacanchino y Andenes 90 con 30,83 y 28,21 g para la semilla del trabajo experimental. Coincidiendo con los resultados de Araujo (2015) y Mayhua (2012), que registraron 28,68 y 28,93 g respectivamente como máximo.

Nuestros resultados, de Araujo (2015) y de Mayhua (2012), fueron superiores a los registrados por De La Cruz (2018), con un promedio general de 20,73 g y oscilando entre 17,4 y 24,6 g. De igual manera para con Sicos (2019), que tuvo un rango de 13,9 y 28 g. Frente a ello Aguero (2018), afirma que el efecto esperado de mayor peso a la aplicación de fertilizantes no es evidente; pues podría ser respuesta fisiológica en la etapa del llenado de grano. Castañeda (1988), citado por el mismo Aguero minimiza la importancia del peso de 100 semillas, considera que es un factor de menor importancia al analizar el rendimiento de la producción. Confirmándose en nuestra investigación ya que no se aplicaron fertilizantes. Además Aguilar (2015), menciona que esto es más debido a los genotipos de tarwi locales y las condiciones climáticas que alteran en el resultado de este parámetro. Las variaciones se les atribuyen a factores como el manejo, el suelo y la humedad. Ortega et al. (2010), afirman

que cuanto mayor sea el tamaño de las semillas de lupino en comparación a otras semillas es un indicador de su mayor capacidad de nutrientes almacenados.

***Rendimiento de grano por planta y por ha de tarwi.*** El mayor rendimiento por planta alcanzó el cultivar La Jalca con 65 g, Andenes 90 y Masacanchino alcanzaron 20 g por planta; resultados dentro de De La Cruz (2018), que registró rendimientos por planta desde los 16,4 hasta los 86,46 g por planta.

En cuanto al rendimiento por hectárea, Kuelap alcanzó 1403,24 kg/ha, seguido por La Jalca con 1313,1 kg/ha, Trita con 1292,07 kg/ha y Quinjalca 1123,8 kg/ha, Masacanchino 498,8 kg/ha y Andenes 90 con 408,65 kg/ha. Inferiores a los que alcanzó De La Cruz (2018), con 3711,15 kg/ha y 738 kg/ha como máximo y mínimo respectivamente. Araujo (2015), registró 2300 kg/ha en la variedad Andenes. Plata (2016), registró 1522,63 y 1384,13 kg/ha; similares al de nuestra investigación. En su investigación Lerma (2020), el genotipo Sacacatani registró un rendimiento de 2766,5 kg/ha y Yunguyo 2480 kg/ha.

De La Cruz (2018), asume que los rendimientos se basan en la genética de las plantas, pues al tratarse de cultivos provenientes de distintos lugares, presentan una gran heterogeneidad de genes que ayudan o desfavorecen a algunos ecotipos con respecto a las condiciones ambientales, pH, C.E entre otros. Además, de necesidad de agua y no son suministrados o no coinciden con el tiempo; afectando seriamente los rendimientos. Otro factor que podría tener efecto es la altitud a la que se desarrolla el cultivo. Agüero (2018), manifiesta que a mayores altitudes los rendimientos podrían duplicarse.

Mientras Castañeda (1988), indica que el rendimiento del tarwi es favorecido cuando el pH es neutro, hay buen contenido de CaCO<sub>3</sub>, K y P, y el clima es templado a lluvioso moderado y temperatura máximas de 18,6 °C y media de 11,5 °C (Huaranga et al., s.f.). Lo que se reforzaría a lo mencionado por la FAO (2007), de que *L. mutabilis* requiere suelos francos y franco arenosos, con adecuado balance de nutrientes y buen drenaje, pH entre 5 y 7. Ya que en suelos ácidos, la fijación de nitrógeno por *Rhizobium spp*, es muy escasa (Plata, 2016). Por el contrario, Tapia (1997), menciona que *L. mutabilis* es propio de suelos pobres en nutrientes.

Entre otros factores que tiene efecto en el rendimiento del tarwi se encuentra la abscisión de las flores el cual según Pinto (2019), se da cuando de todas las flores el 50 – 70% no llegan a formar frutos, teniendo mayor efecto en ramas secundarias y terciarias.

Huaranga et al. (s.f.), afirma que se tienen referencia que los ecotipos del norte, tienen plantas vegetativas más frondosas, altas y con un elevado número de ramas y por ende mayor número de inflorescencias, que repercutirán en vainas por planta. Evidenciándose en nuestra investigación. Villanueva (2020), menciona que las características medioambientales de cada lugar influyen en el tiempo de madurez de las plantas, por lo tanto, mayor altitud, permite a la planta desarrollarse mejor y ampliar el ciclo vegetativo con el consiguiente aumento del rendimiento.

#### **4.3 Calidad de grano del tarwi**

Según los resultados emitidos por el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA) de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM), el contenido de proteínas para las variedades Andenes 90 y Masacanchino fueron de 32,76 y 35,46% respectivamente; en los cultivares domesticados, Kuelap registró 41,57%; seguido por Quinjalca con 39,09%; Trita con 37,53% y finalmente La Jalca con 37,15%. Similares a lo obtenido por Blanco (2011), con promedio de 38,57% de proteína.

Inferiores a los determinados por Lerma (2020), que el genotipo Andenes 80 contiene 48% de proteína, seguido de los genotipos H-6 y Seccelambra con 48,4 y 47,9%. Guapi (2014), en Ecuador determinó 47,18% de proteína de la variedad INIAP 450, seguido por INIAP-451 con 46,87 % y la variedad criolla con un 45,52%. Valores inferiores a los determinados por Ortega et al. (2010), quien obtuvo 49,22% de proteína. Similar a los de Pantoja-tirado et al. (2020), con 49,04%

Estos bajos porcentajes de proteínas reportados en esta investigación, se asume que podría deberse a dos factores principales: primero, las semillas empleadas son trascedentes de generaciones remotas; lo mismo de las variedades que han sido domesticadas por años; Piornos et al. (2015), citado por Quispe (2019), indican que en un proceso de domesticación de vegetales ocurre la disminución del contenido de proteínas. Esto se ve claro en la investigación de la misma Quispe, pues la especie silvestre de tarwi *L. munzianus* superó los 67,95% de proteína.

El segundo factor de variación podría ser el nivel de nitrógeno en el suelo y la absorción de la misma. En la investigación no se empleó fertilización de ningún tipo. Quispe (2015), evaluó el contenido de proteína cruda de variedades de 10 diferentes regiones y encontró entre 40,9 a 46,9%. Explicando que, a pesar de las diferentes condiciones de cultivo, desarrolla similar

nivel de proteína. Ortega et al. (2010), también explica que se debe a su capacidad de adaptación y absorción de nitrógeno (Carhuallanqui et al., 2022). La variabilidad del contenido de proteínas podría ser de importancia para los programas de mejoramiento de los especímenes de *Lupinus comestibles* (Quispe, 2019).

Como un tercer factor lo podemos mencionar que fue por causa de las condiciones ambientales, además de la falta de nutrientes y algún déficit de agua, según Valares (2011), son causantes de la acumulación de carbohidratos no estructurales, y aumentan la síntesis de sustancias de defensa basadas en carbono; afirmación que lo refuerza Aniszewski (2015), citado por Quispe (2019), al mencionar que el cambio climático varia la concentración de metabolitos secundarios entre ellos el contenido de alcaloides.

## V. CONCLUSIONES

Al realizar la caracterización fenotípica del tarwi, se determinó; tipo de crecimiento para variedades y cultivares domesticados herbáceos, porte erecto, tallo principal prominente, y con presencia de serosidad. Todos presentaron ramificación. El color de las estípulas fue variable para todos; Andenes 90 de color verde-rojo, Masacanchino color blanco, y en cuanto a los cultivares domesticados, todos fueron verde-azul. El color de las flores tiene significativa variación, desde tiernas hasta que llegan a marchitarse, por lo que es indispensable realizar la caracterización de la inflorescencia. El cual, depende de la accesión, ecotipo o variedad; además de las condiciones climáticas a la que se desarrolla.

Las vainas fueron indehiscentes para todos. En forma de la semilla, las variedades fueron cuboides y los cultivares domesticados, esféricas; el color predominante fue el blanco, en color secundario en los cultivares domesticados se encontraron en media luna, en ceja, salpicado, beteado y negro puro. El ritmo de crecimiento para las variedades fue normal, para los cultivares domesticados fue rápida y no hubo necesidad de vernalización,

Al realizar la caracterización agronómica y productiva, se determinó; el porcentaje de germinación en laboratorio y en campo fueron superiores al 98%. En cuanto a los días a la floración, formación de vainas, madurez fisiológica de grano y la maduración total, depende de la altitud, el clima, las condiciones de manejo del suelo y la constitución genéticas propia de las variedades y cultivares domesticados. El número de ramas primarias y secundarias está relacionado con el número de inflorescencias productivas, la longitud de la misma y por ende con el número de vainas y el rendimiento por planta y por hectárea del tarwi. El rendimiento por hectárea de los cultivares domesticados, fueron significativamente superiores a las variedades.

Al determinar la calidad de grano, el contenido de proteínas para las variedades, fue significativamente inferiores a los cultivares domesticados.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Realizar investigaciones evaluando densidades de siembra, además de una fertilización adecuada, empleando mayor número de cultivares domesticados por los agricultores a nivel regional.

A nivel local y regional promover la producción y consumo del tarwi, mediante su alto valor nutritivo en proteínas, además de ser parte de una fuente de ingresos económicos familiares y la protección del medio ambiente.

Desarrollar una política agroalimentaria para recuperar y revalorar el cultivo de tarwi, el cual está lamentablemente desconocidos por muchos y subestimados por otros, mediante la conciliación de consumidores y productores.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agroforum. (2022, April 11). Tarwi, el cultivo que sana los suelos. *Agroforum*, 1–7. [https://www.agroforum.pe/agro-noticias/tarwi-cultivo-que-sana-suelos-18056/?fbclid=IwAR1fJdJoKJpC2tZi9w6KmbNd\\_BSIJ2SSjTz-RhCe\\_curV9...](https://www.agroforum.pe/agro-noticias/tarwi-cultivo-que-sana-suelos-18056/?fbclid=IwAR1fJdJoKJpC2tZi9w6KmbNd_BSIJ2SSjTz-RhCe_curV9...)
- Aguero Aguilar, S. D. (2018). *Sistemas de producción de Lupinus mutabilis Sweet “chocho” en terrazas y laderas con fertilización fosfatada en Cajamarca*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Aguilar Angulo, L. A. (2015). *Evaluación del rendimiento de grano y capacidad simbiótica de once accesiones de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet), bajo condiciones de Otuzco - La Libertad*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Almeida Cuastumal, J. L. (2015). *Evaluación del rendimiento de cuatro ecotipos de chocho (Lupinus mutabilis), en el Centro Experimental San Francisco, en Huaca – Carchi*. Univeridad Politecnica Estatal del Carchi.
- Aquino Zacarías, V. C. (2018). *Sustentabilidad del cultivo de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) en la zona altoandina del Valle del Mantaro, Perú*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Araujo Curilla, R. Y. (2015). *Parcelas de comprobación de compuestos de tarwi (Lupinus mutabilis S.) en dos localidades del Valle del Mantaro* [Universidad Nacional del Centro del Perú]. [http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/981/ARAUJO CURILLA%20REMY YORDAN.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/981/ARAUJO%20CURILLA%20REMY%20YORDAN.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Blanco Aguilar, F. (2011a). *Caracterización morfológica del ecotipo local del cultivo de tarwi (Lupinus mutabilis) en el municipio de Carabuco del departamento de la Paz*. Universidad Mayor de San Andrés.
- Blanco Aguilar, F. (2011b). *Caracterización morfológica del ecotipo local del cultivo de tarwi (Lupinus mutabilis) en el municipio de Carabuco del departamento de la Paz*. Universidad Mayor de San Andrés.
- Carhuallanqui, S., CCora, A. M., Vilcapoma, L., & Casas, J. P. (2022). Caracterización del tarwi (*Lupinus mutabilis*) y diseño de un prototipo de desamargador para la reducción de alcaloides. *Jurnal of Agri-Food Science*, 1(1).
- Chirinos-Arias, M. C. (2015). Tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) una planta con potencial nutritivo y medicinal. *Revista Bio Ciencias*, 3(3), 163–172.

<http://revistabiociencias.uan.edu.mx>

- De La Cruz De La Cruz, N. J. (2018). *Caracterización fenotípica y de rendimiento preliminar de ecotipos de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet), bajo condiciones del Callejón de Huaylas – Ancash*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Flores Huarco, E. (2018). *Caracterización agrobotánica de trece líneas avanzadas de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) por precocidad y rendimiento en el centro agronómico de K´ayra*. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Gómez, M. (2018). *Caracterización morfológica, agronómica y evaluación de la tolerancia a la antracnosis de un grupo de accesiones de chocho (Lupinus hybridus y Lupinus mutabilis)*. [http://192.99.145.142:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/45/Topicos en Ciencias Agropecuarias.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page=67](http://192.99.145.142:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/45/Topicos%20en%20Ciencias%20Agropecuarias.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page=67)
- González Huerta, A., Sahagún Castellanos, J., Pérez López, D. de J., Domínguez López, A., Serrato Cuevas, R., Landeros Flores, V., & Dorantes Coronado, E. (2006). Diversidad Fenotípica del maíz cacahuacintle en el Valle de Toluca, México. *Fitotec. Mex.*, 29(3), 255–261.
- Guapi Cando, J. M. (2014). *Caracterización bromatológica y fotoquímica de los granos y hojas del chocho (Lupinus mutabilis Sweet), quinua (Chenopodium quinoa Willd), amaranto (Amaranthus caudatus L.) y sangorache (Amaranthus hybridus L.)*. Universidad Nacional de Chimborazo.
- Guilengue, N., Alves, S., Talhinhos, P., & Neves-martins, J. (2019). Genetic and Genomic Diversity in a Tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) Germplasm Collection and Adaptability to Mediterranean Climate Conditions. *Agronomy*, 10–21.
- Huaringa, A., Ubillus, M., Rojas, V., & Sotelo, M. (n.d.). *Rendimiento en grano seco, desamargado y proteína de cinco ecotipos promisorios de tarwi Lupinus mutabilis Sweet cultivados en Vicos Marcará, Ancash, Perú*.
- Huisa Huarcaya, 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.
- IBPGR. (1981). *Descriptores de lupinos*.
- INIA. (2021). *Inia 445-masacanchino*. 511, 2.
- Jacobsen, S., & Mujica, A. (2006). El tarwi (Lupinus mutabilis Sweet.) y sus parientes

- silvestres. *Universidad Mayor de San Andrés*, 458–482.
- Lerma Cayo, B. (2020). *Evaluación del comportamiento agronómico de ocho genotipos selectos de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) bajo condiciones del CIP. Camacani - UNA – Puno*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Lucero Huasasquiche, S. (2018). *Aislamiento y caracterización de la microflora asociada al cultivo de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet)*. Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Mamani Rocca, N. V. (2020). *Caracterización agrobotánica de 103 entradas de tarwi (Lupinus mutabilis sweet) en la comunidad campesina de Vutto – Andahuaylillas - Quispicanchi Cusco* [Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/1783>
- Mayhua Matamoros, F. (2012). *Adaptación y comparativo de rendimiento de la variedad andenes 90 y siete líneas de tarwi (Lupinus mutabilis S.), en condiciones de Pampachacra - Huancavelica*. Universidad Nacional del Cetro del Perú.
- Mollinedo García, S. N. (2012). *Caracterización socioeconómica del subsistema de producción de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) en dos comunidades de puerto mayor Carabuco provincia Camacho, La Paz*. Universidad Mayor de San Andrés.
- Ortega, E., Rodríguez, A., David, A., & Zamora-Burbano, Á. (2010). Caracterización de semillas de lupino (*Lupinus mutabilis*) sembrado en los Andes de Colombia. *Asociacion Para La Investigación y El Desarrollo Tecnológico*, 59(1), 111–118.
- Pantoja-tirado, L., Prieto-rosales, G., & Aguirre Vargas, E. (2020). Caracterización de la harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y la harina de tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) para su industrialización. *Tayacaja*, 3(1), 76–83.
- Pinto Rodríguez, M. (2019a). *Adaptabilidad de tres cultivares de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) con diferentes enmiendas orgánicas bajo condiciones de zona quechua (Sabandía-Arequipa)*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Pinto Rodríguez, M. (2019b). *Adaptabilidad de tres cultivares de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) con diferentes enmiendas orgánicas bajo condiciones de zona Quechua (Sabandía - Arequipa)*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Plata Arcaya, J. M. (2016). *Comportamiento agronómico de dos variedades de tarwi (Lupinus mutabilis sweet), bajo tres densidades de siembra en la comunidad Marka Hilata – Carabuco, la Paz*. Universidad Mayor de San Andrés.

- Plata, J. M. (2016). *Comportamiento agronómico de dos variedades de Tarwi (Lupinus mutabilis Sweet), bajo tres densidades de siembra en la comunidad Marka Hilata Carabuco, La Paz*. Universidad Mayor de San Andrés.
- Quico Salazar, L. M. (2013). *Evaluación y selección de noventa y tres líneas de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) para rendimiento de grano bajo condiciones de K'ayra-Cusco*. Universidad Nacional de San Antonio de Abad del Cusco.
- Rodas, A., Nuñez, R., Espinosa, V., & Alcántar, G. (2001). *Asociación lupino - maíz en la nutrición fosfatada en un andosol*. 19(2), 141–154.
- Rodríguez Basantes, A. I. (2009). *Evaluación “in vitro” de la actividad antibacteriana de los alcaloides del agua de desamargado del chocho (Lupinus mutabilis sweet)*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Sicos Ayma, D. (2019). *Caracterización agrobotánica de ciento treinta y seis accesiones de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet). en Andenes ANTA - Cusco* [Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. [http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/5198/253T20200064\\_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/5198/253T20200064_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Suca, G. R. A., & Suca, C. A. A. (2016). Potencial del tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) como futura fuente proteínica y avances de su desarrollo agroindustrial. *Revista Peruana de Química e Ingeniería Química*, 18(2), 55–71.
- Tapia, C., Morillo, E., Peralta, E., & Caicedo, C. (n.d.). *Caracterización morfológica de la diversidad genética de la colección de Lupinus spp. del banco de germoplasma del INIAP*. <http://181.112.143.123/bitstream/41000/2827/1/iniapsc322est.pdf>
- Tapia Núñez, M. E. (2015). *El tarwi, lupino andino* (F. Í. Peruano (ed.)).
- Villanueva Mendoza, C. M. (2020). *Rendimiento de ecotipos regionales y variedades de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) en el valle del Mantaro, Jauja, Junín*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Zavaleta, A. I. (2018). *Lupinus mutabilis ( Tarwi ) Leguminosa andina con gran potencial industrial* (Fondo Edit).

## ANEXOS

**Anexo 1.** Tablas de análisis de varianza y prueba de Duncan para variables evaluadas

**Tabla 16**

*Análisis de varianza para el porcentaje de germinación en laboratorio*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	<b>Sig.</b>
Tratamiento	2860.38	5	572.08	8.11	0.0007	*
Bloque	166.79	3	55.6	0.79	0.5192	
Error	1058.46	15	70.56			
Total	4085.63	23				

CV=9.51    n.s=no significativo    \*=Significativo

**Tabla 17**

*Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para la germinación en laboratorio*

<b>Variedad/Cultivar domesticado</b>	<b>Medias (%)</b>	<b>D.E</b>	<b>Sig.</b>
Trita	99.75	0.5	A
La Jalca	95.00	6.16	A
Kuelap	95.00	3.46	A
Quinjalca	91.75	2.87	AB
Masacanchino	81.25	7.5	B
Andenes 90	67.50	17.14	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

**Tabla 18**

*Análisis de varianza para el porcentaje de germinación en campo*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	<b>Sig.</b>
Tratamiento	4.05	5	0.81	0.72	0.619	n.s
Bloque	2.67	3	0.89	0.79	0.5184	
Error	16.9	15	1.13			
Total	23.62	23				

CV=1.07    n.s=no significativo    \*=Significativo

**Tabla 19**

*Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para la germinación en campo*

<b>Variedad/Cultivar domesticado</b>	<b>Medias (%)</b>	<b>D.E</b>	<b>Sig.</b>
Masacanchino	99.62	0.77	A
La Jalca	99.62	0.77	A
Kuelap	99.62	0.77	A
Trita	99.23	0.89	A
Quinjalca	99.23	1.54	A
Andenes 90	98.46	1.26	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes.

**Tabla 20***Análisis de varianza para días a la emergencia.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Tratamiento	1.5	5	0.3	0.87	0.5232	n.s
Bloque	1.83	3	0.61	1.77	0.1952	
Error	5.17	15	0.34			
Total	8.5	23				

CV=6.71 n.s=no significativo \*=Significativo

**Tabla 21***Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para días a la emergencia*

Variedad/Cultivar domesticado	Medias	D.E	Sig.
Masacanchino	9.00	0.00	A
Quinjalca	9.00	0.82	A
Kuelap	8.75	0.50	A
Trita	8.75	0.50	A
La Jalca	8.75	0.96	A
Andenes 90	8.25	0.50	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes.

**Tabla 22***Análisis de varianza para días a la formación de hojas verdaderas*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Tratamiento	25.21	5	5.04	3.99	0.0168	*
Bloque	10.79	3	3.6	2.85	0.0729	
Error	18.96	15	1.26			
Total	54.96	23				

CV=6.63 n.s=no significativo \*=Significativo

**Tabla 23***Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para días a la formación de hojas verdaderas*

Variedad/Cultivar domesticado	Medias	D.E	Sig.
Quinjalca	18.25	0.96	A
Kuelap	18.25	1.26	A
La Jalca	17.25	1.50	AB
Andenes 90	16.25	1.50	AB
Trita	16.00	1.41	B
Masacanchino	15.75	0.96	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes.

**Tabla 24***Análisis de varianza para días a la floración*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	<b>Sig.</b>
Tratamiento	2907.33	5	581.47	sd	sd	*
Bloque	0	3	0	sd	sd	
Error	0	15	0			
Total	2907.33	23				

CV=0.00000007 n.s=no significativo \*=Significativo

**Tabla 25***Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para días a la floración*

<b>Cultivar/Cultivar domesticado</b>	<b>Medias</b>	<b>D.E</b>	<b>Sig.</b>
Quinjalca	144	0.00	A
Trita	137	0.00	B
Kuelap	137	0.00	B
La Jalca	137	0.00	B
Masacanchino	116	0.00	C
Andenes 90	116	0.00	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes.

**Tabla 26***Análisis de varianza para días a la formación de vainas*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	<b>Sig.</b>
Tratamiento	2325.33	5	465.07	sd	sd	*
Bloque	0	3	0	sd	sd	
Error	0	15	0			
Total	2325.33	23				

CV=0.0 n.s=no significativo \*=Significativo

**Tabla 27***Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para días a la formación de vainas*

<b>Variedad/Cultivar domesticado</b>	<b>Medias</b>	<b>D.E</b>	<b>Sig.</b>
Quinjalca	167	0.00	A
La Jalca	167	0.00	A
Kuelap	167	0.00	A
Trita	159	0.00	B
Masacanchino	145	0.00	C
Andenes 90	145	0.00	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes.

**Tabla 28***Análisis de varianza para días a la maduración fisiológica*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Tratamiento	1470	5	294	sd	sd	*
Bloque	0	3	0	sd	sd	
Error	0	15	0			
Total	1470	23				

CV=0.00000003 n.s=no significativo \*=Significativo

**Tabla 29***Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para días a la maduración fisiológica*

Variedad/Cultivar domesticado	Medias	D.E	Sig.
Quinjalca	199	0.00	A
Trita	192	0.00	B
Kuelap	192	0.00	B
La Jalca	192	0.00	B
Masacanchino	178	0.00	C
Andenes 90	178	0.00	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes.

**Tabla 30***Análisis de varianza para días a la maduración total*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Tratamiento	2352	5	470.4	sd	sd	*
Bloque	0	3	0	sd	sd	
Error	0	15	0			
Total	2352	23				

CV=0.0 n.s=no significativo \*=Significativo

**Tabla 31***Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para días a la maduración total.*

Variedad/Cultivar domesticado	Medias	D.E	Sig.
Quinjalca	228	0.00	A
Trita	228	0.00	A
Kuelap	228	0.00	A
La Jalca	228	0.00	A
Masacanchino	207	0.00	B
Andenes 90	207	0.00	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

**Tabla 33***Análisis de varianza para el número de ramas primarias.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Tratamiento	251.48	5	50.3	38.35	<0.0001	*
Bloque	0.91	3	0.3	0.23	0.8732	
Error	19.67	15	1.31			
Total	272.06	23				

CV=10.33 n.s=no significativo \*=Significativo

**Tabla 34***Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para el número de ramas primarias.*

Variedad/Cultivar domesticado	Medias	D.E	Sig.
Quinjalca	16.54	0.81	A
Kuelap	12.25	1.50	B
Trita	12.09	0.59	B
La Jalca	11.33	0.85	B
Andenes 90	7.17	1.45	C
Masacanchino	7.17	0.88	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

**Tabla 35***Análisis de varianza para número de ejes secundarios*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Tratamiento	70.94	5	14.19	1.13	0.3847	*
Bloque	14.81	3	4.94	0.39	0.7586	
Error	187.6	15	12.51			
Total	273.35	23				

CV=48.09 n.s=no significativo \*=Significativo

**Tabla 36***Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para número de ejes secundarios.*

Variedad/Cultivar domesticado	Medias	D.E	Sig.
Masacanchino	9.88	2.39	A
La Jalca	8.71	3.97	A
Kuelap	8.46	3.49	A
Andenes 90	5.92	1.71	A
Trita	5.59	2.78	A
Quinjalca	5.58	4.81	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

**Tabla 37***Análisis de varianza para número total de inflorescencias*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Tratamiento	80.46	5	16.09	5.51	0.0045	*
Bloque	26.7	3	8.9	3.05	0.0613	
Error	43.83	15	2.92			
Total	150.99	23				

CV=18.85 n.s=no significativo \*=Significativo

**Tabla 38***Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para número total de inflorescencias.*

Variedad/Cultivar domesticado	Medias	D.E	Sig.
Kuelap	11.21	2.00	A
Quinjalca	10.38	3.50	AB
La Jalca	10.25	1.50	AB
Masacanchino	9.08	1.32	AB
Trita	7.67	1.56	BC
Andenes 90	5.84	0.93	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

**Tabla 39***Análisis de varianza para número de inflorescencias productivas*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Tratamiento	72.5	5	14.5	4.3	0.0126	*
Bloque	4.4	3	1.47	0.44	0.7311	
Error	50.61	15	3.37			
Total	127.51	23				

CV=37.73 n.s=no significativo \*=Significativo

**Tabla 40***Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para número de inflorescencias productivas.*

Variedad/Cultivar domesticado	Medias	D.E	Sig.
La Jalca	6.38	1.44	A
Kuelap	6.09	0.42	A
Quinjalca	5.83	3.01	A
Masacanchino	5	0.98	A
Trita	4.71	2.45	A
Andenes 90	1.21	0.25	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

**Tabla 41***Análisis de varianza para longitud de inflorescencia*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Tratamiento	1241.69	5	248.34	9.74	0.0003	*
Bloque	6.85	3	2.28	0.09	0.9646	
Error	382.47	15	25.5			
Total	1631.02	23				

CV=14.02 n.s.=no significativo \*=Significativo

**Tabla 42***Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para longitud de inflorescencia*

Variedad/Cultivar domesticado	Medias (cm)	D.E	Sig.
La Jalca	42.21	6.48	A
Trita	41.86	5.96	A
Kuelap	41.17	3.53	A
Quinjalca	37.84	5.85	A
Masacanchino	30.25	1.66	B
Andenes 90	22.79	1.68	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

**Tabla 43***Análisis de varianza para altura de planta a los 125 días*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Tratamiento	5500.85	5	1100.17	15.58	<0.0001	*
Bloque	94.82	3	31.61	0.45	0.7227	
Error	1059.38	15	70.63			
Total	6655.05	23				

CV=6.59 n.s.=no significativo \*=Significativo

**Tabla 44***Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para altura de planta a los 125 días.*

Variedad/Cultivar domesticado	Medias (cm)	D.E	Sig.
Kuelap	144.58	8.32	A
La Jalca	142.53	7.97	A
Trita	135.02	6.68	AB
Quinjalca	127.95	12.59	B
Masacanchino	107.83	2.52	C
Andenes 90	107.15	6.52	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

**Tabla 45***Análisis de varianza para altura de planta a los 228 días*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Tratamiento	5148.55	5	1029.71	10.68	0.0002	*
Bloque	157.47	3	52.49	0.54	0.6595	
Error	1446.61	15	96.44			
Total	6752.63	23				

CV=7.92 n.s=no significativo \*=Significativo

**Tabla 46***Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para altura de la planta a los 228 días.*

Variedad/Cultivar domesticado	Medias (cm)	D.E	Sig.
La Jalca	137.29	14.40	A
Kuelap	136.13	7.12	A
Trita	134.25	8.44	A
Quinjalca	129.25	13.13	A
Andenes 90	104.71	4.26	B
Masacanchino	102.58	3.86	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

**Tabla 47***Análisis de varianza para diámetro de tallo al final de la floración.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Tratamiento	23.91	5	4.78	10.72	0.0002	n.s
Bloque	1.71	3	0.57	1.28	0.3176	
Error	6.69	15	0.45			
Total	32.31	23				

CV=4.64 n.s=no significativo \*=Significativo

**Tabla 48***Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para diámetro de tallo al final de la floración.*

Variedad/Cultivar domesticado	Medias (mm)	D.E	Sig.
Trita	15.63	0.54	A
Kuelap	15.15	0.98	A
La Jalca	14.93	0.43	A
Quinjalca	14.55	0.42	A
Masacanchino	13.2	0.73	B
Andenes 90	12.93	0.81	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

**Tabla 49***Análisis de varianza para diámetro de tallo al momento de la cosecha*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Tratamiento	42.93	5	8.59	4.08	0.0154	*
Bloque	6.8	3	2.27	1.08	0.3879	
Error	31.54	15	2.1			
Total	81.28	23				

CV=9.71 n.s=no significativo \*=Significativo

**Tabla 50***Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para diámetro de tallo al momento de la cosecha.*

Variedad/Cultivar domesticado	Medias (mm)	D.E	Sig.
Trita	16.08	2.14	A
Quinjalca	16.05	1.61	A
Kuelap	15.75	0.38	A
La Jalca	15.63	2.07	A
Masacanchino	13.2	0.73	B
Andenes 90	12.93	0.81	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

**Tabla 51***Análisis de varianza para número de vainas por planta*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Tratamiento	3077.62	5	615.52	11.58	0.0001	*
Bloque	112.15	3	37.38	0.7	0.5646	
Error	797.23	15	53.15			
Total	3987	23				

CV=21.54 n.s=no significativo \*=Significativo

**Tabla 52***Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para número de vainas por planta*

Variedad/Cultivar domesticado	Medias	D.E	Sig.
La Jalca	50.96	7.38	A
Kuelap	40.08	8.68	AB
Quinjalca	39.96	6.75	AB
Trita	32.46	9.70	B
Masacanchino	21.09	5.79	C
Andenes 90	18.5	0.41	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

**Tabla 53***Análisis de varianza para número de vainas por eje central por planta*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	<b>Sig.</b>
Tratamiento	465.4	5	93.08	19.43	<0.0001	*
Bloque	6.08	3	2.03	0.42	0.7392	
Error	71.84	15	4.79			
Total	543.33	23				

CV=9.54 n.s=no significativo \*=Significativo

**Tabla 54***Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para número de vainas por eje central por planta*

<b>Variedad/Cultivar domesticado</b>	<b>Medias</b>	<b>D.E</b>	<b>Sig.</b>
Kuelap	27.13	2.39	A
La Jalca	26.38	1.14	A
Trita	25.46	3.21	A
Quinjalca	24.88	2.29	A
Andenes 90	18.5	0.41	B
Masacanchino	15.38	1.79	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

**Tabla 55***Análisis de varianza para peso de 100 semillas (semilla inicial)*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	<b>Sig.</b>
Tratamiento	256.94	5	51.39	96.72	<0.0001	*
Bloque	0.51	3	0.17	0.32	0.8098	
Error	7.97	15	0.53			
Total	265.42	23				

CV=2.38 n.s=no significativo \*=Significativo

**Tabla 56***Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para peso de 100 semillas (semilla inicial)*

<b>Variedad/Cultivar domesticado</b>	<b>Medias (g)</b>	<b>D.E</b>	<b>Sig.</b>
Quinjalca	35.99	0.58	A
La Jalca	34.37	0.69	B
Kuelap	29.73	0.97	C
Andenes 90	28.28	0.31	D
Trita	28.21	0.95	D
Masacanchino	27.56	0.26	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

**Tabla 57***Análisis de varianza para peso de 100 semillas (experimental)*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Tratamiento	51.49	5	10.3	9.61	0.0003	*
Bloque	3.5	3	1.17	1.09	0.3841	
Error	16.07	15	1.07			
Total	71.07	23				

CV=3.32 n.s=no significativo \*=Significativo

**Tabla 58***Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para peso de 100 semillas (experimental)*

Variedad/Cultivar domesticado	Medias (g)	D.E	Sig.
Quinjalca	32.72	0.41	A
Kuelap	32.13	0.73	AB
Trita	32	0.72	AB
La Jalca	31.23	1.81	AB
Masacanchino	30.83	0.19	B
Andenes 90	28.21	1.42	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

**Tabla 59***Análisis de varianza para rendimiento por hectárea*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig.
Tratamiento	3847592.22	5	769518.44	9.64	0.0003	*
Bloque	76011.58	3	25337.19	0.32	0.8125	
Error	1196926.98	15	79795.13			
Total	5120530.78	23				

CV=28.06 n.s=no significativo \*=Significativo

**Tabla 60***Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para rendimiento por hectárea.*

Variedad/Cultivar domesticado	Medias (kg/ha)	D.E	Sig.
Kuelap	1403.24	230.86	A
La Jalca	1313.1	158.05	A
Trita	1292.07	311.88	A
Quinjalca	1123.8	454.14	A
Masacanchino	498.8	149.96	B
Andenes 90	408.65	141.53	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

## Anexo 2. Resultados del análisis de suelo del campo experimental

	 UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	Código CCFG - 036	Versión 01
		INFORME DE ENSAYO N° 229	

### 1. DATOS :

Solicitante : NEY ROJAS CULQUI

Departamento : AMAZONAS  
Provincia : CHACHAPOYAS  
Distrito : JALCA GRANDE

Anexo : TRES CRUCES  
N. Parcela :  
Cod. Muestra :  
Fecha : 06/03/22

### 2. RESULTADO DEL ANÁLISIS SOLICITADO CARACTERIZACIÓN

Lab	Número de Muestra Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	P ppm	K %	C %	M.O %	N %	Análisis Mecánico			Clase textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
									Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>2+</sup> meq/100g	Mg <sup>2+</sup> meq/100g	K <sup>+</sup> meq/100g	Na <sup>+</sup> meq/100g	Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup> meq/100g			
229	TRES CRUCES	5.00	0.07	17.93	34.42	1.33	2.30	0.11	78.0	14.0	8.0	A Fr.	6.40	1.58	0.18	0.08	0.29	0.72	2.85	2.13	33

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcilla Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

**Nota:** Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio.

Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG. Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

  
 M. Sc. JENIS RASCÓN BARRIOS  
 RESPONSABLE  
 RESPONSABLE DE LABISAG

  
 Tec. Eider Chuchipá  
 RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS LABISAG  
 RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS LABISAG

Recibi Conforme: Nombre: DNI: Fecha y Hora:   Firma de Conformidad
---

### Anexo 3. Informe de resultados del análisis de proteínas de tarwi



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
FACULTAD DE ZOOTECNIA - DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE NUTRICIÓN  
LABORATORIO DE EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

#### INFORME DE ENSAYO LENA N.º 0118/2023

CLIENTE : NEY ROJAS CULQUI  
NOMBRE DEL PRODUCTO : FREJOL TARWI  
(Denominación responsabilidad del cliente)  
FECHA DE RECEPCION : 26/01/2023  
MUESTRA : En bolsa plástica.  
NUMERO DE MUESTRAS : Seis  
ENSAYOS SOLICITADOS : FISICO-QUIMICO  
IDENTIFICACION : AQ22-0118/01-06

#### RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO

CÓDIGO	AQ23-0118/01	AQ23-0118/02	AQ23-0118/03	AQ23-0118/04	AQ23-0118/05	AQ23-0118/06
MUESTRA	CULTIVAR DOMESTICO DISTRITO KUELAP	CULTIVAR DOMESTICO DISTRITO QUIRIJALCA	CULTIVAR DOMESTICO DISTRITO TRITA	VARIEDAD DE TARWI MASA-CANCHINO	VARIEDAD DE TARWI ANDENES-90	CULTIVAR DOMESTICO DISTRITO JALCA
b.- PROTEINA TOTAL (N x 6.25), %	41.57	39.09	37.53	35.46	32.76	37.15

#### Métodos utilizados:

a.- Proteína total: AOAC (2005), 984.13

Atentamente,

**Dra. Gladys Carrión Carrera**  
Jefe del Laboratorio de Evaluación  
Nutricional de Alimentos



La Molina, 08 de Febrero del 2023

#### Anexo 4. Fotografías del proceso experimental

##### Figura 29

*Recolección de la semilla (distrito de Trita)*



*Nota: Plantaciones de tarwi, centro poblado de Cruz Pata*

##### Figura 30

*Prueba de germinación de semilla (chachapoyas)*



*Nota: Laboratorio de Biología UNTRM*

##### Figura 31

*Trazado de la parcela experimental*



**Figura 32**

*Surcado y siembra del tarwi*



**Figura 33**

*Germinación, emergencia y formación de hojas verdaderas*



**Figura 34**

*Deshierba y desahije del tarwi*



**Figura 35**

*Aporque del tarwi a los 60 días*



**Figura 36**

*Evaluación de altura de planta 75 días*



**Figura 37**

*Etiquetado de unidades experimentales*



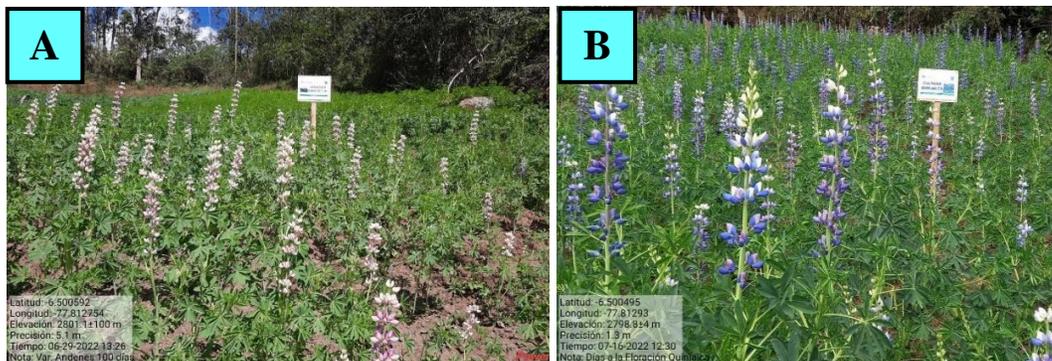
**Figura 38**

*Muestreo de 10 plantas por unidad experimental y etiquetado*



**Figura 39**

*50% de floración*

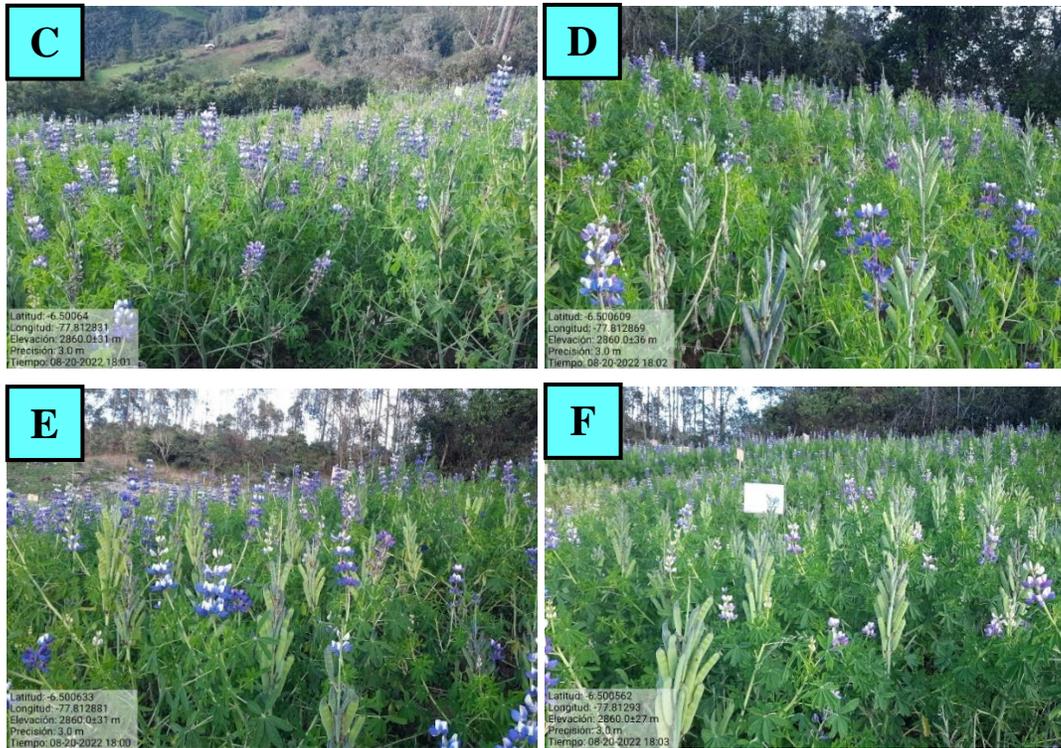


*Nota: A) Var: Andenes 90. B) EDT Quinjalca.*

**Figura 40**

*Formación de vainas*





Nota: A) Andenes 90. B) Masacanchino. C) Kuelap. D) Trita. E) La Jalca. F) Quinjalca.

### Figura 41

*Días a la madurez fisiológica*



Nota: A) Quinjalca. B) Andenes 90.

### Figura 42

*Días a la maduración de cosecha/total*



**Figura 43**

*Evaluación del número de vainas por planta*



**Figura 44**

*Cosecha de variedad Andenes 90 y Masacanchino*



*Nota:* A) y B) Plantas muestra Andenes 90 y Masacanchino. C) Primera cosecha. D) Segunda cosecha.

**Figura 45**

*Plantas muestra de los cultivares domesticados*



**Figura 46**

*Corta y ensacado de vainas de la primera cosecha*



**Figura 47**

*Segunda cosecha y desgrana o trilla del tarwi*



**Figura 48**

*Rendimiento de cosecha*



**Figura 49**

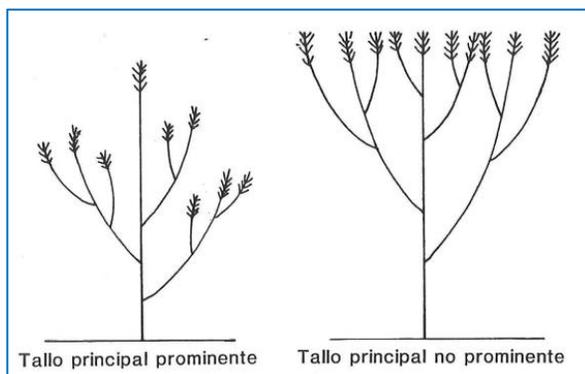
*Selección de muestra para envío al laboratorio*



Anexo 5. Imágenes empleadas para el proceso de caracterización (Fuente: IGBP, 1981)

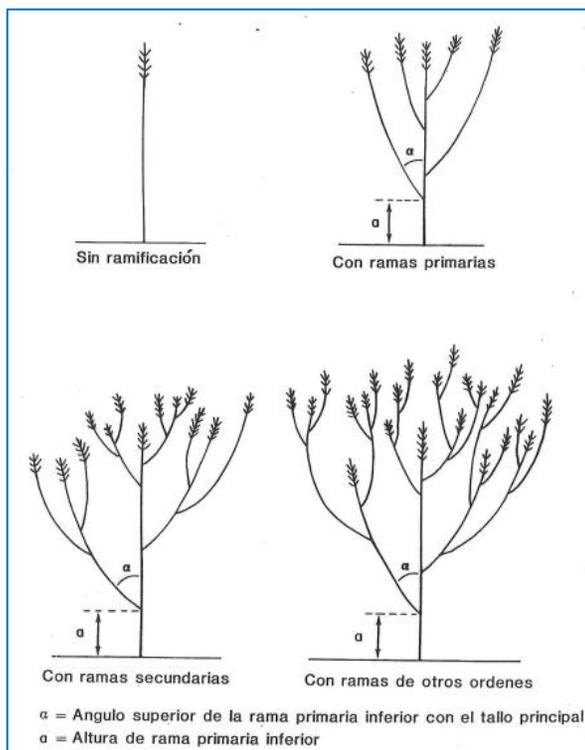
**Figura 50**

*Formación del tallo*



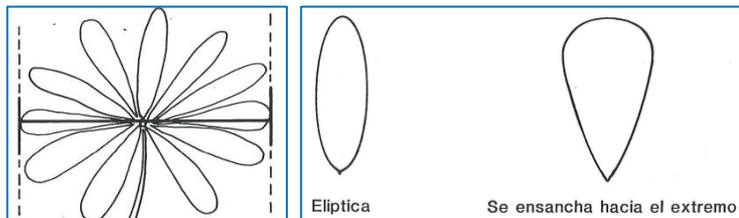
**Figura 51**

*Ramificación*



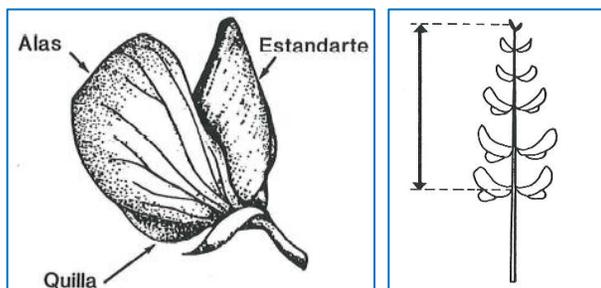
**Figura 52**

*Diámetro máximo de la hoja y forma de los folíolos*



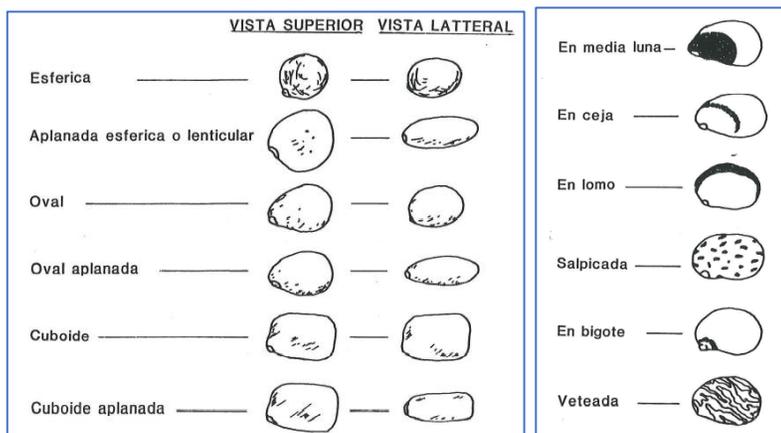
**Figura 53**

*Flor y longitud de la inflorescencia*



**Figura 54**

*Forma de la semilla y distribución del color secundario de la semilla*



**Figura 55**

*Longitud de la vaina semilla*

