



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



**CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA Y SELECCIÓN POR
RENDIMIENTO DE GRANO DE 10 GENOTIPOS DE TARWI
(*Lupinus mutabilis* Sweet) PARA SU LIBERACIÓN COMO NUEVAS
VARIETADES EN CONDICIONES DEL CENTRO
EXPERIMENTAL CAMACANI, PUNO- PERÚ**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. CINTHIA MARLENI ANCCORI QUISPE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PUNO – PERÚ

2021



DEDICATORIA

Dedico a mis queridos padres Octavio y Flora por depositar su confianza en mí y brindarme su apoyo, por sus grandes esfuerzos durante mi formación profesional y por inculcarme valores y principios, por hacer de mí una mejor persona.

A mis amigos (as) y compañeros (as), por darme su aliento para seguir adelante, por siempre estar presentes durante mi formación profesional, pero sobre todo durante la ejecución de mi tesis.

A mis hermanos; Zarela, René, Raquel, Maycol y mi querido sobrino Gabriel, quienes con sus palabras de aliento hicieron que siga adelante con el cumplimiento de mis metas y objetivos, junto a mis queridas mascotas.

A mi querida abuelita Dominga por todo su cariño y en memoria a mi pequeña Lyanna por ser mi mayor inspiración.

Cinthia M. Ancori Quispe



AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ciencias Agrarias y la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, a sus docentes, su personal administrativo que siempre estuvieron dispuestos a apoyarme durante mi formación profesional y sobre todo durante la ejecución de mi tesis.

Al proyecto “mejoramiento genético de granos andinos”, en convenio con la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, la Universidad de Hohenheim – Alemania y la empresa KWS – Alemania. Por su apoyo y por brindarme las facilidades durante la ejecución de mi trabajo de investigación.

A todos los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, por su gran apoyo y por haber compartido sus valiosos conocimientos durante toda mi formación académica.

A los miembros del jurado, al presidente del jurado D.Sc. Silverio Apaza Apaza, al M.Sc. Fredy Grimaldo Calizaya Llatasi segundo miembro jurado, y al M.Sc. Saturnino Marca Vilca tercer miembro del jurado, por todo el apoyo brindado de cada uno de los miembros del jurado.

A al M.Sc. Flavio Isla Lozano, Ph.D. Ángel Mauricio Holguer Mujica Sánchez por el apoyo que me brindaron y sobre todo por compartir sus conocimientos y aportar en la ejecución del presente trabajo de investigación.

A mis queridos amigos que siempre estuvieron conmigo brindándome su apoyo y por darme siempre la fuerza y su apoyo incondicional y que de alguna forma colaboraron para la elaboración de mi trabajo de investigación. Como también así mismo para todas las personas que directamente o indirectamente me apoyaron en la finalización de mi trabajo de investigación.

Cinthia M. Ancori Quispe



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE DE FIGURA

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN.....12

ABSTRACT.....13

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Objetivo general.....16

1.2. Objetivos específicos.....16

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. CULTIVO DE TARWI.....17

2.1.1. Origen y distribución del tarwi 17

2.1.2. Clasificación Taxonómica..... 18

2.1.3. Cultivo de tarwi en el Perú..... 19

2.1.4. Parientes silvestres 19

2.2. IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE TARWI.....19

2.3. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL TARWI.....21

2.3.1. Raíz.....21

2.3.2. Tallo 21

2.3.3. Hoja..... 22

2.4. FENOLOGÍA DEL TARWI.....25

2.4.1. Emergencia..... 25

2.4.2. Primera hoja verdadera..... 25

2.4.3. Formación del racimo en el tallo central 25

2.4.4. Floración..... 25

2.4.5. Envainado..... 25

2.4.6. Maduración de las vainas 25

2.4.5. Madurez fisiológica..... 25

2.5. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS DEL CULTIVO.....26



2.5.1. Suelo.....	26
2.5.2. Clima	26
2.5.3. Precipitación pluvial.....	27
2.5.4. Temperatura	27
2.5.5. Fotoperiodo	28
2.6. MANEJO AGRONÓMICO.....	28
2.6.1. Preparación del terreno.....	28
2.6.2. Época de siembra	28
2.6.3. Densidad de siembra	28
2.6.4. Siembra.....	29
2.6.5. Deshierbe.....	29
2.6.6. Aporque	30
2.6.7. Cosecha	30
2.6.8. Postcosecha	30
2.6.9. Ensayos comparativos de rendimiento	31
2.7. VARIEDAD VEGETAL.....	31
2.8. GENOTIPO.....	32
2.9. CARACTERIZACIÓN.....	32
2.10. VARIABILIDAD Y DIVERSIDAD GENÉTICA DEL TARWI.....	32
2.11. BANCO DE GERMOPLASMA.....	32
2.12. DISEÑO BLOQUES COMPLETAMENTE AL AZAR.....	33
2.13. ANTECEDENTES.....	33

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DEL EXPERIMENTO.....	38
3.1.1. Ubicación política	38
3.1.2. Ubicación geográfica	38
3.1.3. Extensión superficial.....	38
3.2. HISTORIAL DEL CAMPO EXPERIMENTAL.....	39
3.3 ANÁLISIS DEL SUELO Y CLIMATOLOGÍA.....	39
3.3.1. Análisis de suelo.....	39
3.3.2. Climatología y ecología	40
3.3.3. Temperatura	40
3.3.4. Precipitación:.....	41



3.4. MATERIAL DE ESTUDIO.....	42
3.4.1. Material genético.....	42
3.5. MATERIAL DE CAMPO.....	43
3.6. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL.....	43
3.6.1. Características del campo experimental.....	43
3.7. TIPO O NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	44
3.8. HIPÓTESIS.....	44
3.8.1. Hipótesis general.....	44
3.8.2. Hipótesis específicas.....	45
3.9. DISEÑO ESTADÍSTICO.....	45
3.10. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN EN CAMPO.....	46
3.10.1. Preparación del suelo.....	46
3.10.2. Surcado, marcado y abonado.....	46
3.10.3. Siembra.....	46
3.10.4. Control de malezas.....	46
3.10.5. Aporque.....	47
3.10.6. Cosecha.....	47
3.10.7. Trilla.....	47
3.11. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS.....	48
3.12. RENDIMIENTO.....	48
3.13. VARIABLES DE ESTUDIO.....	49
3.14. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	49

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE 10 GENOTIPOS DE TARWI (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet).....	50
4.1.1. Días a prefloración.....	50
4.1.2. Días a floración.....	52
4.1.3. Número de inflorescencias laterales por planta.....	53
4.1.4. Número de vainas por inflorescencia central.....	55
4.1.5. Número de vainas por inflorescencia lateral.....	56
4.1.6. Número de vainas por planta.....	57
4.1.7. Altura de la planta.....	59
4.1.8. Diámetro del tallo.....	60



4.1.9. Formación de vainas.....	61
4.1.10. Longitud de la vaina.....	63
4.1.11. Ancho de la vaina.....	64
4.1.12. Espesor de la vaina.....	65
4.1.13. Número de lóculos por vaina.....	66
4.1.14. Peso de 100 semillas.....	67
4.1.15. Poder germinativo.....	69
4.2. RENDIMIENTO DE GRANO DE 10 GENOTIPOS DE TARWI (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet).....	70
4.2.1. Número de granos por vaina.....	70
4.2.2. Peso fresco del follaje por planta.....	71
4.2.3. Rendimiento de grano por planta.....	72
4.2.4. Rendimiento por hectárea.....	74
4.2.5. Índice de cosecha.....	75
V. CONCLUSIONES.....	77
VI. RECOMENDACIONES.....	78
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79
ANEXOS.....	84

Área : Ciencias Agrícolas

Línea : Manejo Agronómico de Cultivos

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 09 de diciembre 2021



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura N°1: Hoja de tarwi, campaña agrícola 2019 – 2020.....	23
Figura N°2: Inflorescencia del tarwi, campaña agrícola 2019 – 2020.....	24
Figura N°3: Vaina de tarwi, campaña agrícola 2019 – 2020.....	24
Figura N°4: Fenología del tarwi	26
Figura N°5: Ubicación del C.E. - Camacani de la UNA - Puno, campaña agrícola 2019 - 2020. 39	
Figura N°6: Promedio de temperatura máxima y mínima de la campaña agrícola 2019 – 2020.....	41
Figura N°7: Precipitación mensual de la campaña agrícola 2019 – 2020.	42
Figura N°8: Días a prefloración de los 10 genotipos de tarwi, campaña agrícola 2019 - 2020.....	51
Figura N°9: Días a floración de los 10 genotipos de tarwi, campaña agrícola 2019 - 2020.....	52
Figura N°10: Número de inflorescencias laterales de los 10 genotipos de tarwi, campaña agrícola 2019 - 2020.	54
Figura N°11: Número de vainas por inflorescencia central de los 10 genotipos de tarwi, campaña agrícola 2019 - 2020.	55
Figura N°12: Número de vainas por inflorescencia lateral de los 10 genotipos de tarwi, campaña agrícola 2019 - 2020.	56
Figura N°13: Número de vainas por planta de los 10 genotipos de tarwi, campaña agrícola 2019 - 2020.	58
Figura N°14: Altura de planta de los 10 genotipos de tarwi, campaña agrícola 2019 - 2020.....	60
Figura N°15: Diámetro del tallo de los 10 genotipos de tarwi, campaña agrícola 2019 - 2020.....	61
Figura N°16: Formación de vainas de los 10 genotipos de tarwi, campaña agrícola 2019 - 2020. 62	
Figura N°17: Longitud de la vaina de los 10 genotipos de tarwi, campaña agrícola 2019 - 2020. 63	
Figura N°18: Ancho de vaina de los 10 genotipos de tarwi, campaña agrícola 2019 - 2020.....	64
Figura N°19: Espesor de la vaina de los 10 genotipos de tarwi, campaña agrícola 2019 - 2020.....	66
Figura N°20: Número de lóculos por vaina de los 10 genotipos de tarwi, campaña agrícola 2019 - 2020.	67
Figura N°21: Peso de 100 semillas de los 10 genotipos de tarwi, campaña agrícola 2019 - 2020.	68



Figura N°22: Poder germinativo de los 10 genotipos de tarwi, campaña agrícola 2019-2020.....	69
Figura N°23: Número de grano por vaina de los 10 genotipos de tarwi, campaña agrícola 2019 - 2020.	71
Figura N°24: Peso fresco de follaje por planta de los 10 genotipos de tarwi, campaña agrícola 2019 - 2020.	72
Figura N°25: Comportamiento del rendimiento de grano por planta de los 10 genotipos de tarwi, campaña agrícola 2019 - 2020.	73
Figura N°26: Comportamiento del rendimiento por hectárea de los 10 genotipos de tarwi, campaña agrícola 2019 - 2020.....	74
Figura N°27: Comportamiento del índice de cosecha de los 10 genotipos de tarwi, campaña agrícola 2019 - 2020.	76



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1: Composición química del cultivo de tarwi y la soya	20
Tabla N°2:El porcentaje de alcaloides del Tarwi	20
Tabla N°3: Estimación de densidad de siembra del cultivo de tarwi.	29
Tabla N°4: Análisis físico químico del suelo del campo experimental.....	40
Tabla N°5: Diez genotipos de tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) seleccionados para el trabajo de investigación en la campaña agrícola 2019 - 2020.	42
Tabla N°6: Malezas encontradas en el campo experimental del cultivo de tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) de la campaña agrícola 2019 - 2020.	47
Tabla N°7: Variables de estudios del trabajo de investigación de los 10 genotipos de tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) de la campaña agrícola 2019 – 2020.	49
Tabla N°8: Análisis de varianza para las características agronómicas, días a prefloración, días a floración y número de inflorescencia lateral, de 10 genotipos de tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) campaña agrícola 2019 – 2020.	50
Tabla N°9: Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$), para la variable de días a prefloración, campaña agrícola 2019 – 2020.....	51
Tabla N°10: Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$), para la variable Número de inflorescencias laterales, campaña agrícola 2019 – 2020.	53
Tabla N°11: Análisis de varianza para las características agronómicas, número de vainas por inflorescencia central, número de vainas por inflorescencia lateral y número de vainas/planta, de 10 genotipos de tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) campaña agrícola 2019 – 2020.	54
Tabla N°12: Análisis de varianza de las características agronómicas, altura de planta, diámetro de tallo y formación de vainas de 10 genotipos de tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) campaña agrícola 2019 – 2020.	59
Tabla N°13: Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$), para la variable altura de la planta, campaña agrícola 2019 – 2020.....	59
Tabla N°14: Análisis de varianza de las características agronómicas, longitud, ancho y espesor de la vaina los 10 genotipos de tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) campaña agrícola 2019 /2020.	62
Tabla N°15: Análisis de varianza de las características agronómicas, número de lóculos/vaina, peso de 100 semillas y poder germinativo de 10 genotipos de tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) campaña agrícola 2019 – 2020.	66
Tabla N°16: Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$), para la variable peso de 100 semillas, campaña agrícola 2019 – 2020.....	68
Tabla N°17: Análisis de varianza de rendimiento de grano, Número de grano/vaina, Peso fresco del follaje por planta y rendimiento de grano/planta, de 10 genotipos de tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) campaña agrícola 2019 – 2020.....	70
Tabla N°18: Análisis de varianza de rendimiento de grano e índice de cosecha, de 10 genotipos de tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) campaña agrícola 2019 – 2020.....	74



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

BLOQ	:Bloques
C.E.	:Centro Experimental
CGIAR	:Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional
CIRF	:Consejo Internacional de Recursos Filogenéticos
C.V.	:Coeficiente de Variabilidad
DBCA	:Diseño de Bloques Completamente al Azar
INIA:	:Instituto Nacional de Innovación Agraria
n.s.	:No Significativo
S.C.	:Suma de Cuadrados
SCG.	:Selección Color Grano
SENAMHI	:Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
SIG\leq0.05	:Significancia alfa 0.05
UNCP	:Universidad Nacional del Centro del Perú
%	:Porcentaje
*	:Significativo
**	:Altamente Significativo



RESUMEN

El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), conocido también como tauri o chocho, es una fabácea de origen andino. En el Perú se viene cultivado en diferentes zonas de la sierra, entre ellos en la región de Puno, el problema que afronta el cultivo, es por la falta de variedades precoces, bajos rendimientos y la poca aceptación de los productores por la presencia de alcaloides que le da el sabor amargo. El trabajo de investigación se desarrolló en el Centro Experimental Camacani de la Universidad Nacional Altiplano – Puno, distrito de Platería, provincia y región Puno, durante la campaña agrícola 2019/2020, con el objetivo de evaluar las características agronómicas sobresalientes y de mayor rendimientos de grano de 10 genotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), el experimento fue desarrollado con el diseño de bloques completamente al azar, con 10 tratamientos, 4 repeticiones, con un total de 40 unidades experimentales y 20 variables evaluadas, se realizaron el análisis de variancia y para la comparación de promedios se utilizó la prueba de Tukey. El análisis estadístico presentó los siguientes resultados: en relación a las características agronómicas, el genotipo Seccelambra que destacó en la prefloración, floración y la formación de vainas ocurrió a los 100, 120 y 141 días, respectivamente, en el índice de cosecha con 24.59%; el genotipo Acceso 13 destacó por el número de vainas con 102 vainas/planta, en diámetro del tallo con 20.89 mm y en espesor de la vaina con 8.79 mm, el genotipo Colec UNCP destacó en altura de la planta con 127 cm y en ancho de la vaina con 18 mm; el genotipo Andenes 80 destacó en longitud de la vaina con 11.44 cm y en peso de 100 semillas con 24g, finalmente el genotipo SCG – 22 destacó en número de lóculos presentando 7 lóculos; en relación al rendimiento de grano, el genotipo SCG – 22 destacó en número de grano con 7 granos/vaina; el genotipo H-6 sobresalió en peso fresco del follaje con 276.25g/planta, en rendimiento de grano con 56.94g y en rendimiento real con 1779.3 kg/ha.

Palabras clave: Características agronómicas, genotipos, *Lupinus mutabilis* Sweet, rendimiento y grano.



ABSTRACT

The tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), also known as tauri or chocho, is a fabaceae of Andean origin. In Peru it has been cultivated in different areas of the mountains, among them in the Puno region, the problem facing the cultivation is due to the lack of early varieties, low yields and the little acceptance of the producers due to the presence of the alkaloid which gives the bitter taste. The research work was developed at the Camacani Experimental Center of the Altiplano National University - Puno, Platería district, Puno province and region, during the 2019/2020 agricultural season, with the aim of evaluating the outstanding agronomic characteristics and the highest yields of grain of 10 genotypes of tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), the experiment was developed with a completely randomized block design, with 10 treatments, 4 repetitions, with a total of 40 experimental units and 20 evaluated variables, the variance analysis was performed and for the comparison of means the Tukey test was used. The statistical analysis presented the following results: in relation to the agronomic characteristics, the Seccelambra genotype that stood out in pre-flowering, flowering and pod formation occurred at 100, 120 and 141 days, respectively, in the harvest index with 24.59% ; The Accession 13 genotype stood out for the number of pods with 102 pods / plant, in stem diameter with 20.89 mm and in pod thickness with 8.79 mm, the Colec UNCP genotype stood out in plant height with 127 cm and in width of the sheath with 18 mm; the Andenes 80 genotype stood out in pod length with 11.44 cm and in weight of 100 seeds with 24g, finally the SCG-22 genotype stood out in number of locules presenting 7 locules; Regarding grain yield, the SCG-22 genotype stood out in grain number with 7 grains / pod; the H-6 genotype stood out in fresh weight of the foliage with 276.25g / plant, in grain yield with 56.94g and in real yield with 1779.3 kg / ha.

Keywords: Agronomic characteristics, genotypes, *Lupinus mutabilis* Sweet, yield and grain.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El tarwi, conocido como chocho en Ecuador y norte del Perú, tarhui al sur del Perú y Bolivia, altramuza o lupino en España, es una fabácea de origen andino, perteneciente a la familia fabaceae, género *Lupinus*, cuyo nombre científico es *Lupinus mutabilis* Sweet. Siendo domesticada hace más de 1500 años en la época del imperio incaico, es un alimento significativo en la dieta de los pobladores alto andinos (Jacobsen y Mujica, 2006).

Tapia (1981), indica que el cultivo se 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 en 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 proteínas y un 20% en aceites en sus granos.

En el continente americano existe dos centros de mayor concentración de las especies de género *Lupinus*, estos son: California en los Estados Unidos que constituye un centro de distribución en cuanto a número de especies y su diversidad, y el otro centro son los Andes Centrales, desde el sur de Colombia hasta Bolivia, donde se siembra en pequeñas parcelas. Estas se ubican en las partes medias (2200 – 3500 m.s.n.m.) de los valles interandinos; el valle del Mantaro, el valle del Vilcanota (Cusco), Ayacucho y Abancay en Perú y Cochabamba, Potosí, Sucre en Bolivia son a la vez los mayores centros de diversidad. Alrededor del Lago Titicaca el cultivo está concentrado en las provincias



de Yunguyo y Pomata en el Perú, en suelos arenosos a 3800 m.s.n.m. y son las variedades más tolerantes al frío y de crecimiento precoz (Lescano, 1994).

El tarwi muestra una amplia diversidad genética con gran variabilidad en la arquitectura de la planta, adaptación a suelos, precipitación, temperatura, altitud y periodo vegetativo. Así mismo, varía en precocidad, contenido de proteínas, aceites, alcaloides, rendimiento y tolerancia a plagas y enfermedades. El color del grano, planta y flor es variable. Su centro de origen está ubicado en la región andina de Bolivia, Ecuador y Perú, ya que en ellas se encuentra la mayor variabilidad genética. En esta región se han identificado 83 especies del género *Lupinus* (Jacobsen y Mujica, 2006).

El tarwi o chocho, es una leguminosa de gran potencial no solo para la alimentación humana, sino también para la alimentación de animales. Sin embargo, varias características desfavorecen y limitan al cultivo, en particular su crecimiento indeterminado y su alto contenido de alcaloides, que le da un sabor amargo la cual debe ser eliminado, mientras que presentan rendimientos son muy bajos, el promedio regional alcanza los 400 kg/ha, mejorando la utilización tecnológica del cultivo los rendimientos vendrían a incrementarse significativamente, el cultivo de tarwi viene adquiriendo gran importancia, considerando además el valor en la alimentación y el mercado cada vez más creciente (DRA, 2013).

En el altiplano peruano solo se espera la producción del eje central de la planta y en el mejor de los casos, de sus ramas primarias; la adaptación de diferentes ecotipos en condiciones del altiplano peruano, es de mucha importancia debido a que se siembra actualmente, a pesar de su gran variabilidad, con mas 319 accesiones en el banco de germoplasma de la Universidad Nacional del Altiplano, Puno- Perú (Mujica, 1991), son



de bajos rendimientos, muy tardíos de 207 a 250 días de periodo vegetativo (Mujica, 1994).

En la región de Puno, además de ser una de las principales regiones que cultivan tarwi, el problema que viene afrontando este cultivo es por la poca aceptación por los productores debido a diversos factores. Siendo uno de ellos en no contar con genotipos con buenas características agronómicas y baja productividad por hectárea. Sin embargo, en el banco de germoplasma existen genotipos con características agronómicas y de rendimiento variable, que es necesario identificar y seleccionar por sus características favorables, para factores ambientales de Puno. Por las consideraciones expuestas, el trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar las características agronómicas y el rendimiento de grano de 10 ecotipos de tarwi para su liberación como nueva variedades en condiciones agroecológicas del Centro Experimental Camacani de la Universidad Nacional del Altiplano. Planteandose así los siguientes objetivos:

1.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar las características agronómicas de los 10 genotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y seleccionar por el mayor rendimiento de grano para ser liberado como nueva variedad en las condiciones del Centro Experimental Camacani, Puno – Perú.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Evaluar las características agronómicas de 10 genotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en condiciones del Centro Experimental Camacani, Puno – Perú.
- b) Seleccionar de 10 genotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) por el mayor rendimiento de grano en condiciones del Centro Experimental Camacani, Puno – Perú.



CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. CULTIVO DE TARWI

El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), conocido también como tauri o chocho, es una Fabaceae utilizada como alimento desde tiempos preincaicos en los países andinos. Se caracteriza por contener altos porcentajes de proteínas y grasa, fijar nitrógeno atmosférico en el suelo, tiene sabor amargo debido a su contenido de alcaloides, es adaptable a diversas condiciones climáticas con mínimas existencias de suelo. Sin embargo, el uso del tarwi se encuentra en disminución por el desconocimiento de su aporte nutricional, falta de capacitación técnica para su cultivo e ignorancia de las potencialidades y posibilidades tecnológicas de transformación que ofrece (Mujica, 2018).

El tarwi, tauri o chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) del género *lupinus* de especies cultivadas y silvestres, ha sido ampliamente estudiado a nivel mundial, incluso se ha creado la Asociación Internacional de Investigadores de *Lupinus*, que ha organizado diferentes eventos mundiales conocidos como las Conferencias Internacionales que ya se cuenta más en Lima y Cusco desde el año 2001. El tarwi o lupino, domesticado en los Andes, ha recibido la atención de los investigadores, como agrónomos, botánicos, antropólogos, nutricionistas y agroindustriales, de manera que se han organizado más de 10 congresos de a nivel mundial (Tapia, 2015).

2.1.1. Origen y distribución del tarwi

El origen aún no está totalmente definido, pero debido a su fácil adaptación y evidencias el género *Lupinus* presenta dos grandes regiones genéticas, una de ellas se extiende en el área del Mediterráneo, es decir, desde el sur de Europa hasta África central



y las alturas de Etiopia. La segunda región de origen abarca todo el continente americano, exceptuando las húmedas llanuras tropicales de la cuenca del Amazonas (Gross, 1982).

El tarwi o chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) es una fabácea oriunda de los Andes Sudamericanos, se le ubica desde 1500 hasta los 3850 metros de Perú, Bolivia, Chile y Argentina; donde el poblador andino lo conoce y lo incorpora a su canasta familiar como grano des amargado, 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 (INIA, 2014). Dentro de los *Lupinus* de origen americano, el tarwi es el único que posee semillas grandes; condición que es un requisito para considerarlo como cultivo agroindustrial. Sin embargo, el principal obstáculo para utilizar el tarwi a escala industrial ha sido un alto contenido de sustancias amargas, conocidas como alcaloides (Suca y Suca, 2015).

2.1.2. Clasificación Taxonómica

Según el Sistema Integrado de Información Taxonómica ITIS (2021), indica que el tarwi presenta la siguiente clasificación taxonomica:

Reino	:Plantae
Subreino	:Viridiplantae
Infrareino	:Streptophyta
Superdivisión	:Embryophyta
División	:Traqueofitas
Subdivisión	:Espermatofitina
Clase	:Magnoliopsida
Superorden	:Rosanae
Orden	:Fabales



Familia	:Fabaceae
Género	: <i>Lupinus</i>
Especie	: <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet

2.1.3. Cultivo de tarwi en el Perú

El tarwi es cultivado, en el Perú, en las zonas de la sierra desde Cajamarca hasta Puno donde tenemos a los departamentos de; Cajamarca, La Libertad, Amazonas, Huánuco, Huancavelica, Áncash, Ayacucho, Junín, Pasco, Apurímac, Cusco y Puno (Jacobsen y Mujica, 2004)

2.1.4. Parientes silvestres

Los parientes silvestres que muestran esta diversidad y variabilidad encontrados en tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) están representadas por las siguientes especies: *Lupinus cuzcensis*, *L. tomentosus*; *L. microphyllus*, *L. paniculatus*, *L. aridulus*, *L. aneanus*, *L. condensiflorus*, *L. chlorolepis*, *L. tarapacensis*, *L. subferuquinous*, *L. dora*, *L. macbrideanus*, *L. ballianaus*, *L. gilbertianus* y *L. eriucladus*. Los usos de cada uno de los parientes silvestres son clasificados en: alimenticios, medicinales, rituales, culturales, en transformación, forraje y combustible (Jacobsen y Mujica, 2006).

2.2. IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE TARWI

En las zonas andinas de Perú, Ecuador y Bolivia, las poblaciones indígenas vienen utilizando el tarwi como alimento y sustento de sus generaciones desde épocas muy remotas, constituyendo de esa manera una de sus principales fuentes de alimento y de ingresos económicos (Mujica, 2018). En su valor nutritivo su contenido proteico y de grasa es superior al de la soya y otras fabáceas (INAIA, 1999).

La proteínas y aceites constituyen más de la mitad de su peso, estudios realizados en más de 300 genotipos diferentes, determinan que la proteína varía de 41 – 51 % y el aceite de 14 – 24% (Gross, 1988). En base de análisis bromatológicos, poseen en promedio 35.5% de proteína, 16.9% de aceites, 7.65% de fibra cruda, 4.145% de ceniza y 35.77% de carbohidratos, encontrando correlación positiva entre proteína y alcaloides, mientras que es negativa entre proteínas y aceites (Jacobsen y Mujica, 2006).

Tabla N°1: Composición química del cultivo de tarwi y la soya

Componente	Tarwi	Soya
Proteína	44.3	33.4
Grasa	16.5	16.4
Carbohidratos	28.2	35.5
Fibra	7.1	5.7
Ceniza	3.3	5.2
Humedad	7.7	9.2

Fuentes: Gross *et al.* (1988)

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 des amargado. Se considera que un contenido de 0.02% de alcaloides remanente después del des amargado en el límite que se puede aceptar como seguro para el consumo humano (Tapia, 2007).

Tabla N°2: El porcentaje de alcaloides del Tarwi

ALCALOIDES	PORCENTAJE
	%
Lupanina	60
13 - Hidroxylupanina	15
Esparteína	7.5
4 - Hidroxylupanina	9
Isolupanina	3

Fuente: (Jarrín, 2003).



2.3. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL TARWI

El tarwi es una fabácea herbácea erecta. Presenta una raíz pivotante profunda que puede extenderse hasta los 3m de profundidad. Su tallo es robusto y leñoso, alcanzando una altura de 0,5 a 2m. sus hojas están compuestas generalmente por ocho folíolos que varían entre ovalados a lanceolados. La inflorescencia presenta una corola grande de 1 a 2cm, con cinco pétalos. El color de sus flores varía desde azul a morado. Las semillas están incluidas en una vaina y varían de forma (redonda, ovalada a casi cuadrangular), mide de 0,5 a 1,5 cm. Los colores del grano incluyen blanco, amarillo, gris, ocre, pardo, castaño y marrón (Efraín, 2017).

2.3.1. Raíz

La raíz desempeña el rol de sostén y de conducir la savia desde el suelo hasta los demás órganos, se caracteriza por ser de bastante grosor y pivotante. El aspecto más resaltante es la presencia en las raíces de un gran número de nódulos, pesando unos 50g por planta, con bacterias llamadas *Rhizobium*, que pueden fijar nitrógeno del aire y que aportan entre 40 y 80 kg/ha de nitrógeno (Tapia, 2007).

2.3.2. Tallo

El tarwi presenta un tallo erguido, de consistencia herbácea volviéndose leñosa en las últimas fases del ciclo vegetativo, es de forma típicamente cilíndrica, lisa, son glabros y no presentan macolle como la mayoría de las leguminosas cultivadas. La altura del tallo varía entre 46 y 110cm y un promedio de 81.28 cm, esta variación posiblemente está controlada por factores genéticos (Echarri, 1977).

El tallo es usualmente de color variable entre verde claro, verde oscuro y castaño. Presenta por lo general un eje principal sin macollos y ramificaciones secundarias y



terciarias que presentar ramificaciones, la planta está determinada por eje central que varía de 0,5 a 2,0 m (INIAP, 2001).

- a. **Las Ramas:** La ramificación del tarwi es simpodial típicamente alterada, siendo las características morfológicas anatómicas igual al tallo; nacen yemas axilares a los costados del tallo central, formando las ramas secundarias; a su vez subramas con 3 a 8 ramitas terciarias, de estas ramitas dan origen a ramas cuaternarias en algunas plantas. En estas ramas cuaternarias llegan a formar flores, pero generalmente caen a los 4 o 5 días después de la aparición de las flores. La primera rama axilar aparece a la distancia de 10 a 25 cm del cuello de la raíz, en su mayoría estas llegan a superar al tallo principal en altura, con el eje central las ramas forman un ángulo de 75° como máximo y 35° como mínimo, siendo las primeras ramas o ramas basales las que tienen mayor grado angular que las ramas contiguas, el diámetro de expansión mayor de las ramas se registra en su máxima expresión con 110cm y un mínimo de 20cm, promedio de 53,92 cm (Enriquez, 1981).

2.3.3. Hoja

Las hojas son palmeadas, poseen varios folíolos, el limbo que es la parte más ensanchadas cuya porción recibe la mayor cantidad de luz, el borde de los folíolos es generalmente enteras. La fase de plántula tiene de 5 a 7 folíolos por hoja, aumentando este con la edad de la planta (Enriquez, 1981). Las hojas tienen forma de láminas de tipo digitado con un número variable de folíolos de 5 a 12 oblongos (Tapia, 2007).



Figura N°1: Hoja de tarwi, campaña agrícola 2019 – 2020.

2.3.4. Flores e inflorescencia

Tapia (2007), el inicio de la floración se denota de los 100 a los 120 días después de que iniciaron a formar el pedúnculo floral, también indica que 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 origina su epíteto, *mutabilis* que significa cambiante.

Lescano (1994) citado por Aguilar (2015), expone que la quilla ciliada envuelve al pistilo y a los 10 estambres monodelfos. Las anteras son de dos tamaños dispuestas alternadamente. El estilo es encorvado y el cáliz presenta un borde dentado muy pubescente. Además, menciona que el tarwi presenta una proporción de polinización cruzada de aproximadamente 5 a 10 %, sin embargo, puede alcanzar mucho más del 10% según el ecotipo y las condiciones ambientales. Con ello el tarwi se sitúa entre el clásico ejemplo de autopolinización y de polinización cruzada.



Figura N°2: Inflorescencia del tarwi, campaña agrícola 2019 – 2020.

2.3.5. Fruto

El fruto está constituido por una vaina algo dehiscente, las semillas se acomodan en la vaina en una hilera, su tamaño varía de 4 a 15 mm. La forma de las semillas es elipsoidal, lenticular, algunas redondeadas y otras más bien con bordes más definidos en forma semi cuadrada (Tapia, 2007). 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.



Figura N°3: Vaina de tarwi, campaña agrícola 2019 – 2020.



2.4. FENOLOGÍA DEL TARWI

2.4.1. 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).

2.4.2. Primera hoja verdadera

Del epicotíleo aparece la primera hoja verdadera, la fase se da cuando esta hoja llega a desplegarse completamente (Lescano, 1994).

2.4.3. Formación del racimo en el tallo 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).

2.4.4. 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).

2.4.5. Envainado

Se inicia cuando la corola de la primera flor se marchita y aparece la primera vainita, teniendo la forma característica de “*uñas de gato*” (Lescano, 1994).

2.4.6. Maduración de las vainas

Las semillas alcanzan un tamaño normal y adquieren el color característico de la variedad (Lescano, 1994).

2.4.5. Madurez fisiológica

En esta fase las vainas se decoloran y se secan completamente (Lescano, 1994).

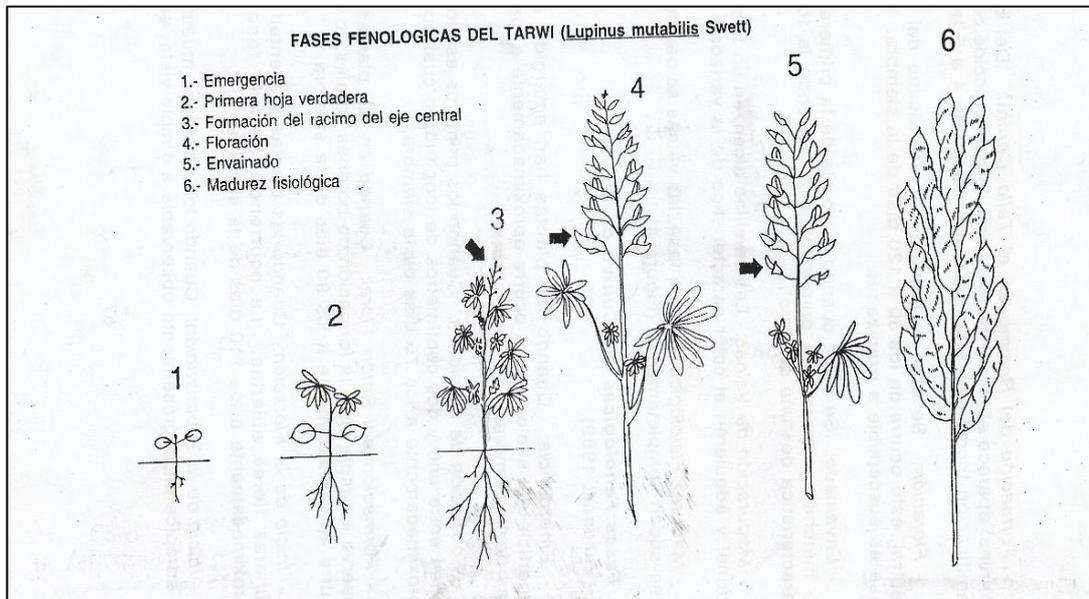


Figura N°4: Fenología del tarwi
Fuente: (Lescano, 1994)

2.5. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS DEL CULTIVO

2.5.1. Suelo

El lupino andino se adapta bien a suelos con textura gruesa, igualmente crece bien en suelos salinos de laderas y baja fertilidad. En suelos orgánicos el crecimiento se ve estimulado, en suelos arcillosos cuenta con poca aeración y mal drenaje por lo tanto la presencia *Rhizobium* se reduce (Tapia, 2007), el *lupino* puede mostrar clorosis (coloración muy clara de las hojas) en suelos alcalinos con un pH mayor de 7.0 lo cual se puede agravar por una deficiencia de hierro bajo condiciones de suelos ligeramente ácidos, mientras que tiene la habilidad de extraer la mayor parte de sus minerales esenciales (Gross, 1982).

2.5.2. Clima

Desde el punto de vista Gross (1982), señala que el tarwi se cultiva en áreas moderadamente frías, aunque existen cultivos hasta los 3800m.s.n.m. a orillas del lago Titicaca, donde es frecuente la presencia de heladas, mientras que Salis (1985), sostiene



que 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, según León (2015), indica que el chocho es una planta de clima moderado sub cálido, templado y de frío, con temperatura de 7 a 14°C la planta adulta es resistente a heladas, pero la planta joven es susceptible a sequías durante la formación de flores y frutos afectando seriamente la producción.

2.5.3. Precipitación pluvial

El requerimiento varía entre los 350 a 800 mm siendo cultivado exclusivamente en condiciones de secano, es susceptible al exceso de humedad y moderadamente a la sequía durante la floración (Blanco y Blanco, 1995). Mientras tanto Gross (1982), menciona que el tarwi es un cultivo, bajo lluvia donde no depende de riego programados a cantidades dadas o láminas de riego según ciclo vegetativo sino de acuerdo a lo que la naturaleza determina. El tarwi debe tener entre 500 y 700 mm de lluvia, del cual el periodo donde se requiere mayor cantidad de agua es en la formación de flores y frutos.

2.5.4. Temperatura

Durante el crecimiento la temperatura óptima durante el día oscila entre 20 y 25 °C temperaturas por encima de los 28°C interfieren en el óptimo desarrollo de la planta, para favorecer el desarrollo de los granos, especialmente para la formación de sustancias de reserva (aceites), se requiere una temperatura nocturna relativamente debajo de los 9.5°C, de lo contrario gran parte de las sustancias de reserva formadas durante el día se metabolizarían en la noche, si hubiera temperatura elevadas (Gross, 1982), así mismo Carrión (1988), menciona que el tarwi no es muy resistente a las heladas tempranas y a las bajas temperaturas tardías.



2.5.5. Fotoperiodo

Lupinus mutabilis Sweet es una planta de días cortos, de ciclo largo, de siete meses de duración, salvo unas variedades (Salis, 1985).

2.6. MANEJO AGRONÓMICO

2.5.6. Preparación del terreno

Aguilar (2015), señala la preparación del suelo es el punto de partida para el inicio de una campaña de cualquier cultivo en general, a partir de ello uno se proyecta a llegar a obtener buenos rendimientos. Por un tema de reducción de costos de producción, así como reducir problemas de erosión del suelo sea por viento o agua es de preferencia utilizar una labranza mínima o cero, mientras Salis (1985), menciona que 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.

2.5.7. Época de siembra

La mejor época para sembrar es de setiembre a noviembre, esto depende de la llegada de las lluvias. Si las lluvias llegan temprano, se aprovecha esa época para sembrar (Tineo, 2002). Salis (1985), señala a serca de las experiencias realizadas en la zona andina, demuestra que las fechas de siembra son respectivamente desde el 28 de diciembre al 28 de noviembre.

2.5.8. Densidad de siembra

La densidad de siembra varía según los tipos de grano y sus tamaños, pero se reduce en general con el uso de semilla seleccionada y de buen poder germinativo (Palacios, 2003), por lo general, un kilogramo de grano de tarwi tiene 3500 a 5000

semillas. La variación en tamaño depende tanto de las condiciones de crecimiento como del ecotipo o variedad (Gross, 1982).

Tabla N°3: Estimación de densidad de siembra del cultivo de tarwi.

Cultivo	Semilla kg/ha	Distancia entre surco	Distancia entre golpes	N° semillas/golpe	Profundidad de siembra
Tarwi	30 – 40	0,80 m	0,40 m	3 a 4	5 cm

Fuente: (Garay, 2015).

2.5.9. Siembra

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 (Gross, 1982). la siembra se realiza mayormente al voleo, sin embargo puede ser en surco (50 – 60 cm) o en golpes sin remoción del suelo en lo que se podría llamar siembra directa o sin volteo del terreno. Los mejores rendimientos se obtienen con el método de surco, en el que se emplea entre 60 – 80 kg/ha de semilla (Tapia y Fries, 2007).

2.5.10. Deshierbe

El objetivo del deshierbo es evitar la competencia del cultivo con las malezas por humedad, luz y nutrientes del suelo, asimismo con esta labor se controla la incidencia de plagas y enfermedades porque muchas de las malezas son hospederos y medios de reproducción, también favorece la formación de nuevas raíces (INIA, 2014). El deshierbe es una de las prácticas culturales más importantes ya que malas hierbas compiten con las plantas cultivadas por la luz, agua y nutrimentos, 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 efectuando a mano, pero se puede hacer también un control químico (Meneses, 1996).

2.5.11. Aporque

El aporque es recomendable realizarlo cuando la planta alcance 30 cm de altura, con esta labor también se elimina parte de la maleza que ha germinado después del deshierbo, además sirve para estabilizar la planta y en caso de una elevada precipitación los surcos servirán como canales de drenaje (INIA, 2014). En el cultivo de tarwi el aporque tiene por finalidad dar sostenibilidad a la planta, airear el suelo, exponer al medio ambiente los huevos de larvas y adultos de las plagas que puedan atacar al cultivo, ayuda a mantener la humedad en el área de las raíces y asegura una mejor nutrición de la planta (Garay, 2015).

2.5.12. Cosecha

Debe cosecharse cuando las plantas han alcanzado la madurez plena; un indicador de esta etapa es cuando al mover las plantas puede percibirse, por el sonido, que los granos se encuentran libres dentro de las vainas. La separación de vainas de la planta es realizada a mano o utilizando la hoz; para facilitar el trabajo van colocándose en costales o “mantadas”, para luego trasladarlos a la era, trilla o separación de los granos de la vaina, se realiza mediante golpes con palo curvos, pisoteo del ganado, o pasando el tractor agrícola para luego aventar o “ventear” y almacenar el grano limpio. Las actividades son laboriosas (no más que las habas) y demandan bastante mano de obra (Garay, 2015).

2.5.13. Postcosecha

El grano cosechado y seco puede almacenarse por 2 a 4 años en condiciones de sierra, sin mayores pérdidas de valor nutritivo ni germinación. Existen referencias



prácticas de que los granos se han conservado por más de 10 años sin variaciones sustanciales, sobre todo sin son guardados en envases cerrados (Garay, 2015).

2.5.14. Ensayos comparativos de rendimiento

En el tarwi el eje central madurar 1 a 2 meses antes que las ramas laterales, los rendimientos pasan de 4000 kg/ha a 1400 kg/ha, e incluso bajan a 300 kg/ha (Salís, 1985). Los rendimientos del tarwi alcanzan 3500 – 5000 kg/ha, cuando el cultivo es conducido en forma adecuada y se les 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 uso como fuente de fijación de nitrógeno atmosférico está en base a su producción, ya que ha determinado que provee al suelo más de 100 kg/ha de nitrógeno (Mujica, 1977).

El área sembrada del cultivo de tarwi en el altiplano peruano (Puno), durante las campañas 2000 – 2001 el rendimiento 1123 kg/ha, el promedio fue de 1246 ha, mientras que en 2009 – 2010 el rendimiento 1272 kg/ha, se incrementó ligeramente a 1471 ha, en la producción de tarwi por provincias en la región Puno en el 2013. Así también, la producción de tarwi del 2007 – 2015 con un rendimiento de 1240 kg/ha, las provincias que cultivan tarwi son Yunguyo, Chucuito, Huancané, Carabaya, El Collao, Puno, Sandía y otros (Mujica y Moscoso, 2018).

2.7. VARIEDAD VEGETAL

Es la subdivisión de una especie que está incluida a un grupo de individuos que presentan características similares y que se considera estable y homogéneas (Machaca, 2017)



2.8. GENOTIPO

Según la Biblioteca Nacional de Agricultura (2009), constitución genética de un organismo, celular, individuo o taxón, distinta a su apariencia física, es decir fenotipo.

2.9. CARACTERIZACIÓN

Según el Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos CIRF (1981), indica la caracterización, que consiste en registrar las características de alta heredabilidad que puede observarse fácilmente y ser capaz de expresarse en cualquier medio ambiente.

2.10. VARIABILIDAD Y DIVERSIDAD GENÉTICA DEL TARWI

Recientemente, en la zona del Altiplano boliviano – peruano se ha encontrado al tarwi silvestre de flor amarilla, que corresponde a *Lupinus cuzcensis*, así como a los parientes silvestres de flor azul y morado. Las variedades y cultivares conocidos son numerosos; en Bolivia: Toralapa, Tarabuco; en Perú: Yunguyo, Sacacatani, Altagracia, Kayra, Carlos Ochoa, SCG 9, SCG25, SLP1 al SLP5 (líneas precoces) y en Chile: Inti. Se conservan más de 1600 accesiones en cámara frías de diferentes estaciones experimentales (Mujica, 1991). En el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), para el año 2010, se encuentran alrededor de 1846 accesiones de tarwi en su banco de germoplasma, ubicada en la Experimental Agraria Santa Ana de Huancayo (Camarena, 2012).

2.11. BANCO DE GERMOPLASMA

El banco de germoplasma se define 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 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).

2.12. DISEÑO BLOQUES COMPLETAMENTE AL AZAR

En cualquier experimento, la variabilidad que surge de un factor perturbador puede dar afectaciones al resultado. En general, 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. 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. Si por lo menos puede observarse el valor que asume el factor perturbador en cada corrida del experimento, es posible hacer la compensación correspondiente en el análisis estadístico mediante el uso del análisis de confianza. Cuando la fuente de variabilidad perturbadora es conocida y controlada, puede usarse una técnica de diseño llamada formación de bloques para eliminar de manera sistemática su efecto sobre las comparaciones estadísticas entre los tratamientos. (Montgomery, 2002).

2.13. ANTECEDENTES

Quico (2013), realizó evaluación y selección de noventa y tres líneas de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) para rendimiento de grano bajo condiciones de K'ayra en el centro Agronómico K'ayra, potrero C- 1 propiedad de la UNSAAC. Los resultados obtenidos de las 93 líneas el mayor rendimiento obtuvo la línea CTC- 16 con 0.56kg promedio de 20 plantas y el menor rendimiento CTC – 156 con 0.08kg promedio de 20 plantas. Respecto a la evaluación de las fases fenológicas para las líneas precoces el ciclo



vegetativo varía desde 160 días hasta 167 días y se seleccionó 10 líneas precoces que son CTC- 1, CTC- 12, CTC- 16, CTC – 40, CTC-508, CTC- 2150, H- 5-4 S/A, L-379, S-MAS-12. Respecto al número de vainas y número de granos en eje principal promedio de 20 plantas evaluadas al azar, fue la línea CTC-156 con 6 vainas y 17 granos por vaina en el eje principal.

Aguilar (2015), evaluó el rendimiento de grano y capacidad simbiótica de once accesiones de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), donde la accesión 43 ocupó el mayor rendimiento con 1795 kg/ha seguido de la accesión del programa de leguminosas de granos y oleaginosas (PLGO)3 con 1642 kg/ha superado el promedio nacional que es 1216 kg/ha, mientras que el testigo, Patón grande obtuvo el menor rendimiento con 1191kg/ha. Los parámetros que resultaron con alta significación estadística fueron: días a la madurez y peso de 100 semillas. Mientras que los parámetros días a la floración y número de inflorescencia laterales fueron significativos. La accesión Asunción obtuvo el mayor peso de 100 semillas con 28.67g la cual difirió significativamente del testigo que registró 22.39g, 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.

Plata (2016), en su trabajo de investigación utilizó semillas de la variedad Carabuco (local) y la variedad dulce Cochabamba (introducida) a densidades de 90, 110 y 130 kg/ha. Entre los resultados obtenidos se observó que los tratamientos en los que se utilizó la variedad dulce Cochabamba tardaron menos tiempo en la formación de hojas verdaderas, número de días a la floración y número de días a la madurez fisiológica con relación a los tratamientos en los cuales se utilizó semillas de la variedad Carabuco. La densidad de 110kg/ha, permitió un número menor de días a la floración del eje central y a la madurez fisiológica, mientras que la densidad de siembra mayor (130kg/ha), tomó



también un número mayor de días para estas variables. Respecto al número de granos por planta, la dulce Cochabamba fue a que consiguió mayor número de granos por planta con relación a las densidades de 110 y 90 kg/ha.

Mujica (2017), realizó la selección de cultivares nacionales de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) por rendimiento, precocidad, contenido de aceites y proteínas en Puno, Perú. Yunguyo, Cholo fuerte, Huancayo – 6, SCG-22, Alta gracia, Andenes-80, Patón grande, SLP1-Puno, UNCP, Seccelambre, Sacatacani, Vilquechico, Yunguyo1, Yunguyo2, con el objetivo de seleccionar aquellos con mayor rendimiento, resistente a heladas, alto contenido de aceites y proteínas, menor período vegetativo. Los resultados indican que: Vilquechico, Sacacatani, tienen mayor rendimiento de grano (4,363, 4,073 kg/ha); SCG-22, Vilquechico son precoces (221, 225 días); Yunguyo 2, Andenes-80, con mayor proteína: 48% y Vilquechico, Patón grande, tienen mayores aceites (23.5, 21.5%). Se concluye que: Vilquechico (4,363 kg/ha, 225 días, 45% proteínas, 23.5% aceites) y Sacacatani (4,073 kg/ha, 241 días, 46% proteínas, 16% aceite) son recomendados para el Altiplano peruano.

Cruz (2018), efectuó caracterización fenotípica y de rendimiento preliminar de eco tipos de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en el callejón de Huaylas – Ancash. Entre los eco tipos del centro, Moteado beige fue el que obtuvo los mayores rendimientos, llegando a alcanzar un rendimiento de 3711.15kg/ha, mientras que los de menor rendimiento fueron los eco tipos compuesto A y compuesto B con rendimiento de 1141.65 y 738 kg/ha respectivamente. Para los ecos tipos del sur, el que ocupó mayor rendimiento fue el eco tipo 03- 10- 214 con rendimientos de 2341.45 kg/ha y el de menor rendimiento MGP con 619.65 kg/ha.



Flores (2018), realizó la caracterización agro botánica de trece líneas avanzadas de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) por precocidad y rendimiento en el Centro de Investigación en Cultivos Andinos (CICA), Kayra, Cusco realizado en el potrero C-3 a 3219 m.s.n.m. ubicado en el Centro Agronómico K'ayra de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC), se obtuvo dos líneas semi tardía con ciclo vegetativo de 180 y 240 días, que son: L-194, CTC-398, se tuvo once líneas precoces con un ciclo vegetativo de 120 y 180 días. No se tuvo líneas muy precoces menor a 120 días de ciclo vegetativo. En el número de vainas por planta, que constituye un componente muy importante de rendimiento, el promedio fue de 29 vainas por planta, las líneas con alto número de vainas por planta fueron: L – 53, L- 54, L- 168 y con bajo número de vainas por planta fueron las líneas FLH y CTC – 508.

Huisa (2018), indica que al evaluar las características agronómicas de catorce accesiones de tarwi, compara el rendimiento de catorce accesiones y evalúa la adaptabilidad de las accesiones de tarwi. Los resultados indican que: la Accesoión Puno 11 alcanzo mayor altura con 157.5 cm, la accesoión Yunguyo alcanzo mayor número de eje secundario por planta con 10.5 ejes, la Accesoión Puno 11 obtuvo más vainas por eje central con 28.4 vainas, la Accesoión puno 12 obtuvo menor número de días a madurez fisiológica con 211.3 días, la longitud de vainas y diámetro de grano no hubo diferencia significativa. La accesoión H-6 obtuvo mayor peso en 100 gramos con 31.3 g, la Accesoión Puno 11 alcanzó 1108.25 kg/ha por eje central, la Accesoión Puno12 alcanzó 1293.50 kg/ha en rendimiento por planta, el rendimiento por planta tuvo correlación con el rendimiento por eje laterales y eje central, la accesoión Altagracia logro adaptarse a las condiciones del CIP Camacani Puno con 8.5 de vigor.



Lerma (2020), en su investigación, con ocho genotipos de tarwi de diferentes localidades selecciona genotipos de alto rendimiento de grano, con buena adaptabilidad y características agronómicas favorables en condiciones de la zona circunlacustre de Puno, realizada en el Centro de Investigación y Producción (CIP) Camacani de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, durante la campaña agrícola 2018 – 2019. Llega a los siguientes resultados: en altura de planta, diámetro de tallo, número de vainas por inflorescencia central, número de vainas por planta, longitud de la vaina, ancho de vaina, así como en el peso de raíz con nódulos, peso seco de la raíz, peso fresco del follaje por planta, no se encontró diferencias significativas entre genotipos de tarwi, lo cual indica que el comportamiento entre genotipos es similar. El genotipo Sacacatani obtuvo el mayor rendimiento con 2766.5 kg/ha, seguido de Patón_Grande, H-6 y Yunguyo con promedios de 2504.8, 2480.0 y 2373.8 kg/ha respectivamente, los genotipos Colec_UNCP, Accesoión_13, H-6 y Patón_Grande mostraron menos días a la madurez fisiológica con 241, 242, 243 y 244 días respectivamente, además los genotipos Sacacatani, Patón_Grande y H-6 presentaron mejores características agro morfológicas mostrando resultados deseables.



CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DEL EXPERIMENTO

El trabajo de investigación se realizó, en el Centro Experimental - Camacani, de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano, Puno. Está ubicado en el Centro Experimental de Camacani, que geopolíticamente se encuentra en el distrito de Platería, Provincia y Departamento de Puno a 25 Km sobre la carretera panamericana Sur Puno - Desaguadero, con las siguientes características:

3.1.1. Ubicación política

- Región: Puno
- Provincia: Puno
- Distrito: Platería
- Lugar: Centro Poblado de Camacani

3.1.2. Ubicación geográfica

- Altura: 3865 m.s.n.m.
- Latitud Sur: 15° 57' 04''
- Longitud Oeste: 69° 51' 32''
- Temperatura: entre 10°C a 21°C

3.1.3. Extensión superficial

El Centro Experimental - Camacani, tiene una extensión de 60.73 hectáreas, con el perímetro total de 4259.11 metros lineales.



Figura N°5: Ubicación del C.E. - Camacani de la UNA - Puno, campaña agrícola 2019 - 2020.

3.2. HISTORIAL DEL CAMPO EXPERIMENTAL

La fase de campo del trabajo de investigación se desarrolló en el Centro Experimental - Camacani de la Universidad Nacional del Altiplano. Los cultivos que antecedieron al presente trabajo de investigación fueron; el cultivo de tarwi la campaña agrícola 2017 – 2018 y el cultivo de quinua la campaña agrícola 2018 – 2019, ambos bajo condiciones de secano

3.3. ANÁLISIS DEL SUELO Y CLIMATOLOGÍA

3.3.1. Análisis de suelo

Para el análisis de suelo se tomó la muestra del Centro Experimental - Camacani, donde se realizó el trabajo de investigación, mediante el método de muestreo zigzag a una profundidad de 30 cm, fue subdividida para obtener una muestra representativa de 1 kg. Seguidamente fue llevado para el análisis en el laboratorio de suelos, del INIA- Puno. Los resultados se presentan en la Tabla N°4, donde se observa que la textura del suelo es franca arcillo arenoso con una conductividad eléctrica de 0.421 mmhos/cm lo que indica que no existe problemas de sales para la producción del cultivo de tarwi. La reacción del

suelo es fuertemente ácida con un pH de 6.34, con un contenido de materia orgánica de 1.63% indicando que contiene una limitada cantidad de nitrógeno en el suelo, con respecto al potasio es medio y alto de fosforo disponible. Se observa que la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) es calificado como medio.

Tabla N°4: Análisis físico químico del suelo del campo experimental.

COMPONENTE	CANTIDAD
Arena (%)	41.44
Limo (%)	47.28
Arcilla (%)	11.28
M.O. (%)	1.63
N(nitrógeno)ppm	0.05
P(fosforo)ppm	7.08
K(potasio)ppm	103.6
pH	6.34
C.E. mmhos/cm	0.421
Clase textural	Fr.Ar. A
Ca ⁺² meq/100g	60 - 75
Mg ⁺² meq/100g	15 - 20
K ⁺ meq/100g	3 a 7
Na ⁺ meq/100g	mayor 15

3.3.2. Climatología y ecología

Para entender el comportamiento de las características meteorológicas (campana agrícola de octubre del 2019 a junio del 2020), los datos de temperatura máxima y mínima junto a precipitación pluvial fueron obtenidos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) Puno – Perú a través de su Estación Rincón de la Cruz - Acora.

3.3.3. Temperatura

Según los datos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI, se observa que durante la campana agrícola 2019 – 2020, la temperatura máxima registrado en el mes de diciembre fue de 16.9 °C y la temperatura mínima registrada en el mes de junio fue de -1.5, las heladas se presentaron en los meses de mayo

y junio con las temperaturas mínimas de 0.4 y -1.5, señalando un comportamiento desigual de los parámetros meteorológicos durante el desarrollo del cultivo de tarwi, Figura N°6.

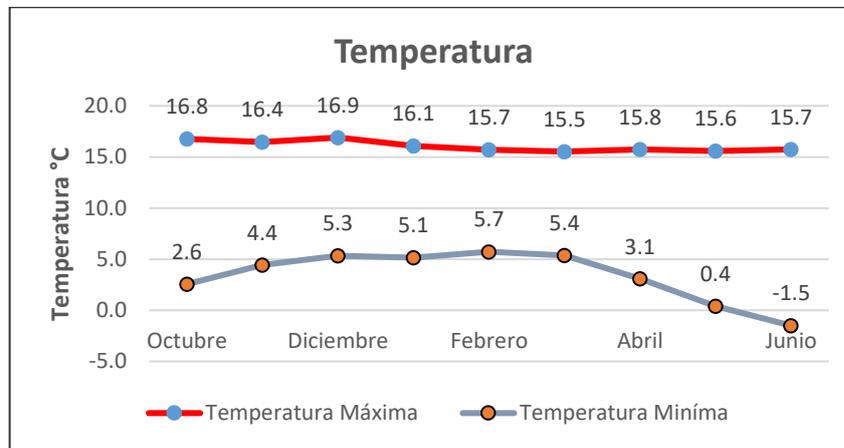


Figura N°6: Promedio de temperatura máxima y mínima de la campaña agrícola 2019 – 2020.

3.3.4. Precipitación:

Según los datos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI, se observa la precipitación mensual que se presentó en la campaña agrícola 2019 – 2020, donde la mayor precipitación fluvial fue en el mes de febrero con 162.8 mm y de la menor precipitación fluvial presentó en el mes de junio con 0.0 mm. En la instalación del cultivo de tarwi realizado el mes de octubre se presentó precipitaciones leves, favoreciendo así al cultivo en su emergencia, sin embargo, en el mes de diciembre se tuvo una reducción de precipitación. En enero y febrero se incrementa teniendo así un mejor desarrollo vegetativo de la planta, a partir de marzo las lluvias descendieron y en los meses de abril, mayo y junio las precipitaciones fueron muy escasas, Figura N°7.

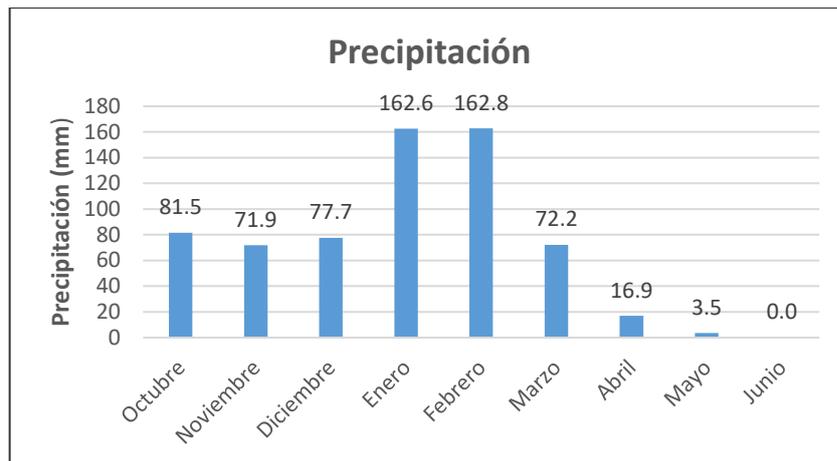


Figura N°7: Precipitación mensual de la campaña agrícola 2019 – 2020.

3.4. MATERIAL DE ESTUDIO

3.4.1. Material genético

Los diez genotipos de tarwi en estudio, fueron seleccionados en el trabajo de investigación realizado en campañas anteriores, las mismas que procedieron del banco de germoplasma de tarwi de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional del Altiplano, Tabla N°5.

Tabla N°5: Diez genotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) seleccionados para el trabajo de investigación en la campaña agrícola 2019 - 2020.

N°	LOCALIDAD	GENOTIPOS DE TARWI	COLOR
1	La Libertad	Patón grande	blanco
2	Puno	Accesión 13	marrón
3	Puno	Sacacatani	marrón
4	Huancayo	Colección UNCP	blanco
5	Ayacucho	Secelambra	marrón/blanco
6	Puno	Yunguyo	blanco
7	Huancayo	H- 6	blanco
8	Cusco	Andenes - 80	blanco
9	Cusco	SCG, 9	blanco
10	Huancayo	SCG, 22	blanco

Fuente: Banco de Germoplasma de tarwi de la UNA – PUNO.



3.5. MATERIAL DE CAMPO

Equipos y herramientas

a) Equipos

Tractor Agrícola con implementos de roturación, nivelación y surcado, Balanza Electrónica, Balanza de Precisión, Cámara digital, Vernier, Calculadora y Computadora.

b) Herramientas

Pala, Piquillo, Rastrillo, Wincha métrica de 3.0 y 30.0 metros y Segadera.

c) Insumos

Estiércol de Ovino.

d) Otros materiales

Sacos, Etiquetas, Estacas de madera, Tablero, Sobres de manila, Yeso, Cordel, Cuaderno de campo y Lápiz, Lapicero.

3.6. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

Características del campo experimental

- Largo del campo experimental: 49 m
- Ancho del campo experimental: 15 m
- Área total del campo experimental: 735 m²
- Calle del experimento: 1.0m

Bloque

- Número de bloque: 4
- Largo: 49 m
- Ancho: 3 m



Parcelas

- Número de parcelas: 10
- Ancho: 3m
- Largo: 4m
- Distancia entre parcelas: 1m
- Área neta de parcela: 12 m²

Surco

- Número de líneas por parcela: 3
- Largo del surco: 4 m
- Distanciamiento entre surcos: 80 cm
- Distanciamiento entre plantas: 40 cm
- Número de semillas por golpe: 4 semillas por golpe
- Sistema de siembra: forma manual en golpes.

3.7. TIPO O NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio reúne las condiciones metodológicas de una investigación experimental, y por las evaluaciones obteniendo los datos a nivel de campo, que permitió obtener genotipos con buenas características agronómicas y de mayor rendimiento.

3.8. HIPÓTESIS

3.8.1. Hipótesis general

Los 10 genotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) poseen mejores características agronómicas y mayor rendimiento de grano para su selección y liberación como nueva variedad en el Centro Experimental – Camacani Puno, Perú.



3.8.2. Hipótesis específicas

- De los 10 genotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) al menos uno presentará mejores características agronómicas.
- De los 10 genotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) al menos uno tendrá mayor rendimiento de grano.

3.9. DISEÑO ESTADÍSTICO

El trabajo de investigación fue desarrollado bajo el Diseño Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 10 tratamientos, 04 repeticiones; haciendo un total de 40 unidades experimentales. Para análisis de varianza se utilizó el nivel de significación de $\alpha=0.05$ y para la comparación de promedios la prueba de Tukey, con un nivel de significancia de $\alpha=0.05$.

El modelo aditivo lineal del diseño experimental fue el siguiente:

$$X_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

- Y_{ij} = Variable respuesta del i -ésimo tratamiento en la j -ésimo repetición.
- μ = Medida verdadera de la población.
- T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento de tarwi.
- β_j = Efecto del j -ésimo bloque.
- ϵ_{ij} = Efecto de error experimental

Siendo los valores de:

- $i = 1, 2, \dots, 10$ genotipos
- $j = 1, 2, 3$ y 4 repeticiones



3.10. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN EN CAMPO

3.10.1. Preparación del suelo

Para preparar el suelo, se utilizó el tractor con arado de disco, una rastra de disco para mullir el terreno, a una profundidad de 20 cm. Se realizó una nivelación del campo experimental con la ayuda de un rastrillo y tablones de madera, toda el área destinada para el experimento de 735m².

3.10.2. Surcado, marcado y abonado

El surcado se efectuó con un tractor de arado y surcadora con una distancia de 0,80m entre surcos y a una profundidad de 0,20m. El marcado del experimento se realizó con cal y Wincha de 30m. Se marco la distribución de bloques; cada tratamiento está formado de 4m x 3m con calles de 1m, formándose en cuatro bloques, teniendo una separación entre bloques de 1m. Para el abonamiento del experimento se utilizó 800kg de estiércol de ovino.

3.10.3. Siembra

Previamente se seleccionó semillas de mayor tamaño, la siembra se realizó el 24 de octubre del 2019, por el sistema de siembra en golpe, colocándose 4 semillas/golpe, a una profundidad de 4cm, con una distancia entre golpes de 40cm y entre surcos de 80cm, se utilizó en total de 0.92 kg/ha de semilla, el tapado se realizó con rastrillo.

3.10.4. Control de malezas

Una vez instalado el experimento se observó la germinación de plantas considerados como malezas para el cultivo, competidoras por nutrientes y agua. Se hizo el primer control de malezas a los 58 días después de la siembra, el segundo control a los

86 días después del primer deshierbo, cabe mencionar que en el campo se encontró gran número de malezas que se menciona en la Tabla N°6.

Tabla N°6: Malezas encontradas en el campo experimental del cultivo de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) de la campaña agrícola 2019 - 2020.

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

3.10.5. Aporque

El aporque se realizó a los 86 días de la siembra, con la finalidad de sostener la planta, aumenta la aireación del suelo y mejora la retención e infiltración del agua, para tener buena formación de raíces y plantas con mayor estabilidad mejorando el desarrollo. El aporque consiste en acumular suelo alrededor de la planta e indirectamente se consigue realizar el control de malezas.

3.10.6. Cosecha

La cosecha se realizó en forma manual, con segadera, cuando el cultivo llegó a su madurez fisiológica a los 220 días de la siembra, cuando la vaina presentó una coloración café amarillenta.

3.10.7. Trilla

La trilla de cada parcela se efectuó en forma manual, luego se seleccionó las semillas, las mismas que fueron adecuadamente identificadas para su pesado y 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 los demás genotipos con mayor madurez fisiológica.

3.11. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS

Para la evaluación de la caracterización agronómica de 10 genotipos de tarwi se efectuó según el descriptor de *Lupinus*, Consejo Internacional de Recursos Filogenéticos (CIRF, 1981), viene a ser una investigación experimental, la técnica que se realizó fue la recolección de datos de observación simple y directa. Para la información de datos se tomó 10 plantas al azar de cada genotipo por repeticiones. En total se evaluaron 20 variables.

3.12. RENDIMIENTO

Se evaluó durante la cosecha, donde se tomó todas las plantas de cada unidad experimental es decir por tratamiento donde fueron pesados, de la misma forma para evaluación de rendimiento de grano por planta.

3.13. VARIABLES DE ESTUDIO

Tabla N°7: Variables de estudios del trabajo de investigación de los 10 genotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) de la campaña agrícola 2019 – 2020.

VARIABLE INDEPENDIENTE	VARIABLE DEPENDIENTE	VARIABLES INTERVINIENTE
Genotipos:	Días a prefloración	
Patón grande	Días a floración	Condiciones Agroecológicas (temperatura y precipitación)
Accesión 13	Número de inflorescencia lateral por planta	
Sacacatani	Número de vainas por inflorescencia central	
Colección UNCP	Número de vainas por inflorescencia lateral	
Seccelambra	Número de vainas por planta	
Yunguyo	Altura de la planta	
H -6	Diámetro de tallo	
Andenes 80	Formación de vainas	
SCG – 9	Longitud de la vaina	
SCG – 22	Ancho de la vaina	
	Espesor de la vaina	
	Número de lóculos por vaina	
	Peso de 100 semillas	
	Poder germinativo	
	Número de granos por vainas	
	Peso fresco del follaje por planta	
	Rendimiento de grano por planta	
	Rendimiento por hectárea	
	Índice de cosecha	

3.14. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico en el presente trabajo de investigación, se utilizó el software estadístico de MINITAB, donde se evaluó a toda la variable independiente, se realizó el análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia de ($P \leq 0.05$) de probabilidad de error, así mismo para la comparación de medias se realizó un PCM de Tukey ($P \leq 0.05$) de probabilidad de error.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE 10 GENOTIPOS DE TARWI (*Lupinus mutabilis* Sweet)

Tabla N°8: Análisis de varianza para las características agronómicas, días a prefloración, días a floración y número de inflorescencia lateral, de 10 genotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) campaña agrícola 2019 – 2020.

FUENTES DE VARIABILIDAD	GL	DÍAS A PREFLORACIÓN	DÍAS A FLORACIÓN	N° DE INFLORESCENCIA LATERAL
Bloque	3	6.39 **	12.38 **	5.52 **
Genotipo	9	1.81 NS	1.51 NS	2.97 *
Error	27	9.43	14.42	0.895
total	39			
C.V.%		2.93%	3.04%	13.70%
Promedio		104.65	125.08	6.91

4.1.1. Días a prefloración

El análisis de varianza para días a prefloración de diez genotipos de tarwi, se muestra en la Tabla N°8, donde se observa que, para bloques existe diferencia estadística altamente significativa, mas no para los genotipos, presentando un promedio de 104.65 días a prefloración, con un coeficiente de variabilidad de 2.93%.

El análisis de comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), se observa los valores medios de días a prefloración, donde los genotipos con más precocidad fueron Seccelambra con 100 y Accesoión 13 con 103.25 días a prefloración, mientras que el genotipo H-6 registró el mayor número de días a prefloración con 107.50 días, siendo el más tardío, con una confianza del 95% de probabilidad, Tabla N°9 y en la Figura N°8.

Tabla N°9: Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$), para la variable de días a prefloración, campaña agrícola 2019 – 2020.

GENOTIPO	N°	MEDIA	AGRUPACIÓN	
Seccelambra	4	100.00	a	
Accesión 13	4	103.25	a	b
Sacacatani	4	103.75	a	b
SCG-9	4	104.25	a	b
Colec. UNCP	4	104.75	a	b
SCG-22	4	105.00	a	b
Yunguyo	4	105.75	a	b
Andenes - 80	4	106.00	a	b
Patón grande	4	106.25	a	b
H-6	4	107.50	b	

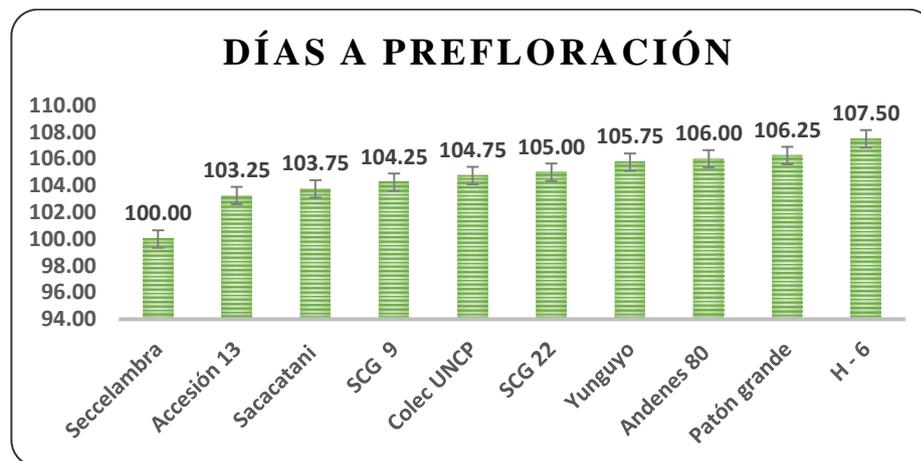


Figura N°8: Días a prefloración de 10 genotipos de tarwi, campaña agrícola 2019 - 2020.

El promedio fue de 104.65 días a prefloración, se registró a la más precoz, el genotipo Seccelambra con 100 días, se evaluó desde la siembra, mientras que Lescano (1994), indica que el brote terminal aparece el primer racimo floral, lo cual coincide con la ramificación tricotómica y las plántulas tienen de 4 a 5 hojas.

4.1.2. Días a floración

El análisis de varianza para el número de días a floración de diez genotipos de tarwi, se muestra en la Tabla N°8, donde se observa que, entre bloques existe diferencia estadística altamente significativa y para los genotipos, que alcanzó un promedio de 125.08 días a floración, con un coeficiente de variabilidad de 3.04%.

El análisis de comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$), muestra los valores medios de días a floración, donde los genotipos que presentaron menor número de días a floración fue Seccelambra, Sacacatani y Accesoión 13 con 120, 123 y 123.50 días, respectivamente, siendo los más precoces, sin embargo, los genotipos Andenes 80 y H – 6 con 126.50 y 128.25 días a floración se muestran los más tardíos, con una confianza del 95% de probabilidad, Figura N° 9.

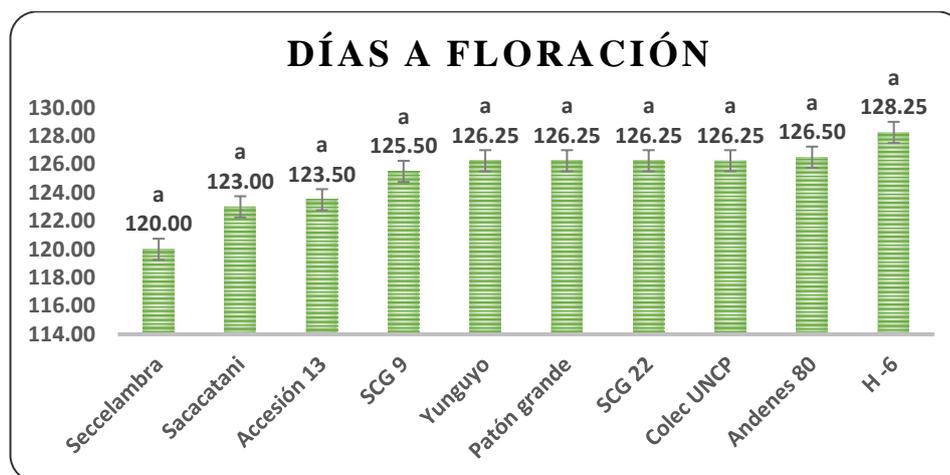


Figura N°9: Días a floración de 10 genotipos de tarwi, campaña agrícola 2019 - 2020.

En relación a días a floración, Lescano (1994), indica que la floración ocurre de los 80 a 120 días desde la siembra, mientras que Tapia (2007), manifiesta que el inicio de la floración del tarwi se denota de los 100 a los 120 días. Por otra parte, Lerma (2020), en su trabajo de evaluación del comportamiento agronómico de ocho genotipos selectos de tarwi, indica que la floración ocurre en promedio de 131.5 días, y los genotipos

Sacacatani con 142 días y Seccelambra con 138 días, siendo los más tardíos, en el presente trabajo de investigación se obtuvo un promedio de 125.08 días a floración.

4.1.3. Número de inflorescencias laterales por planta

El análisis de varianza para el número de inflorescencias lateral por planta, se muestra en la Tabla N°8, donde se observa que, entre bloques existe diferencia estadística altamente significativo, como también en los genotipos, mostrando un promedio 6.91 de inflorescencias, con un coeficiente de variabilidad de 13.70%.

El análisis de comparación de media a través de la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), muestra los valores medios de inflorescencias laterales por planta, donde los genotipos Patón grande presenta un mayor número de inflorescencias laterales con 7.83 de inflorescencias, seguido el genotipo H-6 con 7.83 florescencias, presentando un mismo desarrollo de las inflorescencias laterales, como también superando estadísticamente a los demás genotipos como Sacacatani y Seccelambra, que registraron menores números de inflorescencias laterales con 6.0 y 5.3 de inflorescencias, con una confianza del 95% de probabilidad, Tabla N°10 y Figura N°10.

Tabla N°10: Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$), para la variable Número de inflorescencias laterales, campaña agrícola 2019 – 2020.

GENOTIPO	N°	MEDIA	AGRUPACIÓN
Patón grande	4	7.83	a
H-6	4	7.83	a
SCG-22	4	7.58	a b
SCG-9	4	7.25	a b
Yunguyo	4	7.25	a b
Andenes - 80	4	6.92	a b
Colec UNCP	4	6.58	a b
Accesión 13	4	6.50	a b
Sacacatani	4	6.00	a b
Seccelambra	4	5.33	b

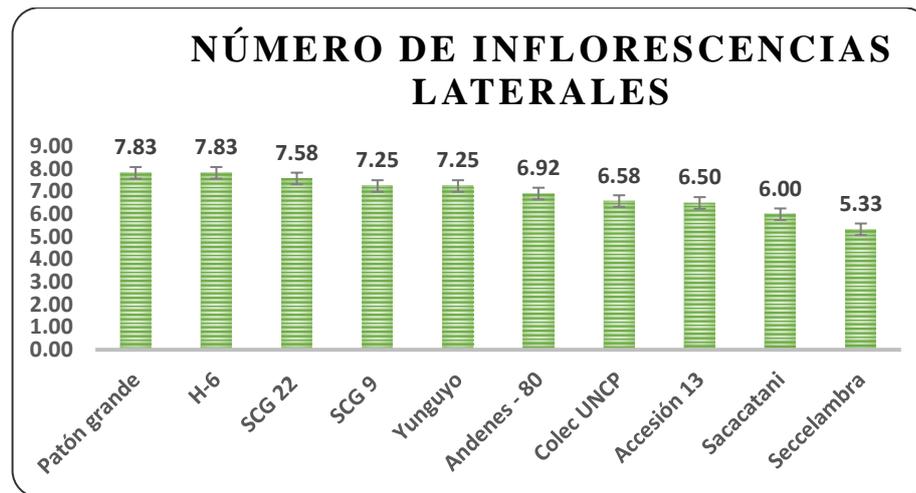


Figura N°10: Número de inflorescencias laterales de 10 genotipos de tarwi, campaña agrícola 2019 - 2020.

Cruz (2018), indica que el número de inflorescencias laterales por planta, el ecotipo del Centro obtuvo un promedio general de 6.39, mientras que el ecotipo del sur registró un promedio general de 6.23 de inflorescencias laterales por planta, sin embargo, Lerma (2020), en su evaluación del número de inflorescencias laterales, obtuvo un promedio general de 22.0 de inflorescencias, en el presente trabajo de investigación se obtuvo en promedio 6.91 de inflorescencias laterales por planta, obteniendo un promedio alto en número de inflorescencia laterales.

Tabla N°11: Análisis de varianza para las características agronómicas, número de vainas por inflorescencia central, número de vainas por inflorescencia lateral y número de vainas/planta, de 10 genotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) campaña agrícola 2019 – 2020.

FUENTES DE VARIABILIDAD	GL	N° DE VAINAS POR INFLORESCENCIA CENTRAL	N° DE VAINAS POR INFLORESCENCIA LATERAL	N° DE VAINAS POR PLANTA
Bloque	3	1.92 NS	14.03 **	16.91 **
Genotipo	9	0.93 NS	1.03 NS	1.36 NS
Error total	27	11	187.1	174.9
C.V.%		11.08%	23.72%	15.17%
Promedio		29.94	57.66	87.17

4.1.4. Número de vainas por inflorescencia central

En la Tabla N° 11, se muestra el análisis de varianza para el número de vainas por inflorescencia central de diez genotipos de tarwi, donde se observa que, entre bloques y genotipos no existe diferencia estadística significativa, presentando un coeficiente de variabilidad de 11.08% y un promedio de 29.94 vainas/planta.

En el análisis de comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), se observa los valores medios del número de vainas por inflorescencia central, donde el genotipo Colec UNCP obtuvo 31.83 vainas y el genotipo de Accesoión-13 con 31.75 vainas, registraron el mayor promedio de vainas por inflorescencia central, superior sobre los genotipos como, Yunguyo y SCG-9 ambos con 27.92 vainas por inflorescencia central, con una confianza del 95% de probabilidad, Figura N° 11.

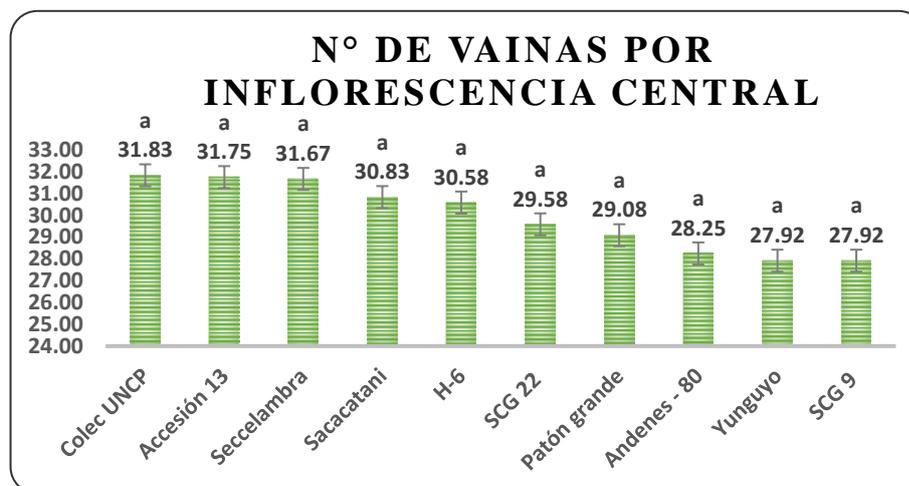


Figura N°11: Número de vainas por inflorescencia central de 10 genotipos de tarwi, campaña agrícola 2019 - 2020.

Aguilar (2015), indica la importancia de evaluar este carácter ya que su valor influye directamente en el rendimiento final, así mismo en su trabajo de investigación, reportó un promedio general de 6.69 vainas por inflorescencia central, mientras que Lerma (2020), indica que en la evaluación de número de vainas por inflorescencia central, obtuvo un promedio general de 12.3 vainas, las cuales son menores al resultado obtenido

en el presente investigación donde se obtuvo un promedio de 29.94 vainas, así mismo, Huisa (2018), en su trabajo de investigación obtuvo un promedio general de 26.04 vainas por inflorescencia central, siendo no tan lejano a lo obtenido en el presente trabajo.

4.1.5. Número de vainas por inflorescencia lateral

En la Tabla N°11, se muestra el análisis de varianza para el número de vainas por inflorescencia lateral de diez genotipos de tarwi, donde se observa que entre bloques existe diferencia estadística altamente significativa, y para los genotipos no existe diferencia estadística significativa, presentando un coeficiente de variabilidad de 23.72 con un promedio de 57.66 vainas por inflorescencia lateral.

En el análisis de comparación de mediante prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), se observa los valores medios del número de vainas por inflorescencia lateral, donde el genotipo Accesoión- 13 obtuvo 69.92 y el genotipo SCG – 9 con 67.33 de vainas por inflorescencia laterales, mostrando superioridad numérica sobre el resto de los genotipos como, Andenes – 80 con 52.92 y Sacacatani con 47.67 de vainas por inflorescencia lateral, con una confianza del 95% de probabilidad, Figura N° 12.

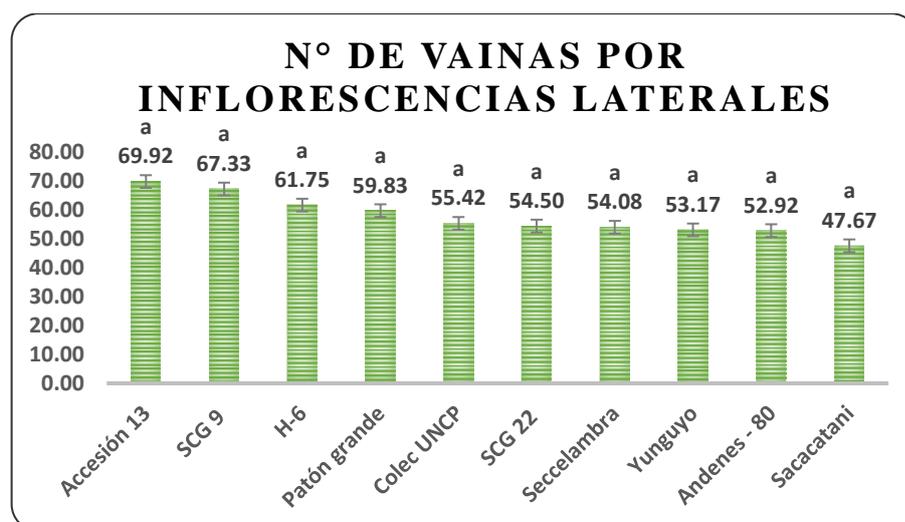


Figura N°12: Número de vainas por inflorescencia lateral de 10 genotipos de tarwi, campaña agrícola 2019 - 2020.



El promedio en este estudio fue 57.66 vainas por inflorescencia lateral, el cual es superior a lo obtenido por Lerma (2020), quien muestra en su investigación la media general de 10.6 vainas por inflorescencias laterales, por otro lado Aguilar (2015), en su estudio indica que este parámetro es un componente principal del rendimiento ya que a mayor número de vainas laterales se pueden obtener un mayor número de vainas por planta, siempre y cuando se cumpla con las necesidades de manejo agronómico y climático del cultivo de tarwi, así mismo en su trabajo de investigación obtuvo un promedio general de 5.63 vainas por inflorescencia lateral.

4.1.6. Número de vainas por planta

En la Tabla N°11, se muestra el análisis de varianza para el número de vainas por plantas de diez genotipos de tarwi, donde se observa que entre bloques existe diferencia estadística altamente significativa, mas no entre genotipos, con un coeficiente de variabilidad de 15.17% y con un promedio de 87.17 vainas por planta.

En el análisis de comparación de media a través de la prueba de tukey ($P \leq 0.05$), se observa a los valores medios del número de vainas por planta, donde los genotipos Accesoión – 13 y SCG – 9 obtuvieron 101.67 y 95.25 vainas por planta, respectivamente, mostrando superioridad numérica sobre el resto de genotipos, mientras que los genotipos Yunguyo con 78.33 y Sacacatani con 76.92, registraron el menor número de vainas por planta, con una confianza del 95% de probabilidad, Figura N°13.

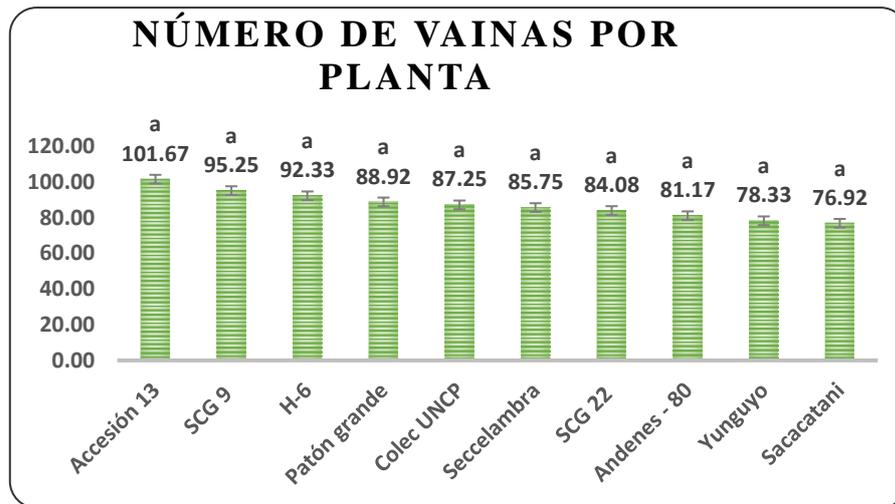


Figura N°13: Número de vainas por planta de 10 genotipos de tarwi, campaña agrícola 2019 - 2020.

En el presente estudio de investigación se obtuvo un promedio de 87.17 vainas/planta, siendo superior a lo obtenido por Aguilar (2015), mostrando un promedio de 30.95 vainas/planta, mientras que Flores (2018), señala que esta variable constituye un indicador importante para el rendimiento, lo que significa que a mayor número de vainas/planta mayor rendimiento, y obtuvo un promedio de 29 vainas/planta, así mismo Cruz (2018), en su trabajo de investigación de caracterización fenotípicas y de rendimiento preliminar de ecotipos de tarwi, obtuvo un promedio general de 67.34 vainas/planta en los ecotipos del centro y los ecotipos del sur un promedio general de 46.76 vainas/planta, mientras que Lerma (2020), en su estudio obtuvo un promedio general de 38.2 vainas/planta.

Tabla N°12: Análisis de varianza de las características agronómicas, altura de planta, diámetro de tallo y formación de vainas de 10 genotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) campaña agrícola 2019 – 2020.

FUENTES DE VARIABILIDAD	GL	ALTURA DE LA PLANTA	DIÁMETRO DEL TALLO	FORMACIÓN DE VAINAS
Bloque	3	7.11 **	3.10 *	9.81 **
Genotipo	9	4.02 *	1.23 NS	1.37 NS
Error	27	53.63	2.537	14.5
total	39			
C.V.%		6.08%	8.15%	2.62%
Promedio		120.33	19.54	145.45

4.1.7. Altura de la planta

En la Tabla N°12, se muestra el análisis de varianza para la altura de la planta de diez genotipos de tarwi, donde se observa que para bloques y genotipos existe diferencia estadística altamente significativa, presentando un coeficiente de variabilidad de 6.08% con un promedio de 120.33 cm.

En el análisis de comparación de medias a través de la prueba de tukey ($p \leq 0.05$) en la Tabla N°13, se observa los valores medios de altura de la planta, donde el genotipo Colec UNCP presentó un promedio de 127.15 cm, seguido del genotipo Patón grande con 126.53 cm, SCG - 9 con 111.29 y con menor altura de planta el genotipo Seccelambra con 108.53 cm, con una confianza del 95% de probabilidad, Figura N°14.

Tabla N°13: Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$), para la variable altura de la planta, campaña agrícola 2019 – 2020.

GENOTIPO	N°	MEDIA	AGRUPACIÓN	
Colec UNCP	4	127.15	a	
Patón grande	4	126.53	a	
Andenes - 80	4	126.18	a	b
H-6	4	126.09	a	b
Yunguyo	4	125.19	a	b
SCG-22	4	123.93	a	b
Accesión 13	4	114.67	a	b
Sacacatani	4	113.78	a	b
SCG-9	4	111.29	a	b
Seccelambra	4	108.53	a	b

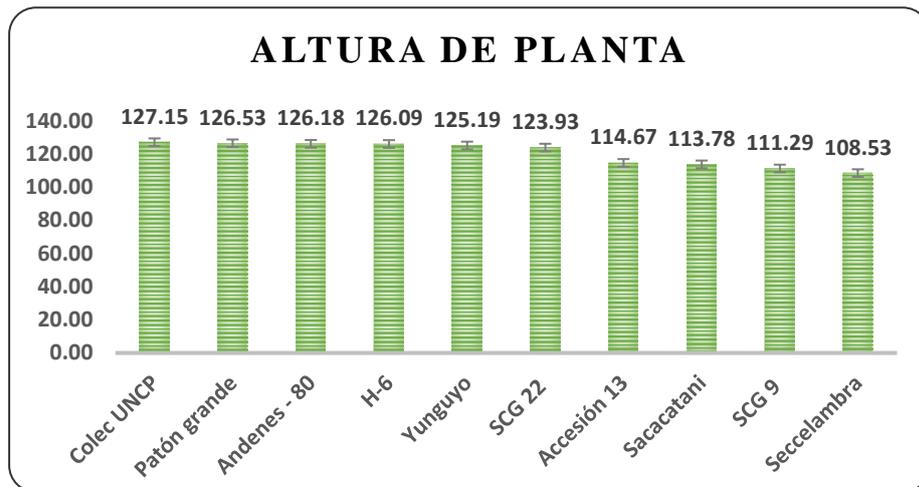


Figura N°14: Altura de planta de 10 genotipos de tarwi, campaña agrícola 2019 - 2020.

Según Efraín (2017), el tarwi alcanza una altura de 0,5 a 2m, Añaguari (2013), señala que ha obtenido, 1.35 m de altura de planta en el grupo A y en grupo C 1.52 m de altura de planta, mientras que Huisa (2018), indica que en sus accesiones evaluadas, obtuvo un promedio general de 137.93 cm de altura de planta, por otra parte Aguilar (2015), manifiesta que este parámetro se evaluó durante la primera floración tomando, como medida desde el cuello de la planta hasta la base de la primera inflorescencia, donde obtuvo un promedio general de 180 cm. Siendo estos resultados mayores a los que se obtuvo en el presente trabajo de investigación con un promedio de 120.33 cm de altura de la planta, sin embargo Lerma (2020), muestra en su trabajo de investigación que la planta de tarwi alcanzo una altura de 115.7 cm, siendo este resultado menor obtenido en el presente trabajo de investigación.

4.1.8. Diámetro del tallo

En la Tabla N°12, se muestra el análisis de varianza para el diámetro de tallo de diez genotipos de tarwi, donde se observa, que entre bloques existe diferencia estadística significativa, y mas no para los genotipos, teniendo un coeficiente de variabilidad de 8.15%, con un promedio de 19.54 mm de diámetro.

En el análisis de comparación de medias a través de la prueba de tukey ($p \leq 0.05$), se observa que el genotipo Accesoión-13 registró el mayor diámetro del tallo con 20.89 mm, seguidos de los genotipos Colec UNCP y H-6 con 20.28 y 20.26 mm, respectivamente, mientras que los genotipos Sacacatani y Yunguyo registraron menores diámetro de tallo con un 18.50 mm y 17.92 mm respectivamente, con una confianza del 95% de probabilidad, Figura N°15.

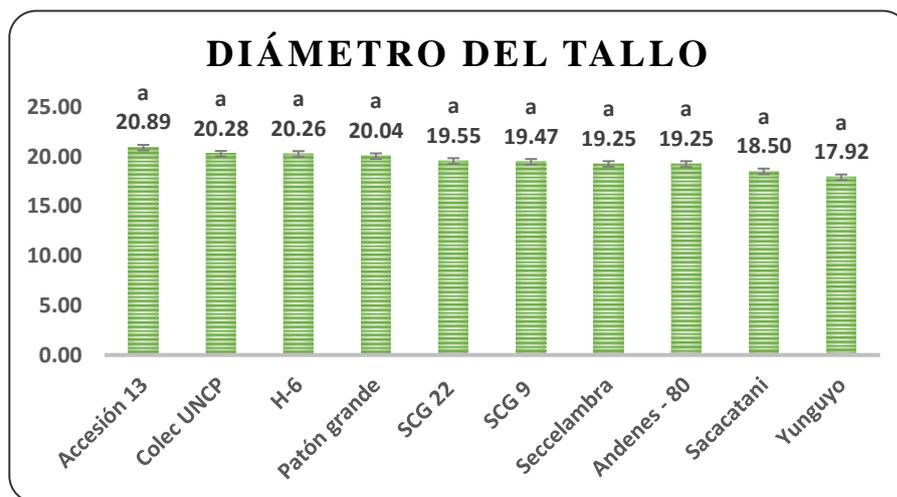


Figura N°15: Diámetro del tallo de los 10 genotipos de tarwi, campaña agrícola 2019 - 2020.

Al respecto del diámetro del tallo, Lerma (2020), obtuvo un promedio de 17,5 mm de diámetro, siendo este un resultado menor a lo que se obtuvo en el presente trabajo de investigación.

4.1.9. Formación de vainas

En la Tabla N°12, el análisis de varianza para la formación de vainas de diez genotipos de tarwi, muestra que existe diferencia estadística altamente significativa para bloques y no para genotipos, con un coeficiente de variabilidad de 2.62%, con un promedio de 145.45 días a formación de vainas.

En el análisis de comparación de media a través de la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$), Figura N° 16, se observa que en los genotipos Seccelambra y Sacacatani, las vainas se

formaron a los 140.75 y 143.25 días, respectivamente, mostrándose precoces, y en los genotipos Colec UNCP y H- 6 las vainas se formaron a los 147.25 y 148.25 días, respectivamente, comportándose como tardíos, con una confianza del 95% de probabilidad.

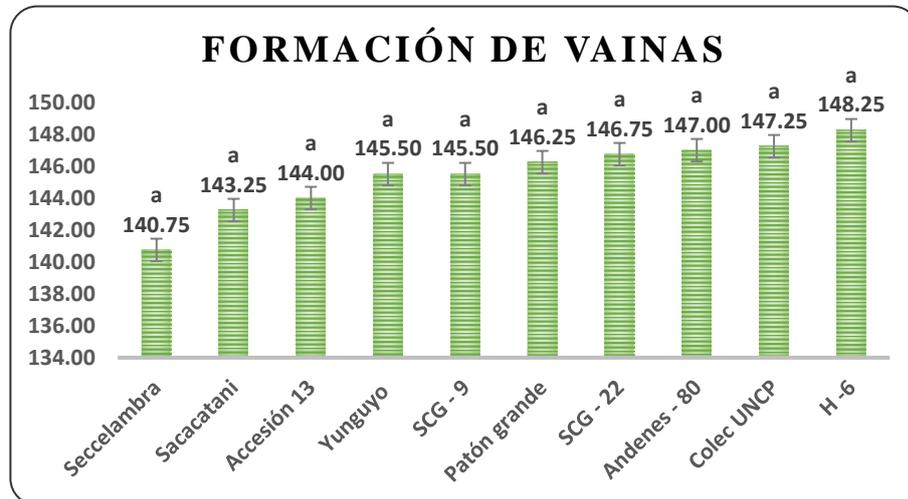


Figura N°16: Formación de vainas de 10 genotipos de tarwi, campaña agrícola 2019 - 2020.

En relación a la formación de vainas, Quico (2013), en su trabajo de investigación menciona que la formación de vainas ocurrió a los 147.95 días desde la siembra, resultado que es superior a lo obtenido en el presente trabajo de investigación con un promedio de 145.45 días, lo que indica que la formación de vainas se produjo en menor tiempo, donde el genotipo con menor días fue Seccelambra con 140.75 días de formación de vaina, siendo la mas precoz en su formación.

Tabla N°14: Análisis de varianza de las características agronómicas, longitud y ancho y espesor de la vaina los 10 genotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) campaña agrícola 2019 /2020.

FUENTES DE VARIABILIDAD	GL	LONGITUD DE LA VAINA	ANCHO DE LA VAINA	ESPESOR DE LA VAINA
Bloque	3	1.89 NS	5.65 **	7.32 **
Genotipo	9	1.98 NS	0.72 NS	0.69 NS
Error	27	0.4329	4.433	0.8636
total	39			
C.V.%		6.04%	12.67%	11.26%
Promedio		10.89	16.62	8.25

4.1.10. Longitud de la vaina

En la Tabla N°14, se muestra el análisis de varianza para la longitud de vaina de diez genotipos de tarwi, se observa que, para bloques y genotipos no hubo diferencia estadística significativa, siendo el coeficiente de variabilidad de 6.04 % y con un promedio de 10.89cm de longitud.

En el análisis de comparación de medias a través de la prueba de tukey ($p \leq 0.05$), se observa los valores medios de la longitud de vaina, donde genotipo Andenes – 80 y Patón grande, obtuvieron 11.44cm y 11.38cm, respectivamente, seguido de los genotipos Accesoión – 13 con 10.58cm, Sacacatani con 10.32cm y Seccelambra con 10.16 cm, con menores longitudes de la vaina, con una confianza del 95% de probabilidad, Figura N° 17.

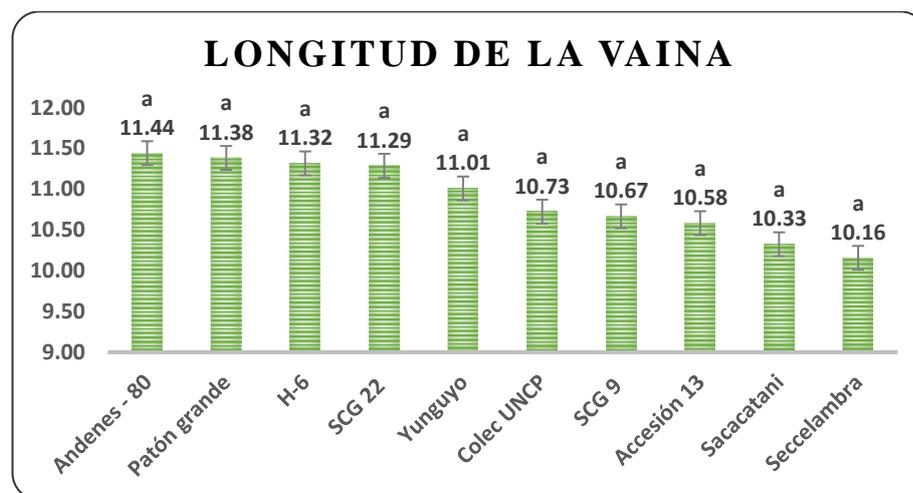


Figura N°17: Longitud de la vaina de 10 genotipos de tarwi, campaña agrícola 2019 - 2020.

Al respecto de la longitud de la vaina, Huisa (2018), indica que hay un buen desarrollo de vainas en el eje central, con un promedio de 10.49 cm de longitud, esto probablemente por las condiciones del medio ambiente, el abonamiento con estiércol de ovino y los genes que posee cada accesoión, por otro lado, Aguilar (2015), en su trabajo de investigación obtuvo en promedio 82.39 mm, siendo un valor inferior al promedio de

10.89cm de longitud de vainas obtenidos en el presente trabajo de investigación. Por otra parte, Lerma (2020), en su trabajo de investigación encontro en promedio 110.1mm de longitud de vaina.

4.1.11. Ancho de la vaina

En la Tabla N°14, se muestra el análisis de varianza para el ancho de la vaina de diez genotipos de tarwi, donde se observa que entre bloques existe una diferencia estadística altamente significativa, no presenta diferencia estadística significativa para genotipos, con un coeficiente de variabilidad de 12.67% y un promedio de 16.62 mm de ancho.

En el análisis de comparaciones de medias a través de la prueba de tukey ($p \leq 0.05$), se observa los que el genotipo Colec UNCP registró mayor de ancho con 17.94 mm, siendo superior al resto, seguido de los genotipos Sacacatani y Patón grande con 17.64 y 17.14 mm, respectivamente, mientras que los genotipos Yunguyo y SCG- 22 registraron menores medidas con 15.54 y 15.41 mm, respectivamente, con una confianza del 95% de probabilidad, Figura N°18.

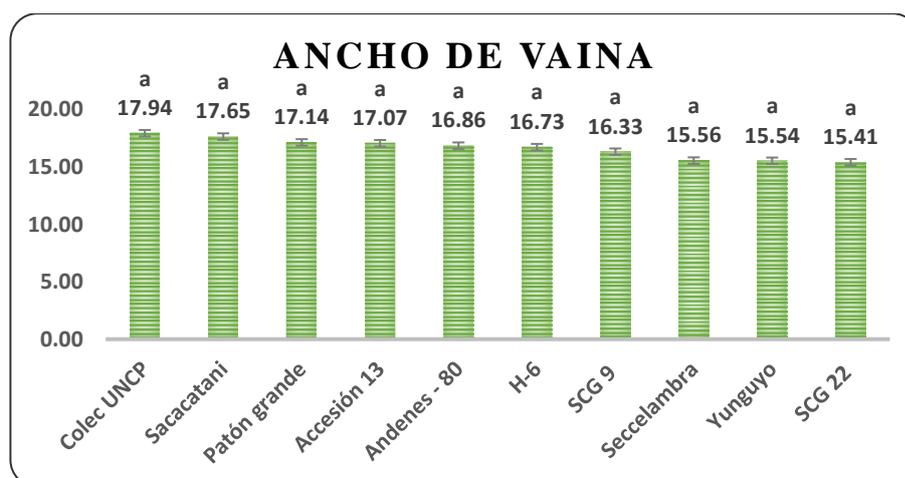


Figura N°18: Ancho de vaina de 10 genotipos de tarwi, campaña agrícola 2019 - 2020.



Cruz (2018), en su trabajo de investigación de Caracterización fenotípica y de rendimiento preeliminar de ecotipos de tarwi, obtuvo en promedio general 1.62 cm del ancho de la vaina en los ecotipos del centro, mientras en los ecotipo del sur el promedio del ancho de vainas fue de 1.57 cm, así mismo, Aguilar (2015), en su estudio con accesiones registró un promedio de 15.87 mm de ancho de la vaina, sin embargo Lerma (2020) en su trabajo obtuvo un promedio general de 17.5 mm de ancho de vaina, mientras que en el presente trabajo de investigación se obtuvo un promedio general de 16.62 mm del ancho de la vaina, teniendo al genotipos Colec UNCP con mayor ancho de la vaina con 17.94 mm.

4.1.12. Espesor de la vaina

En la Tabla N° 14, se muestra el análisis de varianza para el espesor de la vaina de diez genotipos de tarwi, donde se observa que entre bloques existe una diferencia estadística altamente significativa, pero no para genotipos, con un coeficiente de variabilidad de 11.26%, con un promedio de 8.25 mm de espesor de vaina.

En el análisis de comparación de medidas a través de la prueba de tukey ($p \leq 0.05$), se observa los valores medios de espesor de la vaina, donde el genotipo Accesoión-13 registró el promedio mayor del espesor de la vaina con 8.79 mm, seguido el genotipo Colec UNCP con 8.61 mm, mientras que los genotipos H-6, Patón grande y SCG-9 registraron menores valores con un 7.99, 7.90 y 7.49 mm de espesor de la vaina, con una confianza del 95% de probabilidad, Figura N° 19.

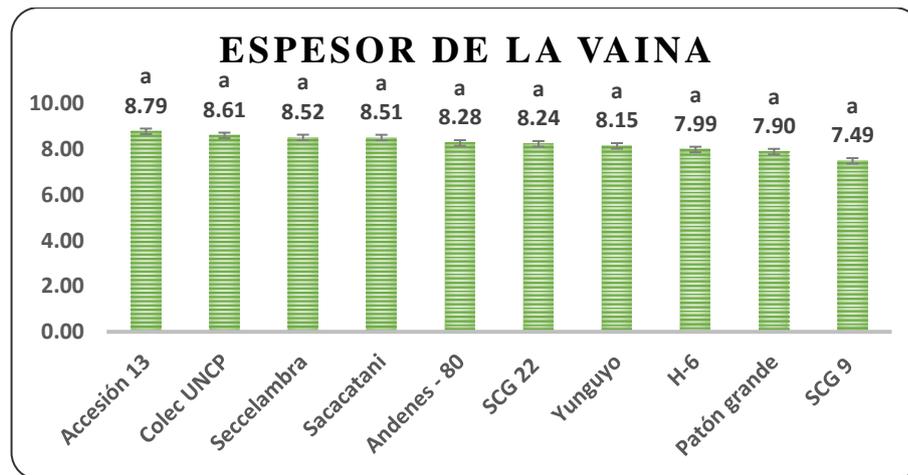


Figura N°19: Espesor de la vaina de 10 genotipos de tarwi, campaña agrícola 2019 - 2020.

Al respecto del espesor de vaina, Aguilar (2015), menciona que en promedio general obtuvo 8.06 mm, por otra parte, Cruz (2018), señala que en su estudio, con los ecotipo del centro obtuvo en promedio 0.71cm de espesor de la vaina, mientras que con los ecotipos del sur obtuvo en promedio 0.73cm de espesor de la vaina, sin embargo en el presente trabajo de investigación se obtuvo promedio de 8.25 mm en espesor de la vaina superior a los encontrados por los autores mencionados.

Tabla N°15: Análisis de varianza de las características agronómicas, número de lóculos/vaina, peso de 100 semillas y poder germinativo de 10 genotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) campaña agrícola 2019 – 2020.

FUENTES DE VARIABILIDAD	GL	N° DE LÓCULOS POR VAINA	PESO DE 100 SEMILLAS	PODER GERMINATIVO
Bloque	3	2.59 NS	1.77 NS	0.11 NS
Genotipo	9	1.09 NS	11.99 **	0.47 NS
Error total	27	0.1415	1.71	0.000484
C.V.%	39	5.84%	5.99%	10.83%
Promedio		6.44	21.83	1.36874

4.1.13. Número de lóculos por vaina

En la Tabla N°15, el análisis de varianza para el número de lóculos por vaina para los diez genotipos de tarwi, se observa que no existe diferencia estadística significativa

en bloques, al igual que los genotipos en estudio, presentando un coeficiente de variabilidad de 5.84% y un promedio de 6.44 de lóculos por vaina.

En el análisis de comparación de medias a través de la prueba de tukey ($p \leq 0.05$), se observa los valores medios de número de lóculos por vaina, donde el genotipo SCG-22, registró mayor de número de lóculos por vaina con 6.75 de lóculos, seguido de los genotipos Yunguyo y Seccelambra con 6.25 y 6.08 lóculos, respectivamente, dando una confianza de 95% de probabilidad, Figura N°20.

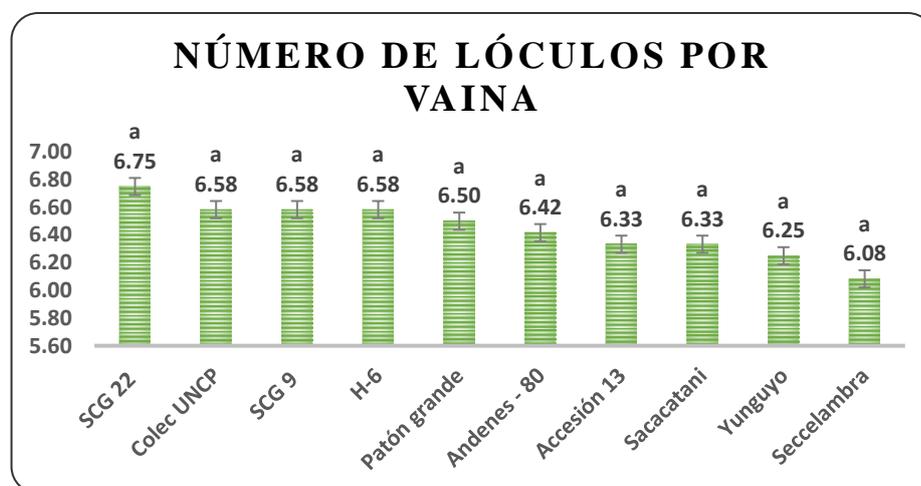


Figura N°20: Número de lóculos por vaina de 10 genotipos de tarwi, campaña agrícola 2019 - 2020.

Aguilar (2015), en su trabajo de investigación reportó un promedio general de 5.8 lóculos por vaina, siendo este resultado menor a lo obtenido en el presente trabajo de investigación con 6.44 de lóculos por vaina, comportandose el genotipo SCG-22 con 6.75 lóculos en las vainas, logrando la mayor cantidad de presencia de lóculos en las vainas a nivel de los genotipos.

4.1.14. Peso de 100 semillas

En la Tabla N°16, se muestra el análisis de varianza para peso de 100 semillas de diez genotipos de tarwi, en donde se observa que, entre bloques no existe diferencia

estadística significativa, pero sí para los genotipos en estudio, presentando un coeficiente de variabilidad 5.99%, con un promedio de 21.83g/100 semillas.

En el análisis de comparación de medida a través de la prueba de Tukey($P \leq 0.05$) presentado en la Tabla N°16, se observa los valores medios del peso de 100 semillas, donde el genotipo Andenes-80 y Colec UNCP, registraron el mayor peso de 100 semillas con 24g, seguido por los genotipos H-6 con 23.75g, se obtuvo con menor peso de 100 semillas al genotipo Sacacatani con 18.25g, con una confianza al 95% de probabilidad, Figura N°21.

Tabla N°16: Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$), para la variable peso de 100 semillas, campaña agrícola 2019 – 2020.

GENOTIPO	N°	MEDIA	AGRUPACIÓN
Andenes - 80	4	24.00	a
Colec UNCP	4	24.00	a
H-6	4	23.75	a
Yunguyo	4	23.00	a
SCG-9	4	22.50	a
SCG-22	4	22.50	a
Patón grande	4	22.50	a
Seccelambra	4	19.00	b
Accesión 13	4	18.75	b
Sacacatani	4	18.25	b

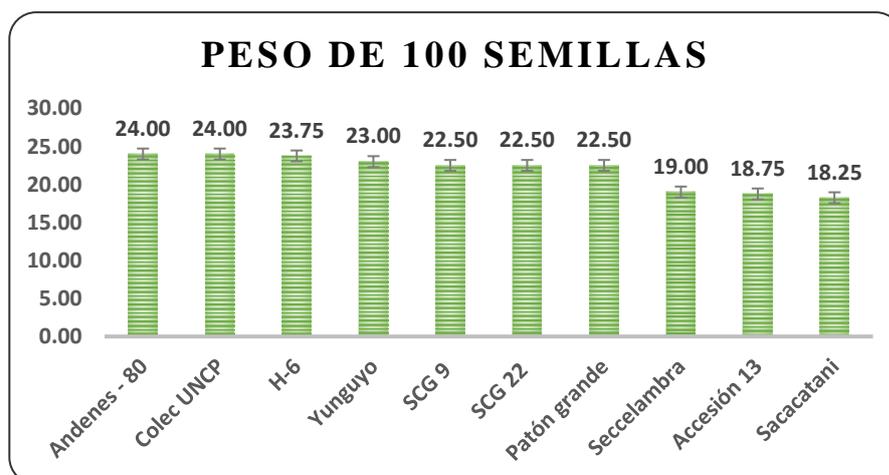


Figura N°21: Peso de 100 semillas de 10 genotipos de tarwi, campaña agrícola 2019 - 2020.

Plata (2016), obtuvo un promedio de 22. 26g en peso de 100 semillas, por otra parte, Lerma (2020), indica logró en el peso de 100 semillas un promedio de 26.1g, siendo estos resultados superiores a lo obtenido o en el presente trabajo, con el promedio de 21.83g de peso de 100 semillas.

4.1.15. Poder germinativo

En la Tabla N°16, se muestra el análisis de varianza para Poder germinativo de diez genotipos de tarwi, donde se observa que no existe diferencia estadística significativa entre bloques, y entre los genotipos en estudio, presentando un coeficiente de variabilidad de 10.83%, con un promedio de 96% de germinación.

En el análisis de comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), se observa los valores medios del porcentaje del poder germinativo, donde los genotipos Sacacatani registró el mayor porcentaje de poder germinativo con 96.32%, y el menor porcentaje de germinación, obtuvo el genotipo H-6 con 95.20%, con una confianza del 95% de probabilidad, Figura N° 22.

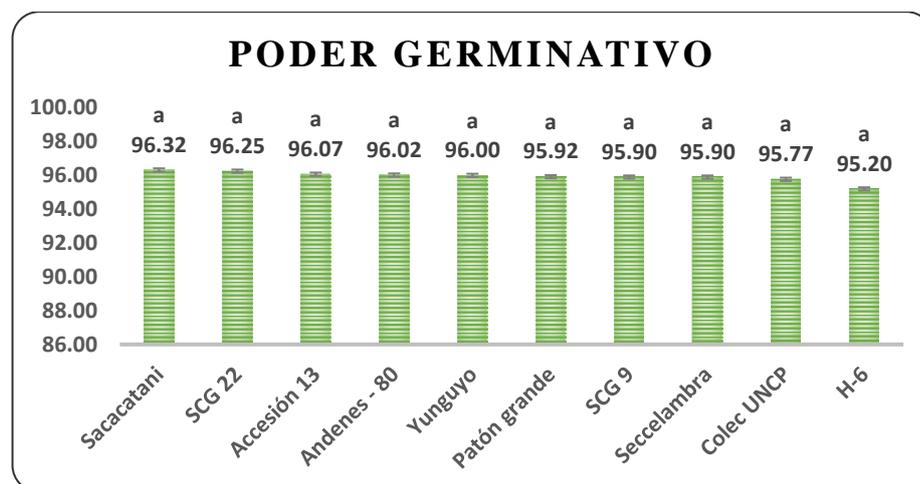


Figura N°22: Poder germinativo de 10 genotipos de tarwi, campaña agrícola 2019-2020.

Plata (2016), manifiesta que el porcentaje de germinación en condiciones de La Paz Bolivia, presentó un rango de 82 a 60% de germinación, mientras que Lerma (2020),

indica en su trabajo de investigación, encontró el promedio de 95.7%. Sin embargo en el presente trabajo de investigación se encontró el promedio de 96% de germinación, similares a los obtenidos por los autores citados.

4.2. RENDIMIENTO DE GRANO DE 10 GENOTIPOS DE TARWI (*LUPINUS MUTABILIS SWEET*).

Tabla N°17: Análisis de varianza de rendimiento de grano, Número de grano/vaina, Peso fresco del follaje por planta y rendimiento de grano/planta, de 10 genotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) campaña agrícola 2019 – 2020

FUENTES DE VARIABILIDAD	GL	N° DE GRANO POR VAINA	PESO FRESCO DEL FOLLAJE POR PLANTA	RENDIMIENTO DE GRANO POR PLANTA
Bloque	3	0.49 **	2.68 NS	0.49 NS
Genotipo	9	0.50 NS	1.08 NS	0.50 NS
Error	27	89.43	2585	89.43
total	39			
C.V.%		18.65%	21.29%	18.65%
Promedio		50.69	238.81	50.69

4.2.1. Número de granos por vaina

En la Tabla N°17, se muestra el análisis de varianza para el número de granos por vaina de diez genotipos de tarwi, donde entre bloques y genotipos no existe diferencia estadística significativa, presentando un coeficiente de variabilidad de 8.17%, con un promedio de 5.73 de granos/vaina.

En el análisis de comparación de media a través de la prueba de tukey ($P \leq 0.05$), se observa que el genotipo SCG - 22 obtuvo mayor número de granos/vaina con 6.17 de granos, mostrando superioridad numérica sobre el resto de genotipos, y SCG – 9, obtuvo el menor número de granos/vaina con 5.5 de grano, con una confianza del 95% de probabilidad, Figura N°23.

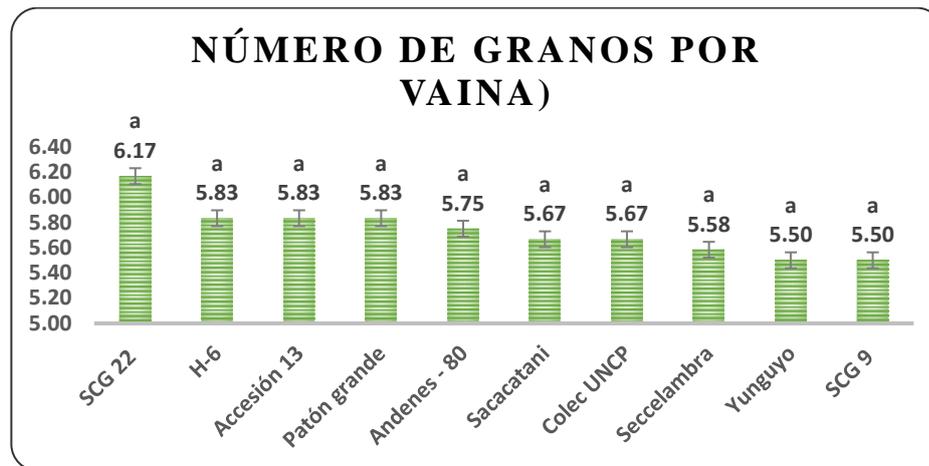


Figura N°23: Número de grano por vaina de 10 genotipos de tarwi, campaña agrícola 2019 - 2020.

Respecto al número de granos/vaina, Aguilar (2015), indica que no existe una relación directa entre número de granos por vaina con el rendimiento, sin embargo se puede observar la calidad de grano, el color, sanidad y entre otras características, obteniendo un promedio de 4.46 granos por vaina, mientras que el presente trabajo de investigación el promedio general fue de 5.73 granos/vaina. siendo estos resultados similares a lo obtenido por Lerma (2020), con un promedio de 5.8 granos/vaina.

4.2.2. Peso fresco del follaje por planta

En la Tabla N° 17, se muestra el análisis de varianza para peso fresco del follaje por planta de diez genotipos de tarwi, donde se observa que no existe diferencia estadística significativa tanto para bloques como para genotipos, con un coeficiente de variabilidad de 21.29%, con un promedio de 238.81g de peso fresco de follaje.

En el análisis de comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), se observa los valores medios de peso fresco de follaje por planta, donde el genotipo H-6 registró el promedio mayor con 276.25g, seguido de los genotipos Yunguyo y Accesión con 260.79 y 260.16g, respectivamente, mientras que los genotipos Sacacatani y

Seccelambra registraron pesos inferiores con 200.32 y 199.53g, respectivamente, con una confianza del 95% de probabilidad, Figura N°24.

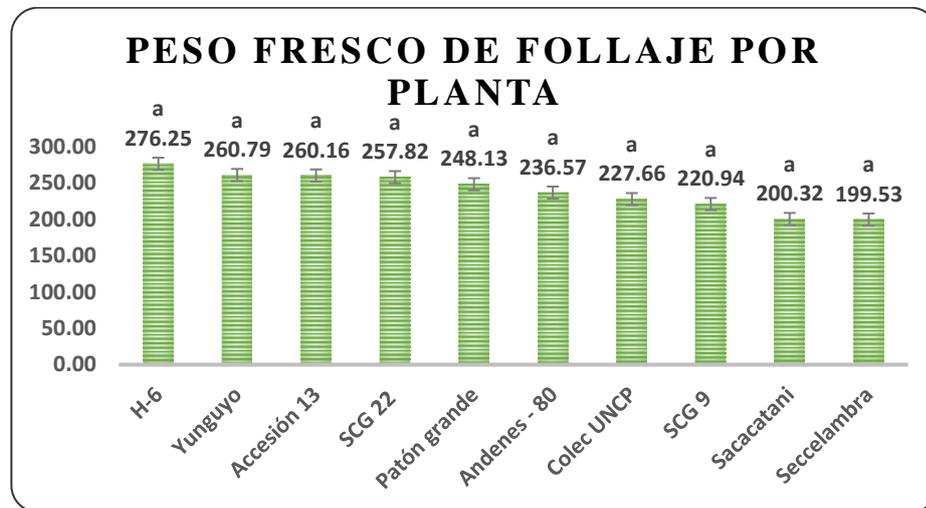


Figura N°24: Peso fresco de follaje por planta de 10 genotipos de tarwi, campaña agrícola 2019 - 2020.

Aguilar (2015), en su trabajo de investigación sobre la evaluación del rendimiento de grano y capacidad simbiótica de once accesiones de tarwi, indica que el peso del follaje por planta de las accesiones, varió del 80.97 a 121.6g, siendo el promedio general de 107.6g, por otro lado, Lerma (2020), en su trabajo de investigación obtuvo un promedio general de 164.6g de peso de peso fresco del follaje; mientras que el presente trabajo el peso fresco del follaje por planta varió entre 276.25 a 199.53g, que corresponde a los genotipos H-6 y Seccelambra, con un promedio de 238.81g del peso fresco de follaje, superiores a los obtenidos por Aguilar (2015) y Lerma (2020).

4.2.3. Rendimiento de grano por planta

En la Tabla N°17, se muestra el análisis de varianza para el rendimiento de grano por planta de diez genotipos de tarwi, donde se observa que, no existe diferencia estadística significativa para bloques y genotipos, con un coeficiente de variabilidad de 18.65 %, con un promedio de 50.69g.

En el análisis de comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), se observa los valores medios de rendimiento de grano por planta, donde el genotipo H-6 obtuvo 56.94g, el mayor de rendimiento de grano por planta, mientras tanto los genotipos Seccelambra y Patón grande registraron el menor rendimiento de grano por planta con 49.03g y 45.60g, respectivamente, con una confianza del 95% de probabilidad, Figura N° 25.

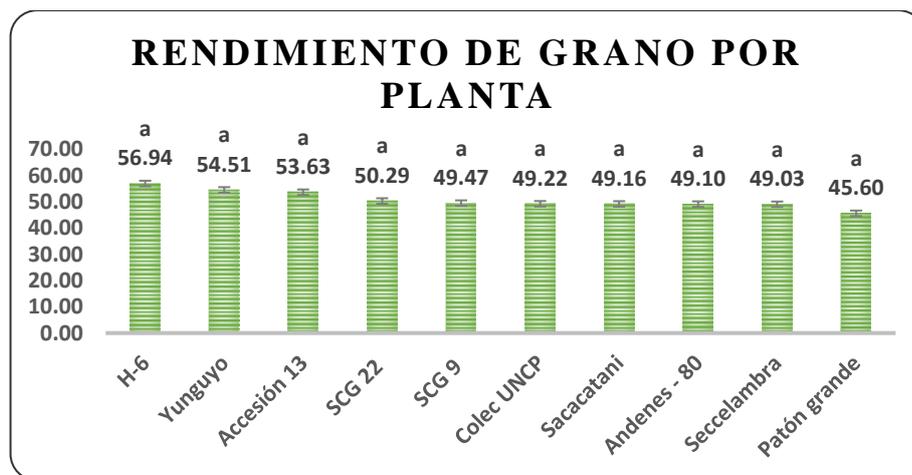


Figura N°25: Rendimiento de grano por planta de 10 genotipos de tarwi, campaña agrícola 2019 - 2020.

Quico (2013), en su trabajo de investigación, indica que la línea CTC.156 alcanzó el menor rendimiento con 0.08kg, y la línea CTC-16 alcanzó un rendimiento de 0.56 kg, con un promedio de 0.30kg para las 93 líneas, en la campaña 2011- 2012, en Kayra - Cusco. Sin embargo en el presente trabajo el rango del rendimiento de grano por planta varió entre los genotipos H-6 con 56.94g y Patón grande con 45.60g, con un promedio de 50.96g.

Tabla N°18: Análisis de varianza de rendimiento de grano e índice de cosecha, de 10 genotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) campaña agrícola 2019 – 2020.

FUENTES DE VARIABILIDAD	GL	RENDIMIENTO POR HECTÁREA	ÍNDICE DE COSECHA
Bloque	3	0.49 NS	3.23 *
Genotipo	9	0.50 NS	1.84 NS
Error	27	87331	0.0011
total	39		
C.V.%		18.65%	6.88%
Promedio		1584.18	0.48%

4.2.4. Rendimiento por hectárea

En la Tabla N°18, se muestra el análisis de varianza para el rendimiento de grano por hectárea de diez genotipos de tarwi, donde se observa que no existe diferencia estadística significativa entre bloques y entre genotipos, presentando un coeficiente de variabilidad de 18.65%, con un promedio de 1584.18kg/ha.

En el análisis de comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), se observa los valores medios de rendimiento de grano por hectárea, donde el genotipo H-6 obtuvo el mayor rendimiento con 1779.30 kg/ha, mientras que el genotipo Patón grande obtuvo el menor rendimiento de grano con 1424.85kg/ha, con una confianza del 95% de probabilidad, Figura N°26.

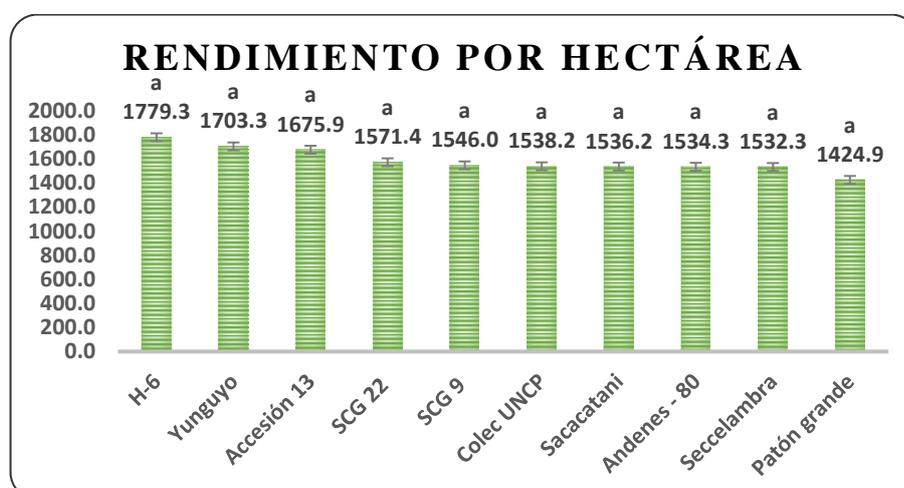


Figura N°26: Rendimiento por hectárea de 10 genotipos de tarwi, campaña agrícola 2019 - 2020.



Salis (1985), muestra que los rendimientos del tarwi pasan de 4000 kg/ha a 1400 kg/ha, e incluso bajan a 300 kg/ha, también Mujica (1977), menciona que el rendimiento del tarwi alcanzan 3500 – 5000 kg/ha, cuando el cultivo es conducido en forma adecuada y se les proporciona todos sus requerimientos en forma oportuna, asimismo, Mujica y Moscoso (2018), mencionan que el rendimiento de tarwi en la región de Puno llega a los 1240 kg/ha, mientras Quico (2013), en su trabajo de investigación para las 93 líneas sembradas, obtuvo en promedio 1903.89kg/ha, sin embargo Huisa (2018), en su estudio de evaluación de rendimiento por planta, obtuvo un promedio de 1873.39 kg/ha donde el genotipo de mayor rendimiento fue ACCESIÓN PUNO 12 con 2268.50 kg/ha, mientras tanto Lerma (2020), en su trabajo de evaluación del comportamiento agronomico de ocho genotipos, obtuvo en promedio un rendimiento de 2364.9 kg/ha, con los genotipos Patón grande con 2504.8 kg/ha y H-6 con 2480 kg/ha, presentando una diferencia estadística no significativo. Mientras que en el presente trabajo de investigación se obtuvo un promedio de 1584.18kg/ha, donde el genotipo H-6 obtuvo el mayor rendimiento con 1779.3 kg/ha, y el menor rendimiento con el genotipo PATÓN GRANDE con 1424.9 kg/ha.

4.2.5. Índice de cosecha

En la Tabla N°18, se muestra el análisis de varianza para índice de cosecha de diez genotipos de tarwi, donde se observa que, existe diferencia estadística significativa entre bloques y no entre genotipos, presentando un coeficiente de variabilidad de 6.88%, con un promedio de 0.48 %.

En el análisis de comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), se observa los valores medios del índice de cosecha, donde los genotipos Sacatani y Seccelambra registraron el mayor índice de cosecha con 24.67% y 24.58%, mientras que los genotipos SCG-22 y Patón grande obtuvieron el menor índice de cosecha con 20.08% y 18.90%, respectivamente, con una confianza del 95% de probabilidad, Figura N°27.

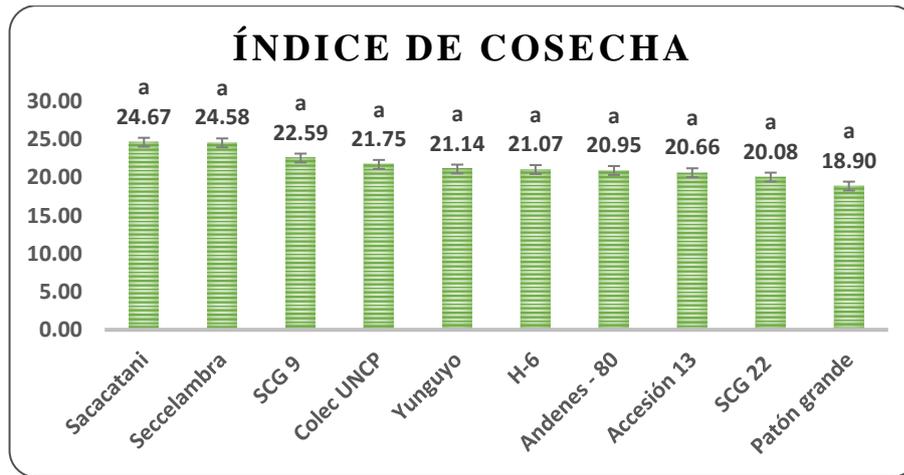


Figura N°27: Comportamiento del índice de cosecha de los 10 genotipos de tarwi, campaña agrícola 2019 - 2020.

En relación al índice de cosecha, el genotipo Sacacatani obtuvo mayor índice de cosecha con 24.67% y el genotipo Patón grande el menor índice de cosecha con 18.90%, esta variable mide la producción de materia seca por la cantidad de grano producido, así mismo es un parámetro excelente para evaluar el reparto de la materia seca y la eficiencia de las plantas, al respecto, Lerma (2020), indica que en su trabajo de investigación obtuvo en promedio 20.7% de índice de cosecha.



V. CONCLUSIONES

Los resultados alcanzados en el presente trabajo de investigación, permiten concluir que: en diámetro del tallo, altura de la planta, ancho de la vaina, espesor de la vaina no se encontraron diferencias significativas entre los diez genotipos de tarwi, en cuanto a rendimiento, el genotipo H-6 presentó el mejor rendimiento con 1779.3 kg/ha, seguidamente el genotipo Yunguyo con 1703.3 kg/ha. Así mismo estos genotipos presentan el mayor peso fresco del follaje/planta, como también un buen número de vainas/planta, siendo el idiotipo ideal para la liberación como nueva variedad en las condiciones de Puno.

Al realizar la prueba de comparaciones múltiples de tukey, de los diez genotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), se concluye que el genotipo Seccelambra presenta en días a prefloración con 100 días, en días a floración con 120 días y en días a Formación de vainas con 140.75 días, siendo el genotipo más precoz en su desarrollo. En cuanto a rendimientos el mejor resultado se obtuvo H- 6 con 1779.3 kg/ha, así mismo en cuanto al parámetro de peso de 100 semillas el genotipo Andenes – 80 obtuvo el valor más alto con 24g.



VI. RECOMENDACIONES

Con los resultados y conclusiones del presente trabajo de investigación se puede realizar las siguientes recomendaciones:

- El genotipo secce lambrá, obtuvo la mejor característica agronómicas, por lo tanto, es recomendable realizar más trabajos de investigación respecto a este genotipo, ya que destacó en su buena adaptabilidad bajo las condiciones del Centro Experimental Camacani de la Universidad Nacional del Altiplano - Puno y poder verificar el gran potencial de estos genotipos.
- El genotipo H-6, obtuvo el mayor rendimiento de grano, lo que se recomienda es en realizar más producciones en hectáreas en diferentes localidades de la región, ya que en el presente trabajo de investigación muestra que el genotipo presentó resistencia a diferentes factores bióticos y abióticos, teniendo la más alta producción de este cultivo y por lo tanto se tendrá la aceptación de los productores de tarwi.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abraham, P. V. (2003). Obtención de alcohol a partir de la malta de (*Lupinus mutabilis* Sweet). Proyecto de investigación 2003 Universidad Nacional del Centro del Perú. Facultad de Ingeniería Química. Huancayo, Perú.
- Agricultura, B. N. (2009). Glosario. Servicio de Investigación Agrícola. Departamento de Agricultura de EE.UU. 392p.
- Aguilar Angulo, L. (2015). Evaluación del Rendimiento de Grano y capacidad Simbiótica de once accesiones de Tarwi, bajo condiciones de Otuzco - La Libertad. Lima - Perú. tesis de Ingeniero Agronomo, 91p.
- Aquino Zacarías, V. (2018). Sustentabilidad del cultivo de Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en la zona altoandina del Valle del Mantaro. Doctoris philosophiae en agricultura sustentable, Lima - Perú, 204p.
- Blanco Galbós, O., y Blanco Zamalloa, M. (1995). Cultivos andinos y la investigación universitaria. Comisión de Coordinación de Tecnologías Andina, Lima (Perú).
- Blanco Galdos, O. (1980). Variedad genética en tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet). en el Congreso Internacional de Lupinus Lima - Perú.
- Caicedo V., C., y Peralta I., E. (2000). El chocho: proteína vegetal y potencial económico. INIAP .
- Camarena, M., Huaranga, J., Jimenez, D., y Mostacero, N. (2012). Revaloración de un cultivo subutilizado: Chocho o tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet). Primera Edición. Universidad Nacional Agraria La Molina. Consejo Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación Tecnológica CONCYTEC, pp.11 - 104.
- Carrión, R. (1988). Centro de Investigación de Tarwi . Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima - Perú, Vol. 03.
- CIRF. (1981). Consejo Internacional de Recursos Genéticos - Descriptores de Lupinus. . Secretaria Ejecutiva del CIRF. FAO.AGP.IBPGR/80/48.Roma - Italia, pp.33 - 65.
- Cruz de la Cruz, N. (2018). Caracterización Fenotípica y de rendimiento preliminar de ecotipos de Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), bajo condiciones del callejón de Huaylas - Ancash, Lima, Perú. Ingeniero Agrónomo, 141p.
- DRA, C. (2013). Manual del Cultivo de Tarwi. Proyecto: "Mejoramiento de la competitividad de la cadena productiva de los cultivos andinos quinua, tarwi y habas en las provincias de Cajabamba, Cajamarca, San Marcos, Celendín, Hualgayos, Cutero, Chota y San Pablo de la Región Cajamarca" Perú, pp.24.
- Echarri Casafrancia, F. J. (1977). Evaluación de Aceites en Grano de 168 Muestras de la Colección de Tarwi Cusco. Tesis Ingeniero Agrónomo UNSAAC, Cusco, Perú.
- Efraín, B. F. (2017). El Tarwi. Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga, pp.1 - 36.



- Enriquez Medrano, A. (1981). Evaluación del incremento de nitrógeno al suelo por el Cultivo de Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet). Tesis Ingeniero Agronomo UNSAAC. Cusco, Perú.
- Flores Carrera, A. (1985). Efecto del tamaño de la semilla en Algunas Variables Fenológicas y Agronómicas del Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet). Tesis Ingeniero Agronomo UNSAAC. Cusco, Perú.
- Flores Huarco, E. (2018). Caracterización agrobotánica de trece líneas avanzadas de Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) por precosidad y rendimiento en el centro agronómico de k'ayra, k'ayra - Cusco - Perú. tesis Ingeniero Agronomo, Universidad Nacional de San Abad del Cusco, 139p.
- Forestal., I. I. (2001). Registro Nacional de Variedades y costos de producción. Manual N° 69, Quito, 65p.
- Franco, J. (1991). El tarwi o lupino. Su efecto en sistemas de cultivos. GTZ-CIP, Lima.
- Gade, D. (1969). The case of Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) in the Andes. Vanishing crops of tradicional agriculture, Procs. Ass. An Geogr. pp.47 - 51.
- Garay Canales, O. (2015). El tarwi alternativa para la lucha contra la desnutrición infantil. INIA - Huancayo.
- Gross, R. (1982). El cultivo y la utilización del tarwi. Estudio FAO, Producción y Producción Vegetal N° 36. FAO, Roma, 236 p.
- Gross, R. (1982). Situación actual de la investigación alimentaria del Proyecto Lupinus. Instituto Nacional de Nutrición. Lima, Inf. N°8: pp.142 -167 .
- Gross, R., Von Baer, F., Koch, R., Marquard, L., Trugo , & M., W. (1988). Chemical composition of a new variety of the Andean lupin (*Lupinus mutabilis* cv. Inti) with low alkaloid content. J. Food Comp. Anal. pp.1353 - 361.
- Huaman F, G. (1999). Selección y caracterización de entradas precoces de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) Bajo condiciones de Kayra . Tesis Ing. Agr. UNSAAC.
- Huisa Huarcaya, J. (2018). Evaluación del comportamiento agronomico de catorce accesiones del ensayo nacional de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en el CIP Camacani Puno - Perú. Para obter el título profesional de: Ingeniero Agrónomo.
- INAIA. (1999). Guia de cultivos. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Quito - Ecuador.
- INIA. (2014). Manejo agronómico del tarwi. Dirección de Investigación Agraria - Huancayo.
- INIAP. (2001). Manual Agrícola de Granos Andinos: chocho, quinua, amaranto y ataco. Cultivos, variedades y costos de producción. Manual No. 69, Quito, Ec. 65p.
- ITIS. (2021). Sistema Integrado de Información Taxonomica. Disponible en: <https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt/>.



- Jacobsen, S. -E., & Mujica, A. (2006). El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) y sus parientes silvestre. *Botánica Económica de los Andes Centrales*, pp.458 - 482.
- Jacobsen, S. y. (2004). Geographical distribution of the Andean lupín (*Lupinus mutabilis* Sweet). En: Book of proceeding of the 7th ESA Congress European agriculture in a global context, pp.931 - 932.
- Jarrín, P. (2003). Tratamiento del agua de desamargado del chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) proveniente de la planta piloto de la estación Santa Catalina INIAP. Tesis para optar el título de Doctor en Bioquímica y Farmacia. Riobamba - Ecuador, pp. 62 - 96.
- León. (15 de 01 de 1964). <https://alexisjuliocr.wordpress.com/tag/ca/>. Obtenido de <https://alexisjuliocr.wordpress.com/tag/ca/>.
- León Sandoval, W. (2015). Industrialización de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) orgánico y la articulación comercial competitiva en la cadena de valor en la región huánuco con fines de exportación. Trabajo final entregado como requerimiento parcial para obtener el Título de Magister en Agronegocios, Universidad Austral.
- Lerma Cayo, B. (2020). Evaluación del comportamiento agronómico de ocho genotipos selectos de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) bajo condiciones del CIP Camacani UNA - Puno. *Tesis*, 146p.
- Lescano Rivero, J. L. (1994). *Genética y Mejoramiento de Cultivos Altoandinos*. Puno - Perú .
- Lescano, J. (1994). *Genética y mejoramiento de cultivo altoandinos*. INADE/PELT-COTESU. Producciones CIMA. La Paz, Bolivia.
- Mamani, M. (1982). *Producción del tarwi en el Departamento de Puno*. Estudio Técnico.
- Marmolejo, y Suasnabar. (2010). *Leguminosas de grano*. Facultad Agronomía UNCP. Huancayo - Perú.
- Mateo Box, J. (1961). *Leguminosas de grano*. Salvat, España.
- Mayhua Matamoros, F. (2012). *Adaptación y Comparativo de Rendimiento de la variedad andenes 90 y siete líneas de Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en condiciones de Pampachacra - Huancavelica*. Tesis de Ingeniero Agronomo, Universidad Nacional del Centro del Perú. El Mantaro, Jauja. Perú, 125p.
- Meneses, R. (1996). *Las leguminosas en la Agricultura Boliviana*. Proyecto Rhizobiología Bolivia CIAT-CIF-PNLG-CIFP-WALL. Cochabamba, Bolivia, pp.209 - 225.
- Montgomery, D. C. (2002). *Diseño y Análisis de Experimentos*, segunda edición. Universidad Estatal de Arizona, Limusa Wiley.
- Mujica Sánchez , A., Huapaya Estrada, F., Rodríguez Ponce, M., Pino Valencia, S., & Apaza Mamani, V. (1991). *Catálogo de cultivo andinos: tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet)*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno (Perú). Escuela de Posgrado, Especialidad de Cultivos Andinos, 19p.



- Mujica Sanchez, Á. y. (2018). *Lupinus mutabilis* Sweet (Tarwi), La planta de tarwi. Leguminosa andina con gran potencial industrial /Amparo Iris Zavaleta, compiladora 1.ed. Fondo Editorial de la Universidad Nacional Mayor de San Marco, Lima, 164p.
- Mujica, A. (1977). Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.). Ministerio de Alimentación (Zona Agraria XII), Puno.
- Mujica, Á., Chura, E., Apaza, J., Chuquimia, D., Romero, T., Astete, F., & Guzmán, C. (2017). Selección de cultivares Nacionales de Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) ppor rendimiento, precosidad, contenido de aceites y proteínas en Puno, Perú. Advance in Lupin Science Journal of the International Lupin Association (ILA), Cochabamba - Bolivia, 11p.
- Plata Arcaya, J. (2016). Comportamiento agronómico de dos variedades de Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), bajo tres densidades de siembra en la comunidad Marka Hilata Carabuco, La Paz. tesis de Ingeniero Agronomo de la Universidad Mayor de San Andrés de La Paz - Bolivia, 90p.
- Quico Salazar, L. (2013). Evaluación y selección de noventa y tres líneas de Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) para rendimientos de grano bajo condiciones de K'ayra. Tesis de Ingeniero Agronomo, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Perú, 82p.
- Salis, A. (1985). Cultivos Andinos "alternativa alimentaria popular". Centro de Estudios Rurales Andinos "Bartolomé de las casas" CEDEP - AYLLU Centro para el desarrollo de los pueblos. 90p.
- Sanchez, G., & Vergara, C. (1991). Plagas de los Cultivos Andinos. Universidad Nacional La Molina - Departamento de Entomología.
- Suca , G., & Suca, C. (2015). Potencial del tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) como futura fuente proteica y avances de su desarrollo agroindustrial. Rev. Per. Quim Ing. Quim, pp.55-71.
- Tapia, M. (1981). La producción de los granos andinos nativos y su aporte a la alimentación en el Perú (quinua, kañiwa, tarwi y kiwicha). Huaraz - Perú: curso sobre manejo de la producción agraria en laderas.
- Tapia, M. (2000). Cultivos Andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. Segunda Edición. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO. Santiago de Chile. CD-ROM Cultivos Andinos FAO. V.1.0.
- Tapia, M. E. (2015). El tarwi, *Lupino* Andino. Proyecto: "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 CE0 019-2014 - FIP" Huancayo/Perú, 108p.
- Tapia, M. E. (2016). El estado de artes en el Perú sobre El chocho, tarwi o tauri (*Lupinus mutabilis* Sweet). ANPE, UNALM. UGC. Lima /Perú.
- Tapia, M., y Fries, A. (FAO Y ANPE. Lima 2007.). El tarwi o *Lupino* andino. Guía de campo de los cultivos andinos.



- Tineo C., J. (2002). Cultivo del Tarwi. Instituto Nacional de Investigación Agraria Lima - Perú.
- Zavaleta, A. I. (2018). *Lupinus mutabilis* Sweet (Tarwi). Leguminosas andinas con gran potencialidad industrial / 1ra. ed. Fondo Editorial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 164p.



ANEXOS

Tabla A.1. Promedios de temperatura y precipitación de la campaña agrícola 2019 – 2020.

	TEMPERATURA MÁXIMA	TEMPERATURA MÍNIMA	PRECIPITACIÓN
Octubre	16.8	2.6	81.5
Noviembre	16.4	4.4	71.9
Diciembre	16.9	5.3	77.7
Enero	16.1	5.1	162.6
Febrero	15.7	5.7	162.8
Marzo	15.5	5.4	72.2
Abril	15.8	3.1	16.9
Mayo	15.6	0.4	3.5
Junio	15.7	-1.5	0

Tabla B.2. Promedios por repeticiones de días a prefloración y días a floración de 10 genotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet).

GENOTIPOS	DÍAS A PREFLORACIÓN				DÍAS A FLORACIÓN			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Sacacatani	105	105	105	100	124	126	123	119
Yunguyo	110	106	105	102	132	124	125	121
Accesión 13	105	105	101	102	128	124	120	122
SCG 22	105	105	106	104	127	125	130	123
Colec UNCP	107	104	104	104	132	127	123	123
Andenes - 80	112	102	105	105	133	125	124	124
Seccelambra	108	104	90	98	131	124	109	116
Patón grande	107	107	107	104	129	126	130	120
H-6	109	110	107	104	134	131	127	121
SCG 9	112	100	105	100	138	120	124	119

Tabla C.3. Promedio por repeticiones del número de inflorescencia lateral y número de vainas por inflorescencia central de 10 genotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet).

GENOTIPOS	NÚMERO DE INFLORESCENCIA LATERAL				N° DE VAINAS POR INFLORESCENCIA CENTRAL			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Sacacatani	5.30	7.00	5.60	6.00	32.00	25.00	30.60	35.60
Yunguyo	5.60	7.60	7.30	8.30	28.00	27.00	28.30	28.30
Accesión 13	5.30	8.00	6.00	6.60	32.00	34.00	30.60	30.30
SCG 22	6.30	8.00	7.00	9.00	30.00	26.30	33.00	29.00
Colec UNCP	6.00	7.60	6.30	6.30	27.30	38.60	32.30	29.00
Andenes - 80	6.30	5.30	8.60	7.30	29.30	31.30	27.60	24.60
Seccelambra	4.60	4.30	7.00	5.30	30.00	33.00	31.00	32.60
Patón grande	7.00	10.00	6.30	8.00	27.00	32.30	33.00	24.00
H-6	6.60	8.60	8.00	8.00	30.00	37.00	29.00	26.30
SCG 9	5.60	8.30	7.60	7.30	26.00	30.60	31.60	23.30

Tabla D.4. Promedio por repeticiones de número de vainas por inflorescencia lateral y Número de vainas por planta de 10 genotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet).

GENOTIPOS	N° DE VAINAS POR INFLORESCENCIA LATERAL				NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Sacacatani	41.30	98.30	83.30	84.60	41.30	98.30	83.30	84.60
Yunguyo	53.30	66.00	98.00	96.00	53.30	66.00	98.00	96.00
Accesión 13	73.30	96.60	108.30	128.30	73.30	96.60	108.30	128.30
SCG 22	68.60	89.30	78.60	99.60	68.60	89.30	78.60	99.60
Colec UNCP	59.30	115.30	103.00	71.30	59.00	115.30	103.00	71.30
Andenes - 80	48.00	84.60	97.60	94.30	48.00	84.60	97.60	94.30
Seccelambra	63.60	90.30	87.30	101.60	63.60	90.30	87.30	101.60
Patón grande	65.30	107.00	72.00	111.30	65.30	107.00	72.00	111.30
H-6	78.00	93.00	81.30	117.00	78.00	93.00	81.30	117.00
SCG 9	68.60	94.00	115.30	103.00	68.60	94.00	115.30	103.00

Tabla F.5. Promedio por repetición de formación de vainas y longitud de la vaina de 10 genotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet).

GENOTIPOS	FORMACIÓN DE VAINAS				LONGITUD DE LA VAINA			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Sacacatani	144	145	143	141	9.23	11.13	10.16	10.80
Yunguyo	152	144	145	141	10.40	10.53	12.43	10.60
Accesión 13	148	144	140	144	10.06	11.23	10.10	10.90
SCG 22	147	145	150	145	10.90	11.78	10.90	11.60
Colec UNCP	152	147	145	145	10.90	11.06	10.50	10.43
Andenes - 80	153	145	144	146	11.06	11.06	11.46	12.16
Seccelambra	151	144	130	138	10.26	9.43	10.70	10.23
Patón grande	149	146	150	140	10.70	10.26	13.16	11.40
H-6	154	151	147	141	11.23	11.33	11.03	11.60
SCG 9	158	140	144	140	10.10	11.13	11.00	10.50

Tabla G.6. Promedio por repeticiones de altura de la planta y diámetro del tallo de 10 genotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet).

GENOTIPOS	ALTURA DE LA PLANTA				DIÁMETRO DEL TALLO			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Sacacatani	113.9	110.53	116.53	114.2	18.92	17.24	18.39	19.4
Yunguyo	119.5	120.96	139.46	120.8	16.18	17.68	19.48	18.3
Accesión 13	108.8	112.86	109.16	127.8	20.83	21.27	19.27	22.2
SCG 22	114.8	118.13	128.96	133.8	20.93	18.12	21.16	18
Colec UNCP	125.1	130.13	133.13	120.2	19.07	22.66	20.87	18.5
Andenes - 80	111.1	119.83	128.16	145.6	18.16	17.66	21.3	19.9
Seccelambra	101.2	104.9	105.5	122.5	17.44	20.15	20.13	19.3
Patón grande	114.4	121.8	134.16	135.7	18.85	18.97	22.4	19.9
H-6	123.5	127.8	116.9	136.2	19.49	21.15	21.53	18.9
SCG 9	96.6	117.13	114.16	117.3	17.62	21.63	22.86	15.8

Tabla H.7. Promedio por repeticiones de ancho de la vaina y espesor de la vaina de 10 genotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet).

GENOTIPOS	ANCHO DE LA VAINA				ESPESOR DE LA VAINA			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Sacacatani	17.60	17.54	15.61	19.80	8.35	8.99	8.45	8.26
Yunguyo	16.60	17.35	17.71	10.50	9.09	8.75	9.24	5.50
Accesión 13	17.30	17.10	16.60	17.20	10.50	8.69	7.52	8.38
SCG 22	16.60	14.72	18.45	11.90	8.60	9.08	8.70	6.56
Colec UNCP	18.20	17.85	18.07	17.70	8.10	8.82	8.43	9.07
Andenes - 80	18.10	17.80	18.62	12.90	8.99	8.69	9.30	7.00
Seccelambra	14.50	15.15	15.24	17.30	7.51	9.32	8.75	8.48
Patón grande	17.70	19.13	19.50	12.30	8.84	8.02	8.61	6.10
H-6	18.90	18.17	18.60	11.30	8.39	8.52	9.20	5.84
SCG 9	17.30	17.44	18.76	11.80	7.70	8.86	8.06	5.33

Tabla I.8. Promedio por repeticiones de número de lóculos por vaina y peso de 100 semillas de 10 genotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet).

GENOTIPOS	NÚMERO DE LÓCULOS POR VAINA				PESO DE 100 SEMILLAS			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Sacacatani	6.66	6.33	6.33	6.00	19	18	18	18
Yunguyo	6.00	6.66	6.00	6.33	22	22	23	25
Accesión 13	6.66	6.33	6.00	6.33	19	18	18	20
SCG 22	6.66	7.00	6.66	6.66	22	22	23	23
Colec UNCP	6.66	7.33	6.00	6.33	23	23	26	24
Andenes - 80	6.33	6.66	6.00	6.66	23	24	26	23
Seccelambra	6.66	6.00	6.00	5.66	18	20	18	20
Patón grande	6.66	6.00	7.33	6.00	25	20	21	24
H-6	7.33	6.33	6.33	6.33	23	22	25	25
SCG 9	7.00	6.66	6.33	6.33	23	22	24	21

Tabla J.9. Promedio por repeticiones de poder germinativo y número de granos por vaina de 10 genotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet).

GENOTIPOS	PODER GERMINATIVO				NÚMERO DE GRANOS POR VAINA			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Sacacatani	96.30	96.80	97.10	95.20	5.60	5.60	5.60	5.60
Yunguyo	95.20	95.00	96.20	95.30	5.00	5.60	6.00	5.30
Accesión 13	95.70	95.30	96.30	97.00	5.60	6.00	5.30	6.30
SCG 22	96.50	96.00	96.00	96.20	5.30	7.00	6.00	6.30
Colec UNCP	95.00	96.50	96.00	95.60	6.00	6.00	5.30	5.30
Andenes - 80	97.20	95.50	95.00	95.70	5.30	5.30	6.00	6.30
Seccelambra	96.40	95.50	96.40	95.30	6.00	5.70	5.30	5.30
Patón grande	97.30	95.30	95.20	95.00	6.00	5.30	6.30	5.70
H-6	93.50	96.00	96.10	95.20	6.70	5.30	5.60	5.60
SCG 9	95.50	95.70	95.30	97.10	5.60	5.60	5.60	5.00

Tabla K.10. Promedio por repeticiones de peso fresco del follaje por planta (biomasa) y rendimiento de grano por planta de 10 genotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet).

GENOTIPOS	PESO FRESCO DEL FOLLAJE POR PLANTA (BIOMASA)				RENDIMIENTO DE GRANO POR PLANTA			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Sacacatani	165.00	221.88	208.13	206.25	42.25	45.25	57.75	51.40
Yunguyo	233.75	216.88	299.38	293.13	54.63	48.88	58.38	56.10
Accesión 13	253.13	290.63	256.25	240.63	59.63	58.00	45.38	51.50
SCG 22	321.88	170.63	206.25	332.50	74.50	46.38	32.38	57.90
Colec UNCP	244.38	216.88	286.88	162.50	53.88	50.88	57.00	35.10
Andenes - 80	213.13	194.38	253.75	285.00	44.25	44.38	55.38	52.40
Seccelambra	153.75	216.25	199.38	228.75	37.25	45.88	54.00	59.00
Patón grande	217.50	207.50	181.25	386.25	45.63	47.75	29.25	59.80
H-6	212.50	240.00	326.25	326.25	50.75	56.00	65.00	56.00
SCG 9	169.38	235.00	185.63	293.75	41.63	60.38	37.50	58.40

Tabla L.11. Promedio por repeticiones de rendimiento por hectárea y índice de cosecha de 10 genotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet).

GENOTIPOS	RENDIMIENTO POR HECTÁREA				ÍNDICE DE COSECHA			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Sacacatani	1320.30	1414.10	1804.70	1605.60	25.61	20.39	27.75	24.91
Yunguyo	1707.20	1527.50	1824.40	1754.10	23.37	22.54	19.50	19.15
Accesión 13	1863.40	1812.50	1418.10	1609.40	23.56	19.96	17.71	21.40
SCG 22	2015.60	1449.40	1011.90	1808.80	20.04	27.18	15.70	17.41
Colec UNCP	1683.80	1590.00	1781.30	1097.80	22.05	23.46	19.87	21.62
Andenes - 80	1382.80	1386.90	1730.60	1636.90	20.76	22.83	21.82	18.38
Secelambra	1164.10	1433.80	1687.50	1843.80	24.23	21.22	27.08	25.79
Patón grande	1425.90	1492.20	914.10	1867.20	20.98	23.01	16.14	15.47
H-6	1585.90	1750.00	2031.30	1750.00	23.88	23.33	19.92	17.16
SCG 9	1300.90	1886.90	1171.90	1824.40	24.58	25.69	20.20	19.87



Figura A.1. Croquis del área de trabajo de investigación en la localidad de Camacani – Puno, mostrando la distribución del tratamiento.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú												
		Codigo	Estacion	Alt Mts	Latitud	Longitud	Direcc.Reg Cuenca		Departamento		V Nom Pro	
		000821	RINCON DE LA CRUZ	3887	15° 59' 24.6"	69° 48' 34.6"	13	ACORA	PUNO	PUNO		
Año	Mes	TMAX	TMIN	TBS7	TBS13	TBS18	TBH7	TBH13	TBH19	PP7	PP19	PT
2019	10	16.754	2.567	8.89	15.31	7.148	7.361	11.683	5.606	0.609	1.619	2.629
Año	Mes	TMAX	TMIN	TBS7	TBS13	TBS18	TBH7	TBH13	TBH19	PP7	PP19	PT
2019	11	16.446	4.42	9.693	15.32	8.326	8.226	11.613	6.52	-27.983	1.19	-27.203
Año	Mes	TMAX	TMIN	TBS7	TBS13	TBS18	TBH7	TBH13	TBH19	PP7	PP19	PT
2019	12	16.903	5.329	10.483	15.48	9.464	8.922	12.116	7.748	0.976	-27.51	-26.138
Año	Mes	TMAX	TMIN	TBS7	TBS13	TBS18	TBH7	TBH13	TBH19	PP7	PP19	PT
2020	1	16.083	5.141	8.89	14.77	9.103	7.806	12.438	7.935	3.832	-26.81	-23.4
Año	Mes	TMAX	TMIN	TBS7	TBS13	TBS18	TBH7	TBH13	TBH19	PP7	PP19	PT
2020	2	15.696	5.724	8.268	14.44	9.11	7.613	12.351	8.062	4.455	-29.52	-25.006



ELABORADO POR : ANGELA PEÑA
Asistente Hidrometeorológico.

Figura B.2. Datos meteorológicos de la estación meteorológica Rincón de la Cruz – Acora, SENAMHI.



Figura C.3. Análisis y caracterización del suelo experimental (INIA – PUNO).



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

ANÁLISIS DE SEMILLAS DE TARWI

SOLICITANTE : Cinthia Marleni Anccori Quispe.
INTERESADO : Cinthia Marleni Anccori Quispe.
DIRECCION :
PROCEDENCIA : CIP Camacani.
PRODUCTO : Tarwi (10 Genotipos).
VARIEDAD :
TIPO DE ANÁLISIS : Viabilidad.
Nº DE ANÁLISIS : 10.
LOTE :
MUESTREO :
FECHA DE MUESTREO Y HORA :
FECHA DE RECEPCIÓN : 16 de Abril del 2021.
FECHA DE CERTIFICACIÓN : 23 de Abril del 2021.
DATOS DE LA MUESTRA : Especie Tarwi (Lupinus mutabilis Sweet).
Genotipos 10

Nº	Código Usuario y	Pureza Varietal %	Poder Germinativo %
01	.Sacatani	97.25	96.32
02	Yunguyo	97.60	96.00
03	Accesión 13	97.17	96.07
04	Andenes - 80	97.97	96.02
05	Seccelambra	97.75	95.90
06	Paton Grande	97.90	95.92
07	SCG-9	97.60	95.90
08	H6	96.52	95.20
09	Colec UNCP	96.97	95.77
10	Scg-22	97.17	96.25

Métodos Utilizados:

- Regras para Analise de Sementes 1992. Brasilia, 365pág.
- International Rules for Seed Testing Rules 1999; International Seed Testing Association Zurich, Switzerland Edition: 1999-2001 1500 copies 333 pág.

Nota:

Cualquier corrección y/o enmendadura, anula al presente documento.

Validez del Certificado:

1. El presente Certificado es válido, si permanece en el papel original. El documento en su papel original, tendrá la validez por el periodo de sesenta (60) días calendario, a partir de la fecha de emisión.

Observaciones: El informe del análisis se muestra a continuación es exacta sólo para la muestra recibida en el laboratorio.



INIA
ESTACIÓN EXPERIMENTAL ILPA - PUNO

Ing^o JORGE CAMHUA ROJAS
Jefe Laboratorio Análisis
S A L C E D O

La Rinconada Salcedo S/Nº-Puno
T: (051) 363 812
www.inia.gob.pe
www.minagri.gob.pe



BICENTENARIO
PERÚ 2021

Figura D.4. Análisis de semilla de 10 genotipos de tarwi (INIA – PUNO)



Figura F.5. Terreno marcado por bloques y tratamientos para la siembra por golpe de 10 genotipos de tarwi en la localidad de Camacani – Puno.



Figura G.6. Aporque y deshierbo del cultivo de tarwi en el campo experimental en la localidad de Camacani - Puno.



Figura H.7. Campo experimental del cultivo de 10 genotipos de tarwi en su proceso de crecimiento en la localidad de Camacani – Puno.



Figura I.8. Registro de datos evaluados durante la cosecha de los genotipos de tarwi localidad Camacani – Puno.

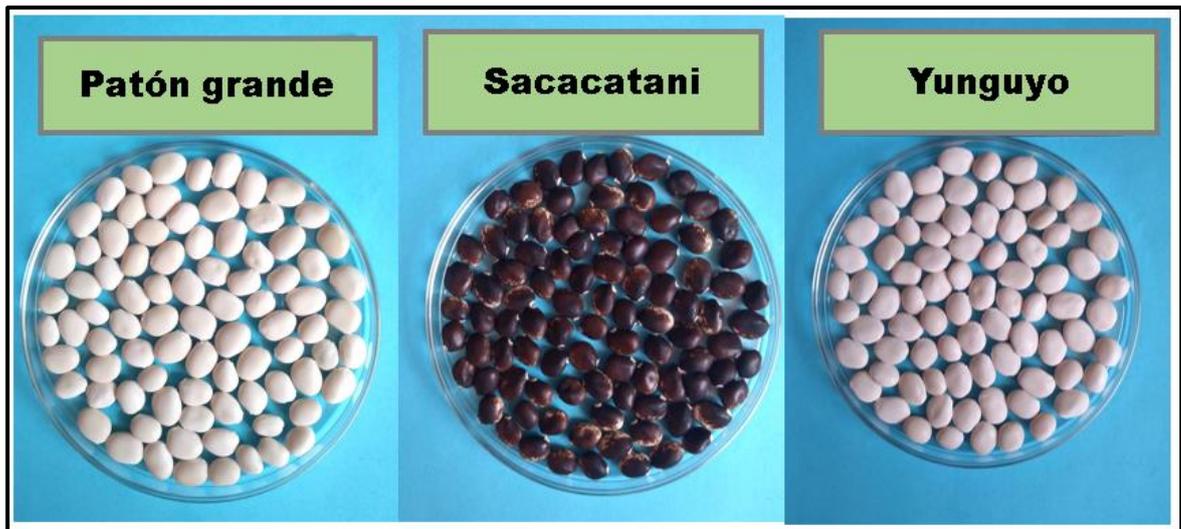


Figura J.9. 10 genotipos de tarwi; Patón grande, Sacacatani y Yunguyo, utilizados en la campaña agrícola 2019 – 2020.

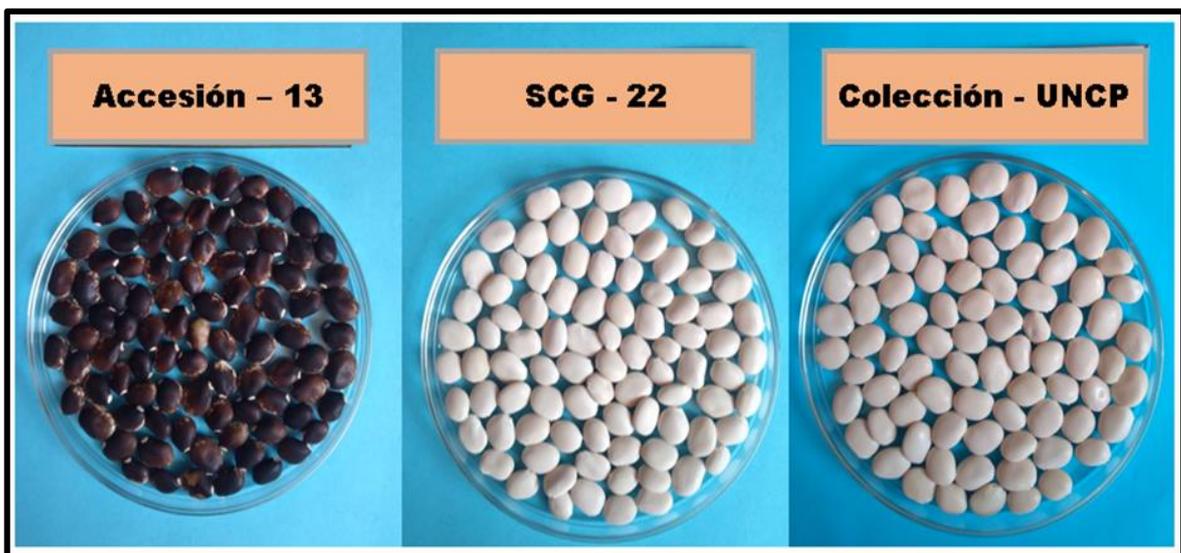


Figura K.10. 10 genotipos de tarwi; Accesoión - 13, SCG - 22 y Colección - UNCP, utilizados en la campaña agrícola 2019 – 2020.



Figura L.11. 10 genotipos de tarwi; Andenes – 80, Secelambra, H-6 y SCG-9, utilizados en la campaña agrícola 2019 – 2020.