

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONOMICA**



**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE  
CATORCE ACCESIONES DEL ENSAYO NACIONAL DE TARWI  
(*Lupinus mutabilis* Sweet.) EN EL CIP CAMACANI PUNO – PERU”**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**JAVIER HUISA HUARCAYA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**MENCIÓN:**

**GESTIÓN AMBIENTAL**

**PUNO – PERÚ**

**2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**  
**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE**  
**CATORCE ACCESIONES DEL ENSAYO NACIONAL DE TARWI (*Lupinus***  
***mutabilis* Sweet.) EN EL CIP CAMACANI PUNO – PERU”**

**TESIS:**

PRESENTADA POR:

**JAVIER HUISA HUARCAYA**

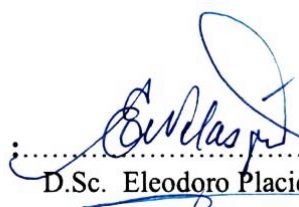
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO**



**APROBADO POR EL JURADO REVISOR, CONFORMADO POR:**

**PRESIDENTE**

:   
 D.Sc. Eleodoro Placido CHAHUARES VELÁSQUEZ

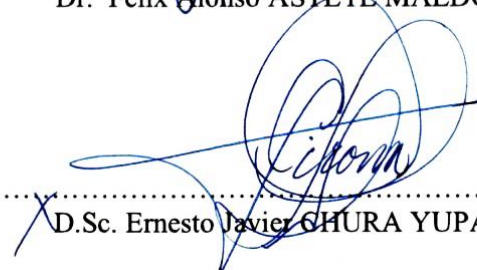
**PRIMER MIEMBRO**

:   
 M. Sc. Julio MAYTA QUISPE

**SEGUNDO MIEMBRO**

:   
 Dr. Félix Alonso ASTETE MALDONADO

**DIRECTOR/ASESOR**

:   
 D.Sc. Ernesto Javier CHURA YUPANQUI

**PUNO – PERÚ**  
**2018**

**Área : Ciencias Agrícolas**  
**Tema : Manejo Agronómico de Cultivos**

FECHA DE SUSTENTACION: 26 DE DICIEMBRE DEL 2018

**DEDICATORIA**

*A Dios por la oportunidad de vivir, por guiarme en cada paso que doy en mi vida, por ser el compañero y amigo, que me guía por el camino de la vida, por permitirme alcanzar los logros propuestos.*

*A mi mama Ilda por su inmenso apoyo, sacrificio y la ayuda incondicional que me brindo durante toda mi formación profesional, así mismo a mi padre German que siempre me ilumina desde el cielo.*

*A la memoria de mi abuelito Gerardo Huarcaya Quispe, por ser mi motivación e inspiración para salir adelante en la vida, siempre lo llevare en mi mente y en mi corazón.*

*Con mucho cariño y gratitud a mis hermanos; Silvia, Sonia y Percy Elvis, gracias por todo su apoyo incondicional.*

*A todos mis familiares, amigos y compañeros de la universidad por el apoyo moral que me brindaron.*

**Javier.**

## AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la oportunidad de vivir, guiarme por el buen camino y darme la fortaleza en los momentos difíciles para poder llegar a este momento especial de mi vida.

A la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, por formarme íntegramente, profesional y alcanzar esta importante meta.

Al Programa GRANOS ANDINOS de la E.P.I.A. de la Facultad de Ciencias Agrarias, por haberme dado las facilidades de este trabajo, para hacer una realidad.

A todos los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, por sus valiosos conocimientos impartidos durante mi formación profesional.

Al Dr. Ernesto Javier, Chura Yupanqui, por la confianza depositada en mi persona para el desarrollo de este trabajo de investigación, por su apoyo, orientación y sugerencias certeras.

A los miembros del jurado: D.Sc. Eleodoro Placido, Chahuares Velásquez, Ing. Mg. Sc. Julio, Mayta Quispe y Dr. Félix Alonso Astete Maldonado, por las sugerencias y evaluación durante la investigación.

Al personal administrativo de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional del Altiplano, por las facilidades brindadas en los laboratorios durante mi formación profesional.

Al Ing. Flavio Lozano Isla e Ing. José D. Apaza Calcina, por el apoyo brindado durante el proyecto en los momentos esenciales de mi trabajo de investigación.

A todos mis amigos y compañeros, por darme siempre la fuerza y apoyo incondicional y que de una u otra forma colaboraron para la finalización de este trabajo de investigación. Así mismo a todas las personas que directa e indirectamente me apoyaron en la culminación del presente trabajo.

**Javier.**

## INDICE GENERAL

	Pág.
<b>RESUMEN.....</b>	<b>14</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>15</b>
<b>I. INTRODUCCION.....</b>	<b>16</b>
<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>17</b>
<b>1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....</b>	<b>18</b>
<b>1.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>18</b>
1.3.1. Hipótesis general.....	18
1.3.2. Hipótesis específicas .....	18
<b>1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO .....</b>	<b>19</b>
<b>1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>19</b>
<b>II. REVISION DE LITERATURA.....</b>	<b>20</b>
<b>2.1. ANTECEDENTES .....</b>	<b>20</b>
<b>2.2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>22</b>
2.2.1. Origen y Distribución.....	22
2.2.2. Clasificación taxonómica del tarwi .....	24
2.2.3. Denominaciones o nombres comunes .....	24
2.2.4. Número cromosómico .....	25
2.2.5. Parientes silvestres .....	25
2.2.6. Morfología y descripción botánica del tarwi.....	26
2.2.6.1. Planta.....	26
2.2.6.2. Raíz .....	26
2.2.6.3. Tallo .....	26
2.2.6.4. Hojas .....	27
2.2.6.5. Inflorescencia .....	27
2.2.6.6. Flor.....	28
2.2.6.7. Fruto .....	29
2.2.7. Fenología del tarwi.....	29
2.2.7.1. Emergencia:.....	29
2.2.7.2. Primera hoja verdadera: .....	30
2.2.7.3. Formación del racimo del eje central .....	30
2.2.7.4. Floración: .....	30
2.2.7.5. Envainado:.....	30
2.2.7.6. Maduración de las vainas: .....	30
2.2.7.7. Madurez fisiológica:.....	30
2.2.8. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo .....	30

2.2.8.1. Suelo.....	30
2.2.8.2. Clima.....	31
2.2.8.3. Precipitación pluvial.....	31
2.2.8.4. Temperatura .....	31
2.2.8.5. Fotoperiodo .....	32
2.2.9. Manejo agronómico .....	32
2.2.9.1. Preparación del terreno .....	32
2.2.9.2. Época de siembra .....	32
2.2.9.3. Densidad de siembra .....	33
2.2.9.4. Siembra .....	33
2.2.9.5. Fertilización.....	33
2.2.10. Labores culturales .....	34
2.2.10.1. Deshierbe.....	34
2.2.10.2. Aporque.....	34
2.2.10.3. Riego .....	34
2.2.11. Plagas y enfermedades .....	35
2.2.12. Cosecha .....	37
2.2.13. Formación de pequeñas parvas y secado.....	37
2.2.14. Postcosecha .....	37
2.2.15. Rendimiento .....	38
2.2.16. Usos del tarwi y su valor nutritivo .....	38
2.2.17. Alcaloides.....	41
2.2.18. Nodulación .....	41
2.2.19. Diversidad genética.....	41
2.2.20. Perspectivas de mejora y limitaciones .....	43
<b>2.3. MARCO CONCEPTUAL .....</b>	<b>43</b>
2.3.1. Germoplasma .....	43
2.3.2. Germoplasma Vegetal.....	44
2.3.3. Banco de germoplasma .....	44
2.3.4. Accesoión.....	44
2.3.5. Entrada o accesoión.....	44
2.3.6. Variedad.....	45
2.3.7. Variedad vegetal.....	45
2.3.8. Cultivar.....	45
2.3.9. Clon.....	45
2.3.10. Ecotipo .....	45
2.3.11. Línea.....	45
2.3.12. Raza.....	46

2.3.13. Diseño de bloques completos al azar (DBCA).....	46
2.3.14. Prueba de significancia de Duncan .....	46
2.3.15. Correlaciones Bivariadas .....	46
2.3.16. Coeficiente de Correlación de Pearson .....	47
2.3.17. Potencial genético de las poblaciones locales .....	47
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>48</b>
<b>3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO.....</b>	<b>48</b>
3.1.1. Ubicación del campo experimental .....	48
<b>3.2. PERIODO DE DURACIÓN DEL ESTUDIO .....</b>	<b>49</b>
<b>3.3. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL .....</b>	<b>50</b>
3.3.1. Historial del campo experimental .....	50
<b>3.4. ANÁLISIS DEL SUELO EXPERIMENTAL.....</b>	<b>51</b>
3.4.1. Climatología y ecología .....	52
<b>3.5. PROCEDENCIA DEL MATERIAL GENÉTICO UTILIZADO.....</b>	<b>54</b>
<b>3.6. TRATAMIENTOS.....</b>	<b>54</b>
<b>3.7. MATERIAL DE CAMPO .....</b>	<b>55</b>
3.7.1. Equipos y herramientas .....	55
<b>3.8. POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO.....</b>	<b>55</b>
<b>3.9. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>55</b>
<b>3.10. DISEÑO ESTADÍSTICO .....</b>	<b>55</b>
<b>3.11. PROCEDIMIENTO Y METODOLOGIA EN CAMPO.....</b>	<b>56</b>
3.11.1. Preparado del suelo .....	56
3.11.2. Surcado, marcado y abonado .....	56
3.11.3. Siembra .....	57
3.11.4. Control de malezas.....	57
3.11.5. Aporque.....	57
3.11.6. Control fitosanitario .....	58
3.11.6.1. Plagas .....	58
3.11.6.2. Enfermedades.....	58
3.11.7. Cosecha y trilla.....	58
<b>3.12. PROCEDIMIENTO DE VARIABLES DE RESPUESTA.....</b>	<b>58</b>
3.12.1. Características agronómicas evaluadas de las accesiones de tarwi .....	58
3.12.1.1. Altura de la planta (cm).....	58
3.12.1.2. Número de eje secundario por planta (núm.) .....	59
3.12.1.3. Número de vainas por eje central (núm.) .....	59
3.12.1.4. Días a la floración (días) .....	59
3.12.1.5. Días a la madurez fisiológica (días) .....	59
3.12.1.6. Color de grano.....	59

3.12.1.7. Longitud de vaina (cm) .....	59
3.12.1.8. Diámetro de grano (cm) .....	60
3.12.1.9. Peso de 100 granos (gr).....	60
3.12.2. Rendimiento de accesiones de tarwi .....	60
3.12.2.1. Rendimiento de grano por eje central (gr.) .....	60
3.12.2.2. Rendimiento de grano por eje lateral (gr.) .....	60
3.12.2.3. Rendimiento de grano por planta (gr) .....	60
3.12.3. Adaptabilidad de accesiones de tarwi .....	60
3.12.3.1. Adaptabilidad (escala de vigor 1, 3, 5, 7, 9).....	60
<b>3.13. VARIABLES EN ESTUDIO .....</b>	<b>61</b>
<b>3.14. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS .....</b>	<b>61</b>
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>62</b>
<b>4.1. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE ACCESIONES DE TARWI.....</b>	<b>62</b>
4.1.1. Altura de planta (ADP) .....	62
4.1.2. Número de eje secundario por planta (NSP).....	64
4.1.3. Número de vainas por eje central (NVC).....	66
4.1.4. Número de días a floración (DFL) .....	68
4.1.5. Días a madurez fisiológica (DMF).....	70
4.1.6. Color de grano (CLG) .....	72
4.1.7. Longitud de vaina (LGV).....	72
4.1.8. Diámetro de grano (DMG).....	74
4.1.9. Peso de 100 granos (PCG) .....	76
<b>4.2. RENDIMIENTO DE GRANO DE ACCESIONES DE TARWI.....</b>	<b>78</b>
4.2.1. Rendimiento de grano de eje central (REC).....	78
4.2.2. Rendimiento de grano de los ejes laterales (REL) .....	80
4.2.3. Rendimiento por planta (RPP) .....	82
4.2.4. Análisis de correlación.....	85
<b>4.3. ADAPTABILIDAD DE ACCESIONES DE TARWI.....</b>	<b>87</b>
4.3.1. Adaptabilidad de la planta (ADB).....	87
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>90</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>91</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>92</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>100</b>



## INDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>FIGURA 1:</b> Mapa de Ubicación del Campo Experimental.....	49
<b>FIGURA 2:</b> Porcentaje de humedad relativa del campo experimental. ....	52
<b>FIGURA 3:</b> Temperaturas máximas y mínimas del campo experimental .....	53
<b>FIGURA 4:</b> Precipitación fluvial para la campaña 2017-2018. ....	53
<b>FIGURA 5:</b> Altura de planta (ADP) en accesiones de tarwi.....	63
<b>FIGURA 6:</b> Número de Eje Secundario por Planta (NSP) en accesiones de tarwi.....	65
<b>FIGURA 7:</b> Número de Vainas por Eje Central (NVC) en accesiones de tarwi.....	67
<b>FIGURA 8:</b> Número de Días a Floración (DFL) en accesiones de tarwi. ....	69
<b>FIGURA 9:</b> Número de Días a Madurez Fisiológica (DMF) en accesiones de tarwi.....	71
<b>FIGURA 10:</b> Longitud de Vaina (LGV) en accesiones de tarwi. ....	74
<b>FIGURA 11:</b> Diámetro de Grano (DMG) en accesiones de tarwi. ....	76
<b>FIGURA 12:</b> Peso de 100 Granos (PCG) en accesiones de tarwi.....	78
<b>FIGURA 13:</b> Rendimiento de Grano de Eje Central (REC) en accesiones de tarwi.....	80
<b>FIGURA 14:</b> Rendimiento de Grano de Ejes Laterales (REL) en accesiones de tarwi .....	82
<b>FIGURA 15:</b> Rendimiento de Grano por Planta (RPP) en accesiones de tarwi. ....	84
<b>FIGURA 16:</b> Adaptabilidad de la Planta (ADB) en accesiones de tarwi.....	88
<b>FIGURA 17:</b> Croquis del área experimental y de la distribución de tratamientos.....	109
<b>FIGURA 18:</b> Datos meteorológicos de la Estación Rincón de la Cruz – Acora, SENAMHI..	110
<b>FIGURA 19:</b> Análisis y caracterización del suelo experimental (UNALM). ....	111
<b>FIGURA 20:</b> Ensayo Nacional de Tarwi. ....	112
<b>FIGURA 21:</b> Inicio de Floración de Tarwi. ....	112
<b>FIGURA 22:</b> Labores Culturales en el Cultivo de Tarwi.....	113
<b>FIGURA 23:</b> Midiendo la Altura de Planta. ....	113
<b>FIGURA 24:</b> Midiendo el Diámetro de Grano de Tarwi. ....	114
<b>FIGURA 25:</b> Evaluación de la Floración y Plagas en el Cultivo de Tarwi.....	114
<b>FIGURA 26:</b> Cultivo de Tarwi en plena Floración.....	115
<b>FIGURA 27:</b> Madurez Fisiológica del Cultivo de Tarwi.....	115

## INDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>TABLA 1:</b> Principales países productores de <i>Lupinus sp.</i> en el mundo, año 2016.....	22
<b>TABLA 2:</b> Principales regiones cosechadas de tarwi en el Perú. ....	23
<b>TABLA 3:</b> Parientes silvestres del tarwi y su distribución. ....	25
<b>TABLA 4:</b> Principales plagas del tarwi.....	35
<b>TABLA 5:</b> Principales enfermedades del tarwi.....	36
<b>TABLA 6:</b> Valor nutritivo de tarwi en comparación con otras leguminosas de grano, por 100 g de porción comestible. ....	40
<b>TABLA 7:</b> Composición de ácidos grasos del tarwi (% de ácidos grasos totales).....	40
<b>TABLA 8:</b> Porcentaje de alcaloides en el tarwi. ....	41
<b>TABLA 9:</b> Análisis del suelo Experimental.....	51
<b>TABLA 10:</b> Las 14 accesiones del Ensayo Nacional de Tarwi.....	54
<b>TABLA 11:</b> Accesiones colectadas de diferentes regiones del país.....	54
<b>TABLA 12:</b> Nombres de las malezas encontradas en el experimento. ....	57
<b>TABLA 13:</b> Cuadro de variables utilizadas en el estudio de acuerdo a (IBPGR, 1981).....	61
<b>TABLA 14:</b> Análisis de Varianza para altura de planta (ADP) (cm).....	62
<b>TABLA 15:</b> Prueba de Duncan ( $Pr \leq 0.05$ ) para altura de planta (ADP) (cm). ....	63
<b>TABLA 16:</b> Análisis de varianza para número de eje secundario por planta (NSP) (núm.).....	64
<b>TABLA 17:</b> Prueba de duncan ( $Pr \leq 0.05$ ) para número de eje secundario por planta (NSP) (núm.).....	65
<b>TABLA 18:</b> Análisis de varianza para número de vainas por eje central (NVC) (núm.).....	66
<b>TABLA 19:</b> Prueba de Duncan ( $Pr \leq 0.05$ ) para número de vainas por eje central (NVC) (núm.).....	67
<b>TABLA 20:</b> Análisis de Varianza para número de días a floración (DFL) (días.).....	68
<b>TABLA 21:</b> Prueba de Duncan ( $Pr \leq 0.05$ ) para número de días a floración (DFL) (días.). ....	69
<b>TABLA 22:</b> Análisis de Varianza para número de días a madurez fisiológica (DMF) (días.) ..	70
<b>TABLA 23:</b> Prueba de Duncan ( $Pr \leq 0.05$ ) para número de días a madurez fisiológica (DMF) (días.). ....	71
<b>TABLA 24:</b> Color de Grano de las 14 Accesiones del Ensayo Nacional de Tarwi. ....	72
<b>TABLA 25:</b> Análisis de Varianza para longitud de vaina (LGV) (cm). ....	73
<b>TABLA 26:</b> Prueba de Duncan ( $Pr \leq 0.05$ ) para longitud de vaina (LGV) (cm). ....	73
<b>TABLA 27:</b> Análisis de Varianza para diámetro de grano (DMG) (cm). ....	75
<b>TABLA 28:</b> Prueba de Duncan ( $Pr \leq 0.05$ ) para diámetro de grano (DMG) (cm).....	75

<b>TABLA 29:</b> Análisis de Varianza para peso de 100 granos (PCG) (gr.).	77
<b>TABLA 30:</b> Prueba de Duncan ( $Pr \leq 0.05$ ) para peso de 100 granos (PCG) (gr.).	77
<b>TABLA 31:</b> Análisis de Varianza para rendimiento de grano de eje central (REC) (kg/ha.).	79
<b>TABLA 32:</b> Prueba de Duncan ( $Pr \leq 0.05$ ) para rendimiento de grano de eje central (REC) (kg/ha.).	79
<b>TABLA 33:</b> Análisis de Varianza para rendimiento de grano de ejes laterales (REL) (kg/ha).	81
<b>TABLA 34:</b> Prueba de Duncan ( $Pr \leq 0.05$ ) para rendimiento de grano de ejes laterales (REL) (kg/ha).	81
<b>TABLA 35:</b> Análisis de Varianza para rendimiento de grano por planta (RPP) (kg/ha).	83
<b>TABLA 36:</b> Prueba de Duncan ( $Pr \leq 0.05$ ) para rendimiento de grano por planta (RPP) (kg/ha).	83
<b>TABLA 37:</b> Análisis de Varianza para adaptabilidad (ADB) (Escala 1, 3, 5, 7, 9).	87
<b>TABLA 38:</b> Prueba de Duncan ( $Pr \leq 0.05$ ) para adaptabilidad (ADB) (escala 1, 3, 5, 7, 9).	88
<b>TABLA 39:</b> Datos de campo de altura de planta de 14 accesiones de tarwi (cm.).	100
<b>TABLA 40:</b> Datos de campo de número de eje secundario por planta de 14 accesiones de tarwi (núm.).	100
<b>TABLA 41:</b> Datos de campo de número de vainas por eje central de 14 accesiones de tarwi (núm.).	100
<b>TABLA 42:</b> Datos de campo de días a floración de 14 accesiones de tarwi (días.).	100
<b>TABLA 43:</b> Datos de campo de días a madurez fisiológica de 14 accesiones de tarwi (días.).	101
<b>TABLA 44:</b> Datos de campo de longitud de vaina de 14 accesiones de tarwi (cm.).	101
<b>TABLA 45:</b> Datos de campo de diámetro de grano de 14 accesiones de tarwi (cm.).	101
<b>TABLA 46:</b> Datos de campo de peso de 100 granos de 14 accesiones de tarwi (gr.).	101
<b>TABLA 47:</b> Datos de campo de rendimiento de grano del eje central de 14 accesiones de tarwi (gr.).	102
<b>TABLA 48:</b> Datos de campo de rendimiento de grano de los ejes laterales de 14 accesiones de tarwi (gr.).	102
<b>TABLA 49:</b> Datos de rendimiento por planta (REC+REL) de accesiones de tarwi (gr.).	102
<b>TABLA 50:</b> Datos de campo de adaptabilidad de 14 accesiones de tarwi (escala de vigor 1, 3, 5, 7, 9).	102
<b>TABLA 51:</b> Datos del rendimiento de grano de los ejes centrales (REC) de Kg/24m <sup>2</sup> por parcela experimental convertido a kg/ha del cultivo de tarwi en estudio.	103
<b>TABLA 52:</b> Datos del rendimiento de grano de los ejes laterales (REL) de Kg/24m <sup>2</sup> por parcela experimental convertido a kg/ha del cultivo de tarwi en estudio.	103

<b>TABLA 53:</b> Datos del rendimiento de grano por planta (RPP) de Kg/24m <sup>2</sup> por parcela experimental convertido a kg/ha del cultivo de tarwi en estudio. ....	103
<b>TABLA 54:</b> Coeficientes de correlación simple de las características agronómicas con el rendimiento de la accesión yunguyo. ....	104
<b>TABLA 55:</b> Coeficientes de correlación simple de las características agronómicas con el rendimiento de la accesión cholo fuerte. ....	104
<b>TABLA 56:</b> Coeficientes de correlación simple de las características agronómicas con el rendimiento de la accesión h-6. ....	104
<b>TABLA 57:</b> Coeficientes de correlación simple de las características agronómicas con el rendimiento de la accesión scg22. ....	105
<b>TABLA 58:</b> Coeficientes de correlación simple de las características agronómicas con el rendimiento de la accesión altagracia. ....	105
<b>TABLA 59:</b> Coeficientes de correlación simple de las características agronómicas con el rendimiento de la accesión andenes. ....	105
<b>TABLA 60:</b> Coeficientes de correlación simple de las características agronómicas con el rendimiento de la accesión patón grande. ....	106
<b>TABLA 61:</b> Coeficientes de correlación simple de las características agronómicas con el rendimiento de la accesión mg puno. ....	106
<b>TABLA 62:</b> Coeficientes de correlación simple de las características agronómicas con el rendimiento de la accesión colect uncp. ....	106
<b>TABLA 63:</b> Coeficientes de correlación simple de las características agronómicas con el rendimiento de la accesión seccelambra. ....	107
<b>TABLA 64:</b> Coeficientes de correlación simple de las características agronómicas con el rendimiento de la accesión puno 11. ....	107
<b>TABLA 65:</b> Coeficientes de correlación simple de las características agronómicas con el rendimiento de la accesión puno 12. ....	107
<b>TABLA 66:</b> Coeficientes de correlación simple de las características agronómicas con el rendimiento de la accesión puno 13. ....	108
<b>TABLA 67:</b> Coeficientes de correlación simple de las características agronómicas con el rendimiento de la accesión puno 14. ....	108

## INDICE DE ACRONIMOS

<b>C.V.</b>	: Coeficiente de variación
<b>C.M.</b>	: Cuadrados medios
<b>F.V.</b>	: Fuente de variabilidad
<b>Fc</b>	: F Calculada
<b>Ft</b>	: F tabular
<b>S.C.</b>	: Suma de cuadrados
<b>n.s.</b>	: No significativo
<b>%</b>	: Porcentaje
<b>SIG.≤ 0.05</b>	: Significancia alfa 0.05
<b>*</b>	: Significativo
<b>**</b>	: Altamente significativo
<b>FAO</b>	: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura
<b>BLOQ</b>	: Bloques
$\bar{X}$	: Promedio
$\Sigma$	: Sumatoria
<b>REC</b>	: Rendimiento de grano de eje central
<b>REL</b>	: Rendimiento de grano de ejes laterales
<b><math>\alpha</math></b>	: Nivel de significancia
<b>RPP</b>	: Rendimiento por planta
<b>ANOVA</b>	: Análisis de Varianza
<b>CIP</b>	: Centro de Investigación y Producción
<b>DBCA</b>	: Diseño de Bloques Completos al Azar

## RESUMEN

El tarwi o chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet.), es una leguminosa oriunda de los Andes Sudamericanos, se le ubica desde los 1500 hasta los 3850 msnm, en la actualidad en muchos pueblos ocupa uno de los primeros lugares entre los alimentos nativos con elevado contenido de proteínas y aceites a nivel mundial, es por ello la importancia que tiene en la dieta alimentaria. Por lo cual el presente trabajo se realizó en el CIP Camacani de la UNA – Puno, el trabajo fue conducido en la campaña agrícola 2017-2018. Los objetivos que se buscaron fueron: evaluar las características agronómicas de las catorce accesiones de tarwi, comparar el rendimiento de catorce accesiones del ensayo y evaluar la adaptabilidad de las accesiones de tarwi. El material experimental proviene del Ensayo Nacional de Tarwi, evaluadas y conducidas bajo diseño DBCA con 4 bloques, 14 tratamientos y 56 unidades experimentales. Los resultados fueron: la ACCESION PUNO 11 alcanzo mayor altura con 157.5 cm, la accesión YUNGUYO alcanzo mayor número de eje secundario por planta con 10.5cm, la ACCESION PUNO 11 obtuvo más vainas por eje central con 28.4 vainas, la ACCESION PUNO 12 obtuvo menor número de días a floración con 95.3 días, la ACCESION PUNO 12 obtuvo menor número de días a madurez fisiológica con 221.3 días, en longitud de vaina y diámetro de grano no hubo diferencia significativa, la accesión H-6 obtuvo mayor peso en 100 granos con 31.3 gr, la ACCESION PUNO 11 alcanzo 1108.25 kg/ha por eje central, la ACCESION PUNO 12 alcanzo 1293.50 kg/ha de rendimiento de los ejes laterales, la ACCESION PUNO 12 alcanzó 2268.50 kg/ha en rendimiento por planta, el rendimiento por planta tuvo correlación con el rendimiento por ejes laterales y eje central, la accesión ALTAGRACIA logro adaptarse a las condiciones del CIP Camacani Puno con 8.5 de vigor.

**Palabras Clave:** Accesiones de tarwi, *lupinus mutabilis* Sweet., evaluación agronómica, ensayo nacional de tarwi.

## ABSTRACT

The tarwi or chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet.), Is a legume native of the South American Andes, is located from 1500 to 3850 meters above sea level, currently in many villages it occupies one of the first places among native foods with high content of proteins and oils worldwide, that is why it is important in the food diet. Therefore, this work was carried out at the CIP Camacani of UNA - Puno, the work was conducted in the 2017-2018 agricultural campaign. The objectives were: evaluate the agronomic characteristics of the fourteen accessions of tarwi, compare the performance of fourteen accessions of the trial and evaluate the adaptability of the accessions of tarwi. The experimental material comes from the Tarwi National Trial, evaluated and conducted under DBCA design with 4 blocks, 14 treatments and 56 experimental units. The results were: the PUNO ACCESSION 11 reached a greater height with 157.5 cm, the YUNGUYO accession reached a greater number of secondary axis per plant with 10.5cm, the PUNO ACCESSION 11 obtained more pods per central axis with 28.4 pods, the PUNO ACCESS 12 obtained a smaller number of days to flowering with 95.3 days, ACCESSION PUNO 12 obtained a lower number of days at physiological maturity with 221.3 days, in pod length and grain diameter there was no significant difference, H-6 accession obtained greater weight in 100 grains with 31.3 gr, the PUNO ACCESSION 11 reached 1108.25 kg / ha per central axis, the PUNO ACCESS 12 reached 1293.50 kg / ha of lateral axes performance, the PUNO 12 ACCESSION reached 2268.50 kg / ha in yield per plant, the yield per plant correlated with the performance by lateral axes and central axis, the accession ALTAGRACIA managed to adapt to the conditions of the CIP Camacani Puno with 8.5 of vigor.

**Key words:** Accessions of tarwi, *lupinus mutabilis* Sweet., Agronomic evaluation, national trial of tarwi.

## I. INTRODUCCION

El tarwi o chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet.) es una leguminosa oriunda de los Andes Sudamericanos, se le ubica desde los 1500 hasta los 3850 metros de altitud; encontrándose en Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Chile y Argentina. En el Perú su cultivo y producción se centra en los departamentos de La Libertad, Cusco, Puno Huancayo, Cajamarca entre otras regiones. El poblador andino lo conoce y lo incorpora a su canasta familiar, como grano desamargado, desde más de 500 años a. c. Actualmente, en muchos pueblos ocupa uno de los primeros lugares entre los alimentos nativos con elevado contenido de proteínas y aceites a nivel mundial, que se destaca por sus índices de 26 a 42% de proteína y un 20% en aceite en sus granos (Tapia, 1981). Además es una leguminosa que fija nitrógeno atmosférico en cantidades apreciables de 100 kg/ha, restituyendo la fertilidad del suelo, cultivada en el área andina desde épocas preincaicas (Jacobsen y Mujica, 2006).

Por su alto contenido de proteínas, mayor que el de la soja, se ha convertido desde un principio en una planta de interés para las ONG, en términos de capacidad de respuesta al tema de la soberanía y seguridad alimentaria, para las familias campesinas con un enfoque específico para los niños, niñas y adolescentes y su correcto desarrollo psicofísico (Tapia, 2015). Por su parte (Canahua y Roman, 2016), indican que desde la época colonial su consumo disminuyó notablemente porque en el sistema de rotación de cultivos ha sido reemplazada por el haba (*Vicia faba* L.). La zona andina, es uno de los centros principales de origen y domesticación de (*Lupinus mutabilis* Sweet.), donde también crecen sus parientes silvestres y es posible encontrar material muy importante para programas de mejoramiento genético, recuperación del cultivo e incremento de su capacidad de resiliencia ante efectos del cambio climático o de desertificación.

La importancia de este trabajo de investigación, es revalorar el tarwi como un cultivo ancestral muy apreciado, por los valores nutricionales que posee y en la fertilidad de suelos, por lo cual el trabajo se realizó con accesiones que provienen de diferentes regiones como Áncash, La libertad, Huancayo, Ayacucho, Trujillo y por último Puno, para conocer accesiones con buenas características agronómicas, rendimiento y adaptabilidad deseados, de esta manera contribuir a mejorar los niveles de producción e ingresos económicos de los agricultores de la región.



## 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El tarwi o chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet.), es importante por el alto contenido de proteínas, lípidos, como fijador del nitrógeno atmosférico en el suelo, sus alcaloides para el control de parásitos intestinales de los ganados, es una leguminosa de alto valor agronómico por su capacidad de preservación de la fertilidad del suelo, su incorporación a la tierra como abono verde, da posibilidades invalorables al mejoramiento de los suelos para la producción de otros productos, en consecuencia incrementar mayores índices de rendimiento y producción de otros cultivos que el productor conduce.

Su producción se ha ido perdiendo con el pasar de los años así como su consumo, Aguilar (2015), pero debido a la riqueza nutricional esta se ha ido revalorando. El Ministerio de Agricultura reporta que en los últimos años la superficie cosechada de Tarwi en el Perú, ha variado siendo menor entre los años 1970 y 1975 y observándose incrementos en los años 1980 a 1985 hasta los 6 300 hectáreas, con rendimientos de hasta 850 kg/ ha, según el reporte del Ministerio de Agricultura y Alimentación. En el año 2012 se registró una superficie cultivada de 9 657 hectáreas con rendimientos de hasta 1 216 kg/ ha, esto hace suponer que este cultivo va en continuo crecimiento. Por su parte De la Cruz (2018), indica que el MINAGRI en el año 2017, reporta que en los últimos años la superficie cosechada de Tarwi en el Perú ha variado, aumentando periódicamente su área sembrada en la última década, en el año 2005 y 2015 fue de 8713 y 10190 hectáreas, respectivamente; con un reporte de producción total en ese año de 12 822 toneladas métricas y un rendimiento de 1258.33 kg/ha.

Para los años 2016 y 2017, la Dirección Regional Agraria (DRA, 2018), reporta que en la Región Puno ha sido sembrada 1,359.00 y 1,073.00 hectáreas con el cultivo de tarwi, con rendimientos de 1278.44 kg/ha y 1348.93 kg/ha respectivamente, eso no indica que el cultivo ha bajado en superficie sembrada y en rendimiento ha aumentado. Al parecer los productores de la Región conducen el cultivo como complemento y no como cultivo principal, además por la poca capacitación y asistencia técnica del estado en el manejo del cultivo de tarwi, pero puede tener mayores rendimientos si se conocen las variedades, líneas y ecotipos, que tengan buenos rendimientos, buen desarrollo agronómico y adaptables a las condiciones ambientales de la región.

Por lo cual, la presente investigación buscó una alternativa en el cultivo de tarwi, como una de las leguminosas que puede sobresalir en cuanto a su contenido nutricional y en la fertilidad de suelos, para ser cultivado y difundido ampliamente por los productores de la región.

## 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

### Pregunta general

¿Cuáles son las características del comportamiento agronómico de las catorce accesiones del ensayo nacional de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en el CIP-Camacani?

### Preguntas específicas

¿Cuáles son las características agronómicas de las catorce accesiones de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet)?

¿Cuál es el rendimiento de las catorce accesiones del ensayo nacional de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en el CIP Camacani?

¿Cómo es la adaptabilidad de las catorce accesiones de tarwi a las condiciones climáticas de la región?

## 1.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.3.1. Hipótesis general

De las catorce accesiones de Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.), existe accesiones con comportamientos agronómicos deseados bajo condiciones agroclimáticas de la región Puno.

### 1.3.2. Hipótesis específicas

- a) Existe accesiones con buenas características agronómicas deseadas.
- b) De las Catorce Accesiones de Tarwi, existirá por lo menos una accesión que tenga buen rendimiento a las condiciones de la región Puno.
- c) Al menos una de las accesiones se adaptara a las condiciones climáticas de la región Puno.

#### 1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) por las ventajas que presenta en sus características agronómicas, tales como buen rendimiento, buena adaptación en la sierra, además los costos de producción son bajas. Características nutricionales muy buenas debido a alto contenido de proteína y lípidos. Los cultivos andinos dentro de ellos específicamente el cultivo de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) ofrecen una serie de ventajas ecológicas para su cultivo, en zonas donde otras especies no prosperan, son resistentes a plagas, sequía, salinidad del suelo al mismo tiempo que aportan gran cantidad de nitrógeno al suelo, lo que permite a las familias campesinas mejores alternativas de trabajo y de mejoramiento de sus condiciones de vida, permitiéndoles utilizar la mano de obra y generando trabajo e ingresos principalmente a pequeños agricultores y mujeres que son responsables habituales de este cultivo (Enriquez, 2004).

A sí mismo la importancia de ampliar la base alimentaria y mejorar el estado de nutrición de las familias de las áreas rurales, se debe promover el desarrollo de la producción y consumo de los cultivos andinos como el tarwi mediante la transferencia de tecnología, el conocimiento de los valores nutricionales y la educación agroalimentaria. Desde el punto de vista nutricional, este cultivo juega un papel importante en el suministro de energía y nutrientes esenciales para promover una buena nutrición, particularmente en las poblaciones de bajos ingresos tanto rurales como urbanos.

#### 1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

##### **Objetivo general**

Determinar el comportamiento agronómico de catorce accesiones del ensayo nacional de Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en el CIP-Camacani.

##### **Objetivos específicos**

- a) Evaluar las características agronómicas de las catorce accesiones de Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet).
- b) Comparar el rendimiento de catorce accesiones del ensayo nacional de Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en CIP-Camacani.
- c) Determinar la adaptabilidad de las catorce accesiones de Tarwi a las condiciones climáticas de la región.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. ANTECEDENTES

El presente estudio se realizó en Otuzco La Libertad, con el objetivo de determinar el rendimiento de grano, capacidad simbiótica y fenología, obtuvo los siguientes resultados la accesión 43 ocupó el mayor rendimiento con 1795 kg/ha seguido del accesión PLGO 3 con 1642 kg/ha al superar el promedio nacional que es 1216 kg/ha, mientras que el testigo Patón Grande obtuvo el menor rendimiento con 1191 kg/ha. La accesión Asunción obtuvo el mayor peso de 100 semillas con 28.67 gr. lo cual difirió significativamente del testigo que registró 22.39 gr., mientras que la accesión 30 alcanzó la mayor altura de planta a los 115 días después de la siembra con 117.66 cm y no tuvo diferencia significativa con el testigo. La accesión 43 fue la más precoz tanto en la floración como en los días a la madurez con 117 y 231 días, respectivamente un carácter muy importante para las condiciones actuales, pues el testigo es más tardío (Aguilar, 2015).

Quico (2013), evaluó noventa y tres líneas de tarwi bajo condiciones del Centro Agronómico Kayra Cusco, de acuerdo a los resultados obtuvo lo siguiente: la línea CTC-156 alcanzó el menor rendimiento con 500 kg/ha y un máximo rendimiento 3500 kg/ha alcanzado por la línea CTC-16, teniendo como promedio de 1903.89 kg/ha, respecto a la evaluación de las fases fenológicas para las entradas precoces el ciclo vegetativo varía desde 160 días hasta 167 días, respecto al número de vainas el de mayor número fue la línea CTC-16 con 19 vainas, el número de granos en eje principal promedio de 20 plantas evaluadas al azar obtuvo 98 granos en eje principal.

Quenallata (2008), evaluó variables agronómicas de cinco ecotipos diferentes de tarwi en dos comunidades de La Paz Bolivia, con el objetivo de evaluar las variables agronómicas de ecotipos de tarwi, rendimientos en grano y analizar los costos de producción, encontrando rendimientos de granos promedios desde los 1384.70 a 2189.70 kg/ha, los días a la floración variaron de 101 días hasta los 164 días para los ecotipos más tardíos, en cambio para la variable madurez fisiológica a la cosecha fue alcanzada entre los 195 días en los ecotipos más precoces hasta los 265 días en los más tardíos, para altura de planta encontró promedios desde los 64.63 hasta los 105.33 cm, en número de ramas por planta los ecotipos Sapanina y Sisasani presentan mayor número de ramas con 11,50 y 10,43, mientras en número de granos por vainas obtuvo promedios de 4.90 a 5.23 granos

por vainas y con respecto a peso de 100 semillas, los valores oscilaron desde 21.42 hasta los 31.48 gramos.

Echavarría (2015), en un experimento llevado en la Comunidad de Manantialpampa, distrito de Rosario, Huancavelica, evaluó las características agronómicas de 13 Accesiones de Tarwi, obteniendo resultados como: altura de planta hubo diferencia altamente significativa así mismo para las variables, número de flores por planta, número de vainas por planta, peso de cien granos y rendimiento. Contrariamente para las variables porcentaje de emergencia y número de granos por vaina, no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos. Los tratamientos en promedio general registraron 3061 kg/ha de rendimiento por tratamiento, siendo el tratamiento T4 con mayor rendimiento con 4057 kg/ha y T12 con 2551 kg/ha con bajo rendimiento. El rendimiento en grano está altamente asociado y correlacionado con el número de vainas por planta, número de granos por vaina y peso de grano.

Plata (2016), evaluando dos variedades de tarwi, bajo diferentes densidades de siembra, en la comunidad de Marka Hilata – Carabuco, La Paz, encontró que los rendimientos de grano secos promedio variaron de 1320.33 a 1456.19 kg/ha, la floración vario entre 121 y 141 días, la madurez a la cosecha fue alcanzada entre los 224 y 237 días después de la siembra, la mayor altura de planta obtuvo el ecotipo Sapanina con 105.33 cm y en cuanto al promedio de peso de 100 semillas, los valores alcanzados oscilaron de 22.26 a 23.87 gramos.

El presente trabajo fue realizado en la E.E.A El Mantaro y INIA Santa Ana, en la campaña 2012-2013, evaluando parcelas de comprobación de compuestos de tarwi encontró rendimientos de granos de 2.400 kg/ha para la variedad Yunguyo y de 2.300 kg/ha para la variedad Andes, con respecto a los días a floración este fue de 93.67 días para su genotipo más precoz, el peso promedio de 100 semillas obtenido fue de 28.68 gramos, en número de vainas del eje central sobresale el genotipo 2 con promedio de 22.80 vainas, en longitud de vaina en la localidad 1 (Santa Ana) con promedio de 10.28 cm y en la localidad 2 ( El Mantaro) con promedio de 9.74cm, en diámetro de grano sobresale la localidad 2 (El Mantaro) con promedio de 11.16 mm y en la localidad 1 (Santa Ana) con promedio de 10.81mm; en peso de 100 semillas sobresale el genotipo 2 con promedio de 28.68 g (Araujo, 2015).

## 2.2. MARCO TEÓRICO

### 2.2.1. Origen y Distribución

Gross (1982), indica que el tarwi es una leguminosa originaria de la zona andina, aunque no se conoce a ciencia cierta el origen exacto del cultivo. Dado que hasta el presente se ignora la existencia de escritura en el área Sudamericana de la cultura precolombina, los datos históricos sobre el tarwi se basan en testimonios arqueológicos tradiciones folklóricas, costumbre, transmisiones orales y otras referencias indirectas. Por su parte, Lescano (1994) menciona que se ha encontrado pequeñas áreas en el Estado de Táchira (Venezuela), volviendo aparecer su cultivo en el Departamento de Pasto (Colombia), hasta el altiplano boliviano (Potosí). Es un cultivo donde la mayor variabilidad genética se encuentra en los valles interandinos de Perú.

Tapia (1990), manifiesta que; las semillas de tarwi se han encontrado en tumbas de Nazca (100 a 500 años a.c.), algunas pinturas estilizadas de esta planta están representadas en cerámicas de la Cultura Tiawanaco (500 a 1000 años d.c.), de las regiones alto andinas presenta varias evidencias de la importancia alimenticia que tuvo el tarwi en la época prehispánica, durante la época colonial, la primera referencia sobre el tarwi proviene del padre Valverde quien, en una carta al rey de España en 1539, sugiere que se paguen los impuestos con este grano. En cambio Gross (1982), señala que; el tarwi es una leguminosa anual, de la cual se utiliza en la alimentación el grano, conocido como chocho en el norte de Perú y Ecuador, tarwi en el centro del Perú y tauri en el Sur del Perú y Bolivia (chuchos en Cochabamba, Bolivia). Esta especie es pariente de los lupinos o altramuces originarios del viejo mundo que aún son cultivados en Europa Mediterránea, especialmente en España e Italia, pero que tienen un número cromosómico diferente.

**TABLA 1:** Principales países productores de *Lupinus* sp. en el mundo, año 2016.

<b>País</b>	<b>Producción (t)</b>	<b>Rendimiento (Kg/ha)</b>
Australia	651 946	1 220.7
Polonia	206 247	1 585.7
Rusia	184 679	1 573.1
Marruecos	61 631	670.9
Alemania	50 000	1 748.3
Ucrania	31 210	1 669.0
Total Mundial	1 284 842	1 731.4**

**FUENTE:** De la Cruz (2018).

\*\* : Rendimiento mundial promedio

El tarwi, es una leguminosa de origen andino, perteneciente a la familia (Fabaceae), género *Lupinus*, cuyo nombre científico es *Lupinus mutabilis* Sweet. Fue domesticada hace más de 1500 años y en la época del imperio incaico, era un alimento significativo en la dieta de los pobladores alto andinos (Suca y Suca, 2015). Según INAIA (2006), indica que ha sido cultivada en el área andina desde épocas preincaicas. El tarwi o chocho (*Lupinus Mutabilis* Sweet), es un cultivo originario de los Andes y por tanto cultivado y utilizado desde la antigüedad por el poblador andino que basaba su alimentación principalmente en cinco cultivos: papa, maíz, quinua, fréjol y chocho. Los dos primeros como portadores de almidón y los restantes como portadores de almidón y proteína con lo cual balanceaban su alimentación. Tapia (1980), hasta ahora no se ha definido ninguna forma ancestral silvestre; sin embargo existen muchas especies afines y con caracteres morfológicos muy parecidos, como *Lupinus praestabilis*, que se puede encontrar en el área del Cusco.

Esta planta presenta una gran variabilidad morfológica y de adaptación ecológica en los Andes, por lo cual se ha sugerido que puede incluirse a tres subespecies *Lupinus mutabilis*, chocho (norte de Perú y Ecuador), *Lupinus mutabilis*, tarwi (centro y sur de Perú) y *Lupinus mutabilis*, tauri (altiplano de Perú y Bolivia) (Gross, 1982; Tapia, 1984). Según McBride (1943), en los Andes se pueden diferenciar 83 especies del género *Lupinus* y el Tarwi se debe haber originado probablemente de una mutación espontánea de una o varias de estas especies. Carrillo (1956), dos culturas antiguas, la egipcia y la andina, domesticaron hace por lo menos cuatro mil años, sendas especies de *Lupinus*: *Lupinus luteus* en Egipto y *Lupinus mutabilis*, tarwi o chocho en los Andes. Estas especies fueron utilizadas en la alimentación de manera semejante. Curiosamente las dos culturas sometieron a estas especies a parecidos proceso de maceración y lavado para eliminar los alcaloides antes de consumirlas como alimentos básicos.

**TABLA 2:** Principales regiones cosechadas de tarwi en el Perú.

<b>Departamentos</b>	<b>Hectáreas</b>
La Libertad	3 478
Cuzco	2 557
Puno	1 070
Apurímac	810
Huancavelica	217
Huánuco	959
Ayacucho	185
Áncash	160
Cajamarca	359

**FUENTE:** De la cruz (2018).

### 2.2.2. Clasificación taxonómica del tarwi

La variabilidad genética del tarwi hizo indispensable la redefinición taxonómica de ésta planta de cultivo, presentando la siguiente clasificación sistemática según (ITIS., 2018), y cuya actual definición es la siguiente:

<b>REYNO</b>	:	Plantae
<b>SUB REINO</b>	:	Viridiplantae
<b>DIVISIÓN</b>	:	Tracheophyta
<b>SUB DIVISIÓN</b>	:	Spermatophytina
<b>CLASE</b>	:	Magnoliopsida
<b>ORDEN</b>	:	Fabales
<b>FAMILIA</b>	:	Fabaceae
<b>GENERO</b>	:	Lupinus L.
<b>ESPECIE</b>	:	<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet.
<b>NOMBRE COMÚN</b>	:	Tarwi, lupino, chocho, tauri.

### 2.2.3. Denominaciones o nombres comunes

Existen diversas denominaciones a lo largo de muchos países, de los cuales todos son válidos. (Tapia y Fries, 2007), menciona al Lupino, como lupino amargo en español; chocho (norte de Perú, Ecuador y Colombia); tarwi o tarhui (quechua, parte central y sur del Perú); tauri (aymara, alrededor del lago Titicaca en Perú y Bolivia); chuchus muti (quechua, Cochabamba, Bolivia). Y por otro lado Jacobsen y Mujica (2006), menciona que el tarwi tiene varios nombres en común: en Aymara: tauri (Bolivia); en Quechua: tarwi, tarhui (Bolivia, Perú), chuchus muti (Bolivia), chocho, chochito (Ecuador y Norte del Perú), chuchus (Bolivia), ccequilla (Azángaro Perú); en Castellano: altramus, lupino, chocho; en Inglés: Andean lupine, pearl lupin

También en Venezuela, Colombia y Ecuador: le dicen chocho; en Perú: tarwi, lupino, ullus; en Bolivia: tarwi, tarhui, chuchus muti, tauri (Lescano, 1994).



#### 2.2.4. Número cromosómico

El número cromosómico de *Lupinus mutabilis* es de  $2n = 48$ , de *Lupinus albus*  $2n = 50$  y el de *Lupinus luteus*  $2n = 52$ . Siendo *Lupinus mutabilis* un tetraploide, resultando difícil tener líneas puras (Gross como se citó en Huaman, 1999).

#### 2.2.5. Parientes silvestres

Desde el punto de vista alimenticio, medicinal, ritual, cultural, en la transformación y mejoramiento de las especies domesticadas, esta diversidad de parientes silvestres tiene importancia y repercusión en su utilización, proporcionando actualmente al agricultor disponibilidad sostenida y seguridad alimentaria. Los parientes silvestres que muestran esta diversidad y variabilidad encontradas en tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) están representadas por las siguientes especies: *Lupinus cuzcensis*, *L. tomentosus*; *L. microphyllus*, *L. paniculatus*, *L. aridulus*, *L. ananeanus*, *L. condensiflorus*, *L. chlorolepis*, *L. tarapacensis*, *L. subferuquinous*, *L. doraе*, *L. macbrideanus*, *L. ballianaus*, *L. gilbertianus* y *L. eriucladus* (Jacobsen y Mujica, 2006).

**TABLA 3:** Parientes silvestres del tarwi y su distribución.

<b>NOMBRE CIENTIFICO</b>	<b>DISTRIBUCION GEOGRAFICA</b>	<b>AUTOR Y N° DE HERBARIO</b>
<i>Lupinus agustini</i>	Jesús, Arequipa, 2600 m	E. Carrillo, 1956
<i>Lupinus alinanus</i>	Paucartambo, Cusco, 3500 m	C. Vargas
<i>Lupinus aridulus</i>	Arranca, Puno, 4100 m	C. Pennell
<i>Lupinus ballanus</i>	Ocos, Áncash 3900 m	Ch. P. Smith
<i>Lupinus binclinatus</i>	Canas, Cuzco 3860 m	Ch. P. Smith
<i>Lupinus condensiflorus</i>	Huamantanga Lima, 3000 m	Ch. P. Smith
<i>Lupinus cuzcensis</i>	La Raya, Cusco 4400 m	Ch. P. Smith
<i>Lupinus chlorolepis</i>	Ayabaca, Piura 3300 m	A. Weberbauer, 1943
<i>Lupinus doraе</i>	Abancay, Apurímac 4000 m	C. Vargas
<i>Lupinus gibertianus</i>	Simbral, Arequipa, 3900 m	E. Carrillo, 1956
<i>Lupinus microphyllus</i>	Huancayo, Junín 4700 m	Tovar 1990
<i>Lupinus paniculatus</i>	Yucay, Cusco 3300 m	J. Soukup, 1970
<i>Lupinus praestabilis</i>	Pisac Amaru, Cusco 3500 m	Ch. P. Smith
<i>Lupinus quellomeyus</i>	Convención, Cusco 1100 m	E. Carrillo, 1956
<i>Lupinus perezii</i>	Uchupata, Cusco 4300-4400 m	C. Vargas
<i>Lupinus tomentosus</i>	Azángaro, Puno 3900 m	J. Soukup, 1970

FUENTE: Tapia ( 2015).

## 2.2.6. Morfología y descripción botánica del tarwi

### 2.2.6.1. Planta

Tapia (2000), describe al tarwi como planta anual de tamaño variable de 0,4-2,5 m, dependiendo del genotipo y medio donde se cultive.

### 2.2.6.2. Raíz

Como leguminosa, el tarwi tiene una raíz pivotante vigorosa cuyo eje principal es grueso y que a una profundidad de 45 a 50 cm de longitud (Blanco, 1982).

Presenta modulaciones de bacterias simbióticas fijadoras de nitrógeno (*Rhizobium lupini*) Tapia (1997). Se menciona que los nódulos son grandes en comparación con las otras leguminosas llegando a ser mayores a 3 cm de diámetro, llegando a tener un peso de 20 a 30gr.(Cerrate y Camarena, 1981).

En suelos con presencia de bacterias, la formación de nódulos se inicia a partir del quinto día después de la germinación (Meza, 1974).

Se encontró cepas de *Rhizobium lupini* con gran efectividad y su presencia en el eje central de la raíz estuvo altamente correlacionada con plantas más vigorosas y productivas. Sin embargo, se deben seleccionar razas de condiciones semejantes para lograr resultados positivos (Bernal, 1982)

### 2.2.6.3. Tallo

El tallo es leñoso con alto contenido de celulosa Tapia (1997), mientras que la altura de la planta está determinada por el eje principal que varía entre 0,5 a 2.50m. El tallo de tarwi es leñoso y se puede utilizar como combustible. Su alto contenido de fibra y celulosa, hace que se emplea como material de combustión, sin embargo podría permitir un proceso de industrialización. El color del tallo oscila entre verde oscuro y castaño. En las especies silvestres es rojizo a morado oscuro. Según tipo de ramificación, la planta puede ser de eje central predominante, con ramas desde la mitad de la planta, tipo candelabro; o de una ramificación desde la base con inflorescencia a la misma altura. El número de ramas varía desde unas pocas hasta 52 ramas (Blanco, 1982).

El tipo de ramificación del tallo puede ser del eje central predominante, con las ramas desde la mitad de la planta; o de una ramificación de desde la base con

inflorescencias de la misma altura de las ramas, así mismo el tallo principal termina en inflorescencia de este salen ramas primarias que a su vez se sub dividen en ramas secundarias y alguna en ramas terciarias todas terminadas en inflorescencia (Tapia, 1997).

#### **2.2.6.4. Hojas**

Las hojas son de forma digitada, generalmente compuesta por ocho foliolos que varían entre ovalados a lanceolados. En la base del peciolo existen pequeñas hojas estipulares, muchas veces rudimentarias. Se diferencia de otras especies de lupino en que las hojas tienen menos velocidades. Presenta hojas estipulares en la base del peciolo aunque algunas veces rudimentaria (Cerrate y Camarena, 1981).

#### **2.2.6.5. Inflorescencia**

Es un racimo terminal de flores dispuestas verticalmente, es mayor la longitud del eje principal y disminuyen progresivamente en las subsiguientes ramificaciones. El número de flores disminuye al aumentar el grado de ramificación, es mayor en el eje central y va disminuyendo en las ramas subsiguientes; en una inflorescencia se puede encontrar hasta más de 60 flores (Cerrate y Camarena, 1981).

El número de inflorescencias por planta es de 78 racimos como promedio máximo por planta y un promedio mínimo de 5 racimos por planta; haciendo un promedio general de 27,4 racimos por planta. La variación del número de racimos depende del número de ramas (Enriquez, 1981).

Las partes de la inflorescencia son:

- El Pedúnculo, es un tallo desnudo que sostiene la inflorescencia y la une a los tallos vegetativos, es terminal y prolongado en relación a la última rama, la longitud del pedúnculo varía de 15 a 45 cm.
- El Raquis, es la continuación del pedúnculo en el que se insertan las flores, siendo raquis simple en el tarwi.
- Pedicelos o Pedunculillos, cuya fusión es el sostén de las flores variando su longitud de 10 a 14 mm.

- Bractéolas, son hojitas muy estrechas de 8 mm de longitud, de color verde a morado suave, que nacen en el pedicelo muy cerca del receptáculo floral; después de 5 a 8 días de la apertura de la flor. La bractéola cae siendo por esta razón caduca (Enriquez, 1981).

#### 2.2.6.6. Flor

Cada flor mide alrededor de 1,2 cm de longitud y tiene la forma típica de las papilionáceas, es decir la corola con cinco pétalos, uno el estandarte, dos la quilla y dos las alas. La quilla envuelve al pistilo y a los diez estambres (Tapia, 1997).

El tarwi pertenece a la familia Fabaceae por lo cual presenta una corola grande de 1 a 2 cm, con cinco pétalos y compuesta por un estandarte, dos quillas y dos alas. Según el tipo de ramificación que presente la planta, puede tener hasta tres floraciones sucesivas, que en una sola planta pueden existir hasta 1000 flores. La coloración de la flor varía entre el inicio de su formación hasta la maduración de un azul claro hasta uno muy intenso y de allí se origina su nombre científico, mutabilis, es decir que cambia. Los colores más comunes son los diferentes tonos de azul e incluso púrpura; menos frecuentes son los colores blanco, crema, rosado y amarillo (Blanco, 1980).

El receptáculo floral es de forma cóncava redondeada cuya descripción es:

- El Cáliz.- Se compone de 5 sépalos (gamosépalos) de simetría irregular aparentando estar, formado por 2 sépalos, ambos son dentados o bidentados en su ápice, siendo de color verde con cierta pubescencia (Enriquez, 1981).
- La Corola.- Formada por 5 pétalos, 2 se acoplan entre sí por sus bordes externos formando la "quilla", que cumple la función de protección de los órganos reproductores; otros 2 pétalos se encuentran libres, tapando completamente la quilla corresponde a las "alas" que son externas al vexilo y por último un pétalo libre más desarrollado y ancho, en cuya base central presenta una base, amarilla, corresponde al "vexilo" o "estandarte", cuya posición es exterior y posterior a las alas. Todos los pétalos van unidos al receptáculo mediante sus uñas (Enriquez, 1981).
- Androceo.- Constituido por 10 estambres todos unidos entre sí (monadelfos), en el primer plano se une 5 estambres dorsífijos (superiores) y los restantes los basífijos (inferiores); las anteras son libres, la dehiscencia es por hendidura longitudinal (rimosa);

el polen es individual, de forma ovoide de color blanquecino, algo pesado, viscoso con 3 poros germinativos (Enriquez, 1981).

- Gineceo.- Está formado por una sola hoja carpelar diferenciada en ovario, estigma y estilo de forma lineal o bilateral; en cuanto a su posición el gineceo es pseudo terminal por agotamiento del punto vegetativo de la flor. Los óvulos se insertan en una sola hilera, en la altura plavental o ventral carácter constante de los lupinus, es en realidad producto de la soldadura de los bordes de la hoja carpelar. El estilo es filiforme, glabro en número de uno para todas las especies, tienen generalmente la forma de ángulo obtuso, siguiendo la forma de la quilla; el estigma es apical convexo, grueso, papiloso, glabroso y viscoso (Enriquez, 1981).

#### **2.2.6.7. Fruto**

El fruto de esta especie es una legumbre pubescente de un color verde oscuro cuando tierno y a la madurez, glabro, de color pajizo (Tapia y Fries, 2007). La forma de la legumbre o vaina es elíptica y oblonga de 6 -12cm de largo, con cerca de 130 vainas por planta. Semilla lenticular, de 8-10 mm de largo y 6-8 mm de ancho, de color variable entre negro y blanco, pasando por bayo, pardo, gris y amarillo verdoso; tegumento endurecido que representa el 10 por ciento de la semilla y contiene alcaloides. Cien semillas pesan entre 20 y 28 g. (Blanco, 1980). Las semillas del tarwi están incluidas en número variable en una vaina de 5 a 12 cm y varían de forma (redonda, ovalada a casi cuadrangular), miden entre 0,5 a 1,5 cm. Un kg tiene 3500 a 5000 semillas. La semilla está recubierta por un tegumento endurecido que puede constituir hasta el 10% del peso total.

El color de las semillas es muy variable: blanco, gris, baya, marrón, negro e incluso de color marmoteado. Algunas semillas blancas tienen una pinta de otro color que puede tener forma de ceja, bigote, creciente o media luna, hasta punteada (Tapia y Fries, 2007).

#### **2.2.7. Fenología del tarwi**

**2.2.7.1. Emergencia:** Esta fase ocurre cuando los dos cotiledones están completamente desplegados horizontalmente sobre el nivel del suelo, entre los 15 a 25 días de la siembra (Lescano, 1994).

**2.2.7.2. Primera hoja verdadera:** Del epicótilo aparece la primera hoja verdadera y la fase se da cuando esta hoja llega a desplegarse (Lescano, 1994).

**2.2.7.3. Formación del racimo del eje central:** Del brote terminal aparece el primer racimo floral, lo cual coincide con la ramificación tricotómica y las plántulas tienen de 4 a 5 hojas (Lescano, 1994).

**2.2.7.4. Floración:** Se abre la primera flor del racimo del tallo central, esto ocurre de los 80 a 120 días de la siembra. Esta fase es susceptible a granizadas (Lescano, 1994).

**2.2.7.5. Envainado:** Se inicia cuando la corola de la primera flor se marchita y aparece la primera vainita, teniendo la forma característica de "uña de gato" (Lescano, 1994).

**2.2.7.6. Maduración de las vainas:** Las semillas alcanzan un tamaño normal y adquieren el color característico de la variedad (Lescano, 1994).

**2.2.7.7. Madurez fisiológica:** En esta fase, las vainas se decoloran y se secan completamente (Lescano, 1994).

## **2.2.8. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo**

### **2.2.8.1. Suelo**

Los suelos que requiere deben ser francos y franco-arenosos con el balance adecuado de nutrientes y buen drenaje, así como un PH oscila entre 5 y 7. En suelos ácidos la fijación de nitrógeno por el *Rhizobium lupini* es muy escasa, y en suelos alcalinos puede mostrar clorosis por deficiencia de hierro debiendo utilizarse en lo posible cepas nativas de cada zona de cultivo (Tapia y Fries, 2007).

El lupino se adapta muy bien a suelos de textura gruesa y arenosa de laderas con relativa baja fertilidad. En suelos orgánicos el crecimiento vegetativo será estimulado, retardándose la floración. En suelos pesados con menos aireación y mal drenaje, la producción de *Rhizobium* se reduce y se puede estimular la presencia de enfermedades fungosas (Lescano, 1994).

Los Lupinos que crecen en suelos con pH mayor de 7.0 pueden mostrar clorosis, situación que puede verse influenciada por la deficiencia de hierro. Bajo condiciones de suelos ácidos, los lupinos tienen la habilidad de extraer mayor cantidad de minerales esenciales (Gross, 1982).

### 2.2.8.2. Clima

El tarwi se cultiva en áreas moderadamente frías, aunque existen cultivos hasta los 4000 msnm. A orillas del lago Titicaca, donde es frecuente la presencia de heladas (Gross, *et al.*, 1988).

Durante la formación de granos, después de la primera y segunda floración, el tarwi es tolerante a las heladas, al inicio de la ramificación es algo tolerante, pero susceptible durante la fase de formación del eje floral, los requerimientos de humedad son variables dependiendo de los ecotipos; sin embargo, y debido a que el tarwi se cultiva sobre todo bajo secano, oscilan entre 400 a 800mm. La planta es susceptible a sequías durante la formación de flores y frutos, afectando seriamente la producción (Rodríguez, 2005).

### 2.2.8.3. Precipitación pluvial

En cuanto a la precipitación pluvial. Sus requerimientos se sitúan entre 350 y 850 mm, siendo cultivado exclusivamente en condiciones de secano. Es susceptible al exceso de humedad y moderadamente susceptible a la sequía durante la floración y envainado. No tolera las heladas en las fases iniciales y durante la formación de legumbres, aunque algunos ecotipos cultivados en el Altiplano y a orillas del lago Titicaca tienen mayor resistencia al frío (Jacobsen y Mujica, 2006).

### 2.2.8.4. Temperatura

El tarwi es un cultivo que se adecua más a ambientes normalmente fríos donde se cultiva en Perú y Bolivia hasta en alturas de más de 4000 m.s.n.m. por lo mismo que existen ecotipos que sobreviven a temperaturas por debajo de los  $-9.5^{\circ}\text{C}$  (Gross, 1982). Sin embargo esto va a depender mucho de qué fase fenológica se encuentre el tarwi, tal es así que en estado de plántulas son susceptible a heladas, sin embargo se puede encontrar campos con este cultivo en zonas de incidencia de heladas con temperaturas por debajo de  $-4^{\circ}\text{C}$  al final de la época de floración (Tapia y Fries, 2007).

Durante el crecimiento la temperatura óptima durante el día oscila entre 20 y 25  $^{\circ}\text{C}$ . Temperaturas por encima de los 28  $^{\circ}\text{C}$  interfieren en el óptimo desarrollo de la planta. Para favorecer el desarrollo de los granos, especialmente para la formación de sustancias de reserva (aceite) se requiere una temperatura nocturna relativamente baja, por debajo

de los 9.5 °C, condición que se da en la región de origen del *L. mutabilis*. De lo contrario gran parte de las sustancias de reserva formadas durante el día se metabolizarían en la noche, si hubiera temperaturas elevadas. Por este motivo, disminuyó la producción de aceite en el Tarwi que se cultiva en Europa Central (Gross, 1982).

#### **2.2.8.5. Fotoperiodo**

Al respecto Gross (1982) y Gross y Von Baer (1978), señalan que el centro génico andino del *L. mutabilis* rige el día corto, a diferencia de la región de origen del *L. Albus*. Sin embargo, la influencia fotoperiódica del día corto parece ser de importancia secundaria.

Aparentemente indiferente a este los cortos días tropicales de 12 horas, como en los largos días de verano de las zonas templadas (Huaman, 1999).

#### **2.2.9. Manejo agronómico**

##### **2.2.9.1. Preparación del terreno**

Esta labor se ejecuta con chaquitacla o yunta, según el tipo de suelo y rotación; en la altura se practica una labranza mínima, justificable por el poco desarrollo de malezas y por la prioridad dada a la conservación de la humedad del suelo (Salis, 1985).

Gross (1982), la preparación del terreno depende de las condiciones del suelo y del clima, así como del nivel tecnológico del agricultor. Una buena preparación del terreno debe hallarse libre de malezas y tener la humedad suficiente para cubrir la necesidad de agua que hace falta para el hinchamiento y germinación del grano.

##### **2.2.9.2. Época de siembra**

Meneses (1996), expresa que la época de siembra es de mucha importancia ya que de esta dependerá que se obtenga una buena cosecha o que se pierda por falta de precipitación o por la presencia de las heladas ya que el tarwi es susceptible a las mismas. Por lo general la época de siembra comienza en los meses de agosto, para aquellas zonas que cuentan con riego de auxilio, sin embargo, la mayor parte de la siembra se la efectúa con las primeras lluvias los meses de octubre y noviembre.

La mayoría de campos de lupino, se siembra en condiciones de secano, razón por la cual la época de siembra depende mucho de las condiciones ambientales. Una regla



podría ser iniciar las siembras cuando se hayan acumulado por lo menos 100 mm. de precipitación en la campaña agrícola, esta fecha puede coincidir con los meses de noviembre a diciembre en los Andes centrales. La densidad de siembra depende fundamentalmente de las ramificaciones de la planta y se debe buscar de aprovechar al máximo la energía solar por unidad de superficie en toda la plantación (Gross, 1982).

#### **2.2.9.3. Densidad de siembra**

Gross (1982), señala que la densidad de siembra depende fundamentalmente de las ramificaciones de la planta y se debe buscar de aprovechar al máximo la energía solar por unidad de superficie en toda la plantación. Normalmente se recomienda una cantidad de semilla de 100-120 Kg/ha.

Al respecto, Mujica (1994), indica que la densidad de siembra óptima es de 80 kg/ha de semilla, sembrados a una distancia de 0,70 m entre surcos y 0,30 m entre plantas, utilizando tres semillas por golpe.

#### **2.2.9.4. Siembra**

Meneses (1996), menciona que antes de la siembra se procede el roturado, luego rastreado del terreno, quedando de esta manera el terreno en condiciones de ser sembrado. Una vez listo el terreno se abre los surcos y se distribuye la semilla de una manera uniforme de acuerdo con la densidad y a una profundidad de 3 a 5 cm, dependiendo de la humedad del terreno.

Gross (1982), menciona que la semilla se coloca en suelos pesados a una profundidad de 2 cm y en suelos francos hasta un máximo de 4 cm. En suelos más ligeros se puede sembrar la semilla a mayor profundidad. A medida que aumenta la profundidad disminuye la emergencia de las plantitas, puesto que se presentan enfermedades germinales que atacan al hipocótilo.

#### **2.2.9.5. Fertilización**

La fertilización no se practica y es innecesaria debido a las características del tarwi, que fija el nitrógeno a través de las bacterias nitrificantes. Existe un requerimiento en azufre, característico de las fabáceas, sin embargo, aplicaciones de sulfato de potasio o de yeso no se justifican económicamente (Salis, 1985).

## **2.2.10. Labores culturales**

### **2.2.10.1. Deshierbe**

Gross y Von Baer (1981), señalan que el cultivo desarrolla primeramente su sistema radicular hacia abajo, se retarda su crecimiento aéreo durante el estado de roseta, y las malas hierbas como las gramíneas y la mostaza silvestre aventajan a los lupinos en altura, sustrayéndoles la energía solar necesaria para la asimilación. Además, las malezas pueden actuar como hospederas intermedias de diferentes enfermedades y plagas, constituyendo de esta manera, focos primarios de infección. No obstante, el deshierbe manual resultó mejor como método de control. Para el control de malezas en la pequeña agricultura se recomienda dar prioridad al deshierbe mecánico o manual antes de recurrir al control químico.

El deshierbe es una de las prácticas culturales más importantes ya que malas hierbas compiten con las plantas cultivadas por la luz, agua y nutrientes, causando disminución de rendimiento y calidad de los granos. El periodo crítico es durante las primeras semanas del cultivo cuando no pueden competir con la rusticidad que poseen las malas hierbas. Normalmente es efectuado a mano pero se puede hacer también un control químico (Meneses, 1996).

### **2.2.10.2. Aporque**

En el cultivo de tarwi el aporque tiene por finalidad: Para dar sostenibilidad a la planta. Airear el suelo. Exponer al medio ambiente los huevos, larvas y adultos de las plagas que puedan atacar al cultivo, por ejemplo los gusanos cortadores. Ayuda a mantener la humedad en el área de las raíces. Asegura una mejor nutrición de la planta (Garay, 2015).

### **2.2.10.3. Riego**

Meneses (1996), el primer riego normalmente se realiza entre los 20 y 30 días después de la siembra que hasta ese tiempo la humedad que tenía el terreno para la siembra, será suficiente para desarrollo del cultivo. El número de riegos a realizarse está en función a las necesidades hídricas del cultivo, es en este sentido que la necesidad del agua es mayor durante la formación de flores y frutos pero por lo general son de cuatro a

cinco entre siembra a cosecha. Es importante no haya mucha acumulación de agua, ya que el tarwi es susceptible a la excesiva humedad.

El riego es uno de los factores ambientales más importante ya que de ello se genera una buena germinación, un buen crecimiento de la planta, una buena floración, llenado de vainas y por ende un buen rendimiento. (Gross und Von Baer, 1981), citado por la FAO señalan que los requerimientos de humedad dependen de los ecotipos esto debido a que el tarwi se cultiva bajo lluvia, por lo que sus necesidades hídricas oscilan entre 400 a 800 mm. También la planta es susceptible a sequías durante la formación de flores y frutos, afectando seriamente la producción.

### 2.2.11. Plagas y enfermedades

#### 2.2.11.1. Plagas

Aparentemente, el cultivo es poco atacado por plagas, salvo en épocas de sequía. Es durante las temporadas secas (veranillos) de los Andes cuando se presenta la aparición de plagas como: gorgojo barrenador del tallo, *Apion sp*, hacen galería en y tallo, cortadores: *Feltia sp*, *Agrotis sp*, cuyas larvas cortan las plántulas (Tapia, 1990). Según Gross (1982), indica que en términos generales, se puede afirmar que las plagas en el área andina no han alcanzado hasta ahora la importancia endémica de las enfermedades. Las plagas se propagan de preferencia en épocas secas y calurosas.

En la siguiente tabla, se presenta las principales plagas que atacan al cultivo de tarwi, durante el desarrollo del cultivo de acuerdo a (Frey y Yabar, 1983).

**TABLA 4:** Principales plagas del tarwi.

<i><b>NOMBRE COMUN</b></i>	<i><b>NOMBRE CIENTIFICO</b></i>	<i><b>ATAQUE</b></i>
<i><b>Insectos del suelo</b></i>		Las larvas cortan plántulas
Cortadores	<i>Feltia spp. Agrotis sp.</i>	
Gusano peludo de semilla	<i>Copitarsia turbata Astylus</i>	
<i><b>Barrenadores</b></i>		Las larvas cortan cotiledones y raíz; el adulto come el polen
Gorgojo barrenador del tallo	<i>Apion spp.</i>	
Minador de hojas	<i>Liriomyza sp.</i>	
<i><b>Picadores</b></i>		Producen galerías en la base del tallo
Trips	<i>Frankliniella spp.</i>	
Cigarritas	<i>Bergalia</i>	
<i><b>Masticadores</b></i>		Consumen hojas
Carhua	<i>Epicauta sp.</i>	

FUENTE: Frey y Yabar (1983).

### 2.2.11.2. Enfermedades

La enfermedad más importante es la antracnosis, producida por el hongo del género *Colletotrichum gloeosporioides*. El hongo ataca el tallo, produciendo manchas necróticas; el ataque continúa en las hojas y brotes terminales, destruyendo los primordios florales con lo que afecta seriamente la producción de granos. Las vainas atacadas presentan lesiones hundidas de color rojo vivo a pardo. Las semillas tienen un aspecto "chupado" en los ataques severos, en cambio los ataques leves no se advierten fácilmente, menos en semillas oscuras. Como la difusión de esta enfermedad se hace a través de la semilla, es muy importante su desinfección con un fungicida. En general se observa menos ataque de antracnosis en variedades procedentes del norte del Perú y Ecuador. Cuando el cultivo tiene en su etapa inicial un exceso de humedad, puede ser afectado por otro hongo, la *Rhizoctonia*, que ataca el cuello de la raíz. Al comienzo produce una mancha de color marrón oscura, luego se presenta marchitez y finalmente las plántulas mueren. La marchitez en plantas adultas es ocasionada por *Fusarium oxysporum*, en especial en campos con mal drenaje. Finalmente, la roya del *Lupinus* se presenta formando pústulas que al final se observarán como un polvillo de color anaranjado en las hojas, tallos y hasta frutos (Tapia, 1990).

En la siguiente tabla, se presenta las principales enfermedades que atacan al cultivo de tarwi, durante el desarrollo del cultivo de acuerdo a (Frey y Yabar, 1983).

**TABLA 5:** Principales enfermedades del tarwi.

NOMBRE COMÚN	PATÓGENO	CONTROL
Antracnosis	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	Desinfección de semilla
Quemado de tallo	<i>Ascochyta sp.</i>	Desinfección de semilla
Marchitez	<i>Phoma lupini</i>	Drenaje
	<i>Rhizoctonia solani</i> (plantas jóvenes)	
	<i>Fusarium oxysporum</i> (plantas adultas)	
Roya	<i>Uromyces lupini</i>	Rotación de cultivos
	<i>Chrysocelis lupini</i>	
Mancha anular	<i>Ovularia lupinicola</i>	Innecesario
Pudrición base del tallo	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Rotación de cultivo

FUENTE: Frey y Yabar (1983).

### **2.2.12. Cosecha**

El estado de cosecha en chocho se determina cuando las hojas se amarillan y la planta se desfolia, el tallo se lignifica, las vainas se secan y los granos presentan tal consistencia que resisten la presión de las uñas. En un campo de cultivo se puede realizar hasta dos cosechas; la primera cuando los ejes centrales estén secos, cuyos granos deberían ser utilizados como semilla ya que son de mayor tamaño y uniformidad y la segunda luego de 20 a 30 días cuando las ramas laterales estén maduras o secas en un estado de 15 a 18% de humedad (INIAP, 2001).

Una vez que las vainas adquieren una coloración amarillenta, las plantas son arrancadas y colocadas en ramas con el fin de terminar el secado, para luego continuar con el trillado y así finalmente obtener el grano (Tapia y Fries, 2007).

La cosecha se realiza cuando las vainas de la segunda floración están amarillas; además no se debe de esperar las demás floraciones, porque las heladas no dejan madurar a estas vainas y en consecuencia se produce un retraso en la cosecha. Además es recomendable cortar las plantas y no arrancarlas ya que las raíces se quedan en el suelo junto con el nitrógeno para utilizarlo en la próxima campaña (Mamani, 1982).

### **2.2.13. Formación de pequeñas parvas y secado**

Las plantas secas se deben arrancar a mano o con segadoras, para luego exponerlas al sol, para conseguir un secado uniforme de tallos y vainas. También se puede cortar únicamente los racimos de vainas, utilizando una hoz o manualmente, cuando estas presentan una coloración café claro y estén completamente secas (AGENCIA, 2002).

Para la obtención de semillas, se recomienda seleccionar plantas sanas, que presenten una buena conformación, que se muestren vigorosas y que además tengan una buena carga de vainas. La cosecha se debe realizar por separado tomando las vainas de los ejes centrales (Suquilanda, 1984).

### **2.2.14. Postcosecha**

La trilla o separación de los granos de la vaina, se realiza mediante golpes con palos curvos, pisoteo del ganado, o pasando el tractor agrícola, para luego aventar o “ventear” y almacenar el grano limpio. Estas actividades son laboriosas (no más que las habas) y demandan bastante mano de obra (Garay, 2015).

En un proyecto de la Universidad de Puno sobre técnicas de postcosecha, han diseñado una trilladora basada en observaciones de la trilla de esta especie en comunidades campesinas del altiplano. La parte activa del equipo es un cilindro con hileras de clavos que rompen los tallos y vainas y que es accionado por un motor de 0,5 H.P. La eficiencia de este equipo es de 500 a 600 kg de grano por día y en comparación a la trilla manual es 2,5 veces más veloz. El grano cosechado y seco se puede almacenar por 2 a 4 años en las condiciones de la sierra, sin mayores pérdidas de valor nutritivo ni germinación. Se tienen referencias prácticas de que los granos se han conservado por más de 10 años sin variaciones sustanciales, sobre todo si se los guarda en envases cerrados (Gomez, 1986).

#### **2.2.15. Rendimiento**

Meneses (1996), indica que los rendimientos alcanzados por los agricultores fluctúan entre 700 y 1200 Kg/ha. Están en función de la estructura de la planta, el número de ramas, vainas, granos y el peso de los granos. En ensayos con cultivares mejorados a alturas superiores a los 3000 m. en el Departamento de Cochabamba, se obtuvieron rendimientos que fluctúan entre 2500 y 4500 Kg/ha.

Los rendimientos del tarwi alcanzan 3500-5000 kg/ha, cuando el cultivo es conducido en forma adecuada y se le proporciona todos sus requerimientos en forma oportuna. También tiene potencial la producción de alcaloides para uso como biocidas o repelentes de las principales plagas que afectan los cultivos de la zona andina. Una muestra potencial de su uso como fuente de fijación de nitrógeno atmosférico está en base a su producción, ya que se ha determinado que provee al suelo más de 100 kg/ha de nitrógeno (Mujica, 1977).

#### **2.2.16. Usos del tarwi y su valor nutritivo**

El valor nutritivo es muy importante en esta leguminosa, donde el tarwi es rico en proteínas y grasas razón por la cual debería ser más utilizado en la alimentación humana y su contenido proteico es incluso superior al de la soya, por ello la proteína del tarwi es una excelente opción para sustituir o reducir el consumo de proteína animal y evitar así los problemas de salud (Camarena, Huaranga, Jimenez, y Mostacero, 2012). Además agrega que el calcio se localiza principalmente en la cáscara del grano, siendo recomendable su consumo en forma integral (sin pelar), el consumo de tarwi nos provee

de 77.5 mg del calcio total que necesita nuestro organismo diariamente, y este elemento es de vital importancia, cuya función es la construcción de los huesos.

Meneses (1996), el alcaloide del tarwi es utilizado para el control de nematodos en cultivos y de ectoparásitos de los ganados ovinos, vacunos y en alpacas. Es sembrado al borde de otros cultivos como maíz, papa, haba, arveja y trigo para repeler insectos y animales domésticos por el elevado contenido de alcaloides. Se utiliza en terrenos con problemas de erosión para la conservación de los mismos. El tarwi fija alrededor de 50 a 200 Kg N ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> y es importante en la rotación de cultivos (papa, haba, arveja, quinua, cebada, trigo).

Los alcaloides del tarwi se procede al lavado con agua corriente durante 3 a 4 días, proceso que elimina un 99.99% de los alcaloides, bajando a menos de 0.02%. Las mismas pueden ser consumidas directamente como mote o secado al sol para la elaboración de harinas de tarwi, que en mezclas con harinas de cereales (maíz, quínoa, trigo, cebada, avena) en proporciones diversas (15-20% de harina de tarwi) son usadas en la elaboración de pan, tortas, queques, galletas, saladitos, apis, sopas, refrescos y numerosos otros productos (Rios, 1983).

Este vegetal da lugar a infinidad de preparaciones en la gastronomía, como por ejemplo: ceviche de chocho, crema de chocho, tortilla de chocho, entre otros y los alcaloides (esparteína, lupinina, lupanidina, etc.) se emplean para controlar ectoparásitos y parásitos intestinales de los animales (Luglio, 1980).

En estado de floración, la planta se incorpora a la tierra como abono verde, con buenos resultados mejorando la cantidad de materia orgánica, estructura y retención de humedad del suelo (Bernal, 1982).

La Universidad de Cuzco viene operando la planta piloto de desamargado de Tarwi (Centro Agronómico de Kayra) donde se han realizado algunas formulaciones alimenticias como: Carne vegetal, pan fortificado, hamburguesas mixtas, pasta para tallarines, queso mixto, pasta tipo ket chup y pasta para empanadas, donde todas ellas han sido probadas y han sido calificadas de excelentes (Caceres y Ortiz, 1988).

Según (Aykroyd y Doughty como se cito en Meneses, 1996).

**TABLA 6:** Valor nutritivo de tarwi en comparación con otras leguminosas de grano, por 100 g de porción comestible.

COMPONENTES	Tarwi	Maní	Soya	Fríjol	Arveja	Haba
Energía (kcal)	407	546	335	341	346	343
Agua (g)	8	5	8	11	11	11
Proteína (g)	44.3	25.6	38.0	22.1	22.5	23.4
Grasa (g)	16.5	43.4	18.0	1.7	1.8	2.0
Carbohidratos(g)	28.2	23.4	31.3	61.4	62.1	60.2
Fibra (g)	7.1	3.3	4.8	4.2	5.5	7.8
Ceniza (g)	3.3	2.5	4.7	3.8	2.5	3.4
Calcio (mg)	90	52	208	137	64	90
Hierro (mg)	6.3	1.9	6.5	6.7	4.8	3.6
Vitamina A (UI)	trazas	30	140	30	100	100
Tiamina (mg)	0.28	0.84	1.03	0.54	0.72	0.54
Riboflavina (mg)	0.50	0.12	0.30	0.18	0.15	0.29
Niacina (mg)	2.6	16.0	2.1	2.1	2.4	2.3
Vitamina C (mg)	----	trazas	trazas	3	4	4

FUENTE: Aykroyd y Doughty (1964).

Las semillas son excepcionalmente nutritivas. Las proteínas y aceites constituyen más de la mitad de su peso, estudios realizados en más de 300 diferentes genotipos muestran que la proteína varía de 41- 51% y el aceite de 14-24% (Gross, *et al.*, 1988). En base a análisis bromatológico, posee en promedio 35.5% de proteína, 16.9% de aceites, 7.65% de fibra cruda, 4.145% de cenizas y 35.77% de carbohidratos, encontrando correlación positiva entre proteína y alcaloides, mientras que es negativa entre proteína y aceite. Se han realizado ensayos de panificación utilizando harina de tarwi, siendo recomendable sustituir hasta un 10% de la harina de trigo sin desmejorar la calidad del pan en volumen, textura, aroma, suavidad, color de corteza, simetría de forma y sabor, así mismo el pan elaborado con 80% de trigo +10% quinua +10% tarwi, resultó ser el más económico (Jacobsen y Mujica, 2006).

**TABLA 7:** Composición de ácidos grasos del tarwi (% de ácidos grasos totales).

ACIDOS	%
Oleico (Omega 9)	40.4
Linoleico (Omega 6)	37.1
Linolénico (Omega 3)	2.9
Palmítico	13.4
Palmitoleico	0.2
Esteárico	5.7
Mirístico	0.6
Araquídico	0.2
Behénico	0.2
Erúsico	0.0
Cociente Polisat/Satur	2.0

FUENTE: Jacobsen y Mujica (2006).



### 2.2.17. Alcaloides

La presencia de alcaloides en el Tarwi, que son tóxicos y dan sabor extremadamente amargo a la semilla, es la razón por la que se ha priorizado el desarrollo de un proceso de desamargado. Se considera que un contenido de 0.02% de alcaloides remanentes después del desamargado es el límite que se puede aceptar como seguro para el consumo humana (Gross y Von Baer 1978), citado por (Tapia y Fries 2007).

Cerrate y Camarena (1981), menciona que el contenido de alcaloide en el grano están en una proporción del 0.09 a 4.45%, afortunadamente esos alcaloides (esparteína, lupanina) son hidrosolubles.

En la siguiente tabla se presenta el porcentaje de alcaloides en el tarwi (Jarrin, 2003).

**TABLA 8:** Porcentaje de alcaloides en el tarwi.

ALCALOIDES	PORCENTAJE %
Lupanina	60.0
13-Hidroxylyupanina	15.0
Esparteína	7.5
4-Hidroxylyupanina	9.0
Isolupanina	3.0

FUENTE: Jarrin (2003).

### 2.2.18. Nodulación

Como en la mayoría de las leguminosas, la simbiosis entre la planta de lupino y las bacterias noduladoras, que viven en las raíces, tienen gran importancia. Los *Rhizobium* fijan el nitrógeno del aire y proporcionan a la planta sales nutrientes nitrogenadas. La formación de estos nódulos comienza a partir del quinto día después de la germinación (Gross, 1982).

Los nódulos pueden alcanzar un diámetro de hasta 3 cm; y se encuentran de preferencia en la raíz primaria, por encima de la ramificación, así como en las raíces secundarias. Cada planta puede producir hasta 50g de nódulos en sus raíces (Cerrate y Camarena, 1981).

### 2.2.19. Diversidad genética

El tarwi muestra amplia diversidad genética, con gran variabilidad en la arquitectura de la planta, adaptación a suelos, precipitación, temperatura y altura; asimismo en precocidad, contenido de proteínas, aceite, alcaloides y en rendimiento y

tolerancia a enfermedades. El color del grano, planta y flor es variable. Su centro de origen estaría ubicado en la región andina de Ecuador, Perú y Bolivia, ya que en ella se encuentra la mayor variabilidad genética. En esa región se han identificado 83 especies del género *Lupinus*. En Perú se conocen las variedades nativas ‘Andenes 80’, ‘Cuzco’, ‘K’ayra’, ‘Carlos Ochoa’, ‘Yunguyo’, ‘Altagracia’, ‘H6’, ‘SCG-9’, ‘SCG-25’, ‘SLP-1’, ‘SLP-2’, ‘SLP-3’, ‘SLP-4’, ‘SLP-5’; en Bolivia; ‘Toralapa’ y ‘Carabuco’, en Chile ‘Inti’. Se conservan varias colecciones de trabajo, en universidades, institutos de investigación y proyectos de cooperación técnica a lo largo de la región andina. Se conservan más de 1 600 accesiones en cámaras frías de diferentes estaciones experimentales (Mujica, 1991). Las principales son, en el Perú, K’ayra en Cuzco, Santa Ana en Huancayo, Illpa y Camacani en Puno, Baños del Inca en Cajamarca y Canáan en Ayacucho; en Bolivia, Patacamaya, Toralapa y Pairumani; en Ecuador, Santa Catalina (Tapia, 2000). Jacobsen y Mujica (2004), indican que en lo relacionado a germoplasma se dispone de 1.200 accesiones debidamente conservadas, caracterizadas y evaluadas en sus principales características agronómicas como son: periodo vegetativo (de 140-233 días), días de floración (56-86 días), características morfológicas de planta y semilla, rendimiento de grano (800-2.736 kg/ha), contenido en alcaloides y otras de importancia, seleccionando genotipos de alto rendimiento como también precoces (Mujica, *et al.*, 2001).

El elevado contenido en grasa de las semillas reduce los tiempos de germinación; las pérdidas pueden alcanzar entre 20 y 25 por ciento anuales, por lo que se requiere la continua regeneración del material. En el campo aún no se observa erosión genética, ya que la introducción de variedades mejoradas no es significativa. La conservación in situ sería una buena alternativa, sobre todo para las especies silvestres. Las zonas de diversidad genética de especies cultivadas o silvestres que requieren ser recolectadas se ubican por encima de los 3 800 m, en regiones semiáridas, en valles interandinos profundos, en la vertiente oriental de los Andes, en las lomas de la costa del Perú, al pie de los montes de Venezuela, en la sabana de Colombia, en el norte de Argentina, en las yungas de Bolivia, y en Chile, en Concepción y Chiloé en el sur, y en zonas del norte. La variabilidad se expresa en factores como el período vegetativo, contenido de alcaloides, tolerancia a enfermedades, rendimiento y valor nutritivo (Ortega, 1977).

Es necesario destacar que el tarwi posee una alta variabilidad genética, evidenciada en el alto nivel de polimorfismo encontrado en las muestras estudiadas, concluyendo que es una especie autógena con un predominante grado de alogamia, lo

cual ayudaría al mejoramiento genético por ejemplo, aumentando el rendimiento del cultivo especialmente la producción de semillas, mejorando la adaptación de la planta a diferentes tipos de clima, cosechando semillas de calidad óptima para el consumo humano directo, etc (Chirinos, Jimenez, Vilca y Sota-Cano, 2014).

### **2.2.20. Perspectivas de mejora y limitaciones**

El cultivo del tarwi, al igual que los otros cultivos de origen andino, muestra limitaciones por falta de apoyo continuo para su investigación y promoción. La principal limitación es el contenido de alcaloides que poseen el grano y la misma planta. Le dan un sabor amargo y picante, y requieren ser eliminados por diferentes procesos laboriosos. El tradicional y más conocido es el método de cocción y posterior lavado por varios días. Los residuos de la cosecha no se pueden usar como forraje, mientras no se disponga de variedades libres de alcaloides. Aunque en la actualidad existen ecotipos con bajo contenido de alcaloides y una sola variedad libre de ellos, ésta aún muestra dificultades de adaptación, baja resistencia a plagas y enfermedades, largo período vegetativo y poco vigor de crecimiento. Su valor nutritivo y formas de uso no están muy difundidos, y por ello la población no los consume de forma más generalizada. Además, la oferta de tarwi desamargado en los mercados se circunscribe a las zonas productoras y es de carácter temporal. Los métodos de procesamiento son aún de tipo artesanal y poco eficiente. Con técnicas agroindustriales avanzadas se podría extender y promover el cultivo y mejorar sus precios. El cultivo tiene potencial productivo y perspectivas de uso como oleaginoso, fuente de proteína, fijador de nitrógeno y productor de alcaloides con uso en sanidad animal y vegetal. Se podría extender el cultivo a zonas marginales; para ello, se requiere mayor investigación genética en lo referente a resistencia a sequía, heladas, granizo y acidez del suelo. Existen posibilidades de desarrollar variedades libres de alcaloides con características agronómicas y productivas deseables, a través de selecciones y cruzamientos (Tapia, 2000).

## **2.3. MARCO CONCEPTUAL**

### **2.3.1. Germoplasma**

El Germoplasma es la forma de conservar la parte física de la planta que es transmitida de una generación a otra. En plantas de reproducción sexual, el germoplasma está contenido en la semilla (Esquinas, 1982).

### **2.3.2. Germoplasma Vegetal**

El término “germoplasma” de una especie vegetal cultivada incluye: a) cultivares nativos de la especie; b) cultivares mejorados; c) poblaciones en proceso de mejoramiento; d) especies silvestres relacionadas, y e) especies cultivadas relacionadas (Machaca, 2017).

### **2.3.3. Banco de germoplasma**

Un banco de germoplasma es un banco de genes (semillas, cultivos, tubérculos y raíces reservantes), donde se guarda los recursos genéticos y una inmensa cantidad de información genética. Al preservar éstos recursos genéticos se ayuda a proteger la biodiversidad, cuya pérdida reduciría conjuntos genéticos vegetales disponibles para los agricultores y científicos. El banco de germoplasma es el sitio físico de almacenamiento y mantenimiento de nuestras de material recolectado, asegurando su disponibilidad para el futuro, ya que la variabilidad perdida es irrecuperable (Esquinas, 1982).

El banco de germoplasma, es un conjunto de valores o especies, que contienen información sobre un determinado aspecto específico y que son almacenados en forma ordenada, para que puedan ser utilizados por todos los interesados. En la actualidad, existen en varios países de la zona andina con estos bancos de germoplasma de cultivos andinos donde se recolecta, conserva y evalúa la variabilidad genética (Lescano, 1994).

### **2.3.4. Accesoión**

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

### **2.3.5. Entrada o accesoión**

Una entrada o accesoión de germoplasma es un término utilizado para nombrar una muestra vegetal recolectado para su procesamiento y eventual almacenamiento y evaluación (Esquinas, 1982).

### **2.3.6. Variedad**

Linnaeus (1751), en su clásico libro *Philosophia Botánica*, donde dice que la variedad es una adaptación de la especie provocada por cambios en su hábitat, originado por causas accidentales, como cambios climáticos, de suelo, presencia de plagas, como enfermedad, ataques de insectos, nematodos, etc.

### **2.3.7. Variedad vegetal**

Subdivisión de una especie que incluye a un grupo de individuos con características similares y que se considera estable y homogénea (Machaca, 2017).

### **2.3.8. Cultivar**

CINPC (1962) y Barnes y Beard (1992), definen cultivar como un conjunto de plantas cultivadas que se distinguen por caracteres permanentes, morfológicos, fisiológicos, citológicos, químicos, etc., desarrollados para la agricultura, silvicultura u horticultura.

### **2.3.9. Clon**

Son plantas o grupos de plantas, con idéntico componente hereditario, que se ha derivado de una planta madre seleccionada, a través de la propagación asexual por estacas, acodos o injertos (García, 2000).

### **2.3.10. Ecotipo**

Es la población local de una especie que presenta características botánicas peculiares, las cuales surgen como respuesta del genotipo a las características ecológicas típicas del ambiente local. Los ecotipos resultan de una adaptación muy estrecha de la planta al ambiente local, donde la deriva genética puede verse como un agente selectivo de mayor importancia que los demás agentes de selección natural (Henríquez, 2002).

### **2.3.11. Línea**

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

### **2.3.12. Raza**

Población que presenta una o más características peculiares que la distinguen de otras poblaciones de la misma especie. Las razas generalmente no están enmarcadas en categorías taxonómicas (Henríquez, 2002)..

### **2.3.13. Diseño de bloques completos al azar (DBCA)**

En cualquier experimento, la variabilidad que surge de un factor perturbador puede afectar los resultados, un factor perturbador puede definirse como un factor del diseño que probablemente tenga un efecto sobre la respuesta, pero en el que no existe un interés específico. En ocasiones un factor perturbador es desconocido o no controlable; es decir, se desconoce la existencia de ese factor e incluso puede tener niveles variables mientras se está realizando el experimento. La aleatorización es la técnica de diseño que se utiliza para protegerse contra estos factores perturbadores “que están al acecho”. En otros casos, el factor perturbador es conocido pero no controlable. Cuando la fuente de variabilidad es conocida y controlable, puede usarse una técnica de diseño llamada formación de bloques para eliminar de manera sistemática su efecto sobre las comparaciones estadísticas entre los tratamientos. La formación de bloques es una técnica de diseño en extremo importante que se utilizara ampliamente en la experimentación industrial (Montgomery, 2002). El objetivo de este diseño es hacer el error experimental tan pequeño como fuera posible; es decir, querría eliminarse del error experimental la variabilidad entre los ejemplares de prueba. Un diseño para lograr esto requiere que el experimentador pruebe cada ejemplar una vez cada uno de los ejemplares de prueba (Montgomery, 2002).

### **2.3.14. Prueba de significancia de Duncan**

Esta prueba tiene en cuenta los órdenes que le toca a los promedios de los tratamientos en comparación en el ordenamiento general, dando mayores límites de significación (mayor exigencia) en las comparaciones de tratamientos más apartados en el ordenamiento (Calzada, 2002).

### **2.3.15. Correlaciones Bivariadas**

El procedimiento “Correlaciones bivariadas” permite medir el grado de dependencia existente entre dos o más variables mediante la cuantificación por los denominados

coeficientes de correlación lineal de Pearson, de Spearman y la Tau-b de Kendall con sus respectivos niveles de significación (Castilla, Cordon, Cortes, Jiménez y Pérez, 2004).

### **2.3.16. Coeficiente de Correlación de Pearson**

El coeficiente de correlación de Pearson mide el grado de asociación lineal de dos variables medidas en escala de intervalo o de razón, tomando valores entre 1 y -1. Valores próximos a 1 indican fuerte asociación lineal positiva (a medida que aumentan los valores de una de las dos variables, aumentan los de la otra); valores próximos a -1 indican fuerte asociación lineal negativa y valores próximos a cero indican que no existe asociación lineal (Little y Hills, 1991).

### **2.3.17. Potencial genético de las poblaciones locales**

Esquinas (1982), menciona que las variedades locales han evolucionado durante largos períodos de tiempo sometidas a selección natural, bajo medios ambientales y culturales diversos. En general, su evolución se produjo bajo condiciones de producción con un reducido número de prácticas culturales, fertilización y protección sanitaria, lo que les ha conferido una gran estabilidad productiva. Su valor potencial reside no sólo en genes para resistencia a enfermedades y plagas, calidad nutritiva y adaptación a condiciones ambientales adversas, sino también por sus caracteres que, aunque no sean reconocidos actualmente, pueden un día ser considerados como indispensables. Con la pérdida de una variedad local se elimina de modo irreversible la diversidad genética en ella contenida. A la variación intervarietal, se añade la gran diversidad genética intravarietal que es la causa de la conocida heterogeneidad morfológica de las variedades locales.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO

El presente trabajo de investigación, se realizó en el Centro de Investigación y Producción (CIP) de Camacani, de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno.

El (CIP), está ubicado en el Centro Poblado de Camacani, que geopolíticamente se ubica en el distrito de Platería, Provincia y Departamento de Puno a 24 Km sobre la carretera panamericana Sur Puno Desaguadero, con las siguientes características:

##### a). UBICACIÓN GEOGRÁFICA

- Latitud Sur : 15° 14' 36''
- Longitud Oeste : 72° 28' 30''
- Altitud media : 3869 msnm
- Clima : Templado y relativamente seco; la temperatura varía entre 10 °C y 21 °C.

##### b) UBICACIÓN POLÍTICA

- Lugar : Centro Poblado de Camacani.
- Distrito : Platería
- Provincia : Puno
- Departamento : Puno
- País : Perú

##### c) EXTENSIÓN SUPERFICIAL

El CIP. Camacani, tiene una extensión de 60.73 hectáreas, con un perímetro total de 4259.11 metros lineales.

#### 3.1.1. Ubicación del campo experimental

El campo experimental donde se desarrolló la fase de campo de la presente investigación fue en el CIP Camacani de la Universidad Nacional del Altiplano, el cual se puede apreciar en la Figura 1.





**FIGURA 1:** Mapa de Ubicación del Campo Experimental.

### 3.2. PERIODO DE DURACIÓN DEL ESTUDIO

La presente investigación se realizó, durante la campaña agrícola 2017-2018, siendo la fecha de inicio de estudio a partir del 10 de setiembre del 2017 al 5 de agosto del 2018.

### 3.3. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

- Largo del campo experimental : 47m
- Ancho del campo experimental : 33.6 m
- Área de las calles : 235.2 m<sup>2</sup>
- Área total del campo experimental : 1579.2 m<sup>2</sup>

#### **Bloques**

- N° de bloques : 4
- Largo de bloque : 33.6 m
- Ancho de bloque : 10 m
- Área experimental por bloques: 336 m<sup>2</sup>
- Largo de la parcela experimental: 5 m
- Ancho de la parcela experimental: 4.8 m
- Área de la parcela experimental: 24 m<sup>2</sup>
- N° total de parcelas: 56
- Longitud del surco: 5.0 m
- Distancia entre surcos: 1.0 m
- Distancia entre plantas: 0.30.m
- N° de semillas por golpe: 3
- N° de surcos por parcela experimental: 6
- N° de plantas por surco: 13
- N° de plantas por parcela experimental: 78

#### **3.3.1. Historial del campo experimental**

Campaña agrícola 2015 – 2016 Cultivo de Quinoa.

Campaña agrícola 2016 – 2017 Cultivo de maíz.

Campaña agrícola 2017 – 2018 Presente experimento.

Todos los experimentos anteriores y el experimento actual fueron conducidos bajo condiciones de secano.

### 3.4. ANÁLISIS DEL SUELO EXPERIMENTAL

El análisis de suelo se llevó a cabo en el laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía de la UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA - LIMA, los resultados se observan en la tabla 9, de donde podemos interpretar que la clase textural es franco arenoso, ausente en carbonatos, aluminio y bajo en sales. La reacción del suelo es casi neutra (pH 5.25). El contenido de materia orgánica es medio (1.69%) al igual que el Nitrógeno disponible (0.17%), el contenido de fósforo es medianamente alto (22.7ppm), el potasio disponible es medianamente alto (157 ppm). El análisis del suelo es aceptable ya que el pH, está en los rangos de neutro, además el tarwi no es tan exigente en suelos es rustico y no necesita abonamiento ya que ella capta el nitrógeno atmosférico que hay en abundancia en el aire.

**TABLA 9:** Análisis del suelo Experimental.

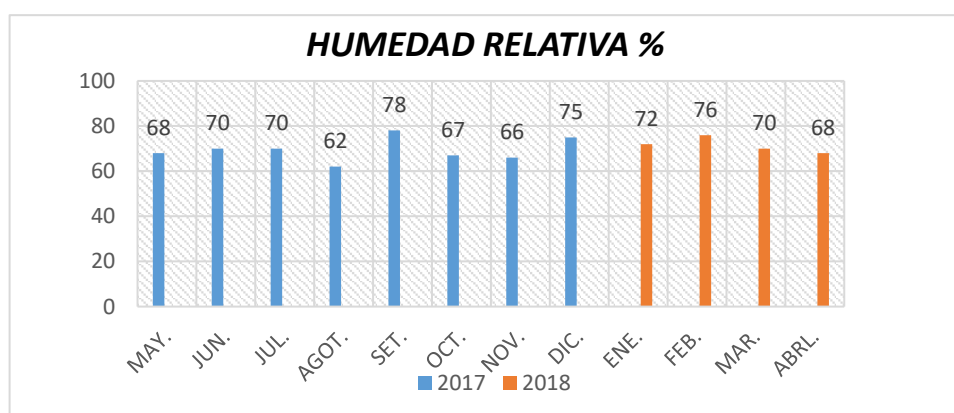
TIPO DE ANÁLISIS	RESULTADOS	MÉTODO
<b>ANÁLISIS FÍSICO</b>		
Arena %	54	Hidrómetro
Limo %	20	Hidrómetro
Arcilla %	26	Hidrómetro
Clase textual	Franco arcillo arenoso	Triángulo textural
<b>ANÁLISIS QUÍMICO</b>		
pH	5.25	Potenciómetro
C.E. ds/m	0.28	Lectura del extracto de saturación en la celda eléctrica
CaCO <sub>3</sub> %	0.00	Método gaso-volumétrico
M.O. %	1.69	Walkley y Black
P ppm	22.7	Olsen modificado
K ppm	157	Extracción con acetato de amonio
CIC (meq/100g)	14.08	Saturación con acetato de amonio
Ca <sup>++</sup> (meq/100g)	7.42	Fotometría de llama y/o absorción atómica
Mg <sup>++</sup> (meq/100g)	2.87	Fotometría de llama y/o absorción atómica
K <sup>+</sup> (meq/100g)	0.25	Fotometría de llama y/o absorción atómica
Na <sup>+</sup> (meq/100g)	0.15	Fotometría de llama y/o absorción atómica
Al <sup>++</sup> H <sup>+</sup> (meq/100g)	0.15	Fotometría de llama y/o absorción atómica

**FUENTE:** Laboratorio de análisis de suelos, plantas, agua y fertilizantes del Departamento de Suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina (2018).

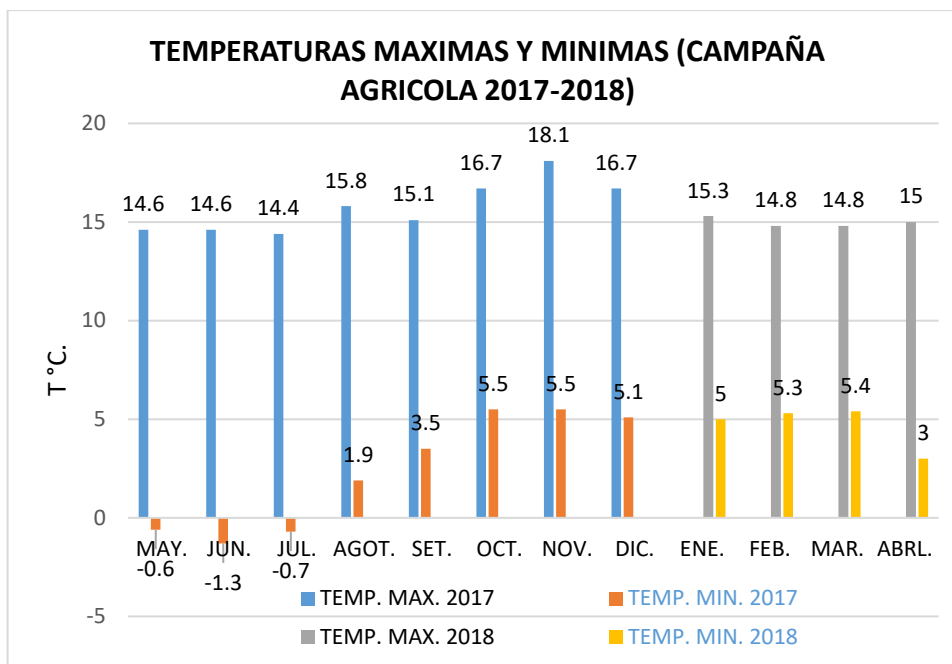
### 3.4.1. Climatología y ecología

Climatológicamente el Centro de Investigación y Producción CIP camacani se encuentra ubicado en el sub área “Semilluvioso, frio con tres meses lluviosos” con características de: otoño, invierno y primavera secos. Pertenece a la zona agroecológica Suni ladera, caracterizada por clima con precipitaciones pluviales en los meses de enero, febrero y marzo. Temperaturas mínima anual superior a 0°C y media de 9°C. Su límite altitudinal superior a 4 000 m.s.n.m según la ONERN (1985); lo que hace suponer una fuerte variación térmica diurna. El promedio anual de precipitación pluvial es de 738 mm, dentro del CIP camacani; la conducción de cultivos es en secano y con una cosecha por campaña agrícola a nivel de terraza media. Ecológicamente el CIP camacani se encuentra en la zona de vida clasificada como: “Bosque Húmedo Montano Subtropical” con simbología: bh-MS dentro de la Amplitud Ecológica existen áreas forestales y de pastoreo, según la (ONERN, 1985), determinada por el sistema de clasificación de (Holdridge, 1982).

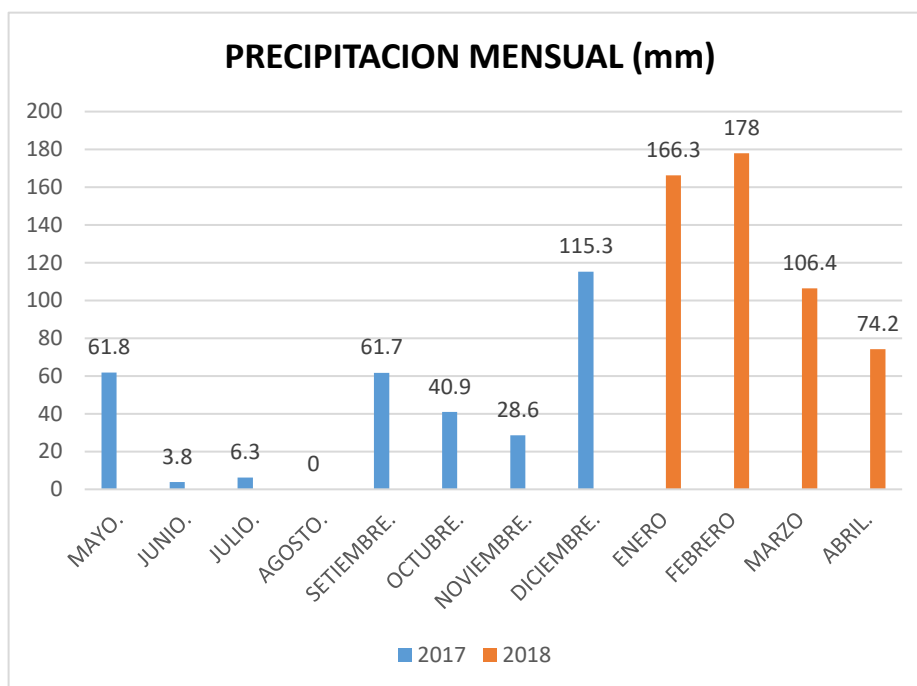
Según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI a través de su Estación Rincón de la Cruz Acora, tal como se observa en la figura 3, que la mayor temperatura máxima (2017-2018) se dio en el mes de noviembre con 18.1 °C y la menor temperatura máxima fue en el mes de julio con 14.4 °C. En temperatura mínima, la mayor fue en el mes de octubre con 5.5 °C y la menor fue en el mes de junio con -1.3 °C. En la figura 4, se observa que la precipitación en el mes de febrero fue más abundante con 178 mm. Y el más bajo fue en el mes de agosto con 0 mm. de precipitación. En la figura 2, se observa que la humedad relativa en el mes de setiembre fue el más alto con un 78 % de HR. Y el más bajo fue en el mes de agosto con 62 % de HR.



**FIGURA 2:** Porcentaje de humedad relativa del campo experimental.



**FIGURA 3:** Temperaturas máximas y mínimas del campo experimental



**FIGURA 4:** Precipitación fluvial para la campaña 2017-2018.

### 3.5. PROCEDENCIA DEL MATERIAL GENÉTICO UTILIZADO

Se dispone de la semilla de 14 Accesiones del Ensayo Nacional de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.), las primeras 10 accesiones utilizadas fueron obtenidos de la ciudad de Lima del Banco de Germoplasma de Leguminosas de la (UNALM), como parte del ENSAYO NACIONAL DE TARWI y las demás 4 accesiones fueron del Banco de Germoplasma del CIP Camacani (UNA) Puno, como se observa en la tabla N° 10.

**TABLA 10:** Las 14 accesiones del Ensayo Nacional de Tarwi.

N°	ACCESIONES	ACCESIONES DE TARWI	COLOR
1	ACCESION 1	YUNGUYO	BLANCO
2	ACCESION 2	CHOLO FUERTE	BLANCO
3	ACCESION 3	H-6	BLANCO
4	ACCESION 4	SCG22	BLANCO
5	ACCESION 5	ALTA GRACIA	BLANCO
6	ACCESION 6	ANDENES	BLANCO
7	ACCESION 7	PATON GRANDE	BLANCO
8	ACCESION 8	MG PUNO	BLANCO
9	ACCESION 9	COLECT UNCP	BLANCO
10	ACCESION 10	SECCELAMBRA	BLANCO
11	ACCESION 11	ACCESION PUNO 11	BLANCO
12	ACCESION 12	ACCESION PUNO 12	MARRON
13	ACCESION 13	ACCESION PUNO 13	MARRON
14	ACCESION 14	ACCESION PUNO 14	BLANCO

FUENTE: Elaboración propia (2018).

### 3.6. TRATAMIENTOS

En la siguiente tabla se observa los tratamientos.

**TABLA 11:** Accesiones colectadas de diferentes regiones del país.

N°	TRAT.	N° DE ACCESIONES	ACCESIONES DE TARWI	PROCEDENCIA
1	T1	ACCESION 1	YUNGUYO	HUANCAYO
2	T2	ACCESION 2	CHOLO FUERTE	HUARAZ
3	T3	ACCESION 3	H-6	HUANCAYO
4	T4	ACCESION 4	SCG22	HUANCAYO
5	T5	ACCESION 5	ALTA GRACIA	TRUJILLO
6	T6	ACCESION 6	ANDENES	HUANCAYO
7	T7	ACCESION 7	PATON GRANDE	LA LIBERTAD
8	T8	ACCESION 8	MG PUNO	PUNO
9	T9	ACCESION 9	COLECT UNCP	HUANCAYO
10	T10	ACCESION 10	SECCELAMBRA	AYACUCHO
11	T11	ACCESION 11	ACCESION PUNO 11	PUNO
12	T12	ACCESION 12	ACCESION PUNO 12	PUNO
13	T13	ACCESION 13	ACCESION PUNO 13	PUNO
14	T14	ACCESION 14	ACCESION PUNO 14	PUNO

FUENTE: Elaboración propia (2018).

### 3.7. MATERIAL DE CAMPO

#### 3.7.1. Equipos y herramientas

##### a) Maquinaria de campo

- Tractor Agrícola con implementos de roturación, nivelación y surcado.

##### b) Equipos de laboratorio

- Balanza Electrónica
- Balanza de Precisión

##### c) Equipos de campo

- Cámara digital 16.0 mega pixeles
- Regla Vernier

##### d) Equipo de gabinete

- Calculadora
- Computadora (Notebook)

##### e) Herramientas de campo

- Pala
- Piquillos
- Rastrillo
- Wincha métrica de 3.0 y 30.0 metros.
- Hoz

##### f) Insumos

- Estiércol de Ovino

##### g) Otros materiales

- Sacos
- Bolsas de Polietileno
- Etiquetas
- Estacas de Madera
- Tablero
- Sobres de Manila
- Yeso
- Cordel
- Cuaderno de Campo
- Lápiz
- Lapicero

### 3.8. POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO

La población constituyó 56 parcelas experimentales con 560 plantas en total. Y la muestra se consideró 10 plantas por unidad experimental de las catorce accesiones de tarwi.

### 3.9. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Por su naturaleza de obtención de los datos el trabajo es considerado de tipo experimental. Y dada las evaluaciones obtenidas permitieron obtener individuos con características agronómicas buenas, por lo cual es considerada de nivel experimental.

### 3.10. DISEÑO ESTADÍSTICO

El presente estudio fue desarrollado bajo el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 14 tratamientos y 04 bloques o repeticiones, para análisis de varianza

se utilizó el nivel de significación de  $\alpha=0.05$  y para la comparación de promedios la prueba de Duncan, con un nivel de significancia de  $\alpha =0.05$ .

El modelo aditivo lineal del diseño experimental fue el siguiente:

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

Donde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta del i-ésimo tratamiento en la j-ésima repetición.

$\mu$  = Medida verdadera de la población.

$T_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento de tarwi.

$\beta_j$  = Efecto del j-ésimo bloque.

$\varepsilon_{ij}$  = Efecto de error experimental.

Siendo los valores de:

$i= 1, 2, \dots, 14$  accesiones

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

### 3.11. PROCEDIMIENTO Y METODOLOGIA EN CAMPO

#### 3.11.1. Preparado del suelo

Para la preparación del suelo primero se realizó la roturación con un tractor con arado de discos y el mullido con rastra de discos, a una profundidad de 20 cm, y con la ayuda de un pico manualmente se completó el desterronado completo del suelo, luego se hizo la nivelación con rastrillos y tabloncillos de madera para que el suelo quede bien nivelado, el área donde estaba destinado el experimento es aproximadamente de 1579.2 m<sup>2</sup>.

#### 3.11.2. Surcado, marcado y abonado

El surcado se efectuó mecánicamente con un tractor con arado para surco a una distancia de 0.80 m, con una profundidad de 20 cm.

El marcado se hizo manualmente con cal y para medir se usó una wincha de 30 m, separando cuatro bloques 33.6 m x 10 m de área; por cada bloque y para cada parcela



experimental se separó 4.8m x 5m, con 6 surcos cada parcela y con una separación de 1.0 m entre bloques.

Para el abonamiento se incorporó estiércol de ovino descompuesto aproximadamente 1200 kg para complementar en la fertilización del cultivo, luego ya no se aplicó otra fertilización.

### 3.11.3. Siembra

La siembra se realizó el 25 de setiembre del año 2017. Las semillas fueron colocadas en el fondo del surco a una profundidad de 5 cm, 3 semillas por golpe a un distanciamiento de 0.30m entre golpe que permitan un buen desarrollo de las plantas. Posteriormente se hizo el tapado superficial con los pies.

### 3.11.4. Control de malezas

Una vez instalado el experimento se observó la germinación de especies de plantas considerados como malezas para el cultivo y competidoras de la misma por nutrientes y agua. Se hizo control de malezas aprovechando el aporque a los 110 días después de la siembra, así como trabajos de limpieza adicionales en diversas oportunidades para retirar las plantas de aparición esporádica. Cabe mencionar que en el campo se encontró gran número de malezas que a continuación se menciona:

**TABLA 12:** Nombres de las malezas encontradas en el experimento.

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA
Chiriro	<i>Bidens pilosa</i>	Asteraceae
Cebadilla	<i>Bromus unioloides</i>	Poaceae
Nabo silvestre	<i>Brassica campestris</i>	Brassicaceae
Bolsa de pastor	<i>Capsella bursapastoris</i>	Brassicaceae
Trébol carretilla	<i>Medicago hispida</i>	Fabaceae
Kora o malva	<i>Malvastrum capitatum</i> Saret.	Malvaceae
Diente de león	<i>Taraxacum officinalis</i>	Asteraceae
Chiqchipa	<i>Tagetes mandonii</i>	Asteraceae

FUENTE: Elaboración propia (2018).

### 3.11.5. Aporque

Se realizó a los 110 días después de la siembra, con la finalidad de remover el suelo y formar surcos se consigue eliminar las malezas, aumentar la aireación del suelo, mejorar la retención e infiltración del agua, favorecer la formación de nuevas raíces y el desarrollo de las ya existentes otorgándole a la planta mayor estabilidad y desarrollo.

### **3.11.6. Control fitosanitario**

#### **3.11.6.1. Plagas**

Durante el periodo vegetativo del cultivo en el campo, se pudo observar como plagas a los minadores de hojas (*Liriomyza* sp.); el cultivo de tarwi es tolerante al ataque de plagas, por lo tanto no requirió la aplicación de ningún producto fitosanitario. También se pudo apreciar la presencia de otros insectos polífagos, que al no realizar daño de importancia económica al cultivo no se tuvieron que realizar controles adicionales para estos.

#### **3.11.6.2. Enfermedades**

Se pudo observar que algunas líneas mostraban indicios de antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.), sin mostrar mayor daño para las plantas, por lo que tampoco se requirió la aplicación de productos fitosanitarios.

#### **3.11.7. Cosecha y trilla**

La cosecha se realizó en forma manual, cortando con segadera, a los 270 días, cuando el cultivo llegó a su madurez fisiológica, la misma se observó cuando la vaina presentó una coloración café amarillenta. Luego se procedió a la trilla y selección del grano cosechado de cada parcela correctamente identificada para su conservación. Además, se tomó 10 plantas al azar de cada parcela para realizar las posteriores evaluaciones de los componentes de rendimiento debidamente identificados con su etiqueta. El mismo procedimiento se hizo para las accesiones con mayor número de días a la madurez.

### **3.12. PROCEDIMIENTO DE VARIABLES DE RESPUESTA**

#### **3.12.1. Características agronómicas evaluadas de las accesiones de tarwi**

**3.12.1.1. Altura de la planta (cm).** La altura de la planta, se obtuvo midiendo con una huincha de 5 metros. desde la base del tallo hasta la parte apical de la inflorescencia del tallo central de la planta, en la madurez fisiológica o al final de la floración en un número de 10 plantas tomadas al azar (IBPGR, 1981).

**3.12.1.2. Número de eje secundario por planta (núm.).** El Número de eje secundario, se determinó a la madurez fisiológica de las plantas, efectuando el conteo de ejes de las 10 plantas muestreadas de cada unidad experimental (IBPGR, 1981).

**3.12.1.3. Número de vainas por eje central (núm.).** El número de vainas por eje central se lo evaluó a la madurez fisiológica, realizando el conteo de todas las vainas presentes de las 10 plantas muestreadas de los ejes centrales de cada unidad experimental, posteriormente se obtuvo el promedio (IBPGR, 1981).

**3.12.1.4. Días a la floración (días).** Los días a la floración fueron tomados a partir de la siembra hasta el momento en que el 50% de las plantas con la primera flor, de cada unidad experimental (IBPGR, 1981).

**3.12.1.5. Días a la madurez fisiológica (días).** Los días a madurez fisiológica se registraron a partir de la siembra, hasta que el 50% de las plantas totalmente maduras, y presentaron las vainas de una coloración amarillenta a marrón en el tallo central de cada unidad experimental. Donde al sacudir emitían un ruido como sonajas (IBPGR, 1981).

**3.12.1.6. Color de grano.** Este variable se registró el dato en el color predominante en la semilla, después de tomar todos los datos anteriores, en base a datos cualitativos como (1=blanco, 9= marrón, 1=blanco combinado media luna) (IBPGR, 1981).

- |             |            |
|-------------|------------|
| 1. Blanco   | 6. Verde   |
| 2. Amarillo | 7. Azul    |
| 3. Naranja  | 8. Violeta |
| 4. Rosado   | 9. Marrón  |
| 5. Rojo     |            |

**3.12.1.7. Longitud de vaina (cm).** La longitud de vainas fue medida a la madurez fisiológica, desde la base hasta el ápice de la vaina, midiendo en las 10 plantas etiquetadas de cada unidad experimental, para luego obtener el promedio. O en su defecto medir de la primera inflorescencia según la especie (IBPGR, 1981).

**3.12.1.8. Diámetro de grano (cm).** Luego de la cosecha se procedió a medir el diámetro del 1 grano al azar de cada 10 plantas de cada unidad experimental, con la ayuda de una regla vernier (IBPGR, 1981).

**3.12.1.9. Peso de 100 granos (gr).** Esta evaluación se efectuó contando 100 granos al azar de cada planta por unidad experimental, luego se pesó mediante una balanza de precisión en gramo (IBPGR, 1981).

### **3.12.2. Rendimiento de accesiones de tarwi**

**3.12.2.1. Rendimiento de grano por eje central (gr.).** Se evaluó los granos sin broza de las plantas de los surcos centrales de cada unidad experimental, descartando 25 cm en los extremos de cada surco por efecto de bordura, para luego pesar en una balanza electrónica, expresadas en gramos por unidad experimental y posteriormente transformando a unidades Kg/ha. Para esta evaluación se tomó la media de 10 plantas al azar en gramos (CIRF, 1981).

**3.12.2.2. Rendimiento de grano por eje lateral (gr.).** En esta variable se pesó a los granos sin broza cosechados de los ejes laterales de cada una de las 10 plantas por parcela en una balanza electrónica, y de esto se tomó los datos a la media de las 10 plantas en gramos (CIRF, 1981).

**3.12.2.3. Rendimiento de grano por planta (gr).** En esta variable se realizó la suma total de los datos evaluados de rendimiento de grano de ejes laterales y del eje central por cada accesión. Para luego convertir dicha sumatoria de gramos a kilogramos para evaluar el rendimiento real de cada accesión expresado en (kg/ha) (IBPGR, 1981).

### **3.12.3. Adaptabilidad de accesiones de tarwi**

**3.12.3.1. Adaptabilidad (escala de vigor 1, 3, 5, 7, 9).** Este dato se registró haciendo uso del vigor de la planta con la escala (1, 3, 5, 7, 9), se evaluó haciendo la observación visual de todas las plantas que conforman en cada unidad o parcela experimental haciendo uso de la escala de vigor (IBPGR, 1981).

1= Menos Vigor

3= Ligeramente Vigor

5= Vigor Medio

7= Vigoroso

9= Más Vigoroso

### 3.13. VARIABLES EN ESTUDIO

**TABLA 13:** Cuadro de variables utilizadas en el estudio de acuerdo a (IBPGR, 1981).

VARIABLE DEPENDIENTE	VARIABLE INDEPENDIENTE	VARIABLE INTERVINIENTE
-Adaptabilidad	14 Accesiones de Tarwi	Suelo
-Altura de planta		Clima
-Días a floración		Manejo Agronómico
-Días a madurez fisiológica		
-Número de eje secundario por planta		
-Número de vainas por eje central		
-Longitud de vaina		
-Rendimiento por eje central		
-Rendimiento por eje lateral		
-Rendimiento por Planta		
-Peso de 100 granos		
-Diámetro de grano		
-Color de grano		

**FUENTE:** Elaboración propia (2018).

### 3.14. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En la presente investigación los datos se registraron en un cuaderno de campo, luego se realizó el análisis de varianza (ANOVA), con un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$  de probabilidad de error. También se realizó la prueba de comparación de medias de Duncan, con un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$  de probabilidad de error, la técnica utilizada fue el análisis con estadística experimental. El análisis estadístico fue realizado mediante el paquete estadístico SAS versión 9.0, además el uso de programas de Microsoft Office Excel automatizada y computarizada.

También se realizó el análisis de correlación para las variables cuantitativas entre las características agronómicas con el rendimiento por planta, para conocer si hubo asociación entre variables, para lo cual se usó el paquete estadístico SAS versión 9.0

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE ACCESIONES DE TARWI

#### 4.1.1. Altura de planta (ADP)

Las accesiones evaluadas en altura de planta, tiene alturas que varían entre 114.5 cm. a 157.5 cm, el menor tamaño fue la ACCESIÓN PUNO 13 y la accesión más alta fue ACCESIÓN PUNO 11, tal como se observa en la figura 5.

El análisis de varianza para altura de planta (tabla 14), se observa que para los tratamientos (accesiones de tarwi) hubo diferencia estadística significativa, lo cual nos indica que entre los tratamientos fue diferente. Al evaluar los bloques también hubo diferencia estadística significativa, lo cual nos indica que entre los bloques la altura de planta fue distinta, esto fue debido a la pendiente que tuvo la parcela experimental que influye en la altura de planta. Además, el coeficiente de variación (CV) es igual a 9.66% nos indica que los datos evaluados son confiables (Steel y Torrie, 1985).

**TABLA 14:** Análisis de Varianza para altura de planta (ADP) (cm).

F.V.	G.L.	S. C.	C. M	F.c.	F.t.		SIG.
					0.05	0.01	
<b>ADP</b>	13	9248.1	711.3	4.00	1.72	2.13	*
<b>BLOQUE</b>	3	2279.9	759.9	4.28	2.61	3.78	*
<b>ERROR</b>	39	6929.9	177.7				
<b>TOTAL</b>	55	18458.0					

CV=9.66 PROMEDIO=137.93

n.s.=no significativo

\*=significativo

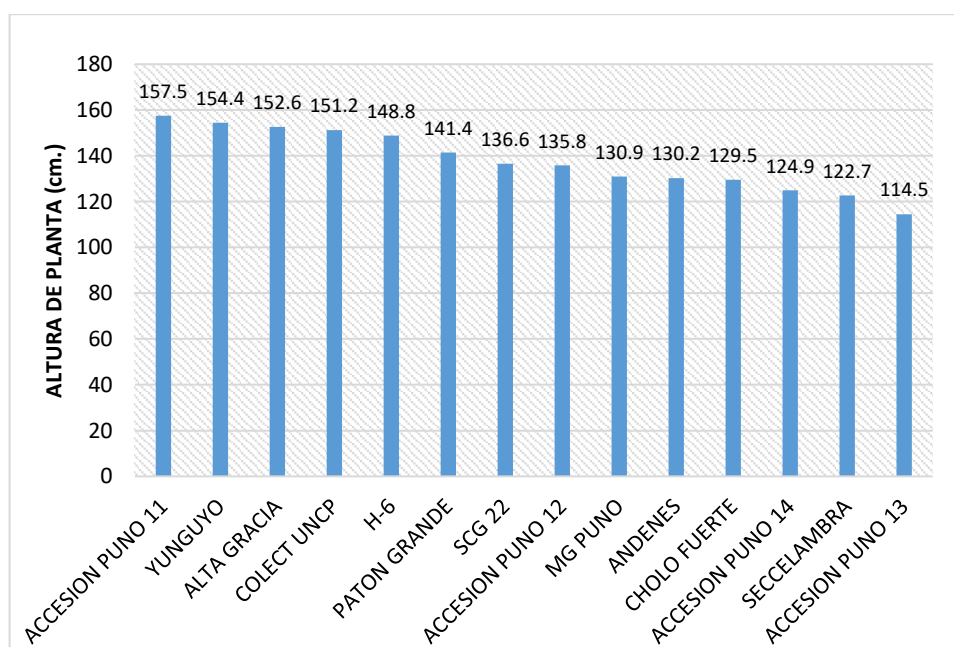
\*\*=altamente significativo

En la tabla 15, se observa la prueba de Duncan para altura de planta, en donde las accesiones ACCESIÓN PUNO 11 y YUNGUYO, tuvieron la mayor altura de planta con 157.5 y 154.4 cm respectivamente; le siguen las accesiones ALTA GRACIA, COLECT UNCP y H-6, con 152.6, 151.2 y 148.8 cm respectivamente. En último lugar se ubica la ACCESIÓN PUNO 13, que tuvo la menor altura de planta con 114.5 cm. Esta variable se evaluó al final de la floración tomando como medida desde el cuello de la planta hasta la base de la primera inflorescencia.

**TABLA 15:** Prueba de Duncan ( $Pr \leq 0.05$ ) para altura de planta (ADP) (cm).

ORDEN DE MÉRITO	ACCESIONES DE TARWI	PROMEDIO	SIG. $\leq 0.05$
1	ACCESION PUNO 11	157.5	a
2	YUNGUYO	154.4	a
3	ALTA GRACIA	152.6	a b
4	COLECT UNCP	151.2	a b c
5	H-6	148.8	a b c
6	PATON GRANDE	141.4	a b c d
7	SCG 22	136.6	a b c d
8	ACCESION PUNO 12	135.8	a b c d e
9	MG PUNO	130.9	b c d e
10	ANDENES	130.2	c d e
11	CHOLO FUERTE	129.5	c d e
12	ACCESION PUNO 14	124.9	d e
13	SECCELAMBRA	122.7	d e
14	ACCESION PUNO 13	114.5	e

Letras diferentes indican diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ). DMS=29.59



**FIGURA 5:** Altura de planta (ADP) en accesiones de tarwi.

En la figura 5, se observa que la ACCESION PUNO 11, posee buen desarrollo en altura de planta, y la ACCESION PUNO 13, no desarrollo gran altura, pero a diferencia de las de más accesiones no hay mucha variación es decir que, son casi similares.

La altura de la planta de mayor longitud alcanzada en ésta investigación fue la ACCESIÓN PUNO 11 con (157.5 cm), es ligeramente superior reportado por Aguilar (2015) con 117.66 cm, Cerrate y Camarena (1981) con 152 cm y Plata (2016) con 105.33 cm respectivamente, las diferencias en altura de planta pueden deberse principalmente a las características genotípicas en respuesta a las condiciones efecto medio ambientales,

ya que se observa diferencias en altura de planta y relativamente también hubo efecto de la fertilización en el experimento. No necesariamente una buena planta con buena altura te representa un buen rendimiento ya que es variable conforme avance su ciclo vegetativo; sin embargo, el tarwi tienen un hábito de crecimiento indeterminado y el tallo continúa elongándose y las ramas primarias y secundarias pueden presentar más inflorescencias y por tanto más vainas por planta (Aguilar, 2015). Según Cerrate y Camarena (1981) en un ensayo realizado en la campaña 1976-1977 en la localidad de Acco- Huaraz (3200 msnm) la altura promedio de ciertas accesiones fue de 136 cm presentando el ecotipo Anc.059 una mayor altura con 152 cm y con una menor altura el ecotipo Anc. 072 con 119 cm teniendo rendimientos de 979 y 243 Kg/ha por lo que la altura en este caso influye en el rendimiento del tarwi. Así mismo a nivel del Callejón de Huaylas en la campaña 1977-1978 presenta una altura en promedio de 117 cm, el ecotipo que presentó mayor altura fue el Compuesto 1 con 136 cm, pero no registró el mayor rendimiento pero sí estuvo dentro del promedio que fue 929 kg/ha.

#### 4.1.2. Número de eje secundario por planta (NSP)

Las accesiones evaluadas en número de eje secundario por planta, varían entre 10.5 ejes a 7.6 ejes, la accesión que tuvo mayor número de ejes fue la accesión YUNGUYO y la accesión con menor número de ejes fue la accesión ANDENES, tal como se observa en la figura 6. El análisis de varianza para número de eje secundario por planta (tabla 16) se observa que para los tratamientos (accesiones de tarwi) no hubo diferencia estadística significativa, lo cual nos indica que entre los tratamientos fue homogénea. Al evaluar los bloques no hubo diferencia estadística significativa, lo cual nos indica que el desnivel de la parcela experimental no tiene efecto en el desarrollo de ejes secundarios, es decir entre los bloques el número de eje secundario por planta fue homogénea. Además, el coeficiente de variación (CV) igual a 12.49% nos indica que los datos evaluados son confiables (Steel y Torrie, 1985).

**TABLA 16:** Análisis de varianza para número de eje secundario por planta (NSP) (núm.)

F.V.	G.L.	S. C.	C. M	F.c.	F.t.		SIG.
					0.05	0.01	
NSP	13	32.5	2.4	1.98	1.72	2.13	n.s.
BLOQUE	3	1.9	0.6	0.50	2.61	3.78	n.s.
ERROR	39	49.3	5.9				
TOTAL	55	83.7					

CV=12.49 PROMEDIO=9.0

n.s.=no significativo

\*=significativo

\*\*=altamente significativo

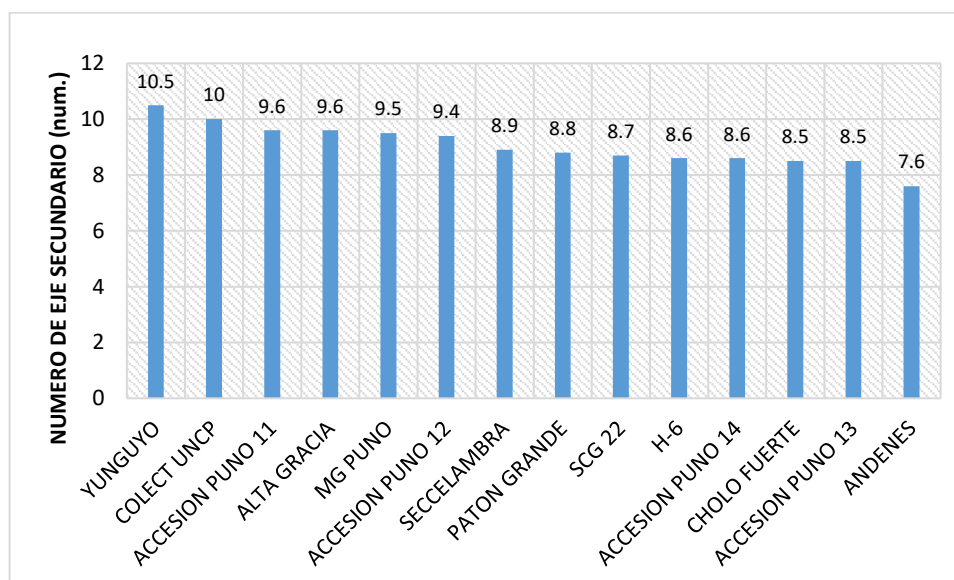


En la tabla 15, se observa la prueba de Duncan para número de eje secundario por planta, en donde las accesiones YUNGUYO y COLECT UNCP, tuvieron el mayor número de eje secundario por planta de planta con 10.5 y 10.0 ejes por planta respectivamente. En último lugar se ubica la accesión ANDENES, que tuvo el menor número de ejes por planta con 7.6 ejes por planta. Este variable se evaluó al final de la madurez fisiológica, realizando el conteo de ejes o ramas secundarias en la planta.

**TABLA 17:** Prueba de duncan ( $Pr \leq 0.05$ ) para número de eje secundario por planta (NSP) (núm.).

ORDEN DE MÉRITO	ACCESIONES DE TARWI	PROMEDIO	SIG. $\leq 0.05$
1	YUNGUYO	10.5	a
2	COLECT UNCP	10.0	a b
3	ACCESION PUNO 11	9.6	a b c
4	ALTA GRACIA	9.6	a b c
5	MG PUNO	9.5	a b c
6	ACCESION PUNO 12	9.4	a b c
7	SECCELAMBRA	8.9	b c d
8	PATON GRANDE	8.8	c d e
9	SCG 22	8.7	c d e
10	H-6	8.6	c d e
11	ACCESION PUNO 14	8.6	c d e
12	CHOLO FUERTE	8.5	c d e
13	ACCESION PUNO 13	8.5	d e
14	ANDENES	7.6	e

Letras diferentes indican diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ). DMS=4.10



**FIGURA 6:** Número de Eje Secundario por Planta (NSP) en accesiones de tarwi.

Quico (2013), obtuvo diferente resultado para número de ramas por planta obtuvo un promedio de 7 ramas por planta. En el presente trabajo se obtuvo un promedio de 9.0 ramas o ejes secundarios por planta como se observa en la tabla 16, lo cual es ligeramente superior, esto se debió al genotipo de cada accesión que se usó en el experimento. Pero por el contrario Quenallata (2008), encontró mayor número de ramas con 11,50 y 10,43 respectivamente esto debió ser porque trabajó con ecotipos locales de lugar. Según el análisis de correlación esta variable no influye en el desarrollo y rendimiento de la planta, más bien es una cualidad que tiene el genotipo de cada accesión.

#### 4.1.3. Número de vainas por eje central (NVC)

Las accesiones evaluadas en número de vainas por eje central por planta, oscilan entre 28.4 a 23.5 vainas, la accesión que tuvo más vainas en el eje central fue la ACCESIÓN PUNO 11 y la accesión con menor número de vainas fue la accesión ANDENES, tal como se observa en la figura 7.

El análisis de varianza para número de vainas por eje central por planta (tabla 18), se observa que para los tratamientos (accesiones de tarwi) no hubo diferencia estadística significativa, lo cual nos indica que entre los tratamientos el número de vainas por eje central no fue diferente. Del mismo modo al evaluar los bloques no hubo diferencia estadística significativa, lo cual nos indica que el desnivel de la parcela experimental no tiene efecto en el desarrollo de vainas por eje central, es decir entre los bloques el número de vainas por eje central fue homogénea. Además, el coeficiente de variación (CV) igual a 12.70% nos indica que los datos evaluados son confiables para experimentos en campo (Steel y Torrie, 1985).

**TABLA 18:** Análisis de varianza para número de vainas por eje central (NVC) (núm.)

F.V.	G.L.	S. C.	C. M	F.c.	F.t.		SIG.
					0.05	0.01	
<b>NVC</b>	13	171.8	13.2	1.21	1.72	2.13	n.s.
<b>BLOQUE</b>	3	100.9	33.6	3.08	2.61	3.78	n.s.
<b>ERROR</b>	39	426.8	10.9				
<b>TOTAL</b>	55	699.5					

CV=12.70 PROMEDIO=26.04

n.s.=no significativo

\*=significativo

\*\*=altamente significativo

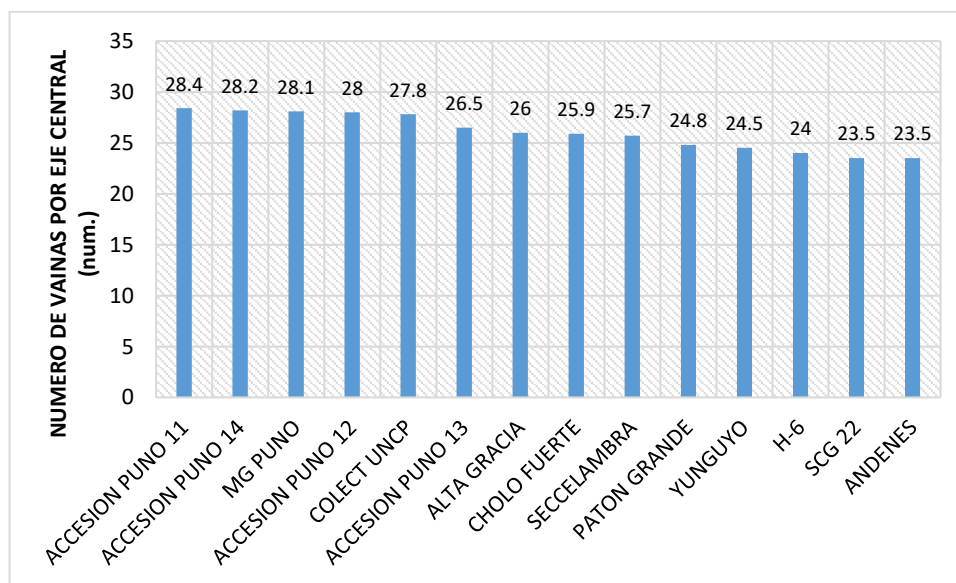
En la tabla 19, se observa la prueba de Duncan para número de vainas por eje central, en donde las accesiones ACCESIÓN PUNO 11 y ACCESIÓN PUNO 14 tuvieron el mayor número de vainas por eje central con 28.4 y 28.2 vainas respectivamente; le

siguen las accesiones MG PUNO, ACCESIÓN PUNO 12 y COLECT UNCP, con 28.1, 28.0 y 27.8 vainas respectivamente. En último lugar se ubica la accesión ANDENES, que tuvo el menor número de vainas por eje central con 23.5 vainas. Este variable se evaluó al final de la madurez fisiológica, realizando el conteo de número de vainas por eje central de la planta.

**TABLA 19:** Prueba de Duncan ( $Pr \leq 0.05$ ) para número de vainas por eje central (NVC) (núm.).

ORDEN DE MÉRITO	ACCESIONES DE TARWI	PROMEDIO	SIG. $\leq 0.05$
1	ACCESION PUNO 11	28.4	a
2	ACCESION PUNO 14	28.2	a b
3	MG PUNO	28.1	a b
4	ACCESION PUNO 12	28.0	a b
5	COLECT UNCP	27.8	a b
6	ACCESION PUNO 13	26.5	a b c
7	ALTA GRACIA	26.0	a b c d
8	CHOLO FUERTE	25.9	a b c d
9	SECCELAMBRA	25.7	b c d
10	PATON GRANDE	24.8	c d
11	YUNGUYO	24.5	c d
12	H-6	24.0	c d
13	SCG 22	23.5	c d
14	ANDENES	23.5	d

Letras diferentes indican diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ). DMS=8.73



**FIGURA 7:** Número de Vainas por Eje Central (NVC) en accesiones de tarwi.

Quico (2013), en su trabajo de investigación para 93 líneas sembradas obtuvo un promedio de 15 vainas por planta, con un máximo de 21 vainas por la línea CTC-27 y un mínimo de 6 vainas por planta para la línea CTC-156. Por su parte Araujo (2015), encontró un promedio de 22.80 vainas por eje central sobresaliendo el genotipo 2.

En el presente trabajo se obtuvo un promedio de 26.0 vainas por eje central, y la accesión más sobresaliente es la ACCESIÓN PUNO 11 CON 28.4 vainas por eje central. Los resultados obtenidos son superiores a los reportados por los autores anteriores, esto se debió a factores como el genotipo que posee cada accesión y el medio ambiente donde se desarrollaron.

#### 4.1.4. Número de días a floración (DFL)

Las accesiones evaluadas en número de días a floración, oscilan entre 125.8 a 95.3 días a floración, la accesión más precoz en floración fue la ACCESION PUNO 12 y la accesión tardía en floración fue la accesión H-6 y tal como se observa en la figura 8.

El análisis de varianza para número de días a floración (tabla 20), se observa que para los tratamientos (accesiones de tarwi) hubo diferencia estadística significativa, lo cual nos indica que entre los tratamientos el número de días a floración fue diferente.

Al evaluar los bloques no hubo diferencia estadística significativa, lo cual nos indica que el desnivel de la parcela experimental no tiene efecto en el número de días a floración, es decir que entre los bloques el número de días a floración fue homogénea. Además, el coeficiente de variación (CV) igual a 7.52% nos indica que los datos evaluados son confiables (Steel y Torrie, 1985).

**TABLA 20:** Análisis de Varianza para número de días a floración (DFL) (días.)

F.V.	G.L.	S. C.	C. M	F.c.	F.t.		SIG.
					0.05	0.01	
<b>DFL</b>	13	3107.5	239.0	3.55	1.72	2.13	*
<b>BLOQUE</b>	3	79.4	26.4	0.39	2.61	3.78	n.s.
<b>ERROR</b>	39	2623.7	67.2				
<b>TOTAL</b>	55	5810.8					

CV=7.52 PROMEDIO=108.95

n.s.=no significativo

\*=significativo

\*\*=altamente significativo

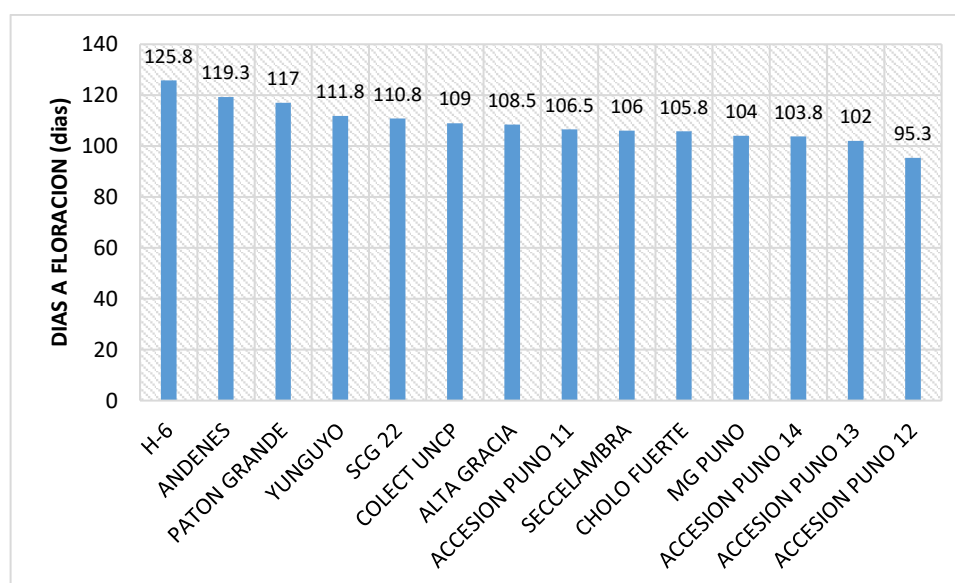
En la tabla 21, se observa la prueba de Duncan para el número de días a floración, en donde las accesiones precoces fueron ACCESIÓN PUNO 12 con 95.3 días y la ACCESION PUNO 13 con 102.0 de números de días a floración; las accesiones tardías

fueron las accesiones H-6 y ANDENES que tuvieron el mayor número de días a floración, con 125.8 y 119.3 días a floración respectivamente;

**TABLA 21:** Prueba de Duncan ( $Pr \leq 0.05$ ) para número de días a floración (DFL) (días.).

ORDEN DE MÉRITO	ACCESIONES DE TARWI	PROMEDIO	SIG. $\leq 0.05$
1	ACCESION PUNO 12	95.3	a
2	ACCESION PUNO 13	102.0	b
3	ACCESION PUNO 14	103.8	b
4	MG PUNO	104.0	b c
5	CHOLO FUERTE	105.8	b c
6	SECCELAMBRA	106.0	c d
7	ACCESION PUNO 11	106.5	c d
8	ALTA GRACIA	108.5	d e
9	COLECT UNCP	109.0	d e
10	SCG 22	110.8	d e
11	YUNGUYO	111.8	e f
12	PATON GRANDE	117.0	f
13	ANDENES	119.3	f
14	H-6	125.8	g

Letras diferentes indican diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ). DMS=11.75



**FIGURA 8:** Número de Días a Floración (DFL) en accesiones de tarwi.

Quico (2013) en días a floración obtuvo un promedio de 102.8 días y Aguilar (2015), los días a floración obtuvo un promedio 120 días y los valores fluctuaron entre 117 y 125 días que obtuvieron la accesión 43 y Tarwi Asunción, respectivamente. Para nuestro trabajo en días a floración la ACCESIÓN PUNO 12 obtuvo menor número de días con 95.3 días, esta accesión es más precoz comparado con los anteriores experimentos, lo que nos indica que es de desarrollo precoz y por tal motivo hubo más

días hasta la madurez fisiológica, por lo tanto habrá mayor desarrollo de vainas maduras. La accesión con mayor días a floración fue la accesiones H-6 y ANDENES que tuvieron el mayor número de días a floración, con 125.8 y 119.3 días, estas accesiones se comportaron como accesiones tardías, debió ser por el genotipo de cada accesión, también son accesiones que provienen de otros lugares y otro debió ser por el clima y las condiciones medioambientales del lugar del experimento, que hizo que se obtuviera estos resultados.

#### 4.1.5. Días a madurez fisiológica (DMF)

Las accesiones evaluadas en número de días a madurez fisiológica, se obtuvo días que varían entre 263.7 a 221.3 días, la accesión más precoz en madurez fisiología fue la accesión SCG 22 y la accesión más tardía en madurez fisiológica fue la accesión H-6, tal como se observa en la figura 9. El análisis de varianza para el número de días a madurez fisiológica (tabla 22), se observa que para los tratamientos (accesiones de tarwi) no hubo diferencia estadística significativa, lo cual nos indica que entre los tratamientos el número de días a madurez fisiológica fue homogénea. Al evaluar los bloques no hubo diferencia estadística significativa, lo cual nos indica que el desnivel de la parcela experimental no tiene un efecto en el número de días a floración, es decir que entre los bloques el número de días a floración fue homogénea. Además, el coeficiente de variación (CV) igual a 7.63% nos indica que los datos evaluados son confiables (Steel y Torrie, 1985).

**TABLA 22:** Análisis de Varianza para número de días a madurez fisiológica (DMF) (días.)

F.V.	G.L.	S. C.	C. M	F.c.	F.t.		SIG.
					0.05	0.01	
<b>DMF</b>	13	6756.2	519.7	1.51	1.72	2.13	n.s.
<b>BLOQUE</b>	3	1164.4	388.1	1.13	2.61	3.78	n.s.
<b>ERROR</b>	39	13387.3	343.2				
<b>TOTAL</b>	55	21307.9					

CV=7.63 PROMEDIO=242.77

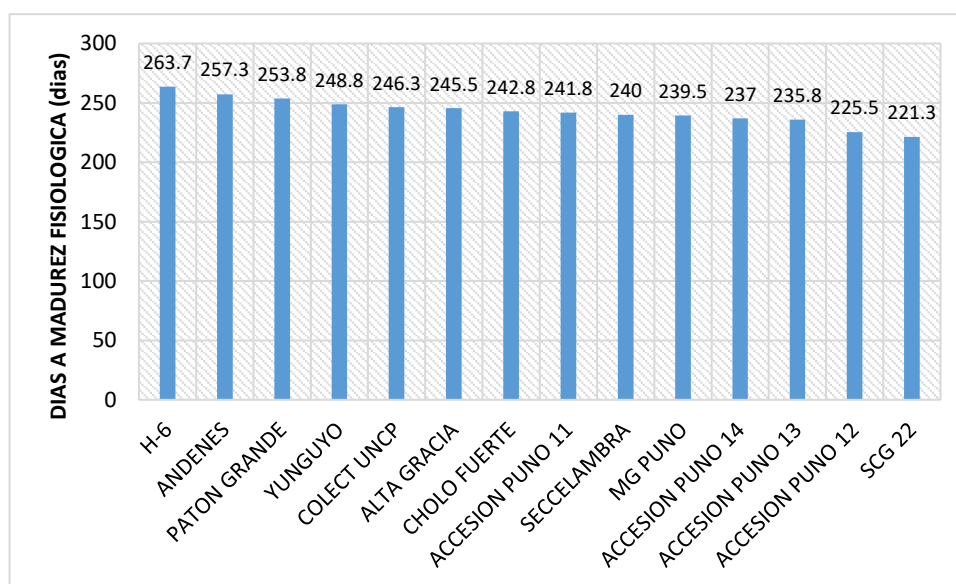
n.s.=no significativo \* =significativo \*\*=altamente significativo

En la tabla 23, se observa la prueba de Duncan para el número de días a madurez fisiológica, en donde las accesiones SCG 22 y la ACCESION PUNO 12 fueron las más precoces que obtuvieron el menor número de días a madurez fisiológica con 221.3 y 225.5 días, le siguen la ACCESION PUNO 13 y ACCESION PUNO 14 con 235.8 y 237.0 días a madurez fisiológica respectivamente y en último lugar se ubica la accesión H-6, fue de desarrollo tardío que tuvo el mayor número de días a madurez fisiológica con 263.7 días.

**TABLA 23:** Prueba de Duncan ( $Pr \leq 0.05$ ) para número de días a madurez fisiológica (DMF) (días.).

ORDEN DE MÉRITO	ACCESIONES DE TARWI	PROMEDIO	SIG. $\leq 0.05$
1	SCG 22	221.3	a
2	ACCESION PUNO 12	225.5	a b
3	ACCESION PUNO 13	235.8	b c
4	ACCESION PUNO 14	237.0	c d
5	MG PUNO	239.5	d e
6	SECCELAMBRA	240.0	d e
7	ACCESION PUNO 11	241.8	d e f
8	CHOLO FUERTE	242.8	d e f
9	ALTA GRACIA	245.5	e f
10	COLECT UNCP	246.3	e f
11	YUNGUYO	248.8	f
12	PATON GRANDE	253.8	f
13	ANDENES	257.3	g
14	H-6	263.7	g

Letras diferentes indican diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ). DMS=26.53



**FIGURA 9:** Número de Días a Madurez Fisiológica (DMF) en accesiones de tarwi.

Quico (2013), registro resultados de madurez total un promedio de 217.34 días desde la emergencia del cultivo. Y Aguilar (2015), obtuvo resultados como fue la accesión 43 con 231 días, y como más tardío se comportó la accesión 49 con 245 días, el promedio registrado fue de 238 días, mientras que el testigo registró 244 días a la cosecha.

En las condiciones del experimento, el presente trabajo la madurez total alcanzó con un promedio de 242.77 días desde la emergencia del cultivo, en cuanto a las tesis anteriormente estudiadas alcanzaron la madurez total en menos tiempo el trabajo de investigación, probablemente fue debido a los factores climáticos, como es el cambio

climático, y guardan relación con los autores mencionados anteriormente. Al respecto Gross (1982), afirma que a finales del ciclo vegetativo se presentan heladas que impiden que continúe la floración interfiriendo en el crecimiento de la planta y afectando en el rendimiento. En cambio Quenallata (2008), en madurez fisiológica a la cosecha obtuvo a los 195 días en los ecotipos más precoces y hasta los 265 días en los más tardíos, comparados con nuestro trabajo, encontró ecotipos más precoces y más tardíos, debió ser porque trabajo con ecotipos del lugar.

#### 4.1.6. Color de grano (CLG)

En la tabla 22, se observa que, las accesiones YUNGUYO, CHOLO FUERTE, H-6, SCG 22, ALTA GRACIA, ANDENES, PATON GRANDE, MG PUNO, COLECT UNCP, ACCESIÓN PUNO 11 y ACCESIÓN PUNO 14, los granos son de color blanco en un 100 %. Las accesiones ACCESIÓN PUNO 12 y ACCESIÓN PUNO 13, los granos son de color marrón en un 100 %. Y la accesión SECCELAMBRA, el grano es color blanco con negro en forma de media luna en un 100 %.

**TABLA 24:** Color de Grano de las 14 Accesiones del Ensayo Nacional de Tarwi.

ACCESIONES	COLOR DE GRANO (CLG)			TOTAL %
	1=Blanco	9=Marrón	1=Blanco con Media luna Negra	
YUNGUYO	100.0			100.0
CHOLO FUERTE	100.0			100.0
H-6	100.0			100.0
SCG 22	100.0			100.0
ALTA GRACIA	100.0			100.0
ANDENES	100.0			100.0
PATON GRANDE	100.0			100.0
MG PUNO	100.0			100.0
COLECT UNCP	100.0			100.0
SECCELAMBRA			100.0	100.0
ACCESIÓN PUNO 11	100.0			100.0
ACCESIÓN PUNO 12		100.0		100.0
ACCESIÓN PUNO 13		100.0		100.0
ACCESIÓN PUNO 14	100.0			100.0

*FUENTE:* Elaboración Propia.

#### 4.1.7. Longitud de vaina (LGV)

Las accesiones evaluadas en longitud de vaina, tiene longitudes oscilan entre 11.7 cm. a 9.7 cm, la mayor longitud lo obtuvo la accesión H-6 y la accesión de menor longitud fue ACCESIÓN PUNO 14, tal como se observa en la figura 10. El análisis de varianza para longitud de vaina (tabla 25), se observa que para los tratamientos (accesiones de



tarwi) no hubo diferencia estadística significativa, lo cual nos indica que entre los tratamientos la longitud de vaina fue homogénea. Al evaluar los bloques no hubo diferencia estadística significativa, lo cual nos indica que el desnivel de la parcela experimental no tiene un efecto en el desarrollo en longitud de vainas, lo cual nos indica que entre los bloques la longitud de vaina fue homogénea. Además, el coeficiente de variación (CV) igual a 3.76% nos indica que los datos evaluados son confiables (Steel y Torrie, 1985).

**TABLA 25:** Análisis de Varianza para longitud de vaina (LGV) (cm).

F.V.	G.L.	S. C.	C. M	F.c.	F.t.		SIG.
					0.05	0.01	
<b>LGV</b>	13	22.0	1.7	10.84	1.72	2.13	n.s.
<b>BLOQUE</b>	3	1.6	0.6	3.53	2.61	3.78	n.s.
<b>ERROR</b>	39	6.1	0.1				
<b>TOTAL</b>	55	29.7					

CV=3.76 PROMEDIO=10.49

n.s.=no significativo

\*=significativo

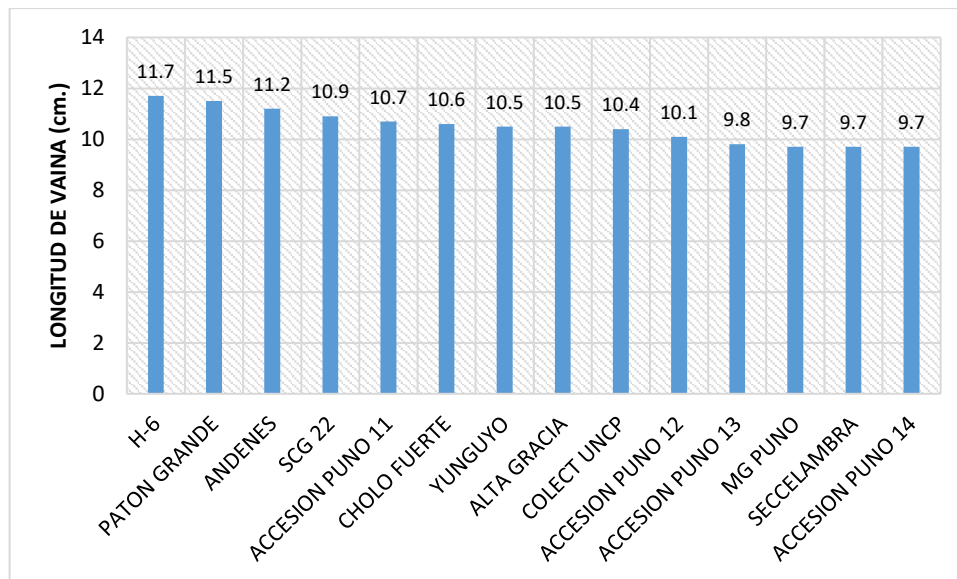
\*\*=altamente significativo

En la tabla 26, se observa la prueba de Duncan para longitud de vaina, en donde las accesiones H-6 y PATON GRANDE tuvieron la mayor longitud de vaina con 11.7 y 11.5 cm. respectivamente. En último lugar se ubica la ACCESIÓN PUNO 14, que tuvo la menor longitud de vaina con 9.7 cm.

**TABLA 26:** Prueba de Duncan ( $Pr \leq 0.05$ ) para longitud de vaina (LGV) (cm).

ORDEN DE MÉRITO	ACCESIONES DE TARWI	PROMEDIO	SIG. $\leq 0.05$
1	H-6	11.7	a
2	PATON GRANDE	11.5	a b
3	ANDENES	11.2	b c
4	SCG 22	10.9	c d
5	ACCESION PUNO 11	10.7	d
6	CHOLO FUERTE	10.6	d e
7	YUNGUYO	10.5	d e
8	ALTA GRACIA	10.5	d e
9	COLECT UNCP	10.4	d e
10	ACCESION PUNO 12	10.1	e f
11	ACCESION PUNO 13	9.8	f
12	MG PUNO	9.7	f
13	SECCELAMBRA	9.7	f
14	ACCESION PUNO 14	9.7	f

Letras diferentes indican diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ). DMS=1.60



**FIGURA 10:** Longitud de Vaina (LGV) en accesiones de tarwi.

Araujo (2015), obtuvo resultados en longitud de vaina en la localidad 1 (Santa Ana) con promedio de 10.28 cm mientras en la localidad 2 (El Mantaro) con promedio de 9.74cm. Por su parte (Aguilar, 2015), presentan los resultados el promedio de la longitud de vaina varía entre 7.6 cm y 8.7 cm, donde la mayor longitud lo presenta la accesión Asunción y el menor por el Tarwi Asunción. El promedio general de las accesiones fue de 8.2 cm. Quenallata (2008), que obtuvo en su investigación valores promedios para esta variable de 9.5 y 9.34 cm de longitud

En el presente proyecto, nuestro promedio fue de 10.49 cm, lo que indica que hay un buen desarrollo de vainas por eje central, es ligeramente superior esto probablemente por las condiciones del medio ambiente, el abonamiento con estiércol de ovino y los genes que posee cada accesión, entonces se puede afirmar que la accesión H-6 y PATON GRANDE tiene buen desarrollo de vainas, siendo accesiones provenientes de otros ambientes naturales.

#### 4.1.8. Diámetro de grano (DMG)

Las accesiones evaluadas en diámetro de grano, tiene diámetros que oscilan entre 0.90 cm. a 0.75 cm, el mayor diámetro lo obtuvo la accesión H-6 y la accesión de menor diámetro fue MG PUNO, tal como se observa en la figura 11.

El análisis de varianza para diámetro de grano (tabla 27), se observa que para los tratamientos (accesiones de tarwi) hubo diferencia estadística significativa, lo cual nos indica que entre los tratamientos el diámetro de grano fue diferente.

Al evaluar los bloques no hubo diferencia estadística significativa, lo cual nos indica que el desnivel de la parcela experimental no tiene un efecto en el diámetro de grano de cada accesión, es decir que entre los bloques el diámetro de grano fue homogéneo. Además, el coeficiente de variación (CV) igual a 5.42% nos indica que los datos evaluados son confiables (Steel y Torrie, 1985).

**TABLA 27:** Análisis de Varianza para diámetro de grano (DMG) (cm).

F.V.	G.L.	S. C.	C. M	F.c.	F.t.		SIG.
					0.05	0.01	
<b>DMG</b>	13	0.14	0.011	5.69	1.72	2.13	*
<b>BLOQUE</b>	3	0.01	0.004	2.48	2.61	3.78	n.s.
<b>ERROR</b>	39	0.08	0.001				
<b>TOTAL</b>	55	0.23					

CV=5.42 PROMEDIO=0.82

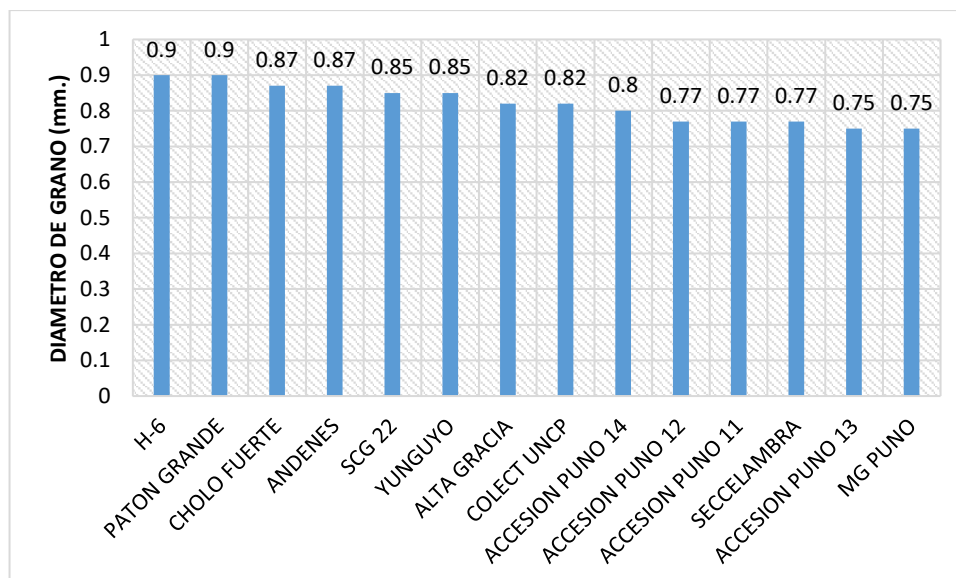
n.s.=no significativo      \*=significativo      \*\*=altamente significativo

En la tabla 28, se observa la prueba de Duncan para el diámetro de grano, en donde las accesiones H-6 y PATON GRANDE tuvieron el mayor diámetro de grano con 0.9 cm. cada uno; le siguen las accesiones CHOLO FUERTE, ANDENES y SCG 22, con 0.87, 0.87 y 0.85 cm. respectivamente. En último lugar se ubica la accesión MG PUNO, que tuvo menor diámetro de grano con 0.75 cm.

**TABLA 28:** Prueba de Duncan ( $Pr \leq 0.05$ ) para diámetro de grano (DMG) (cm).

ORDEN DE MÉRITO	ACCESIONES DE TARWI	PROMEDIO	SIG. $\leq 0.05$
1	H-6	0.90	a
2	PATON GRANDE	0.90	a
3	CHOLO FUERTE	0.87	a b
4	ANDENES	0.87	a b
5	SCG 22	0.85	a b c
6	YUNGUYO	0.85	a b c
7	ALTA GRACIA	0.82	b c d
8	COLECT UNCP	0.82	b c d
9	ACCESION PUNO 14	0.80	c d e
10	ACCESION PUNO 12	0.77	d e
11	ACCESION PUNO 11	0.77	d e
12	SECCELAMBRA	0.77	d e
13	ACCESION PUNO 13	0.75	e
14	MG PUNO	0.75	e

Letras diferentes indican diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ). DMS=0.53



**FIGURA 11:** Diámetro de Grano (DMG) en accesiones de tarwi.

Araujo (2015), obtuvo resultados del diámetro de granos para la localidad 2 (El Mantaro) un promedio de 11.16 mm y la localidad 1 (Santa Ana) con un promedio de 10.81mm, esto se debió ser a que en la localidad Santa Ana hubo mayor presencia de humedad relativa y precipitación. En nuestro trabajo en diámetro de grano, el promedio fue de 0.84 cm, en cuanto la tesis anteriormente estudiada alcanza mayor diámetro de grano, esto debido al factor genético de las accesiones en estudio, y también el medio ambiente donde se desarrollaron.

#### 4.1.9. Peso de 100 granos (PCG)

Las accesiones evaluadas en peso de 100 granos, tiene pesos que oscilan entre 31.3 gr. a 19.3 gr, el mayor peso lo obtuvo la accesión H-6 y la accesión de menor peso fue ACCESIÓN PUNO 13, tal como se observa en la figura 12.

El análisis de varianza para el peso de 100 granos (tabla 29), se observa que para los tratamientos (accesiones de tarwi) hubo diferencia estadística altamente significativa, lo cual nos indica que entre los tratamientos el peso de 100 granos fue distinto.

Al evaluar los bloques hubo diferencia estadística significativa, lo cual nos indica que el desnivel de la parcela experimental tiene un efecto en el peso de 100 granos, es decir que entre los bloques el peso de 100 granos es diferente. Además, el coeficiente de variación (CV) igual a 7.98% nos indica que los datos evaluados son confiables (Steel y Torrie, 1985).

**TABLA 29:** Análisis de Varianza para peso de 100 granos (PCG) (gr.).

F.V.	G.L.	S. C.	C. M	F.c.	F.t.		SIG.
					0.05	0.01	
<b>PCG</b>	13	686.6	52.8	13.47	1.72	2.13	**
<b>BLOQUE</b>	3	62.8	20.9	5.34	2.61	3.78	*
<b>ERROR</b>	39	152.9	3.9				
<b>TOTAL</b>	55	902.3					

CV=7.98 PROMEDIO=24.79

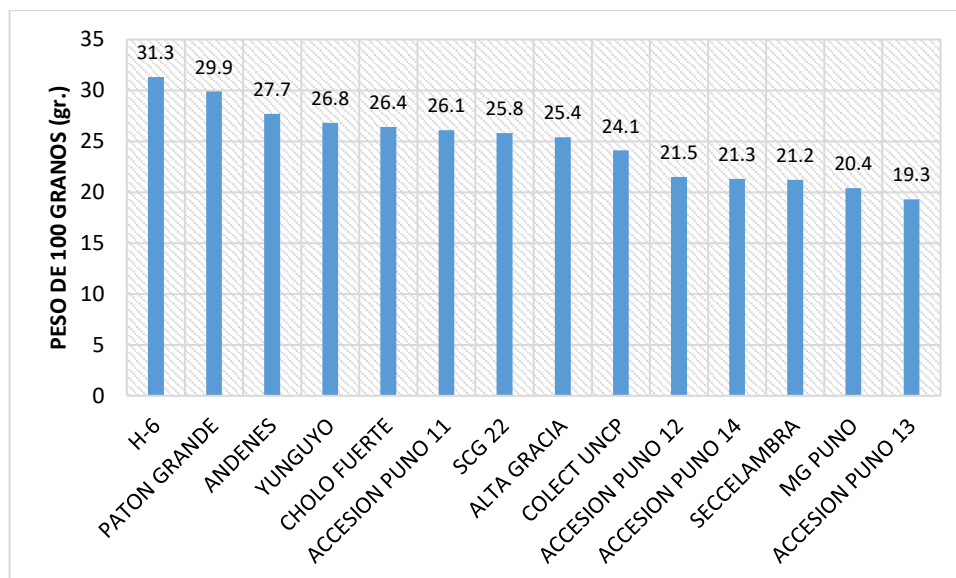
n.s.=no significativo      \*=significativo      \*\*=altamente significativo

En la tabla 30, se observa la prueba de Duncan para el peso de 100 granos, en donde las accesiones H-6 y PATON GRANDE tuvieron el mayor peso de 100 granos con 31.3 y 29.9 gr. respectivamente; le siguen las accesiones ANDENES, y YUNGUYO, con 27.7 y 26.8 gr. respectivamente. En último lugar se ubica la ACCESIÓN PUNO 13, que tuvo el menor peso de 100 granos con 19.3 gr.

**TABLA 30:** Prueba de Duncan ( $Pr \leq 0.05$ ) para peso de 100 granos (PCG) (gr.).

ORDEN DE MERITO	ACCESIONES DE TARWI	PROMEDIO	SIG. $\leq 0.05$
1	H-6	31.3	a
2	PATON GRANDE	29.9	a
3	ANDENES	27.7	b
4	YUNGUYO	26.8	b c
5	CHOLO FUERTE	26.4	b c
6	ACCESION PUNO 11	26.1	b c
7	SCG 22	25.8	c
8	ALTA GRACIA	25.4	c d
9	COLECT UNCP	24.1	d
10	ACCESION PUNO 12	21.5	e
11	ACCESION PUNO 14	21.3	e
12	SECCELAMBRA	21.2	e
13	MG PUNO	20.4	e f
14	ACCESION PUNO 13	19.3	f

Letras diferentes indican diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ). DMS=5.82



**FIGURA 12:** Peso de 100 Granos (PCG) en accesiones de tarwi.

Echavarría (2015), encontró que en promedio general, los tratamientos registraron 24.73 gr. del peso en 100 granos, siendo el tratamiento Ts con mayor promedio con 31.64 gr. Por otro lado el tratamiento que registró el menor promedio fue el Ts con 22.45 gr. Por 100 granos. Por su parte Aguilar (2015), obtuvo resultado que el promedio de peso de 100 semillas de las accesiones evaluadas fue de 24.52 gr. Quenallata (2008) el mayor peso de 100 granos obtuvo el ecotipo Sapanina con 31,48 gr. en la comunidad de Cohani y en Chejepampa Centro con 26.30 g. Los resultados se asemejan con nuestro trabajo en peso de 100 granos, el promedio fue de 24.79 gr, y son similares en relación a los autores antes mencionados, esto debió ser por el genotipo que posee cada accesión para desarrollar semillas grandes y por lo cual tener mayor peso.

## 4.2. RENDIMIENTO DE GRANO DE ACCESIONES DE TARWI

### 4.2.1. Rendimiento de grano de eje central (REC)

Las accesiones evaluadas en rendimiento de grano de eje central, tiene valores que oscilan entre 1108.25 kg/ha a 754.00 kg/ha, el mayor peso lo obtuvo la ACCESIÓN PUNO 11 y la accesión de menor peso lo obtuvo la ACCESIÓN PUNO 13, tal como se observa en la figura 13.

El análisis de varianza para rendimiento de grano de eje central (tabla 31), se observa que para los tratamientos (accesiones de tarwi) no hubo diferencia estadística significativa, lo cual nos indica que entre los tratamientos el rendimiento de grano de eje central no fue distinto, es decir es homogéneo.

Al evaluar los bloques hubo diferencia estadística significativa, lo cual nos indica que el desnivel de la parcela experimental tiene un efecto en el rendimiento de grano en el eje central, es decir que entre los bloques el rendimiento de grano de eje central fue diferente. Además, el coeficiente de variación (CV) igual a 18.02% nos indica que los datos evaluados son confiables (Steel y Torrie, 1985).

**TABLA 31:** Análisis de Varianza para rendimiento de grano de eje central (REC) (kg/ha.).

F.V.	G.L.	S. C.	C. M	F.c.	F.t.		SIG.
					0.05	0.01	
<b>REC</b>	13	435.2	33.48	1.19	1.72	2.13	n.s.
<b>BLOQUE</b>	3	488.6	162.8	5.77	2.61	3.78	*
<b>ERROR</b>	39	1101.8	28.3				
<b>TOTAL</b>	55	2025.6					

CV=18.02 PROMEDIO=958.29

n.s.=no significativo

\*=significativo

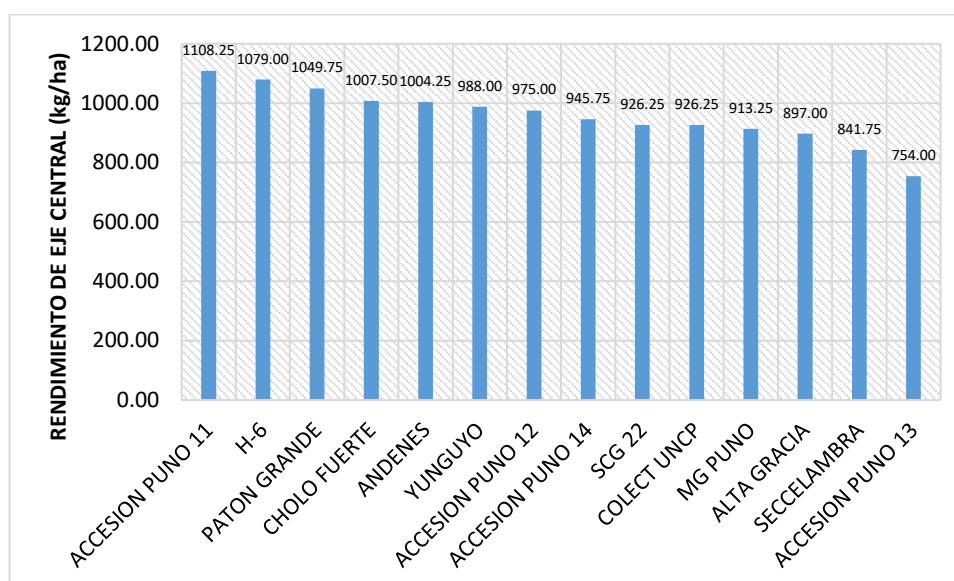
\*\*=altamente significativo

En la tabla 32, se observa la prueba de Duncan para rendimiento de grano de eje central, en donde las accesiones ACCESIÓN PUNO 11 y H-6 tuvieron el mayor rendimiento de grano de eje central con 1108.25 y 1079.00 kg/ha respectivamente; le siguen las accesiones PATON GRANDE, CHOLO FUERTE y ANDENES, con 1049.75, 1007.50 y 1004.25 kg/ha respectivamente. En último lugar se ubica la ACCESIÓN PUNO 13, que tuvo el menor rendimiento de grano de eje central con 754.00 kg/ha. Este variable se evaluó al final de la madurez fisiológica, después de hacer la trilla y venteo respectivo y luego pesar los granos en una balanza electrónica.

**TABLA 32:** Prueba de Duncan ( $Pr \leq 0.05$ ) para rendimiento de grano de eje central (REC) (kg/ha.).

ORDEN DE MÉRITO	ACCESIONES DE TARWI	PROMEDIO	SIG. $\leq 0.05$
1	ACCESION PUNO 11	1108.25	a
2	H-6	1079.00	a b
3	PATON GRANDE	1049.75	a b c
4	CHOLO FUERTE	1007.50	a b c
5	ANDENES	1004.25	a b c
6	YUNGUYO	988.00	a b c d
7	ACCESION PUNO 12	975.00	a b c d
8	ACCESION PUNO 14	945.75	b c d
9	SCG 22	926.25	b c d
10	COLECT UNCP	926.25	b c d
11	MG PUNO	913.25	c d
12	ALTA GRACIA	897.00	c d
13	SECCELAMBRA	841.75	d e
14	ACCESION PUNO 13	754.00	e

Letras diferentes indican diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ). DMS=15.69



**FIGURA 13:** Rendimiento de Grano de Eje Central (REC) en accesiones de tarwi.

Meneses (1996), indica que los rendimientos alcanzados por los agricultores fluctúan entre 700 y 1200 Kg/ha. Están en función de la estructura de la planta, el número de ramas, vainas, granos y el peso de los granos. En ensayos con cultivares mejorados a alturas superiores a los 3000 m. en el Departamento de Cochabamba, se obtuvieron rendimientos que fluctúan entre 2500 y 4500 Kg/ha. En el presente trabajo se obtuvo un promedio de 958.29 kg/ha de grano en el eje central, probablemente se debió a las condiciones meteorológicas del lugar del experimento, como la helada, la pendiente y los genes que posee cada accesión.

#### 4.2.2. Rendimiento de grano de los ejes laterales (REL)

Las accesiones evaluadas en rendimiento de grano de eje laterales, tiene valores que oscilan entre 1293.50 y 1144.00 kg/ha, el mayor peso lo obtuvo la ACCESIÓN PUNO 12 y la accesión de menor peso lo obtuvo la accesión CHOLO FUERTE, tal como se observa en la figura 14, del presente trabajo.

El análisis de varianza para rendimiento de grano de ejes laterales (tabla 33), se observa que para los tratamientos (accesiones de tarwi) no hubo diferencia estadística significativa, lo cual nos indica que entre los tratamientos el rendimiento de grano de los ejes laterales fue homogéneo. Al evaluar los bloques hubo diferencia estadística altamente significativa, lo cual nos indica que el desnivel de la parcela experimental tiene un efecto en el rendimiento de los ejes laterales, lo cual nos indica que entre los bloques el



rendimiento de grano de ejes laterales es diferente. El coeficiente de variación (CV) es igual a 34.62%, esta variabilidad es moderada lo cual nos indica que los datos evaluados son confiables para experimentos en campo (Steel y Torrie, 1985).

**TABLA 33:** Análisis de Varianza para rendimiento de grano de ejes laterales (REL) (kg/ha).

F.V.	G.L.	S. C.	C. M	F.c.	F.t.		SIG.
					0.05	0.01	
REL	13	1446.2	111.2	1.17	1.72	2.13	n.s.
BLOQUE	3	2935.6	978.5	10.30	2.61	3.78	**
ERROR	39	3704.0	94.9				
TOTAL	55	8085.8					

CV=34.62 PROMEDIO=915.11

n.s.=no significativo

\*=significativo

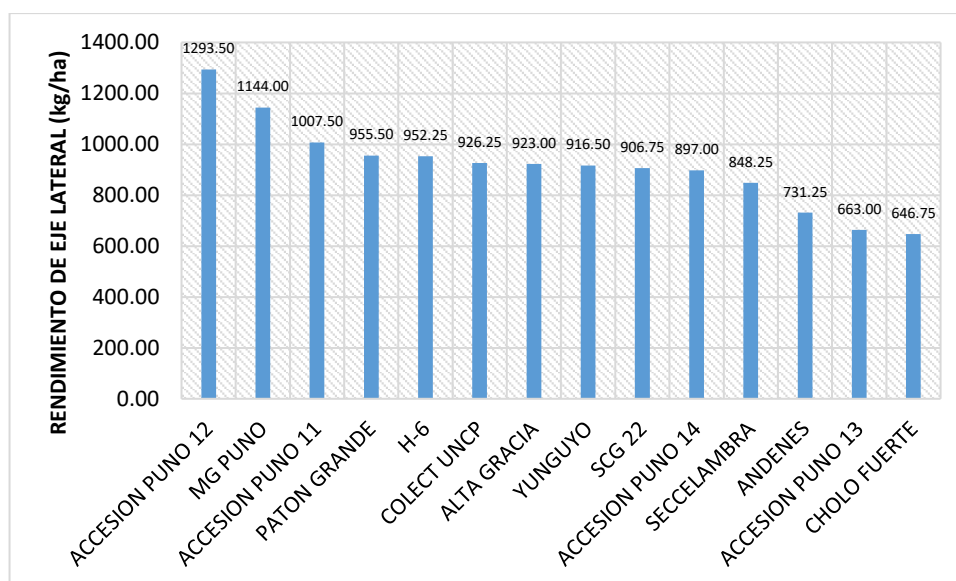
\*\*=altamente significativo

En la tabla 34, se observa la prueba de Duncan para rendimiento de grano de ejes laterales, en donde se observa que las accesiones ACCESIÓN PUNO 12 y MG PUNO tuvieron el mayor rendimiento de grano de ejes laterales con 1293.50 y 1144.00 kg/ha respectivamente. En último lugar se ubica la accesión CHOLO FUERTE, que tuvo el menor rendimiento de grano de ejes laterales con 646.75 kg/ha. Este variable se evaluó al final de la madurez fisiológica, después de hacer la trilla y venteo respectivo y luego pesar los granos en una balanza electrónica.

**TABLA 34:** Prueba de Duncan ( $Pr \leq 0.05$ ) para rendimiento de grano de ejes laterales (REL) (kg/ha).

ORDEN DE MERITO	ACCESIONES DE TARWI	PROMEDIO	SIG. $\leq 0.05$
1	ACCESION PUNO 12	1293.50	a
2	MG PUNO	1144.00	a b
3	ACCESION PUNO 11	1007.50	c
4	PATON GRANDE	955.50	c
5	H-6	952.25	c
6	COLECT UNCP	926.25	c d
7	ALTA GRACIA	923.00	c d
8	YUNGUYO	916.50	c d
9	SCG 22	906.75	c d
10	ACCESION PUNO 14	897.00	c d
11	SECCELAMBRA	848.25	c d
12	ANDENES	731.25	d e
13	ACCESION PUNO 13	663.00	e
14	CHOLO FUERTE	646.75	e

Letras diferentes indican diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ). DMS=20.32



**FIGURA 14:** Rendimiento de Grano de Ejes Laterales (REL) en accesiones de tarwi

En el presente trabajo se obtuvo un promedio de 915.11 kg/ha de grano de los ejes laterales por planta. Estos resultados de rendimiento de ejes laterales obtenidos es para conocer el rendimiento real de cada accesión, que están en función con la estructura de la planta tal como afirma, Meneses (1996), indicando que los rendimientos alcanzados por los agricultores fluctúan entre 700 y 1200 Kg/ha. Están en función de la estructura de la planta, el número de ramas, vainas, granos y el peso de los granos. En ensayos con cultivares mejorados a alturas superiores a los 3000 m. en el Departamento de Cochabamba, se obtuvieron rendimientos que fluctúan entre 2500 y 4500 Kg/ha.

#### 4.2.3. Rendimiento por planta (RPP)

Las accesiones evaluadas en rendimiento por planta, tiene valores que oscilan entre 2268.50 a 1417.00 hg/ha, el mayor peso lo obtuvo la ACCESIÓN PUNO 12 y la accesión de menor peso lo obtuvo la ACCESIÓN PUNO 13, tal como se observa en la figura 15.

El análisis de varianza para rendimiento de grano por planta (tabla 35), se observa que para los tratamientos (accesiones de tarwi) no hubo diferencia estadística significativa, lo cual nos indica que entre los tratamientos el rendimiento de grano por planta fue homogéneo.

Al evaluar los bloques hubo diferencia estadística altamente significativa, lo cual nos indica que el desnivel de la parcela experimental tiene un gran efecto en el rendimiento por planta, es decir que entre los bloques el rendimiento de grano por planta

es diferente. Además, el coeficiente de variación (CV) igual a 21.76% lo cual nos indica que los datos evaluados son confiables para experimentos en campo (Steel y Torrie, 1985).

**TABLA 35:** Análisis de Varianza para rendimiento de grano por planta (RPP) (kg/ha).

F.V.	G.L.	S. C.	C. M	F.c.	F.t.		SIG.
					0.05	0.01	
<b>RPP</b>	13	2314.6	178.0	1.13	1.72	2.13	n.s.
<b>BLOQUE</b>	3	5576.5	1858.8	11.82	2.61	3.78	**
<b>ERROR</b>	39	6132.1	157.2				
<b>TOTAL</b>	55	14023.2					

CV=21.76 PROMEDIO=1873.39

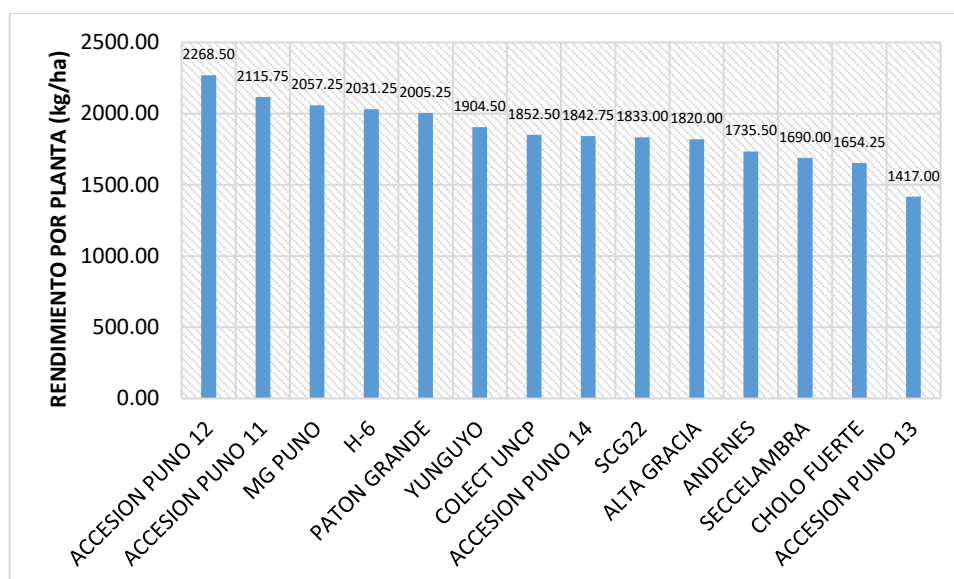
n.s.=no significativo \*=-significativo \*\*=altamente significativo

En la tabla 36, se observa la prueba de Duncan para rendimiento de grano por planta, en donde las accesiones ACCESIÓN PUNO 12 y ACCESIÓN PUNO 11 tuvieron el mayor rendimiento de grano por planta con 2268.50 y 2115.75 kg/ha respectivamente; le siguen las accesiones MG PUNO, H-6 y PATON GRANDE, con 2057.25, 2031.25 y 2005.25 kg/ha respectivamente. En último lugar se ubica la ACCESIÓN PUNO 13, que tuvo el menor rendimiento de grano por planta con 1417.00 kg/ha.

**TABLA 36:** Prueba de Duncan ( $Pr \leq 0.05$ ) para rendimiento de grano por planta (RPP) (kg/ha).

ORDEN DE MERITO	ACCESIONES DE TARWI	PROMEDIO	SIG. $\leq 0.05$
1	ACCESION PUNO 12	2268.50	a
2	ACCESION PUNO 11	2115.75	a b
3	MG PUNO	2057.25	a b c
4	H-6	2031.25	a b c
5	PATON GRANDE	2005.25	b c
6	YUNGUYO	1904.50	b c d
7	COLECT UNCP	1852.50	c d
8	ACCESION PUNO 14	1842.75	c d
9	SCG22	1833.00	c d
10	ALTA GRACIA	1820.00	c d
11	ANDENES	1735.50	d
12	SECCELAMBRA	1690.00	d
13	CHOLO FUERTE	1654.25	d
14	ACCESION PUNO 13	1417.00	e

Letras diferentes indican diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ). DMS=26.40



**FIGURA 15:** Rendimiento de Grano por Planta (RPP) en accesiones de tarwi.

Los resultados indican que el rendimiento promedio por planta es de 1873.39 kg/ha, encontrando que la ACCESION PUNO 12 obtuvo el mayor rendimiento con 2268.50 kg/ha y la ACCESION PUNO 13 con el menor rendimiento con 1417.00 kg/ha estos valores nos indica que está en el rango de aceptación de rendimiento de entre (800-2736 kg/ha) reportados por (Jacobsen y Mujica, 2004). Los resultados son similares encontrados por Quenallata (2008), en su trabajo en dos comunidades del municipio de Ancoraimas, donde el ecotipo Susasani obtuvo el mayor rendimiento con 2189 kg/ha en la comunidad Cohani, seguido del ecotipo Turrini con 1761,2 kg/ha en la comunidad Chejepampa Centro. Y también para Aguilar (2015), que obtuvo en promedio de 1493 kg/ha, con valores de mayor rendimiento como la accesión 43 con 1795 kg/ha y Patón Grande de menor rendimiento con 1191 kg/ha, bajo condiciones de Otuzco, La libertad.

Y por otra parte Echavarría (2015), encontró un promedio de 3061 kg/ha de rendimiento por tratamiento y Quico (2013) obtuvo rendimientos que oscilaron entre 500 y 3500 kg/ha, estas 2 investigaciones son superiores al presente trabajo.

Los rendimientos obtenidos por los trabajos anteriores y los rendimientos obtenidos en ésta investigación, son menores a los sugeridos por Mujica (1977), que señala que los rendimientos del tarwi alcanzan 3500-5000 kg/ha, cuando el cultivo es conducido en forma adecuada y se le proporciona todos sus requerimientos en forma oportuna.

#### 4.2.4. Análisis de correlación

Para el análisis de los datos de las características agronómicas con respecto a rendimiento de grano por planta, se eligió el “coeficiente de Pearson”, se aplican a datos cuantitativos, además porque las unidades de las variables son diferentes como es el caso del presente trabajo, donde se manejan unidades en cm, números y gramos. Por lo cual, para establecer la existencia de asociaciones entre las variables como altura de planta (ADP), número de eje secundario por planta (NSP), número de vainas por eje central (NVC), número de días a floración (DFL), número de días a madurez fisiológica (DMF), longitud de vaina (LGV), diámetro de grano (DMG), peso de 100 granos (PCG), rendimiento por eje central (REC), rendimiento por ejes laterales (REL), con el rendimiento por planta (RPP), se realizó la correlación correspondiente. Para observar si alguna de las variables son significativas con respecto al rendimiento.

Se hizo la correlación de todas las características agronómicas con el rendimiento de cada ACCESION, para luego comparar entre las accesiones si las relaciones son similares. En las (tablas del 54 a 67), se observa la asociación del rendimiento de los ejes laterales (REL) con el rendimiento por planta (RPP) para todas las accesiones, donde nos muestra que hay un asociación altamente significativa a nivel de ( $\alpha = 0.01$ ) entonces esto nos indica que hay una relación alta para todas las accesiones con coeficientes entre (0.6 y 0.9) lo que nos indica que si hay mayor rendimiento en los ejes laterales influye en el rendimiento por planta, como se observa es real; en la asociación de Rendimiento por eje central (REC) con el Rendimiento por planta (RPP) para todas las accesiones excepto la accesión 14, en donde también nos muestra que hay una asociación significativa a nivel de ( $\alpha = 0.01$ ) entonces esto nos indica que hay una relación alta para todas las accesiones con coeficientes entre (0.6 y 0.9), lo que nos indica que si hay mayor rendimiento en el eje central de la planta, esto influye en el rendimiento por planta como se puede ver es evidente, también se observó la correlación aislada entre estas dos variables de la ACCESION PUNO 14, que no tiene asociación el rendimiento del eje central (REC) con el rendimiento por planta (RPP), es decir no fue significativo con coeficientes menores a  $< 0,40$ .

También se observó correlación aislada con un nivel de significancia de ( $\alpha = 0.01$ ) del número de vainas por eje central (NVC) con el rendimiento por planta (RPP) en las accesiones CHOLO FUERTE, H-6, SCG 22, ANDENES y SECCELAMBRA, esta

relación no se observó en las demás accesiones, esto no indica que a mayor número de vainas en eje central hay mayor rendimiento por planta, este es un carácter del genotipo que posee estas accesiones; también se observó correlación aislada con un nivel de significancia de ( $\alpha = 0.01$ ) del peso de 100 granos (PCG) con el rendimiento por planta (RPP) en las accesiones ANDENES, MG PUNO, COLECT UNCP, ACCESION PUNO 12 y ACCESION PUNO 13, esta relación no se observó en las demás accesiones, esto no indica el peso de 100 granos influye en el rendimiento por planta, este es un carácter del genotipo que posee estas accesiones; también se observó correlación aislada con un nivel de significancia de ( $\alpha = 0.01$ ) de días a floración (DFL) con el rendimiento por planta (RPP) en las accesiones MG PUNO, COLECT UNCP, SECCELAMBRA, ACCESION PUNO 11 y ACCESION PUNO 12, esta relación no se observó en las demás accesiones, esto no indica que a menor número de días a floración influye en el rendimiento por planta, es decir si estas accesiones son precoces por lo tanto habrá más días para para el desarrollo de granos, este es un carácter del genotipo que posee estas accesiones; también se observó correlación aislada con un nivel de significancia de ( $\alpha = 0.01$ ) de días a madurez fisiológica (DMF) con el rendimiento por planta (RPP) en las accesiones MG PUNO, SECCELAMBRA, ACCESION PUNO 11, ACCESION PUNO 12 y la ACCESION PUNO 13, esta relación no se observó en las demás accesiones, esto no indica que a menor número de días a madurez fisiológica influye en el rendimiento por planta, es decir si estas accesiones son precoces a menor número de días a la madurez habrá más desarrollo de granos, este es un carácter del genotipo que posee estas accesiones; también se observó correlación aislada con un nivel de significancia de ( $\alpha = 0.01$ ) de altura de planta (ADP) con el rendimiento por planta (RPP) en las accesiones ALTAGRACIA y SECCELAMBRA, esta relación no se observó en las demás accesiones, esto no indica que la altura de la planta influye en el rendimiento por planta, es decir a mayor altura habrá mayor rendimiento por planta, este es un carácter del genotipo que posee estas dos accesiones; también se observó correlación aislada con un nivel de significancia de ( $\alpha = 0.01$ ) del diámetro de grano (DMG) con el rendimiento por planta (RPP) en las accesión SECCELAMBRA, esta relación no se observó en las demás accesiones, esto no indica que el diámetro de grano influye en el rendimiento por planta, es decir a mayor diámetro de grano hay más rendimiento por planta, este es un carácter del genotipo que posee estas dos accesiones.

Para la variable número de ejes secundarios por planta (NSP) no se encontró ninguna relación es decir no influye en el rendimiento por planta, en todas las accesiones.

### 4.3. ADAPTABILIDAD DE ACCESIONES DE TARWI

#### 4.3.1. Adaptabilidad de la planta (ADB)

Las accesiones evaluadas en adaptabilidad, tienen escalas que oscilan entre 8.5 de vigor a 4.0 de vigor, el mejor vigor a la adaptación lo obtuvo la accesión COLECT UNCP y la accesión de menor vigor lo obtuvo la accesión PATON GRANDE esta variable se evaluó a las accesiones que no son de la región, por lo tanto las accesiones de la región puno no serán evaluados, tal como se observa en la figura 16.

El análisis de varianza para adaptabilidad (tabla 37), se observa que para los tratamientos (accesiones de tarwi) hubo diferencia estadística significativa, lo cual nos indica que entre los tratamientos la adaptabilidad fue distinto.

Para los bloques no hubo diferencia estadística significativa, lo cual nos indica que el desnivel de la parcela experimental no tiene un efecto en la adaptabilidad, es decir que entre los bloques la adaptabilidad fue homogénea. Además, el coeficiente de variación (CV) igual a 25.32% nos indica que los datos evaluados son confiables (Steel y Torrie, 1985).

**TABLA 37:** Análisis de Varianza para adaptabilidad (ADB) (Escala 1, 3, 5, 7, 9).

F.V.	G.L.	S. C.	C. M	F.c.	F.t.		SIG.
					0.05	0.01	
<b>ADB</b>	13	91.5	7.0	2.41	1.72	2.13	*
<b>BLOQUE</b>	3	11.0	3.7	1.26	2.61	3.78	n.s.
<b>ERROR</b>	39	113.9	2.9				
<b>TOTAL</b>	55	216.5					

CV=25.32 PROMEDIO=6.75

n.s.=no significativo

\*=significativo

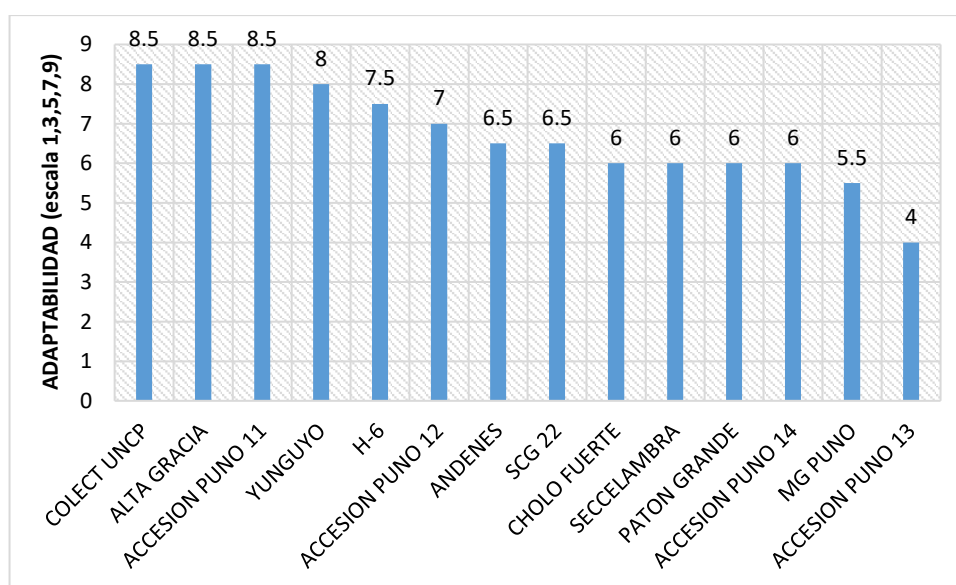
\*\*=altamente significativo

En la tabla 38, se observa la prueba de Duncan para adaptabilidad, en donde las accesiones COLECT UNCP y ALTA GRACIA tuvieron la mayor adaptabilidad cada uno con 8.5 de vigor, que es más vigoroso según la escala de vigor (1, 3, 5, 7, 9) respectivamente; le siguen las accesiones, YUNGUYO y H-6, con 8.0 y 7.5 de vigor según la escala de vigor respectivamente. En último lugar se ubica la accesión PATON GRANDE, que tuvo el menor vigor según la escala antes mencionada con 6.0 de vigor, según la escala es de vigor medio y ligero vigor.

**TABLA 38:** Prueba de Duncan ( $Pr \leq 0.05$ ) para adaptabilidad (ADB) (escala 1, 3, 5, 7, 9).

ORDEN DE MERITO	ACCESIONES DE TARWI	PROMEDIO	SIG. $\leq 0.05$
1	COLECT UNCP	8.5	a
2	ALTA GRACIA	8.5	a
3	ACCESION PUNO 11	8.5	a
4	YUNGUYO	8.0	a b
5	H-6	7.5	a b
6	ACCESION PUNO 12	7.0	a b
7	ANDENES	6.5	a b c
8	SCG 22	6.5	a b c
9	CHOLO FUERTE	6.0	a b c
10	SECCELAMBRA	6.0	a b c
11	PATON GRANDE	6.0	a b c
12	ACCESION PUNO 14	6.0	a b c
13	MG PUNO	5.5	b c
14	ACCESION PUNO 13	4.0	c

Letras diferentes indican diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ). DMS=2.44



**FIGURA 16:** Adaptabilidad de la Planta (ADB) en accesiones de tarwi.

Los resultados obtenidos fueron en base a vigor de la planta, las accesiones COLECT UNCP y ALTA GRACIA obtuvieron un promedio de 8.5 de vigor según la escala, estas accesiones desarrollaron buen área foliar en las condiciones medioambientales del lugar, además buena resistencia a plagas y enfermedades, estas accesiones antes mencionadas provienen de otros lugares como Huancayo y Trujillo respectivamente y tienen periodo fenológico más tardío, entonces estas accesiones cultivando en la riveras del lago y teniendo las condiciones climáticas favorables



desarrollarían muy bien, quizá teniendo incluso rendimientos mayores. Pero en lugares más alejados del lago estas accesiones serían afectadas por las heladas, por ser de desarrollo tardío. Por su parte Tapia (2007) menciona que el tarwi se adapta a diferentes climas de los Andes donde puede llegar a tener rendimientos entre 1,500 a 2,500 Kg por hectárea, pero va a depender mucho del crecimiento y desarrollo del ecotipo a producir, ya que el vigor va a depender de que ecotipo se adapte mejor a las condiciones.

## V. CONCLUSIONES

De los resultados y análisis obtenidos se llega a las siguientes conclusiones:

- De las características agronómicas, se concluye que en Altura de planta, la ACCESIÓN PUNO 11 alcanzó mayor altura con 157.5cm, la accesión YUNGUYO presentó mayor número de eje secundario por planta con 10.5cm, la ACCESIÓN PUNO 11 obtuvo más vainas por eje central con 28.4 ejes, en número de días a floración la ACCESIÓN PUNO 12 obtuvo 95.3 días lo que no indica que es de desarrollo precoz, en conclusión la ACCESIÓN PUNO 11 posee buenas cualidades agronómicas, en longitud de vaina y diámetro de grano fue homogénea, en peso de 100 granos la accesión H-6 obtuvo 31.3 gr.
- Del rendimiento se hizo la comparaciones respectivas y de acuerdo a los resultados estas son las conclusiones en rendimiento de grano por eje central la ACCESIÓN PUNO 11 alcanzo 1108.25 kg/ha, lo que nos indica que tiene mejor rendimiento en rendimiento de grano por ejes laterales la ACCESIÓN PUNO 12 alcanzo 1293.50 kg/ha lo que nos indica que tiene buen rendimiento, en rendimiento de grano por planta la ACCESIÓN PUNO 12 alcanzó 2268.50 kg/ha, lo que nos indica que buen rendimiento, por los resultados conocidos en la variable rendimiento de grano por planta la ACCESIÓN PUNO 12 tiene un buenas características en cuanto al rendimiento ya que esta planta tuvo un efecto sobresaliente de las demás accesiones. Al analizar las correlaciones el rendimiento por eje central y ejes laterales tiene asociación con el rendimiento por planta.
- De la adaptabilidad, de los resultados obtenidos la accesión que se adaptó mejor fue la accesión ALTAGRACIA, ya que otras accesiones no tuvo buenas características adaptables a excepto de la accesión COLECT UNCP que si tuvo buen desarrollo foliar, resistencia a plagas y enfermedades y resistencia a las condiciones desfavorables de la región Puno.

## VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar más trabajos acerca del cultivo de tarwi, porque hay accesiones como la ACCESIÓN PUNO 11, que tuvo un comportamiento agronómico positivo para las condiciones de la región puno.

A las autoridades regionales y nacionales, se recomienda incentivar más trabajos de investigación en mejoramiento genético, para obtener variedades con buen vigor híbrido y que tengan estos buenos rendimiento deseados. Además para conseguir variedades dulces libres de alcaloides.

Se recomienda el incremento de áreas de cultivo en diferentes zonas de la región Puno en la rotación de cultivos y en suelos deficientes en nutrientes, para elevar la fertilidad de los mismos.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGENCIA, C. (2002). *Semillas un punto de vista Agronómico*. Impreso en Córdoba, Argentina.
- Aguilar, L. (2015). "*Evaluación del Rendimiento de Grano y Capacidad Simbiótica de Once Accesiones de Tarwi (lupinus mutabilis sweet), bajo condiciones de Otuzco – La Libertad*". (Tesis de Pregrado). Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria La Molina. Otuzco, La Libertad.
- Araujo, R. (2015). *Parcelas de Comprobación de Compuestos de Tarwi (Lupinus mutabilis Swet.) en Dos Localidades del Valle del Mantaro*. (Tesis de Pregrado). UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ.
- Aykroyd, WR., y Doughty, J. (1964). *Las Leguminosas en la Nutrición Humana. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Segunda Edición*. Roma, Italia.
- Barnes, R. y Beard, J. (1992). A Glossary of Crop Science Terms. Madison, Wisconsin, USA. *Crop Science Society of America*. Pp. 35-38.
- Bernal, G. (1982). *Evaluación de cepas de Rhizobium lupini en el cultivo de chocho*. En: *Resúmenes de la XI Reunión Latinoamericana de Rhizobium*. Lima, Perú.
- Blanco, O. (1980). *Genetic variability of tarwi (Lupinus mutabilis Sweet.)*. En: I Conferencia Internacional de Lupinus. Lima, Cusco, Perú.
- Blanco, O. (1982). *Variabilidad Genética de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet)*. *Agricultura y Aspectos nutritivos del Lupino*. Ediciones R, Gross y E.S. Bunting.
- Caceres, E., y Ortiz, C. (1988). *Tarwi. Agro Salud. Algunos aspectos agroalimentarios de la Leguminosa. "ACCION UN MAESTRO MAS"*. La Paz, Bolivia.: Voluntariado para la educación y salud campesina "AUMM". Primera Edición.
- Calzada, J. (2002). "*Métodos Estadísticos para la Investigación*." Lima- Perú.: Editorial Juridica.
- Camarena, F., Huaranga, A., Jimenez, D., y Mostacero, E. (2012). Revalorización de un

- Cultivo subutilizado: Chocho o Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.). *Universidad Nacional Agraria de La Molina – Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica. Primera Edición.*
- Canahua, A., y Roman, P. (2016). Tarwi. Leguminosa andina de gran potencial. *Leisa. Revista de Agroecología*, 32(3), 20–22. Retrieved from <http://www.leisa-al.org/web/images/stories/revistapdf/vol32n2.pdf>
- Carrillo, E. (1956). *Revisión del Género Lupinus en el Perú*. Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú.
- Castilla, D., Cordón, E., Cortes, C., Jiménez, R., y Pérez, G. (2004). Correlacion. In *Asignatura de Estadística Empresarial*. (p. 14). Universidad de Huelva. España.
- Cerrate, A., y Camarena, F. (1981). *Agronomía, mejoramiento genético, semillas e informe de avance de investigación en tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) en la Universidad Nacional Agraria La Molina*. Lima, Perú.
- Chirinos, M., Jimenez, J., Vilca, L., y Sota-Cano, F. (2014). *Análisis de la variabilidad genética entre 30 accesiones de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet.) usando marcadores molecular ISSR y microsateélites*. Lima, Perú.: En: Encuentro Científico Internacional (ECI).
- CINPC. (1962). International Commission for the Nomenclature of Cultivated Plants. International Union of Biological Science. Tradução do Inglês para o Português por Quitéria G. Pinto da Silva & A. R. Pinto da Silva. *CÓDIGO INTERNACIONAL DA NOMENCLATURA DAS PLANTAS CULTIVADAS. LISBOA. Direcção Geral Dos Serviços Agrícolas. 34 P.*
- CIRF. (1981). *Descriptores de Lupinos*. Roma, Italia.: Organización para la Agricultura y Alimentación de las Naciones Unidas Via delle Terme di Caracalla, Roma. Italia.
- De la cruz, N. (2018). *Caracterización Fenotípica y de Rendimiento de Ecotipos de Tarwi (Lupinus mutabilis Sweet.), Bajo Condiciones de Callejón de Huaylas - Ancash*. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina. Callejón de Huaylas, Ancash.

- DRA. Direccion Regional Agraria. (2018). *Oficina Estadística Agraria e Informática*. Puno, Perú.
- Echavarría, B. (2015). *Evaluación de Parámetros de Rendimiento de 13 Acciones de Tarwi (Lupinus mutabilis Sweet.) en la Comunidad de Manantial Pampa - Rosario - Acobamba - Huancavelica*. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Huancavelica.
- Enriquez, A. (1981). *Evaluación del Incremento de Nitrógeno al Suelo por el Cultivo de Tarwi (Lupinus mutabilis Sweet.)*. (Tesis de Pregrado). UNSAAC. Cusco, Perú.
- Enriquez, M. (2004). Potencial del “Tarwi.” La Paz, Bolivia.: CIPCA.
- Esquinas, T. (1982). *Los Recursos Fitogenéticos una Inversión Segura para el futuro*. Madrid , España.: Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos (F.A.O.)-I.N.I.A. Madrid.
- Frey, F., y Yabar, E. (1983). *Enfermedades y plagas de lupinus en el Perú*. Publicación GTZ, Eschborn, Alemania.
- Garay, O. (2015). *El Tarwi Alternativa para la Lucha Contra la Desnutrición Infantil*. (Primera Ed). Huancayo - Perú.: E.E. Agraria Santa Ana - Huancayo.
- García, L. (2000). El cultivo del cacao en la Amazonía peruana. *Ministerio de Agricultura*. 15-26pp.
- Gomez, O. (1986). Diseño de una trilladora de tarwi. En: Anales, V Congreso Internacional de Sistemas Agropecuarios Andinos. INIPA, CIID, ACIDI. Puno, Perú.
- Gross, R., und Von Baer, E. (1981). *Die Lupine. Eine neue Kulturpflanze in den Anden*. Alemania.: Pflanzenbau.
- Gross, R., Von Baer, F., Koch, F., Marquard, L., Trugo, L., y Wink, M. (1988). *Chemical composition of a new variety of the Andean lupinu (Lupinus mutabilis L.) with low alkaloid content*. J. Food Comp. Anal. 1, 353- 361.
- Gross,R., y Von Baer, E. (1978). *El Lupino - un nuevo cultivo en Los Andes*. En: *Proyecto Lupino*. En: Proyecto Lupino. Informe N° 2. Institutos Nacionales de Salud. Instituto

de Nutrición. Lima, Perú.

- Gross, R. (1982). El cultivo y la utilización del tarwi. *Estudio FAO, Producción y Protección Vegetal. N° 36. FAO, Roma.*, 236 p.
- Henríquez, P. (2002). Glosario de términos útiles para el manejo de los recursos fitogenéticos. *Instituto Interamericano de Cooperación Para La Agricultura IICA. San Salvador, El Salvador.*, 92.
- Holdridge, L. (1982). *Ecología basada en zonas de vida.* (IICA. 2. E). San José, Costa Rica.
- Huaman, G. (1999). *Selección y caracterización de entradas precoces de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet.) Bajo condiciones de Kayra.* (Tesis de Pregrado). UNSAAC. Cusco, Perú.
- IBPGR. (1981). *Lupin Descriptors.* FAO, Roma, Italia.: International Board For Plant Genetic Resources. División de Producción y Protección Vegetal.
- INAI. (2006). Los Usos Alternativos del Chocho. In *Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP. Estación Experimental Santa Catalina, EESC. Departamento de Nutrición y Calidad de los Alimentos.* Quito, Ecuador.: Boletín divulgativo N° 333.
- INIAP, 2001. (2001). *Manual Agrícola de Granos Andinos: chocho, quinua, amaranto y ataco, Cultivos, variedades y costos de producción.* Quito, Ecuador.: Manual N° 69.
- ITIS. (2018). *Integrated Taxonomic Information Systems (Lupinus mutabilis Sweet.)*. Estados Unidos.
- Jacobsen, S., y Mujica, A. (2004). Geographical distribution of the Andean lupin (*Lupinus mutabilis* Sweet). *En: Jacobsen, S.-E., C.R.*, 931–932.
- Jacobsen, S. y Mujica, A. (2006). *El tarwi (Lupinus mutabilis Sweet.) y sus parientes silvestres.* Univesidad Mayor de San Andres. La Paz, Bolivia.: Botánica Económica de los Andes Centrales.
- Jarrin, P. (2003). *Tratamiento del agua de desamargado del chocho (Lupinus mutabilis*

- Sweet.*) proveniente de la planta piloto de la estación Santa Catalina. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Riobamba-Ecuador.
- Lescano, J. (1994). *Genética y mejoramiento de Cultivos Altoandinos*. Puno, Perú.: Programa Interinstitucional de Waru Waru. Convenio: INADE/PELT COTESU.
- Linnaeus, C. (1751). *Philosophia Botánica. Terminorum. Stockholm, Acad. Imperial. Monspel. Berol. Tolos. Upsala., 67.*
- Little, T., y Hills, J. (1991). *Métodos Estadísticos para la Investigación en la Agricultura. Editorial Trillas, S.A. Mexico, D.F.*
- Luglio, C. (1980). *El cultivo del tarwi*. Proyecto Tarwi, Compañía Industrial La Unión, Cusco, Perú.
- Machaca, R. (2017). *Caracterización agronómica y morfológica de doce accesiones de maíz (Zea mays L.) altiplánico tolerantes al frío en CIP Camacani, Puno*. (Tesis de Pregrado). Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- Mamani, M. (1982). *Estudio Técnico – Económico, Producción del Tarwi en el Departamento de Puno*. Puno, Perú.
- McBride, F. (1943). *Flora of Peru. Field Museum of Natural History. Chicago.USA.: Botanical Series 13.*
- Meneses, R. (1996). *Las leguminosas en la Agricultura Boliviana*. Cochabamba, Bolivia.: Proyecto. Rhizobiología Bolivia. CIAT-CIF-PNLG-CIFP-WALL.
- Meza, G. (1974). *Estudio preliminar del ritmo de modulación simbiótica en el tarwi*. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Perú.
- Montgomery, C. (2002). *“Diseño y Análisis de Experimentos.”* México D.F. – México.: Editorial Limusa - Segunda Edición, Universidad Estatal de Arizona.
- Mujica A.; Jacobsen S.; Ortiz R.; Canahua A.; Galvez N.; Apaza V. (2001). *Investigaciones en Tarwi (Lupinus mutabilis Sweet.)*. Universidad Nacional del Altiplano - Puno, Perú.



- Mujica, A. (1977). *Tarwi (Lupinus mutabilis Sweet.)*. Puno, Perú.: Ministerio de Alimentación (Zona Agraria XII), Puno.
- Mujica, A. (1991). Catálogo del Banco de Germoplasma de los Cultivos Andinos tarwi, quinua, cañihua , oca, olluco, mashua. *Universidad Nacional Del Altiplano Puno, Escuela de Postgrado, IBPGR. Puno.*
- Mujica, A. (1994). *Potencial del tarwi dulce Inti (Lupinus mutabilis Sweet.) en los Andes peruanos*. En: Resúmenes de trabajos presentados en el VIII Congreso Internacional de Sistemas Agropecuarios Andinos. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.
- ONERN. (1985). *Programa de inventario y evaluación de los recursos naturales del departamento de Puno, Cap. V Suelos*. Lima, Perú.: Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales.
- Ortega, A. (1977). *Contenido de proteína en 160 muestras de semillas de la colección tarwi del Cusco*. Cusco, Perú.: (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional San Antonio Abad, Cusco.
- Plata, J. (2016). *Comportamiento agronómico de dos variedades de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet), bajo tres densidades de siembra en la comunidad Marka Hilata Carabuco*. (Tesis de Pregrado). Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andres. La Paz, Bolivia.
- Quenallata, J. (2008). *Evaluación de variedades agronómicas de cinco ecotipos de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) en dos comunidades del Municipio de Ancoraimes*. (Tesis de Pregrado). Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andres. La Paz, Bolivia.
- Quico, L. (2013). *Evaluación y Selección de noventa y tres líneas de tarwi (Lupinus mutabilis swee) para rendimiento de grano bajo condiciones de k'ayra- Cusco*. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Rios, A. (1983). *Evaluación de las Características Fenotípicas y Agronómicas de 37 clones del Germoplasma de arracacha (Arracacia xanthorrhiza Bancroff.) en el valle de Cajamarca*. (Tesis de Pregrado). Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Cajamarca. Perú.

- Rodriguez, G. (2005). (*Lupinus mutabilis* Sweet.). *CREAN.*, Argentina.
- Salis, A. (1985). Cultivos Andinos. Alternativa alimentaria popular. Centro de Estudios Rurales Andinos "Bartolomé de las casas." *CEDEP - AYLLU, Centro Para El Desarrollo Delos Pueblos.*
- Steel, R., y Torrie, J. (1985). *Bioestadística: Principios y Procedimientos.* Bogotá, Colombia.: Editorial McGRAW-HILL LATINOAMERICANA S. A. Impreso en Colombia.
- Suca, G., y Suca, C. (2015). Potencial del tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) como futura fuente proteínica y avances de su desarrollo agroindustrial. *Rev. Per. Quím. Ing. Quím., Vol. 18.*
- Suquilanda, M. (1984). *Cultivos asociados en el Ecuador: una experiencia. IV Congreso Internacional de Cultivos Andinos. Centro Regional de Investigaciones.* Obonuco, Pasto, ICA, Colombia.
- Tapia, M., y Fries, A. (2007). *Guía de Campo de los cultivos andinos.* FAO-ANPE, Lima, Perú.
- Tapia, M. (1980). *Lupinus silvestres del área andina del sur del Perú.* In *En: Primera mesa redonda internacional de Lupino.* Lima, Perú.
- Tapia M. (1981). *La producción de los granos andinos nativos y su aporte a la alimentación en el Perú.* En: *Curso sobre manejo de la producción agraria en laderas.* Huaraz, Perú.: Publ. IICA, N° 235.
- Tapia, M. (1984). *La nueva variedad de quinua Nariño.* Lima, Perú.: Informe técnico. PISCA, IICA/CIID.
- Tapia, M. (1990). *Cultivos Andinos Subexplotados y su aporte a la Alimentación.* FAO, Santiago de Chile.
- Tapia, M. (1997). *Cultivos Andinos Subexplotados y su aporte a la Alimentación.* FAO, Santiago, Chile.
- Tapia, M. (2000). *Cultivos Andinos subexplotados y su aporte a la Alimentación.*

Santiago de Chile.: Segunda Edición.

Tapia, M. (2015). *Mujeres Andinas en Camino: Promoción del producto tarwi de la Provincia de Huaylas hacia el mercado nacional e internacional en el marco rural del desarrollo sostenible*. (Primera Ed). Huaylas, Caraz, Ancash.

## ANEXOS

## ANEXO 1

**TABLA 39:** Datos de campo de altura de planta de 14 accesiones de tarwi (cm.).

BLOQ.	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14
I	140.1	140.1	142.4	132.3	129.4	129.6	146.1	131.2	130.7	105.2	152.1	124.2	106.8	110.6
II	152.5	118.6	158.5	134.5	167.3	132.2	160.9	126.2	165.4	158.0	148.3	140.0	121.0	143.3
III	169.5	154.3	161.4	116.9	168.3	129.2	133.2	134.1	151.4	129.1	168.5	139.1	105.4	135.4
IV	155.5	128.3	132.7	162.7	145.5	129.8	125.5	132.1	157.2	98.6	161.2	140.0	124.8	110.4
TOTAL	617.6	541.3	595.0	546.4	610.5	520.8	565.7	523.6	604.7	490.9	630.1	543.3	458.0	499.7
$\bar{X}$	154.4	135.3	148.8	136.6	152.6	130.2	141.4	130.9	151.2	122.7	157.5	135.8	114.5	124.9

**TABLA 40:** Datos de campo de número de eje secundario por planta de 14 accesiones de tarwi (número.)

BLOQ.	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14
I	9.0	8.7	8.4	7.9	8.4	6.2	8.6	10.5	9.5	9.5	10.0	9.2	9.0	7.9
II	10.9	7.7	9.9	8.1	9.3	7.9	10.1	7.4	11.5	9.4	9.1	9.4	8.1	10.0
III	9.4	9.7	8.6	7.9	11.0	7.6	8.5	10.1	9.2	9.0	10.0	9.1	5.6	8.5
IV	12.5	8.0	7.5	10.8	9.5	8.5	7.8	10.1	9.9	7.8	9.1	9.8	9.1	7.9
TOTAL	41.8	34.1	34.4	34.7	38.2	30.2	35.0	38.1	40.1	35.7	38.2	37.5	31.8	34.3
$\bar{X}$	10.5	8.5	8.6	8.7	9.6	7.6	8.8	9.5	10.0	8.9	9.6	9.4	8.0	8.6

**TABLA 41:** Datos de campo de número de vainas por eje central de 14 accesiones de tarwi (número.)

BLOQ.	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14
I	23.9	20.6	20.3	21.7	22.0	17.6	18.6	28.1	26.9	20.1	28.2	31.1	27.3	29.1
II	21.7	26.6	23.5	27.5	28.6	22.7	31.5	27.2	30.4	29.2	29.0	29.9	32.9	26.0
III	25.9	27.9	28.7	19.2	25.1	26.7	25.2	29.6	26.0	29.8	27.7	25.9	18.5	26.8
IV	26.4	28.3	23.3	25.7	28.3	26.8	23.9	27.6	27.8	23.6	28.7	25.0	27.1	30.8
TOTAL	97.9	103.4	95.8	94.1	104.0	93.8	99.2	112.5	111.1	102.7	113.6	111.9	105.8	112.7
$\bar{X}$	24.5	25.9	24.0	23.5	26.0	23.5	24.8	28.1	27.8	25.7	28.4	28.0	26.5	28.2

**TABLA 42:** Datos de campo de días a floración de 14 accesiones de tarwi (días.)

BLOQ.	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14
I	110	100	125	108	110	112	127	102	118	112	105	96	100	98
II	118	105	125	99	102	128	105	120	100	105	96	94	95	107
III	107	118	125	127	120	112	120	96	110	95	107	97	108	95
IV	112	100	128	109	102	125	116	98	108	112	118	94	105	115
TOTAL	447	423	503	443	434	477	468	416	436	424	426	381	408	415
$\bar{X}$	112	106	126	111	109	119	117	104	109	106	107	95	102	104

**TABLA 43:** Datos de campo de días a madurez fisiológica de 14 accesiones de tarwi (días.)

BLOQ.	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14
I	246	237	262	244	246	249	263	238	258	249	239	228	237	232
II	258	239	262	133	238	269	239	260	237	239	228	222	223	242
III	242	258	262	263	260	249	260	228	246	223	242	230	244	223
IV	249	237	269	245	238	262	253	232	244	249	258	222	239	251
TOTAL	995	971	1055	885	982	1029	1015	958	985	960	967	902	943	948
$\bar{X}$	249	243	264	221	246	257	254	240	246	240	242	226	236	237

**TABLA 44:** Datos de campo de longitud de vaina de 14 accesiones de tarwi (cm.)

BLOQ.	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14
I	10.2	10.2	11.5	10.4	9.7	10.9	11.6	9.1	10.4	9.2	10.7	9.6	9.8	9.7
II	10.8	10.6	11.6	11.1	11.0	11.3	11.5	9.6	10.6	10.0	10.3	9.8	9.0	10.0
III	10.7	11.0	11.9	11.0	10.74	11.5	11.2	10.1	10.8	9.9	10.5	9.9	9.8	10.1
IV	10.5	10.5	11.8	10.9	10.4	11.1	11.5	10.1	10.0	9.7	11.35	11.1	10.7	9.0
TOTAL	42.2	42.3	46.8	43.4	41.8	44.8	45.8	38.9	41.8	38.8	42.9	40.4	39.3	38.8
$\bar{X}$	10.6	10.6	11.7	10.9	10.5	11.2	11.5	9.7	10.5	9.7	10.7	10.1	9.8	9.7

**TABLA 45:** Datos de campo de diámetro de grano de 14 accesiones de tarwi (cm.)

BLOQ.	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14
I	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8	0.9	0.7	0.9	0.8	0.8	0.8	0.7	0.8
II	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8
III	0.8	0.9	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
IV	0.9	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.84	0.8	0.8	0.8
TOTAL	3.4	3.5	3.6	3.4	3.3	3.5	3.6	3.0	3.3	3.1	3.1	3.1	3.0	3.2
$\bar{X}$	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8

**TABLA 46:** Datos de campo de peso de 100 granos de 14 accesiones de tarwi (gr.)

BLOQ.	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14
I	24.2	22.9	30.8	25.1	24.8	23.8	31.0	16.7	24.3	18.8	25.2	18.5	13.8	22.0
II	28.3	26.9	31.0	26.6	25.6	27.6	28.8	22.0	27.2	20.8	24.0	20.7	20.0	21.9
III	27.4	27.4	32.8	26.7	26.1	30.4	29.9	22.2	24.1	22.6	26.2	19.5	20.7	20.5
IV	27.1	28.4	30.5	24.9	25.1	28.8	30.0	20.8	20.8	22.7	29.01	27.1	22.8	20.8
TOTAL	107.0	105.6	125.1	103.3	101.6	110.6	119.7	81.7	96.4	84.9	104.4	85.8	77.3	85.2
$\bar{X}$	26.8	26.4	31.3	25.8	25.4	27.7	29.9	20.4	24.1	21.2	26.1	21.5	19.3	21.3

**TABLA 47:** Datos de campo de rendimiento de grano del eje central de 14 accesiones de tarwi (gr.)

BLOQ.	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14
I	28.7	19.1	25.2	25.3	22.1	22.7	23.7	25.0	26.7	14.6	33.6	27.7	14.6	34.2
II	25.6	33.0	33.7	32.9	30.7	25.4	41.3	23.9	35.2	30.0	30.8	29.6	30.0	25.7
III	37.1	35.8	42.9	26.0	30.2	40.4	29.0	37.6	25.7	35.2	35.5	30.2	17.5	28.6
IV	30.2	36.1	31.2	29.8	27.4	35.2	35.1	25.8	26.4	24.0	36.67	32.6	30.7	27.7
TOTAL	121.6	124.0	133.0	114.0	110.4	123.7	129.1	112.3	114.0	103.8	136.6	120.1	92.8	116.2
$\bar{X}$	30.4	31.0	33.3	28.5	27.6	30.9	32.3	28.1	28.5	26.0	34.1	30.0	23.2	29.1

**TABLA 48:** Datos de campo de rendimiento de grano de los ejes laterales de 14 accesiones de tarwi (gr.)

BLOQ.	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14
I	18.7	7.7	13.5	13.7	12.6	12.0	16.5	8.7	28.3	18.7	24.4	33.9	3.0	12.3
II	24.5	31.2	23.6	35.7	40.4	26.9	18.8	26.6	39.4	46.7	30.3	36.8	32.1	29.6
III	24.5	19.8	43.8	22.4	30.0	28.0	34.3	62.0	19.9	23.0	24.3	33.8	17.8	36.1
IV	45.1	20.8	36.4	39.6	30.8	23.0	47.8	43.4	26.4	15.9	45.19	54.5	28.5	32.4
TOTAL	112.8	79.5	117.3	111.4	113.8	89.9	117.4	140.7	114.0	104.3	124.2	159.0	81.4	110.4
$\bar{X}$	28.2	19.9	29.3	27.9	28.5	22.5	29.4	35.2	28.5	26.1	31.0	39.8	20.4	27.6

**TABLA 49:** Datos de rendimiento por planta (REC+REL) de accesiones de tarwi (gr.)

(RPP)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14
REC	30.4	31	33.2	28.5	27.6	30.9	32.3	28.1	28.5	25.9	34.1	30	23.2	29.1
REL	28.2	19.9	29.3	27.9	28.4	22.5	29.4	35.2	28.5	26.1	31	39.8	20.4	27.6
$\Sigma$	58.6	50.9	62.5	56.4	56	53.4	61.7	63.3	57	52	65.1	69.8	43.6	56.7

**TABLA 50:** Datos de campo de adaptabilidad de 14 accesiones de tarwi (escala de vigor 1, 3, 5, 7, 9)

BLOQ.	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14
I	5	5	7	7	7	7	3	7	7	3	9	7	5	5
II	9	5	9	7	9	5	9	3	9	9	7	7	3	7
III	9	9	9	3	9	7	5	7	9	7	9	7	3	7
IV	9	5	7	9	9	7	7	5	9	5	9	7	5	5
TOTAL	32	24	32	26	34	26	24	22	34	24	34	28	16	24
$\bar{X}$	8	6	8	7	9	7	6	6	9	6	9	7	4	6

**TABLA 51:** Datos del rendimiento de grano de los ejes centrales (REC) de Kg/24m<sup>2</sup> por parcela experimental convertido a kg/ha del cultivo de tarwi en estudio.

TRAT.	ACCESIONES	Gramos/Planta	Kg/24 m <sup>2</sup>	Kg/Ha
T11	ACCESION PUNO 11	34.1	2.6598	1108.25
T3	H-6	33.2	2.5896	1079.00
T7	PATON GRANDE	32.3	2.5194	1049.75
T2	CHOLO FUERTE	31.0	2.4180	1007.50
T6	ANDENES	30.9	2.4102	1004.25
T1	YUNGUYO	30.4	2.3712	988.00
T12	ACCESION PUNO 12	30.0	2.3400	975.00
T14	ACCESION PUNO 14	29.1	2.2698	945.75
T4	SCG 22	28.5	2.2230	926.25
T9	COLECT UNCP	28.5	2.2230	926.25
T8	MG PUNO	28.1	2.1918	913.25
T5	ALTA GRACIA	27.6	2.1528	897.00
T10	SECCELAMBRA	25.9	2.0202	841.75
T13	ACCESION PUNO 13	23.2	1.8096	754.00

**TABLA 52:** Datos del rendimiento de grano de los ejes laterales (REL) de Kg/24m<sup>2</sup> por parcela experimental convertido a kg/ha del cultivo de tarwi en estudio.

TRAT.	ACCESIONES	Gramos/Planta	Kg/24 m <sup>2</sup>	Kg/Ha
T12	ACCESION PUNO 12	39.8	3.1044	1293.50
T8	MG PUNO	35.2	2.7456	1144.00
T11	ACCESION PUNO 11	31.0	2.4180	1007.50
T7	PATON GRANDE	29.4	2.2932	955.50
T3	H-6	29.3	2.2854	952.25
T9	COLECT UNCP	28.5	2.2230	926.25
T5	ALTA GRACIA	28.4	2.2152	923.00
T1	YUNGUYO	28.2	2.1996	916.50
T4	SCG 22	27.9	2.1762	906.75
T14	ACCESION PUNO 14	27.6	2.1528	897.00
T10	SECCELAMBRA	26.1	2.0358	848.25
T6	ANDENES	22.5	1.7550	731.25
T13	ACCESION PUNO 13	20.4	1.5912	663.00
T2	CHOLO FUERTE	19.9	1.5522	646.75

**TABLA 53:** Datos del rendimiento de grano por planta (RPP) de Kg/24m<sup>2</sup> por parcela experimental convertido a kg/ha del cultivo de tarwi en estudio.

TRAT.	ACCESIONES	Gramos/Planta	Kg/24 m <sup>2</sup>	Kg/Ha
T12	ACCESION PUNO 12	69.8	5.4444	2268.50
T11	ACCESION PUNO 11	65.2	5.0778	2115.75
T8	MG PUNO	63.2	4.9374	2057.25
T3	H-6	62.6	4.8750	2031.25
T7	PATON GRANDE	61.6	4.8126	2005.25
T1	YUNGUYO	58.6	4.5708	1904.50
T9	COLECT UNCP	57.0	4.4460	1852.50
T14	ACCESION PUNO 14	56.7	4.4226	1842.75
T4	SCG22	56.4	4.3992	1833.00
T5	ALTA GRACIA	56.0	4.3680	1820.00
T6	ANDENES	53.4	4.1652	1735.50
T10	SECCELAMBRA	52.0	4.0560	1690.00
T2	CHOLO FUERTE	50.9	3.9702	1654.25
T13	ACCESION PUNO 13	43.5	3.4008	1417.00

**TABLA 54:** Coeficientes de correlación simple de las características agronómicas con el rendimiento de la accesión yunguyo.

	ADP	NSP	NVC	LGV	REC	DMG	PCG	REL	DFL	DMF	RPP
ADP	1.000										
NSP	0.008 0.963	1.000									
NVC	-0.002 0.989	0.261 0.104	1.000								
LGV	0.173 0.287	0.110 0.499	0.098 0.547	1.000							
REC	-0.136 0.402	-0.188 0.244	0.017 0.919	-0.031 0.848	1.000						
DMG	-0.143 0.377	0.289 0.071	-0.005 0.973	0.139 0.392	-0.177 0.274	1.000					
PCG	0.111 0.497	0.040 0.806	-0.203 0.209	0.184 0.255	0.306 0.055	0.079 0.629	1.000				
REL	0.062 0.706	0.424 0.007**	0.191 0.238	0.203 0.209	0.053 0.744	0.303 0.058	0.262 0.103	1.000			
DFL	-0.200 0.217	0.251 0.118	-0.274 0.087	0.077 0.638	-0.347 0.028*	0.237 0.141	0.180 0.267	0.080 0.624	1.000		
DMF	-0.187 0.248	0.249 0.121	-0.275 0.086	0.082 0.617	-0.342 0.031*	0.232 0.149	0.188 0.246	0.075 0.645	1.000 <.0001**	1.000	
RPP	-0.117 0.471	0.092 0.573	0.113 0.489	0.075 0.647	0.722 <.0001**	0.052 0.752	0.398 0.011*	0.704 <.0001**	-0.209 0.195	-0.212 0.189	1.000

\*=Correlación significativa al nivel de 0.05

\*\*=Correlación significativa al nivel de 0.01

**TABLA 55:** Coeficientes de correlación simple de las características agronómicas con el rendimiento de la accesión cholo fuerte.

	ADP	NSP	NVC	LGV	REC	DMG	PCG	REL	DFL	DMF	RPP
ADP	1.000										
NSP	0.419 0.007**	1.000									
NVC	0.461 0.003**	0.124 0.448	1.000								
LGV	0.081 0.619	0.147 0.364	0.217 0.179	1.000							
REC	0.233 0.148	0.316 0.047*	0.540 0.001**	0.343 0.030*	1.000						
DMG	0.266 0.097	0.036 0.827	0.382 0.015*	0.175 0.279	0.118 0.470	1.000					
PCG	0.122 0.453	-0.372 0.018*	0.145 0.371	-0.063 0.701	0.109 0.502	0.139 0.394	1.000				
REL	0.132 0.418	-0.221 0.171	0.478 0.002**	0.146 0.367	0.247 0.125	0.283 0.077	0.321 0.043*	1.000			
DFL	0.622 <.0001**	0.309 0.052	0.260 0.106	0.298 0.062	0.299 0.061	-0.088 0.588	0.171 0.292	0.193 0.234	1.000		
DMF	0.660 <.0001**	0.348 0.028*	0.237 0.141	0.283 0.077	0.271 0.091	-0.084 0.606	0.153 0.345	0.061 0.710	0.982 <.0001**	1.000	
RPP	0.235 0.145	0.082 0.617	0.647 <.0001**	0.317 0.046*	0.819 <.0001**	0.247 0.125	0.264 0.100	0.759 <.0001**	0.315 0.048*	0.218 0.177	1.000

\*=Correlación significativa al nivel de 0.05

\*\*=Correlación significativa al nivel de 0.01

**TABLA 56:** Coeficientes de correlación simple de las características agronómicas con el rendimiento de la accesión h-6.

	ADP	NSP	NVC	LGV	REC	DMG	PCG	REL	DFL	DMF	RPP
ADP	1.000										
NSP	0.351 0.026*	1.000									
NVC	0.320 0.044*	0.299 0.061	1.000								
LGV	0.127 0.435	-0.109 0.505	0.202 0.212	1.000							
REC	0.222 0.168	0.072 0.658	0.424 0.006**	-0.042 0.799	1.000						
DMG	-0.246 0.125	-0.016 0.922	-0.087 0.595	0.103 0.528	-0.096 0.556	1.000					
PCG	-0.034 0.834	-0.334 0.035*	0.126 0.438	0.124 0.446	0.134 0.411	0.087 0.593	1.000				
REL	0.111 0.497	-0.006 0.970	0.359 0.023*	-0.050 0.761	0.313 0.049*	0.200 0.215	-0.041 0.804	1.000			
DFL	-0.556 0.001**	-0.269 0.094	-0.067 0.679	0.059 0.719	-0.120 0.461	0.449 0.004**	-0.130 0.426	0.257 0.109	1.000		
DMF	-0.556 0.001**	-0.269 0.094	-0.067 0.679	0.059 0.719	-0.120 0.461	0.449 0.004**	-0.130 0.426	0.257 0.109	1.000 <.0001**	1.000	
RPP	0.188 0.247	0.030 0.856	0.468 0.002**	-0.057 0.728	0.707 <.0001**	0.104 0.523	0.033* 0.840	0.893 <.0001**	0.135 0.407	0.135 0.407	1.000

\*=Correlación significativa al nivel de 0.05

\*\*=Correlación significativa al nivel de 0.01



**TABLA 57:** Coeficientes de correlación simple de las características agronómicas con el rendimiento de la accesión scg22.

	ADP	NSP	NVC	LGV	REC	DMG	PCG	REL	DFL	DMF	RPP
ADP	1.000										
NSP	0.557 0.001**	1.000									
NVC	0.486 0.002**	0.248 0.122	1.000								
LGV	-0.046 0.776	-0.056 0.734	-0.139 0.393	1.000							
REC	0.224 0.164	0.025 0.878	0.262 0.103	0.140 0.390	1.000						
DMG	-0.032 0.847	0.021 0.899	0.121 0.456	0.100 0.541	0.288 0.072	1.000					
PCG	-0.234 0.146	0.097 0.552	-0.008 0.962	-0.241 0.135	0.059 0.720	0.240 0.135	1.000				
REL	0.334 0.035*	0.100 0.541	0.443 0.004**	0.202 0.210	0.179 0.269	0.233 0.148	0.146 0.367	1.000			
DFL	-0.366 0.020*	-0.073 0.653	-0.655 <0.001**	-0.007 0.964	-0.223 0.166	-0.072 0.657	0.081 0.619	-0.290 0.070	1.000		
DMF	-0.025 0.877	-0.100 0.541	-0.581 <0.001**	-0.167 0.303	-0.276 0.085	-0.384 0.015*	-0.117 0.473	-0.340 0.032*	0.770 <0.001**	1.000	
RPP	0.372 0.018*	0.089 0.584	0.476 0.002**	0.228 0.157	0.658 <0.001**	0.328 0.039*	0.143 0.380	0.859 <0.001**	-0.338 0.033*	-0.404 0.010*	1.000

\*=Correlación significativa al nivel de 0.05

\*\*=Correlación significativa al nivel de 0.01

**TABLA 58:** Coeficientes de correlación simple de las características agronómicas con el rendimiento de la accesión altagracia.

	ADP	NSP	NVC	LGV	REC	DMG	PCG	REL	DFL	DMF	RPP
ADP	1.000										
NSP	0.259 0.107	1.000									
NVC	0.255 0.113	0.373 0.018*	1.000								
LGV	0.351 0.026*	-0.063 0.699	0.138 0.394	1.000							
REC	0.226 0.161	0.097 0.554	-0.041 0.800	0.007 0.965	1.000						
DMG	0.017 0.918	-0.026 0.875	0.102 0.531	0.008 0.962	0.007 0.965	1.000					
PCG	0.100 0.540	0.161 0.320	0.159 0.327	-0.032 0.846	0.121 0.458	-0.055 0.738	1.000				
REL	0.519 0.001**	0.068 0.678	0.419 0.007**	0.534 0.001**	0.382 0.015*	0.081 0.620	-0.003 0.985	1.000			
DFL	0.162 0.318	0.176 0.278	-0.289 0.070	-0.026 0.873	0.011 0.945	-0.230 0.153	0.069 0.674	-0.266 0.097	1.000		
DMF	0.220 0.172	0.194 0.229	-0.256 0.111	0.008 0.960	0.041 0.804	-0.216 0.180	0.077 0.639	-0.206 0.203	0.996 <0.001**	1.000	
RPP	0.472 0.002**	0.096 0.557	0.267 0.096	0.371 0.018*	0.772 <0.001**	0.059 0.717	0.059 0.716	0.882 <0.001**	-0.177 0.274	-0.121 0.458	1.000

\*=Correlación significativa al nivel de 0.05

\*\*=Correlación significativa al nivel de 0.01

**TABLA 59:** Coeficientes de correlación simple de las características agronómicas con el rendimiento de la accesión andenes.

	ADP	NSP	NVC	LGV	REC	DMG	PCG	REL	DFL	DMF	RPP
ADP	1.000										
NSP	0.228 0.157	1.000									
NVC	-0.088 0.589	0.154 0.343	1.000								
LGV	0.018 0.911	-0.245 0.128	-0.094 0.565	1.000							
REC	-0.119 0.466	0.040 0.805	0.327 0.040*	0.145 0.371	1.000						
DMG	0.146 0.369	0.284 0.076	0.308 0.053	0.020 0.903	0.226 0.160	1.000					
PCG	0.214 0.184	0.374 0.017*	0.428 0.006**	0.066 0.686	0.360 0.023*	0.357 0.024*	1.000				
REL	0.042 0.797	-0.089 0.585	0.372 0.018*	0.253 0.115	-0.002 0.992	0.124 0.448	0.366 0.020*	1.000			
DFL	0.077 0.638	0.290 0.069	0.181 0.263	-0.009 0.957	-0.102 0.531	0.205 0.204	0.130 0.426	0.238 0.140	1.000		
DMF	0.085 0.604	0.266 0.097	0.140 0.390	0.006 0.970	-0.145 0.372	0.204 0.207	0.108 0.507	0.248 0.122	0.989 <0.001**	1.000	
RPP	-0.054 0.740	-0.035 0.833	0.494 0.001**	0.282 0.078	0.707 <0.001**	0.248 0.124	0.514 0.001**	0.706 <0.001**	0.096 0.557	0.073 0.654	1.000

\*=Correlación significativa al nivel de 0.05

\*\*=Correlación significativa al nivel de 0.01

**TABLA 60:** Coeficientes de correlación simple de las características agronómicas con el rendimiento de la accesión patón grande.

	ADP	NSP	NVC	LGV	REC	DMG	PCG	REL	DFL	DMF	RPP
ADP	1.000										
NSP	0.439 0.005**	1.000									
NVC	0.318 0.046*	0.396 0.011*	1.000								
LGV	-0.022 0.892	-0.169 0.296	-0.166 0.305	1.000							
REC	0.009 0.954	-0.139 0.391	0.163 0.316	0.037 0.821	1.000						
DMG	0.105 0.520	0.181 0.263	0.145 0.372	-0.364 0.021*	-0.269 0.094	1.000					
PCG	0.175 0.280	-0.009 0.955	-0.161 0.321	-0.064 0.696	-0.198 0.220	0.081 0.620	1.000				
REL	-0.452 0.003**	-0.212 0.188	-0.115 0.480	0.056 0.733	0.123 0.450	-0.063 0.701	0.087 0.592	1.000			
DFL	-0.327 0.040*	-0.203 0.208	-0.690 <0.001**	0.016 0.924	-0.562 0.001**	0.096 0.554	0.250 0.119	-0.011 0.947	1.000		
DMF	-0.407 0.009**	-0.222 0.169	-0.648 <0.001**	-0.026 0.874	-0.550 0.001**	0.104 0.522	0.237 0.141	0.085 0.601	0.979 <0.001**	1.000	
RPP	-0.349 0.028*	-0.241 0.135	-0.003 0.984	0.063 0.698	0.630 <0.001**	-0.192 0.234	-0.037 0.818	0.848 <0.001**	-0.308 0.053	-0.227 0.160	1.000

\*=Correlación significativa al nivel de 0.05

\*\*=Correlación significativa al nivel de 0.01

**TABLA 61:** Coeficientes de correlación simple de las características agronómicas con el rendimiento de la accesión mg puno.

	ADP	NSP	NVC	LGV	REC	DMG	PCG	REL	DFL	DMF	RPP
ADP	1.000										
NSP	0.393 0.012*	1.000									
NVC	0.000 0.999	0.198 0.220	1.000								
LGV	0.115 0.480	-0.010 0.952	-0.156 0.337	1.000							
REC	-0.069 0.670	0.127 0.434	0.151 0.351	0.029 0.859	1.000						
DMG	-0.294 0.065	-0.023 0.888	-0.136 0.404	0.296 0.064	0.237 0.141	1.000					
PCG	-0.069 0.670	-0.126 0.440	0.031 0.849	0.356 0.024*	0.244 0.129	0.441 0.004**	1.000				
REL	0.031 0.849	-0.060 0.712	0.110 0.499	0.460 0.003**	0.466 0.002**	0.313 0.049*	0.436 0.005**	1.000			
DFL	-0.189 0.243	-0.494 0.001**	-0.143 0.380	-0.211 0.191	-0.380 0.016*	-0.271 0.091	0.134 0.410	-0.402 0.010*	1.000		
DMF	-0.191 0.239	-0.483 0.002**	-0.150 0.357	-0.232 0.149	-0.410 0.009**	-0.290 0.070	0.094 0.563	-0.449 0.004**	0.998 <0.001**	1.000	
RPP	0.004 0.980	-0.010 0.950	0.137 0.400	0.386 0.014*	0.689 <0.001**	0.329 0.038*	0.432 0.005**	0.962 <0.001**	-0.446 0.004**	-0.494 0.001**	1.000

\*=Correlación significativa al nivel de 0.05

\*\*=Correlación significativa al nivel de 0.01

**TABLA 62:** Coeficientes de correlación simple de las características agronómicas con el rendimiento de la accesión colect uncp.

	ADP	NSP	NVC	LGV	REC	DMG	PCG	REL	DFL	DMF	RPP
ADP	1.000										
NSP	0.241 0.134	1.000									
NVC	0.216 0.180	0.186 0.251	1.000								
LGV	-0.119 0.464	-0.087 0.595	-0.310 0.052	1.000							
REC	0.263 0.101	0.038 0.817	0.220 0.172	0.080 0.622	1.000						
DMG	-0.400 0.011*	0.090 0.580	0.007 0.965	0.002 0.990	-0.211 0.191	1.000					
PCG	0.126 0.440	0.141 0.386	0.187 0.247	0.220 0.172	0.434 0.005**	-0.066 0.685	1.000				
REL	0.188 0.246	0.226 0.160	0.319 0.045*	0.163 0.315	0.336 0.034*	-0.319 0.045*	0.416 0.008**	1.000			
DFL	-0.667 <0.001**	-0.281 0.080	-0.276 0.085	-0.053 0.747	-0.379 0.016*	0.469 0.002**	-0.255 0.112	-0.353 0.025*	1.000		
DMF	-0.684 <0.001**	-0.245 0.127	-0.240 0.136	-0.047 0.776	-0.324 0.042*	0.451 0.004**	-0.181 0.263	-0.271 0.091	0.986 <0.001**	1.000	
RPP	0.265 0.099	0.182 0.261	0.338 0.033*	0.157 0.333	0.734 <0.001**	-0.334 0.035*	0.513 0.001**	0.886 <0.001**	-0.441 0.004**	-0.355 0.025*	1.000

\*=Correlación significativa al nivel de 0.05

\*\*=Correlación significativa al nivel de 0.01

**TABLA 63:** Coeficientes de correlación simple de las características agronómicas con el rendimiento de la accesión seccelambra.

	ADP	NSP	NVC	LGV	REC	DMG	PCG	REL	DFL	DMF	RPP
ADP	1.000										
NSP	0.196 0.226	1.000									
NVC	0.614 <.0001**	0.163 0.315	1.000								
LGV	0.191 0.237	-0.234 0.146	0.247 0.124	1.000							
REC	0.497 0.001**	-0.042 0.796	0.550 0.001**	0.287 0.073	1.000						
DMG	-0.611 <.0001**	-0.167 0.303	-0.181 0.264	-0.072 0.661	-0.008 0.959	1.000					
PCG	-0.022 0.891	-0.273 0.088	0.307 0.054	0.381 0.015*	0.289 0.070	0.347 0.029*	1.000				
REL	0.707 <.0001**	0.228 0.156	0.480 0.002**	0.152 0.349	0.099 0.544	-0.535 0.001**	-0.119 0.464	1.000			
DFL	-0.479 0.002**	-0.074 0.651	-0.606 <.0001**	-0.310 0.051	-0.658 <.0001**	0.026 0.872	-0.298 0.062	-0.226 0.160	1.000		
DMF	-0.458 0.003**	-0.070 0.666	-0.597 <.0001**	-0.304 0.057	-0.652 <.0001**	0.007 0.966	-0.302 0.059	-0.203 0.208	1.000 <.0001**	1.000	
RPP	0.826 <.0001**	0.156 0.335	0.677 <.0001**	0.276 0.085	0.623 <.0001**	-0.425 0.006**	0.064 0.694	0.840 <.0001**	-0.537 0.001**	-0.516 0.001**	1.000

\*=Correlación significativa al nivel de 0.05

\*\*=Correlación significativa al nivel de 0.01

**TABLA 64:** Coeficientes de correlación simple de las características agronómicas con el rendimiento de la accesión puno 11.

	ADP	NSP	NVC	LGV	REC	DMG	PCG	REL	DFL	DMF	RPP
ADP	1.000										
NSP	0.425 0.006**	1.000									
NVC	0.133 0.413	0.359 0.023*	1.000								
LGV	-0.123 0.448	0.084 0.604	0.284 0.076	1.000							
REC	0.217 0.178	0.098 0.549	0.003 0.985	0.141 0.386	1.000						
DMG	0.095 0.560	0.181 0.263	0.057 0.725	-0.003 0.987	0.112 0.493	1.000					
PCG	0.224 0.164	-0.031 0.850	0.211 0.191	0.438 0.005**	0.228 0.157	-0.036 0.824	1.000				
REL	0.062 0.705	-0.126 0.440	0.075 0.647	0.342 0.031*	0.079 0.628	0.116 0.475	0.321 0.044*	1.000			
DFL	0.354 0.025*	-0.012 0.941	-0.020 0.901	0.358 0.023*	0.229 0.155	0.432 0.005**	0.519 0.001**	0.507 0.001**	1.000		
DMF	0.345 0.029*	-0.022 0.893	-0.015 0.925	0.362 0.022*	0.226 0.161	0.417 0.008**	0.523 0.001**	0.535 0.001**	0.999 <.0001**	1.000	
RPP	0.179 0.270	-0.034 0.834	0.058 0.724	0.341 0.031*	0.669 <.0001**	0.155 0.340	0.378 0.016*	0.794 <.0001**	0.517 0.001**	0.537 0.001**	1.000

\*=Correlación significativa al nivel de 0.05

\*\*=Correlación significativa al nivel de 0.01

**TABLA 65:** Coeficientes de correlación simple de las características agronómicas con el rendimiento de la accesión puno 12.

	ADP	NSP	NVC	LGV	REC	DMG	PCG	REL	DFL	DMF	RPP
ADP	1.000										
NSP	0.170 0.295	1.000									
NVC	-0.240 0.135	0.142 0.382	1.000								
LGV	-0.008 0.959	0.119 0.463	-0.067 0.680	1.000							
REC	-0.103 0.528	-0.048 0.769	-0.114 0.485	0.137 0.398	1.000						
DMG	0.100 0.539	-0.080 0.623	-0.208 0.198	0.450 0.004**	0.035 0.832	1.000					
PCG	0.302 0.059	0.237 0.141	-0.288 0.071	0.595 <.0001**	0.065 0.691	0.418 0.007**	1.000				
REL	0.242 0.133	0.032 0.845	-0.376 0.017*	0.323 0.042*	-0.096 0.556	0.348 0.028*	0.664 <.0001**	1.000			
DFL	-0.193 0.232	-0.111 0.497	0.001 0.995	-0.302 0.058	-0.100 0.540	0.120 0.463	-0.541 0.001**	-0.436 0.005**	1.000		
DMF	-0.228 0.157	-0.111 0.494	0.031 0.849	-0.317 0.047*	-0.111 0.497	0.116 0.476	-0.558 0.001**	-0.444 0.004**	0.997 <.0001**	1.000	
RPP	0.162 0.318	0.003 0.985	-0.399 0.011*	0.363 0.021*	0.450 0.004**	0.331 0.037*	0.630 <.0001**	0.846 <.0001**	-0.445 0.004**	-0.457 0.003**	1.000

\*=Correlación significativa al nivel de 0.05

\*\*=Correlación significativa al nivel de 0.01

**TABLA 66:** Coeficientes de correlación simple de las características agronómicas con el rendimiento de la accesión puno 13.

	ADP	NSP	NVC	LGV	REC	DMG	PCG	REL	DFL	DMF	RPP
ADP	1.000										
NSP	0.265 0.099	1.000									
NVC	0.385 0.014*	0.552 0.001**	1.000								
LGV	0.126 0.440	-0.188 0.246	-0.104 0.522	1.000							
REC	0.339 0.032*	0.154 0.344	0.321 0.044*	-0.123 0.450	1.000						
DMG	-0.015 0.928	-0.292 0.068	-0.337 0.034*	0.279 0.081	0.056 0.731	1.000					
PCG	0.321 0.044*	0.027 0.868	-0.154 0.343	0.056 0.733	0.342 0.031*	0.310 0.051	1.000				
REL	0.400 0.011*	-0.004 0.980	0.302 0.058	-0.030 0.854	0.703 <0.001**	0.177 0.275	0.576 0.001**	1.000			
DFL	-0.164 0.311	-0.353 0.025*	-0.733 <0.001**	0.269 0.093	-0.228 0.157	0.435 0.005**	0.258 0.107	-0.163 0.315	1.000		
DMF	-0.260 0.105	-0.264 0.100	-0.728 <0.001**	0.269 0.094	-0.411 0.009**	0.345 0.029*	0.043 0.790	-0.449 0.004**	0.947 <0.001**	1.000	
RPP	0.405 0.010*	0.080 0.626	0.332 0.036*	-0.081 0.621	0.907 <0.001**	0.184 0.255	0.501 0.001**	0.931 <0.001**	-0.216 0.181	-0.471 0.002**	1.000

\*=Correlación significativa al nivel de 0.05

\*\*=Correlación significativa al nivel de 0.01

**TABLA 67:** Coeficientes de correlación simple de las características agronómicas con el rendimiento de la accesión puno 14.

	ADP	NSP	NVC	LGV	REC	DMG	PCG	REL	DFL	DMF	RPP
ADP	1.000										
NSP	0.416 0.008**	1.000									
NVC	-0.169 0.297	0.067 0.681	1.000								
LGV	0.228 0.157	0.121 0.457	-0.040 0.808	1.000							
REC	-0.203 0.210	-0.141 0.387	0.073 0.653	0.095 0.559	1.000						
DMG	0.332 0.037*	0.222 0.169	-0.143 0.378	0.051 0.756	-0.260 0.105	1.000					
PCG	0.064 0.696	0.103 0.528	0.105 0.520	0.111 0.496	0.247 0.124	0.115 0.479	1.000				
REL	0.293 0.066	0.236 0.142	0.133 0.414	0.119 0.466	-0.310 0.051	0.081 0.618	-0.227 0.158	1.000			
DFL	-0.193 0.233	0.022 0.893	0.220 0.173	-0.493 0.001**	-0.217 0.178	0.147 0.366	-0.013 0.935	0.192 0.234	1.000		
DMF	-0.238 0.140	0.022 0.894	0.228 0.157	-0.499 0.001**	-0.172 0.289	0.096 0.557	0.039 0.811	0.067 0.683	0.984 <0.001**	1.000	
RPP	0.170 0.296	0.151 0.354	0.178 0.271	0.177 0.274	0.302 0.058	-0.078 0.634	-0.076 0.639	0.813 <0.001**	0.060 0.715	-0.039 0.813	1.000

\*=Correlación significativa al nivel de 0.05

\*\*=Correlación significativa al nivel de 0.01

### CROQUIS EXPERIMENTAL DEL ENSAYO NACIONAL DE TARWI.

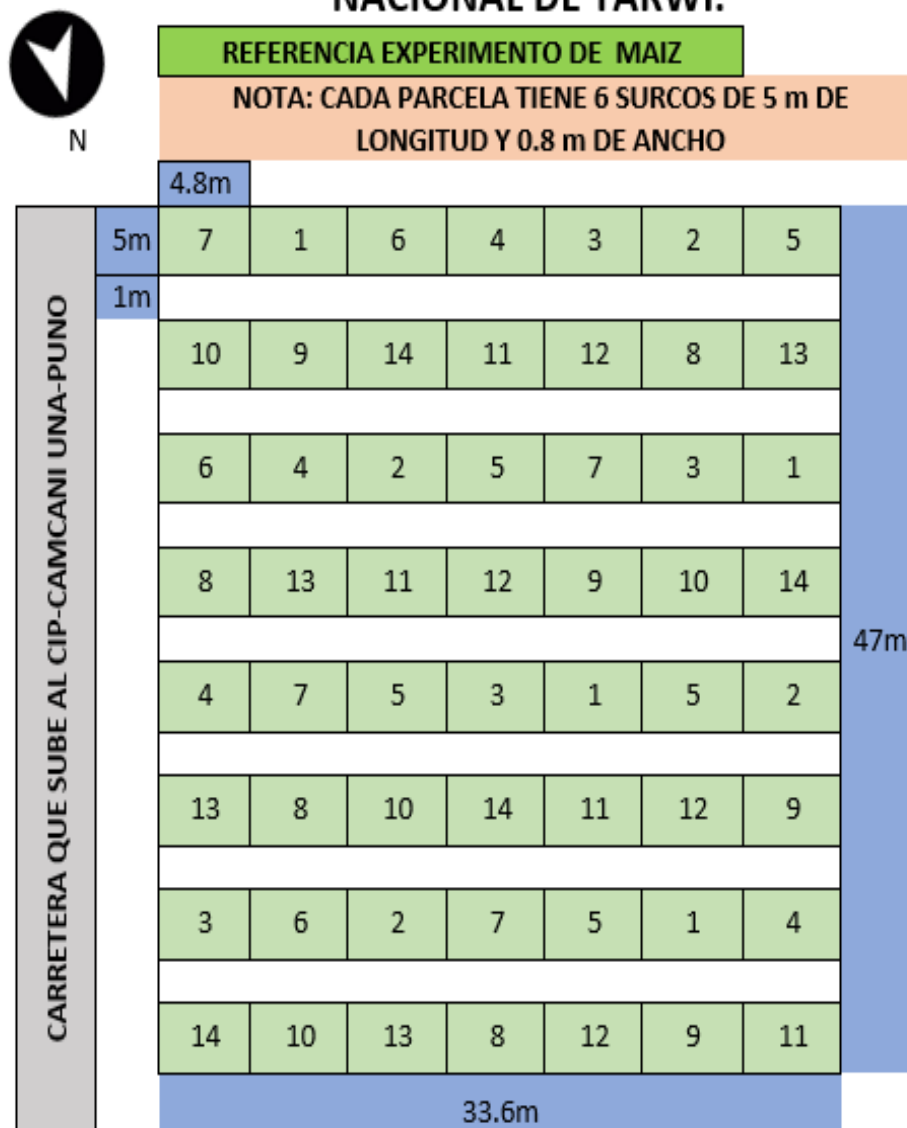


FIGURA 17: Croquis del área experimental y de la distribución de tratamientos.

 <b>SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DEL PERU</b>												
"SENAMHI ORGANO OFICIAL Y RECTOR DEL SISTEMA HIDROMETEOROLOGICO NACIONAL AL SERVICIO DEL DESARROLLO SOCIO ECONOMICO DEL PAIS"												
ESTACION: CO. 110820	CO. 115052	LATITUD	15°59'26,1"	DEPARTAMENTO	PUNO							
		LONGITUD	69°48'39"	PROVINCIA	PUNO							
RINCONDE LA CRUZ - ACORA		ALTITUD	3935 M.S.N.M	DISTRITO	ACORA							
<b>PARAMETRO : PROMEDIO MENSUAL DE TEMPERATURA MAXIMA EN °C.</b>												
<b>AÑOS</b>	<b>ENE.</b>	<b>FEB.</b>	<b>MAR.</b>	<b>ABRL.</b>	<b>MAY.</b>	<b>JUN.</b>	<b>JUL.</b>	<b>AGOT.</b>	<b>SET.</b>	<b>OCT.</b>	<b>NOV.</b>	<b>DIC.</b>
2017					14.6	14.6	14.4	15.8	15.1	16.7	18.1	16.7
2018	15.3	14.8	14.8	15								
<b>PARAMETRO : PROMEDIO MENSUAL DE TEMPERATURA MINIMA EN °C</b>												
<b>AÑOS</b>	<b>ENE.</b>	<b>FEB.</b>	<b>MAR.</b>	<b>ABRL.</b>	<b>MAY.</b>	<b>JUN.</b>	<b>JUL.</b>	<b>AGOT.</b>	<b>SET.</b>	<b>OCT.</b>	<b>NOV.</b>	<b>DIC.</b>
2017					-0.6	-1.3	-0.7	1.9	3.5	5.5	5.5	5.1
2018	5	5.3	5.4	3								
<b>PARAMETRO : PRECIPITACION TOTAL MENSUAL EN MM.</b>												
<b>AÑOS</b>	<b>ENE.</b>	<b>FEB.</b>	<b>MAR.</b>	<b>ABRL.</b>	<b>MAY.</b>	<b>JUN.</b>	<b>JUL.</b>	<b>AGOT.</b>	<b>SET.</b>	<b>OCT.</b>	<b>NOV.</b>	<b>DIC.</b>
2017					61.8	3.8	6.3	0	61.7	40.9	28.8	115.3
2018	166.3	178	106.4	74.2								
<b>PARAMETRO : PROMEDIO MENSUAL DE HUMEDAD RELATIVA EN %</b>												
<b>AÑOS</b>	<b>ENE.</b>	<b>FEB.</b>	<b>MAR.</b>	<b>ABRL.</b>	<b>MAY.</b>	<b>JUN.</b>	<b>JUL.</b>	<b>AGOT.</b>	<b>SET.</b>	<b>OCT.</b>	<b>NOV.</b>	<b>DIC.</b>
2017					68	70	70	62	78	67	66	75
2018	72	76	70	68								
RCC.												
INFORMACION PROCESADA PARA : JAVIER HUISA HUARCAYA (TESISTA)												
Puno 31 de Julio del 2018												

**FIGURA 18:** Datos meteorológicos de la Estación Rincón de la Cruz – Acora, SENAMHI.

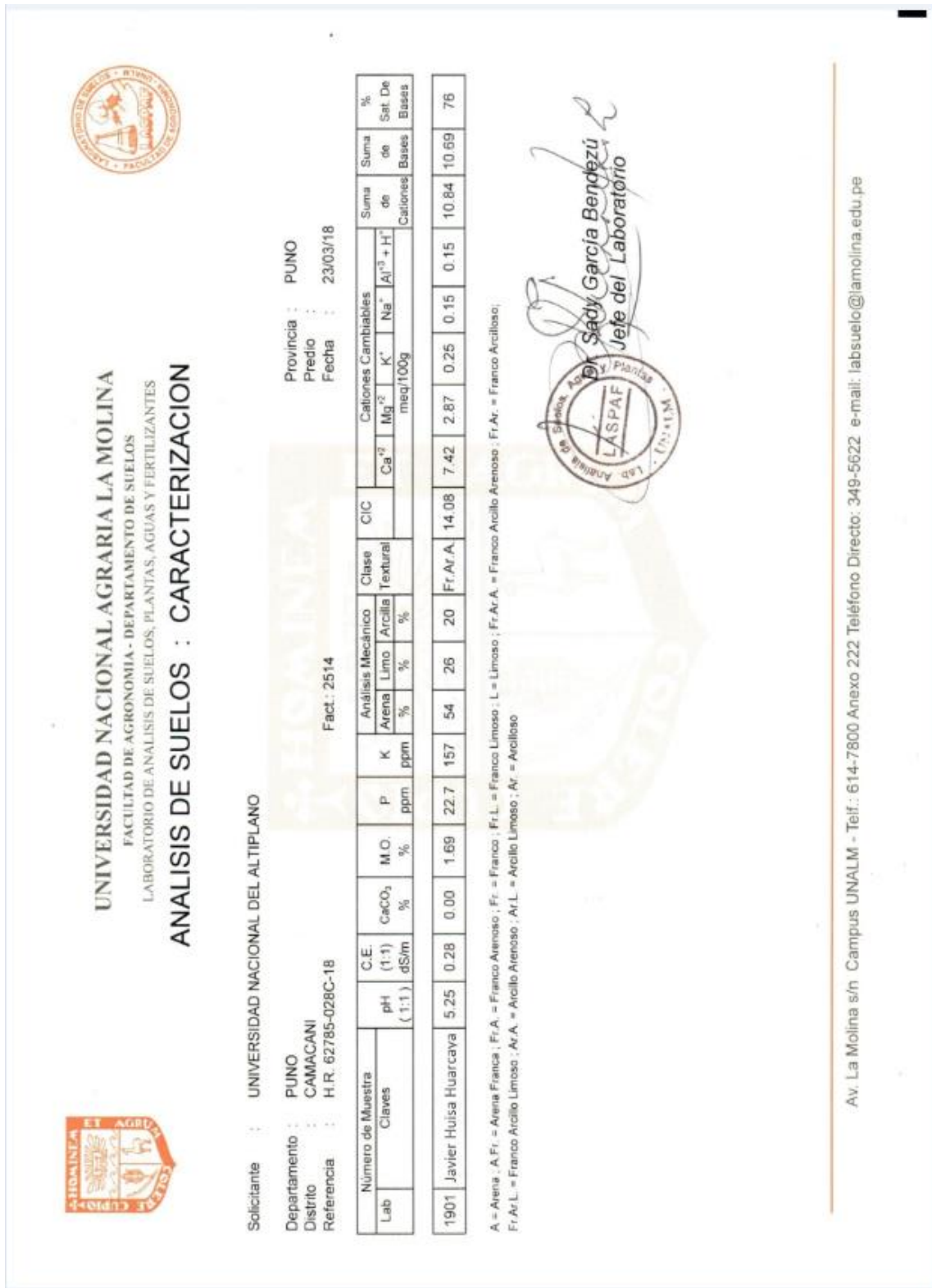


FIGURA 19: Análisis y caracterización del suelo experimental (UNALM).

## ANEXO 2

### PANEL FOTOGRAFICO



**FIGURA 20:** Ensayo Nacional de Tarwi.



**FIGURA 21:** Inicio de Floración de Tarwi.

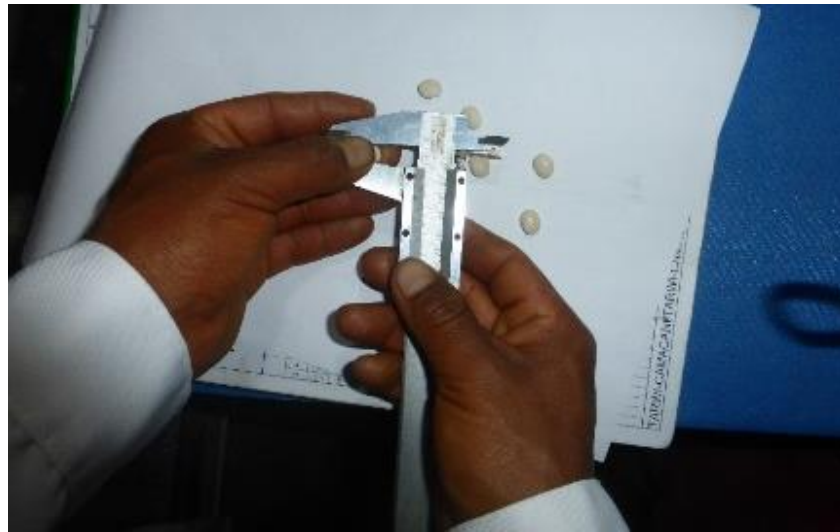




**FIGURA 22:** Labores Culturales en el Cultivo de Tarwi



**FIGURA 23:** Midiendo la Altura de Planta.



**FIGURA 24:** Midiendo el Diámetro de Grano de Tarwi.



**FIGURA 25:** Evaluación de la Floración y Plagas en el Cultivo de Tarwi.



**FIGURA 26:** Cultivo de Tarwi en plena Floración.



**FIGURA 27:** Madurez Fisiológica del Cultivo de Tarwi