



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



**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE
OCHO GENOTIPOS SELECTOS DE TARWI (*Lupinus mutabilis*
Sweet) BAJO CONDICIONES DEL CIP. CAMACANI - UNA - PUNO**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. BEATRIZ LERMA CAYO

PARA OPTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PUNO – PERÚ

2020



DEDICATORIA

A Dios por guiar mi camino. Con mucho amor y cariño a mis queridos padres Eusebio y Sabina, por estar siempre para brindarme su apoyo incondicional, por sus grandes esfuerzos durante mi formación profesional y por inculcarme valores y principios para hacer de mí una mejor persona.

A mis queridos hermanos Ernesto, Adrián, Eugenio, Roger, Alfredo, Esaú, Jacob, hermanas políticas, mis sobrinos y sobrinas quienes con sus palabras de aliento hicieron que siga adelante con el cumplimiento de mi objetivo.

A mis compañeros (as) y amigos (as), Edwin, Juana Córdova, Roger Francisco, Adrián Francisco, Arturo David, Milagros Morales y Denis Edmundo por estar presentes durante mi formación profesional, pero sobre todo durante la ejecución de mi tesis.

Beatriz Lerma Cayo.



AGRADECIMIENTOS

Son numerosas las personas a las que debo agradecer por guiarme en el logro de este objetivo, tal vez sea poco decir gracias, pero desde el fondo de mi corazón les estoy eternamente agradecida y siempre dispuesta a tenderlos la mano cuando así lo requieran. Sin embargo, es importante a mi resaltar a algunas personas que sin las cuales no hubiese hecho realidad este tan anhelado sueño como es la culminación de mi carrera profesional.

A mis padres Eusebio Lerma Apaza y Sabina Cayo Jaila por su constante apoyo para mi superación personal sin importarles mis fallas siempre dispuestos a apoyarme, es por eso que se me hace incasable expresarles hoy y siempre que los amo con todo mi corazón.

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 por su apoyo y por brindarme las facilidades durante la ejecución de mi tesis.

A los miembros del jurado, al presidente del jurado D.Sc. Evaristo Mamani Mamani, primer miembro del jurado D.Sc. Silverio Apaza, segundo miembro del jurado Ph.D. Ángel Mauricio Holguer Mujica Sánchez y al Dr. Cs. Julio Mayta Quispe.

Con mucho cariño y aprecio al M.Sc. Flavio Isla Lozano y al M.Sc. José David Apaza Calcina por el apoyo que me brindaron y sobre todo por compartir sus conocimientos y aportar en la ejecución del presente trabajo.

Gracias.



ÍNDICE GENERAL

Pág.

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN19

ABSTRACT20

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVOS..... 23

1.1.1. Objetivo general..... 23

1.1.2. Objetivos específicos..... 23

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. EL CULTIVO DE TARWI 24

2.1.1. Centro de origen y distribución 24

2.1.2. Taxonomía 25

2.2. IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE TARWI 26

2.3. IMPORTANCIA DEL GRANO 26

2.3.1. Composición química del grano 26

2.3.2. Alcaloides..... 26

2.3.3. Usos medicinales 27

2.3.4. Variedades comerciales..... 27

2.4. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL TARWI 28

2.5. FENOLOGÍA DEL CULTIVO..... 29



2.5.1. Ciclo vegetativo	29
2.5.2. Emergencia.....	30
2.5.3. Surgimiento de las hojas verdaderas	30
2.5.4. Inicio de Ramificación	30
2.5.5. Inicio de Floración.....	30
2.5.6. Formación de vainas.....	31
2.5.7. Madurez Fisiológica	31
2.6. REQUERIMIENTO DEL CULTIVO	31
2.6.1. Suelo	31
2.6.2. Temperatura	31
2.6.3. Humedad	32
2.6.4. Fotoperiodo	32
2.7. PRACTICAS AGRONÓMICAS	32
2.7.1. Siembra.....	32
2.7.2. Fertilización	32
2.7.3. Deshierbo y aporque.....	33
2.7.4. Cosecha	33
2.7.5. Rendimiento	34
2.7.6. Postcosecha	34
2.7.7. Secado de grano	34
2.7.8. Clasificado y limpieza del grano	34
2.8. PLAGAS Y ENFERMEDADES	34
2.8.1. Plagas.....	34
2.8.2. Enfermedades.....	35
2.9. PARÁMETROS BIOMÉTRICOS DE LA SEMILLA	36
2.9.1. Prueba de germinación	36
2.9.2. Análisis de pureza.....	36
2.9.3. Valor cultural	36



2.10. ÍNDICE DE ELSTON	37
2.11. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES	37
2.12. VARIEDAD	37
2.13. ACCESIÓN	38
2.14. GENOTIPO	38
2.15. VALOR NUTRICIONAL	38
2.16. DIVERSIDAD GENÉTICA	39
2.17. ANTECEDENTES	40

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN DEL CENTRO EXPERIMENTAL	42
3.1.1. CIP-Camacani	42
3.1.2. Historial del campo experimental	42
3.2. CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS DEL SUELO EXPERIMENTAL	43
3.3. CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS	44
3.3.1. Temperatura	44
3.3.2. Precipitación pluvial	44
3.3.3. Humedad relativa	45
3.4. MATERIAL EXPERIMENTAL	46
3.4.1. Material genético	46
3.5. MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	46
3.5.1. Materiales de campo	46
3.5.2. Equipos	47
3.5.3. Herramientas	47
3.5.4. Materiales y equipos de laboratorio	47
3.6. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL	47
3.7. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO	47
3.7.1. Medición del área de trabajo	47



3.7.2. Muestreo del terreno.....	48
3.7.3. Preparación del terreno.....	48
3.7.4. Siembra.....	48
3.7.5. Control de malezas	48
3.7.6. Descarte de plantas o rouguing.....	49
3.7.7. Drenaje	49
3.7.8. Aporque.....	49
3.7.9. Control fitosanitario.....	49
3.7.10. Cosecha y trilla	50
3.8. CARACTERISTICAS BIOMETRICAS.....	50
3.9. CAPACIDAD SIMBIOTICA DE LOS GENOTIPOS	50
3.9.1. Peso de raíz con nódulos	50
3.9.2. Peso fresco de la raíz	51
3.9.3. Peso fresco de nódulos	51
3.9.4. Peso seco de la raíz.....	51
3.9.5. Peso fresco del follaje por planta.....	51
3.10. ANÁLISIS DE SEMILLAS.....	51
3.10.1. Calidad física	51
3.10.2. Pureza.....	52
3.11. CALIDAD FISIOLÓGICA.....	52
3.11.1. Valor cultural	52
3.11.2. Humedad	52
3.11.3. Peso hectolítrico	53
3.12. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	53
3.12.1. Análisis estadístico	54
3.13. EVALUACIÓN DE VARIABLES	54



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS	56
4.1.1.H-6	56
4.1.2.Andenes-80	57
4.1.3.Seccelambra	58
4.1.4.Accesión_13.....	59
4.1.5.Yunguyo.....	60
4.1.6.Sacacatani.....	61
4.1.7.Patón_Grande.....	62
4.1.8.Colec_UNCP.....	63
4.2. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS	64
4.2.1.Días a la floración.....	64
4.2.2.Días a la madurez fisiológica.....	65
4.2.3.Altura de planta.....	67
4.2.4.Diámetro de tallo	68
4.2.5.Longitud de peciolo.....	70
4.2.6.Diámetro de hoja.....	71
4.2.7.Número de inflorescencias laterales	72
4.2.8.Número de vainas por inflorescencia lateral.....	74
4.2.9.Número de vainas por inflorescencia central.....	75
4.2.10. Número de vainas por planta	76
4.2.11. Longitud de vaina	78
4.2.12. Ancho de vaina	79
4.2.13. Número de granos por vaina.....	81
4.2.14. Rendimiento en (kg) por hectárea	82
4.2.15. Índice de cosecha.....	83
4.3. CAPACIDAD SIMBIÓTICA DE LOS GENOTIPOS	85



4.3.1. Peso de raíz con nódulos	85
4.3.2. Peso fresco de la raíz	86
4.3.3. Peso fresco de nódulos	87
4.3.4. Peso seco de la raíz.....	88
4.3.5. Peso fresco del follaje por planta.....	90
4.4. CALIDAD FÍSICA.....	91
4.4.1. Porcentaje de pureza.....	91
4.4.2. Peso hectolítrico.....	93
4.4.3. Peso de 100 semillas.....	94
4.4.4. Longitud de grano.....	96
4.4.5. Ancho de grano.....	97
4.4.6. Valor cultural	99
4.5. CALIDAD FISIOLÓGICA.....	100
4.5.1. Poder germinativo.....	100
4.5.2. Contenido de humedad.....	101
4.5.3. Contenido de proteína	102
4.6. ÍNDICE DE ELSTON	103
4.7. ANÁLISIS MULTIVARIADO	104
4.7.1. Análisis de componentes principales	104
4.7.2. Dendograma.....	106
V. CONCLUSIONES.....	108
VI. RECOMENDACIONES.....	109
VII. REFERENCIAS	110
ANEXOS.....	115

ÁREA : Ciencias Agrícolas

TEMA: Manejo Agronómico de Cultivos

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 15 DE ENERO DE 2020



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura N° 1: Pigmentación en los nódulos de la raíz, (campaña agrícola 2018-2019).	28
Figura N° 2: Inflorescencia del tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).	29
Figura N° 3: Localización del campo experimental en el centro de investigación y producción Camacani de la UNA-Puno, (campaña agrícola 2018-2019).	42
Figura N° 4: Promedio mensual de temperatura máxima y mínima, (campaña agrícola 2018-2019).	44
Figura N° 5: Promedio mensual de precipitación, (campaña agrícola 2018-2019)...	45
Figura N° 6: Promedio mensual de humedad relativa, (campaña agrícola 2018-2019).	46
Figura N° 7: Genotipo H-6; características de la planta, (A) color de la inflorescencia, (B) llenado de vainas (C) color del grano, (campaña agrícola 2018-2019).	56
Figura N° 8: Andenes-80; características de la planta; (A) Color de la inflorescencia, (B) llenado de vainas y (C) color del grano, (campaña agrícola 2018- 2019).	57
Figura N° 9: Seccelambra; características de la planta; (A) Color de la inflorescencia, (B) llenado de vainas y (C) color del grano, (campaña agrícola 2018- 2019).	58
Figura N° 10: Accesoión 13; características de la planta; (A) Color de la inflorescencia, (B) llenado de vainas y (C) color del grano, (campaña agrícola 2018- 2019).	59
Figura N° 11: Yunguyo; características de la planta; (A) Color de la inflorescencia, (B) llenado de vainas y (C) color del grano, (campaña agrícola 2018-2019).	60
Figura N° 12: Sacacatani; características de la planta; (A) Color de la inflorescencia, (B) llenado de vainas y (C) color del grano, (campaña agrícola 2018- 2019).	61



Figura N° 13: Patón grande; características de la planta; (A) Color de la inflorescencia, (B) llenado de vainas y (C) color del grano, (campaña agrícola 2018-2019).....	62
Figura N° 14: Colec UNCP; características de la planta; (A) Color de la inflorescencia, (B) llenado de vainas y (C) color del grano, (campaña agrícola 2018-2019).....	63
Figura N° 15: Comportamiento de días a la floración de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).....	65
Figura N° 16: Comportamiento de días a la madurez fisiológica de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).	66
Figura N° 17: Comportamiento de altura de planta de los ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).....	68
Figura N° 18: Comportamiento del diámetro de tallo, de los ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).....	69
Figura N° 19: Comportamiento de la longitud de peciolo de los ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).....	71
Figura N° 20: Comportamiento del diámetro de la hoja, de los ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).....	72
Figura N° 21: Comportamiento del número de inflorescencias laterales de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).	73
Figura N° 22: Comportamiento del número de vainas por inflorescencia lateral de los ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).....	74
Figura N° 23: Comportamiento de número de vainas por inflorescencia central de los ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).....	76
Figura N° 24: Comportamiento de número de vainas por planta de los ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).	77
Figura N° 25: Comportamiento de longitud de vaina de los ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).....	79
Figura N° 26: Comportamiento del ancho de vaina, de los ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).....	80
Figura N° 27: Comportamiento de número de granos por vaina de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).	81
Figura N° 28: Rendimiento de grano en kg/ha de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).	83



Figura N° 29: Comportamiento de índice de cosecha de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).....	84
Figura N° 30: Comportamiento de peso de la raíz con nódulos, de los ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).	85
Figura N° 31: Comportamiento de peso fresco de la raíz de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).....	87
Figura N° 32: Comportamiento de peso fresco de nódulos de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).....	88
Figura N° 33: Comportamiento del peso seco de la raíz de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).....	89
Figura N° 34: Comportamiento del peso fresco del follaje por planta de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).	91
Figura N° 35: Análisis de pureza de la semilla de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).	92
Figura N° 36: Comportamiento de peso hectolítrico de semilla de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).	93
Figura N° 37: Comportamiento de peso de 100 semillas de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).....	95
Figura N° 38: Comportamiento de longitud de grano de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).....	97
Figura N° 39: Comportamiento del ancho de grano de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).....	98
Figura N° 40: Comportamiento del análisis de valor cultural de la semilla de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).....	99
Figura N° 41: Comportamiento del análisis de poder germinativo de la semilla de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).....	101
Figura N° 42: Comportamiento de análisis de contenido de humedad de la semilla de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).....	102
Figura N° 43: Comportamiento del contenido de proteína de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).....	103
Figura N° 44: Correlación de las principales variables, (campaña agrícola 2018-2019).	106
Figura N° 45: Plano principal de ocho genotipos, (campaña agrícola 2018-2019)...	106



Figura N° 46: Dendograma de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).	107
Figura N° 47: Siembra por golpe de ocho genotipos de tarwi en la localidad de Camacani-Puno, (campaña agrícola 2018-2019).....	119
Figura N° 48: Aporque del cultivo de tarwi el campo experimental de la presente investigación, localidad Camacani, (campaña agrícola 2018 – 2019).	119
Figura N° 49: Registro de datos durante la cosecha, (campaña agrícola 2018-2019).	120
Figura N° 50: Croquis del trabajo de investigación en la localidad de Camacani-Puno, (campaña agrícola 2018-2019).....	120
Figura N° 51: Análisis físico químico de suelo del trabajo de investigación de la localidad de Camacani, (campaña agrícola 2018-2019).....	121
Figura N° 52: Información meteorológica de la localidad de Camacani, (campaña agrícola 2018-2019).....	122
Figura N° 53: Análisis de semilla de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018- 2019).....	123



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla N° 1: Contenido de alcaloides en el tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet).	27
Tabla N° 2: Análisis físico químico del suelo experimental, (campaña agrícola 2018-2019).	43
Tabla N° 3: Genotipos selectos de tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet) en estudio, (campaña agrícola 2018 – 2019).	46
Tabla N° 4: Dimensiones del campo experimental, (campaña agrícola 2018-2019).	47
Tabla N° 5: Malezas presentes en el campo experimental, (campaña agrícola 2018-2019).	49
Tabla N° 6: Características morfológicas y agronómicas evaluadas durante la (campaña agrícola 2018 – 2019).	55
Tabla N° 7: Análisis de varianza para días a la floración, (campaña agrícola 2018-2019).	64
Tabla N° 8: Prueba de comparación múltiple de Tukey ($P \leq 0.05$), para la variable días a la floración, (campaña agrícola 2018-2019).	64
Tabla N° 9: Análisis de varianza para días a la madurez fisiológica de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).	65
Tabla N° 10: Prueba de comparación múltiple de Tukey ($P \leq 0.05$), para días a la madurez fisiológica de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).	66
Tabla N° 11: Análisis de varianza para altura de planta de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).	67
Tabla N° 12: Análisis de varianza para diámetro del tallo de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).	69
Tabla N° 13: Análisis de varianza para longitud de peciolo de los ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).	70
Tabla N° 14: Análisis de varianza para diámetro de hoja de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).	71
Tabla N° 15: Análisis de varianza para el número de inflorescencias laterales de los ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).	72



Tabla N° 16:	Análisis de varianza para número de vainas por inflorescencia lateral de los ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).....	74
Tabla N° 17:	Análisis de varianza para número de vainas por inflorescencia central de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).....	75
Tabla N° 18:	Análisis de varianza para número de vainas por planta de los ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).....	77
Tabla N° 19:	Análisis de varianza para longitud de vaina de los ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).....	78
Tabla N° 20:	Análisis de varianza para ancho de la vaina de los ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).....	80
Tabla N° 21:	Análisis de varianza para número de granos por vaina de los ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).....	81
Tabla N° 22:	Análisis de varianza para rendimiento en kg/ha de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).....	82
Tabla N° 23:	Análisis de varianza para porcentaje de índice de cosecha de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).....	84
Tabla N° 24:	Análisis de varianza para peso de raíz con nódulos, de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).....	85
Tabla N° 25:	Análisis de varianza para peso fresco de la raíz de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).....	86
Tabla N° 26:	Análisis de varianza para peso fresco de nódulos de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).....	87
Tabla N° 27:	Análisis de varianza para peso seco de la raíz de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).....	89
Tabla N° 28:	Análisis de varianza para peso fresco de follaje por planta de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).....	90
Tabla N° 29:	Análisis de varianza para análisis de porcentaje de pureza de la semilla de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).....	91
Tabla N° 30:	Prueba de comparación múltiple de Tukey ($P \leq 0.05$), para el análisis del contenido de pureza de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).....	92
Tabla N° 31:	Análisis de varianza para peso hectolítrico de semilla de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).....	93



Tabla N° 32:	Análisis de varianza para el peso de 100 semillas de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).	94
Tabla N° 33:	Prueba de comparación múltiple de Tukey ($P \leq 0.05$), para el peso de 100 semillas de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019)..	95
Tabla N° 34:	Análisis de varianza para longitud de grano de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).....	96
Tabla N° 35:	Prueba de comparación múltiple de Tukey ($P \leq 0.05$), para longitud de grano de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).	96
Tabla N° 36:	Análisis de varianza para ancho del grano de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).....	97
Tabla N° 37:	Prueba de comparación múltiple de Tukey ($P \leq 0.05$), para ancho del grano de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).	98
Tabla N° 38:	Análisis de varianza para valor cultural de la semilla de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).	99
Tabla N° 39:	Análisis de varianza para el análisis de poder germinativo de la semilla de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).....	100
Tabla N° 40:	Análisis de varianza para análisis del contenido de humedad de la semilla de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).....	101
Tabla N° 41:	Índice de Elston para ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).	104
Tabla N° 42:	Datos de temperatura, precipitación y humedad relativa, (campaña agrícola 2018-2019).....	115
Tabla N° 43:	Promedios por repeticiones de días a la floración y días a la madurez fisiológica, (campaña agrícola 2018-2019).	115
Tabla N° 44:	Promedios por repeticiones de las evaluaciones de altura de planta, diámetro de tallo y diámetro de hoja, (campaña agrícola 2018-2019).	116
Tabla N° 45:	Promedios por repetición del número de vainas por planta y número de granos por vaina, (campaña agrícola 2018-2019).....	116
Tabla N° 46:	Promedios por repeticiones de longitud de grano y ancho de grano, (campaña agrícola 2018-2019).....	116
Tabla N° 47:	Promedios por repeticiones de rendimiento en kilogramos por hectárea, campaña agrícola 2018-2019.....	117



Tabla N° 48:	Promedios por repeticiones del peso fresco de la raíz con nódulos y peso fresco de la raíz, (campaña agrícola 2018-2019).	117
Tabla N° 49:	Promedios por repeticiones de peso fresco de nódulos y peso seco de la raíz, (campaña agrícola 2018-2019).	117
Tabla N° 50:	Promedios por repeticiones de porcentaje de pureza y peso de 100 semillas, (campaña agrícola 2018-2019).	118
Tabla N° 51:	Promedios por repeticiones de porcentaje de poder germinativo y valor cultural, (campaña agrícola 2018-2019).	118
Tabla N° 52:	Promedios por repeticiones de porcentaje de humedad y peso hectolitrico, (campaña agrícola 2018-2019).	118



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

CIP = Centro de investigación y producción.

RAS = Reglas para Análisis de Semillas.

ISTA = International Seed Testing Association.

AIPS = Asociación Internacional de Pruebas de Semillas.

FAO = Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

USDA = United States Department of Agriculture.

SENAMHI = Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.

C.V. = Coeficiente de variación.

C.M. = Cuadrados medios.

F.V. = Fuente de variabilidad.

F_c = F calculada.

S.C. = Suma de cuadrados.

n.s. = No significativo.

* = Significativo.

** = Altamente significativo.

ANVA = Análisis de varianza



RESUMEN

En los últimos años el cultivo de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), ha comenzado a tomar importancia en el sector agrario por su gran potencial nutricional, sin embargo, la producción de esta leguminosa en el altiplano Puneño es baja en comparación con otras regiones. Por ello en la presente investigación se trabajó con ocho genotipos de diferentes localidades donde se pretende obtener genotipos con buena adaptabilidad y características agronómicas favorables que ayuden a obtener un buen rendimiento en la zona circunlacustre de Puno. Razón por la cual la investigación se llevó a cabo en el Centro de Investigación y Producción (CIP) Camacani de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, durante la campaña agrícola 2018-2019. Los objetivos fueron: a) Evaluar y comparar las medidas biométricas, rendimiento y capacidad simbiótica de los ocho genotipos selectos de tarwi. b) Realizar un análisis multivariado de los componentes principales para las variables; días a la madurez fisiológica y rendimiento de los ocho genotipos selectos de tarwi. El estudio fue conducido bajo el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con ocho genotipos (tratamientos), cuatro repeticiones y un total de 32 unidades experimentales, que a través del cual se evaluaron 51 variables entre características agronómicas, morfológicas, capacidad simbiótica, calidad física y calidad fisiológica. Concluido el estudio se realizó el análisis de variancia a un nivel de confianza $\alpha=0.05$ y 0.01 determinando de esta manera su significación estadística y coeficiente de variabilidad donde se llegó a los siguientes resultados: En altura de planta, diámetro de tallo, número de vainas por inflorescencia central, número de vainas por planta, longitud de vaina, ancho de vaina, así como en el peso de raíz con nódulos, peso fresco de la raíz, peso fresco de nódulos, peso seco de la raíz y peso fresco del follaje por planta no se encontraron diferencias significativas entre genotipos de tarwi, lo cual nos indica que el comportamiento entre genotipos son similares. El genotipo Sacacatani obtuvo el mayor rendimiento con 2766.5 kg/ha, seguido de Paton_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 Paton_Grande presentaron menos días a la madurez fisiológica con 241, 242, 243 y 244 días respectivamente, además los genotipos Sacacatani, Paton_Grande y H-6 presentaron mejores características agromorfológicas mostrando resultados deseables.

Palabras clave: *Lupinus*, genotipo, tarwi, comportamiento, descriptor.



ABSTRACT

In recent years, the cultivation of tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) has begun to gain importance in the agricultural sector due to its great nutritional potential, however, the production of this legume in the Puneño highlands is low compared to other regions. For this reason, in the present investigation we worked with eight genotypes from different localities where it is intended to obtain genotypes with good adaptability and favorable agronomic characteristics that help to obtain good performance in the circumlacustrine zone of Puno. Reason why the research was carried out at the Camacani Research and Production Center (CIP) of the Universidad Nacional del Altiplano Puno, during the 2018-2019 agricultural season. The objectives were: a) To evaluate and compare the biometric measures, yield and symbiotic capacity of the eight selected genotypes of tarwi. b) Perform a multivariate analysis of the principal components for the variables; days to physiological maturity and performance of the eight selected tarwi genotypes. The study was conducted under the Completely Random Block Design (DBCA), with eight genotypes (treatments), four replications and a total of 32 experimental units, through which 51 variables were evaluated between agronomic and morphological characteristics, symbiotic capacity, physical quality and physiological quality. Once the study was concluded, the variance analysis was carried out at a confidence level $\alpha = 0.05$ and 0.01, thus determining its statistical significance and coefficient of variability, where the following results were reached: In plant height, stem diameter, number of pods by central inflorescence, number of pods per plant, pod length, pod width, as well as root weight with nodules, fresh weight of root, fresh weight of nodules, dry weight of root and fresh weight of foliage per plant, no significant differences were found between tarwi genotypes, which indicates that the behavior between genotypes is similar. The Sacacatani genotype obtained the highest yield with 2766.5 kg / ha, followed by Paton_Grande, H-6 and Yunguyo with averages of 2504.8, 2480.0 and 2373.8 kg / ha respectively, The Colec._UNCP, Accesoión_13, H-6 and Paton_Grande genotypes presented less days to physiological maturity with 241, 242, 243 and 244 days respectively, in addition the Sacacatani, Paton_Grande and H-6 genotypes presented better agromorphological characteristics showing desirable results.

Keywords: *Lupinus*, genotype, tarwi, behavior, descriptor.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El Perú y muchos países del mundo enfrentan una mayor demanda de alimentos y graves problemas nutricionales por consecuencia del incremento de la población de forma permanente, este crecimiento demográfico exige con urgencia producir alimentos de alto valor nutritivo y saludables para la humanidad. Por ello, el cultivo de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), se presenta como una alternativa para lograr el incremento de la producción y disminuir la desnutrición, su variabilidad genética le permite adaptarse a múltiples pisos agroecológicos y forma parte de la dieta alimentaria de la población del medio rural y urbano marginal por su alto contenido de nutrientes, así mismo se está revalorando este cultivo por su resistencia al cambio climático y a bajas temperaturas, para satisfacer las necesidades nutricionales, problema que se agudiza cada día más en países en desarrollo como el nuestro, con poblaciones de bajos recursos económicos.

Tapia *et al.* (2007), el cultivo de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) ha sido utilizado por miles de años encontrándose restos de estas semillas en las tumbas de Nazca (100-500 a.C.), en cerámicas Tiawanaquenses (500-1000 d.C) con pinturas estilizadas de estas plantas en regiones altoandinas, incluso en la época colonial, la primera referencia proviene del padre Valverde quien, en una carta al rey de España en 1539, sugiere que se paguen los impuestos con este grano. Así mismo, Castañeda *et al.* (2008), menciona que la especie de leguminosa tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), se cultiva tradicionalmente en los Andes desde los 1500 msnm hasta los 1850 msnm, encontrándose en Perú, Colombia, Ecuador, Venezuela, Bolivia, Chile y Argentina. Sus semillas son usadas en la alimentación humana, ya que esta especie ocupa uno de los primeros lugares entre los alimentos nativos con elevado contenido de proteínas y aceites a nivel mundial.



FAO y IFAD (2012), en la actualidad se está recogiendo información sobre la situación alimentaria-nutricional de los países como Perú y Bolivia que permita identificar los grupos de menores recursos, con inseguridad alimentaria, por lo tanto, son vulnerables. Además de conocerse la magnitud del problema, o sea, el número de personas involucradas y su localización, con esta información se sabe cuáles son las razones por las que se encuentran en esa situación y qué puede ser hecho para mejorar su nivel de seguridad alimentaria y su estado nutricional.

Camarena (2013), la poca atención dedicada a promover este cultivo, tanto pública, privada y del mismo agricultor, es consecuencia de los reducidos ingresos que se obtienen del cultivo, debido a que, por ser un cultivo poco conocido, no tiene demanda en el mercado y, por consiguiente, los campesinos se ven obligados a cultivar otras especies que puedan ser colocadas más rápidamente en el mercado.

Flores (2018), el cultivo de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) representa una alternativa de ingreso económico para el productor en las comunidades alto andinas y valles interandinos por ser una especie muy bien adaptada a estas condiciones, además de ser un cultivo con alto potencial alimenticio para el futuro, por su alta tolerancia a los cambios climáticos actuales y porque su demanda en el mercado tiende a crecer, por la importancia que vienen dando los consumidores de los principales mercados de la región y del país también por su alto contenido de proteínas, así mismo, la industria de alimentos está lanzando al mercado nuevos productos con ingredientes de harina de tarwi. Este cultivo tiene un potencial apreciable en la sierra del Perú, encontrándose entre los productos nativos de alta variabilidad genética, que se traduce en el número de accesiones que dispone hasta la fecha.



La demanda de alimentos va en aumento en el Perú, por lo que es necesario buscar y seleccionar nuevos genotipos con mejores características agronómicas y de mayor rendimiento para contribuir a mejorar los niveles de producción, por ello, en la presente investigación se plantea evaluar las características agromorfológicas y rendimiento.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general

- Evaluar las características agronómicas, biométricas, rendimiento, capacidad simbiótica, calidad física y calidad fisiológica de ocho genotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), bajo las condiciones del CIP-Camacani, UNA-Puno.

1.1.2. Objetivos específicos

- Evaluar y comparar las medidas biométricas, rendimiento y capacidad simbiótica de los ocho genotipos selectos de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet).
- Realizar un análisis multivariado de los componentes principales para las variables; días a la madurez fisiológica y rendimiento de los ocho genotipos selectos de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet).



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. EL CULTIVO DE TARWI

Según Tapia (2015), el tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) es una leguminosa herbácea muy antigua y típica de la provincia de Huaylas, así como de los Andes Peruanos. Se cultiva principalmente entre los 2000 y 3800 msnm, en climas templados y fríos. Por su alto contenido de proteínas, incluso mayor que el de la soya.

2.1.1. Centro de origen y distribución

Zavaleta *et al.* (2018), el tarwi es un miembro de la familia Fabaceae, originaria de los Andes del Perú, Bolivia y Ecuador. Ha sido cultivado en el área andina desde épocas preincaicas, y alcanzó su máximo esplendor y mejoramiento en la época incaica. A pesar de su gran valor nutritivo y resistencia a factores climáticos adversos, en las zonas donde se siembra su cultivo, su transformación y consumo están disminuyendo progresivamente, debido a la falta de difusión de sus formas de uso y a la poca promoción de su cultivo y transformación. El origen del lupino se atribuye a dos grandes grupos: los del Viejo Mundo (Mediterráneo), denominados altramuces o *Lupinus dulces* (*Lupinus albus* L., *Lupinus luteos* L. y *Lupinus angustifolius* L.), y los del Nuevo Mundo (Ecuador, Perú y Bolivia), denominados tarwis o chochos (*Lupinus mutabilis* Sweet) y sus parientes silvestres. El tarwi o chocho se siembra principalmente en la zona andina de Ecuador, Perú y Bolivia, recibe diferentes denominaciones y es usado en la alimentación humana bajo diferentes formas de preparación, en Perú es cultivado en las zonas de sierra desde Cajamarca hasta Puno: Cajamarca, La Libertad, Amazonas, Huánuco, Huancavelica, Áncash, Ayacucho, Junín, Pasco, Apurímac, Cusco y Puno. En el Ecuador se siembran aproximadamente 6000 ha, en las provincias de la sierra Cotopaxi, Chimborazo,



Pichincha, Bolívar, Tungurahua, Carchi e Imbabura y en Bolivia más de 4000 ha, en los departamentos de Cochabamba, Chuquisaca, Potosí, Oruro y La Paz.

2.1.2. Taxonomía

Según Camarena *et al.* (2012), la clasificación taxonómica es (ITIS, 2019).

Reino:	Vegetal
División:	Fanerógama
Clase:	Dicotiledónea
Orden:	Fabales
Sub-orden:	Leguminosinae
Familia:	Fabaceae
Tribu:	Genisteas
Género:	<i>Lupinus</i>
Especie:	<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet

Jacobsen y Mujica, (2006); Tapia (2015), el cultivo de tarwi tiene diferentes denominaciones, generalmente posee un nombre regional. En el norte de nuestro país, como en Colombia y Ecuador se conoce con el nombre de chocho, mientras que en las zonas del centro y sur del Perú tiene el nombre de tarwi o tarhui en el idioma quechua, tauri en aymara al sur de Puno y en la zona quechua de Cochabamba de Bolivia chuchus muti. En España se lleva el nombre Lupini o Lupino amargo y en la zona sur, altramuz, este último nombre posiblemente de origen Árabe.



2.2. IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE TARWI

Camarena *et al.* (2012), recalcan que *Lupinus* spp., es un género globalmente importante y el (*Lupinus mutabilis* Sweet) originado en el área Andina de Suda América, es el único miembro americano del género *Lupinus* que ha sido domesticado y cultivado. También enfatizan que, a nivel mundial, la superficie cosechada de tarwi ha ido en descenso en los últimos años, llegando a las 687 mil hectáreas en el 2009, el menor nivel registrado desde 1983, la producción se ha comportado de un modo distinto, presentando grandes fluctuaciones, resultado de variaciones en los rendimientos ocasionadas principalmente por factores climáticos adversos.

2.3. IMPORTANCIA DEL GRANO

2.3.1. Composición química del grano

Salvatierra (2014), el tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) contiene un nivel nutricional superior con respecto a otras leguminosas, debido a que la proteína que contiene es rica en lisina, el cuál es un aminoácido vital de mucha importancia nutricional, porque presenta un alto valor nutritivo como fuente de proteína, grasa y fibra.

2.3.2. Alcaloides

Villacrés *et al.* (2008), el grano del tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), presenta sustancias tóxicas, como los alcaloides que limitan su utilización en la industria alimentaria, así mismo Ortega *et al.* (2010), mencionan que se han identificado aproximadamente 150 del tipo quinolizidínicos, siendo los de mayor presencia lupanina, 1-3 hidroxilupanina y esparteína, se ha descrito que el contenido de alcaloides depende de las condiciones de crecimiento del cultivo, pues la proporción de metabolitos secundarios puede cambiar como mecanismo de respuesta ante las condiciones del ambiente o de defensa ante enemigos naturales.



Tabla N° 1: Contenido de alcaloides en el tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet).

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

Fuente:(Jarrin, 2003)

2.3.3. Usos medicinales

Según Jacobsen y Mujica (2006), mencionan que los conocimientos y saberes andinos de los agricultores que cultivan el tarwi en la cultura Aymara en Puno, señalan que esta legumbre es medicinal y controla diferentes enfermedades como: diabetes, males renales, resaca. Así mismo, Galvez *et al.* (2009), corroboran que también se usan sus propiedades curativas para eliminar infestación de parásitos externos en el ganado vacuno (garrapatas), al mezclar el agua hervida amarga de tarwi con agua hervida de ajeno y hollín de cocina. Con el producto de esta infusión, se baña al animal afectado y se repite hasta que quede libre de parásitos. Es importante el recalcar que el tarwi es la única especie del género *Lupinus* que posee isoflavonas (un tipo de flavonoides) en sus semillas que son conocidas por sus propiedades antioxidantes.

2.3.4. Variedades comerciales

Chirinos *et al.* (2015), consideran que el tarwi posee una alta variabilidad genética, evidenciada en el nivel de polimorfismo en las muestras estudiadas, concluyendo que es una especie autógama con un predominante grado de alogamia, lo cual ayudaría al mejoramiento genético, por ejemplo, aumentando el rendimiento del cultivo especialmente la producción de semillas, mejorando la adaptación de la planta a diferentes tipos de clima, cosechando semillas de calidad óptima para el consumo humano directo.

2.4. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL TARWI

Tapia (2015), el tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), es una especie generalmente anual, herbácea, de crecimiento erecto y que puede alcanzar alturas de 0.8 m hasta más de 2 m, así como la cantidad de ramas presentes, pueden variar de acuerdo a los diferentes cultivares que se puedan encontrar en las distintas zonas de cultivos. También manifiesta que el tarwi posee una raíz bastante gruesa, pivotante, vigorosa, ramificada, leñosa, poco profunda y desempeña un rol de sostén y de conducción de la savia desde el suelo hasta los demás órganos. El aspecto más resaltante es la presencia de nódulos en las raíces, estas pueden presentar un gran número de bacterias de la especie *Rhizobium lupini* que, a través de una simbiosis, se encargan de fijar el nitrógeno atmosférico aportando entre 40 y 80 kg/ha de nitrógeno y pesando unos 50 g por planta, el cual será aprovechado por el siguiente cultivo en rotación.



Figura N° 1: Pigmentación en los nódulos de la raíz, (campana agrícola 2018-2019).

Camarena *et al.* (2012), en la mayoría de variedades los tallos son gruesos, glabros y leñosos, que se ramifican a partir de un eje central. La terminación del tallo o eje principal será una inflorescencia, bajo esta crecerán las ramas primarias muy productivas. Las hojas son digitadas, con forma ovalada o lanceolada, que están compuestas por 5 a 12 folíolos, en cuya base se encuentran pequeñas hojas estipulares. El color de las hojas varía entre tonos amarillos verdosos a verdes oscuros, esto dependerá del contenido de antocianina. La mayoría de las flores miden de 1 a 2 cm cada una y presentan una

coloración de azul-purpurea, pero pueden presentar tonalidades blancas, cremas, amarillas e incluso rosadas.



Figura N° 2: Inflorescencia del tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).

Tapia (2015), menciona que el fruto está constituido por una vaina, que puede contener de 5 a 12 semillas. El color de los granos es muy variable, entre blanca, gris, marrón e incluso combinaciones de estos. También presentan diferentes formas, redondas, ovaladas o casi cuadrangulares, con un tamaño que va desde los 0.5 hasta 1.5 cm, las semillas están cubiertas por un tegumento duro que puede representar hasta el 10 por ciento de su peso total.

2.5. FENOLOGÍA DEL CULTIVO

CIPCA (2004), las diferentes fases fenológicas son: germinación, emergencia y cotiledones, formación de las hojas verdaderas y formación de tallo central, floración, envainado y maduración de vainas y maduración fisiológica.

2.5.1. Ciclo vegetativo

CIPCA (2009), el ciclo varía de 150 a 360 días, dependiendo del ecotipo y la maduración del eje central solo o de las demás ramas secundarias.



2.5.2. Emergencia

CyTA (2001), algunas semillas son capaces de germinar inmediatamente después de haber completado su desarrollo, inclusive antes del tiempo normal de germinación. Sin embargo, luego de que el crecimiento del embrión se detiene y el contenido de humedad disminuye, las semillas de muchas variedades habitualmente atraviesan por un período de inactividad o latencia, durante esta etapa, el embrión mantiene una mínima respiración y es cuando está mejor capacitado para resistir las condiciones desfavorables del medio.

2.5.3. Surgimiento de las hojas verdaderas

CyTA (2001), de acuerdo con el crecimiento de los cotiledones, las plántulas pueden clasificarse como de germinación epigea, al alongarse el hipocótilo los cotiledones se elevan por sobre el suelo. Frecuentemente los cotiledones cumplen función fotosintética por un tiempo más o menos prolongado, según la especie, luego se marchitan y caen.

2.5.4. Inicio de Ramificación

Tapia *et al.* (2007), el inicio de ramificación comienza a los 45 días desde el inicio de formación de las primeras hojas verdaderas, según el tipo de ramificaciones, la planta puede ser de eje central predominante, con ramas desde la mitad de la planta, tipo candelabro, o ramas terminales; o de una ramificación desde la base con inflorescencia a la misma altura, el número de ramas varía desde unas pocas hasta 52 ramas.

2.5.5. Inicio de Floración

Tapia *et al.* (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. En ese



mismo contexto (CIPCA, 2009) manifiesta que los colores más comunes son los diferentes tonos de azul y púrpura, menos frecuentes son los colores blancos, crema, rosado y amarillo, según el tipo de ramificación que presenta la planta, puede tener hasta 3 floraciones sucesivas y en una sola planta pueden existir hasta 1000 flores.

2.5.6. Formación de vainas

CIPCA (2009), la formación de vainas, el número de vainas y de ramas fructíferas tiene correlación positiva con la producción de grano de tarwi.

2.5.7. Madurez Fisiológica

Tapia *et al.* (2007), el fruto es una legumbre pubescente, indehiscente en las cultivadas y con cierta dehiscencia en las semicultivadas y silvestres, de forma elíptica u oblonga, aguda en ambos extremos, con cerca de 130 vainas por planta.

2.6. REQUERIMIENTO DEL CULTIVO

2.6.1. Suelo

INIA (2014), el requerimiento del suelo para esta especie va desde franco al franco arenoso con pH entre 5 a 7. Los propósitos básicos de preparar el terreno antes de la siembra son; crear una estructura favorable para el crecimiento de las raíces consecuentemente un buen desarrollo de la planta y permitir una buena filtración y retención de agua.

2.6.2. Temperatura

Según Tapia *et al.* (2007), desde el punto de vista agronómico la temperatura tiene una gran importancia, ya que prácticamente influye en todos los procesos fisiológicos de los vegetales, afectando tanto el crecimiento como el desarrollo. El tarwi no tolera las heladas (descensos bruscos en temperatura) en la fase de formación del racimo y madurez, aunque algunos ecotipos cultivados a orillas del lago Titicaca tienen una mayor resistencia al frío.



2.6.3. Humedad

Tapia (2015), el requerimiento de humedad del cultivo de tarwi es muy variable, dependen del tipo de suelo, temperatura y viento. Los ecotipos precoces, encontrados en Puno, necesitan un mínimo de 450 mm de precipitación durante el periodo vegetativo, mientras que las especies de largo periodo vegetativo requieren entre 600 a 700 mm de precipitación.

2.6.4. Fotoperiodo

Jacobsen y Mujica (2006), mencionan que el tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en lo relacionado al fotoperiodo, es aparentemente indiferente, aunque se cultiva más en condiciones de días cortos.

2.7. PRACTICAS AGRONÓMICAS

2.7.1. Siembra

Según INIA (2014), cuando la siembra es en suelos sueltos y en pendiente, la dirección de los surcos deberá orientarse en sentido contrario a la pendiente a fin de evitar la degradación y erosión de los suelos por efectos del riego o las lluvias, en tal sentido Tapia (2015), manifiesta que la selección de la semilla de tarwi debe incluir la sanidad del material como un factor muy importante para evitar el contagio de la enfermedad de la antracnosis (*Colletotrichum* sp.), sobre todo cuando la semilla es trasladada de una región a otra.

2.7.2. Fertilización

Según Tineo (2002), el tarwi no necesita nitrógeno, porque recoge el nitrógeno del aire y lo fija al suelo. Al mismo tiempo se asocia con una bacteria en el suelo y forma nudos que acumulan nitrógeno, este nitrógeno será utilizado en un cultivo que se empleará después, como la papa o el haba. Si los terrenos son pobres en fosforo, se recomienda



usar de 60 a 80 kg de superfosfato triple por hectárea, este fertilizante debe aplicarlo al momento de sembrar.

2.7.3. Deshierbo y aporque

INIA (2014), corrobora que 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. Por ello el aporque es recomendable realizarlo cuando la planta alcance aproximadamente 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.

2.7.4. Cosecha

Según Tineo (2002), el tarwi demora de 5 a 8 meses para su cosecha, para cosechar recoja las vainas cuando tengan un color amarillo y al mover sus plantas escucha el sonido del grano dentro de las vainas luego corte las plantas no las arranque con sus raíces, las plantas cortadas colocarlas en parvas para que sequen bien para no tener problemas a la hora del trillado. Trillar las plantas secas, con palos, animales o a máquina. Además Tapia (2015) manifiesta que cuando se busca obtener grano comercial, se recomienda cortar las plantas y exponerlas al sol para conseguir un secado uniforme de tallos y vainas. Otra manera de proceder para no cortar las plantas, sería esperar que las inflorescencias con sus vainas presenten coloración pajiza y estén completamente secas para cortarlas con una hoz o manualmente. Por otro lado, para obtener grano como semilla, se recomienda seleccionar las plantas sanas que presenten buena arquitectura, de las cuales se cosecharan, por separado solo los ejes centrales. El almacenamiento se debe hacer en bodegas con ventilación adecuada (secas) y libres de insectos.



2.7.5. Rendimiento

Tapia (2016), el tarwi se ha sembrado siempre a alturas sobre los 2000 msnm y con rendimientos que varían entre 800 a 3500 kg por hectárea. El rendimiento se ha visto beneficiado por; calidad y desinfección de la semilla, la altitud del área de cultivo, aporte de fosforo e inoculación con cepas adecuadas de rhizobium y control de plagas y enfermedades.

2.7.6. Postcosecha

Según Tapia (2015), luego de la trilla, se recomienda efectuar ciertas prácticas de manejo postcosecha para evitar pérdidas innecesarias.

2.7.7. Secado de grano

Labor que se puede hacer exponiéndolos al sol durante determinado tiempo, durante uno a dos días. La humedad máxima que debe tener el grano para el comercio o semilla es 13% o menos.

2.7.8. Clasificado y limpieza del grano

Se realiza para obtener un producto de calidad y un mejor precio en el mercado, eliminando granos partidos y residuos de cosecha.

2.8. PLAGAS Y ENFERMEDADES

Según INIA (2014) el tarwi o chocho, al ser un cultivo poco común la incidencia de plagas y enfermedades es relativamente baja, sin embargo, en campos de monocultivo se presentan problemas sanitarios que afectan seriamente a la producción.

2.8.1. Plagas

INIA (2014), este cultivo es atacado por plagas principalmente en época de sequía o pequeños veranillos que generalmente se presentan en los meses de diciembre a enero.



2.8.1.1. Gorgojo barrenador del tallo

Según INIA (2014) esta plaga en estado larval se alimenta del tejido celular esponjoso del tallo (parénquima) ocasionando el inicio de la marchitez generalizada de la planta, el ataque inicia en el cuello de la planta o por la inserción de los tallos secundarios. Este problema sanitario se presenta durante el periodo de sequía o pequeños veranillos, entre diciembre a enero.

2.8.1.2. Minador de hojas

INIA (2014), menciona que en grandes poblaciones esta plaga puede ser muy perjudicial para el cultivo, porque se alimenta del tejido celular esponjoso de las hojas (parénquima), razón por la cual las plantas se inhiben de realizar la fotosíntesis, como consecuencia ocasiona la muerte temprana de la planta. El ataque de esta plaga se inicia principalmente en los periodos cortos de veranillos.

2.8.2. Enfermedades

2.8.2.1. Antracnosis

Como señala INIA (2014), esta enfermedad es de mucha importancia, producida por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides*, este hongo primeramente ataca el tallo de la planta, produciendo manchas necróticas, si existe condiciones climáticas favorables, la enfermedad se prolonga hasta los frutos con consecuencia de muerte para la planta, la diseminación de las enfermedades es a través de la semilla.

2.8.2.2. Rhizoctonia (*Rhizoctonia sp.*)

Según INIA (2014), esta enfermedad causa daños en menor grado, inicia en el cuello de la planta y se presenta cuando existe mucha humedad y falta de drenaje, consecuentemente para evitar este problema es recomendable realizar las labores culturales en forma oportuna como el deshiero del cultivo.



2.9. PARÁMETROS BIOMÉTRICOS DE LA SEMILLA

2.9.1. Prueba de germinación

Sanchez (2013), menciona que la germinación se define como la emergencia y el desarrollo de estructuras esenciales del embrión, bajo condiciones ambientales favorables. El porcentaje de germinación será determinado a partir de las semillas físicamente puras, que representa la cantidad de plántulas que tienen condiciones de establecerse en el campo en ambientes favorables en tal sentido, Samperio (2002), refiere que la germinación es el reinicio del crecimiento del embrión, una vez que este ha superado el periodo de latencia y que las condiciones le son propicias para romper la barrera física permitiendo que el embrión brote y se convierta en el primer tallo de la planta.

2.9.2. Análisis de pureza

Sanchez (2013), sostiene que la pureza física es una característica que refleja la composición física o mecánica de un lote de semillas. Mediante este análisis se procura identificar las diferentes especies de semillas y las proporciones de los diferentes materiales inertes presentes en una muestra representativa. La identificación de las semillas físicamente puras es expresada en porcentaje del peso de muestra.

2.9.3. Valor cultural

Desde el punto de vista de Sanchez (2013), el valor cultural permite conocer la verdadera calidad de la semilla de una determinada variedad, debido a que en él se conjugan dos parámetros de la calidad, la pureza y el poder germinativo, que divididos por 100 expresan el porcentaje del valor cultural, conocidos también como el valor real o valor potencial de la semilla.



2.10. ÍNDICE DE ELSTON

Elston (2014), sostiene que el índice de Elston es el producto de los valores fenotípicos menos el mínimo observado para cada característica. Encontrando que con correlaciones genéticas y fenotípicas adversas los índices simples llevan a bajas ganancias esperadas en algunas características y diferentes grupos de individuos son elegidos como el mejor, sin embargo, donde las características son positivamente asociadas todos los índices producen similares ganancias esperadas y grupos similares de individuos seleccionados como el mejor.

2.11. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

Franco (2003), indica que es una herramienta útil para analizar los datos que se generan de las evaluaciones de caracterización preliminar, y permite conocer la relación existente entre las variables cuantitativas consideradas y la semejanza entre las accesiones, con el fin de saber qué variables están o no asociadas, cuales caracterizan en el mismo sentido o en el sentido opuesto. También permite seleccionar las variables cuantitativas más discriminatorias para limitar el número de mediciones en caracterizaciones posteriores. Es una metodología alternativa que ayuda en la toma de decisiones relacionadas con los componentes realmente importantes que consiste en construir una gráfica de barras utilizando los valores de la varianza absoluta para cada componente en el eje Y, y los componentes principales en el eje X, generando varias alternativas de selección.

2.12. VARIEDAD

Garay (2015), argumenta que la variedad se define como una población de plantas de una misma especie que tiene una constitución genética común y homogeneidad citológica, fisiológica, morfológica y otros caracteres comunes. Variedad también es sinónimo de cultivar.



2.13. ACCESIÓN

Según Henríquez (2002), es la muestra de germoplasma representativa de uno o varios individuos de la población. En carácter más general, cualquier registro individual de una colección de germoplasma. Población o línea en un programa de mejoramiento o colección.

2.14. GENOTIPO

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

2.15. VALOR NUTRICIONAL

Camarena *et al.* (2012), indican que el valor nutritivo es muy importante en esta leguminosa, donde el tarwi es rico en proteínas y grasas razón por la cual debería ser más utilizado en la alimentación humana y su contenido proteico es incluso superior al de la soya, por ello la proteína del tarwi es una excelente opción para sustituir o reducir el consumo de proteína animal y evitar así los problemas de salud además, agregan que el calcio se localiza principalmente en la cáscara del grano, siendo recomendable su consumo en forma integral (sin pelar), el consumo de tarwi nos provee 77.5 mg del calcio total que necesita nuestro organismo diariamente, y este elemento es de vital importancia, cuya función es la construcción de los huesos.

Suca (2015), menciona que evaluando el potencial del tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) como futura fuente proteínica y avances de su desarrollo agroindustrial. La principal fortaleza de esta leguminosa es la de sostener la producción global de proteínas, mitigando la falta de fuentes de proteínas de origen animal, lo cual hace que el tarwi sea una de las fuentes más importantes de proteínas, especialmente en los países andinos. Además, las plantas de tarwi permiten la fijación de nitrógeno atmosférico y puede ser usado como cultivo rotativo en una agricultura ambientalmente sostenible. Sus semillas



contienen más proteínas que la soya, es una fuente excepcionalmente nutritiva de amino ácidos esenciales. También posee un considerable contenido de lípidos buenos para la salud.

2.16. DIVERSIDAD GENÉTICA

Chirinos *et al.* (2015), consideran que el tarwi posee una alta variabilidad genética, evidenciada en el nivel de polimorfismo en las muestras estudiadas, concluyendo que es una especie autógena con un predominante grado de alogamia, lo cual ayudaría al mejoramiento genético, por ejemplo, aumentando el rendimiento del cultivo especialmente la producción de semillas, mejorando la adaptación de la planta a diferentes tipos de clima, cosechando semillas de calidad óptima para el consumo humano directo.

Según Jacobsen y Mujica (2006), desde el punto de vista alimenticio, medicinal, ritual, cultural, en la transformación y mejoramiento de las especies domesticadas, esta diversidad de parientes silvestres tiene importancia y repercusión en su utilización, proporcionando actualmente al agricultor disponibilidad sostenida y seguridad alimentaria.

Añaguari (2013), menciona que en Perú se conocen las variedades nativas ‘Andenes 80’, ‘Cuzco’, ‘K’ayra’, ‘Carlos Ochoa’, ‘Yunguyo’, ‘Altagracia’, ‘H6’, ‘SCG-9’, ‘SCG-25’, ‘SLP-1’, ‘SLP-2’, ‘SLP-3’, ‘SLP-4’, ‘SLP-5’; en Bolivia; ‘Toralapa’ y ‘Carabuco’ en Chile ‘Inti’, y que se conservan varias colecciones de trabajo, en universidades, institutos de investigación y proyectos de cooperación técnica a lo largo de la región andina. Se conservan más de 1600 accesiones en cámaras frías de diferentes estaciones experimentales. Las principales son, en el Perú, K’ayra en Cuzco, Santa Ana en Huancayo, Illpa y Camacani en Puno, Baños del Inca en Cajamarca y Canáan en Ayacucho; en Bolivia, Patacamaya, Toralapa y Pairumani; en Ecuador, Santa Catalina.



2.17. ANTECEDENTES

Sancho (2011), evaluó 80 accesiones de Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en condiciones de Puno y concluyó en lo siguiente: Existe una amplia variabilidad genética en cuanto al ciclo fenológico de las accesiones, referente a la emergencia el promedio fue 21.43 días, y para el más precoz fue 19 días. Así mismo el inicio de floración se presentó en las accesiones precoces a los 94 y 96 días de la siembra en las accesiones LES-186 y ZUÑ-195 respectivamente; la más tardía fue a los 103 días (LES-140). Es así como la formación de legumbres se inició a los 110 días (LES-186), y la más tardía fue 132 días (LES-005). En cuanto al periodo vegetativo las más precoces fueron LES-186 con 223 días, y la más tardía fue LES-173 con 256 días en tal sentido las variables fenológicas se encuentran muy asociadas entre sí, particularmente el final de la floración con la madurez fisiológica presentando una correlación altamente positiva en el cual no da a conocer cuanto más tarda una accesión en llegar a finalizar la floración de la misma forma demoran los días a la madurez fisiológica y la cosecha.

Aguilar (2015), evaluó el rendimiento de grano y capacidad simbiótica de once accesiones de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), bajo condiciones de Otuzco – La Libertad llegando a la siguiente conclusión que la accesión que presentó parámetros más favorables fue la accesión 43 representando un rendimiento de 1796 kg/ha con 117 días a la floración, así mismo con 231 días a la madurez fisiológica, registrándose como la más precoz de todas las accesiones estudiadas en las condiciones de Otuzco. Además, menciona que presentó una longitud, ancho y espesor de la vaina superior al promedio registrado, por lo tanto, presenta un vigor de grado dos que significa un buen vigor, haciéndolo moderadamente tolerante a la roya alternaria y quemado del tallo, también presenta resistencia al encamado.



Flores (2018), evaluó la caracterización agro botánica de trece líneas avanzadas de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) por precocidad y rendimiento en el centro agronómico de K´ara, donde concluye que, para la floración se identificaron a las líneas CTC-016, CTC-074 y L-54, con 107 días desde la siembra, como las más precoces, el promedio fue de 109.69 días, con el coeficiente de variabilidad 1.88%. Las líneas más tardías tuvieron 112 días desde la siembra. En cuanto a la precocidad para la formación de vainas, se identificaron a las líneas CTC-016, L-54 con 138 días desde la siembra como las primeras plantas en formar la vaina y la formación de vainas se dio a los 141 días después de la siembra, con el coeficiente de variabilidad de 1.97%, las líneas más tardías tuvieron 146 días desde la siembra siendo 176 días el promedio a la madurez fisiológica.

Huisa (2018), evaluó el comportamiento agronómico de catorce accesiones del ensayo nacional de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en el CIP Camacani – Puno, donde concluye que la accesión Puno 11 posee buenas cualidades agronómicas, presentando homogeneidad en cuanto a longitud de vaina y diámetro de grano por otro lado la accesión H-6 obtuvo el mejor resultado con respecto al peso de 100 granos con 31.3 g, por consiguiente la accesión Puno 12 sobresale en cuanto a rendimiento con 2268.50 Kg/ha.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN DEL CENTRO EXPERIMENTAL

El trabajo de investigación se realizó en el Centro de Investigación y Producción Camacani (CIP), de la Facultad de Ciencias Agrarias, perteneciente a la Universidad Nacional del Altiplano - Puno, durante la campaña agrícola 2018-2019, dicho centro experimental presenta las siguientes características:

3.1.1. CIP-Camacani

Ubicado en el Centro Poblado de Camacani del Distrito de Platería, Provincia y Departamento de Puno, a 24 km de la carretera panamericana sur Puno - Desaguadero

Ubicación en coordenadas UTM:

Este X : 408369.55

Norte Y : 8236456.43

Altura : 3871 msnm



Figura N° 3: Localización del campo experimental en el centro de investigación y producción Camacani de la UNA-Puno, (campaña agrícola 2018-2019).

3.1.2. Historial del campo experimental

Los cultivos que antecedieron a la presente investigación fueron; quinua en la



campaña 2016-2017 y maíz en la campaña 2017-2018, ambos bajo condiciones de lluvia.

3.2. CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS DEL SUELO EXPERIMENTAL

La muestra fue tomada del centro de investigación y producción – Camacani mediante el método de muestreo zigzag a una profundidad de 30 cm, fue cuarteado para obtener una muestra representativa de 1 kg. Posteriormente fue analizado en el laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes del departamento de suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria La Molina UNALM– Lima. Los resultados se presentan en la (Tabla N° 2), donde se observa que la textura del suelo es franca arcillo arenoso con una conductividad eléctrica de 0.28 ds/m lo que indica que no existe problema de sales para la producción del cultivo de tarwi. La reacción del suelo es fuertemente acida con un pH de 5.25 con un contenido de materia orgánica de 1.69% lo que indica que contiene una limitada cantidad de nitrógeno en el suelo, con respecto a la fertilidad contiene medio de potasio y alto de fosforo disponible. Se observa que la capacidad de intercambio catiónico (CIC) es calificado como medio.

Tabla N° 2: Análisis físico químico del suelo experimental, (campaña agrícola 2018-2019).

COMPONENTES	CANTIDAD
pH	5.25
C.E. ds/m	0.28
CaCO₃ (%)	0
M.O. (%)	1.69
P(fosforo) ppm	22.7
K (potasio) ppm	157
Arena (%)	54
Limo (%)	26
Arcilla (%)	20
Clase textural	Fr.Ar. A
CIC meq/100g	14.08
Ca⁺² meq/100g	7.42
Mg⁺² meq/100g	2.87
K⁺ meq/100g	0.25
Na⁺ meq/100g	0.15
Al⁺³ + H⁺ meq/100g	0.15

3.3. CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS

Para conocer el comportamiento de las características ambientales (Campaña agrícola de setiembre del 2018 a mayo del 2019), los datos meteorológicos de temperatura, precipitación, y humedad relativa se obtuvieron mediante el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) Puno-Perú.

3.3.1. Temperatura

En la Figura N° 4, se presentan las fluctuaciones en donde se observa que durante la campaña agrícola 2018 – 2019 la temperatura máxima fue registrado en el mes de noviembre (17.7°C), y la temperatura mínima se registró en el mes de julio (-1.5°C). De acuerdo con estos datos, se presentaron heladas en los meses de junio y julio con temperaturas mínimas de (-1.1°C) y (-1.5°C) respectivamente considerándose un comportamiento irregular de este parámetro meteorológico durante el desarrollo del cultivo.

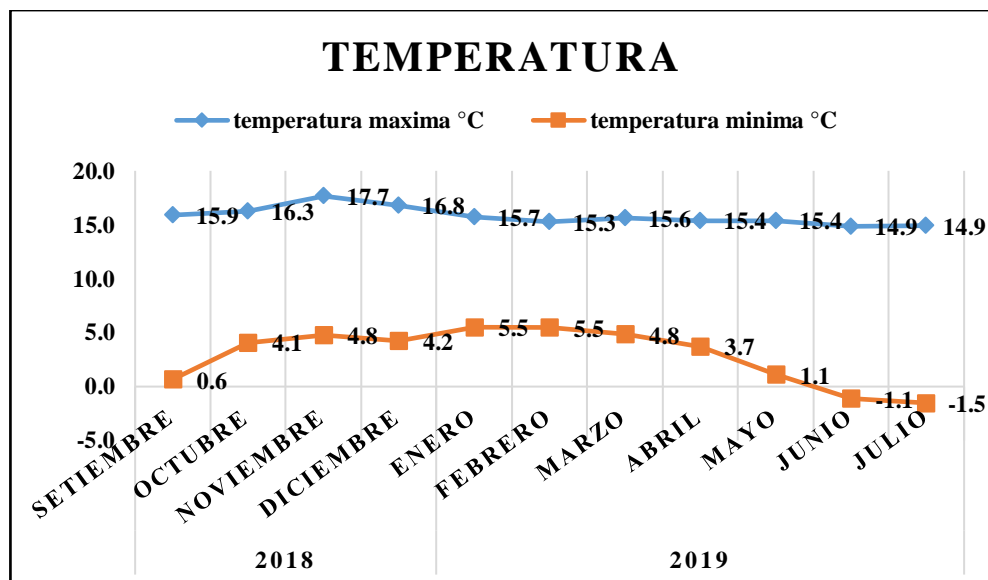


Figura N° 4: Promedio mensual de temperatura máxima y mínima, (campaña agrícola 2018-2019).

3.3.2. Precipitación pluvial

En la Figura N° 5, se observa que la precipitación pluvial en la campaña agrícola 2018-2019, la mayor precipitación pluvial se presentó en el mes de enero del 2019, con

172.9 mm, y la menor precipitación pluvial se observó en el mes de junio del mismo año con 6.3 mm, las primeras semanas después de la instalación del cultivo, las precipitaciones fueron escasas; repercutiendo en el comportamiento agronómico del cultivo, sin embargo a partir del mes de diciembre las lluvias fueron incrementándose hasta el mes de enero, favoreciendo el desarrollo vegetativo de la planta; posteriormente las lluvias descendieron a partir del mes de febrero – abril y en los meses de mayo, junio y julio presentando una precipitación muy escasa.

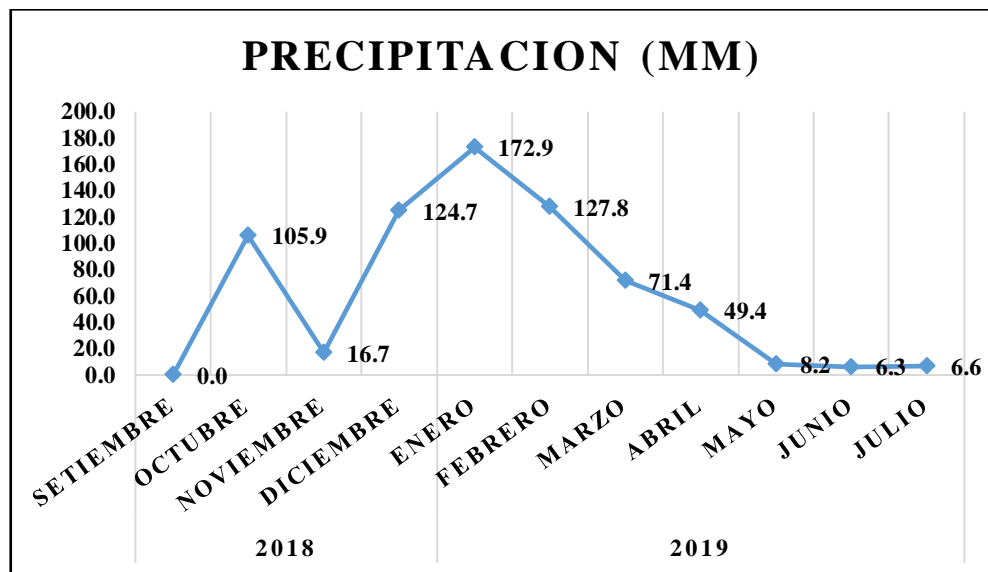


Figura N° 5: Promedio mensual de precipitación, (campaña agrícola 2018-2019).

3.3.3. Humedad relativa

En la Figura N° 6, se aprecia que la humedad relativa máxima fue de 88.5% en el mes de febrero del 2019 y la humedad relativa mínima se presentó en el mes de setiembre del año 2018 con 67.9%.

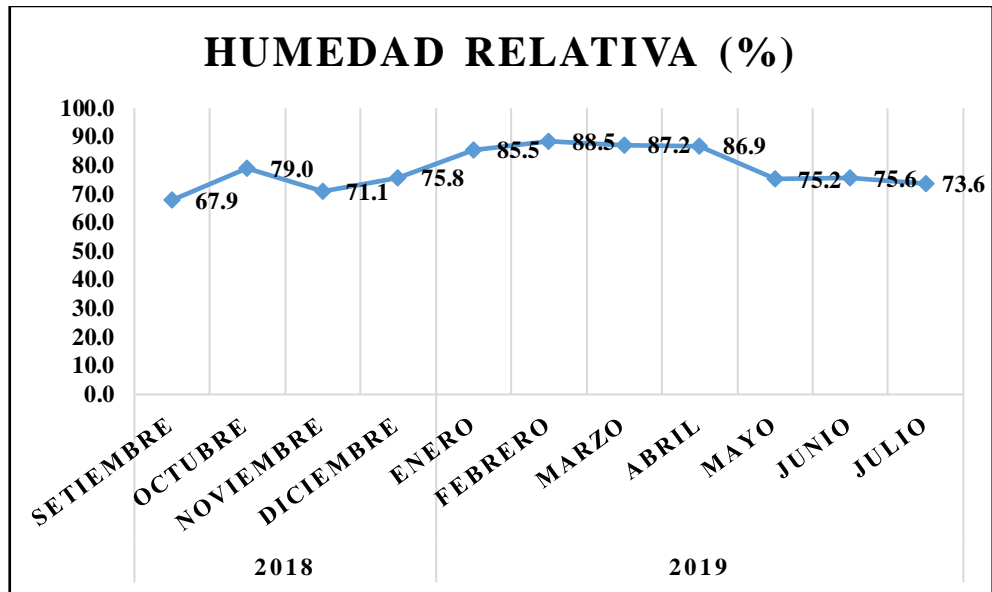


Figura N° 6: Promedio mensual de humedad relativa, (campana agrícola 2018-2019).

3.4. MATERIAL EXPERIMENTAL

3.4.1. Material genético

El material genético consta de ocho genotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), de diferentes lugares de procedencia. La colecta fue llevada a cabo por la facultad de agronomía de la Universidad Nacional del Altiplano (UNA).

Tabla N° 3: Genotipos selectos de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en estudio, (campana agrícola 2018 – 2019).

N°	LOCALIDAD	GENOTIPOS DE TARWI	COLOR
1	Huancayo	H-6	Blanco
2	Cusco	Andenes-80	Blanco
3	Ayacucho	Seccelambra	Blanco
4	Puno	Accesión_13	Marrón
5	Puno	Yunguyo	Blanco
6	Puno	Sacacatani	Marrón
7	La libertad	Patón Grande	Blanco
8	Huancayo	Colec. UNCP	Blanco

3.5. MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

3.5.1. Materiales de campo

- Libro de campo
- Cordel
- Yeso
- Etiquetas



- Sobres manila

3.5.2. Equipos

- Balanza de 10 kg
- Balanza analítica de precisión de 2 kg
- Tablet para recolección de datos

3.5.3. Herramientas

- Pico
- Pala
- Rastrillo
- Hoz
- Wincha
- Flexómetro
- Vernier
- Tijeras de podar

3.5.4. Materiales y equipos de laboratorio

- Balanza Schopper
- Placas Petri
- Estufa
- Cámara de germinación

3.6. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

Tabla N° 4: Dimensiones del campo experimental, (campaña agrícola 2018-2019).

Descripción	Superficie
Área total experimental	590.4 m ²
Área neta del experimento	409.6 m ²
Área neta del bloque	102.4 m ²
Área de la parcela	12.8 m ²
Número de bloques (repeticiones)	4
Número de tratamientos (genotipos)	8
Número de unidades experimentales	32

3.7. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

3.7.1. Medición del área de trabajo

Con la ayuda de una wincha se procedió a medir el terreno donde se realizó la investigación, el cual corresponde a un área total de 590.4 m².



3.7.2. Muestreo del terreno

El terreno fue muestreado en forma de zigzag en diferentes sitios a una profundidad promedio de 30 cm, los cuales fueron depositados en una bolsa para su homogenización y a partir de ello se tomó una muestra de un kilo de suelo, con los datos de campo, luego fue remitida al laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria La Molina – Lima.

3.7.3. Preparación del terreno

Esta labor se llevó acabo en setiembre del 2018, para lo cual se utilizó un tractor agrícola, haciendo en primera instancia la roturación del suelo con un arado de disco en el área de la investigación, posteriormente se pasó al mullido del suelo con la rastra hasta que éste quede en condiciones óptimas para realizar el surcado a una distancia de 0.80m de acuerdo a las características de la investigación.

3.7.4. Siembra

El manejo para la siembra se realizó de acuerdo a la recomendación del Coordinador del Proyecto Mejoramiento Genético, que consiste en elegir correctamente la época de siembra, cantidad de semilla, sistema de siembra para el cultivo de tarwi. Para ello se preparó sobres manila con 66 gramos de semilla debidamente etiquetados para cada genotipo. Así mismo la siembra de los ocho genotipos se efectuó el 18 de octubre del 2018, de forma manual con una densidad de 40,000 plantas por hectárea de cuatro semillas por golpe, con un distanciamiento de 40 cm entre plantas y 80 cm entre surcos.

3.7.5. Control de malezas

Esta actividad se realizó de forma manual con el uso de picos, aprovechando la humedad del suelo con el fin de evitar la competencia por nutrientes, agua y luz entre cultivo y maleza, que afectaría en el desarrollo normal del cultivo de tarwi, en este caso



se realizó dos deshierbes en las cuales se encontraron las siguientes malezas mostrados en la Tabla N° 5.

Tabla N° 5: Malezas presentes en el campo experimental, (campaña agrícola 2018-2019).

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA
Amor seco	<i>Bidens pilosa</i>	Asteraceae
Nabo silvestre	<i>Brassica campestris</i>	Brassicaceae
Bolsa de pastor	<i>Capsella bursapastoris</i>	Brassicaceae
Trébol carretilla	<i>Medicago hispida</i>	Fabaceae
Pasto kikuyo	<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochs	Poaceae
Chiqchipa	<i>Tagetes mandonii</i>	Asteraceae

3.7.6. Descarte de plantas o rouguing

Esta labor consistió en entre sacar manualmente las plantas que no fueron propias de las características del genotipo en estudio así mismo, paralelamente a la maduración del cultivo se realizó el descarte de plantas consideradas como impurezas que pertenezcan a otra variedad, que bajan la calidad física de las semillas del genotipo en estudio.

3.7.7. Drenaje

El drenaje se realizó manualmente roturando el suelo alrededor de la parcela experimental con la finalidad de evitar el encharcamiento de aguas en el área del cultivo, por lo mismo evitar la propagación de plagas y enfermedades, ya que en el mes de enero se presentó una precipitación de 172.9 mm.

3.7.8. Aporque

Se realizó manualmente utilizándose únicamente picos, a los 107 días después de la siembra. Con el propósito de darle mayor fijación y evitar el tumbado de las plantas, esta actividad facilita la aireación del suelo y la eliminación de malezas para un mejor desarrollo del cultivo.

3.7.9. Control fitosanitario

Durante las primeras fases fenológicas del cultivo se presentaron plagas como los minadores de hojas (*Liriom yza* sp.), donde se pudo observar que el cultivo de tarwi es



resistente a las plagas. En la fase fenológica de la madurez vegetativa se detectó la presencia de la enfermedad de antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*), donde las plantas afectadas fueron en mínimas cantidades y fueron extraídos manualmente por lo tanto no fue necesario aplicar controladores adicionales.

3.7.10. Cosecha y trilla

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

3.8. CARACTERISTICAS BIOMETRICAS

Las evaluaciones para las medidas biométricas, se realizaron en el área de muestreo de cada unidad experimental, el área de muestreo consistió en tomar las muestras del surco central de cada unidad experimental descartando los surcos extremos. En el surco central también se descontaron 0.5 m para ambos lados de las parcelas vecinas para evitar el efecto de borde.

3.9. CAPACIDAD SIMBIOTICA DE LOS GENOTIPOS

3.9.1. Peso de raíz con nódulos

El sistema radicular incluyendo los nódulos se lavó y una vez secados se registró el peso promedio de los sistemas radiculares con sus respectivos nódulos.



3.9.2. Peso fresco de la raíz

Se obtuvo extrayendo los nódulos de la raíz de cada planta y se procedió a pesar de manera separada y registrando el peso promedio.

3.9.3. Peso fresco de nódulos

Se registró el peso promedio de los nódulos de las plantas seleccionadas.

3.9.4. Peso seco de la raíz

Se llevaron las raíces a la estufa por 48 horas, luego se registró el peso promedio del sistema radicular de plantas seleccionadas.

3.9.5. Peso fresco del follaje por planta

El peso fresco del follaje se evaluó al inicio de la primera floración, se tomaron como muestra cinco plantas por parcela totalmente al azar, para determinar este parámetro se realizó un corte a nivel del cuello de la planta y se registró el peso promedio del follaje.

3.10. ANÁLISIS DE SEMILLAS

Para el análisis de semillas se tomó como referencia la metodología recomendada por la Asociación Internacional de Análisis de Semillas (ISTA), para realizar los procedimientos de evaluación de semillas. Considerándose además en la adopción de las Reglas para Análisis de Semillas (RAS) promovidas para el comercio nacional e internacional de semillas. En tal sentido, el análisis de semillas para el presente experimento se realizó en el Laboratorio de Semillas y Propagación de Plantas de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano, analizando las semillas obtenidas de cada uno de los genotipos en estudio. Donde se evaluó lo siguiente:

3.10.1. Calidad física

Para evaluar estos componentes se llevó las muestras de semilla al Laboratorio de Semillas y Propagación de Plantas de la Facultad de Ciencias Agrarias.



3.10.2. Pureza

Para evaluar este componente se consideró; la pureza de la semilla misma, ósea que esta contenga la mayor cantidad de impurezas; donde se consideró impurezas a la materia inerte y presencia de otras especies. En tal sentido se procedió a pesar 50 g de muestra la cual se seleccionó en semilla pura e impurezas. Luego se pesó cada una de estas sub muestras determinando así el peso de la muestra (PM) y peso de las impurezas (PI), así obteniendo un peso total (PT). Para hallar el porcentaje de pureza se aplicó una regla de tres simple.

$$\% \text{ de pureza} = \frac{PM - PI}{PT} \times 100$$

$$\% \text{ de pureza} = \frac{\text{Peso Muestra}}{\text{Peso Total}} \times 100$$

3.11. CALIDAD FISIOLÓGICA

3.11.1. Valor cultural

Esta prueba consistió en colocar 100 semillas en una bandeja de plástico con cuatro repeticiones por tratamiento haciendo un total de 32 bandejas y 3200 semillas para tal efecto se usó papel toalla húmeda, además de 35 ml de agua destilada por bandeja.

$$\text{Valor cultural} = \frac{\% \text{ de pureza} \times \% \text{ de poder germinativo}}{100}$$

3.11.2. Humedad

Para evaluar la humedad se procedió a pesar 15 g de cada muestra de semilla luego se colocó las muestras a la estufa con una temperatura de 88°C por un tiempo de 24 horas. Para hallar la humedad se consideró lo siguiente:

$$H (\%) = \frac{PLRV + PMH}{TPMH} \times 100$$

$$H (\%) = \frac{TPMH - PMS}{PMH} \times 100$$



Donde:

H (%): Humedad

PLRV: Peso luna reloj vacío.

PMH: Peso de muestra húmedo.

TPMH: Total peso de muestra húmedo.

PMS: Peso de muestra seco.

TPMS: Total peso de muestra seco.

3.11.3. Peso hectolítrico

Para la evaluación de la variable del peso hectólítro en el laboratorio se determinó utilizando una balanza para peso del hectolitro, de 1/4 hl de capacidad, la semilla se colocó hasta el enrase del envase y se procedió al pesado.

$$\text{Peso hectolítrico} = \frac{\text{Peso hl} \times 100 \text{ L}}{\frac{1}{4} \text{ hl} \times 1000 \text{ g}} = \frac{\text{hl}}{1000 \text{ g}}$$

3.12. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el trabajo de investigación se utilizó el diseño estadístico DBCA (Diseño de Bloques Completamente al Azar) que consta de cuatro bloques con ocho tratamientos (genotipos), y un total de 32 unidades experimentales así mismo para determinar la significancia entre tratamientos se utilizó la Prueba de comparación múltiple de Tukey ($P \leq 0.05$) de probabilidad. El modelo estadístico lineal aditivo para DBCA es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij} \quad \begin{matrix} i=1,2,\dots,t \\ j=1,2,\dots,r \end{matrix}$$

donde:

μ = Parámetro, efecto medio

τ_i = Parámetro, efecto del tratamiento I

β_j = Parámetro, efecto del bloque j

ϵ_{ij} = valor aleatorio, error experimental de la u.e. i,j



3.12.1. Análisis estadístico

Para el análisis de datos se utilizó el software estadístico R studio 3.6.1, así mismo las variables fueron sometidas al análisis de varianza luego a una comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$), además para el análisis multivariado se utilizó el análisis de componentes principales (PCA) de la misma manera para el índice de Elston y el dendograma.

3.13. EVALUACIÓN DE VARIABLES

Para realizar la evaluación del comportamiento agronómico de los ocho genotipos de tarwi se emplearon descriptores de caracterización y evaluación, validados por el Bioversity Intenational (2013), de la FAO para el género *Lupinus*. El tipo de investigación corresponde a la investigación experimental; la técnica empleada para la recolección de datos fue la de la observación simple y directa. La información se tomó de 10 plantas al azar en cada genotipo. En total se evaluaron 51 variables de las cuales 15 variables con características agronómicas, 22 variables con características morfológicas, así mismo, se evaluaron 5 variables para determinar la capacidad simbiótica, en cuanto a la calidad física se evaluaron 6 variables y finalmente para calidad fisiológica se evaluaron 3 variables, Tabla N° 6.

Tabla N° 6: Características morfológicas y agronómicas evaluadas durante la (campana agrícola 2018 – 2019).

AGRONOMICAS	MORFOLOGICAS
DFL: Días hasta la floración (días)	TIC: Tipo inicial de crecimiento.
DMF: Días a madurez fisiológica (días)	RC: Ritmo de crecimiento.
ADP: Altura de la planta (cm)	PP: Porte de la planta.
DDT: Diámetro de tallo principal (mm)	CT: Color del tallo.
LP: Longitud del pecíolo (cm)	CH: Color de la hoja.
DMH: Diámetro máxima de hoja (cm)	CBF: Color del botón floral.
ILPL: Inflorescencia lateral/planta.	FDF: Forma de foliolos.
VPIFL: Vainas/inflorescencia lateral.	CDA: Color de las alas.
VPIFC: Vainas/inflorescencia central.	CFL: Color de la flor.
VPL: Vainas por planta.	PV: Pubescencia de la vaina.
LDV: Longitud de la vaina (cm)	VDP: Vigor de la planta.
ADV: Ancho de la vaina (cm)	UNF: Uniformidad.
GPV: Granos por vaina.	SLC: Selección.
RDTH: Rendimiento de kg/ha	RAE: Resistencia al encamado.
IC: Índice de cosecha (%)	SBT: Susceptible a bajas temperatura.
CAPACIDAD SIMBIOTICA	SAS: Susceptibilidad a la sequía.
PFRN: Peso fresco raíz con nódulos (g)	SAH: Susceptibilidad a la humedad.
PFR: Peso fresco de la raíz (g)	SAP: Susceptibilidad a las plagas.
PFN: Peso fresco de nódulos (g)	SAE: Susceptible a enfermedades.
PSR: Peso seco de la raíz (g)	CDS: Color de la semilla.
PFFP: Peso fresco del follaje/planta (g)	FDS: Forma de la semilla.
CALIDAD FISICA	LDS: Lustre de la semilla.
PDP: Porcentaje de pureza (%)	CALIDAD FISIOLÓGICA
PH: Peso hectolítrico (kg/hl)	PG: Poder germinativo (%)
PCS: Peso de 100 semillas (g)	CDH: Contenido de humedad (%)
LGR: Longitud del grano (mm)	CDP: Contenido de proteína (%)
AGR: Ancho del grano (mm)	
VC: Valor cultural (%)	

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

4.1.1.H-6

Es un genotipo con origen en el departamento de Junín, provincia de Huancayo-Santa Ana y posee las siguientes características morfológicas tal como se puede apreciar en la Figura N° 7: Tipo inicial de crecimiento erecto, Ritmo de crecimiento normal, Porte de la planta erecto, Color del tallo en la floración verde, Color de la hoja verde, Color del botón floral rosa, Forma de los foliolos elíptica, Color de las alas de las flores recién abiertas rosa, Color de la flor rosa, Pubescencia de la vaina mucha, Vigor de la planta intermedia, Uniformidad uniforme, Selección bueno, Resistencia al encamado media, Susceptibilidad a las bajas temperaturas ligera, Susceptibilidad a la sequía ligera, Susceptibilidad a la humedad ligera, Susceptibilidad a las plagas ligera, Susceptibilidad a las enfermedades ligera (alta tolerancia), Color de la semilla blanco, Forma de la semilla aplanada esférica o lenticular, Lustre de la semilla brillante.

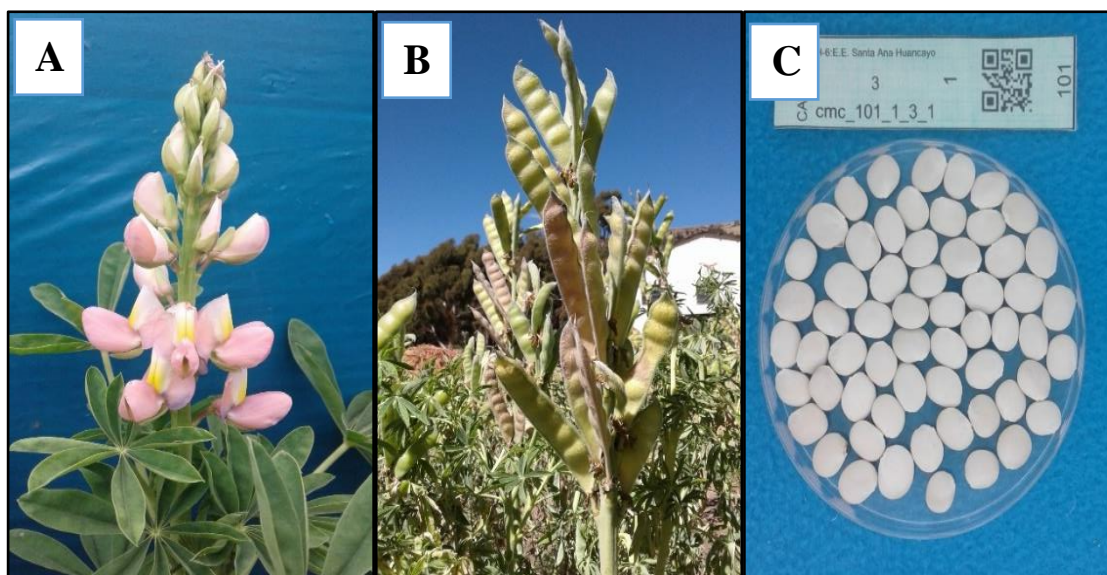


Figura N° 7: Genotipo H-6; características de la planta, (A) color de la inflorescencia, (B) llenado de vainas (C) color del grano, (campaña agrícola 2018-2019).

4.1.2. Andenes-80

Es un genotipo con origen en el departamento de Cuzco y posee las siguientes características morfológicas como la forma de la hoja, forma de la vaina y la forma de la semilla tal como se puede apreciar en la Figura N° 8: Tipo inicial de crecimiento erecto, Ritmo de crecimiento normal, Porte de la planta erecto, Color del tallo en la floración verde, Color de la hoja verde, Color del botón floral rosa, Forma de los folíolos elíptica, Color de las alas de las flores recién abiertas rosa, Color de la flor rosa, Pubescencia de la vaina media, Vigor de la planta intermedia, Uniformidad uniforme, Selección bueno, Resistencia al encamado mucha, Susceptibilidad a las bajas temperaturas ligera, Susceptibilidad a la sequía intermedia, Susceptibilidad a la humedad ligera, Susceptibilidad a las plagas intermedia, Susceptibilidad a las enfermedades ligera (alta tolerancia), Color de la semilla blanco, Forma de la semilla aplanada esférica o lenticular, Lustre de la semilla brillante.

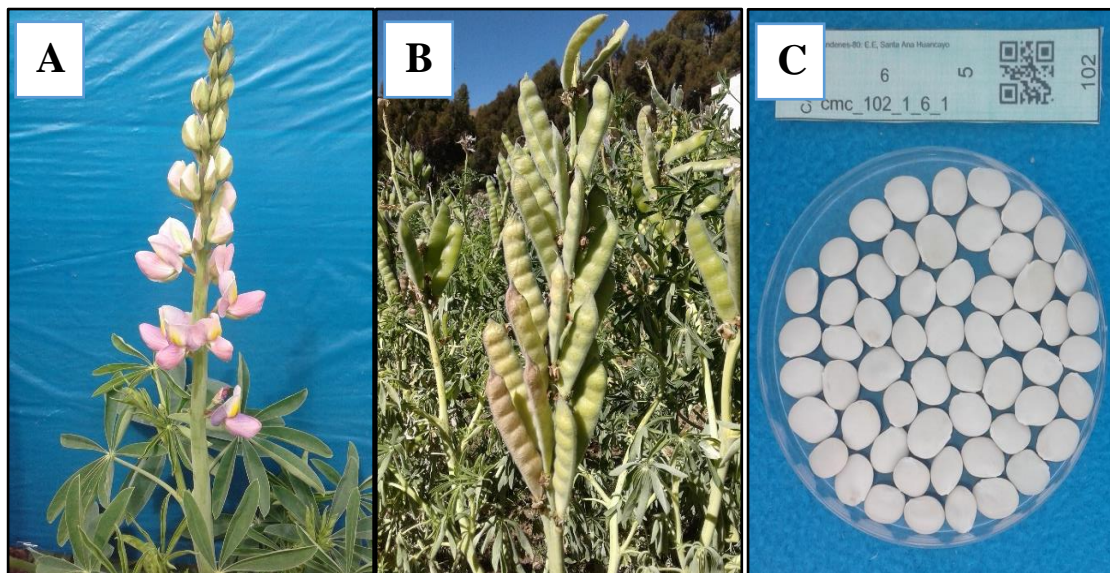


Figura N° 8: Andenes-80; características de la planta; (A) Color de la inflorescencia, (B) llenado de vainas y (C) color del grano, (campaña agrícola 2018-2019).

4.1.3. Seccelambra

Es un genotipo con origen en el departamento de Ayacucho y posee las siguientes características morfológicas como la forma de la hoja, forma de la vaina y la forma de la semilla tal como se puede apreciar en la Figura N° 9: Tipo inicial de crecimiento erecto, Ritmo de crecimiento normal, Porte de la planta erecto, Color del tallo en la floración verde, Color de la hoja verde, Color del botón floral violeta, Forma de los foliolos elíptica, Color de las alas de las flores recién abiertas blanco, Color de la flor violeta, Pubescencia de la vaina media, Vigor de la planta intermedia, Uniformidad uniforme, Selección bueno, Resistencia al encamado, Susceptibilidad a las bajas temperaturas intermedia, Susceptibilidad a la sequía ligera, Susceptibilidad a la humedad intermedia, Susceptibilidad a las plagas intermedia, Susceptibilidad a las enfermedades no síntomas, Color de la semilla blanco, Forma de la semilla aplanada esférica o lenticular, Lustre de la semilla brillante.

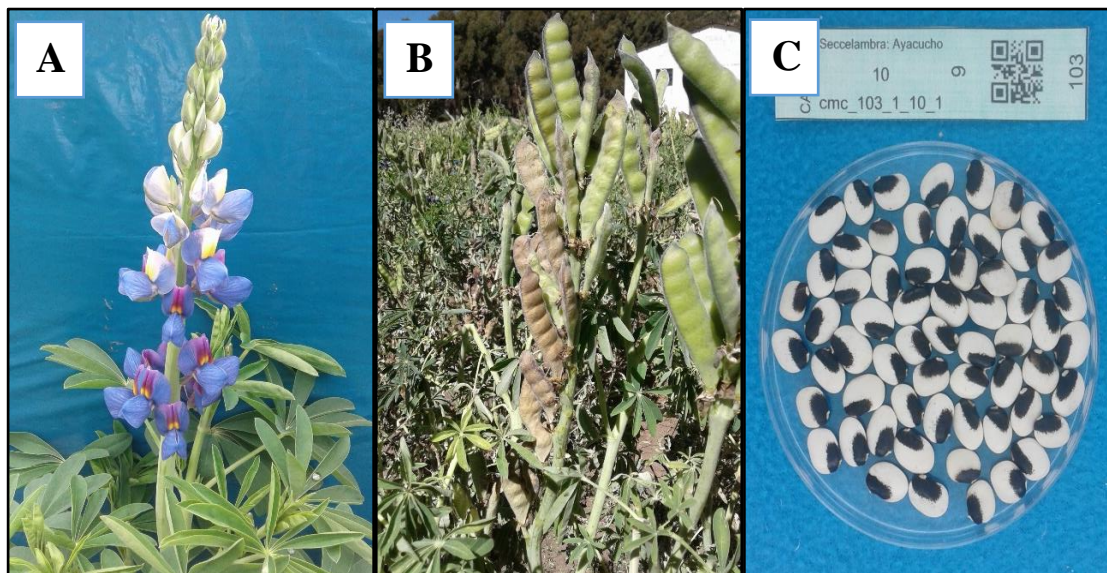


Figura N° 9: Seccelambra; características de la planta; (A) Color de la inflorescencia, (B) llenado de vainas y (C) color del grano, (campaña agrícola 2018-2019).

4.1.4. Accesoión_13

Es un genotipo con origen en el departamento de Puno y posee las siguientes características morfológicas como el color de la inflorescencia, vainas en la etapa de la madurez fisiológica, color y forma de la semilla tal como se puede apreciar en la Figura N° 10: Tipo inicial de crecimiento erecto, Ritmo de crecimiento normal, Porte de la planta erecto, Color del tallo en la floración verde, Color de la hoja verde, Color del botón floral violeta, Forma de los foliolos elíptica, Color de las alas de las flores recién abiertas blanco, Color de la flor violeta, Pubescencia de la vaina media, Vigor de la planta intermedia, Uniformidad uniforme, Selección bueno, Resistencia al encamado mucha, Susceptibilidad a las bajas temperaturas ligera, Susceptibilidad a la sequía ligera, Susceptibilidad a la humedad ligera, Susceptibilidad a las plagas ligera, Susceptibilidad a las enfermedades no síntomas, Color de la semilla marrón, Forma de la semilla aplanada esférica o lenticular, Lustre de la semilla brillante.

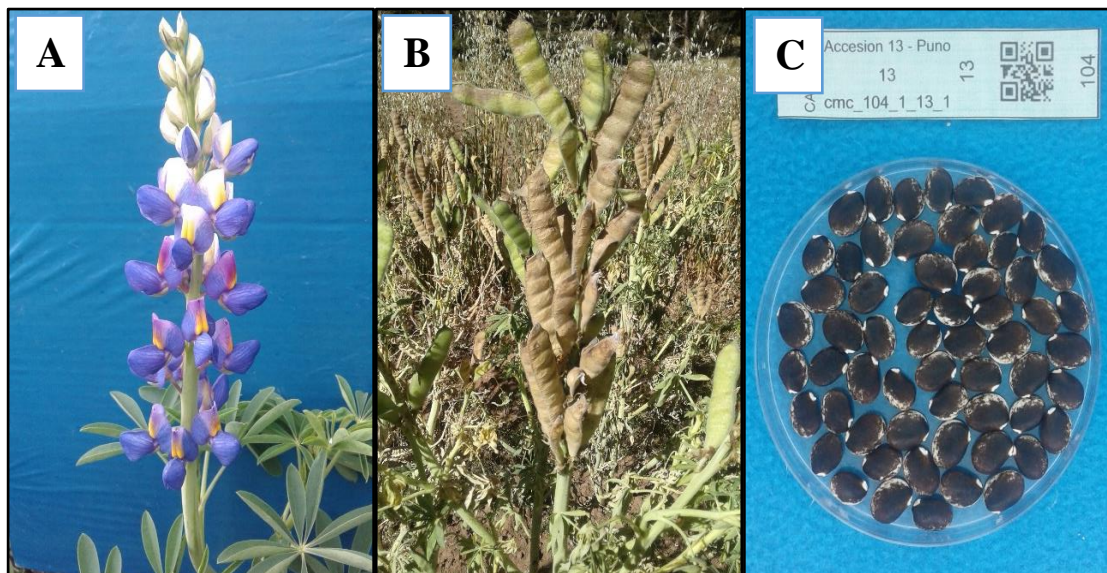


Figura N° 10: Accesoión 13; características de la planta; (A) Color de la inflorescencia, (B) llenado de vainas y (C) color del grano, (campaña agrícola 2018-2019).

4.1.5. Yunguyo

Es un genotipo con origen en el departamento de Puno y posee las siguientes características morfológicas como el color de la inflorescencia, vainas en la etapa de la madurez fisiológica, color y forma de la semilla tal como se puede apreciar en la Figura N° 11: Tipo inicial de crecimiento erecto, Ritmo de crecimiento normal, Porte de la planta erecto, Color del tallo en la floración verde, Color de la hoja verde, Color del botón floral rosa, Forma de los folíolos elíptica, Color de las alas de las flores recién abiertas rosa, Color de la flor rosa, Pubescencia de la vaina poca, Vigor de la planta intermedia, Uniformidad uniforme, Selección bueno, Resistencia al encamado media, Susceptibilidad a las bajas temperaturas ligera, Susceptibilidad a la sequía ligera, Susceptibilidad a la humedad ligera, Susceptibilidad a las plagas ligera, Susceptibilidad a las enfermedades no síntomas, Color de la semilla blanco, Forma de la semilla aplanada esférica o lenticular, Lustre de la semilla brillante.

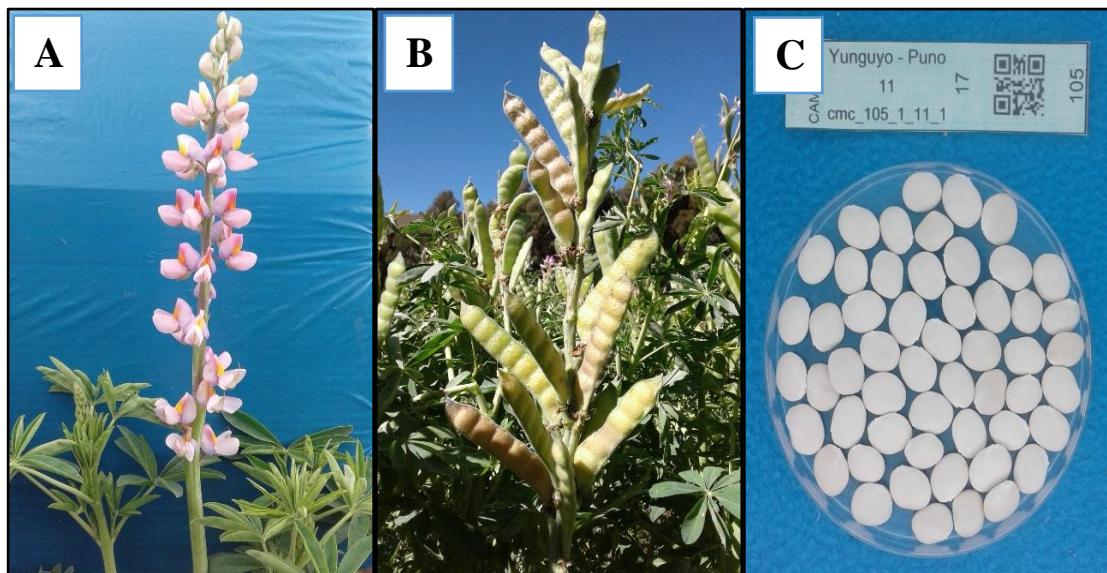


Figura N° 11: Yunguyo; características de la planta; (A) Color de la inflorescencia, (B) llenado de vainas y (C) color del grano, (campana agrícola 2018-2019).

4.1.6. Sacacatani

Es un genotipo con origen en el departamento de Puno y posee las siguientes características morfológicas como el color de la inflorescencia, vainas en la etapa de la madurez fisiológica, color y forma de la semilla tal como se puede apreciar en la Figura N° 12: Tipo inicial de crecimiento erecto, Ritmo de crecimiento normal, Porte de la planta erecto, Color del tallo en la floración verde, Color de la hoja verde, Color del botón floral violeta, Forma de los folíolos elíptica, Color de las alas de las flores recién abiertas blanco, Color de la flor violeta, Pubescencia de la vaina poca, Vigor de la planta intermedia, Uniformidad uniforme, Selección bueno, Resistencia al encamado media, Susceptibilidad a las bajas temperaturas ligera, Susceptibilidad a la sequía ligera, Susceptibilidad a la humedad ligera, Susceptibilidad a las plagas ligera, Susceptibilidad a las enfermedades no síntomas, Color de la semilla marrón, Forma de la semilla aplanada esférica o lenticular, Lustre de la semilla brillante.

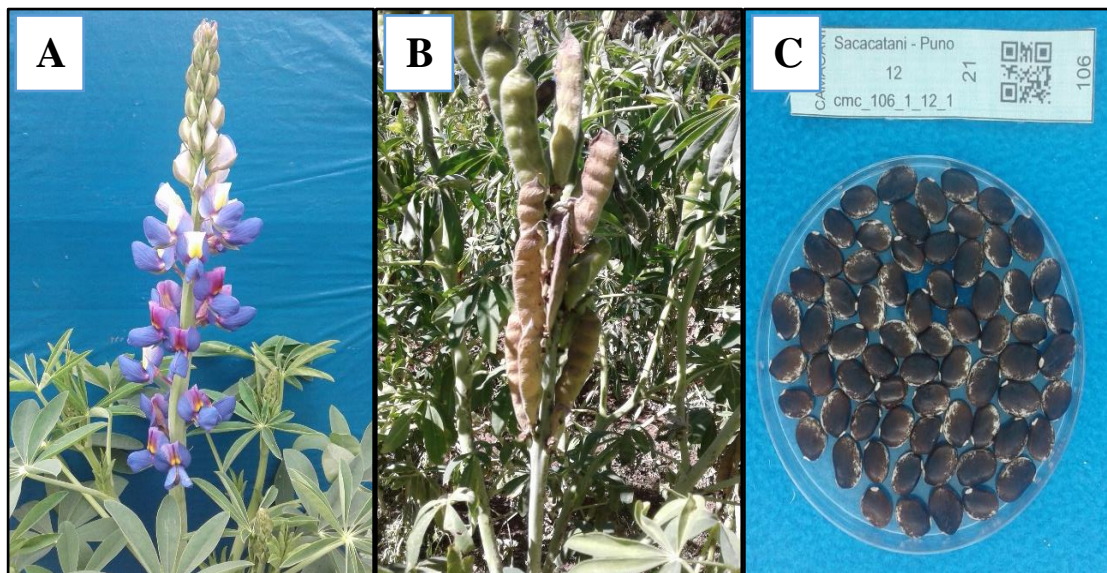


Figura N° 12: Sacacatani; características de la planta; (A) Color de la inflorescencia, (B) llenado de vainas y (C) color del grano, (campaña agrícola 2018-2019).

4.1.7. Patón_Grande

Es un genotipo con origen en el departamento de La Libertad-Otuzco y posee las siguientes características morfológicas como el color de la inflorescencia, vainas en la etapa de la madurez fisiológica, color y forma de la semilla tal como se puede apreciar en la Figura N° 13: Tipo inicial de crecimiento erecto, Ritmo de crecimiento normal, Porte de la planta erecto, Color del tallo en la floración verde, Color de la hoja verde, Color del botón floral violeta, Forma de los folíolos elíptica, Color de las alas de las flores recién abiertas violeta, Color de la flor violeta, Pubescencia de la vaina poca, Vigor de la planta intermedia, Uniformidad uniforme, Selección bueno, Resistencia al encamado mucha, Susceptibilidad a las bajas temperaturas ligera, Susceptibilidad a la sequía ligera, Susceptibilidad a la humedad ligera, Susceptibilidad a las plagas ligera, Susceptibilidad a las enfermedades ligera (alta tolerancia), Color de la semilla blanco, Forma de la semilla aplanada esférica o lenticular, Lustre de la semilla brillante.

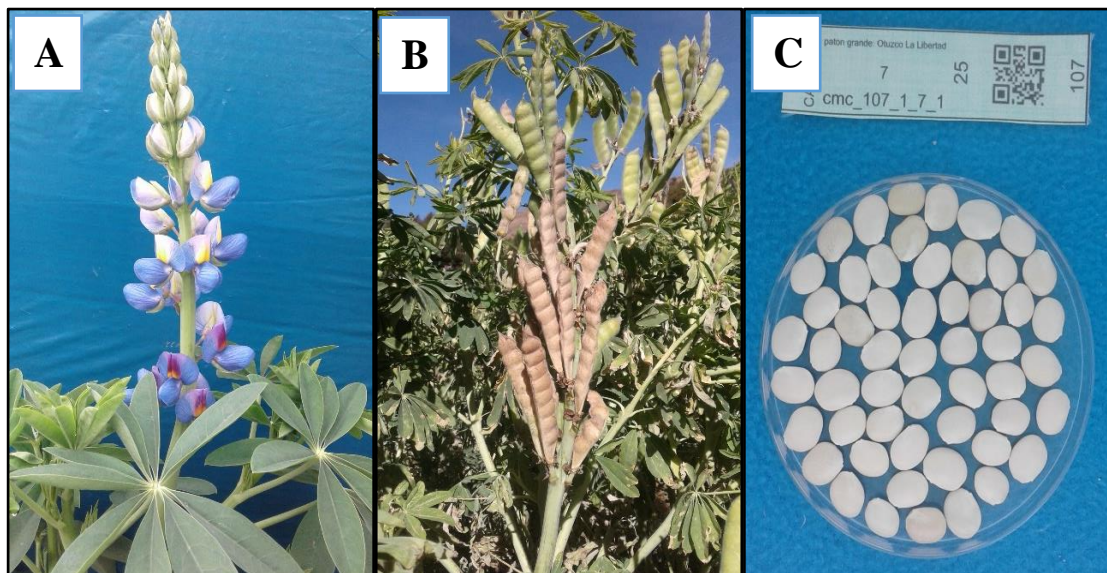


Figura N° 13: Patón grande; características de la planta; (A) Color de la inflorescencia, (B) llenado de vainas y (C) color del grano, (campaña agrícola 2018-2019).

4.1.8. Colec_UNCP

Es un genotipo con origen en el departamento de Junín provincia de Huancayo y posee las siguientes características morfológicas como el color de la inflorescencia, vainas en la etapa de la madurez fisiológica, color y forma de la semilla tal como se puede apreciar en la Figura N° 14: Tipo inicial de crecimiento erecto, Ritmo de crecimiento normal, Porte de la planta erecto, Color del tallo en la floración verde, Color de la hoja verde, Color del botón floral violeta, Forma de los folíolos elíptica, Color de las alas de las flores recién abiertas blanco, Color de la flor violeta, Pubescencia de la vaina media, Vigor de la planta intermedia, Uniformidad uniforme, Selección bueno, Resistencia al encamado media, Susceptibilidad a las bajas temperaturas ligera, Susceptibilidad a la sequía ligera, Susceptibilidad a la humedad ligera, Susceptibilidad a las plagas ligera, Susceptibilidad a las enfermedades no síntomas, Color de la semilla blanco, Forma de la semilla aplanada esférica o lenticular, Lustre de la semilla brillante.

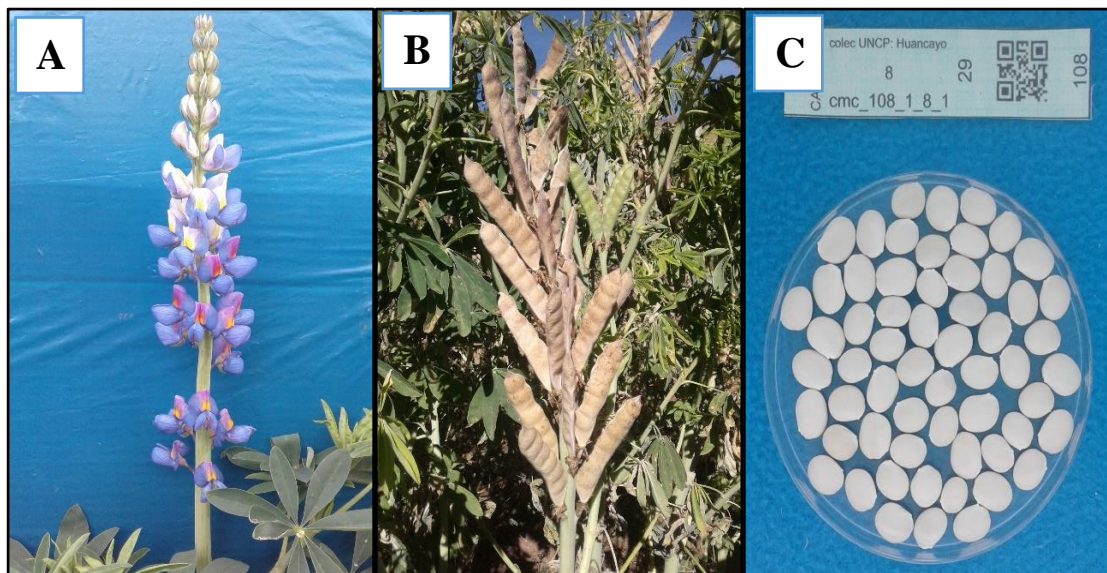


Figura N° 14: Colec UNCP; características de la planta; (A) Color de la inflorescencia, (B) llenado de vainas y (C) color del grano, (campaña agrícola 2018-2019).

4.2. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS

4.2.1. Días a la floración

En el análisis de varianza para el número de días a la floración de ocho genotipos de tarwi, en la Tabla N° 7, se observa que no existe diferencia estadística significativa entre bloques, sin embargo, entre genotipos en estudio, si existe diferencias estadísticas altamente significativas, mostrando que entre genotipos de tarwi existe diferencias en el número de días a la floración. Con un coeficiente de variabilidad de 0.7 % y una media general de 131.5 días.

Tabla N° 7: Análisis de varianza para días a la floración, (campaña agrícola 2018-2019).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t. 0.05	F.t. 0.01	SIG.	Pr > F
BLOQUE	3	4.75	1.58	2.18	3.07	4.87	n.s.	0.1205
GENOTIPO	7	1408	201.14	277	2.49	3.64	**	<.0001
ERROR	21	15.25	0.73					
TOTAL	31	1428						
CV =	0.7		Media =	131.5				

De los genotipos evaluados, en el análisis de comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), se muestra que entre genotipos de tarwi existe diferencias estadísticas en días a la floración, donde el genotipo Sacacatani registró el mayor número de días a la floración con 142 días, siendo la más tardía, sin embargo, los genotipos Accesión_13, H-6 y Patón_Grande registraron menor número de días a la floración con 126, 124 y 124 días respectivamente, mostradas en la Tabla N° 8 y Figura N° 15.

Tabla N° 8: Prueba de comparación múltiple de Tukey ($P \leq 0.05$), para la variable días a la floración, (campaña agrícola 2018-2019).

MERITO	GENOTIPOS	FLORACION (días)	SIG ≤ 0.05
1	Sacacatani	142	a
2	Seccelambra	138	b
3	Yunguyo	137	b
4	Andenes-80	134	c
5	Colec_UNCP	127	d
6	Accesión_13	126	d
7	H-6	124	e
8	Patón_Grande	124	e

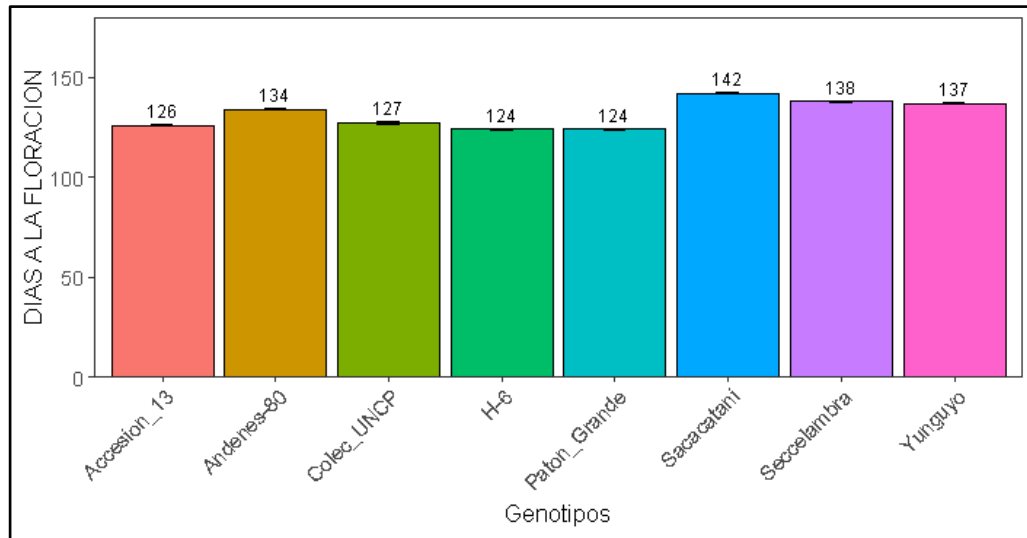


Figura N° 15: Comportamiento de días a la floración de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).

La media general en este estudio fue de 131.5 días, el cual es un valor superior a los obtenidos por Huisa (2018), en su investigación quien evaluó el comportamiento agronómico de catorce accesiones del ensayo nacional de tarwi, en similares condiciones medioambientales obtuvo un promedio general de 108.95 días a la floración. Así mismo Aguilar (2015), obtuvo un promedio de 120.15 días a la floración. Según Tapia *et al.* (2007), manifiestan que el inicio de floración se denota de los 100 a los 120 días.

4.2.2. Días a la madurez fisiológica

En el análisis de varianza para el número de días a la madurez fisiológica de ocho genotipos de tarwi, en la Tabla N° 9, se observa que no existe diferencia estadística significativa entre bloques, sin embargo, para genotipos en estudio, existe diferencias estadísticas altamente significativas. Con un coeficiente de variabilidad de 0.5 % y una media general de 250.8 días a la madurez fisiológica.

Tabla N° 9: Análisis de varianza para días a la madurez fisiológica de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t. 0.05	F.t. 0.01	SIG.	Pr > F
BLOQUE	3	5.75	1.92	1.42	3.07	4.87	n.s.	0.2636
GENOTIPO	7	2638	376.86	280.1	2.49	3.64	**	<.0001
ERROR	21	28.25	1.35					
TOTAL	31	2672						
CV =	0.5		Media =	250.8				

De los genotipos evaluados, en el análisis de comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), se muestra que entre genotipos de tarwi existe diferencias estadísticas en días a la madurez fisiológica, donde el genotipo Sacacatani registró el mayor número de días a la madurez fisiológica con 268 días, siendo la más tardía, sin embargo, los genotipos; H-6, Accesoión_13 y Colec_UNCP registraron menor número de días a la madurez fisiológica con, 243, 242 y 241 días respectivamente siendo las más precoces, mostradas en la Tabla N° 10 y Figura N° 16.

Tabla N° 10: Prueba de comparación múltiple de Tukey ($P \leq 0.05$), para días a la madurez fisiológica de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).

MERITO	GENOTIPOS	DIAS A LA M.F. (días)	SIG ≤ 0.05
1	Sacacatani	268	a
2	Seccelambra	257	b
3	Yunguyo	256	b
4	Andenes-80	255	b
5	Patón_Grande	244	c
6	H-6	243	c d
7	Accesión_13	242	c d
8	Colec_UNCP	241	d

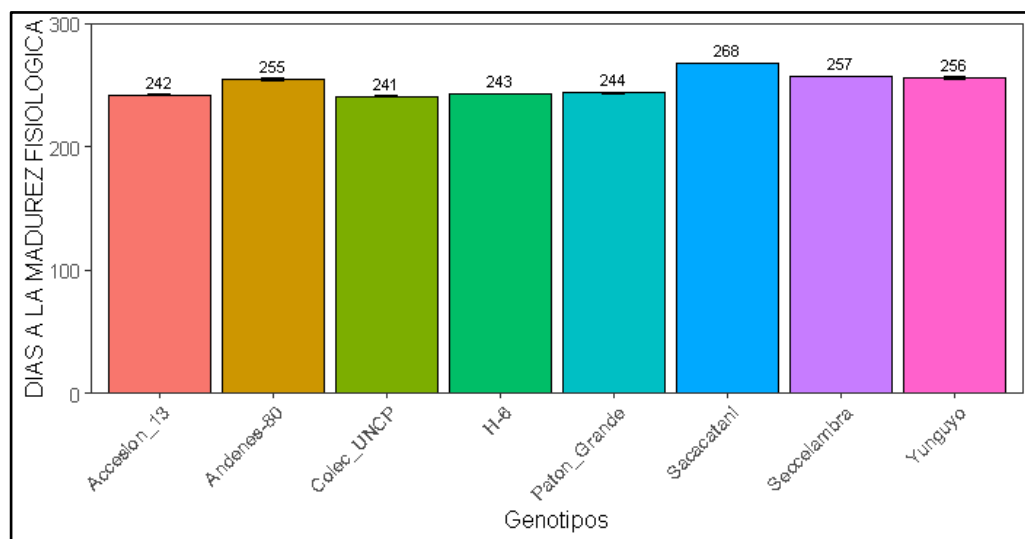


Figura N° 16: Comportamiento de días a la madurez fisiológica de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).

El mejor indicador de precocidad es la madurez fisiológica, debido a que con esta fase la planta completa su desarrollo, en este estudio la media general para la madurez fisiológica fue de 250.8 días, resultado similar fue encontrado por Huisa (2018), en su

estudio quien evaluó en similares condiciones medio ambientales donde obtuvo un promedio general de 242.77 días a la madurez fisiológica, el cual es un valor superior a lo reportado por Aguilar (2015), quien en su investigación en condiciones de Otuzco La Libertad, obtuvo un promedio general de 238.39 días a la madurez fisiológica. Según Tineo (2002), el cultivo de tarwi demora de cinco a ocho meses hasta la madurez fisiológica, así mismo Tapia (2015), manifiesta que los ecotipos precoces, encontrados en Puno necesitan un mínimo de 450 mm de precipitación durante el periodo vegetativo mientras, que los ecotipos de largo periodo vegetativo requieren entre 600 a 700 mm de precipitación.

4.2.3. Altura de planta

En la Tabla N° 11, se muestra el análisis de varianza para altura de planta de ocho genotipos de tarwi, donde se observa que, entre bloques no existe diferencia estadística significativa, así mismo para los genotipos en estudio, no existe diferencia estadística significativa, presentando un coeficiente de variabilidad de 8.5 %, siendo este un resultado de confianza y aceptable para condiciones de campo, ya que presenta una baja variabilidad, con una media general de 115.7 cm de altura.

Tabla N° 11: Análisis de varianza para altura de planta de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t. 0.05	F.t. 0.01	SIG.	Pr > F
BLOQUE	3	662.05	220.68	2.27	3.07	4.87	n.s.	0.11
GENOTIPO	7	1145.80	163.69	1.68	2.49	3.64	n.s.	0.17
ERROR	21	2044.71	97.37					
TOTAL	31	3852.57						
CV =	8.5		Media =	115.7				

De los genotipos evaluados, en el análisis de comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) en la Figura N° 17, se observa los valores medios de altura de planta, donde el genotipo Patón_Grande registró el promedio mayor de altura con 124.1 cm, mostrando superioridad numérica sobre el resto, seguido de los genotipos

Andenes-80, H-6, Colec_UNCP y Sacacatani con 123.4, 119.4, 118.4 y 112 cm respectivamente, siendo los genotipos Accesoión_13, Seccelambra y Yunguyo las que registraron las menores alturas con 111.3, 109.1 y 108.0 cm respectivamente.

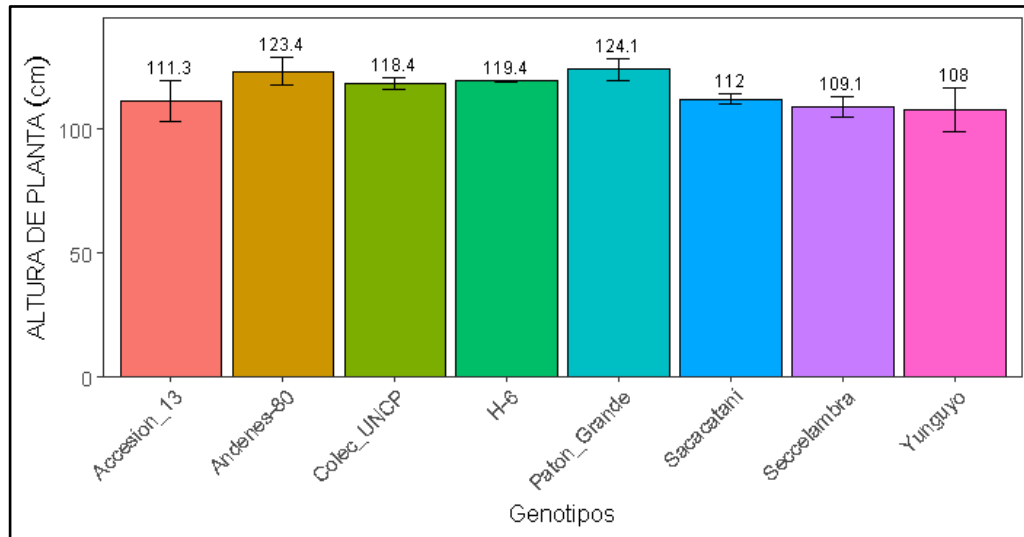


Figura N° 17: Comportamiento de altura de planta de los ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).

Según Tapia (2015), la altura de planta varía desde 80 cm hasta más de 200 cm. Huisa (2018), quien realizó su investigación en similares condiciones medioambientales registró un promedio de 137.93 cm de altura, el cual es un valor superior a lo reportado en el presente trabajo donde se obtuvo un promedio de 115.7 cm. Por otro lado Aguilar (2015), en su estudio obtuvo un promedio de 112.27 cm de altura en condiciones de Otuzco, La Libertad (3496 msnm). Así mismo, afirma que es importante mencionar que la altura de la planta puede o no estar correlacionada con el rendimiento, pero este sí tiene relación con el hábito de crecimiento, ya que nos indica la forma en que se debe manejar el cultivo tanto a nivel agronómico como por sus factores climáticos.

4.2.4. Diámetro de tallo

En la Tabla N° 12, se muestra el análisis de varianza para el diámetro de tallo de ocho genotipos de tarwi, donde se observa que, entre bloques no existe diferencia estadística significativa, así mismo para los genotipos en estudio, no existe diferencia

estadística significativa, teniendo un coeficiente de variabilidad de 11,7 % y una media general de 17.5 mm de diámetro.

Tabla N° 12: Análisis de varianza para diámetro del tallo de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t. 0.05	F.t. 0.01	SIG.	Pr > F
BLOQUE	3	10.18	3.39	0.81	3.07	4.87	n.s.	0.50
GENOTIPO	7	11.66	1.67	0.40	2.49	3.64	n.s.	0.89
ERROR	21	88.42	4.21					
TOTAL	31	110.27						
CV =	11.7		Media =	17.5				

De los genotipos evaluados, en el análisis de comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) en la Figura N° 18, se observa los valores medios de la variable diámetro de tallo, donde el genotipo Andenes-80 registró el promedio mayor de diámetro con 18.4 mm mostrando superioridad numérica sobre el resto, seguido de los genotipos Colec_UNCP, Patón_Grande, H-6 y Seccelambra con 18.1, 18.1 17.7 y 17.2 mm, siendo los genotipos Sacacatani, Yunguyo y Accesoión_13 las que registraron menores diámetros con 17, 16.8 y 16.6 mm respectivamente.

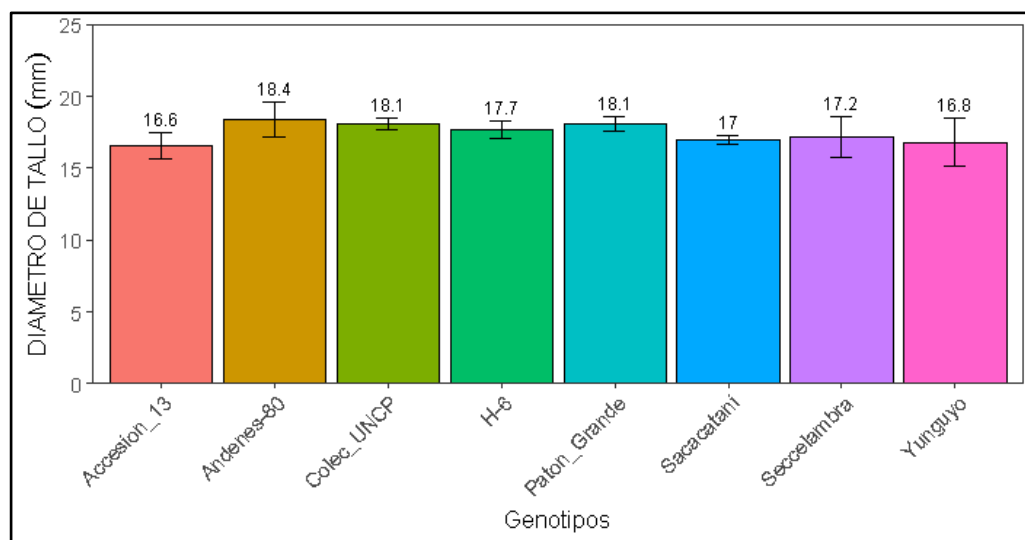


Figura N° 18: Comportamiento del diámetro de tallo, de los ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).

El rango de variación de diámetro de tallo, se registró entre los valores 16.6 a 18.4 mm, que corresponden a los genotipos Accesoión_13 y Andenes-80, con una media general de 17.5, así mismo se observó que las plantas que presentan mayor diámetro de

tallo dan mayor soporte a la planta ya que este cultivo es un cultivo arbustivo. Además, esta variable tiene una correlación con el tamaño de la planta.

4.2.5. Longitud de peciolo

En la Tabla N° 13, se muestra el análisis de varianza para la longitud de peciolo de ocho genotipos de tarwi, donde se observa que, entre bloques si existe diferencia estadística significativa, sin embargo para los genotipos en estudio, no existe diferencia estadística significativa, presentando un coeficiente de variabilidad de 8.4 %, siendo este un resultado de confianza y aceptable para condiciones de campo, ya que presenta una baja variabilidad y con una media general de 12.7 cm de longitud.

Tabla N° 13: Análisis de varianza para longitud de peciolo de los ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t. 0.05	F.t. 0.01	SIG.	Pr > F
BLOQUE	3	12.20	4.07	3.57	3.07	4.87	*	0.0313
GENOTIPO	7	6.57	0.94	0.83	2.49	3.64	n.s.	0.5776
ERROR	21	23.90	1.14					
TOTAL	31	42.67						
CV =	8.4		Media =	12.7				

De los genotipos evaluados, en el análisis de comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) en la Figura N° 19, se observa los valores medios de longitud de peciolo, donde el genotipo **Accesión_13** registró el promedio mayor de longitud con 13.4 cm mostrando superioridad numérica sobre el resto, seguido de los genotipos **Colec_UNCP** y **H-6** con 13.2 y 13 cm respectivamente, siendo los genotipos; **Patón_Grande** y **Yunguyo** las que registraron las menores longitudes con 12.5 y 11.9 cm respectivamente.

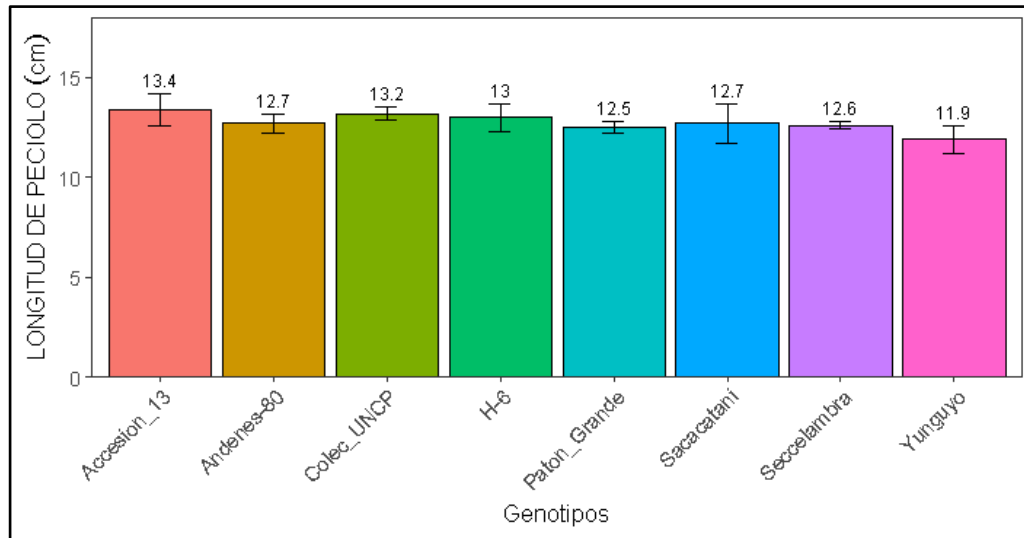


Figura N° 19: Comportamiento de la longitud de peciolo de los ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).

En la Figura N° 19, se observa los valores de longitud de peciolo que variaron entre 11.9 a 13.4 cm, donde sobresalieron los genotipos Accesoión_13 y Colec_UNCP con 13.4 y 13.2 cm, con una media general de 12.7 cm de longitud.

4.2.6. Diámetro de hoja

En la Tabla N° 14, se muestra el análisis de varianza para el diámetro de hoja de ocho genotipos de tarwi, donde se observa que, entre bloques no existe diferencia estadística significativa, así mismo para los genotipos en estudio, no existe diferencia estadística significativa, presentando un coeficiente de variabilidad de 6.4 %, siendo este un resultado de confianza y aceptable para condiciones de campo, ya que presenta una baja variabilidad, con una media general de 15.5 cm de diámetro.

Tabla N° 14: Análisis de varianza para diámetro de hoja de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t. 0.05	F.t. 0.01	SIG.	Pr > F
BLOQUE	3	6.90	2.30	2.37	3.07	4.87	n.s.	0.0992
GENOTIPO	7	3.63	0.52	0.54	2.49	3.64	n.s.	0.7976
ERROR	21	20.35	0.97					
TOTAL	31	30.88						
CV =		6.4	Media =	15.5				

De los genotipos evaluados, en el análisis de comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) en la Figura N° 20, se observa los valores medios de la

variable diámetro de la hoja, donde el genotipo H-6 registró el promedio mayor de diámetro con 16.1 cm mostrando superioridad numérica sobre el resto, seguido de los genotipos Colec_UNCP, Patón_Grande, Andenes-80 y Accesoión_13 con 15.9, 15.5, 15.3 y 15.3 cm respectivamente, mientras que los genotipos Yunguyo, Seccelambra y Sacacatani registraron menores diámetros con 15.2 cm.

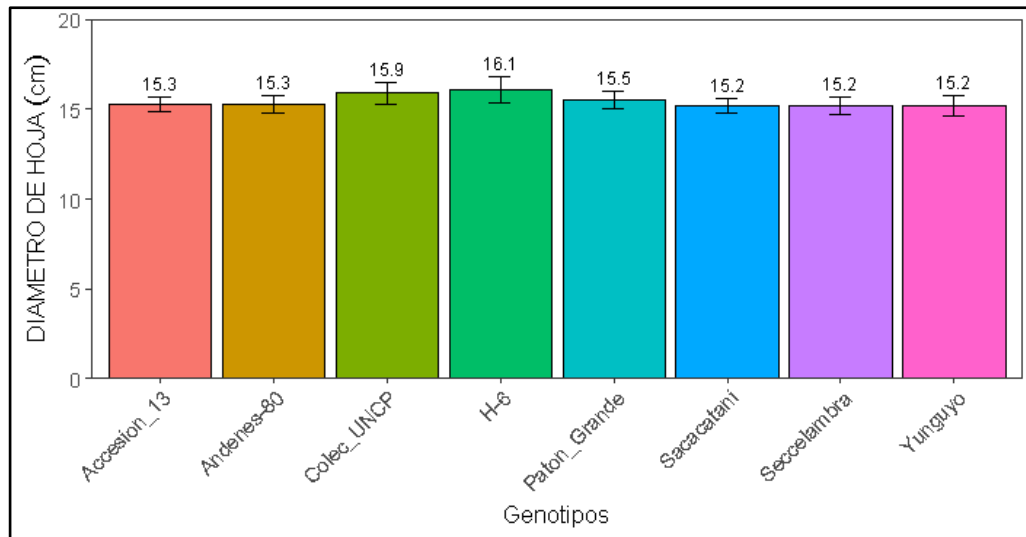


Figura N° 20: Comportamiento del diámetro de la hoja, de los ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).

4.2.7. Número de inflorescencias laterales

En la Tabla N° 15 se muestra el análisis de varianza para el número de inflorescencias laterales de ocho genotipos de tarwi, donde se observa que no existe diferencia estadística significativa entre bloques, de la misma manera entre genotipos en estudio no existe diferencia estadística significativa, presentando un coeficiente de variabilidad de 13.2 %, siendo este un resultado de confianza y aceptable para condiciones de campo, con una media general de 22.0 inflorescencias.

Tabla N° 15: Análisis de varianza para el número de inflorescencias laterales de los ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t. 0.05	F.t. 0.01	SIG.	Pr > F
BLOQUE	3	53.22	17.74	2.12	3.07	4.87	n.s.	0.1281
GENOTIPO	7	41.51	5.93	0.71	2.49	3.64	n.s.	0.6653
ERROR	21	175.75	8.37					
TOTAL	31	270.49						
CV =		13.2		Media =	22.0			

De los genotipos evaluados, en el análisis de comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) en la Figura N° 21, se observa los valores medios de la variable número de inflorescencias laterales donde los genotipos H-6, Patón_Grande y Sacacatani, registraron el promedio mayor de eflorescencias laterales con 23.1 inflorescencias mostrando superioridad numérica sobre el resto, seguido de los genotipos Accesoión_13 y Colec_UNCP con 22.7 y 21.3, mientras que los genotipos Andenes-80 y Seccelambra registraron menores números de inflorescencias laterales con 20.8 y 19.9 inflorescencias.

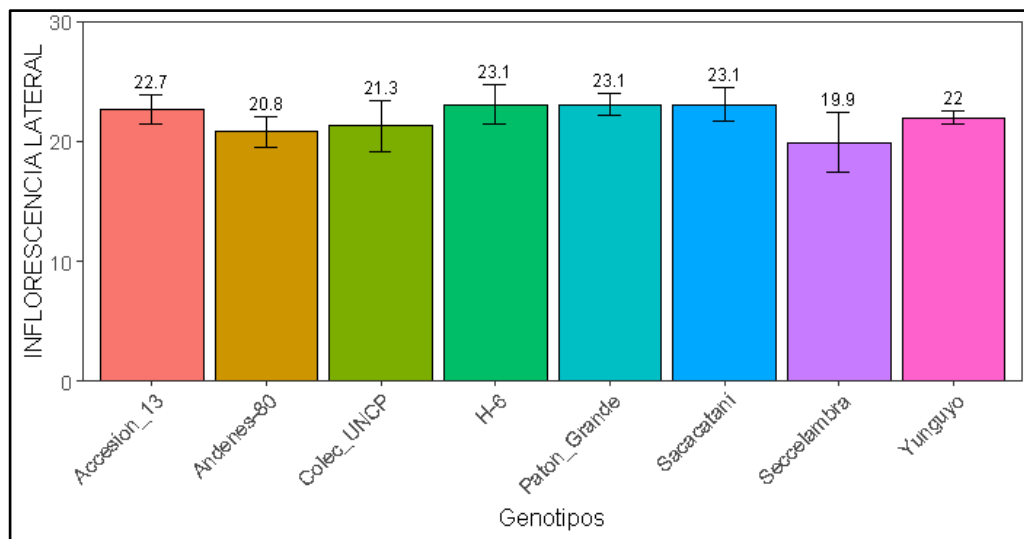


Figura N° 21: Comportamiento del número de inflorescencias laterales de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).

El rango de variación del número de inflorescencias laterales, se encuentra entre los valores de 19.9 a 23.1 inflorescencias que corresponden a los genotipos Seccelambra y H-6, Patón_Grande, Sacacatani. Según Huisa (2018), esta variable no influye en el desarrollo y rendimiento de la planta, más bien es una cualidad que tiene el genotipo de cada accesión así mismo reportó que la accesión Yunguyo obtuvo el valor mayor con 10.5 inflorescencias laterales quien realizó su investigación en similares condiciones medioambientales, por otro lado Aguilar (2015), en su estudio obtuvo un promedio de 10.64 inflorescencias laterales.

4.2.8. Número de vainas por inflorescencia lateral

En la Tabla N° 16, se muestra el análisis de varianza para el número de vainas por inflorescencia lateral de ocho genotipos de tarwi, donde se observa que no existe diferencia estadística significativa entre bloques ni entre genotipos, presentando un coeficiente de variabilidad de 13.7 %, con una media general de 10.6 vainas.

Tabla N° 16: Análisis de varianza para número de vainas por inflorescencia lateral de los ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t. 0.05	F.t. 0.01	SIG.	Pr > F
BLOQUE	3	8.75	2.92	1.37	3.07	4.87	n.s.	0.2797
GENOTIPO	7	4.00	0.57	0.27	2.49	3.64	n.s.	0.9596
ERROR	21	44.75	2.13					
TOTAL	31	57.5						
CV =	13.7		Media =	10.6				

De los genotipos evaluados, en el análisis de comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) en la Figura N° 22, se observa los valores medios del número de vainas por inflorescencia lateral, donde el genotipo H-6 registró el promedio mayor con 11.2 vainas mostrando superioridad numérica sobre el resto de genotipos evaluados, seguido de los genotipos Patón_Grande con 11 vainas y Accesoión_13 y Yunguyo con 10.8 vainas, mientras que los genotipos Seccelambra, Sacacatani y Colec_UNCP registraron menores valores los tres genotipos con 10.2 vainas.

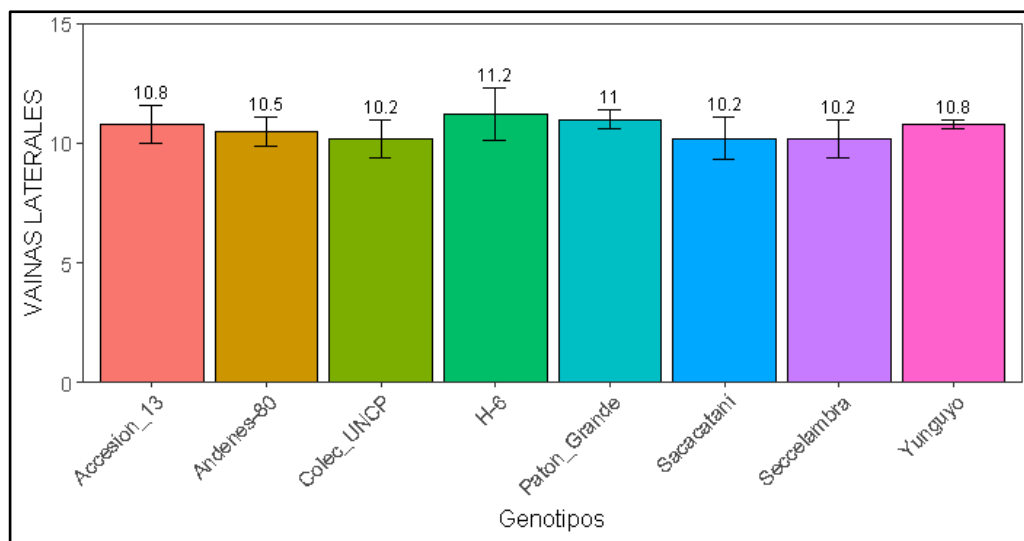


Figura N° 22: Comportamiento del número de vainas por inflorescencia lateral de los ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).

Según Aguilar (2015), 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 inflorescencias laterales siendo este resultado menor a los obtenidos en el presente estudio donde se obtuvo una media general de 10.6 vainas por inflorescencia lateral.

4.2.9. Número de vainas por inflorescencia central

En la Tabla N° 17, se muestra el análisis de varianza para el número de vainas por inflorescencia central de ocho genotipos de tarwi, donde se observa que no existe diferencias significativas entre bloques ni entre genotipos, presentando un coeficiente de variabilidad de 17.5 %, con una media general de 12.3 vainas por inflorescencia central.

Tabla N° 17: Análisis de varianza para número de vainas por inflorescencia central de ocho genotipos de tarwi, (campana agrícola 2018-2019).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t. 0.05	F.t. 0.01	SIG.	Pr > F
BLOQUE	3	22.5	7.50	1.62	3.07	4.87	n.s.	0.214
GENOTIPO	7	32.5	4.64	1.01	2.49	3.64	n.s.	0.4553
ERROR	21	97	4.62					
TOTAL	31	152						
CV =		17.5		Media =	12.3			

De los genotipos evaluados, en el análisis de comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) en la Figura N° 23, se observa los valores medios del número de vainas por inflorescencia central, donde los genotipos Accesión_13 y H-6 registraron el promedio mayor de vainas por inflorescencia central ambos genotipos con 13.5 vainas, mostrando superioridad numérica sobre el resto, seguido de los genotipos Yunguyo y Patón_Grande, con 13 y 12.8 vainas respectivamente, mientras que los genotipos Seccelambra y Colec_UNCP registraron menor número de vainas con 11 vainas por inflorescencia central.

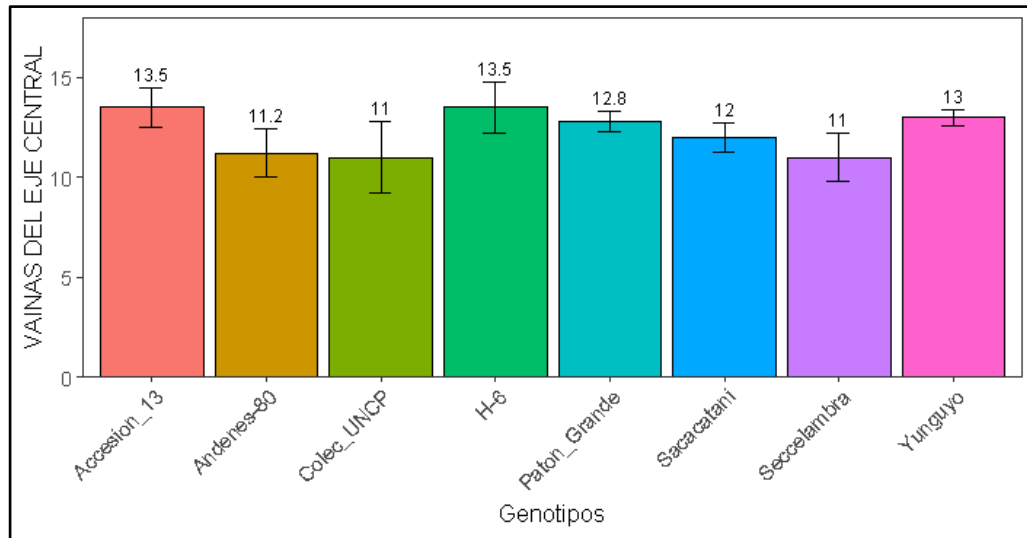


Figura N° 23: Comportamiento de número de vainas por inflorescencia central de los ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).

Según Aguilar (2015), es muy importante 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. Huisa (2018), en su trabajo de investigación, quien evaluó el mismo material genético en similares condiciones medio ambientales reportó un promedio general de 26.04 vainas por inflorescencia central, el cual es superior al resultado obtenido en este estudio, donde se registró un promedio general de 12.3 vainas por inflorescencia central.

4.2.10. Número de vainas por planta

En la Tabla N° 18, se muestra el análisis de varianza para el número de vainas por plantas de ocho genotipos de tarwi, donde se observa que entre bloques no existe diferencia estadística significativa, así mismo se puede observar que entre genotipos en estudio no existe diferencia estadística significativa, presentando un coeficiente de variabilidad de 17.1 %, siendo este un resultado de confianza y aceptable para condiciones de campo, con una media general de 38.2 vainas por planta.

Tabla N° 18: Análisis de varianza para número de vainas por planta de los ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t. 0.05	F.t. 0.01	SIG.	Pr > F
BLOQUE	3	83.40	27.80	0.65	3.07	4.87	n.s.	0.5925
GENOTIPO	7	170.33	24.33	0.57	2.49	3.64	n.s.	0.7736
ERROR	21	899.91	42.85					
TOTAL	31	1153.65						
CV =	17.1		Media =	38.2				

De los genotipos evaluados, en el análisis de comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) en la Figura N° 24, se observa los valores medios del número de vainas por planta, donde el genotipo H-6 registró el promedio mayor de número de vainas por planta con 42.4 vainas mostrando superioridad numérica sobre el resto, seguido de los genotipos Accesoión_13 y Patón_Grande con 39.8 y 39.6 vainas, mientras que los genotipos Andenes-80 y Seccelambra registraron valores inferiores con 36.4 y 34.4 vainas.

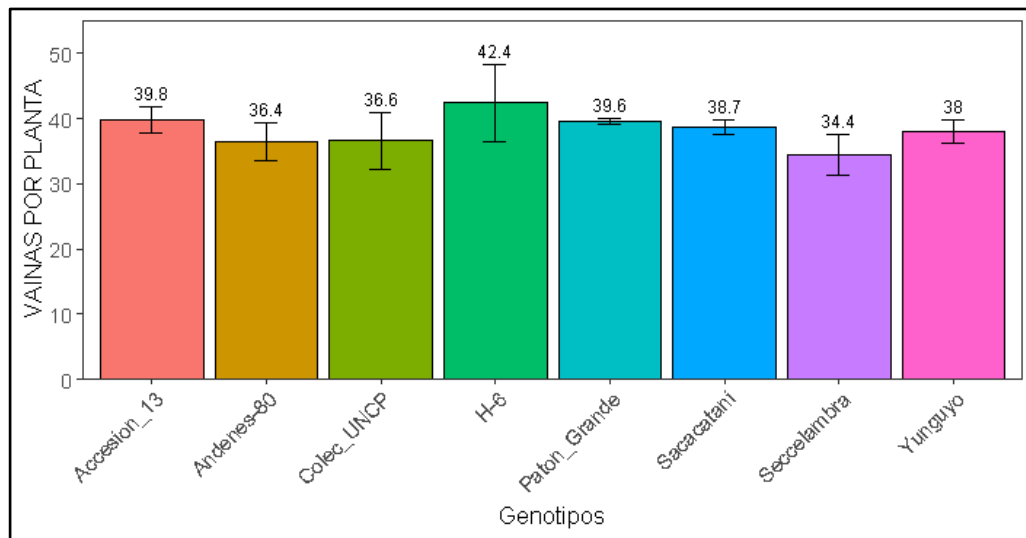


Figura N° 24: Comportamiento de número de vainas por planta de los ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).

En la Figura N° 24, los valores variaron entre 34.4 a 42.4 vainas que corresponde a los genotipos Seccelambra y H-6, así mismo se registró una media general de 38.2 vainas por planta. Según Flores (2018), Esta variable constituye un indicador importante para el rendimiento, lo que significa que a mayor número de vainas por planta mayor

rendimiento, así mismo en su trabajo de investigación de caracterización agro botánica de trece líneas avanzadas de tarwi, obtuvo un promedio de 29 vainas por planta, por otro lado Aguilar (2015), sostiene que el número de vainas por planta incide de forma relevante en el rendimiento ya que en las vainas es donde se encuentra el producto final de rendimiento, aunado a esto en su trabajo de investigación obtuvo un promedio general de 30.95 vainas por planta, siendo así ambos reportes inferiores a los resultados obtenidos en este estudio. De La Cruz (2018), en su investigación fenotípica y de rendimiento bajo las condiciones del Callejón de Huaylas – Ancash reportó un promedio de 46.76 vainas por planta con ecotipos del sur.

4.2.11. Longitud de vaina

En la Tabla N° 19, se muestra el análisis de varianza para longitud de vaina de ocho genotipos de tarwi, donde se observa que, entre bloques no existe diferencia estadística significativa, así mismo entre genotipos en estudio, no existe diferencia estadística significativa, mostrando un coeficiente de variabilidad de 6.9 % y con una media general de 110.1 mm de longitud.

Tabla N° 19: Análisis de varianza para longitud de vaina de los ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t. 0.05	F.t. 0.01	SIG.	Pr > F
BLOQUE	3	127.40	42.47	0.72	3.07	4.87	n.s.	0.5516
GENOTIPO	7	678.46	96.92	1.64	2.49	3.64	n.s.	0.1785
ERROR	21	1239.99	59.05					
TOTAL	31	2045.86						
CV =	6.9		Media =	110.1				

De los genotipos evaluados, en el análisis de comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) en la Figura N° 25, se observa los valores medios de la longitud de vaina, donde el genotipo H-6 registró el promedio mayor de longitud con 118.4 mm, mostrando superioridad numérica sobre el resto, seguido de los genotipos

Andenes-80 y Yunguyo con 115.4 y 112.9 mm, mientras que los genotipos Sacacatani y Colec_UNCP, registraron menores longitudes con 106.2 y 105.3 mm.

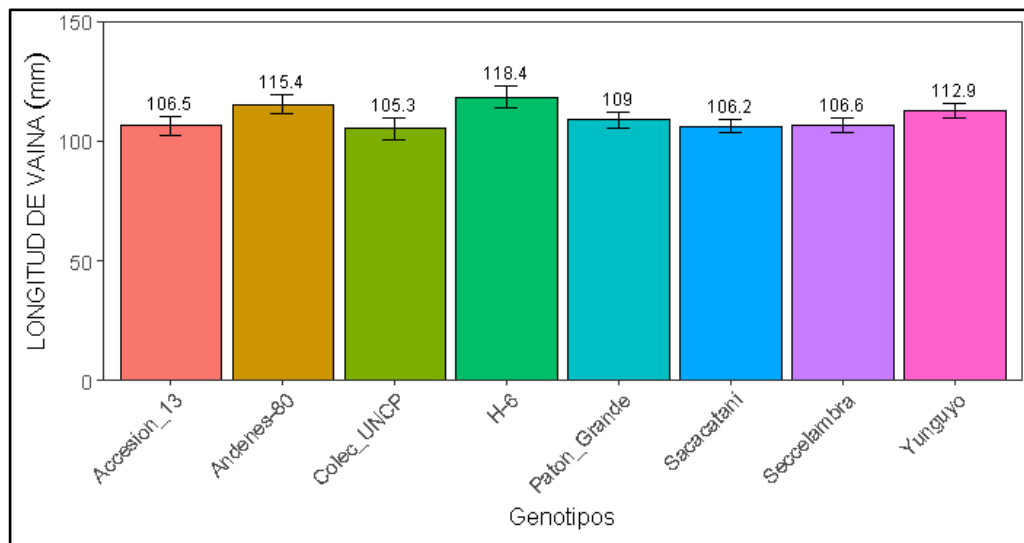


Figura N° 25: Comportamiento de longitud de vaina de los ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).

En la Figura N° 25, los valores variaron entre 105.3 a 119.4 mm que corresponde a los genotipos Colec_UNCP y H-6, así mismo se registró una media general de 110 mm. Araujo (2015), considera que la mayor presencia de humedad relativa y precipitación que favorece el crecimiento y desarrollo de la planta y esto influye en la longitud de vaina. Por otro lado Aguilar (2015), en su trabajo de investigación reportó un promedio general de 82.39 mm de longitud de vaina, siendo este un valor inferior a la del presente trabajo.

4.2.12. Ancho de vaina

En la Tabla N° 20, se muestra el análisis de varianza para ancho de vaina de ocho genotipos de tarwi, donde se observa que no existe diferencia estadística significativa entre bloques ni entre genotipos, presentando un coeficiente de variabilidad de 9.2 %, siendo este un resultado de confianza y aceptable para condiciones de campo, ya que presenta una baja variabilidad, con una media general de 17.5 mm de ancho.

Tabla N° 20: Análisis de varianza para ancho de la vaina de los ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t. 0.05	F.t. 0.01	SIG.	Pr > F
BLOQUE	3	0.37	0.12	0.05	3.07	4.87	n.s.	0.9856
GENOTIPO	7	34.77	4.97	1.92	2.49	3.64	n.s.	0.1176
ERROR	21	54.44	2.59					
TOTAL	31	89.58						
CV =	9.2		Media =	17.5				

De los genotipos evaluados, en el análisis de comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) en la Figura N° 26, se observa los valores medios del ancho de vaina, donde el genotipo Andenes-80 registró el promedio mayor de ancho con 19.2, mm mostrando superioridad numérica sobre el resto, seguido de los genotipos H-6 y Yunguyo con 18.6 y 18.3 mm, mientras que los genotipos Sacacatani, y Seccelambra registraron menores medidas con 16.6 y 16.1 mm.

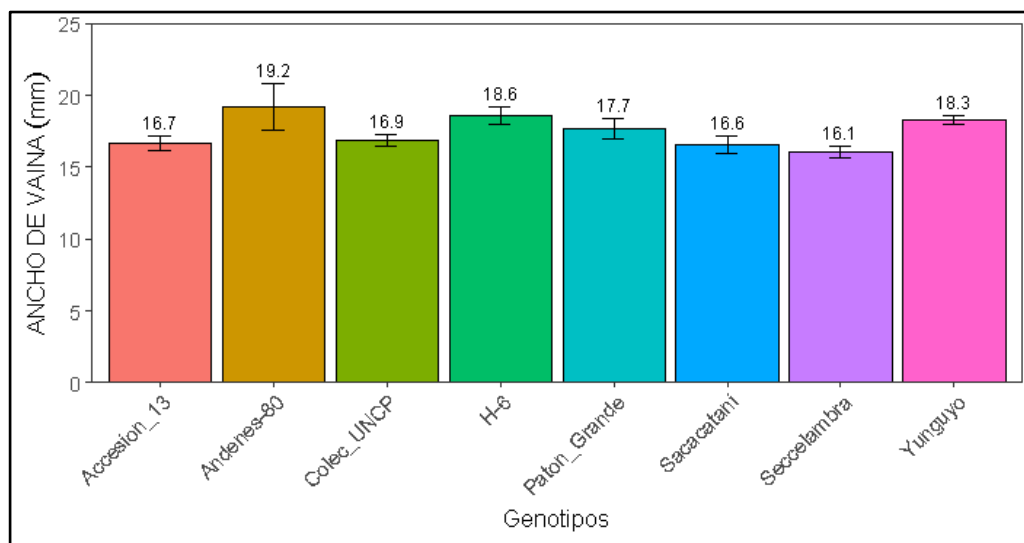


Figura N° 26: Comportamiento del ancho de vaina, de los ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).

Aguilar (2015), en su trabajo de investigación, obtuvo un promedio general de 15.87 mm del ancho de vaina, teniendo a la accesión Asunción con mayor ancho de vaina con 16.83 mm mientras la accesión 24 registró el menor ancho de vaina con 15.16 mm, similar resultado se obtuvo en este estudio con una media general de 17.5 mm, teniendo al genotipo Andenes-80 quien obtuvo mayor ancho de vaina con 19.2 mm.

4.2.13. Número de granos por vaina

En la Tabla N° 21, se muestra el análisis de varianza para el número de granos por vaina de ocho genotipos de tarwi, donde se observa que no existe diferencia estadística significativa entre bloques ni entre genotipos en estudio, presentando un coeficiente de variabilidad de 12.9 %, siendo este un resultado de confianza y aceptable para condiciones de campo, con una media general de 5.8 granos por vaina.

Tabla N° 21: Análisis de varianza para número de granos por vaina de los ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t. 0.05	F.t. 0.01	SIG.	Pr > F
BLOQUE	3	2.63	0.88	1.55	3.07	4.87	n.s.	0.2318
GENOTIPO	7	2.38	0.34	0.6	2.49	3.64	n.s.	0.749
ERROR	21	11.88	0.57					
TOTAL	31	16.88						
CV =	12.9		Media =	5.8				

De los genotipos evaluados, en el análisis de comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) en la Figura N° 27, se observa los valores medios del número de granos por vaina, donde el genotipo Patón_Grande registró el promedio mayor de número de granos con 6.2 granos mostrando superioridad numérica sobre el resto, seguido de los genotipos Colec_UNCP y H-6 ambos con 6 granos por vaina, mientras que los genotipos Accesión_13 y Seccelambra registraron menores valores con 5.8 y 5.2 granos.

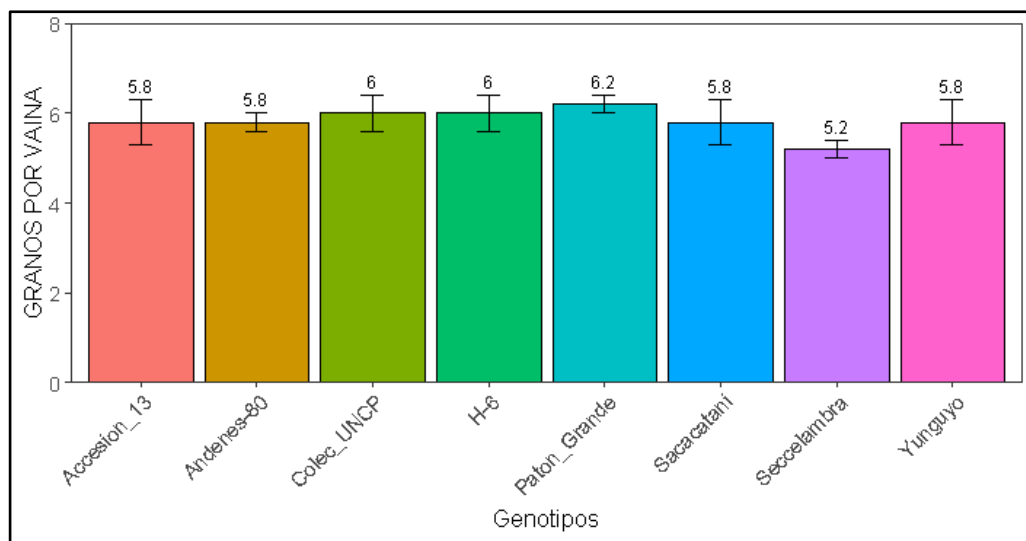


Figura N° 27: Comportamiento de número de granos por vaina de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).

Aguilar (2015), afirma que los resultados obtenidos en este parámetro demuestran 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 y la sanidad, así mismo, en su trabajo de investigación reportó un promedio general de 4.96 granos por vaina, siendo este resultado inferior a los obtenidos en este estudio, donde se obtuvo una media general de 5.8 granos por vaina. Por otro lado, De La Cruz (2018), en su estudio de caracterización fenotípica y de rendimiento en condiciones del Callejón de Huaylas – Ancash, registró un promedio general de 3.5 granos por vaina.

4.2.14. Rendimiento en (kg) por hectárea

En la Tabla N° 22, se muestra el análisis de varianza para rendimiento en kilogramos por hectárea de ocho genotipos de tarwi, donde se observa que no existe diferencia estadística significativa entre bloques ni entre genotipos en estudio, presentando un coeficiente de variabilidad de 21.4 %, y una media general de 2364.9 kg/ha.

Tabla N° 22: Análisis de varianza para rendimiento en kg/ha de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t. 0.05	F.t. 0.01	SIG.	Pr > F
BLOQUE	3	1565485.59	521828.531	2.04	3.07	4.87	n.s.	0.1396
GENOTIPO	7	1485500.22	212214.317	0.83	2.49	3.64	n.s.	0.5757
ERROR	21	5382653.16	256316.817					
TOTAL	31	8433638.97						
CV =	21.4		Media =	2364.9				

De los genotipos evaluados, en el análisis de comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) en la Figura N° 28, se observa los valores medios de rendimiento en kilogramos por hectárea, donde el genotipo Sacacatani registró el promedio mayor de rendimiento con 2766.5 kg/ha mostrando superioridad numérica sobre el resto, seguido de los genotipos Patón_Grande, H-6 y Yunguyo con 2504.8, 2480 y

2373.8 kg/ha, mientras que los genotipos Accesoión_13 y Seccelambra registraron rendimientos inferiores con 2086 y 2061.8 kg/ha.

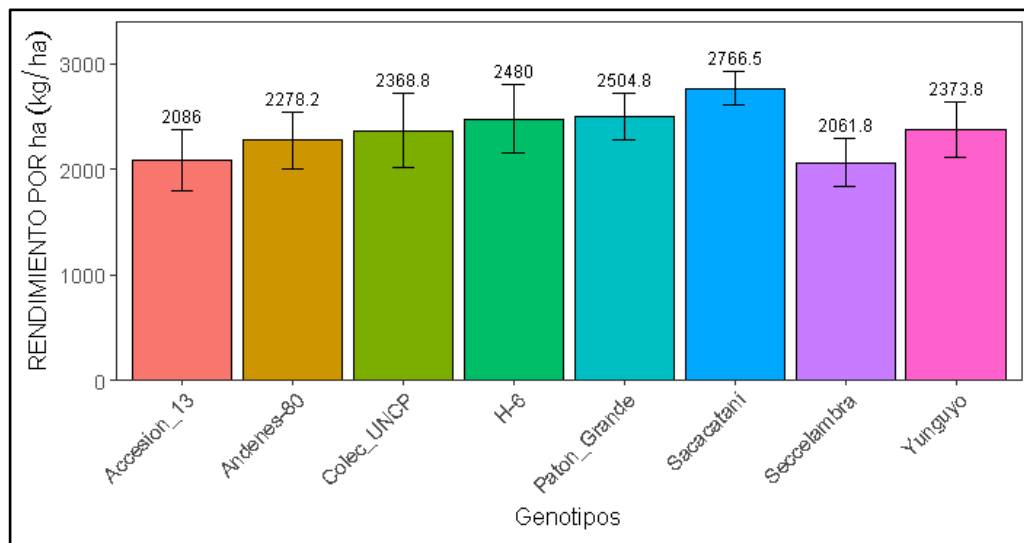


Figura N° 28: Rendimiento de grano en kg/ha de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).

En el presente estudio se registró el promedio mayor con 2766.5 kg/ha que se obtuvo con el genotipo Sacacatani, así mismo Huisa (2018), en su investigación de evaluación de comportamiento agronómico, quien evaluó el mismo material genético en similares condiciones medioambientales, obtuvo un rendimiento mayor de 2268.50 kg/ha con la ACCESION PUNO 12. Por otro lado Tapia *et al.* (2007), mencionan que a nivel experimental en Mantaro y La Libertad los rendimientos alcanzados fueron de 3000 kg/ha. Sin embargo Aguilar (2015), obtuvo un rendimiento de 1435.4 kg/ha en su investigación, en condiciones de Otuzco-La Libertad. De La Cruz (2018), en su estudio de caracterización fenotípica y de rendimiento en condiciones del Callejón de Huaylas – Ancash, registró un promedio 2341.35 kg/ha que obtuvo con el ecotipo 03-10-214.

4.2.15. Índice de cosecha

En la Tabla N° 23, se muestra el análisis de varianza para índice de cosecha de ocho genotipos de tarwi, donde se observa que no existe diferencia estadística significativa entre bloques ni entre genotipos en estudio, presentando un coeficiente de variabilidad de 28.0 % y una media general de 20.7 %.

Tabla N° 23: Análisis de varianza para porcentaje de índice de cosecha de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t. 0.05	F.t. 0.01	SIG.	Pr > F
BLOQUE	3	105.49	35.16	1.05	3.07	4.87	n.s.	0.3911
TRAT	7	400.68	57.24	1.71	2.49	3.64	n.s.	0.161
Error	21	703.13	33.48					
Total	31	1209.30						
CV =	28.0		Media =	20.7				

De los genotipos evaluados, en el análisis de comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) en la Figura N° 29, se observa los valores medios del índice de cosecha, donde el genotipo Seccelambra registró el promedio mayor de índice de cosecha con 27.2 % mostrando superioridad numérica sobre el resto, seguido de los genotipos Sacacatani y Yunguyo con 23.9 y 22.6 %, mientras que los genotipos H-6 y Patón_Grande registraron índices inferiores con 17.6 y 15.3 %.

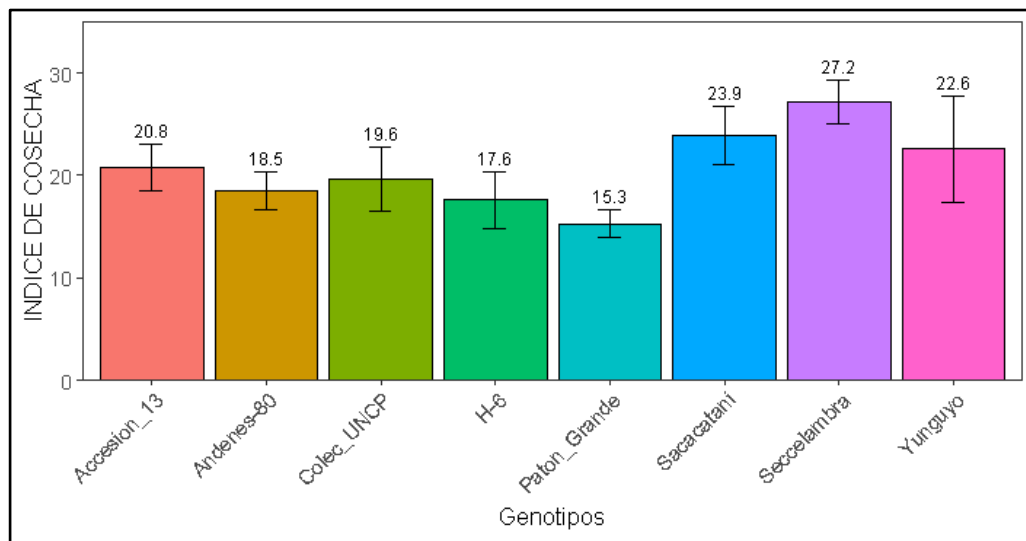


Figura N° 29: Comportamiento de índice de cosecha de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).

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. En este estudio el mayor índice de cosecha se obtuvo con el genotipo Seccelambra con 27.2 %. Aguero (2018), en su investigación de sistemas de producción de tarwi (chocho) en condiciones de Cajamarca reportó un promedio mayor de 27.13 %, resultado similar fue obtenido en el presente trabajo de investigación.

4.3. CAPACIDAD SIMBIÓTICA DE LOS GENOTIPOS

4.3.1. Peso de raíz con nódulos

En la Tabla N° 24, se muestra el análisis de varianza para peso de la raíz con nódulos de ocho genotipos de tarwi, donde se observa que no existe diferencia estadística significativa entre bloques ni entre genotipos en estudio, presentando un coeficiente de variabilidad de 6.7 %, y una media general de 15.9 gramos.

Tabla N° 24: Análisis de varianza para peso de raíz con nódulos, de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t. 0.05	F.t. 0.01	SIG.	Pr > F
BLOQUE	3	2.84	0.95	0.84	3.07	4.87	n.s.	0.486
GENOTIPO	7	9.77	1.40	1.24	2.49	3.64	n.s.	0.3262
ERROR	21	23.64	1.13					
TOTAL	31	36.25						
CV =	6.7		Media = 15.9					

De los genotipos evaluados, en el análisis de comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) en la Figura N° 30, se observa los valores medios de peso de la raíz con nódulos, donde el genotipo Patón_Grande registró el promedio mayor de peso con 16.5 g mostrando superioridad numérica sobre el resto, seguido de los genotipos H-6 y Colec_UNCP, con 16.4 y 16.3 g, mientras que los genotipos Accesoión_13 y Seccelambra registraron pesos inferiores con 15.5 y 14.7 g.

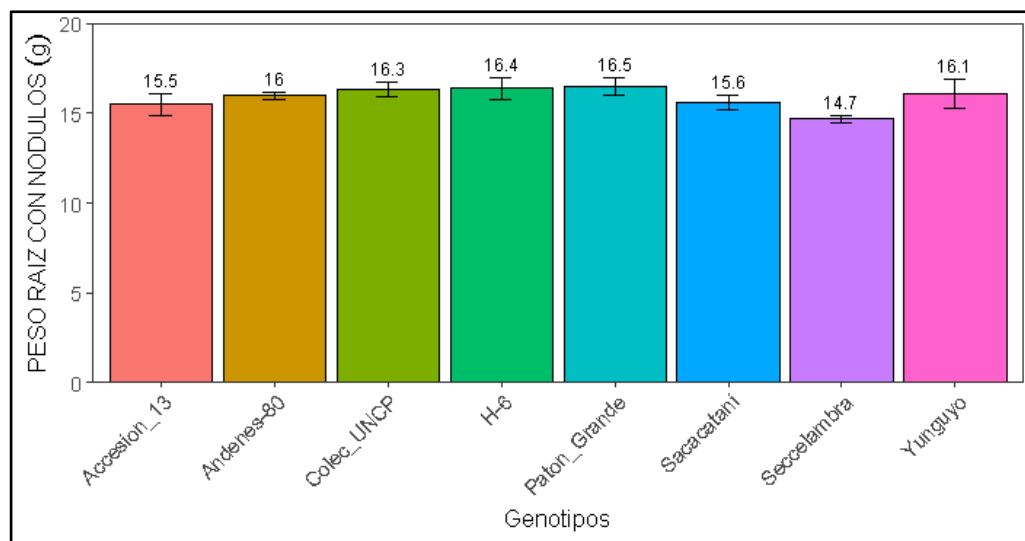


Figura N° 30: Comportamiento de peso de la raíz con nódulos, de los ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).

En el cultivo de tarwi la actividad de fijación del nitrógeno de los nódulos se encontraron mayormente en las raíces secundarias de la planta, así mismo el rango de variación de los valores de la presente investigación variaron entre 14.7 a 16.5 g, que corresponden a los genotipos Seccelambra y Paton_Grande, registrando una media general de 15.9 g del peso de la raíz con nódulos, resultado similar fue reportado por Aguilar (2015), en su trabajo de investigación de evaluación del rendimiento de grano y capacidad simbiótica de once accesiones de tarwi, quien reportó un promedio general de 14.08 g.

4.3.2. Peso fresco de la raíz

En la Tabla N° 25, se muestra el análisis de varianza para peso fresco de la raíz de ocho genotipos de tarwi, donde se observa que no existe diferencia estadística significativa entre bloques ni entre genotipos en estudio, presentando un coeficiente de variabilidad de 11.6 %, y una media general de 9.8 g.

Tabla N° 25: Análisis de varianza para peso fresco de la raíz de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t. 0.05	F.t. 0.01	SIG.	Pr > F
BLOQUE	3	0.64	0.21	0.17	3.07	4.87	n.s.	0.918
GENOTIPO	7	4.40	0.63	0.49	2.49	3.64	n.s.	0.8337
ERROR	21	27.14	1.29					
TOTAL	31	32.19						
CV =		11.6		Media =	9.8			

De los genotipos evaluados, en el análisis de comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) en la Figura N° 31, se observa los valores medios de peso fresco de la raíz, donde el genotipo Andenes-80 registró el promedio mayor de peso con 10.4 g, mostrando superioridad numérica sobre el resto, seguido del genotipo H-6 con 10.3, así mismo los genotipos Yunguyo, Colec_UNCP y Accesoión_13 obtuvieron el mismo resultado con 9.9 g, mientras que los genotipos Seccelambra y Patón_Grande registraron pesos inferiores con 9.4 y 9.3 g del peso fresco de la raíz.

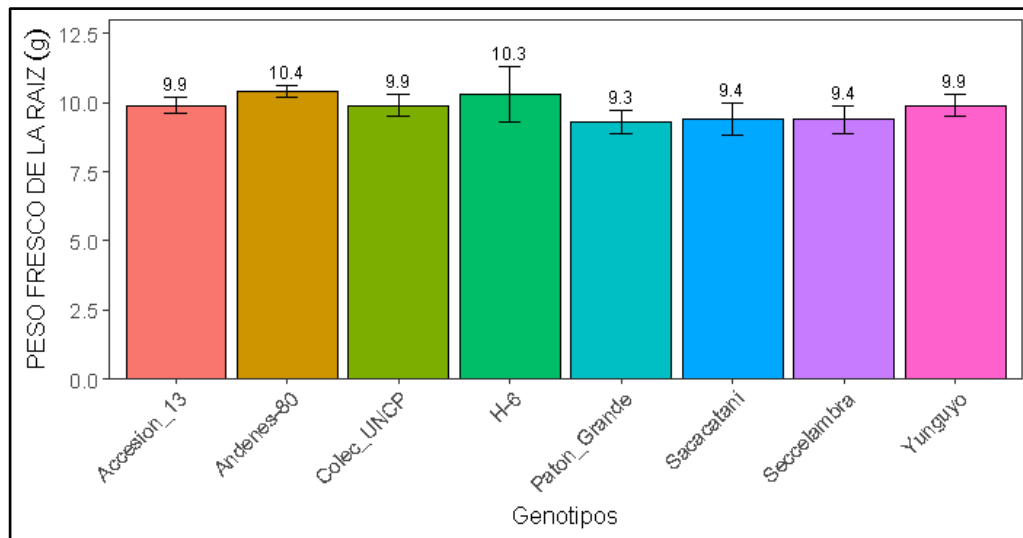


Figura N° 31: Comportamiento de peso fresco de la raíz de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).

Aguilar (2015), en su trabajo de investigación de evaluación de rendimiento de grano y capacidad simbiótica de once accesiones de tarwi bajo condiciones de Otruzco La Libertad reportó un promedio general de 10.34 g, resultado superior a los datos obtenidos en la presente investigación donde se registró un promedio general de 9.8 g de peso fresco de la raíz.

4.3.3. Peso fresco de nódulos

En la Tabla N° 26, se muestra el análisis de varianza para peso fresco de nódulos de ocho genotipos de tarwi, donde se observa que no existe diferencia estadística significativa entre bloques ni entre genotipos en estudio, presentando un coeficiente de variabilidad de 21.4 %, y una media general de 5.5 g.

Tabla N° 26: Análisis de varianza para peso fresco de nódulos de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t. 0.05	F.t. 0.01	SIG.	Pr > F
BLOQUE	3	0.33	0.11	0.41	3.07	4.87	n.s.	0.7444
GENOTIPO	7	2.02	0.29	1.09	2.49	3.64	n.s.	0.4039
ERROR	21	5.560	0.265	0.31				
TOTAL	31	7.911						
C V =		9.4		Media =	5.5			

De los genotipos evaluados, en el análisis de comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) en la Figura N° 32, se observa los valores medios de peso

fresco de nódulos, donde el genotipo Yunguyo registró el promedio mayor de peso fresco de nódulos con 5.9 g mostrando superioridad numérica sobre el resto, seguido del genotipo Colec_UNCP con 5.8 g, así mismo los genotipos Seccelambra y Accesoión_13 obtuvieron el mismo resultado con 5.6 g de peso fresco de nódulos, mientras que los genotipos Paton_Grande, Andenes-80 y H-6 registraron pesos inferiores con 5.4, 5.2 y 5.1 g de peso fresco de nódulos.

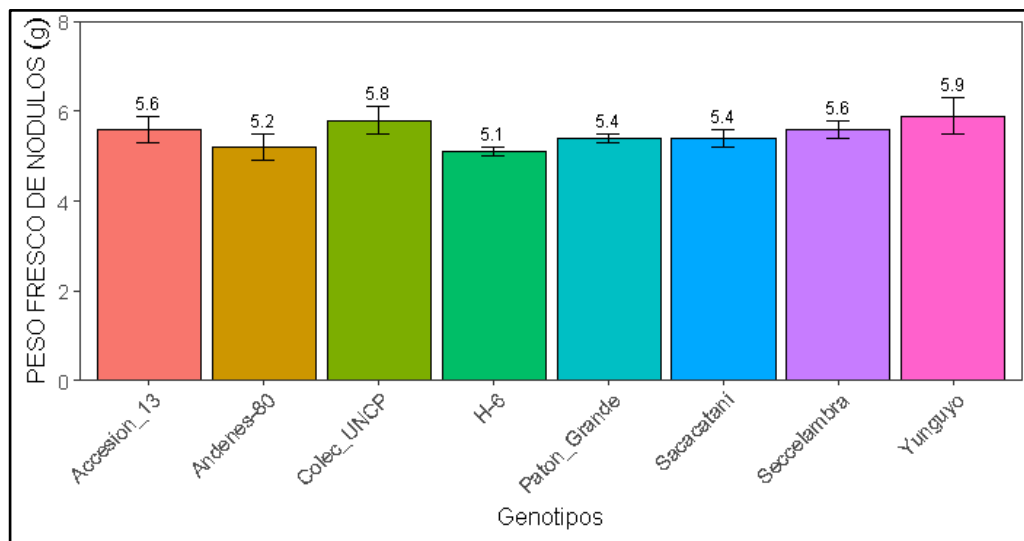


Figura N° 32: Comportamiento de peso fresco de nódulos de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).

El rango de variación del presente trabajo de investigación está entre los valores 5.1 a 5.9 g de peso fresco de nódulos que corresponden a los genotipos H-6 y Yunguyo, con una media general de 5.5 g, siendo superiores a los resultados reportados por Aguilar (2015), quien en su trabajo de investigación en condiciones de Otuzco La Libertad, obtuvo un promedio general de 3.74 g.

4.3.4. Peso seco de la raíz

En la tabla N° 27, se muestra el análisis de varianza para peso seco de la raíz de ocho genotipos de tarwi, donde se observa que no existe diferencia estadística significativa entre bloques ni entre genotipos en estudio, presentando un coeficiente de variabilidad de 7.3 %, y una media general de 5.4 g.

Tabla N° 27: Análisis de varianza para peso seco de la raíz de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t. 0.05	F.t. 0.01	SIG.	Pr > F
BLOQUE	3	0.62	0.21	1.33	3.07	4.87	n.s.	0.2899
GENOTIPO	7	1.84	0.26	1.69	2.49	3.64	n.s.	0.1647
ERROR	21	3.27	0.16					
TOTAL	31	5.73						
C V =	7.3		Media =	5.4				

De los genotipos evaluados, en el análisis de comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) en la Figura N° 33, se observa los valores medios de peso seco de la raíz, donde el genotipo Andenes-80 registró el promedio mayor de peso seco de la raíz con 5.8 g mostrando superioridad numérica sobre el resto, seguido del genotipo Seccelambra con 5.7 g, así mismo los genotipos Sacacatani y Paton_Grande obtuvieron el mismo resultado con 5.5 g de peso seco de la raíz, mientras que los genotipos Accesoión_13, Yunguyo y Colec_UNCP, registraron valores inferiores con 5.4, 5.2 y 5.0 gramos de peso seco de la raíz.

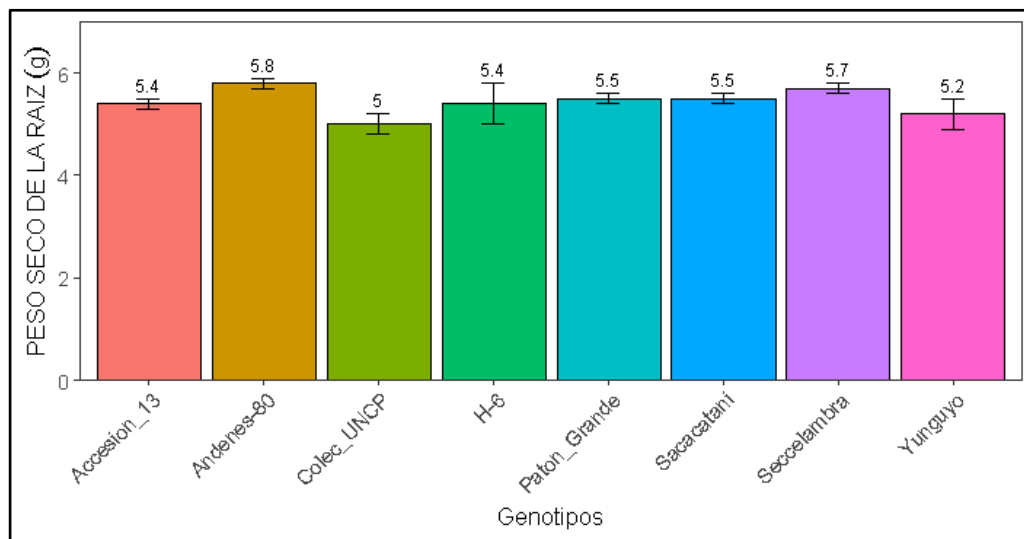


Figura N° 33: Comportamiento del peso seco de la raíz de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).

El rango de variación del peso seco de la raíz está entre los valores 5 a 5.8 g, que corresponde a los genotipos Colec_UNCP y Andenes-80, con una media general de 5.4 g, siendo similares a los reportados por Aguilar (2015), en su trabajo de investigación de

evaluación del rendimiento de grano y capacidad simbiótica de once accesiones de tarwi, en condiciones de Otuzco La Libertad, obtuvo un promedio general de 5.49 g.

4.3.5. Peso fresco del follaje por planta

En la Tabla N° 28, se muestra el análisis de varianza para peso fresco del follaje por planta de ocho genotipos de tarwi, donde se observa que, no existe diferencia estadística significativa entre bloques ni entre genotipos, presentando un coeficiente de variabilidad de 9.8 %, y una media general de 164.6 g de peso fresco de follaje.

Tabla N° 28: Análisis de varianza para peso fresco de follaje por planta de ocho genotipos de tarwi, (campana agrícola 2018-2019).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t. 0.05	F.t. 0.01	SIG.	Pr > F
BLOQUE	3	929.10	309.70	1.18	3.07	4.87	n.s.	0.3414
GENOTIPO	7	3977.54	568.22	2.16	2.49	3.64	n.s.	0.0809
ERROR	21	5514.00	262.57					
TOTAL	31	10420.65						
C V =	9.8		Media =	164.6				

De los genotipos evaluados, en el análisis de comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) en la Figura N° 34, se observa los valores medios de peso fresco de follaje por planta, donde el genotipo Patón_Grande registró el promedio mayor con 181.8 g, mostrando superioridad numérica sobre el resto, seguido de los genotipos H-6 y Yunguyo con 177.9 y 167.1 g, mientras que los genotipos Accesoión_13 y Seccelambra registraron pesos inferiores con 159.3 y 143.3 g.

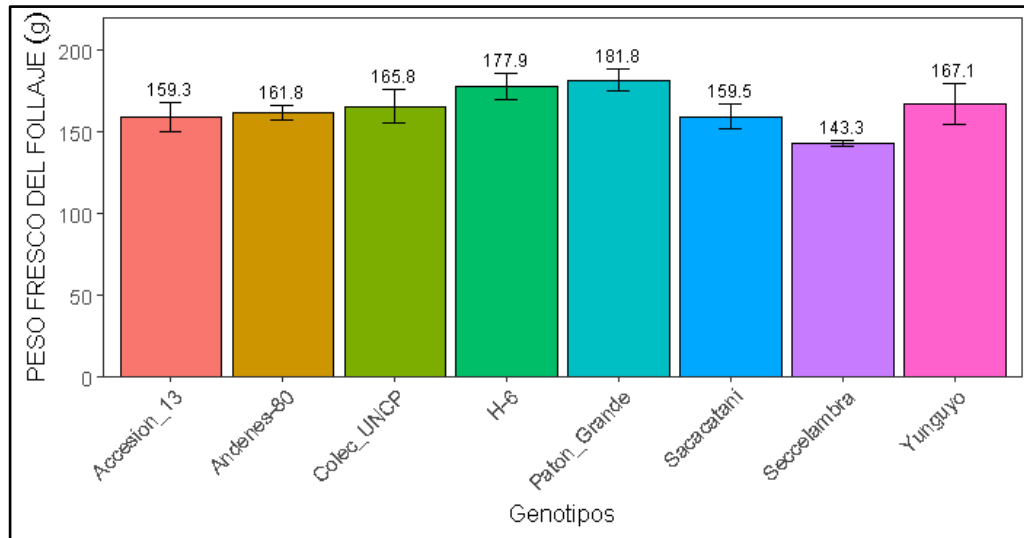


Figura N° 34: Comportamiento del peso fresco del follaje por planta de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).

El rango de variación del peso fresco del follaje por planta está entre los valores 143.3 a 181.8 g, que corresponde a los genotipos Seccelambra y Paton_Grande, con una media general de 164.6 g. Por otro lado Aguilar (2015), en su trabajo de investigación de evaluación del rendimiento de grano y capacidad simbiótica de once accesiones de tarwi, en condiciones de Otuzco La Libertad, obtuvo un promedio general de 107.81 g.

4.4. CALIDAD FÍSICA

4.4.1. Porcentaje de pureza

En la Tabla N° 29, se muestra el análisis de varianza para porcentaje de pureza de ocho genotipos de tarwi, donde se observa que, entre bloques no existe diferencia estadística significativa, sin embargo para los genotipos en estudio si existe diferencia estadística significativa, mostrando comportamientos diferentes entre genotipos, presentando un coeficiente de variabilidad de 2.1 %, y una media general de 81.3 %.

Tabla N° 29: Análisis de varianza para análisis de porcentaje de pureza de la semilla de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t. 0.05	F.t. 0.01	SIG.	Pr > F
BLOQUE	3	2.63	0.88	0.3	3.07	4.87	n.s.	0.8218
GENOTIPO	7	51.59	7.37	2.56	2.49	3.64	*	0.045
ERROR	21	60.46	2.88					
TOTAL	31	114.68						
CV =		2.1		Media =	81.3			

De los genotipos evaluados, en el análisis de comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) en la Tabla N° 30, se observa los valores medios de contenido de pureza, donde el genotipo Accesoión_13 registró el promedio mayor de porcentaje de pureza con 83.6 % mostrando superioridad numérica y estadística sobre el resto, seguido de los genotipos H-6 y Yunguyo con 82.9 y 81.3, mientras que el genotipo Seccelambra registró un porcentaje inferior numérico y estadístico con 79.5 %.

Tabla N° 30: Prueba de comparación múltiple de Tukey ($P \leq 0.05$), para el análisis del contenido de pureza de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).

MERITO	GENOTIPOS	% de pureza	SIG ≤ 0.05
1	Accesión_13	83.6	a
2	H-6	82.9	a b
3	Yunguyo	81.3	a b
4	Patón_Grande	81.2	a b
5	Sacacatani	81.1	a b
6	Andenes-80	80.8	a b
7	Colec_UNCP	80	a b
8	Seccelambra	79.5	b

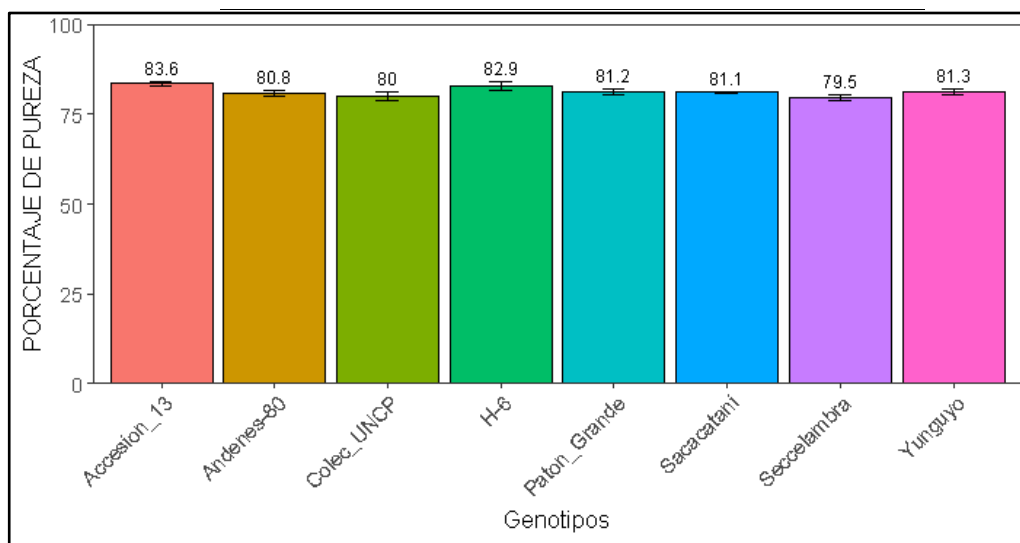


Figura N° 35: Análisis de pureza de la semilla de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).

El rango de variación de pureza de semilla está entre los valores 79.5 a 83.6 %, que corresponde a los genotipos Seccelambra y Accesoión_13, con una media general de 81.3 %. Esta variable es muy importante ya que se puede ver la calidad de la semilla en cuanto al contenido de impurezas, factor importante en el momento de escoger la semilla.

4.4.2. Peso hectolítrico

En la Tabla N° 31, se muestra el análisis de varianza para el peso hectolítrico de ocho genotipos de tarwi, donde se observa que no existe diferencia estadística significativa entre bloques ni entre genotipos, presentando un coeficiente de variabilidad de 1.3 %, y una media general de 73.4 kg/hl.

Tabla N° 31: Análisis de varianza para peso hectolítrico de semilla de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t. 0.05	F.t. 0.01	SIG.	Pr > F
BLOQUE	3	2.66	0.89	0.95	3.07	4.87	n.s.	0.4358
GENOTIPO	7	8.08	1.15	1.23	2.49	3.64	n.s.	0.3285
ERROR	21	19.63	0.93					
TOTAL	31	30.36						
CV =	1.3		Media =	73.4				

De los genotipos evaluados, en el análisis de comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) en la Figura N° 36, se observa los valores medios de peso hectolítrico de la semilla, donde el genotipo Sacacatani registró el promedio mayor de peso hectolítrico con 73.9 kg/hl mostrando superioridad numérica sobre el resto, seguido de los genotipos Colec_UNPC y Seccelambra con 73.8 y 73.7 kg/hl, los genotipos Accesión_13 y Paton_Grande obtuvieron el mismo resultado con 73.6 kg/hl, mientras que los genotipos Andenes-80 y Yunguyo registraron pesos inferiores con 73.3 y 72.2 kg/hl.

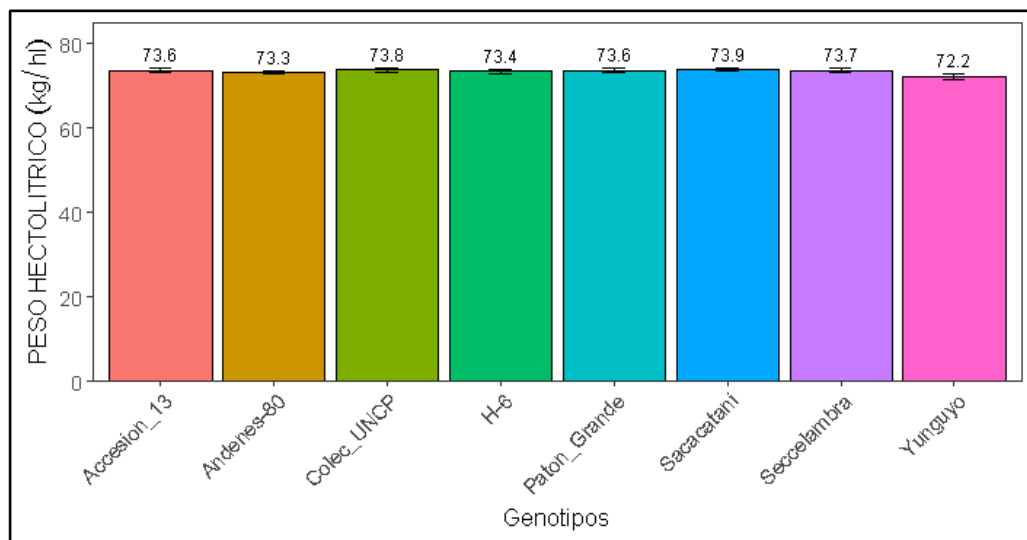


Figura N° 36: Comportamiento de peso hectolítrico de semilla de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).

Existe una relación directa entre el peso hectolitrico de un genotipo y su rendimiento, es decir un grano bien desarrollado presenta un buen peso del hectolitro. En este estudio el mayor peso hectolitrico se obtuvo con el genotipo Sacacatani con 73.9 kg/hl, del mismo modo esta variable se evaluó sobre muestras libres de impurezas.

4.4.3. Peso de 100 semillas

En la Tabla N° 32, se muestra el análisis de varianza para peso de 100 semillas de ocho genotipos de tarwi, en donde se observa que, entre bloques no existe diferencia estadística significativa, sin embargo, para los genotipos en estudio, existe diferencia estadística altamente significativa, presentando un coeficiente de variabilidad de 9.0 %, y una media general de 26.1 g.

Tabla N° 32: Análisis de varianza para el peso de 100 semillas de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t. 0.05	F.t. 0.01	SIG.	Pr > F
BLOQUE	3	1.66	0.55	0.10	3.07	4.87	n.s.	0.959
GENOTIPO	7	585.83	83.69	15.06	2.49	3.64	**	<.0001
ERROR	21	116.71	5.56					
TOTAL	31	704.20						
CV =	9.0		Media =	26.1				

De los genotipos evaluados, en el análisis de comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) en la Figura N° 37, se observa los valores medios de peso de 100 semillas, donde el genotipo Andenes-80 registró el promedio mayor de peso de 100 semillas con 31.8 g mostrando superioridad numérica y estadística sobre el resto, seguido de los genotipos Yunguyo y H-6 con 30.2 y 30 g, mientras que los genotipos Seccelambra y Accesión_13 registraron pesos inferiores con 21.5 y 19.2 g.

Tabla N° 33: Prueba de comparación múltiple de Tukey ($P \leq 0.05$), para el peso de 100 semillas de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).

MERITO	GENOTIPOS	PESO DE 100 SEMILLAS	SIG ≤ 0.05
1	Andenes-80	31.8	a
2	Yunguyo	30.2	a b
3	H-6	30	a b
4	Patón_Grande	27.5	a b c
5	Colec_UNCP	26	b c d
6	Sacacatani	22.5	c d e
7	Seccelambra	21.5	d e
8	Accesión_13	19.2	e

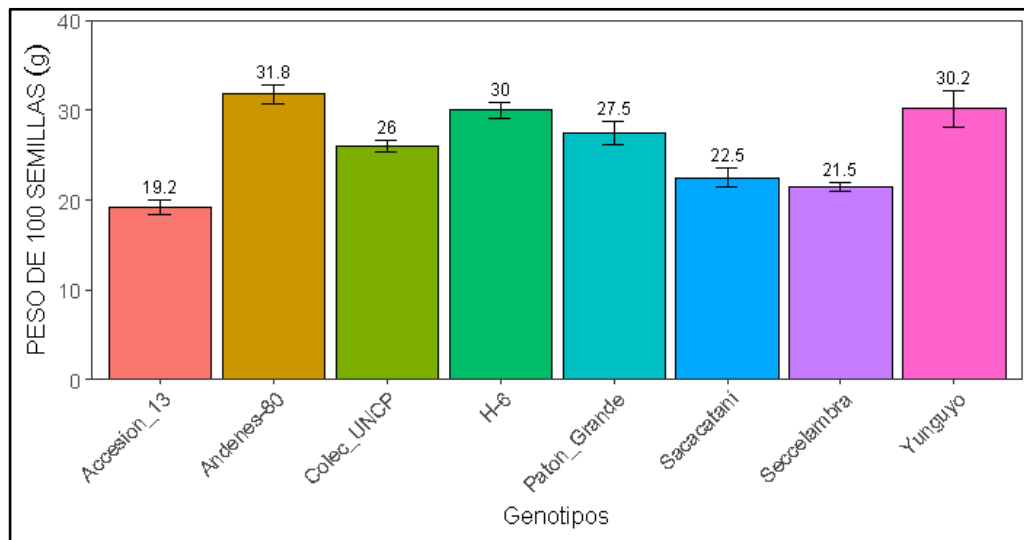


Figura N° 37: Comportamiento de peso de 100 semillas de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).

El peso de la semilla está relacionado con el tamaño del mismo, además influye notoriamente sobre dicha expresión el material genético que fue evaluado, así mismo se pudo observar que con el peso de las 100 semillas se mide indirectamente la calidad de la semilla. En la Figura N° 37, el rango de variación del peso de 100 semillas esta entre los valores 19.2 a 31.8 g, que corresponde a los genitores Accesión_13 y Andenes-80. Resultado similar fue reportado por Huisa (2018), quien en su trabajo de investigación de evaluación del comportamiento agronómico de catorce accesiones del ensayo nacional de tarwi en similares condiciones medioambientales, reportó un rango de variación de 19.3 a 31.3 g. Por otro lado, De La Cruz (2018), en su investigación en condiciones del Callejón de Huaylas – Ancash reporto un promedio general de 20.73 g.

4.4.4. Longitud de grano

En la Tabla 34, se muestra el análisis de varianza para longitud de grano de ocho genotipos de tarwi, donde se observa que, entre bloques si existe diferencia estadística altamente significativa, así mismo entre genotipos en estudio, existe diferencia estadística significativa debido al carácter intrínseco que gobierna a cada uno de ellos, presentando un coeficiente de variabilidad de 3.8 %, y una media general de 11.7 mm.

Tabla N° 34: Análisis de varianza para longitud de grano de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t. 0.05	F.t. 0.01	SIG.	Pr > F
BLOQUE	3	5.00	1.67	8.55	3.07	4.87	**	0.0007
GENOTIPO	7	4.94	0.71	3.62	2.49	3.64	*	0.0103
ERROR	21	4.09	0.19					
TOTAL	31	14.02						
CV =	3.8		Media =	11.7				

De los genotipos evaluados, en el análisis de comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) en la Tabla N° 35, se observa los valores medios de la variable longitud de grano, donde el genotipo Patón_Grande registró el promedio mayor de longitud con 12.3 mm mostrando superioridad numérica y estadística sobre el resto, seguido de los genotipos Andenes-80 y Yunguyo con 12.1 y 11.8 mm, mientras que los genotipos Seccelambra y Accesoión_13 registraron longitudes inferiores con 11.3 y 11 mm de longitud.

Tabla N° 35: Prueba de comparación múltiple de Tukey ($P \leq 0.05$), para longitud de grano de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).

MERITO	GENOTIPOS	LONGITUD DE GRANO	SIG≤ 0.05
1	Patón_Grande	12.3	a
2	Andenes-80	12.1	a
3	Yunguyo	11.8	a b
4	Colec_UNCP	11.8	a b
5	H-6	11.5	a b
6	Sacacatani	11.5	a b
7	Seccelambra	11.3	a b
8	Accesión_13	11	b

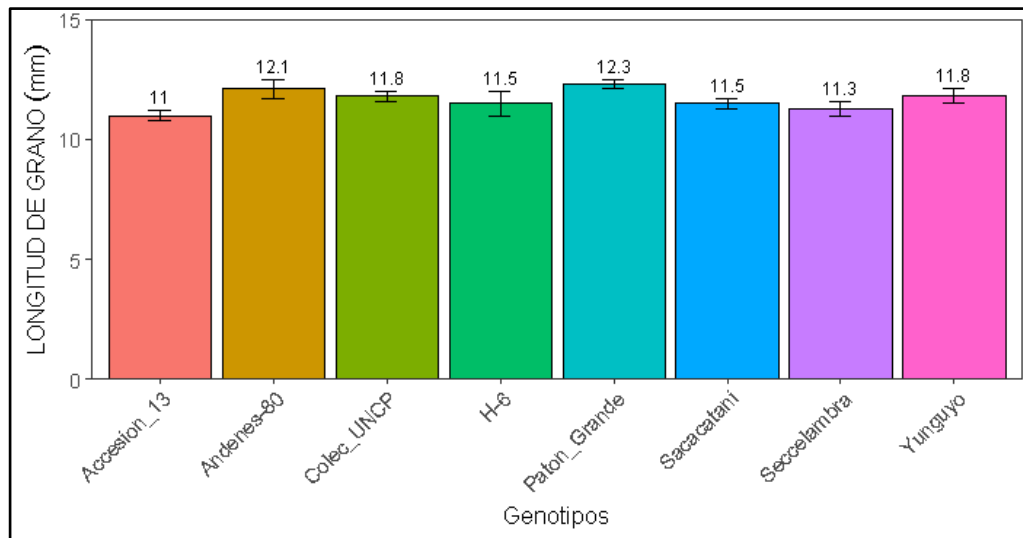


Figura N° 38: Comportamiento de longitud de grano de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).

En la Figura N° 38, se observa la variación de genotipos en longitud de grano, está entre los valores de 11 a 12.3 mm que corresponde a los genitores Accesión _13 y Paton_Grande, donde sobresalieron con longitudes de 12.3 y 12.1 mm, los genotipos Paton_Grande y Andenes-80, así mismo Huisa (2018), en su investigación registró diámetros que oscilan entre 0.75 a 0.90 cm.

4.4.5. Ancho de grano

En la Tabla N° 36, se muestra el análisis de varianza para ancho de grano de ocho genotipos de tarwi, donde se observa que, entre bloques si existe diferencia estadística significativa, así mismo entre genotipos en estudio, existe diferencia estadística altamente significativa debido al carácter intrínseco que gobierna a cada uno de ellos, presentando un coeficiente de variabilidad de 3.6 %, y una media general de 8.9 mm.

Tabla N° 36: Análisis de varianza para ancho del grano de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t. 0.05	F.t. 0.01	SIG.	Pr > F
BLOQUE	3	1.08	0.36	3.4	3.07	4.87	*	0.0367
GENOTIPO	7	8.15	1.16	10.99	2.49	3.64	**	<.0001
ERROR	21	2.23	0.11					
TOTAL	31	11.46						
CV =	3.6		Media =	8.9				

De los genotipos evaluados, en el análisis de comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) en la Figura N° 39, se observa los valores medios de ancho de grano, donde el genotipo Andenes-80 registró el promedio mayor de ancho de grano con 9.7 mm mostrando superioridad numérica sobre el resto, seguido de los genotipos Yunguyo y H-6 ambos con 9.4 mm, mientras que los genotipos Sacacatani y Accesoión_13 registraron medidas inferiores con 8.5 y 8.1 mm.

Tabla N° 37: Prueba de comparación múltiple de Tukey ($P \leq 0.05$), para ancho del grano de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).

MERITO	GENOTIPOS	ANCHO DEL GRANO	SIG ≤ 0.05
1	Andenes-80	9.7	a
2	Yunguyo	9.4	a
3	H-6	9.4	a
4	Colec_UNCP	9.1	a b
5	Patón_Grande	9.1	a b
6	Seccelambra	8.5	bc
7	Sacacatani	8.5	bc
8	Accesión_13	8.1	c

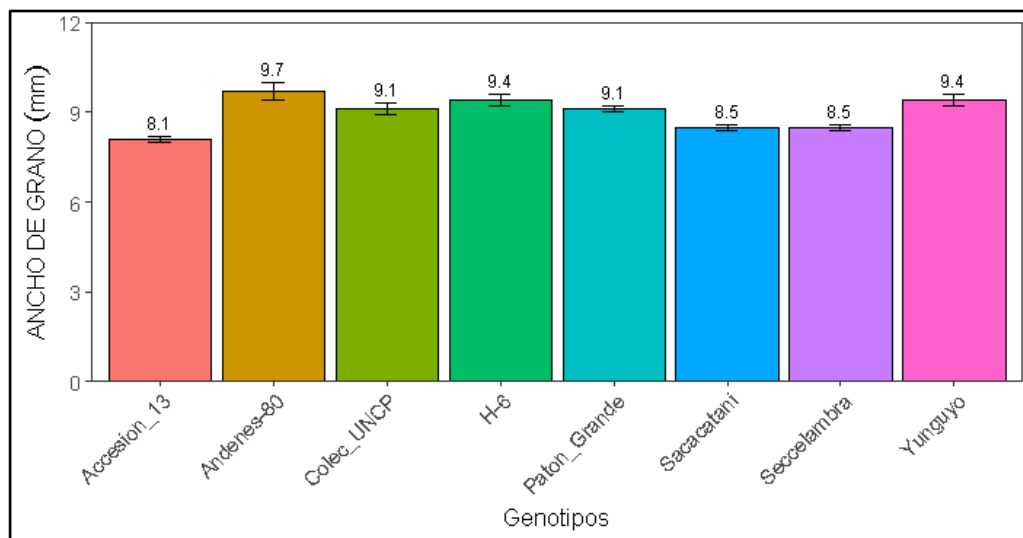


Figura N° 39: Comportamiento del ancho de grano de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).

Añaguari (2013), en su trabajo de investigación de caracterización morfológica y componentes de rendimiento, en dos localidades del Valle del Mantaro, muestra un rango de variación de 10.83 a 11.15 mm de diámetro de grano, siendo estos valores superiores a los valores reportados en el presente trabajo que variaron entre 8.1 a 9.7 mm.

4.4.6. Valor cultural

En la Tabla N° 38, se muestra el análisis de varianza para el valor cultural de ocho genotipos de tarwi, en donde se observa que no existe diferencia estadística significativa entre bloques ni entre genotipos en estudio, presentando un coeficiente de variabilidad de 2.1 %, y una media general de 93.3 %.

Tabla N° 38: Análisis de varianza para valor cultural de la semilla de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t. 0.05	F.t. 0.01	SIG.	Pr > F
BLOQUE	3	9.09	3.03	0.8	3.07	4.87	n.s.	0.5082
GENOTIPO	7	16.47	2.35	0.62	2.49	3.64	n.s.	0.7334
ERROR	21	79.66	3.79					
TOTAL	31	105.22						
CV =	2.1		Media =	93.3				

De los genotipos evaluados, en el análisis de comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) en la Figura N° 40, se observa los valores medios del porcentaje de valor cultural de la semilla, donde el genotipo H-6 registró el promedio mayor de valor cultural con 94.2 % mostrando superioridad numérica sobre el resto, seguido de los genotipos Sacacatani y Accesoión_13 con 94.2 y 94 %, mientras que los genotipos Yunguyo y Seccelambra registraron porcentajes inferiores con 92.8 y 92.2 %.

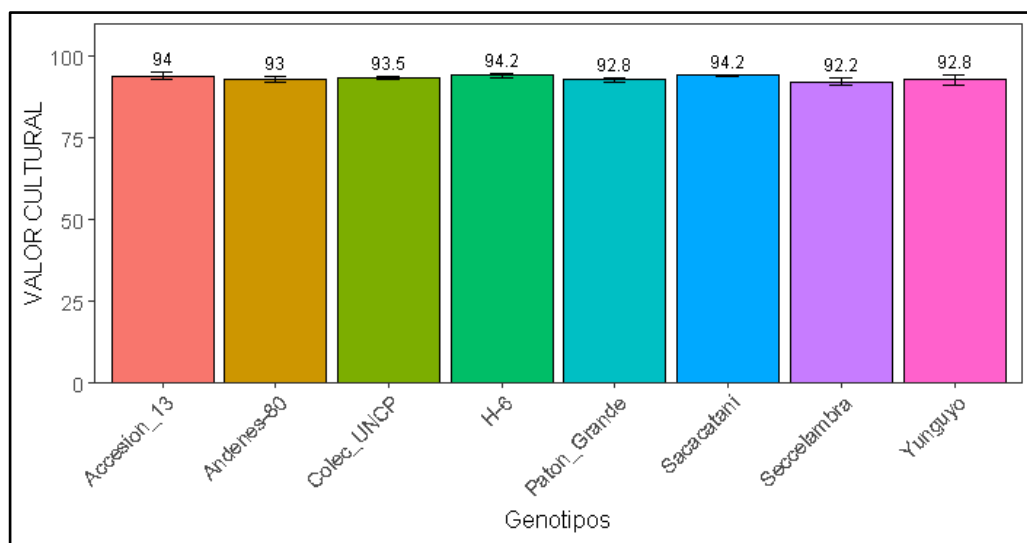


Figura N° 40: Comportamiento del análisis de valor cultural de la semilla de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).

Esta variable es muy importante para la selección de la semilla, donde intervienen factores como el porcentaje de germinación y pureza de semilla. el rango de variación de valor cultural se registró entre los valores de 92.2 a 94.2 % que corresponden a los genotipos Seccelambra y H-6, con una media general de 93.3 % de valor cultural.

4.5. CALIDAD FISIOLÓGICA

4.5.1. Poder germinativo

En la Tabla N° 39, se muestra el análisis de varianza para poder germinativo de ocho genotipos de tarwi, donde se observa que no existe diferencia estadística significativa entre bloques ni entre genotipos en estudio, presentando un coeficiente de variabilidad de 1.8 %, y una media general de 95.7 %.

Tabla N° 39: Análisis de varianza para el análisis de poder germinativo de la semilla de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t. 0.05	F.t. 0.01	SIG.	Pr > F
BLOQUE	3	8.09	2.70	0.9	3.07	4.87	n.s.	0.4591
GENOTIPO	7	11.22	1.60	0.53	2.49	3.64	n.s.	0.7998
ERROR	21	63.16	3.01					
TOTAL	31	82.47						
CV =	1.8		Media =	95.7				

De los genotipos evaluados, en el análisis de comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) en la Figura N° 41, se observa los valores medios del porcentaje de poder germinativo, donde el genotipo Sacacatani registró el promedio mayor de poder germinativo con 96.8 % mostrando superioridad numérica sobre el resto, seguido de los genotipos Colec_UNCP y H-6 con 96.5 y 96 %, mientras que los genotipos Patón_Grande y Yunguyo registraron porcentajes inferiores con 95.2 y 95 %.

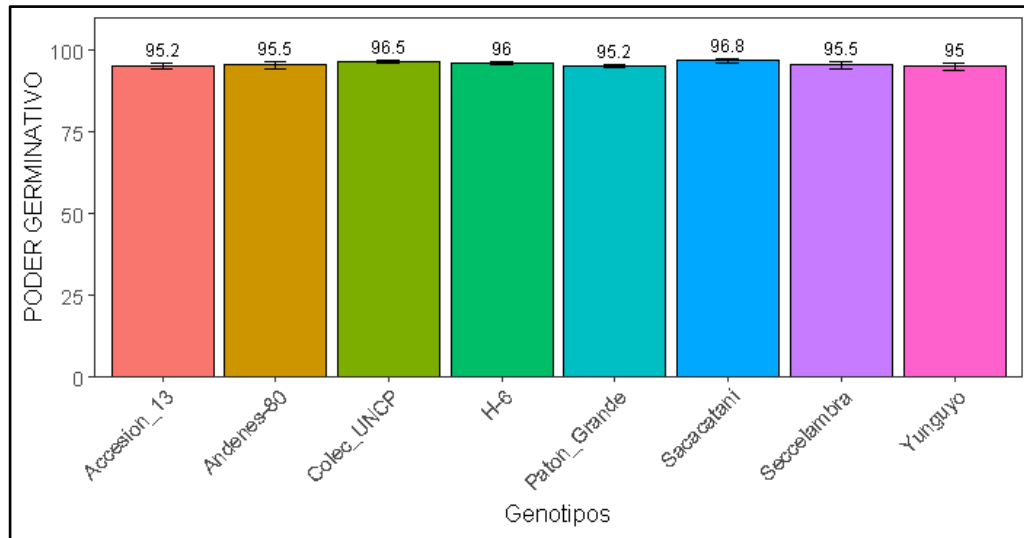


Figura N° 41: Comportamiento del análisis de poder germinativo de la semilla de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).

El rango de variación de poder germinativo se registró entre los valores de 95 a 96.8 %, que corresponden a los genitores Yunguyo y Sacacatani, así mismo con una media general de 95.7 % de poder germinativo. Plata (2016), en su trabajo de investigación en condiciones de La Paz Bolivia, muestra un rango de 60 a 82 % de poder germinativo.

4.5.2. Contenido de humedad

En la Tabla N° 40, se muestra el análisis de varianza para contenido de humedad de ocho genotipos de tarwi, donde se observa que no existe diferencia estadística significativa entre bloques ni entre genotipos, presentando un coeficiente de variabilidad de 8.9 %, y una media general de 6.8 %.

Tabla N° 40: Análisis de varianza para análisis del contenido de humedad de la semilla de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c.	F.t. 0.05	F.t. 0.01	SIG.	Pr > F
BLOQUE	3	0.00	0.00	0	3.07	4.87	n.s.	0.9999
GENOTIPO	7	1.50	0.21	0.58	2.49	3.64	n.s.	0.7612
ERROR	21	7.68	0.37					
TOTAL	31	9.18						
CV =		8.9	Media =	6.8				

De los genotipos evaluados, en el análisis de comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) en la Figura N° 42, se observa los valores medios de los

porcentajes de contenido de humedad donde el genotipo H-6 registró el promedio mayor de contenido de humedad con 7.2 %, mostrado superioridad numérica sobre el resto, seguido de los genotipos Patón_Grande y Seccelambra con 7 y 6.9 %, mientras que los genotipos Colec_UNCP y Sacacatani registraron porcentajes inferiores con 6.6 y 6.4 %.

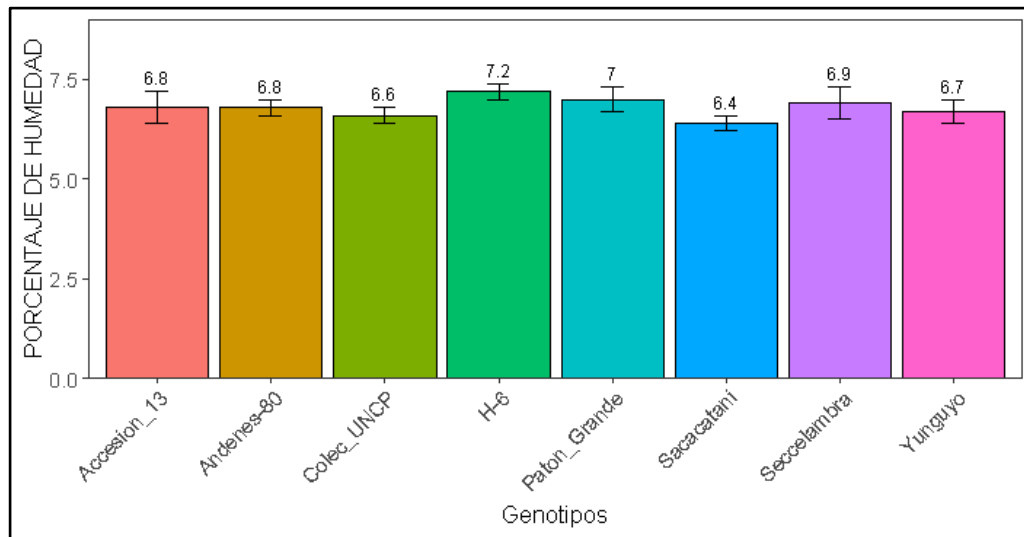


Figura N° 42: Comportamiento de análisis de contenido de humedad de la semilla de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).

El rango de variación de humedad relativa se registró entre los valores 6.4 a 7.2 %, que corresponden a los genotipos Sacacatani y H-6, estos valores son el resultado de 50g de semilla colocadas en una estufa a una temperatura de 88 °C por un tiempo de 24 horas.

4.5.3. Contenido de proteína

De los genotipos evaluados, en el análisis de comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), en la Figura N° 43, se observa los valores medios de los porcentajes de contenido de proteína donde el genotipo Andenes-80 registró el promedio mayor de contenido de proteína con 48.6 %, mostrado superioridad numérica sobre el resto, seguido de los genotipos H-6 y Seccelambra con 48.4 y 47.9 %, mientras que los genotipos Colec_UNCP y Patón_Grande registraron porcentajes inferiores con 44.9 y 44.7 %.

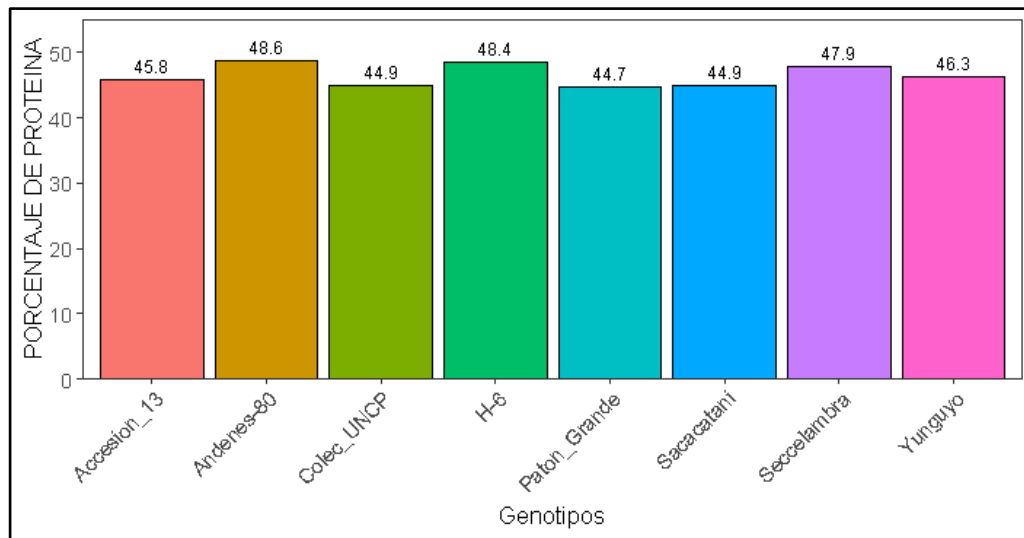


Figura N° 43: Comportamiento del contenido de proteína de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018 – 2019).

Estos datos oscilan desde 44.7 hasta 48.6 % los cuales son similares a los obtenidos por Jacobsen y Mujica (2006), donde muestran que el contenido de proteína es de 41 a 51 %. Por otro lado Guemes (2007), menciona que la semilla de *Lupinus* es rica en proteína llegando en ciertas variedades a porcentajes tan altos como 42 % siendo un porcentaje inferior al reporte del presente trabajo.

4.6. ÍNDICE DE ELSTON

El índice de Elston o ranking de selección multivariada, para la selección de las características más importantes son: días hasta la madurez fisiológica, índice de cosecha, rendimiento en kilogramos por hectárea y peso de las 100 semillas, todas bajo condiciones de Camacani, de los genotipos evaluados, el genotipo Accesión_13 presentó el mayor índice de selección con un valor de 36.2 %, considerando las siguientes características; 242 días a la madurez fisiológica, con 20.8 % de índice de cosecha, 2086.0 kg/ha de rendimiento y 19.3 g de peso de 100 semillas, lo cual indica que dicho genotipo cuenta con mejores atributos que el resto de los genotipos; seguido del genotipo Colec_UNCP; con 12.1 % de índice de selección, con 241 días a la madurez fisiológica, con 19.6 % de índice de cosecha, 2368.8 kg/ha de rendimiento y 26.0 g de peso de 100 semillas; el genotipo Patón_Grande presentó un índice de selección de 8.2 %, con 244 días a la

madurez fisiológica, 15.3 % de índice de cosecha, 2504.8 kg/ha de rendimiento y 27.5 g de peso de 100 semillas; el genotipo H-6 presentó un índice de selección de 3.1 %, con 243 días a la madurez fisiológica, 17.7 % de índice de cosecha, 2480.0 kg/ha de rendimiento y 30.0 g del peso de 100 semillas y el genotipo Yunguyo con 0.8 % de índice de selección, 256 días a la madurez fisiológica, con 22.6 % del índice de cosecha, 2373.8 kg/ha de rendimiento y 30.3 g del peso de las 100 semillas, seleccionándose los cuatro primeros genotipos (Tabla N° 41).

Tabla N° 41: Índice de Elston para ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).

GENOTIPO	dhmf_1	ic_1	rdt_ha	pcs_1	E.Index	E.Rank
Accesion_13	242	20.8	2086.0	19.3	36.2	1
Colec_UNCP	241	19.6	2368.8	26.0	12.1	2
Paton_Grande	244	15.3	2504.8	27.5	8.2	3
H-6	243	17.7	2480.0	30.0	3.1	4
Yunguyo	256	22.6	2373.8	30.3	0.8	5
Andenes-80	255	18.5	2278.3	31.8	0.0	7
Sacacatani	268	23.9	2766.5	22.5	0.0	7
Seccelambra	257	27.2	2061.8	21.5	0.0	7

4.7. ANÁLISIS MULTIVARIADO

4.7.1. Análisis de componentes principales

Para el análisis de componentes principales de las características de mayor importancia de los genotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) son: días a la madurez fisiológica (dmf_1), rendimiento en kilogramos por hectárea (rdt_ha), peso de 100 semillas (pcs_1), índice de cosecha (ic_1) y número de vainas por planta (ndvpl_1). Para este análisis se trabajó con dos dimensiones, el componente de la dimensión 1 contiene el 46.83 % del total de los datos y el componente de la dimensión 2 contiene el 28.18 % del total de los datos, lo que significa que se trabajó con un total de 75.01 % de información. En el círculo de correlación se observa que los vectores del número de vainas por planta, peso de 100 semillas y el rendimiento en kilogramos por hectárea



muestran una relación positiva en el cuadrante uno y están bien representadas, al mismo tiempo los genotipos Andenes-80, Paton_Grande y H-6 se ubican en el mismo cuadrante lo que indica que dichos genotipos tienen mejores características en cuanto a rendimiento en kilogramos por hectárea y peso de 100 semillas. Así mismo los vectores de días a la madures fisiológica e índice de cosecha, también se encuentran bien representadas y con una correlación positiva ambos ubicados en el cuadrante dos. Esto indica que los genotipos Sacacatani y Yunguyo poseen buenas características en cuanto a dichas variables, ya que ambos genotipos también están ubicados en el mismo cuadrante. Por otro lado el genotipo Colec_UNCP tiene una correlación inversa con días a la madurez fisiológica esto indica que es el genotipo con menos días a la madurez fisiológica por ende es la más precoz, así mismo el genotipo Accesion_13 tiene una correlación inversa con rendimiento en kilogramos por hectárea lo que indica que no tiene buenas características en cuanto al rendimiento, finalmente el genotipo Seccelambra se encuentra en el cuadrante negativo y tiene una correlación inversa con peso de 100 semillas esto indica que no cuenta con buenas características de rendimiento ni precocidad que es lo que se busca en este trabajo de investigación (Figura N° 44 y Figura N° 45).

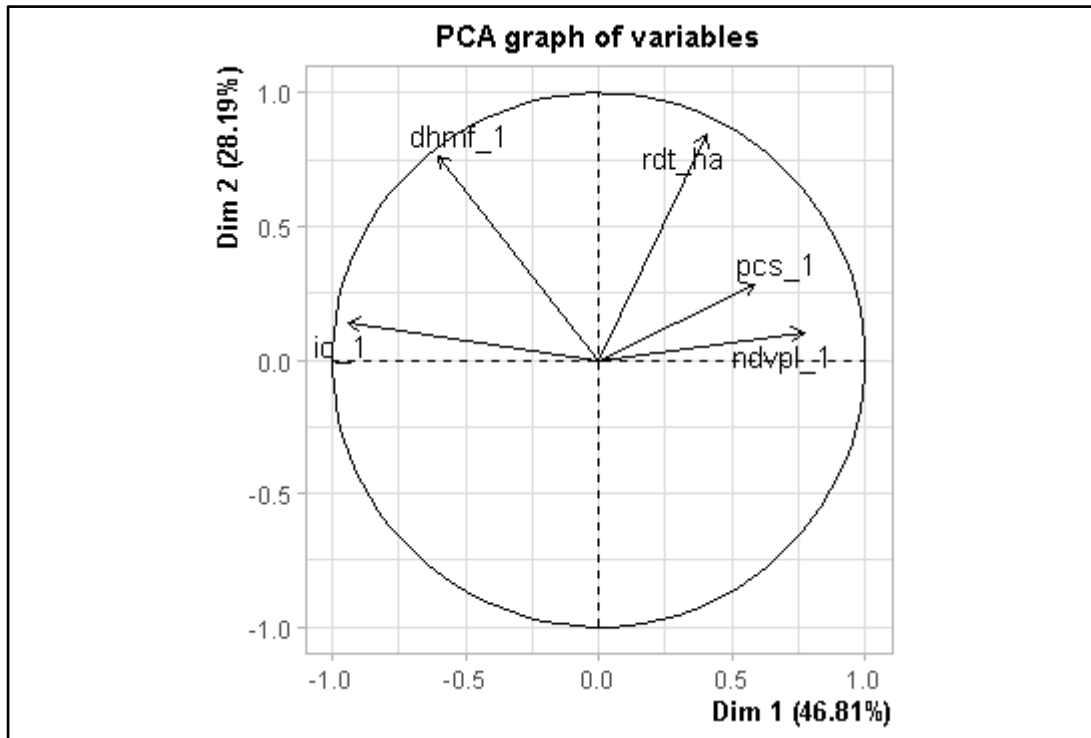


Figura N° 44: Correlación de las principales variables, (campana agrícola 2018-2019).

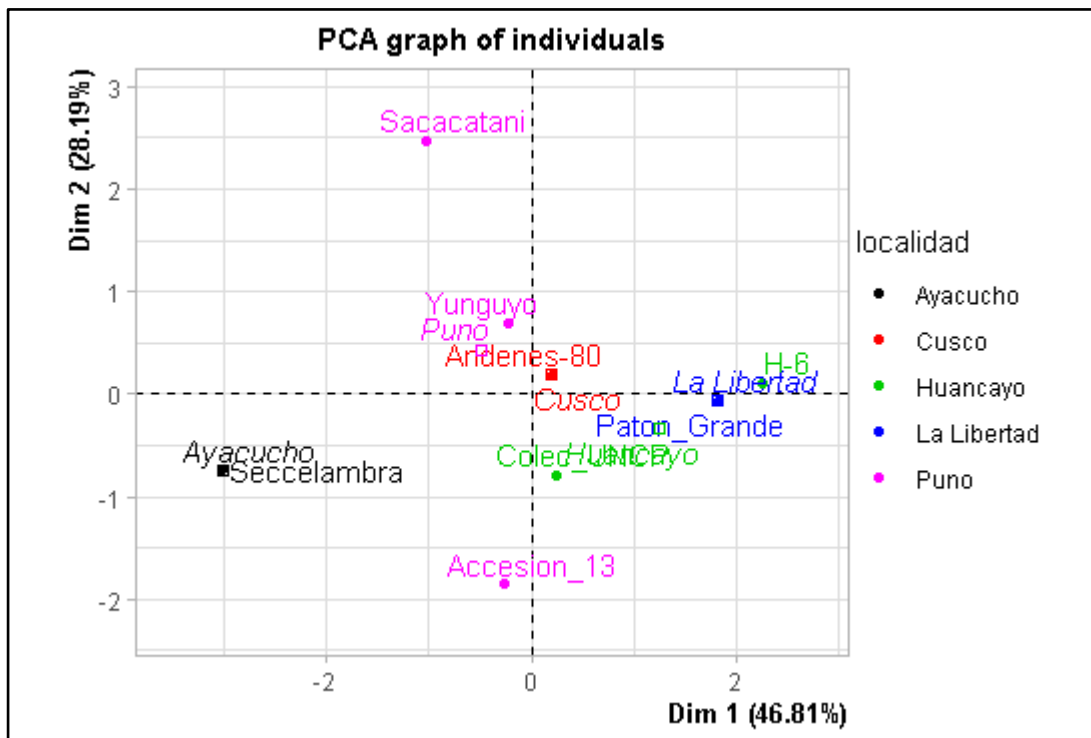


Figura N° 45: Plano principal de ocho genotipos, (campana agrícola 2018-2019).

4.7.2. Dendograma

En la Figura N° 46, se muestra la presentación de los grupos mediante líneas horizontales y las alturas representan las distancias, de esta manera el dendograma

muestra que las variables evaluadas del genotipo Sacacatani son diferentes al resto de los genotipos, formando un grupo propio que no se ha unido al resto de genotipos hasta el penúltimo paso, en la altura 0.9 aproximadamente, se puede observar claramente la agrupación de los tres grupos. Donde los genotipos, Andenes-80, Yunguyo, Colec_UNCP, Paton_Grande y H-6, forman el primer grupo, siendo diferentes a los otros tres genotipos, por otro lado, los genotipos Accesoión_13 y Seccelambra forman su propio grupo siendo así diferentes al resto de los genotipos.

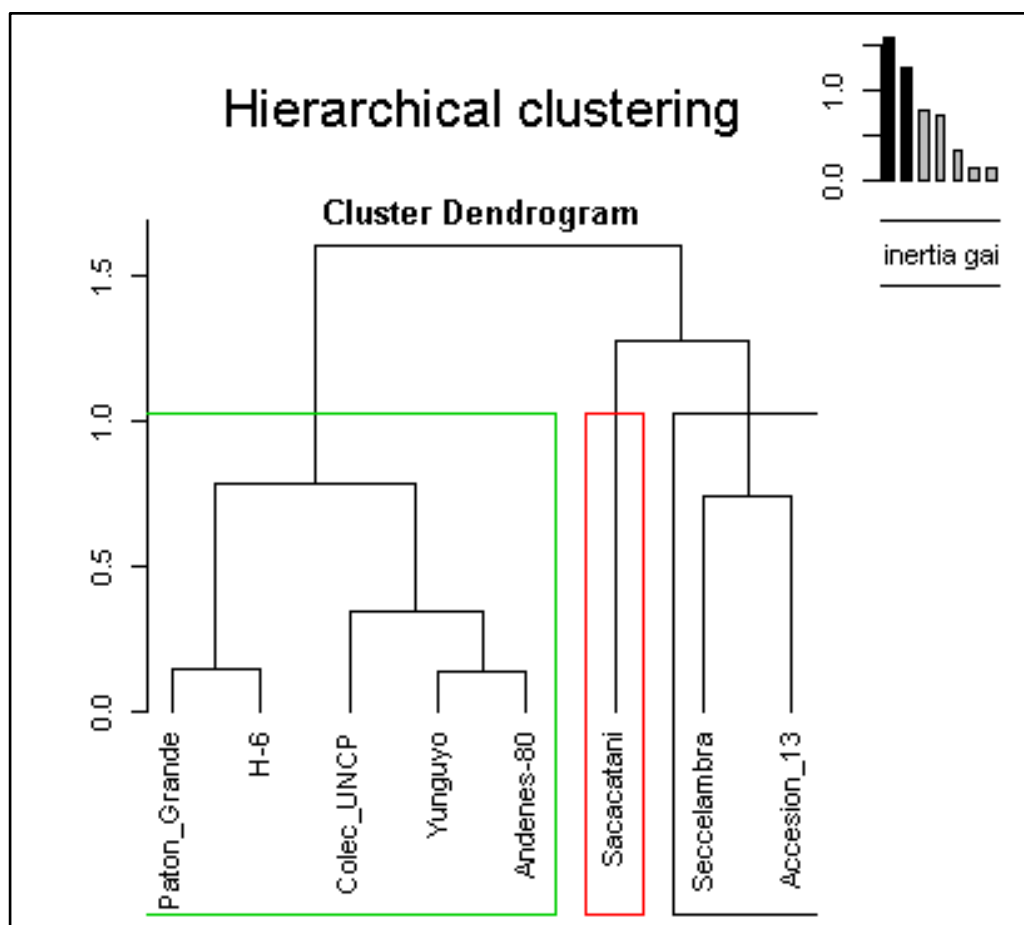


Figura N° 46: Dendrograma de ocho genotipos de tarwi, (campaña agrícola 2018-2019).



V. CONCLUSIONES

En base al estudio realizado se concluye que: en altura de planta, diámetro de tallo, longitud de peciolo, longitud de vaina y ancho de vaina no se encontraron diferencias significativas entre los genotipos de tarwi, en cuanto a rendimiento el genotipo Sacacatani presentó el mejor rendimiento con 2766.5 kg/ha, seguido de los genotipos Paton_Grande y H-6 con 2504.8 y 2480 kg/ha. Así mismo estos genotipos son de tamaño mediado y presentan buen número de vainas por planta siendo un idiótipo ideal para la selección en condiciones de Puno. De la misma manera en la capacidad simbiótica de estos genotipos de tarwi, no se encontró diferencias significativas, no obstante, que el genotipo Yunguyo registró el promedio mayor de peso fresco de nódulos con 5.9 g.

Al realizar el análisis multivariado con 75.01 % de la información total de los ocho genotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), el genotipo Colec_UNCP con 241 días a la madurez fisiológica se registró como la más precoz de los genotipos estudiados, seguido de los genotipos Accesion_13 y H-6 con 242 y 243 días a la madures fisiológica. En cuanto a rendimiento el mejor resultado obtuvo el genotipo Sacacatani con 2766.5 kg/ha. Así mismo en cuanto al parámetro de peso de 100 semillas el genotipo Andenes-80 obtuvo el valor más alto con 31.8 g seguido del genotipo Yunguyo con 30.2 g



VI. RECOMENDACIONES

Con los resultados y conclusiones del presente trabajo se plantea realizar las siguientes recomendaciones:

- Evaluar los genotipos seleccionados en diferentes localidades de la zona circunlacustre de Puno, de la misma manera evaluar la adaptación de dichos genotipos y comprobar su verdadero potencial.
- Se recomienda realizar evaluaciones de densidad de siembra, para establecer densidades adecuadas que permitan mejorar los rendimientos y la eficiencia del mismo frente a los factores abióticos y bióticos.



VII. REFERENCIAS

- Agencia CyTA, M. (2001, mayo 15). Ciencia y Técnica Administrativa. ISSN 1666-1680. Buenos Aires, Argentina.
- Agüero, S. (2018). “Sistemas de producción de *Lupinus mutabilis* Sweet ‘chocho’ en terrazas y laderas con fertilización fosfatada en Cajamarca”. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en Suelos. Escuela de Posgrado Maestría en Suelos. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú. 109 p.
- Aguilar, L. (2015). Evaluación del rendimiento de grano y capacidad simbiótica de once accesiones de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), bajo condiciones de Otuzco-La Libertad. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 91 p.
- Añaguari, E. (2013). Caracterización morfológica y componentes de rendimiento de compuestos avanzados de tarwi (*Lupinus mutabilis* s.) En dos localidades del Valle del Mantaro. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional del Centro del Perú. Mantaro, Perú. 143 p.
- Araujo, R. (2015). Parcelas de comprobación de compuestos de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en dos localidades del Valle del Mantaro. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional del Centro del Perú. Mantaro, Perú. 96 p.
- Biblioteca Nacional de Agricultura. (2009). Glosario. Servicio de Investigación Agrícola, Departamento de Agricultura de EE.UU. 392 p.
- Camarena, F. (2013). Entrevista de Chicata, Müller y Rojas. Programa de Leguminosas.
- Camarena, F., Huaranga, A., Jimenez, D., y Mostacero, E. (2012). Revalorización de un Cultivo subutilizado: Chocho o Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.). Universidad



- Nacional Agraria de La Molina – Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica. Editorial CONCYTEC, Lima, Perú. pp. 222.
- Castañeda B., Manrique R., Gamarra F., Muñoz A., Ramos F., Lizaraso F. y Martínez J. (2008). Probiótico elaborado en base a las semillas de (*Lupinus mutabilis* sweet) chocho o tarwi. Acta Médica Peruana, 25(4), pp.210-215.
- Chirinos M., Jiménez E., y Vilca L. (2015). Análisis de la Variabilidad Genética entre treinta accesiones de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) usando marcadores moleculares ISSR. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Trujillo. Scientia Agropecuaria, 6(1), pp. 17-30.
- CIPCA. (2004). Centro de Investigación y Promoción del Campesinado. El potencial del tarwi. La Paz, Bolivia.
- CIPCA. (2009). Centro de Investigación y Promoción del Campesinado. Cultivo del Tarwi. La Paz, Bolivia. pp. 10-34.
- 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”. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú. 141 p.
- Elston ARC. (2014). A Weight-Free Index for the Purpose of Ranking or Selection with Respect to Several Traits at a Time. 19:85-97.
- FAO y IFAD. (2012). The state of food insecurity in the world 2012. FAO Rome.
- Flores, E. (2018). Caracterización agrobotánica de trece líneas avanzadas de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) por precocidad y rendimiento en el Centro Agronómico de K’ayra. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. K’ayra, Cusco, Perú. 139 p.



- Franco, T. (2003). Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. Boletín Técnico N° 8. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI) Cali, Colombia. 89 p.
- Galvez, L., Genovese, M. y Lajolo, F. (2009). Isoflavones and antioxidant capacity of Peruvian and Brazilian lupin cultivars. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22(5), pp. 397-404.
- Garay, O. (2015). Manual del tarwi, el tarwi como alternativa para la lucha contra la desnutrición infantil. Ministerio de Agricultura y Riego. Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA Estación Experimental Agraria Santa Ana. Huancayo, Perú. 64 p.
- Guemes, N. (2007). Utilización de los derivados de cereales y leguminosas en la elaboración de productos cárnicos. *NACAMEEH*, Vol.1, N°8, pp. 110-117.
- Henríquez, P. (2002). Glosario de términos útiles para el manejo de los recursos filogenéticos. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (IICA). San Salvador, El Salvador, Venezuela. 80 p.
- Huisa, J. (2018). Evaluación del comportamiento agronómico de catorce accesiones del ensayo nacional de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) en el CIP Camacani. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. 115 p.
- INIA. (2014). Hoja divulgativa N°1 Manejo agronómico del tarwi. Instituto Nacional de Innovación Agraria, Dirección de Investigación Agraria, Dirección de Extensión Agraria. Estación Experimental Agraria Santa Ana. Huancayo, Perú.
- INIA. (2014). Hoja divulgativa N°3 Plagas y enfermedades del tarwi. Instituto Nacional de Innovación Agraria, Dirección de Investigación Agraria, Dirección de Extensión Agraria. Estación Experimental Agraria Santa Ana. Huancayo, Perú.



- ITIS. (2019). Integrated Taxonomic Information Systems (*Lupinus mutabilis* Sweet). Estados Unidos.
- Jacobsen, S. y Mujica, A. (2006). El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) y sus parientes silvestres. Botánica Económica de los Andes Centrales. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia, 25 p.
- Jarrin, P. (2003). Tratamiento del agua de desamargado de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet), proveniente de la planta piloto de la Estación Santa Catalina INIAP. Tesis de grado para optar el título de Doctora en Bioquímica y Farmacia. Facultad de Ciencias. Riobamba, Ecuador. 161 p.
- Ortega, E., Rodríguez, A., David, A., y Zamora, A. (2010). Caracterización de semillas de lupino (*Lupinus mutabilis* Sweet) sembrado en los Andes de Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Colombia. pp. 111-118.
- Plata, J. (2016). Comportamiento Agronómico de dos Variedades de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), bajo tres densidades de siembra en la comunidad Marka Hilata Carabuco, La Paz. Tesis para optar el grado de Ingeniero Agrónomo. Carrera de Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. 90 p.
- Salvatierra. (2014). Efecto de diferentes niveles de adición de harina de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en las características organolépticas del dulce de leche. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agroindustrial. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Huancavelica. Acobamba, Huancavelica, Perú. 79 p.
- Samperio, G. (2002). Germinación de semillas. Manual de divulgación para uso en instituciones de educación. Asociación Hidropónica Mexicana. Toluca, México.
- Sanchez, F. (2013). Proyecto de factibilidad de inversión privada para la instalación de un semillero de quinua. Sierra Exportadora. Lima, Perú.



- Sancho, E. (2011). Evaluación de características agronómicas De 80 Accesiones De Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- Suca, G. R. (2015). Potencial del tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) como futura fuente proteínica y avances de su desarrollo agroindustrial. Revista Peruana de Química e Ingeniería Química. Volumen 18 N° 2, pp.55–71.
- Tapia, M. (2015). El tarwi, Lupino Andino. Mujeres Andinas en Camino: Promoción del producto de tarwi de la Provincia de Huaylas hacia el mercado nacional e internacional en el marco rural del desarrollo sostenible. Áncash, Perú. 108 p.
- Tapia, M. (2016). El estado de arte en el Perú sobre el Chocho, tarwi o tauri (*Lupinus mutabilis* Sweet). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 32 p.
- Tapia, M. E., Fries, A. M., Mazar, I., y Rosell, C. (2007). Guía de campo de los cultivos andinos. Primera edición. Lima: Roma: Asociación Nacional de Productores Ecológicos del Perú; Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Lima Perú. 222 p.
- Tineo, J. (2002). Cultivo del Tarwi. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Dirección General de Investigación Agraria. Folleto N°04. Lima, Perú. 10 p.
- Villacrés, E., Peralta, E., Cuadrado, L., Revelo, J., Aldaz, R., y Abdo, S. (2008). Propiedades y aplicaciones de los alcaloides del chocho, (*Lupinus mutabilis* Sweet) Grafistas; Boletín Técnico N°133. Quito, Ecuador. 19 p.
- Zavaleta, A., Mujica, A., y Quispe, M. (2018). Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet). Leguminosa andina con gran potencial industrial. Primera edición. Fondo Editorial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 164 p.

ANEXOS

Tabla N° 42: Datos de temperatura, precipitación y humedad relativa, (campana agrícola 2018-2019).

AÑO	MES	Temperatura °C		Precipitación (mm)	Humedad relativa (%)
		Máxima	Mínima		
2018	Setiembre	15.87	0.6	0	67.9
	octubre	16.29	4.1	105.9	79
	Noviembre	17.66	4.8	16.7	71.1
	Diciembre	16.81	4.2	124.7	75.8
2019	Enero	15.72	5.5	172.9	85.5
	Febrero	15.26	5.5	127.8	88.5
	Marzo	15.62	4.8	71.4	87.2
	Abril	15.4	3.7	49.4	86.9
	Mayo	15.41	1.1	8.2	75.2
	Junio	14.9	-1.1	6.3	75.6
	julio	14.9	-1.5	6.6	73.6

Tabla N° 43: Promedios por repeticiones de días a la floración y días a la madurez fisiológica, (campana agrícola 2018-2019).

GENOTIPOS	DIAS A LA FLORACION				DIAS A LA M.F.			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
H-6	123	124	125	124	243	243	244	242
Andenes-80	135	133	134	134	257	254	256	253
Seccelambra	138	138	139	137	258	257	256	257
Accesion_13	125	126	126	127	241	243	242	242
Yunguyo	136	138	137	137	258	256	256	254
Sacacatani	141	142	143	142	268	269	267	268
Paton_Grande	124	123	125	124	245	245	242	244
Colec_UNCP	128	125	128	127	240	241	242	241

Tabla N° 44: Promedios por repeticiones de las evaluaciones de altura de plaznta, diámetro de tallo y diámetro de hoja, (campaña agrícola 2018-2019).

GENOTIPOS	ALTURA DE PLANTA				DIAMETRO DE TALLO				DIAMETRO DE HOJA			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
H-6	118.4	119.6	120.5	119.1	16.4	18.5	19.0	17.0	18.1	15.7	15.3	15.3
Andenes-80	135.5	112.2	131.2	114.7	18.0	15.5	21.5	18.4	15.6	14.8	14.3	16.5
Seccelambra	111.7	116.2	97.7	110.9	17.3	19.7	13.2	18.8	15.4	16.3	14.1	15.2
Accesion_13	126.1	93.5	100.6	125.0	18.8	14.7	16.1	16.9	16.1	14.3	15.4	15.3
Yunguyo	118.9	83.4	107.7	122.0	18.9	12.8	15.2	20.4	16.9	14.3	14.1	15.4
Sacacatani	118.2	109.7	108.7	111.3	16.9	17.8	16.3	17.1	15.3	14.6	16.1	14.6
Paton_Grande	127.0	135.1	119.2	115.1	17.5	19.1	17.0	18.7	14.4	14.9	15.8	16.9
Colec_UNCP	124.1	116.9	113.6	118.9	19.0	17.0	17.7	18.5	17.2	16.4	14.2	15.9

Tabla N° 45: Promedios por repetición del número de vainas por planta y número de granos por vaina, (campaña agrícola 2018-2019).

GENOTIPOS	NUMERO DE VAINAS POR PLANTA				NUMERO DE GRANOS POR VAINA			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
H-6	34.04	42.13	59.13	34.25	6	5	7	6
Andenes-80	37.07	43.47	29.11	36.07	6	6	5	6
Seccelambra	30.22	41.36	27.74	38.25	6	5	5	5
Accesion_13	45.00	38.84	40.79	34.65	6	5	5	7
Yunguyo	41.55	37.27	39.82	33.42	6	5	5	7
Sacacatani	38.84	41.74	37.27	37.07	6	7	5	5
Paton_Grande	40.79	38.84	38.84	39.82	7	6	6	6
Colec_UNCP	43.09	41.17	23.83	38.25	7	6	6	5

Tabla N° 46: Promedios por repeticiones de longitud de grano y ancho de grano, (campaña agrícola 2018-2019).

GENOTIPOS	LONGITUD DE GRANO				ANCHO DE GRANO			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
H-6	10.43	10.78	12.19	12.71	9.31	9.04	9.15	9.98
Andenes-80	11.89	11.32	12.03	13.15	9.05	9.41	10.13	10.13
Seccelambra	11.19	10.68	11.30	12.12	8.47	8.72	8.30	8.63
Accesion_13	10.84	10.77	10.98	11.44	8.25	7.82	8.20	8.23
Yunguyo	11.40	11.52	11.83	12.65	8.92	9.41	9.17	10.06
Sacacatani	11.85	11.08	11.21	11.79	8.60	8.48	8.13	8.75
Paton_Grande	12.39	11.68	12.32	12.81	9.15	8.87	9.47	9.08
Colec_UNCP	11.66	11.75	12.19	11.41	8.80	8.82	9.71	9.26

Tabla N° 47: Promedios por repeticiones de rendimiento en kilogramos por hectárea, campaña agrícola 2018-2019.

GENOTIPOS	RENDIMIENTO EN kg/ha			
	I	II	III	IV
H-6	2994	2054	3086	1786
Andenes-80	1988	2758	1671	2696
Seccelambra	2300	2392	1386	2169
Accesion_13	2867	1565	1746	2166
Yunguyo	2979	1708	2497	2311
Sacacatani	2945	2312	2826	2983
Paton_Grande	2486	3071	1995	2467
Colec_UNCP	3035	2708	1422	2310

Tabla N° 48: Promedios por repeticiones del peso fresco de la raíz con nódulos y peso fresco de la raíz, (campaña agrícola 2018-2019).

GENOTIPOS	PESO FRESCO DE LA RAÍZ CON NODULOS				PESO FRESCO DE LA RAÍZ			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
H-6	16.17	15.11	18.13	16.11	10.22	7.58	12.54	10.69
Andenes-80	16.45	16.2	15.51	16.01	10.42	10.72	10.49	9.84
Seccelambra	15.03	14.68	14.22	14.91	9.98	10.24	9.14	8.15
Accesion_13	16.44	14.29	14.49	16.69	9.71	10.23	9.02	10.54
Yunguyo	16.91	14.16	15.29	17.96	10.61	9.13	9.38	10.68
Sacacatani	15.89	16.7	15.05	14.78	9.23	11.23	8.99	8.31
Paton_Grande	16.86	17.76	15.59	15.65	8.97	10.25	8.46	9.67
Colec_UNCP	16.97	16.95	15.99	15.29	9.26	10.85	10.53	9.15

Tabla N° 49: Promedios por repeticiones de peso fresco de nódulos y peso seco de la raíz, (campaña agrícola 2018-2019).

GENOTIPOS	PESO FRESCO DE NODULOS				PESO SECO DE LA RAÍZ			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
H-6	5.01	5.13	5.16	5.27	5.28	5.93	4.38	5.84
Andenes-80	5.42	5.27	5.73	4.28	6.02	5.98	5.63	5.56
Seccelambra	5.62	5.16	6.12	5.64	5.61	5.64	5.49	5.94
Accesion_13	4.98	6.21	5.49	5.63	5.16	5.28	5.39	5.72
Yunguyo	5.32	6.03	5.14	6.92	5.84	4.38	5.39	5.34
Sacacatani	5.39	5.14	5.14	5.91	5.79	5.36	5.46	5.34
Paton_Grande	5.84	5.26	5.19	5.34	5.24	5.39	5.48	5.73
Colec_UNCP	5.94	5.12	5.84	6.39	5.36	4.39	4.93	5.16

Tabla N° 50: Promedios por repeticiones de porcentaje de pureza y peso de 100 semillas, (campaña agrícola 2018-2019).

GENOTIPOS	PORCENTAJE DE PUREZA				PESO DE 100 SEMILLAS			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
H-6	84.26	82.08	85.2	80.2	29	31	28	32
Andenes-80	81.87	81.47	81.09	78.91	29	34	33	31
Seccelambra	81.87	79.53	78.32	78.32	22	22	20	22
Accesion_13	83.98	83.2	81.87	85.2	18	21	18	20
Yunguyo	80.03	82.08	80.03	82.97	36	29	29	27
Sacacatani	80.54	81.28	80.72	81.87	23	22	20	25
Paton_Grande	83.45	80.72	80.54	80.03	27	25	31	27
Colec_UNCP	78.32	78.03	81.87	81.87	25	28	25	26

Tabla N° 51: Promedios por repeticiones de porcentaje de poder germinativo y valor cultural, (campaña agrícola 2018-2019).

GENOTIPOS	PORCENTAJE DE PODER GERMINATIVO				VALOR CULTURAL			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
H-6	95	96	97	96	94	94	96	93
Andenes-80	93	97	94	98	91	95	92	94
Seccelambra	97	95	93	97	95	92	89	93
Accesion_13	95	98	93	95	94	97	91	94
Yunguyo	95	98	92	95	92	96	89	94
Sacacatani	97	96	98	96	94	94	95	94
Paton_Grande	95	95	97	94	94	92	94	91
Colec_UNCP	97	97	97	95	93	93	95	93

Tabla N° 52: Promedios por repeticiones de porcentaje de humedad y peso hectolitrico, (campaña agrícola 2018-2019).

GENOTIPOS	PORCENTAJE DE HUMEDAD				PESO HECTOLITRICO			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
H-6	7.09	6.9	6.87	7.82	74.4	72.4	73.2	73.6
Andenes-80	7.28	7.21	6.63	6.28	74	73.6	72.8	72.8
Seccelambra	7.81	6.61	7.11	5.99	73.6	72.8	75.2	73.2
Accesion_13	5.96	7.79	6.23	7.27	74.4	74.4	73.2	72.4
Yunguyo	6.83	6.02	7.25	6.68	73.2	73.2	71.2	71.2
Sacacatani	6.57	6.26	6.1	6.85	75.2	74	73.2	73.2
Paton_Grande	6.65	6.64	7.83	7.08	73.6	73.6	72.4	74.8
Colec_UNCP	6.25	7.07	6.59	6.59	72.4	74.4	74.8	73.6



Figura N° 47: Siembra por golpe de ocho genotipos de tarwi en la localidad de Camacani-Puno, (campaña agrícola 2018-2019).



Figura N° 48: Aporque del cultivo de tarwi el campo experimental de la presente investigación, localidad Camacani, (campaña agrícola 2018 – 2019).



Figura N° 49: Registro de datos durante la cosecha, (campaña agrícola 2018-2019).

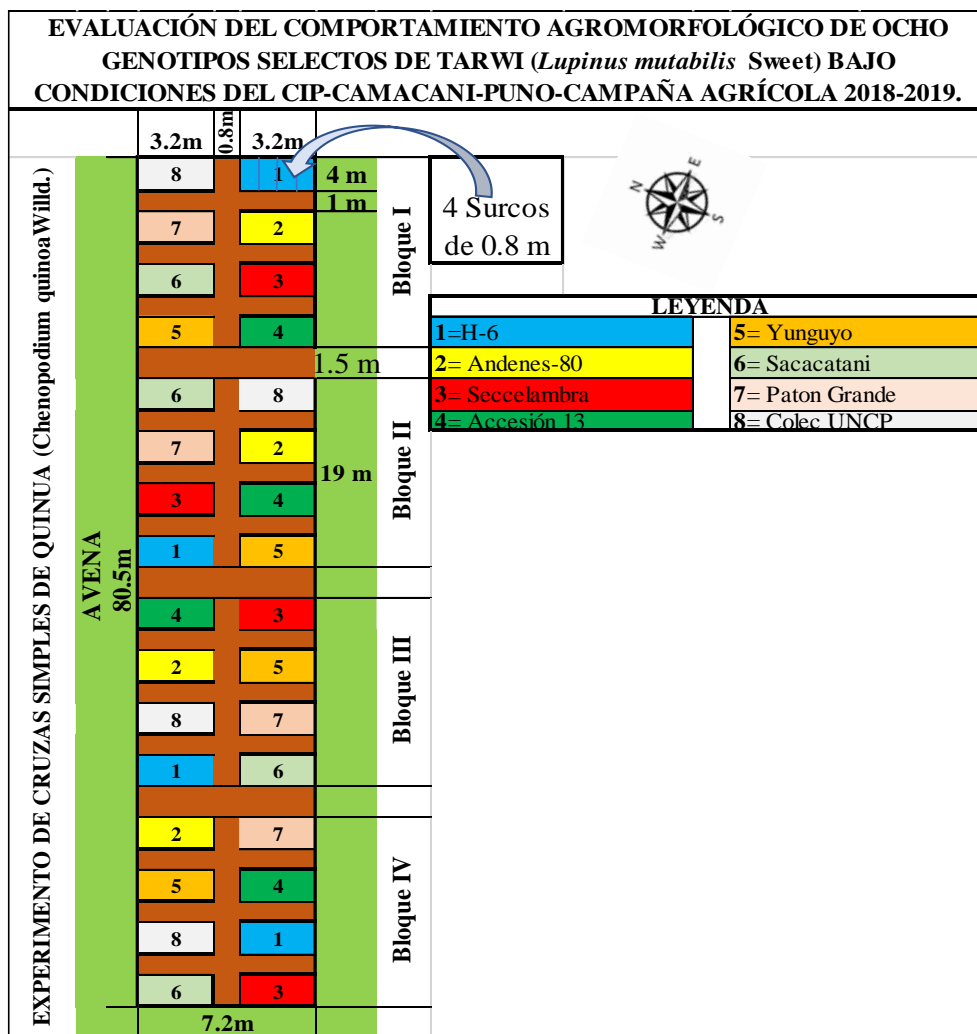


Figura N° 50: Croquis del trabajo de investigación en la localidad de Camacani-Puno, (campaña agrícola 2018-2019).



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES
ANÁLISIS DE SUELOS : CARACTERIZACIÓN



Solicitante : UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

Departamento : PUNO
Distrito : CAMACANI
Referencia : H.R. 62785-028C-18

Provincia : PUNO
Predio :
Fecha : 23/08/18

Fact.: 2514

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables meq/100g				Suma de Cationes Bases	% Sat. De Bases	
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺			Al ⁺³ + H ⁺
1901	Edith Maritza Salazar Canaza	5.25	0.28	0.00	1.69	22.7	157	26	20	Fr.Ar.A.	14.08	7.42	2.87	0.25	0.15	0.15	10.84	10.69	76

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

Sedy Garcia Bendezu
Jefe del Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM - Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Figura N° 51: Análisis físico químico de suelo del trabajo de investigación de la localidad de Camacani, (campaña agrícola 2018-2019).

"SENAMHI ORGANO OFICIAL Y RECTOR DEL SISTEMA HIDROMETEOROLOGICO NACIONAL AL SERVICIO DEL DESARROLLO SOCIO ECONOMICO DEL PAIS"											
ESTACIÓN CO. 115052		LATITUD		15°59'26.1"		DEPARTAMENTO		PUNO			
RINCON DE LA CRUZ - ACORA		LONGITUD		69°48'39"		PROVINCIA		PUNO			
		ALTITUD		3935		DISTRITO		ACORA			
PARAMETRO: PROMEDIO MENSUAL DE TEMPERATURA MAXIMA EN °C											
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	SET	OCT	NOV	DIC
2018								15.9	16.3	17.7	16.8
2019	15.7	15.3	15.6	15.4	15.4	14.9	14.9				
PARAMETRO: PROMEDIO MENSUAL DE TEMPERATURA MINIMA EN °C.											
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	SET	OCT	NOV	DIC
2018								0.6	4.1	4.8	4.2
2019	5.5	5.5	4.8	3.7	1.1	-1.1	-1.5				
PARAMETRO: PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL EN mm.											
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	SET	OCT	NOV	DIC
2018								0.0	105.9	16.7	124.7
2019	172.9	127.8	71.4	49.4	8.2	6.3	6.6				
PARAMETRO: PROMEDIO MENSUAL DE HUMEDAD RELATIVA EN %											
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	SET	OCT	NOV	DIC
2018								68	79	71	76
2019	86	89	87	87	75	76	74				
INFORMACION PROCESADA PARA: BEATRIZ LERMA CAYO (TESISTA)											
Puno, 24 de Octubre del 2019.											

Figura N° 52: Información meteorológica de la localidad de Camacani, (campaña agrícola 2018-2019).



LABORATORIO DE ANALISIS DE SEMILLA

INFORME N° 001-LAS-FCA-U3NA-PUNO

INFORMACION DEL SOLICITANTE:

Nombres y Apellidos : Beatriz Lerma Cayo
Descripción : Tarwi (8 genotipos)
Procedencia : CIP-Camacani
Fecha de ingreso : 01 de Agosto del 2019

DATOS DE LA MUESTRA

Especie : tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet)
Genotipos : (8)

RESULTADO DE ANALISIS

N° Muestra 01	Pureza %	Poder germinativo %	Valor cultural %	Humedad %	Peso hectolitrito kg
H-6	82.9	96.0	94.3	7.2	73.4
Andenes-80	80.8	95.5	93.0	6.9	73.3
Seccelambra	79.5	95.5	92.3	6.9	73.7
Accesión_13	83.6	95.3	94.0	6.8	73.6
Yunguyo	81.3	95.0	92.8	6.7	72.2
Sacacatani	81.1	96.8	94.3	6.4	73.9
Paton Grande	81.2	95.3	92.8	7.1	73.6
Colec_UNCP	80.0	96.5	93.5	6.6	73.8

Puno, C.U. 25 de agosto 2019


JEFE ING. SATURNINO MARCA VILCA
JEFE DE LABORATORIO



LUCIANO J. DUEÑAS QUISPE
LABORATORISTA

Figura N° 53: Análisis de semilla de ocho genotipos de tarwi, (campana agrícola 2018-2019).

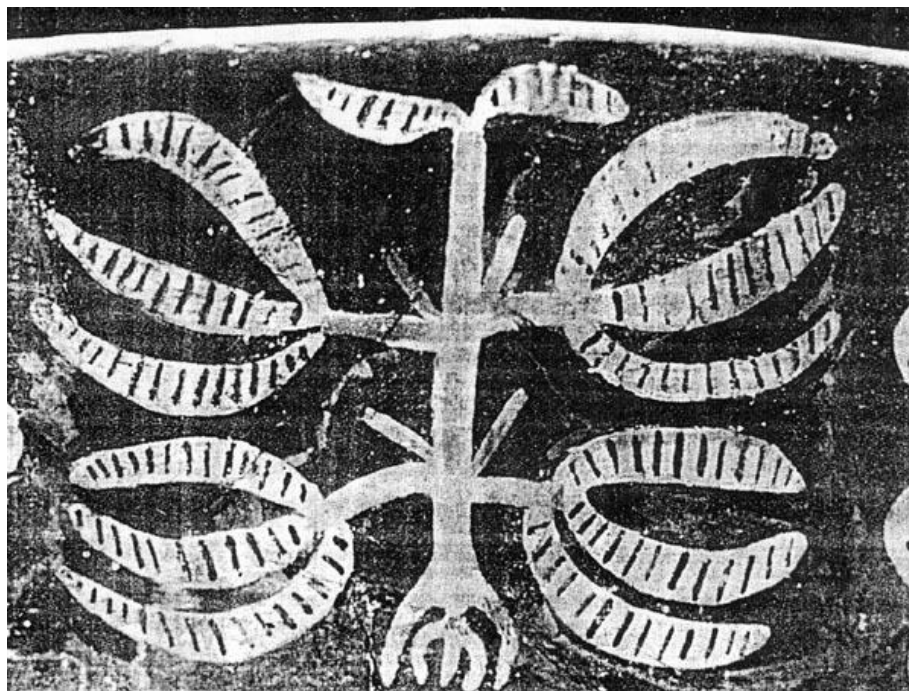
DESCRIPTORES DE LUPINOS

PROLOGO

INTRODUCCION

DESCRIPTORES DE LUPINOS

APENDICE: PARTICIPANTES EN EL GRUPO DE TRABAJO



El tarwi (*Lupinus mutabilis*) ha constituido durante milenios la base proteica de la alimentación en el área andina. Esta figura muestra el dibujo de una planta de tarwi sobre un vaso ceremonial de la cultura pre-inca Wari con unos 1,400 años de antigüedad.

El Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos (CIRF) es una organización internacional, científica y autónoma que está patrocinada por el Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional (CGIAR). El CIRF fue creado por el CGIAR en 1974 y lo integran su presidente y 15 miembros; la Organización para la Agricultura y Alimentación de las Naciones Unidas (FAO) le proporciona la Secretaría Ejecutiva. El Grupo Consultivo proporciona al CIRF la asistencia financiera adecuada para satisfacer sus necesidades presupuestarias. El principal objetivo del CIRF tal como fuera definido por el CGIAR es promover el desarrollo de una red internacional de centros de recursos genéticos dedicados a la recolección, conservación, documentación, evaluación y uso del germoplasma vegetal, para de este modo contribuir a elevar el nivel de vida y la seguridad alimentaria de la humanidad.

Secretaría Ejecutiva del CIRF

División de Producción y Protección Vegetal

Organización para la Agricultura y Alimentación de las

Naciones Unidas Via delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italia.

© Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos, 1981



PROLOGO

El género Lupinus comprende de 300 a 400 especies y tiene diversos centros de diversidad, estando los más importantes situados en la región Mediterránea para los lupinos del Viejo Mundo y en Méjico y la región Andina para los lupinos del Nuevo Mundo.

Diversas especies como L. albus y L. pilosus en Europa, Asia y África y L. mutabilis en Sud-América han sido cultivadas durante varios miles de años, proporcionando una importante fuente de proteínas. Los lupinos cultivados reciben también en español los nombres de: Altramuz, Chocho y Tarwi, éste último en la región Andina en Latino-América.

A pesar de que las especies del Viejo y Nuevo Mundo han desarrollado rasgos distintivos y barreras sexuales, el gran número de características comunes justifica plenamente el uso de una lista única de descriptores.

El CIRF solicitó al Dr. Oscar Blanco de la Universidad de San Antonio Abad, Cusco, Perú que preparase una lista de descriptores para el género Lupinus que permitiese caracterizar y evaluar las poblaciones y cultivares del mismo. Esta lista se usó posteriormente como documento básico de discusión por un Grupo de Trabajo que convocado por el CIRF y con el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias como anfitrión se reunió en Madrid, España, en 1980, con el fin de producir la lista definitiva que se presenta en este documento. Los participantes del Grupo de Trabajo figuran en el Apéndice.

El CIRF recomienda el uso de esta lista en la documentación e intercambio de información sobre germoplasma del Lupinus. Téngase en cuenta que el CIRF endosa los descriptores y los distintos estados de cada descriptor presentado en esta lista, pero los códigos numéricos presentados no deben considerarse definitivos.

Dado el elevado número de descriptores incluidos en el epígrafe "Caracterización", el Grupo de Trabajo decidió marcar con un arterísco los que considero más importantes y el CIRF recomienda que las personas responsables de su estudio presten especial atención a estos caracteres, así como a todos los incluidos en el epígrafe "Evaluación preliminar".

La Secretaría del CIRF agradecería toda sugerencia que permita mejorar la lista en futuras ediciones.

INTRODUCCION

El CIRF utiliza actualmente las siguientes definiciones en la documentación de los recursos genéticos:

(i) Identificación o datos de "Pasaporte" (Identificación de las muestras e información registrada por los colectores);

(ii) Caracterización (consiste en registrar las características de alta heredabilidad que puedan observarse fácilmente de visu y capaces de expresarse en cualquier medio ambiente);

(iii) Evaluación preliminar (consiste en registrar un número limitado de características adicionales, consideradas importantes por aquellos que van a utilizar el germoplasma).

La caracterización y evaluación preliminar estarán bajo la responsabilidad de los bancos de germoplasma, mientras que cualquier evaluación más completa, que a menudo requiere programar experimentos, deberá ser realizada por los fitomejoradores u otros expertos que vayan a utilizar el material. La información procedente de estas evaluaciones más completas deberá ser



puesta a disposición de los responsables del banco de germoplasma para que la incluyan en la documentación de las muestras.

A los descriptores de variación continua se les ha asignado en este documento una escala que varía del 1 al 9. Los autores de esta lista han utilizado a menudo una selección de los posibles estados de un descriptor, ej.: Códigos 3, 5 y 7 para el descriptor. Esto no quiere decir que no puedan registrarse otros estados más extremos o intermedios mediante el uso del código que les correspondiese, ej.: La intensidad del color del botón floral (4.2.6) puede ser registrada como:

1 Muy clara
0
4 Entre clara y media

Se recomienda que para todos los descriptores el código "0" signifique la ausencia del carácter, mientras que dejar el código en blanco signifique que el carácter es desconocido o no ha sido aún estudiado. La heterogeneidad dentro de las poblaciones o cultivares puede expresarse con el código "X".

DESCRIPTORES DE LUPINOS

IDENTIFICACION (DATOS DE "PASAPORTE")

1. DATOS DE ENTRADA

1.1 NUMERO DE ENTRADA

Este número lo asigna cada instituto cuando una muestra pasa a formar parte de su colección de germoplasma y sirve para identificar la muestra. Este número, una vez asignado, no puede volverse a asignar a otra muestra. Incluso cuando una muestra ya no existe, su número no se puede volver a emplear. El número va precedido de una clave que identifica el instituto que lo asigna.

1.2 NOMBRE LATINO

Siempre que ello sea posible este nombre se ajustará a la clasificación de la Flora Europaea.

1.2.1 Género

1.2.2 Especie

1.2.3 Subespecie

1.3 FECHA DE ORIGEN DE LAS SEMILLAS

Año de la última vez que se multiplicó el material

1.4 ESTADO DE REGENERACION

Número de generaciones transcurridas a partir de la semilla que fue originalmente colectada

1.5 NOMBRE DEL DONANTE

Nombre del instituto o individuo donante de la muestra

1.6 NUMERO DEL DONANTE

Número o identificación que el donante había dado a la muestra

1.7 SINONIMOS

Otros nombres o números asociados con la muestra, el número P.I. dado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, los nombres locales, etc. No incluir aquí los números de recolección (Ver 2.2)



2. DATOS DE RECOLECCION

Estos datos deben ser registrados cuando se realizan las recolecciones en el campo

2.1 INSTITUCION RECOLECTORA

Nombre de la institución (o persona) que recolectó la muestra original

2.2 NUMERO DE RECOLECCION

Número originalmente asignado por el colector a la muestra

2.3 FECHA DE RECOLECCION DE LA MUESTRA ORIGINAL

Expresado como Día/Mes/Año y con un total de seis cifras, ej. el 10 de febrero de 1981 se registra como 100281

2.4 PAIS DONDE SE HA EFECTUADO LA RECOLECCION

Usar la abreviatura de tres letras asignada por la Oficina de Estadística de las Naciones Unidas. Copias de estas abreviaturas pueden ser proporcionadas por la Secretaría del CIRF

2.5 PROVINCIA/ESTADO/DEPARTAMENTO

Nombre de la subdivisión administrativa en que se efectuó la recolección

2.6 LATITUD

Grados y minutos seguidos por N (norte) o S (sur), ej. 10°03' S

2.7 LONGITUD

Grados y minutos seguidos por E (este) o O (oeste), ej. 76°05' O

2.8 LUGAR DE RECOLECCION

Número de kilómetros y dirección desde la ciudad o pueblo más cercano; o mapa con la referencia

2.9 ALTITUD

Altura sobre el nivel del mar, en metros del lugar donde se recogió la muestra original.

2.10 AREA DE RECOLECCION

- 1 Área no cultivada en condiciones naturales
- 2 Área no cultivada modificada
- 3 Área cultivada
- 4 Almacén rural
- 5 Mercado
- 6 Institución Agrícola
- 7 Otras (especifíquense)

2.11 TIPO DE MUESTRA

- 1 Silvestre
- 2 Malahierba
- 3 Semi-cultivada
- 4 Cultivada
- 5 Línea de mejora
- 6 Otras combinaciones genéticas (Mutantes, marcadores, etc.)

2.12 VARIABILIDAD DE LA POBLACION

Variabilidad observada de visu dentro de la población o cultivos en que se ha recolectado la muestra

- 0 No variabilidad
- 1 Poco variable



- 5 Variabilidad moderada
- 7 Muy variable

2.13 OTRAS NOTAS DEL RECOLECTOR

Información ecológica, tipo de suelo, regadío, época de siembra, topografía, etc.

CARACTERIZACION Y EVALUACION PRELIMINAR

3. GENERAL

3.1 LUGAR DE LA CARTERIZACION Y EVALUACION PRELIMINAR

3.2 NOMBRE Y DIRECCION DE LA INSTITUCION QUE LA REALIZA

3.3 FECHA DE SIEMBRA

Expresada con día/mes/año, con seis cifras, ej. el 5 de marzo de 1981 como 050381.

3.4 FECHA DE RECOLECCION

Expresada como día/mes/año, con seis cifras, ej. el 10 de septiembre de 1981 como 100981.

4. CARACTERIZACION

* 4.1 TIPO DE CRECIMIENTO

- 1 Herbáceo
- 2 Arbustivo

* 4.2 PORTE DE LA PLANTA

- 1 Erecto
- 5 Semierecto
- 9 Decumbente

4.3 TALLO

* 4.3.1 Formación del tallo (Figura 1)

- 0 Tallo principal no prominente
- + Tallo principal prominente

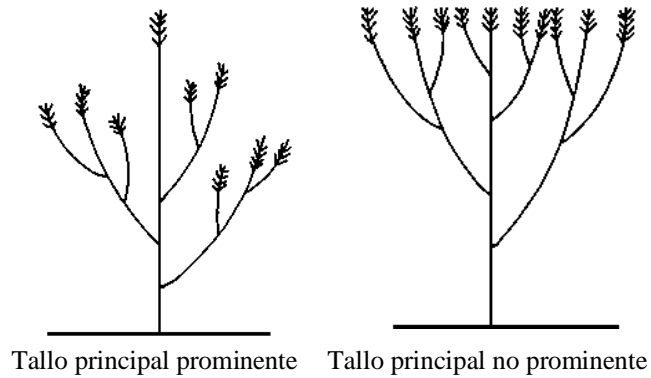
4.3.2 Pubescencia del tallo

- 0 Glabro
- + Pubescente

4.3.3 Color del tallo

- 1 Amarillo
- 2 Verde
- 3 Gris

Figura 1. Formación del tallo



4.3.4 Intensidad del color

- 3 Claro
- 5 Medio
- 7 Oscuro

4.3.5 Cerosidad del tallo

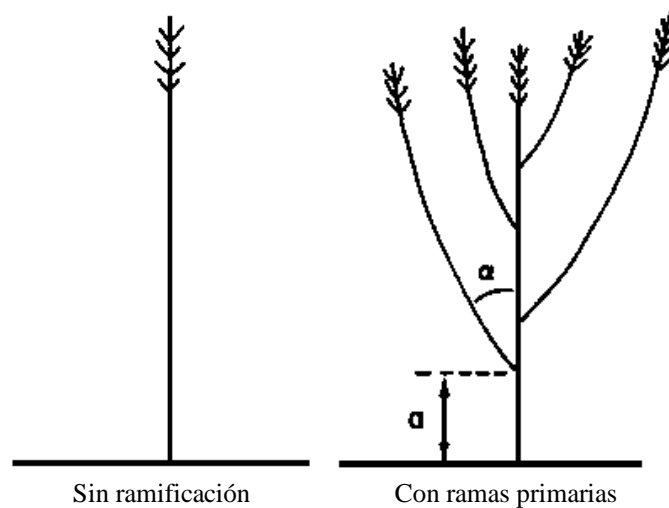
- 0 Ausente
- + Presente

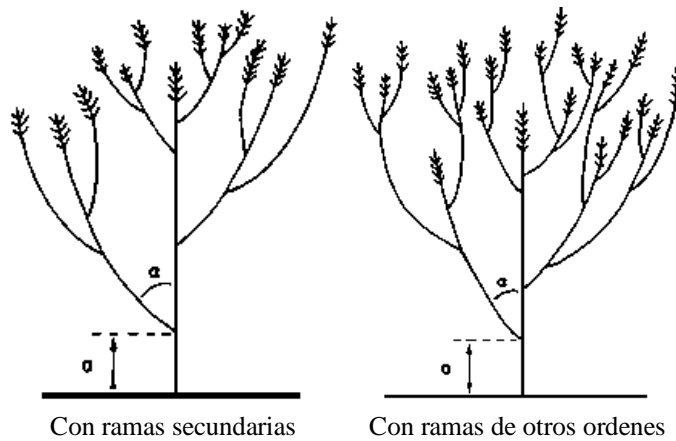
4.3.6 Espesor del tallo

En el primer nudo debajo de la inflorescencia principal o en su primera inflorescencia, según la especie. Media de 10 plantas en milímetros.

4.4 RAMIFICACION (Figura 2)

Figura 2. Ramificación





a = Angulo superior de la rama primaria inferior con el tallo principal
 a = Altura de rama primaria inferior

4.4.1 Ramificación

0 No ramificada
+ Ramificada

4.4.2. Ramas primarias

Número por planta. Media de 10 plantas.

4.4.3. Posición de la rama primaria inferior (Angulo en fig.2)

Ángulo superior de la rama con el tallo principal al iniciarse la floración. Solamente se registrará cuando la rama arranque en los 5 centímetros primeros del tallo principal. Media de 10 plantas.

4.4.4 Altura de la rama primaria inferior

Altura de inserción en milímetros. Media de 10 plantas.

4.5 HOJA

4.5.1 Diámetro máximo de la hoja, en milímetros (Figura 3)

Promedio de 10 plantas, en las hojas que encierran en su axila la inflorescencia principal o primera, según la especie. En milímetros.

* 4.5.2 Forma de los folíolos (Figura 4)

1 Elíptica
2 Se ensancha hacia el extremo
3 Otras formas (especificuense)

4.5.3 Forma del ápice del foliolo central

1 No acuminado
2 Acuminado

4.5.4 Foliolo Central longitud/anchura

Relación de la longitud a la anchura máxima. Media de 10 plantas.

Figura 3. Diámetro máximo de la hoja

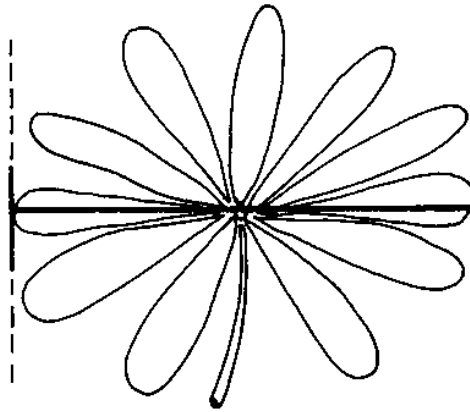
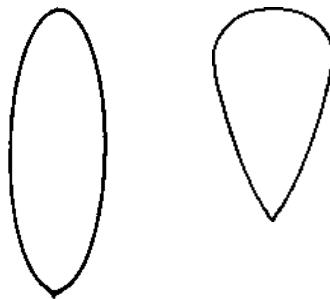


Figura 4. Forma de los foliolos



Elíptica Se ensancha hacia el extremo

4.5.5 Pubescencia del haz en los foliolos

- 0 Ausente
- + Presente

4.5.6 Pubescencia del envés en los foliolos

- 0 Ausente
- + Presente

4.5.7 Número de foliolos por hoja (Media de 10 plantas)

4.5.8 Color de la hoja

- 1 Amarillo
- 2 Verde
- 3 Gris

4.5.9 Intensidad del color de las hojas

- 3 Claro
- 5 Medio
- 7 Oscuro

4.5.10 Longitud de las estípulas

Medida en milímetros de la hoja que encierra en la axila la inflorescencia principal 6 en su defecto de la primera inflorescencia, según la especie. Media de 10 plantas.



4.5.11 Color de las estípulas

- 1 Verde
- 2 Amarillo
- 3 Gris
- 4 Verde y azul
- 5 Verde y rojo
- 6 Amarillo y azul
- 7 Amarillo y rojo

4.5.12 Intensidad del color de las estípulas

- 3 Claro
- 5 Medio
- 7 Oscuro

4.5.13 Longitud del peciolo

Medida en milímetros de la hoja que encierra en la axila la inflorescencia principal o en su defecto la primera inflorescencia, según la especie. Media de 10 plantas.

4.5.14 Color del peciolo

- 1 Amarillo
- 2 Verde
- 3 Gris

4.5.15 Intensidad del color del peciolo

- 1 Claro
- 2 Medio
- 3 Oscuro

4.6 INFLORESCENCIA (Figura 5)

El color de las flores y su intensidad son factores importantes en la caracterización del género *Lupinus*. Los tres componentes de la flor: alas, quilla y estandarte pueden tener color distinto. A su vez el estandarte puede presentar diferencias en la coloración de su banda marginal, manchas centrales y región intermedia. Las diferencias entre el color de las flores recién abiertas y aquella de las flores viejas es otra característica importante en este género.

4.6.1 Color del botón floral antes de la floración

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

4.6.2 Intensidad del color del botón floral antes de la floración

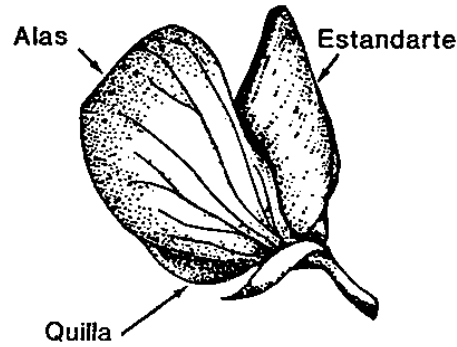
- 3 Claro
- 5 Medio
- 7 Oscuro

4.6.3 Color en las alas de las flores recién abiertas

- 1 Blanco
- 2 Amarillo
- 3 Naranja

- 4 Rosa
- 5 Rojo
- 6 Verde
- 7 Azul
- 8 Violeta
- 9 Marrón

Figura 5. Flor



4.6.4 Intensidad del color en las alas de las flores recién abiertas

- 3 Claro
- 5 Medio
- 7 Oscuro

* 4.6.5 Color en la quilla de las flores recién abiertas

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

4.6.6 Intensidad del color en la quilla de las flores recién abiertas

- 3 Claro
- 5 Medio
- 7 Oscuro

4.6.7 Color de la banda marginal en el estandarte de las flores recién abiertas

- 0 Banda marginal ausente
- 1 Blanco
- 2 Amarillo
- 3 Naranja
- 4 Rosa
- 5 Rojo
- 6 Verde
- 7 Azul
- 8 Violeta
- 9 Marrón



4.6.8 Intensidad del color de la banda marginal en el estandarte de las flores recién abiertas

- 3 Claro
- 5 Medio
- 7 Oscuro

* 4.6.9 Color de las manchas centrales en el estandarte de las flores recién abiertas.

- 0 Manchas centrales ausentes
- 1 Blanco
- 2 Amarillo
- 3 Naranja
- 4 Rosa
- 5 Rojo
- 6 Verde
- 7 Azul
- 8 Violeta
- 9 Marrón

4.6.10 Intensidad del color de las manchas centrales en el estandarte de las flores recién abiertas.

- 3 Claro
- 5 Medio
- 7 Oscuro

* 4.6.11 Color de la región intermedia en el estandarte de las flores recién abiertas

- 0 región intermedia ausente
- 1 Blanco
- 2 Amarillo
- 3 Naranja
- 4 Rosa
- 5 Rojo
- 6 Verde
- 7 Azul
- 8 Violeta
- 9 Marrón

4.6.12 Intensidad de la región intermedia en el estandarte de las flores recién abiertas

- 3 Claro
- 5 Medio
- 7 Oscuro

4.6.13 Color en las alas de las flores poco antes de marchitarse

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

4.6.14 Intensidad del color en las alas de las flores poco antes de marchitarse

- 3 Claro
- 5 Medio
- 7 Oscuro



4.6.15 Color en la quilla de las flores poco antes de marchitarse

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

4.6.16 Intensidad del color en la quilla de las flores poco antes de marchitarse

- 3 Claro
- 5 Medio
- 7 Oscuro

4.6.17 Color en la banda marginal del estandarte de las flores poco antes de marchitarse

- 0 Banda marginal ausente
- 1 Blanco
- 2 Amarillo
- 3 Naranja
- 4 Rosa
- 5 Rojo
- 6 Verde
- 7 Azul
- 8 Violeta
- 9 Marrón

4.6.18 Intensidad del color en la banda marginal del estandarte de las flores poco antes de marchitarse

- 3 Claro
- 5 Medio
- 7 Oscuro

4.6.19 Color en las manchas centrales del estandarte de las flores poco antes de marchitarse

- 0 Manchas centrales ausentes
- 1 Blanco
- 2 Amarillo
- 3 Naranja
- 4 Rosa
- 5 Rojo
- 6 Verde
- 7 Azul
- 8 Violeta
- 9 Marrón

4.6.20 Intensidad del color en las alas de las flores poco antes de marchitarse

- 3 Claro
- 5 Medio
- 7 Oscuro

4.6.21 Color en la región intermedia del estandarte de las flores poco antes de marchitarse

- 0 Región intermedia ausente
- 1 Blanco
- 2 Amarillo

- 3 Naranja
- 4 Rosa
- 5 Rojo
- 6 Verde
- 7 Azul
- 8 Violeta
- 9 Marrón

4.6.22 Intensidad del color en la región intermedia del estandarte de las flores poco antes de marchitarse

- 3 Claro
- 5 Medio
- 7 Oscuro

4.6.23 Inserción de las flores

- 0 No verticiladas
- + Verticiladas

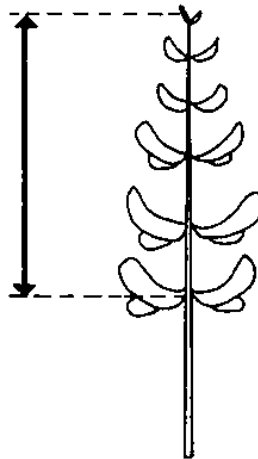
4.6.24 Número de verticilos (Solo en inflorescencias no verticiladas)

Media de 10 plantas. Media en la inflorescencia principal o en su defecto en la primaria inflorescencia, según la especie.

4.6.25 Longitud de la inflorescencia principal (Figura 6)

Media de 10 plantas. Media en la inflorescencia principal en su defecto de la primera inflorescencia, según la especie. Medida en centímetros desde la flor inferior hasta el ápice de la inflorescencia al final del período de floración.

Figura 6. Longitud de la inflorescencia



4.6.26 Longitud de las flores

Media de 10 plantas. Medida en milímetros, en flores abiertas, en el punto más bajo de la inflorescencia, desde la base de los sépalos hasta el extremo superior estandarte.

4.7 VAINA (Figura 7)

4.7.1 Numero de vainas por planta

Media de diez plantas. Contadas al final de la floración



4.7.2 Longitud de la vaina

Media de 10 plantas. Medida en milímetros en vainas maduras situadas en el punto inferior de inserción en la inflorescencia principal o en su defecto de la primera inflorescencia según la especie.

Figura 7. Vaina

* 4.7.3 Anchura de la vaina

Media de 10 plantas. Medida en vainas maduras situadas en el punto inferior de inserción en la inflorescencia principal o en su defecto de la primera inflorescencia según la especie. Considerando como anchura la máxima distancia entre la sutura dorsal y la ventral.

4.7.4 Pubescencia de la vaina verde

- 0 Ausente
- 3 Poca
- 5 Media
- 7 Mucha

4.7.5 Pubescencia de la vaina madura

- 0 Ausente
- 3 Poca
- 5 Media
- 7 Mucha

4.7.6 Dehiscencia de la vaina

- 0 Indehiscente
- 3 Ligeramente dehiscente
- 5 Moderadamente dehiscente
- 9 Completamente dehiscente

4.7.7 Capacidad de diseminar la semilla

- 0 Sin diseminación
- 3 Diseminación ligera
- 5 Diseminación moderada
- 9 Diseminación completa

4.8 SEMILLA (Figura 8)

* 4.8.1 Forma de semilla (Figura 9)

- 1 Esférica
- 2 Aplanada esférica o lenticular
- 3 Oval
- 4 Oval aplanada
- 5 Cuboide
- 6 Cuboide aplanada
- 7 Otras (especifíquense)

4.8.2 Longitud de la semilla

En milímetros. Media de 25 semillas.

Figura 8. Semilla

4.8.3 Anchura de la semilla

Medida de la anchura máxima en milímetros. Media de 25 semillas.

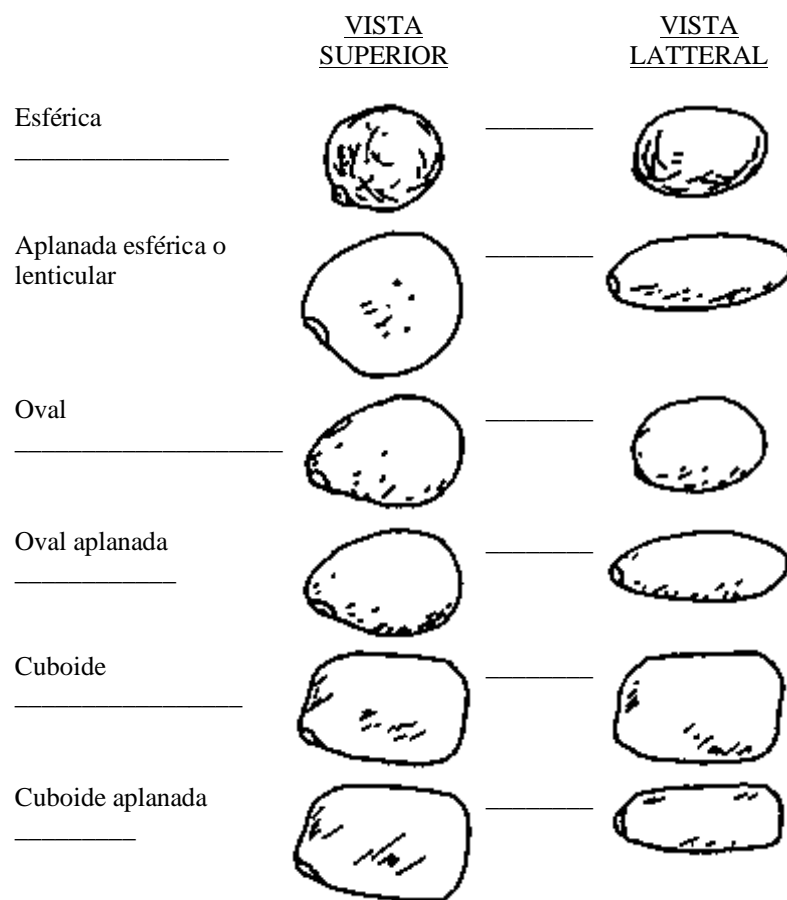
4.8.4 Lustre de la semilla

- 1 Mate
- 2 Brillante

4.8.5 Color predominante de la semilla

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

Figura 9. Forma de semilla



4.8.6 Intensidad del color predominante de la semilla

- 3 Claro
- 5 Medio
- 7 Oscuro

* 4.8.7 Color secundario de la semilla

- 0 No hay color secundario
- 1 Blanco
- 2 Amarillo
- 3 Naranja
- 4 Rosa
- 5 Rojo
- 6 Verde

- 7 Azul
- 8 Violeta
- 9 Marrón

4.8.8 Intensidad del color secundario de la semilla

- 3 Claro
- 5 Medio
- 7 Oscuro

* 4.8.9 Distribución del color secundario de la semilla (Figura 10)

- 1 En media luna
- 2 En ceja
- 3 En lomo
- 4 Salpicada
- 5 En bigote
- 6 Veteada
- 7 En media luna veteada
- 8 En ceja veteada
- 9 Otras (especifíquense)

4.9 PLANTULA

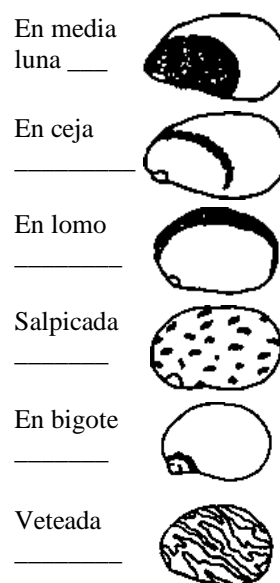
4.9.1 Color de los cotiledones

- 1 Amarillo
- 2 Verde
- 3 Gris

4.9.2 Intensidad del color de los cotiledones

- 3 Claro
- 5 Medio
- 7 Oscuro

Figura 10. Distribución del color secundario de la semilla



4.9.3 Longitud de los cotiledones

En milímetros. Media de 10 plántulas.



4.9.4 Color del hipocótilo

- 1 Amarillo
- 2 Verde
- 3 Gris

4.9.5 Intensidad del color hipocótilo

- 1 Claro
- 5 Medio
- 7 Oscuro

4.9.6 Longitud del hipocótilo

Desde el nivel del suelo hasta la base de los cotiledones, en milímetros. Media de 10 plántulas.

* Los asteriscos indican los descriptores que bajo el epígrafe "Caracterización" deben recibir una atención especial. (Ver Prologo).

5. EVALUACION PRELIMINAR

5.1 DIAS HASTA LA PRIMERA VAINA MADURA

Número de días desde la emergencia hasta 50 por ciento de plantas con la primera vaina madura.

5.2 DIAS HASTA LA MADURACION TOTAL

Número de días desde la emergencia hasta el 50 por ciento de plantas totalmente maduras.

5.3 PESO DE 100 SEMILLAS En gramos

5.4 PRESENCIA DE ALCALOIDES

Utilizar el método de Dragendorff sobre el jugo extraído del pedicelo o de las semillas embebidas.

- 0 Ausencia de alcaloides
- + Presencia de alcaloides

5.5 CONTENIDO DE ALCALOIDE DE LA SEMILLA

Tanto por ciento del peso de semillas secas

5.6 CONTENIDO DE ACEITE DE LA SEMILLA

Tanto por ciento del peso de semillas secas

5.7 CONTENIDO DE PROTEINAS DE LAS SEMILLAS

Tanto por ciento del peso de semillas secas

OTRAS EVALUACIONES POSTERIORES

6. DATOS AGRONOMICOS

6.1 DAIS HASTA LA EMERGENCIA

Número de días desde la siembra hasta 50 por ciento de emergencia

6.2 DIAS HASTA LA PRIMERA FLORACION

Número de días desde la emergencia hasta 50 por ciento de plantas con la primera flor

6.3 RITMO DEL CRECIMIENTO

- 1 Muy lento
- 3 Lento
- 5 Normal
- 7 Rápido
- 9 Muy rápido



6.4 TIPO INICIAL DEL CRECIMIENTO

1 En roseta

9 Erecto

6.5 ALTURA DE LA PLANTA

Media de diez plantas al final de la floración, en milímetros

6.6 ALTURA DE LA PRIMERA VAINA

Distancia en centímetros desde el suelo hasta el extremo inferior de la primera vaina madura

6.7 NECESIDADES DE VERNALIZACION

0 Innecesaria

+ Necesaria

6.8 RENDIMIENTO DE SEMILLAS POR PLANTA

Media de diez plantas en gramos

6.9 LATENCIA DE LA SEMILLA

0 Ausente

+ Presente

6.10 PERMEABILIDAD DEL EPISPERMA

0 Impermeable

+ Permeable

6.11 RESISTENCIA AL ENCAMADO

3 Poca

5 Media

7 Mucha

7. CITOGENETICA Y SISTEMA DE REPRODUCCION

7.1 NUMERO DE CROMOSOMAS

7.2 GENES MARCADORES

0 Ausentes

+ Presentes (especifíquense)

7.3 PORCENTAJE DE AUTOGAMIA

Tanto por ciento de semillas autofertilizadas, cuando sea posible descubrirlo mediante genes marcadores o por cualquier otro método confiable.

7.4 VISITAS DE INSECTOS

0 No las hay

+ Sí las hay

8. SUSCEPTIBILIDAD AL STRESS

Codificada en una escala del 0-9, donde:

0 No síntomas

2 Ligera

5 Intermedia

7 Severa

9 Letal

8.1 BAJA TEMPERATURA



8.2 ALTA TEMPERATURA

8.3 SEQUIA

8.4 HUMEDAD

9. SUSCEPTIBILIDAD A LAS PLAGAS

0 No síntomas

2 Ligera

5 Intermedia

7 Severa

9 Letal

9.1 AGROMYZA

9.2 ANTHOMIDAE

9.3 APION

9.4 AFIDOS

9.5 NOCTUNE

9.6 PHORBIA

9.7 SITONA

9.8 OTRAS (especifíquense)

10. SUSCEPTIBILIDAD A LAS ENFERMEDADES

0 No síntomas

2 Ligera (hipersensitivo)

3 Ligera (alta tolerancia)

5 Intermedia (tolerancia moderada)

7 Severa

9 Letal

10.1 HONGOS

10.1.1 Anthracnosis (Glomerella cingulata)

10.1.2 Mancha parda (Pleiochaete setosa)

10.1.3 Mildew (Erysiphe spp.)

10.1.4 Fusariosis (Fusarium oxysporum)

10.1.5 Roya (Unomyces lupinicolus)

10.1.6 Verticilosis (Verticillium spp.)

10.1.7 Otros (especifíquense)

10.2 VIRUS

10.3 OTRAS ENFERMEDADES (especifíquense)

II. Composición aleonzimática y Zimotipo

Estos caracteres detectados mediante técnicas de electrofóresis han demostrado ser un excelente método para caracterizar poblaciones de plantas.