



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



**EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS,
FENOLÓGICAS Y RENDIMIENTO DE 50 ACCESIONES DE
CAÑIHUA (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), EN EL C.E. ILLPA-
UNA PUNO, CAMPAÑA AGRÍCOLA 2019-2020**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. ROSA HERLINDA MAMANI CHOQUEPUMA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PUNO – PERÚ

2022



DEDICATORIA

A Dios por darme la vida y guiarme en cada paso que doy y alcanzar mis metas trazadas.

A mis padres Julián Mamani Choque y Sabina Choquepuma Chuchullo con todo mi cariño y afecto, por su gran amor, confianza, comprensión, sacrificio que depositaron en mí durante toda mi formación y por inculcarme valores y principios, por hacer de mí una mejor persona.

De igual manera a mis hermanos Luciano, Lucia, Juana y William, con mucho afecto y gratitud, por el constante apoyo moral que me han brindado.

Al Dr. Cs. Manuel Alfredo Callohuanca Pariapaza, por su gran colaboración y confianza necesaria para realizar el presente trabajo de investigación.

Rosa Herlinda Mamani CHoquepuma



AGRADECIMIENTO

A Dios por mostrarme el camino y otorgarme la oportunidad de lograr una carrera profesional.

Al Centro Experimental Illpa, de la Universidad Nacional del Altiplano, por permitirme realizar el trabajo de campo.

A la Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ciencias Agrarias de la Escuela Profesional Ingeniería Agronómica, por la formación profesional, impartida por docentes, y personal administrativo.

Mis sinceros agradecimientos al Dr. Cs. Manuel Alfredo Callohuanca Pariapaza, por su cooperación, paciencia, tiempo, orientación, sugerencias y ayuda prestada en la redacción, en el análisis e interpretación de datos del presente trabajo.

A los miembros de Jurado: Dr. Pablo Antonio Beltrán Barriga, M. Sc. Saturnino Marca Vilca y M. Sc. Julio Cesar Sosa Choque por las observaciones y sugerencias realizadas del presente trabajo de investigación.

A mis compañeros de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, todos ellos presentes, con quienes compartí buenos y difíciles momentos universitarios.

Rosa Herlinda Mamani CHOQUEPUMA



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 13

ABSTRACT..... 14

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVO GENERAL..... 16

1.2. OBJETIVO ESPECIFICO 16

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES 17

2.2. MARCO TEÓRICO..... 19

2.2.1. Origen de la cañihua..... 19

2.2.2. Importancia del cultivo 19

2.2.3. Ubicación taxonómica..... 20

2.2.4. Nombres comunes 21

2.2.5. Genética y variabilidad 21

2.2.6. Germoplasma 22

2.2.7. Banco de germoplasma 22

2.2.8. Descriptores..... 22



2.2.9. Accesoión	23
2.2.10. Fenología	23
2.2.11. Caracterización	23
2.2.12. Evaluación	24
2.2.13. Descripción botánica	25
2.2.14. Morfología de la cañihua.....	27
2.2.15. Fenología de la cañihua.....	30
2.2.16. Rendimiento grano	30
2.2.17. Rendimiento biomasa	31
2.2.18. Valor nutricional.....	32
2.2.19. Requerimientos climáticos y edáficos	33
2.2.20. Labores agrícolas.....	34

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DEL ESTUDIO	38
3.2. HISTORIAL DEL CAMPO EXPERIMENTAL	38
3.3. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DEL CENTRO EXPERIMENTAL ILLPA	38
3.4. ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO DEL SUELO EXPERIMENTAL	40
3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	41
3.6. TRATAMIENTO EN ESTUDIO.....	41
3.7. DISEÑO EXPERIMENTAL	42
3.8. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL	43
3.9. MATERIALES	44
3.10. MÉTODOS.....	44



3.10.1. Instalación, labores culturales, cosecha y poscosecha.....	44
3.10.2. Criterios de caracterización	47
3.10.2.1. Caracterización morfológica de las accesiones	47
3.10.2.2. Caracterización fenológica de las accesiones	48
3.10.2.1. Rendimiento de grano (kg/ha)	49
3.10.2.2. Rendimiento biomasa	49
3.11. VARIABLES DE RESPUESTAS	49
3.12. ANÁLISIS DE DATOS.....	50

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS DE CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS	53
4.1.1. Hábito de crecimiento	53
4.1.2. Altura de planta	53
4.1.3. Diámetro de tallo central	57
4.1.4. Color de tallo en la madurez fisiológica	61
4.1.5. Numero de ramas primarias	61
4.1.6. Cobertura vegetativa	63
4.1.7. Forma de la lámina foliar	67
4.1.8. Borde de la lámina foliar	67
4.1.9. Numero de dientes de la lámina foliar	68
4.1.10. Longitud del peciolo.....	70
4.1.11. Longitud máxima de la lámina foliar	73
4.1.12. Ancho máxima de la lámina foliar	77
4.1.13. Color de hoja a la madurez fisiológica	80
4.1.14. Dehiscencia de grano.....	82



4.1.15. Índice de cosecha.....	82
4.2. CARACTERIZACIÓN FENOLÓGICA DE LAS ACCESIONES	83
4.2.1 Emergencia.....	85
4.2.2. Dos hojas verdaderas.....	85
4.2.3. Ramificación	85
4.2.4. Formación de inflorescencia	86
4.2.5. Floración	86
4.2.6. Grano lechoso.....	86
4.2.7. Grano pastoso.....	87
4.2.8. Madurez fisiológica.....	87
4.3. RENDIMIENTO GRANO (kg/ha) DE LAS ACCESIONES.....	88
4.4. CORRELACIÓN DE VARIABLES DE CARACTERIZACIÓN.....	96
4.5. ANÁLISIS MULTIVARIANTE DE CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LAS ACCESIONES.....	98
V. CONCLUSIONES.....	102
VI. RECOMENDACIONES	103
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	104
ANEXOS.....	115

ÁREA: Ciencias Agrícolas

TEMA: Manejo Agronómico de Cultivos

FECHA DE SUSTENTACION: 26 de agosto del 2022



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Precipitación pluvial en el periodo de la campaña agrícola 2019-2020.....	39
Figura 2. Temperatura promedio mensuales campaña agrícola 2019-2020.....	40
Figura 3. Altura de planta (cm) de accesiones de cañihua color amarillo.....	56
Figura 4. Altura de planta (cm) de accesiones de cañihua color rosado.....	56
Figura 5. Altura de planta (cm) de accesiones de cañihua color anaranjado.....	56
Figura 6. Altura de planta (cm) de accesiones de cañihua color rojo.....	57
Figura 7. Altura de planta (cm) de accesiones de cañihua color púrpura.....	57
Figura 8. Diámetro de tallo central (mm) de accesiones de cañihua color amarillo.	60
Figura 9. Diámetro de tallo central (mm) de accesiones de cañihua color rosado.	60
Figura 10. Cobertura vegetativa (cm) de accesiones de cañihua color amarillo.	65
Figura 11. Cobertura vegetativa (cm) de accesiones de cañihua color rosado.....	66
Figura 12. Cobertura vegetativa (cm) de accesiones de cañihua color anaranjado.	66
Figura 13. Cobertura vegetativa (cm) de accesiones de cañihua color rojo.	66
Figura 14. Cobertura vegetativa (cm) de accesiones de cañihua color púrpura.	67
Figura 15. Longitud de peciolo (cm) de accesiones de cañihua color amarillo.	72
Figura 16. Longitud de peciolo (cm) de accesiones de cañihua color rosado.	72
Figura 17. Longitud de peciolo (cm) de accesiones de cañihua color anaranjado.	72
Figura 18. Longitud de peciolo (cm) de accesiones de cañihua color púrpura.	73
Figura 19. Longitud máxima de la lámina foliar (cm) de accesiones de cañihua color amarillo.	75
Figura 20. Longitud máxima de la lámina foliar (cm) de accesiones de cañihua color rosado.....	76
Figura 21. Longitud máxima de la lámina foliar (cm) de accesiones de cañihua color anaranjado.	76



Figura 22. Longitud máxima de la lámina foliar (cm) de accesiones de cañihua color púrpura.	76
Figura 23. Ancho máximo de la lámina foliar (cm) de accesiones de cañihua color amarillo.	79
Figura 24. Ancho máximo de la lámina foliar (cm) de accesiones de cañihua color rosado.	79
Figura 25. Ancho máximo de la lámina foliar (cm) de accesiones de cañihua color anaranjado.	80
Figura 26. Ancho máximo de la lámina foliar (cm) de accesiones de cañihua color púrpura.	80
Figura 27. Rendimiento grano (g/parcela) de accesiones de cañihua color amarillo. ...	90
Figura 28. Rendimiento grano (g/parcela) de accesiones de cañihua color rosado.	91
Figura 29. Rendimiento grano (g/parcela) de accesiones de cañihua color anaranjado.	93
Figura 30. Rendimiento grano (g/parcela) de accesiones de cañihua color rojo.	94
Figura 31. Rendimiento grano (g/parcela) de accesiones de cañihua color púrpura.	95
Figura 32. Gráfico de sedimentación de los componentes principales.	99



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Superficie cosechada, producción y precios de Cañihua según campañas agrícolas del 2009 al 2018 en la Región Puno.	31
Tabla 2.	Precipitación pluvial y temperaturas promedio mensual registradas durante el experimento campaña agrícola 2019-2020.	39
Tabla 3.	Resultados del Análisis del Suelo del Campo Experimental.	40
Tabla 4.	Claves de las accesiones de cañihua en estudio, agrupados por color del tallo.	41
Tabla 5.	Análisis de varianza (ANVA) para Diseño Irrestrictamente al Azar (DIA).51	
Tabla 6.	Prueba de significancia Duncan ($\alpha = 0.05$) de altura de planta de 50 accesiones de cañihua.	55
Tabla 7.	Prueba de significancia Duncan ($\alpha = 0.05$) de diámetro de tallo central (mm) de 50 accesiones de cañihua.	59
Tabla 8.	Prueba de significancia Duncan ($\alpha = 0.05$) de número de ramas primarias de 50 accesiones de cañihua.	62
Tabla 9.	Prueba de significancia Duncan ($\alpha = 0.05$) de cobertura vegetativa (cm) de 50 accesiones de cañihua.	64
Tabla 10.	Prueba de significancia Duncan ($\alpha = 0.05$) de número de dientes de la lámina foliar de 50 accesiones de cañihua.	68
Tabla 11.	Prueba de significancia Duncan ($\alpha = 0.05$) de longitud de peciolo (cm) de 50 accesiones de cañihua.	70
Tabla 12.	Prueba de significancia Duncan ($\alpha = 0.05$) de longitud máxima de la lámina foliar (cm) de 50 accesiones de cañihua.	74
Tabla 13.	Prueba de significancia Duncan ($\alpha = 0.05$) de ancho máximo de la lámina foliar (cm) de 50 accesiones de cañihua.	78



Tabla 14. Promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, los valores mínimo y máximo, de duración de las fases fenológicas desde la siembra en días, de las 50 accesiones de cañihua.....	84
Tabla 15. Prueba de significancia Duncan ($\alpha = 0.05$) del rendimiento grano de las accesiones de cañihua color amarillo.....	89
Tabla 16. Prueba de significancia Duncan ($\alpha = 0.05$) del rendimiento grano de las accesiones de cañihua color rosado.	92
Tabla 17. Prueba de significancia Duncan ($\alpha = 0.05$) del rendimiento grano de las accesiones de cañihua color anaranjado.	93
Tabla 18. Prueba de significancia Duncan ($\alpha = 0.05$) del rendimiento grano de las accesiones de cañihua color rojo.....	94
Tabla 19. Prueba de significancia Duncan ($\alpha = 0.05$) del rendimiento grano de las accesiones de cañihua color púrpura.....	95
Tabla 20. Variables correlacionadas con índices estadísticamente significativos.	97
Tabla 21. Matriz de componente rotada.....	100



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

SENAMHI = Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología

ANVA = Análisis de Varianza

CV = Coeficiente de Variabilidad

F. V. = Fuente de Variabilidad

G. L. = Grados de Libertad

S. C. = Suma de Cuadrados

C. M. = Cuadrado Medio

F_c = F calculada

F_t = F tabular

Sig. = Significancia

* = Es Significativo

** = Altamente Significativo

NS = no significativo

ACC = Acceso



RESUMEN

Por el escaso conocimientos de las potencialidades y características de las diversas accesiones, que alberga el Banco de Germoplasma de la UNA-Puno, se realiza el presente estudio en el C. Experimental Illpa, de la UNA-Puno, en la campaña agrícola 2019- 2020, con los siguientes objetivos: Determinar las características morfológicas de 50 accesiones de cañihua; Estimar el periodo de cada fase fenológica de las accesiones; Identificar accesiones de mayor rendimiento grano; las unidades experimentales fueron evaluadas y conducidas bajo el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 3 repeticiones, utilizando 50 accesiones. En la caracterización se utilizó los descriptores para cañihua establecidos por el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI). Llegando a los siguientes conclusiones: De las quince características morfológicas evaluadas, los que aportan el 80.159% de la varianza total explicada en el comportamiento de las accesiones, son: altura de planta, longitud máxima de la lámina foliar, ancho máximo de la lámina foliar, longitud de peciolo, cobertura vegetativa, rendimiento grano, diámetro de tallo, color de tallo a la madurez fisiológica y el número de ramas primarias. Fases fenológicas: emergencia, dos hojas verdaderas, ramificación, formación de inflorescencia, grano lechoso, grano pastoso y madurez fisiológica ocurren en 8.65, 15.58, 49.35, 62.01, 101.02, 126.64 y 165.00 días promedios respectivamente. Accesiones de mayor rendimiento grano por grupo de color, son: color amarillo las accesiones 132, 07 y 04; color rosado 24, 70, 141, 73 y 37; color anaranjado 50, 02, 116 y 344; color rojo las accesiones 19, 345 y 18; y color púrpura las accesiones 49 y 109; en general con rendimientos mayores a 2925.56 kg/ha de grano.

Palabras claves: Caracterización morfológica, Fenología, Rendimiento grano, cañihua, accesión.



ABSTRACT

Due to the limited knowledge of the potentialities and characteristics of the various accessions, which are housed in the Germplasm Bank of the UNA-Puno, the present study is carried out in the C. Experimental Illpa, of the UNA-Puno, in the agricultural campaign 2019- 2020, with the following objectives: Determine the morphological characteristics of 50 cañihua accessions; Estimate the period of each phenological phase of the accessions; Identify accessions with higher grain yield; the experimental units were evaluated and conducted under the completely randomized block design (DBCA) with 3 replications, using 50 accessions. In the characterization, the descriptors for cañihua established by the International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI) were used. Reaching the following conclusions: Of the fifteen morphological characteristics evaluated, those that contribute 80.159% of the total variance explained in the behavior of the accessions are: plant height, maximum length of the leaf blade, maximum width of the leaf blade , petiole length, vegetative cover, grain yield, stem diameter, stem color at physiological maturity and the number of primary branches. Phenological phases: emergence, two true leaves, branching, inflorescence formation, milky grain, pasty grain and physiological maturity occur on average 8.65, 15.58, 49.35, 62.01, 101.02, 126.64 and 165.00 days, respectively. Accessions with the highest grain yield by color group are: yellow color accessions 132, 07 and 04; pink color 24, 70, 141, 73 and 37; orange color 50, 02, 116 and 344; red color accessions 19, 345 and 18; and purple color accessions 49 and 109; in general with yields greater than 2925.56 kg/ha of grain.

Keywords: Morphological characterization, Phenology, Grain yield, cañihua, accession.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) originaria del altiplano peruano-boliviano, es uno de los granos prodigiosos que contribuyó a la expansión de las culturas pre-hispánicas y la supervivencia de las poblaciones originarias al duro trabajo de esclavitud durante la colonización española; por cuanto este cultivo se desarrolla bajo condiciones climáticas y ecológicas extremas, resiste granizadas y temperaturas por debajo de los 0° C., por lo que constituye un cultivo con gran potencialidad para afrontar el cambio climático (Callohuanca y Mamani, 2014).

Este pseudocereal tiene un contenido alto en proteínas 15.3 % y un contenido excepcional de aminoácidos (Calisaya y Alvarado, 2009); además contiene una proporción importante de aminoácidos esenciales, vitaminas, fibra y minerales (Pinto y Rojas, 2016). La cañihua es una fuente potencial de compuestos antioxidantes naturales y otros Bioactivos importantes para la salud humana (Peñarrieta *et al.*, 2008).

Actualmente la región Puno, es el principal y primer productos de granos de cañihua, concentrando el 95% de la producción nacional, con rendimientos bajos entre 700 a 800 kg/ha (MINAGRI, 2018). Afortunadamente la Universidad Nacional del Altiplano conserva en el Centro Experimental Camacani 341 accesiones de cañihua, como parte del Banco de Germoplasma de Cultivos Andinos.

Incrementar la producción de la cañihua es muy importante considerando sobre todo el potencial de área cultivada, su tolerancia a las condiciones medioambientales y su alto valor nutritivo en la alimentación humana (Apaza, 2010). Hoy en día el crecimiento poblacional exige un incremento en la producción de alimentos con alto valor nutricional, para poder solucionar el problema de escasez de alimentos y la desnutrición; problema



que se agudiza cada día más, agobiado por los bajos ingresos económicos y extrema pobreza creciente principalmente en sectores socioeconómicos marginales de la región y del país.

Sin embargo, su cultivo continua siendo relegado desde la época colonial, diversidad genética que supone las accesiones del Banco de Germoplasma, requieren conocer sus potencialidades de rendimiento grano, realizar estudios de caracterización morfológica, fenológica e incluso caracterización molecular; de la misma manera conocer sus grados de resistencia a factores adversos bióticos y abióticos, es por ello que se realiza el presente trabajo de investigación.

1.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar las características morfológicas, fenológicas y rendimiento de grano de 50 accesiones de cañihua en el C.E. Illpa de la UNA Puno.

1.2. OBJETIVO ESPECIFICO

- Determinar las características morfológicas de 50 accesiones de cañihua.
- Estimar el periodo de cada fase fenológica de 50 accesiones de cañihua
- Identificar accesiones de mayor rendimiento de grano.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

Con la finalidad de facilitar el manejo de la información sobre las características y potencialidades de los recursos genéticos, el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), publica en 2005 la lista de descriptores para cañahua o cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), entre ellas establece los descriptores de caracterización morfológica y fenología (IPGRI, PROINPA e IFAD, 2005).

Sin embargo, anteriormente se realizaron trabajos de caracterización de las 321 accesiones de cañihua del Banco de Germoplasma, cuyos datos fueron publicado por Mujica *et al.* (1991). Pero estas informaciones requirieron estandarizar o evaluar por varias campañas agrícolas

López (1980), evaluó el rendimiento de 230 líneas de cañihua, llegando a caracterizar por el color de los tallos y color de hojas al madurar en: líneas amarillas 03-01-0025, 87, 124, 132, 181, 256, 335 y 336; líneas rojas 03-21-0023, 24, 26, 260, 286, 312, 331 y 333; líneas moradas 03-21-0004, 06, 28, 114, 117, 169, 183, 184, 189, 328 y 334; líneas anaranjadas 03-21-0083, 90, 220, 267 y 338; líneas rosadas 03-21-0003, 18, 1126, 308, 326 y 337.

Pinto (1981), evaluó 215 ecotipos de cañihua del banco de germoplasma de cultivos andinos de la UNA-Puno, determino las líneas de alto rendimiento y clasifico de acuerdo a la coloración de las panojas, de la siguiente manera: líneas amarillas con claves 03-21-169 (3.4kg), 08 (2.5kg), 156 (2.1kg), 111 (2.1kg) y 156 (2.26kg) todos referidos a 4.8 m² de parcelas. Las líneas rosadas con claves 03-21-169 (2.70kg), 14 (2.60kg), 172



(2.45kg), 181 (2.45kg), 06 (2.40kg), 10 (2.30kg), 81 (2.30kg), 15 (2.25kg), 124 (2.25kg), 204 (2.25kg). Líneas Rojas 03-21-93 (2.40kg), 55 (2.30kg), 216 (2.20kg), 117 (2.15kg), 102 (2.15kg). Líneas moradas 03-21-07(2.15kg). Líneas anaranjadas 03-21-162 (2.40kg), 042 (2.25kg), 152 (2.25kg). Con respecto al rendimiento, los tipos lasta son superiores a las de tipo saihua.

Mamani y Callohuanca (2006), reportan resultados de investigación en rendimiento grano de 100 líneas procedentes del Banco de Germoplasma de la UNA – Puno, sembradas en la campaña agrícola 2004-2005, obtuvieron que los mejores 21 líneas son: 146 (1305.47kg/ha), 315 (1278.03kg), 215 (1189.55kg), 231 (1099.34kg), 246 (1099.34kg), 144 (1087.50kg), 64 (1060.50kg), 18 (1035.75kg), 194 (1008.81kg), 2 (1000.47kg), 179 (991.4kg/ha), 27(962.29kg), 124 (929.82kg), 37 (912.13kg), 134 (899.14kg), 106 (893.46kg), 26 (885.16kg), 14 (846kg), 51(824kg), 3(817kg) y 160 con 302 kg/ha de grano.

Mamani (2013), realizó caracterización molecular de 26 accesiones de alto rendimiento grano de cañihua procedentes del Banco de Germoplasma de Cañihua de la UNA-Puno y obtuvo un dendrograma para establecer el grado de asociación de distancias genéticas entre las accesiones de cañihua y detectar la presencia de duplicados, se utilizaron 16 combinaciones de marcadores moleculares - AFLP (Polimorfismo en la Longitud de Fragmentos Amplificados); como resultado, se obtuvieron 188 fragmentos amplificados de ácido desoxirribonucleico (ADN), de las cuales 68 fueron informativos con un promedio de 22.6 bandas polimórficas que fueron logrados con la combinación de tres iniciadores de AFLP, demostrándola ausencia de duplicados en las 26 accesiones de cañihua estudiadas.



A partir de haberse establecido la lista de descriptores a nivel internacional por IPGRI, aún son escasos los estudios de caracterización morfológica y fenológica de las accesiones de cañihua; (Velasquez y Laura, 2015) publicaron el catálogo de germoplasma de quinua y cañihua, reportando solo algunos datos sobre los descriptores de caracterización de las 341 accesiones de cañihua.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Origen de la cañihua

Por la diversidad genética y por la existencia de parientes silvestre, se afirma que la cañihua es originaria en el altiplano peruano-boliviano, domesticado por los pobladores que desarrollaron la cultura pre-inca Tiahuanaco o Tiahuanacota, asentada en meseta de Collao alrededor de la cuenca hidrográfica del lago Titicaca (Mujica *et al.*, 2002).

Su cultivo estuvo ampliamente difundido en el imperio incaico y prohibido durante la colonización española, actualmente en el Perú se cultiva principalmente en la región Puno, y en pequeñas extensiones en regiones de Cuzco y Arequipa; en Bolivia su cultivo se centra en los departamentos de la Paz y Cochabamba (Velasquez, 2018).

2.2.2. Importancia del cultivo

Apaza *et al.* (2002), manifiestan que la cañihua presenta múltiples cualidades, por su gran capacidad de adaptación a las zonas agroecológicas difíciles del Altiplano Peruano - Boliviano, por su alto valor nutritivo contenido en sus granos y por presentar amplia variabilidad genética, constituyéndose de esa manera en uno de los cultivos potenciales para garantizar la seguridad alimentaria tanto en cantidad, calidad y oportunidad para la población que está en constante crecimiento; razones por las cuales ha despertado en la actualidad gran interés por los científicos y profesionales en nutrición, salud, ciencias agrarias, ciencias biológicas, agroindustriales, agricultores, empresarios a nivel nacional e internacional.



La importancia de este cultivo se debe esencialmente a su alto contenido de proteína en el grano (15.23 %), con buena cantidad de aminoácidos esenciales y no esenciales, siendo un alimento plástico y energético de considerable valor alimenticio y nutritivo para el consumo humano (Castedo, 2007).

2.2.3. Ubicación taxonómica

Los cronistas españoles al parecer no pudieron distinguir la quinua de la cañihua, por la similitud en la diversidad de su coloración y por las diferentes denominaciones de los pobladores originarios en quechua y aymara; fue Chervin en 1908 el primero en indicar que la cañihua era una especie diferente a la quinua; posteriormente en 1929 el botánico Suizo Paul Aellen confirmó que era especie diferentes a la quinua, identificando con la denominación de *Chenopodium pallidicaule* (Mujica *et al.*, 2002)

Sin embargo, la ubicación taxonómica establecida fue corregida de familia Chenopodiaceae a familia Amaranthaceae por el botánico alemán Oskar Eberhard Ulbrich, quedando su ubicación de la siguiente manera (Velasquez, 2018)

Reino : Plantae

Sub-reino: Phanerogamae

División : Espermatofitas

Sub división : Angiospermae

Clase : Dicotiledonea

Orden : Centrospermales

Familia : Amaranthaceae

Género : *Chenopodium*

Especie : *Chenopodium pallidicaule* Aellen



Nombre vulgar : Kañiwa, Cañihua, Cañahua

Chenopodium es un género con cerca de 150 especies de fanerógamas, conocidas genéricamente como cenizos o quinoas; contiene muchas plantas de menor a moderada importancia como cultivos alimentarios, tanto hojas comestibles y pseudo-cereales, incluyendo a *Chenopodium pallidicaule*, *Chenopodium album*, *Chenopodium bonus henricus*, y *Chenopodium ambrosioides* (Tapia, 1990).

2.2.4. Nombres comunes

La cañihua tiene una gran variedad de nombres locales dependiendo de la región. Algunos de los nombres por los cuales se le conoce son (Apaza, 2010).

En Perú: "Cañihua, kañiwa".

En Bolivia: "Cañahua".

Quechua: "kañiwa", "kañawa", "kañahua", "kañagua", "q'itacañigua", "ayara", "cuchiquinua".

Aymará: "iswallahupa", "aharahupa", "aara", "ajara", "cañahua", "kañawa".

Español: "cañihua", "cañigua", "cañahua", "cañagua", "kañiwa".

2.2.5. Genética y variabilidad

Gandarillas y Gutierrez (1979), determinaron que la cañihua era una especie diploide, cuyo número cromosómico es de 18 cromosomas en células somáticas ($2X = 18$) y su número básico de cromosomas es de $X = 9$. Dentro de esta especie existe gran variabilidad genética, debido a sus características morfológicas como tipo de crecimiento, la diversidad de coloración de los granos, hojas y tallos, por la resistencia a factores adversos bióticos y abióticos entre otros (Mujica y Jacobsen, 2006)

La variabilidad que se expresa en caracteres visibles se denomina fenotípica y dentro de ellas se encuentran las características botánica-taxonómicas, los morfoagronómicas y las evaluativas como respuesta a los factores bióticos y abióticos;



La variabilidad que no se expresa en características, requiere para su identificación el uso de técnicas de laboratorio como los marcadores moleculares (Monteros *et al.*, 2018).

La coloración roja de la planta, así como el color negro y castaño de la semilla son dominantes, controlados por un sistema genético de herencia simple (Paca, 1970). La Kañiwa es una planta autógama, siendo su tasa estimada de autofecundación entre 80 a 95% (Velásquez, 2018).

2.2.6. Germoplasma

Es la forma de conservar la parte física de la planta, que es transmitida de una generación a otra; en plantas de reproducción sexual, el germoplasma está contenido en la semilla. (Solano, 2017).

2.2.7. Banco de germoplasma

Es un banco de genes (semillas, cultivos, tubérculos y raíces reservantes), donde se guarda los recursos genéticos y una inmensa cantidad de información genética; al preservar estos recursos genéticos se ayuda a proteger la biodiversidad, cuya pérdida reduciría conjuntos genéticos vegetales disponibles para los agricultores y científicos; el banco de germoplasma es el sitio físico de almacenamiento y mantenimiento de nuestras de material recolectado, asegurando su disponibilidad para el futuro, ya que la variabilidad perdida es irrecuperable (Solano, 2017).

2.2.8. Descriptores

Son atributos mediante las cuales se puede conocer, diferenciar y determinar su utilidad potencial del germoplasma; deben ser específicos para cada especie, diferenciar los genotipos y expresar el atributo de manera precisa y uniforme; los caracteres útiles son aquellas que se detectan a simple vista, registrar fácilmente, alta heredabilidad, alto valor taxonómico y agronómico; se pueden aplicar a muestras pequeñas, así mismo, permiten diferenciar una accesión de otra (Jaramillo y Baena, 2000).



2.2.9. Accesoión

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

2.2.10. Fenología

La Fenología es la rama de la Agrometeorología que trata del estudio de la influencia del medio ambiente físico sobre los seres vivos; dicho estudio se realiza a través de las observaciones de los fenómenos o manifestaciones de las fases biológicas resultantes de la interacción entre los requerimientos climáticos de la planta y las condiciones de tiempo y clima reinantes en su hábitat; estas observaciones son importantes porque permiten determinar: a) Los requerimientos bioclimáticos de los cultivos, b) Calendarios agrícolas, c) Zonificaciones agroclimáticas, y d) Herramientas para una planificación de la actividad agrícola (Izarra y López, 2017).

Una fase fenológica viene a ser el período durante el cual aparecen, se transforman o desaparecen los órganos de las plantas; también puede entenderse como el tiempo de una manifestación biológica (Izarra y López, 2017).

2.2.11. Caracterización

Jaramillo y Baena (2000), definen a la caracterización como la descripción sistemática de las accesiones de una especie a partir de las características cualitativas como hábito de crecimiento, altura de planta y el color de las flores. Estas características son de alta heredabilidad y no varían con el medio ambiente.

La caracterización de las accesiones es un paso fundamental dentro del manejo de colecciones pues permiten conocer el germoplasma morfológicamente y así poder



depurar u organizar los materiales y sobre todo identificar accesiones valiosas para ser usados directamente o utilizarlos en programas de mejoramiento genético; por lo tanto, es vital tener información disponible de cada material, sobre caracteres agronómicos y morfológicos de importancia actual o futura (Tapia, 1998).

La utilización de recursos fitogenéticos conservados Exsitu solo es posible si se conocen sus características y comportamiento de las accesiones de las colecciones de germoplasma; siendo la caracterización morfológica un proceso que posibilita evaluar o describir el germoplasma con la finalidad de conocer formas, tamaños de las partes físicas de la planta (raíz, tallos, hojas, flores, frutos, semilla) colores (flor, hojas, tallo, fruto, etc.) entre otros caracteres; para realizar la caracterización de germoplasma se utiliza lista de descriptores aprobados a nivel internacional y publicados por Bioversity International (Monteros *et al.*, 2018).

2.2.12. Evaluación

Jaramillo y Baena (2000), sostienen que la evaluación consiste en describir las características agronómicas de las accesiones (rendimiento o resistencia a estrés biótico o abiótico) generalmente cuantitativas (variables con el ambiente) y de baja heredabilidad en el máximo posible de ambientes, con el fin de identificar materiales adaptables y con genes útiles para la producción de alimentos y/o el mejoramiento de cultivos. En la mayoría de los casos es realizada por mejoradores.

Muchos atributos pueden describir un material pero los caracteres realmente útiles son aquellos que se pueden detectar a simple vista, registrar fácilmente, que tienen alta heredabilidad, alto valor taxonómico y agronómico, que se pueden aplicar a muestras pequeñas, y permiten diferenciar una accesión de otra; ese conjunto debe constituir a la lista de descriptores de la especie, (Jaramillo y Baena, 2000).



2.2.13. Descripción botánica

2.2.13.1. Raíz

La raíz es pivotante, relativamente profunda de 13 a 16 cm, con escasa ramificación principal y numerosas raicillas laterales, varían del color blanco cremoso al rosado pálido (Apaza, 2010).

2.2.13.2. Tallo

Flores (2006), menciona que, el tallo es de forma cilíndrica, estriado, hueco, nudoso y de color variable; adquiere un color verde cuando está en estado tierno hasta amarillo, rojo, naranjado y púrpura al madurar la planta, ramoso en la parte superior; la especie se denominó *pallidicaule* por el color amarillo del tallo.

El color del tallo en la madurez fisiológica varía de acuerdo a la variedad o ecotipo que pueden ser de color amarillo claro, verde amarillento, verde agua, verde claro, verde oscuro, crema suave, crema oscuro, anaranjado, rojo, café claro, café oscuro, púrpura pálido, púrpura oscuro (Apaza, 2010).

2.2.13.3. Hojas

Las hojas son trilobadas, alternas con pecíolos cortos de 10 a 12 mm, la forma de la lámina foliar es romboidal, mide 3.0 a 3.5 cm de largo y 2.5 a 2.8 cm de ancho, con borde entero (liso) o dentado. Las hojas presentan tres nervaduras bien marcadas en el envés, que se unen en la inserción del pecíolo (Apaza, 2010).

El color de las hojas varía según la variedad o el ecotipo de amarillo claro, verde amarillento, verde agua, verde claro, verde oscuro, crema suave, crema oscuro, anaranjado, rojo, café claro, café oscuro, púrpura pálido y púrpura oscuro (Apaza, 2010).

2.2.13.4. Inflorescencia

Las inflorescencias son glomérulos inconspicuos, cimosas axilares o terminales, cubiertas por hojas terminales que las protegen de las temperaturas bajas (Apaza, 2010).



Flores (2006), manifiesta que, las inflorescencias albergan tres clases de flores que son: hermafroditas, femeninas y andro - estériles distribuidas en forma irregular en toda la inflorescencia y solamente la flor hermafrodita presenta tres estambres, que está presente en la parte apical de la inflorescencia, cada inflorescencia contiene en promedio 20 flores de las cuales 80% son flores que tienen estambres.

2.2.13.5. Flores

La flor es de tipo basipeta, hermafroditas, androceo formado por 1-3 estambres con diferente longitud del filamento estaminal, gineceo con ovario súpero unilocular (Cano, 1971).

Por su parte, Lescano (1994), indica que la distribución de las flores es mayor en el tercio superior de la inflorescencia, seguido por el tercio medio y el tercio inferior, además que las flores superiores inician primero el proceso de floración y la flor apical es la primera donde se produce la apertura de la misma.

2.2.13.6. Fruto

El grano no contiene saponina, es de forma subcilíndrico, cónico, sublenticular, subcónico y subelipsoidal de 1.0 a 1.2 mm de diámetro, el embrión es curvo y periforme, el epispermo muy fino y puntiagudo de color negro, castaño o castaño claro. El fruto está cubierto por el perigonio de color generalmente gris de pericarpio muy fino y translúcido (Apaza, 2010).

2.2.13.7. Semilla

Velasquez (2018), describe que, la semilla es de forma lenticular de 0.5 a 1.0 mm de diámetro y de color castaño o negro, con el epispermo fino, con ausencia de saponina.

Según Apaza *et al.*, (2002), señalan que las semillas, no presentan dormancia y pueden germinar sobre la propia planta al tener humedad suficiente.

2.2.14. Morfología de la cañihua

2.2.14.1. Habito de crecimiento

Las plantas de kañiwa tiene tres tipos de crecimiento: “saiwa” de tallos erguidos, “lasta” de tallos semierguidos y “pampa lasta” de tallos tendidos con sus extremos erguidos (Apaza, 2010).

El ecotipo saihua forma su biomasa con mayor rapidez que la de ecotipo lasta, de tal manera que a los 70-80 días de la siembra llega a alcanzar su desarrollo final, pues a partir de esta edad detiene su producción de materia seca, mientras que los ecotipos lasta continúan su desarrollo, de tal manera que supera a los saihua en biomasa total (Velásquez, 2018).

2.2.14.2. Altura de planta

La cañihua es una planta anual herbácea, ramificada desde la base, cuya altura promedio varía entre 20 y 70 cm, que depende de las condiciones ambientales adecuadas como la fertilidad del suelo, la humedad adecuada y oportuna en la fase de crecimiento, entre otros (Callohuanca *et al.*, 2019).

Esta característica se mide a la madurez fisiológica, desde el cuello de la raíz hasta la altura máxima alcanzada en cm, en la evaluación de las accesiones es resultados del promedio de 10 plantas (IPGRI, PROINPA e IFAD, 2005).

2.2.14.3. Características del tallo

El tallo de la cañihua es hueco, estriado y ramificado desde la base de la planta con ramas secundarias, el número de ramas varía de 11 a 16 según el ecotipo, se cuenta desde la base hasta el segundo tercio de la planta, en madurez fisiológica; el diámetro del tallo central medido en la parte media del tercio inferior de la planta en la madurez fisiológica varía de 3.5 a 4 mm, los tallos contienen vesículas con cristales de oxalato de



calcio higroscópicas que controlan la excesiva transpiración en condiciones ambientales muy secas (Apaza, 2010).

En estudios de caracterización los descriptores de la cañihua, proponen evaluar el diámetro del tallo central en mm a la madurez fisiológica en promedio de al menos 10 plantas; de la misma manera observar presencia y color de estrías en ramas primarias durante la floración; evaluar el color del tallo a la madurez fisiológica presentado una diversidad de colores desde amarillo hasta púrpura oscuro; y finalmente observar la presencia o ausencia y color de las axilas pigmentadas (IPGRI, PROINPA e IFAD, 2005).

2.2.14.4. Ramificación

El sistema aéreo de la cañihua está formado por tallos que parten del cuello de la planta formando ramificaciones primarias y el tallo central, las mismas que durante la fase de crecimiento continúan formando las ramificaciones secundarias, y todas ellas son portadores de las hojas e inflorescencias (Velásquez, 2018). Según datos reportados por Mujica *et al.* (1991), el número de ramas en 321 accesiones de cañihua varía entre 11 a 21 ramas.

En estudios de caracterización referente a la ramificación, los descriptores consideran observar el número de ramas primarias, desde la base hasta el segundo tercio de la planta, en la madurez fisiológica; asimismo, considerar la cobertura vegetativa en cm, considerando la cobertura más ancha de la planta en promedio de 10 plantas (IPGRI, PROINPA e IFAD, 2005).

2.2.14.5. Características de la hoja

Las hojas son simples, alternas con peciolo cortos de 10 a 12 cm, la forma de la lámina foliar puede ser romboidal, triangular o ancha ovada, mide 3.0 a 3.5 cm de largo y 2.5 a 2.8 cm de ancho, con bordes entero o dentado; las presentan tres nervaduras bien marcadas en el envés, que se unen en la inserción del peciolo; las hojas contienen



vesículas con cristales de oxalato de calcio higroscópicos que controlan la excesiva transpiración en condiciones muy secas (Apaza, 2010).

La coloración de las hojas en las primeras fases fenológicas son de verde claro a verde oscuro en todas las accesiones; llegando a la etapa de madurez fisiológica toma diferentes colores que pueden ser amarillo claro, verde amarillento, verde claro, verde oscuro, dorado, anaranjado, rojo, púrpura y otras tonalidades, las que a medida que pasa la maduración pierden la coloración (Callohuanca *et al.*, 2019).

2.2.14.6. Características del grano

El fruto de la cañihua es un aquenio más pequeño que la quinua, cubierta de un perigonio generalmente de color gris y en otras accesiones mantiene el color de las hojas e inflorescencia, presenta maduración progresiva, que provoca dehiscencia durante la maduración; las semillas no presentan dormancia, el embrión es curvo y periforme (Callohuanca *et al.*, 2019). La semilla es de forma lenticular de 0.5 a 1 mm de diámetro, de color castaño o negro (Velásquez, 2018).

La dehiscencia de grano, es la persistencia del grano en la planta cuando alcanza su madurez fisiológica, esta puede ser: ligera, regular y persistente; otras características del grano que considera los descriptores son: el aspecto de perigonio que puede ser cerrado y semiabierto, y el color del perigonio, color del pericarpio, color del episperma, diámetro del grano, peso y rendimiento por planta (IPGRI, PROINPA e IFAD, 2005).

2.2.14.7. Índice de cosecha

Es una proporción que indica, el porcentaje del peso de grano en relación al peso total de la biomasa aérea (incluye peso de broza más el peso de grano), en los descriptores de caracterización para cañihua, el índice de cosecha es igual a la siguiente expresión: $IC = (PG/PB+PG) * 100$; donde IC=Índice de Cosecha, PG=Peso de Grano; PB=Peso de la Broza (IPGRI, PROINPA e IFAD, 2005).



2.2.15. Fenología de la cañihua

La duración del ciclo vegetativo de la cañihua es de 6 a 7 meses, ocurren 8 fases fenológicas durante el ciclo vegetativo de la planta, siendo los siguientes: emergencia, dos hojas verdaderas, ramificación, formación de inflorescencia, floración, grano lechoso, grano pastoso y madurez fisiológica (Apaza, 1997). Estas fases fenológicas son confirmadas por (Izarra y Lopez, 2017), con ligeras modificaciones en su denominación y agregando sus respectivas descripciones a cada fase como sigue:

- a) **Emergencia**, aparición de los cotiledones sobre la superficie del suelo.
- b) **Dos hojas verdaderas**, aparecen las dos primeras hojas verdaderas extendidas.
- c) **Ramificación**, se inicia el desarrollo de las ramas secundarias las cuales aparecen en la base de la planta.
- d) **Inflorescencia**, aparecen las primeras inflorescencias en la rama principal de la planta.
- e) **Floración**, se abren las primeras flores de la inflorescencia.
- f) **Grano lechoso**, los granos al ser presionados presentan un líquido lechoso.
- g) **Grano pastoso**, los granos al ser presionados presentan una consistencia pastosa de color blanco.
- h) **Maduración**, las plantas adquieren una coloración amarillenta, caso contrario ocurre la dehiscencia de la semilla; momento de efectuar la cosecha.

2.2.16. Rendimiento grano

La mayor concentración de producción de cañihua se encuentra en el altiplano de la región Puno, principalmente en las provincias de Melgar (Distritos: Llalli, Macarí, Ayaviri, Nuñoa), Azángaro, Huancané, San Román, Puno (Distrito: Acora) y Chucuito (Distritos: Pomata y Kelluyo) (Apaza, 2010).

Se puede apreciar que en los últimos años la producción de cañihua no ha incrementado significativamente, alcanzado en la campaña 2009-2010 a 4,356 toneladas de producción, a consecuencia de la superficie sembrada que fue de 5,842 ha, y en la campaña 2017 – 2018 alcanzó a producir 4,682.60 toneladas con un rendimiento de 828.34 kg/ha. De las campañas reportadas la productividad promedio alcanza a 764.04 kg/ha. Analizando las cifras registradas de las campañas agrícolas, el comportamiento de las variables como la superficie cosechada, producción y rendimiento presentan pequeñas variaciones. (Chahua, 2020).

Tabla 1. Superficie cosechada, producción y precios de Cañihua según campañas agrícolas del 2009 al 2018 en la Región Puno.

Campaña agrícola	Siembras (ha)	Rendimiento (kg/ha)	Producción (t)
2009-2010	5,842.00	776.61	4,356.00
2010/2011	5,884.00	799.72	4,496.00
2011-2012	5,845.00	795.49	4,485.00
2012-2013	5,737.00	766.53	4,287.96
2013-2014	5,748.00	779.51	4,466.60
2014-2015	5,608.00	795.68	4,462.20
2015-2016	5,523.00	776.74	4,289.91
2016-2017	5,712.00	838.80	4,791.22
2017-2018	5,653.00	828.34	4,682.60

Fuente. Dirección Regional Agraria Puno. www.agropuno.gob.pe (Consulta: 20 de marzo del 2022).

2.2.17. Rendimiento biomasa

La medición de la cosecha es una medición de la biomasa, entendiéndose por biomasa al peso seco de la sustancia viviente en un momento dado (Martínez y Leyva, 2014). Sin embargo, una de las caracterizaciones en cañihua se refiere al índice de cosecha, que es una proporción del peso de grano en relación al peso total de la biomasa



aérea, en este caso la biomasa aérea es la suma del peso de la broza más el peso de grano (IPGRI, PROINPA e IFAD, 2005).

2.2.18. Valor nutricional

Mujica *et al.*, (2002), considera que entre las Chenopodiaceas, la cañihua en su grano que tiene un alto valor nutricional, por su elevado contenido de proteínas que varía entre el 15 y el 19 por ciento. Como los componentes básicos de las proteínas son los aminoácidos, la cañihua contiene 18 aminoácidos en total, de los cuales los (9) considerados aminoácidos esenciales, destacando la metionina y cisteína por su propiedades antioxidantes al formar principalmente el glutatión y compuestos sulfurados bioactivos (Callohuanca *et al.*, 2019).

Carrasco (2014), indica que el contenido de grasa en la cañihua es relativamente alto: 6.4 a 7.4%, este aceite es rico en ácidos grasos insaturados como: ácido linoleico, ácido oleico y ácido linolénico, que en total constituyen el 72.9 % de aceite insaturado, que constituyen compuestos bioactivos saludables para nuestro organismo. El contenido de tocoferoles es alto en aceite cañihua que le da potencial antioxidante y actividad de vitamina E.

La cañihua es un excelente fuente de fibra dietética, su contenido de fibra dietética total varía entre 26 a 27%, el contenido de fibra soluble 4.1 a 4.4% y de la fibra insoluble de 22 a 24%; tiene más fibra dietética que los cereales comunes y otros granos andinos (Carrasco, 2014). El consumo de estas fibras reduce el nivel de colesterol en la sangre previniendo así problemas cardiovasculares, diabetes y colesterol (Apaza, 2010).

En los granos de cañihua se han reportado tres nutrientes inorgánicos en altos niveles como calcio, fósforo y hierro (Carrasco, 2014).

Por las variaciones extremas de factores abióticos y bióticos, que podría provocar los cambios climáticos, el cultivo de cañihua reúne los requisitos para enfrentar este



evento; como indica Velásquez (2018), una vez establecido el cultivo es muy resistente al frío, soportando temperaturas de hasta -15°C , puede tolerar periodos prolongados de sequía, muestra tolerancia a la salinidad del suelo, es indiferente al fotoperiodo y la cañihua puede soportar radiaciones extremas, como las que ocurren en el altiplano.

2.2.19. Requerimientos climáticos y edáficos

2.2.19.1. Clima

Las condiciones donde se desarrolla la cañihua en la zona Puna, que es aproximadamente entre los 3800 y 4200 msnm, con una precipitación que fluctúa entre los 250 a 300 mm y una temperatura predominante fría pudiendo tolerar hasta los 6°C bajo cero sin alterar su producción (Cuba, 2005).

Apaza (2010), menciona que los requerimientos ambientales dependen del estado de crecimiento y desarrollo del cultivo de cañihua; así, el requerimiento de humedad del suelo para la germinación y emergencia de las plántulas a la superficie del suelo es indispensable, durante la ramificación puede tolerar periodos prolongados de sequía en verano (veranillos), temperaturas bajas hasta de -3°C , se adapta a la variación de la precipitación anual; el requerimiento de radiación fotosintéticamente activa para el llenado de granos es desconocido; en la planta de cañihua existen mecanismos de adaptación, como hojas que cubren y protegen los primordios y ejes florales de las bajas temperaturas y la presencia de pubescencia de vesículas en hojas y tallos, con cristales de oxalato de calcio higroscópicos que controlan la excesiva transpiración de la planta en sus diferentes fases fenológicas.

2.2.19.2. Suelo

Los terrenos pueden ser de "rompe" o "purumas", suelo de color oscuro con pendientes moderadas y textura franco o franco arenoso con pH 5.5 – 8.0. La cañahua no



es exigente pudiéndose cultivar en terrenos de rotación después de la papa amarga (Bravo *et al.*, 2010).

2.2.19.3. Fertilización

Apaza (2010), menciona que, es generalizado que los campesinos no abonan dicho cultivo, y no se disponen de normas de abonamiento comprobadas, sin embargo en experiencias del Programa Nacional de Cultivos Andinos del INIA-Puno, se observó que un abonamiento de cuatro a seis toneladas de estiércol descompuesto de ovino en una hectárea es lo más adecuado. El abono es aplicado manualmente al fondo del surco antes de la siembra.

La cañahua responde a una fórmula de abonamiento: 40 kg de N y 20 kg de P₂O₅ por hectárea. La falta de un abonamiento adecuado explica en parte los rendimientos bajos (Apaza, 2010).

2.2.20. Labores agrícolas

2.2.20.1. Preparación del terreno

La cañihua por poseer un grano muy pequeño (1.0 a 1.2 mm de diámetro), requiere un buen desterronado, nivelación de la tierra para una uniforme germinación y emergencia de plántulas (Gimenez *et al.*, 2017).

FIDA (2010), considera que en el altiplano puneño la preparación de suelos se efectúa con yunta o maquinaria iniciando después de la cosecha (mayo - junio). La profundidad adecuada es de 20 a 25 cm con la humedad existente, para que al momento de la siembra la reja de la yunta se introduzca en el suelo con facilidad. El rastrado o mullido, se realizará inmediatamente después de la roturación o un mes antes de la siembra, con uso de rastra dentada y en forma cruzada. El terreno para el cultivo de cañihua debe quedar bien mullido, suelto y completamente nivelado para recibir la semilla siendo la época adecuada de 20 días antes de la siembra (agosto - septiembre). Se



siembra en setiembre para variedades tardías, en octubre para las intermedias, y en noviembre para las precoces. Sin embargo, dependerá de la frecuencia y volumen de las lluvias.

2.2.20.2. Siembra

El cultivo se efectúa exclusivamente en condiciones de secano, la época de siembra varía de acuerdo a la comunidad campesina en la cual se cultiva la especie y va generalmente de octubre a mediados de noviembre (Apaza, 2010).

Por su parte, Pinto *et al.* (2008), afirma que la cañahua se siembra en surcos, distribuyendo la semilla a chorro continuo en el fondo del surco. Luego de la distribución de la semilla se recomienda efectuar un ligero tapado con la ayuda de ramas de plantas o arbustos. Asimismo, se recomienda que los surcos tengan de 15 a 20 cm de profundidad y estén distanciados de 40 a 45 cm.

La cantidad de semilla utilizada es de 4 a 8 kg/ha al sembrar en surcos y hasta 15 kg/ha cuando se siembra al voleo. La densidad de siembra está íntimamente relacionada con la clasificación del grano, uso de semillas de mayor tamaño que han completado su madurez se requiere una menor densidad. Para calcular el número de granos por hectárea se considera que un gramo de peso contiene entre 900 y 1 000 granos de cañihua (Alexis, 2011).

2.2.20.3. Deshierbe

Para reducir la competencia por nutrientes del suelo, luz y agua en las parcelas de producción, se recomienda eliminar las malas hierbas (malezas) que crecen junto a las plantas de cañahua. Se aconseja realizar esta actividad entre diciembre a febrero (época de lluvia), cuando el suelo esté húmedo (Pinto *et al.*, 2008).



2.2.20.4. Cosecha

El período de cosecha de la cañihua en el altiplano puneño se inicia en marzo y se extiende hasta abril, debido a que no todas las plantas maduran al mismo tiempo. Además, se cortan las plantas antes de que los granos maduren, de otra manera un gran porcentaje de ellos se caería al suelo. Un factor climático que puede afectar seriamente la producción del grano son las granizadas que ocurren en el mes de marzo; pueden ocasionar pérdidas de hasta 80 % (Alexis, 2011).

La siega de las plantas se realiza con hoz, realizando el corte del tallo a una altura más o menos de cinco centímetros del suelo, antes de que los granos sobre maduren, para evitar pérdida por desgrane. Tradicionalmente los productores de cañihua que siembran parcelas pequeñas arrancan las plantas con las raíces, lo que trae como consecuencia que el grano esté mezclado a la tierra procedente de las raíces, desmejorando la presentación y calidad del grano (Apaza, 2010).

2.2.20.5. Desgrane

La cañahua presenta una dehiscencia (caída del grano) variable. Es por eso que la cosecha de las plantas se debe realizar antes que la planta esté totalmente madura para evitar que un gran porcentaje de ellos caigan al suelo. Las pérdidas de grano antes y durante la madurez pueden afectar en algunos ecotipos hasta un 18 a 30% de la producción total. Sin embargo, estas pérdidas de grano pueden ser hasta 80% a causa de las granizadas que suelen registrarse en marzo (Macuchapi, 2017).

Esta característica hace que el productor no pueda elegir este cultivo para la producción en superficies extensas. La investigación en el cultivo de cañahua es de mucha importancia, sobre todo en el mecanismo de desgrane en variedades nativas, variedades locales, líneas accesiones y variedades mejoradas (Coarite, 2014).



2.2.20.6. Trilla

La trilla de cañihua en el altiplano puneño, se efectúa con el método tradicional de golpeo de las plantas con palos curvados en el extremo (waqtana). Esta operación se repite varias veces, conforme va madurando el grano en los arcos, sacudiendo luego para separar el grano de la broza (Alexis, 2011).

Para esta labor la humedad del grano puede variar entre 12 y 14 % (Apaza, 2010).

2.2.20.7. Venteado

Este consiste en levantar los granos a una determinada altura dejándolos caer sobre una lona y el viento se encarga de separar las impurezas más livianas como polvo, hojas, granos vacíos, etc. Pero con este método no se elimina las impurezas o materias extrañas más pesadas como arena, piedra, terrones que caen junto al grano (Macuchapi, 2017).



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DEL ESTUDIO

El trabajo de investigación, fue ejecutado en el Centro Experimental Illpa (CE-ILLPA), de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano - Puno; ubicado en el distrito Paucarcolla, provincia y región - Puno a 18 km de la ciudad de Puno, en la vía Puno-Juliaca. Geográficamente situada a 15°42' 37'' de latitud sur, 70° 04' 56'' de longitud oeste y a una altitud de 3850 m.s.n.m.

3.2. HISTORIAL DEL CAMPO EXPERIMENTAL

- Campaña agrícola 2018 - 2019: Cultivo de papa
- Campaña agrícola 2019 - 2020: Cultivo de cañihua (Presente experimento).

3.3. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DEL CENTRO EXPERIMENTAL

ILLPA

La información meteorológica registrados durante la conducción del experimento en la campaña agrícola 2019 - 2020, se obtuvo de SENAMHI Estación Meteorológica CP 708 Puno; en la Tabla 2 se muestra para los meses de la campaña agrícola, la precipitación pluvial en mm/mes y las temperaturas promedio mensual en °C; asimismo, se consignan el promedio mensual de 5 años últimos. Además, en las Figuras 1 y 2 se ilustra la variación mensual con respecto al promedio de los últimos años.

Tabla 2. Precipitación pluvial y temperaturas promedio mensual registradas durante el experimento campaña agrícola 2019-2020.

Meses	Precipitación mm/mes		Temperatura promedio °C	
	5 Años	2019-2020	5 años	2019-2020
Ago	0.92	0.1	6.22	5.36
Sep	23.4	9.8	7.79	8.29
Oct	51.34	77.2	8.74	8.4
Nov	36.42	100	10.32	9.4
Dic	55.52	52.9	10.23	10.02
Ene	118.3	114.1	9.92	11.48
Feb	89.9	172.4	9.84	13.45
Mar	61.6	30.6	9.22	9.76
Abr	29.1	0.3	7.55	7.94
May	16.36	12.9	6.42	6.43
Jun	9.45	0.1	5.08	5.03
Jul	10.16	0	4.86	4.38

Fuente: SENAMHI Estación Meteorológica CP 708 Puno

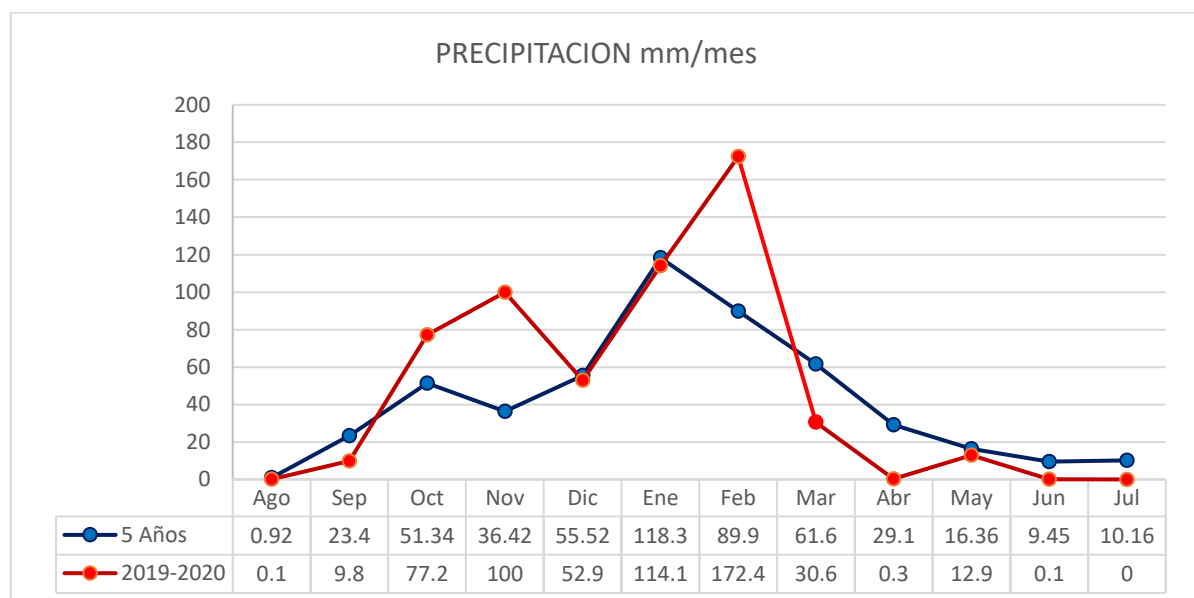


Figura 1. Precipitación pluvial en el periodo de la campaña agrícola 2019-2020.

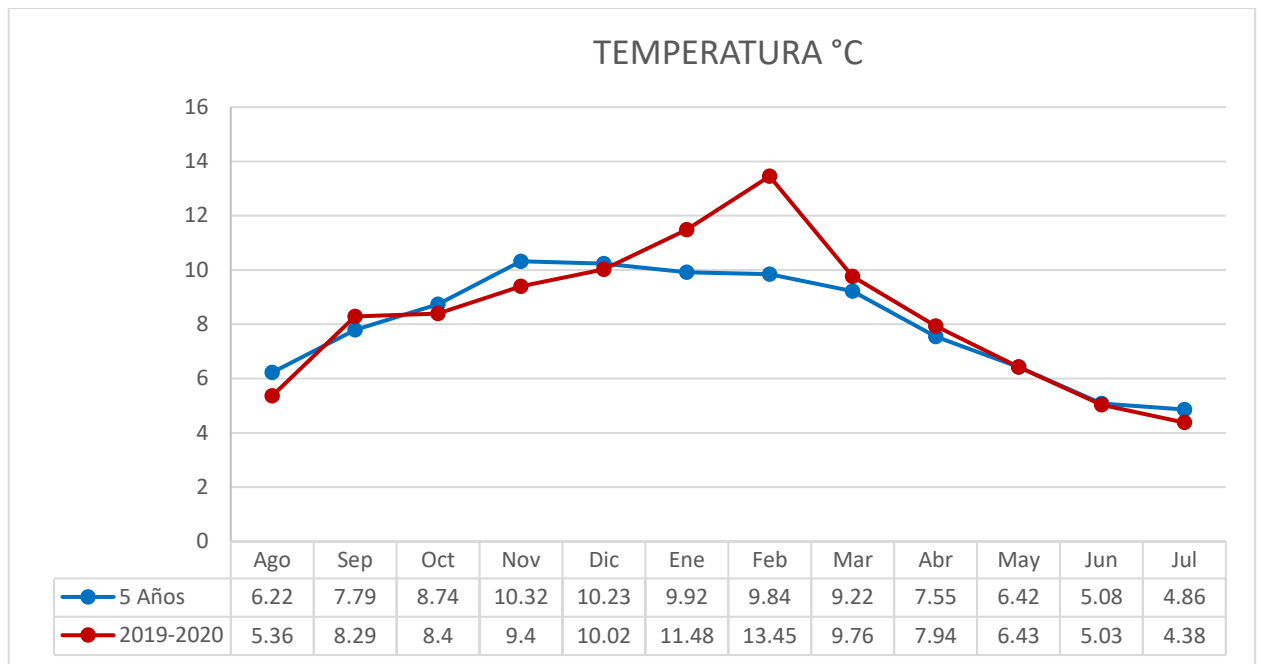


Figura 2. Temperatura promedio mensuales campaña agrícola 2019-2020.

3.4. ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO DEL SUELO EXPERIMENTAL

El análisis de suelo se llevó a cabo en el Laboratorio de Suelos de la E.P. Ingeniería Agronómica, FCA-UNA-PUNO, los resultados se observan en la Tabla 3, donde se aprecia la clase textural franco arenoso, pH (7.14), materia orgánica (3.40%), nitrógeno total (0.17%), fósforo (8.20 ppm) y potasio (120 ppm) disponibles; y otros elementos presentes en la tabla de descripción.

Tabla 3. Resultados del Análisis del Suelo del Campo Experimental.

Determinación	Resultado
% Arena	58
% Limo	28
% Arcilla	14
Clase Textural	Franco arenoso
Materia orgánica (%)	3.40
Nitrógeno (N) total (%)	0.17
Fósforo (P) disponible (ppm)	8.20
Potasio (K) disponible (ppm)	120
pH	7.14



C. E. (mS/cm)	1.10
CO ₃ (%)	0.00
Al ₃ (me/100g suelo)	0.00

Fuente: Laboratorio de Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica
FCA UNA-Puno

3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA

El material experimental biológico es parte del Banco de Germoplasma de Cañihua del total 341 accesiones que se conservan en el Centro Experimental Camacani, de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, parte de las accesiones avanzadas con mayor potencial de rendimiento grano y para fines del presente trabajo de investigación, se ha muestreado solo 50 accesiones proporcionalmente correspondiente a cada color característico del tallo, con fines de buen manejo de información y facilidad de trabajo de campo en la caracterización.

3.6. TRATAMIENTO EN ESTUDIO

Las accesiones seleccionadas, fueron distribuidos en 5 colores característicos que presenta el cultivo de cañihua, en el color del tallo en la madurez fisiológica, por ser una característica más estable que la coloración de las hojas y considerando que un determinado color es la expresión genética distintiva de cada accesión; la Tabla 4 muestra las accesiones en estudio agrupados por color y sus correspondientes claves de identificación.

Tabla 4. Claves de las accesiones de cañihua en estudio, agrupados por color del tallo.

N°	Clave accesión	Clave de investigación	Color de tallo y hojas
1	03-21-04	04	Amarillo
2	03-21-07	07	Amarillo
3	03-21-28	28	Amarillo
4	03-21-85	85	Amarillo
5	03-21-96	96	Amarillo
6	03-21-106	106	Amarillo
7	03-21-132	132	Amarillo
8	03-21-342	342	Amarillo
9	03-21-24	24	Rosado
10	03-21-42	42	Rosado
11	03-21-73	73	Rosado
12	03-21-82	82	Rosado



13	03-21-103	103	Rosado
14	03-21-113	113	Rosado
15	03-21-141	141	Rosado
16	03-21-153	153	Rosado
17	03-21-160	160	Rosado
18	03-21-165	165	Rosado
19	03-21-168	168	Rosado
20	03-21-01	01	Rosado
21	03-21-12	12	Rosado
22	03-21-23	23	Rosado
23	03-21-31	31	Rosado
24	03-21-35	35	Rosado
25	03-21-37	37	Rosado
26	03-21-40	40	Rosado
27	03-21-51	51	Rosado
28	03-21-53	53	Rosado
29	03-21-64	64	Rosado
30	03-21-70	70	Rosado
31	03-21-72	72	Rosado
32	03-21-134	134	Rosado
33	03-21-343	343	Rosado
34	03-21-02	02	Anaranjado
35	03-21-57	57	Anaranjado
36	03-21-116	116	Anaranjado
37	03-21-143	143	Anaranjado
38	03-21-344	344	Anaranjado
39	03-21-50	50	Anaranjado
40	03-21-14	14	Rojo
41	03-21-18	18	Rojo
42	03-21-19	19	Rojo
43	03-21-54	54	Rojo
44	03-21-345	345	Rojo
45	03-21-27	27	Púrpura
46	03-21-49	49	Púrpura
47	03-21-109	109	Púrpura
48	03-21-75	75	Púrpura
49	03-21-95	95	Púrpura
50	03-21-346	346	Púrpura

3.7. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el análisis de la información se estableció utilizar el Diseño Bloque Completo al Azar, agrupados por colores, con 3 repeticiones y un total de 150 unidades experimentales, con la finalidad de evaluar el potencial de rendimiento grano de las accesiones, para cumplir con el objetivo del presente trabajo de investigación.

El modelo aditivo lineal para el DBCA, se representa mediante el siguiente modelo:

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

Donde:



Y_{ij} = Rendimiento del i-ésimo tratamiento, en la j-ésima repetición

μ = Media general

τ_i = i-ésimo tratamiento o accesión

β_j = j-ésimo repetición o bloque

ε_{ij} = error experimental en el i-ésimo tratamiento y en la j-ésima repetición.

E_{ij} = es el efecto del error experimental en el i-esimo accesión en el j-esimo bloque.

3.8. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

a) Área experimental

Largo del área experimental : 31 m

Ancho del área experimental : 20.50 m

Área total del área experimental : 635.5m²

b) Unidad experimental

Número de parcelas : 150

Largo de parcela : 2 m

Ancho de parcela : 1.5 m

Área neta de la parcela : 3 m²

Área neta de la unidad experimental: 450 m²

c) Bloques

Número de bloques : 50

Largo de bloques : 4.5 m

Ancho de bloques : 2m

Distancia entre bloques : 0.5 m

d) Surcos

Número de surcos por parcela : 3



Largo del surco : 2 m

Distanciamiento entre surcos : 0.5 m

3.9. MATERIALES

- Cámara digital
- Croquis de campo experimental
- Flexómetro
- Computador portátil
- Balanza de reloj de 5 kg.
- Bolsas de polietileno
- Lista de descriptores
- Segadora manual
- Mantas de tucuyo
- Balanza FX-3000i Máx 3200g d=0.01g electrónica

3.10. MÉTODOS

3.10.1. Instalación, labores culturales, cosecha y poscosecha

1. Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó de forma mecanizada con tractor agrícola; se inició con la labranza del terreno, empleando arado de disco a una profundidad promedio 0.30 m aproximadamente después de la cosecha de la campaña 2018 – 2019; después se procedió el mullido del terreno empleando la rastra y se efectuó de forma cruzada con el fin de desmenuzar los terrones. Esta actividad se realizó en el mes de septiembre.

El experimento consistió en el establecimiento de parcelas de 3 m², siguiendo las técnicas de siembra, las 50 accesiones de germoplasma de cañihua se establecieron en 3 surcos / parcela espaciados por 0.50 m entre surcos, trazándose 50 bloques con 3 unidades experimentales cada una, el cual permitió realizar la evaluación y caracterización agronómica y morfológica de cañihua.



2. Surcado y marcado del área experimental

El surcado se realizó con el uso de la surcadora mecánica, el distanciamiento de surcos fue de 0.5 m con una profundidad de 0.20 m aproximadamente; después del surcado se efectuó el marcado del terreno de acuerdo a las dimensiones planteadas para el experimento con la ayuda de cordel, estacas y yeso, trazando el borde de los bloques y sus respectivas calles.

3. Siembra

La siembra de las 50 accesiones de cañihua, se realizó el 12 de octubre del 2019, el método de siembra empleado fue a chorro continuo en 3 surcos por unidad experimental, con un distanciamiento entre surcos de 0,5 m y una profundidad de 1.5 cm aproximadamente lo más uniforme posible para evitar que esto influyera en el experimento. La cantidad de semilla utilizada fue 8 kg/ha, lo que para cada unidad experimental de 3 m² se empleó 2.4 g de semilla y 0.8 g/m², las 50 accesiones de cañihua, se distribuyeron aleatoriamente en cada bloque.

4. Raleo

Realizado con la finalidad de darle mayor espacio, vigor y mejor desarrollo a las plantas, eliminándose durante el proceso las plantas débiles, plantas poco desarrolladas y con pocas posibilidades de dar buenos rendimientos a la cosecha. Se efectuó un solo desahíje cuando las plantas alcanzaron de 5 a 10 cm de altura.

5. Deshierbo

El deshierbo se realizó el 16 de noviembre del 2019 a los 26 días y 06 de enero del 2020 a los 86 días después de la emergencia de las accesiones, para evitar competencia por agua, nutrientes, luz y espacio, así como presencia de plagas y enfermedades por actuar como agentes hospederos. Así mismo, se realizó el aporque respectivo para



asegurar la sobrevivencia de las plantas cultivadas. Las malas hierbas encontradas fueron las siguientes:

- “Amor seco” (*Bidens pilosa*)
- “Malva K’ora” (*Malvastrum capitatum*)
- “Nabo silvestre” (*Brassica campestris*)

6. Identificación y control de plagas y enfermedades

Durante el desarrollo del cultivo, se registraron superficialmente algunas plagas y enfermedades, tales como:

Escarabajo negro (*Epicauta willae*).- Se presentó en la fase fisiológica de ramificación hasta la madurez fisiológica en un mínimo porcentaje, a consecuencia de los veranillos que se presentaron en los meses de enero y febrero; sin embargo no causó ningún daño significativo al cultivo, y no se realizó ningún tipo de control.

Pulgón (*Macrosiphum euphorbiae*).- Se presentó en la fase de madurez fisiológica, pero la plaga no causó daños considerables en la producción del cultivo de cañihua.

Con referente a las enfermedades la cañihua es una de las plantas más resistentes, aunque se ha detectado algún ataque de mildiu (*Peronospora farinosa*) al comienzo de la floración, ésta desaparece o la planta muestra alta tolerancia.

7. Cosecha

La cosecha de cada accesión se realizó conforme las plantas alcanzaron la madurez fisiológica, en fechas 8 de marzo al 8 de abril de 2020 de acuerdo al ciclo biológico de cada accesión. El corte se efectuó con la ayuda de una hoz, a 5 cm del cuello de la planta. Cada accesión cosechada fue depositada sobre mantas para evitar el desgrane del grano, para posteriormente ser trillada y venteado.



8. Post-cosecha

La trilla y el venteado fueron realizados en forma manual e individual para cada accesión de cañihua. Una vez trillada la cañihua se procedió al venteo para separar las ramas pequeñas, perigonios y hojas que conforman el residuo denominado "jipi" y la broza mayor conformada por las ramas, tallos que se denomina "kiri". El pesado se realizó en una balanza de precisión para cada accesión.

3.10.2. Criterios de caracterización

3.10.2.1. Caracterización morfológica de las accesiones

Según, IPGRI, PROINPA e IFAD (2005).

- a) **Hábitos de crecimiento:** Sayhua, Lasta, pampalasta.
- b) **Altura de Planta:** medida a la madurez fisiológica, desde el cuello de la raíz hasta la altura máxima alcanza. Promedio de 10 plantas.
- c) **Características del tallo: Diámetro del tallo central** (mm) medido en la parte media del tercio inferior de la planta en la madurez fisiológica. Promedio de 10 plantas. **Color de tallo en la madurez fisiológica** (1 amarillo claro, 2 amarillo, 3 verde amarillento, 4 verde agua, 5 verde claro, 6 verde oscuro, 7 crema suave, 8 crema oscuro, 10 rosado oscuro, 11 dorado, 12 anaranjado, 13 rojo, 14 café amarillento, 15 café claro, 16 café oscuro, 17 café rojizo, 18 púrpura pálido).
- d) **Ramificación: Número de ramas primarias**, Número de ramas desde la base hasta el segundo tercio de la planta, en la madurez fisiológica. **Cobertura vegetativa** (cm), medida a la madurez fisiológica, considerando la cobertura más ancha de la planta, promedio de 10 plantas.
- e) **Hoja:** Descripción de hojas del tercio medio de la planta, seleccionada en plena floración de al menos 10 plantas. **Forma de la lámina foliar** (1 romboidal, 2 triangular, 3 ancha ovada). **Borde de la lámina foliar** (1 entero, 2 dentado). **Número de dientes en la lámina foliar**, número total de dientes por hoja, medida de 10 hojas



una hoja por planta. **Longitud de peciolo** (cm), promedio de 10 plantas, una hoja por planta. **Longitud máxima de la lámina foliar** (cm), promedio de 10 planta, una hoja por planta. **Ancho máximo de la lámina foliar** (cm), promedio de 10 plantas, una hoja por planta. **Color a la madurez fisiológica** (1 amarillo claro, 2 verde amarillento, 3 verde agua, 4 verde claro, 5verde oscuro, 6 verde azulado, 7 crema suave, 8 crema oscuro, 9 pajizo, 10 canela, 11 rosado claro, 12 rosado, 13 rosado oscuro, 14 dorado, 15 anaranjado, 16 rojo, 17 café amarillento, 18 café claro, 19 café oscuro, 20 café rojizo, 21 púrpura pálido, 22 púrpura, 23 morado, 24 gris).

- f) **Características del grano: Grado de dehiscencia**, persistencia del grano en la planta cuando alcanza la madurez fisiológica (3 ligera, 5 regular 7 persistente).
- g) **Índice de cosecha**: $IC = (PG/PB+PG * 100)$, PG: peso del grano, PB: peso de la broza.

3.10.2.2. Caracterización fenológica de las accesiones

Según, IPGRI, PROINPA e IFAD (2005).

- a) **Emergencia** de plántulas: número de días desde la siembra hasta que el 50% de las plántulas estén emergidas.
- b) **Dos hojas verdaderas**: número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plántulas tenga 2 hojas verdaderas.
- c) **Ramificación**: número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas muestren el desarrollo de las ramas primarias que aparecen en la base de la planta en forma opuesta.
- d) **Formación de inflorescencia**: número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas muestren la formación de la inflorescencia en las ramas principales.



- e) **Floración:** número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas estén en plena floración en las ramas principales de la planta.
- f) **Grano lechoso:** número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas presenten granos que liberen líquido blanquecino cuando se someten a presión.
- g) **Grano pastoso:** número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas hayan alcanzado grano pastoso o apariencia pastosa.
- h) **Madurez fisiológica:** número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas presenten granos que ofrecen resistencia a la presión.

3.10.2.1. Rendimiento de grano (kg/ha)

En esta variable se realizó la suma total de los datos evaluados de rendimiento de grano por cada accesión. Para luego convertir dicha sumatoria de gramos a kilogramos para evaluar el rendimiento real de cada accesión expresado en (kg/ha) (IPGRI, PROINPA e IFAD, 2005).

3.10.2.2. Rendimiento biomasa

Es la suma del peso de la broza más el peso de grano (IPGRI, PROINPA e IFAD, 2005).

3.11. VARIABLES DE RESPUESTAS

- a) Características morfológicas
 - Hábito de crecimiento
 - Altura de planta
 - Diámetro de tallo central
 - Color de tallo en la madurez fisiológica
 - Número de ramas primarias
 - Cobertura vegetativa



- Forma de la lámina foliar
 - Borde de la lámina foliar
 - Número de dientes de la lámina foliar
 - Longitud del peciolo
 - Longitud máxima de área foliar
 - Ancho máximo de área foliar
 - Grado de dehiscencia
 - Aspecto del perigonio
 - Índice de cosecha
- b) Características fenológicas
- Emergencia
 - Dos hojas verdaderas
 - Ramificación
 - Formación de inflorescencia
 - Floración
 - Grano lechoso
 - Grano pastoso
 - Madurez fisiológica
- c) Rendimiento grano en kg/ha de las accesiones por colores: amarillo, rosado, anaranjado, rojo y púrpura

3.12. ANÁLISIS DE DATOS

Para el procesamiento de los datos de caracterización morfológica, fenológica y rendimiento grano de las accesiones, se han utilizado los software estadísticos INFOSTAT Versión: 20/09/2018 y IBM SPSS *Statistics* Versión 23, realizando los siguientes análisis.

3.12.2. Estadística descriptivas

En la caracterización individual y por grupos de color de las accesiones, referente a parámetros cuantitativos, se han utilizado los estadísticos: media o promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, los valores mínimos y máximos; y los parámetros cualitativos se procesaron como frecuencia relativa.

3.12.3. Análisis de varianza y prueba de significancia

Los datos cuantitativos observados por cada accesión y por los criterios establecidos en los descriptores, fueron sometidos al análisis de varianza, ajustando al modelo estadístico del Diseño Irrestringidamente al Azar (DIA). Asimismo, los resultados de rendimiento grano de las accesiones fueron analizados en el modelo de DIA, no obstante de que se ha cultivado bajo diseño estadístico Bloque Completo al Azar (DBCA), debido a que los resultados de análisis previo no mostraron diferencias significativas para el fuente de variabilidad (F.V.) bloque para ningún variable de caracterización. En la Tabla 5, se especifica el modelo de análisis de varianza para el DIA.

Para los casos de que el ANVA resulta con F calculada que se encuentra en la zona de rechazo de la hipótesis nula a probabilidad de 0.05 o a 0.01, según la prueba de Fisher y se realiza la prueba de significancia.

Tabla 5. Análisis de varianza (ANVA) para Diseño Irrestringidamente al Azar (DIA).

Fuentes de variabilidad (F.V.)	Grados de libertad (G.L.)	Suma de cuadrados (S.C.)	Cuadrado medio (C.M.)	F – calculada
Tratamientos	t-1	SCT	CMT/(t-1)	CMT/CME
Error	t(r-1)	SCE	CME/t(r-1)	
TOTAL	rt-1	SCTO		



Para discriminar las accesiones que destacan o son inferiores o son similares, en la característica evaluada, se ha realizado la prueba de significancia de *Duncan* a la probabilidad de error de 0.05.

3.12.4. Análisis de correlación

Con la finalidad de cuantificar la relación lineal entre dos variables o parámetros cuantitativos u ordinales, se ha realizado el análisis de correlación *Pearson*, debido a que este coeficiente es independiente de la escala de medida de las variables; si bien un alto grado de correlación no implica necesariamente una relación de causa efecto (Arriaza, 2006).

3.12.5. Análisis multivariado

Monteros *et al.* (2008), al referirse del análisis de datos de caracterización y evaluación de germoplasma, indica que se utiliza el análisis multivariado, para interpretar mejor la gran cantidad de información generada en este tipo de trabajos, como análisis de componente principales, análisis de conglomerados o análisis *cluster*, entre otros.

El análisis de componentes principales es un método multivariado, que tiene como elemento principal la transformación de los datos de las variables iniciales correlacionadas, que mediante el método de extracción de factores, determina el número mínimo de factores que explican el máximo de la varianza de las variables, estos componentes principales identificados sirven para análisis posteriores (Arriaza, 2006).



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS DE CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

4.1.1. Hábito de crecimiento

Los resultados de evaluación de esta característica se muestra en la Tabla A.1, del anexo donde 44 accesiones presentan habito de crecimiento “lasta” representando el 88% del total de las accesiones en estudio y el 12% restante fue de crecimiento de tipo “saihua”, siendo estas accesiones identificadas con claves 342, 343, 344, 345, 97 y 346.

Bravo y Catacora (2010), en una evaluación de 212 accesiones de cañihua, lograron caracterizar 43% “lastas”, 40% “intermedias” y 17% de accesiones con hábito de crecimiento “saihua”. Confirmando así que existen relativamente pocas accesiones “saihua” y lo que indican con crecimiento “postrado” e “intermedio” al parecer se refiere al hábito de crecimiento “lasta”, por cuanto el tipo “pampa lasta” de crecimiento “postrado” son cañihuas silvestres y son muy raros las cañihuas cultivada con esta característica.

4.1.2. Altura de planta

La Tabla A.2, muestra los resultados individuales y el promedio total de altura de planta de las accesiones agrupadas por colores amarillo y rosado; en la Tabla A.3 los correspondientes a los de color anaranjado, rojo y púrpura; en dichas tablas se describe la media o promedio, desviación estándar (D.E.), coeficiente de variabilidad (C.V.) y los valores mínimo y máximo.

En la Tabla A.4 de análisis de varianza (ANVA) de altura de planta de 50 accesiones de cañihua, indica que entre accesiones existe diferencias estadísticas



altamente significativas ($\alpha = 0.01$), con un coeficiente de variabilidad (CV) de 13.25% entre las unidades experimentales en cada accesión. La prueba de significancia Duncan ($\alpha = 0.05$) respectivo, se muestra en la Tabla 6, donde destacan como accesiones superiores en altura de planta, identificados por sus número de clave: 97, 345, 27, 24, 75, 57, 113 y 14 con 62.80, 62.60, 61.55, 60.85, 60.45, 59.60, 58.10 y 58.00 cm respectivamente. Sin embargo, para comparaciones siguientes expresa interacciones intrincadas entre las accesiones en esta característica morfológica. Además se observa amplio rango de variación en altura de planta, desde 42.25 cm de la accesión 50, hasta un máximo de 62.80 cm que presenta la accesión 97.

El rango de variación de altura de planta en las accesiones de cañihua del presente estudio, se encuentra dentro de los márgenes de altura de planta de 25 a 70 cm, reportado por Mujica *et al.* (2002), dependiendo al tipo o hábito de crecimiento. De la misma manera Chagua (2020), reporta altura de planta de 44.4 cm a 56.5 cm similares al estudio.

Así mismo, Chura (2019), reporta altura de planta de 25.59 cm a 57.70 cm, indicando que estas diferencias de altura de planta denotan proporcionalmente que las plantas de alto vigor incrementaron su altura en 93.63% en comparación con las plantas de bajo vigor. Así mismo, Nina (2014), asevera que la altura de planta varía entre 49.30 cm a 48.85 cm en zonas áridas, también menciona que la altura de planta dependería de la mayor eficiencia en la absorción de nutrientes y agua del suelo.

Además se observó que hay diferencias en altura de planta por color de las cañihua, así la altura de planta promedio por grupo de colores varían de 46.31 a 56.98 cm, las accesiones de color púrpura (56.98 cm) y rojo (56.81 cm), presentan promedios más altas y las accesiones amarillas (46.31 cm) se comportaron con las más bajas; las que se ilustran en las Figuras 3, 4, 5, 6 y 7.



Tabla 6. Prueba de significancia Duncan ($\alpha = 0.05$) de altura de planta de 50 accesiones de cañihua.

Nº Orden	Accesión	n	E.E.	Media en cm
1	97	20	1.53	62.80 a
2	345	20	1.53	62.60 a
3	27	20	1.53	61.55 a b
4	24	20	1.53	60.85 a b c
5	75	20	1.53	60.45 a b c
6	57	20	1.53	59.60 a b c d
7	113	20	1.53	58.10 a b c d e
8	14	20	1.53	58.00 a b c d e
9	19	20	1.53	57.60 b c d e f
10	35	20	1.53	57.50 b c d e f
11	42	20	1.53	55.90 c d e f g
12	168	20	1.53	55.85 c d e f g
13	346	20	1.53	54.95 d e f g h
14	343	20	1.53	54.65 d e f g h
15	116	20	1.53	53.65 e f g h i
16	73	20	1.53	53.55 e f g h i
17	344	20	1.53	53.55 e f g h i
18	23	20	1.53	53.20 e f g h i j
19	54	20	1.53	53.15 e f g h i j
20	18	20	1.53	52.70 f g h i j k
21	109	20	1.53	52.70 f g h i j k
22	12	20	1.53	52.05 g h i j k l
23	64	20	1.53	51.80 g h i j k l
24	82	20	1.53	51.20 g h i j k l m
25	53	20	1.53	51.00 g h i j k l m n
26	51	20	1.53	50.95 g h i j k l m n
27	70	20	1.53	50.35 h i j k l m n o
28	160	20	1.53	49.80 h i j k l m n o p
29	40	20	1.53	49.35 i j k l m n o p
30	49	20	1.53	49.35 i j k l m n o p
31	153	20	1.53	49.25 i j k l m n o p
32	106	20	1.53	49.25 i j k l m n o p
33	50	20	1.53	49.20 i j k l m n o p
34	01	20	1.53	49.05 i j k l m n o p
35	37	20	1.53	48.85 i j k l m n o p
36	02	20	1.53	48.20 j k l m n o p
37	07	20	1.53	47.60 k l m n o p
38	134	20	1.53	47.35 l m n o p q
39	342	20	1.53	47.30 l m n o p q
40	143	20	1.53	47.25 l m n o p q
41	141	20	1.53	47.15 l m n o p q
42	132	20	1.53	47.15 l m n o p q
43	165	20	1.53	46.20 m n o p q
44	96	20	1.53	46.20 m n o p q
45	72	20	1.53	46.00 m n o p q
46	28	20	1.53	45.75 n o p q
47	103	20	1.53	45.25 o p q
48	04	20	1.53	44.95 p q
49	31	20	1.53	44.70 p q
50	85	20	1.53	42.25 q

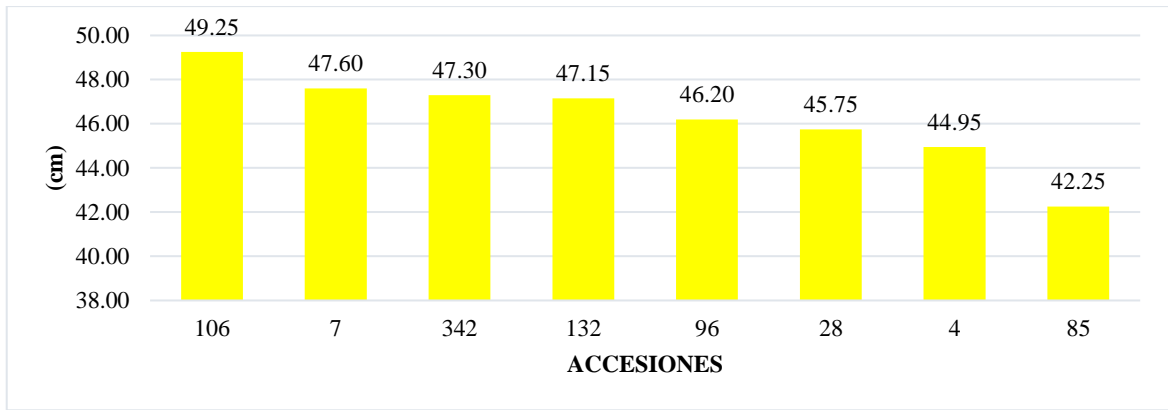


Figura 3. Altura de planta (cm) de accesiones de cañihua color amarillo.

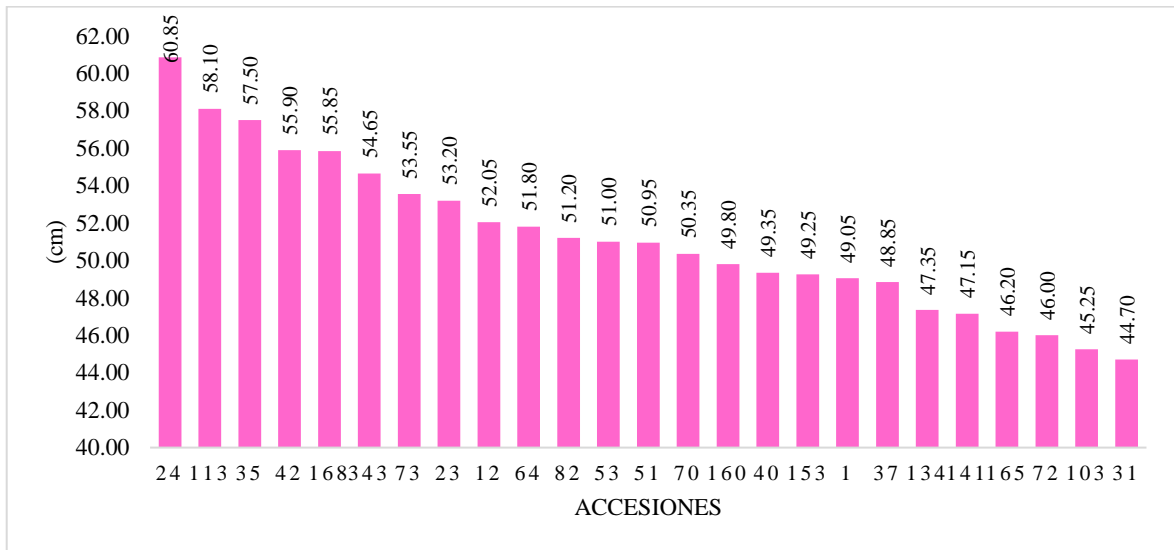


Figura 4. Altura de planta (cm) de accesiones de cañihua color rosado.

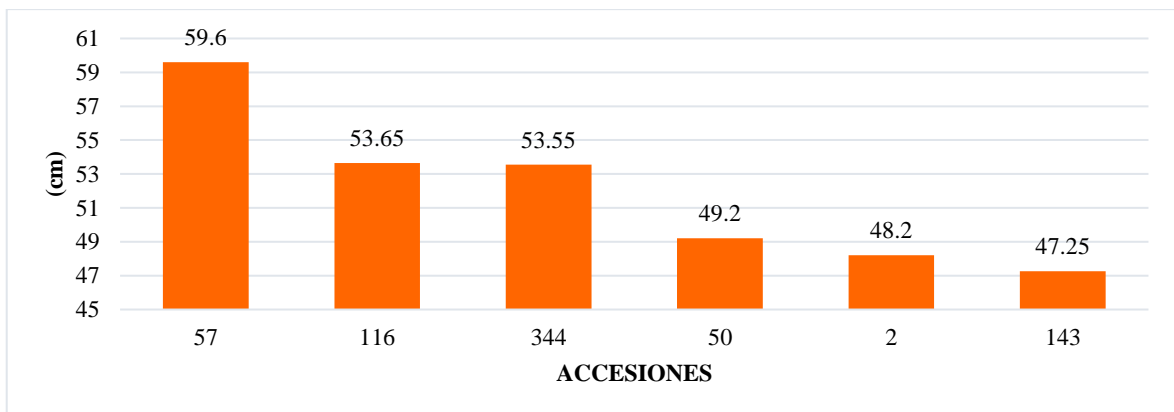


Figura 5. Altura de planta (cm) de accesiones de cañihua color anaranjado.

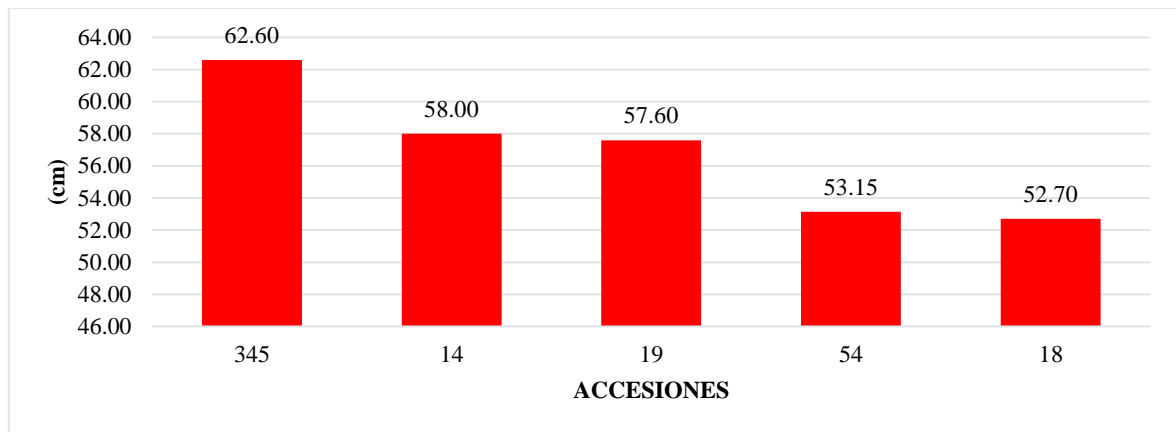


Figura 6. Altura de planta (cm) de accesiones de cañihua color rojo.

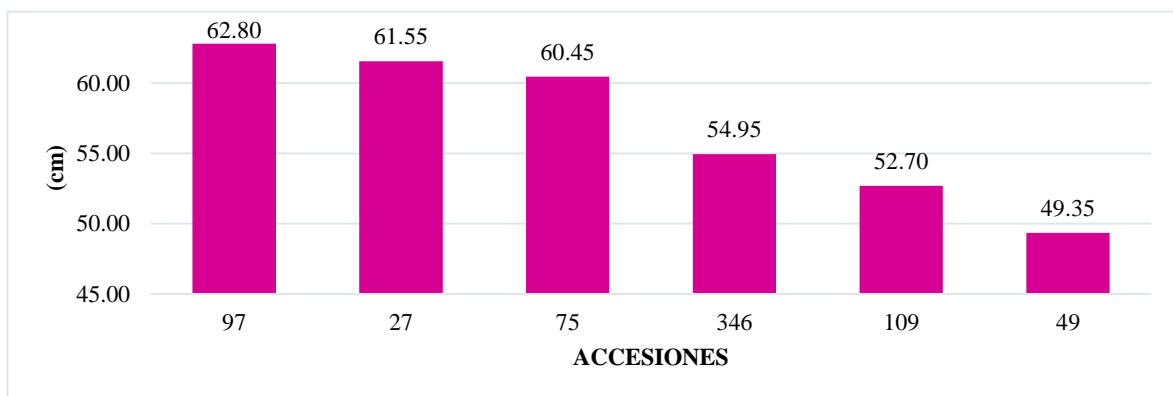


Figura 7. Altura de planta (cm) de accesiones de cañihua color púrpura.

4.1.3. Diámetro de tallo central

En la Tabla A.5 se muestran los resultados de diámetro del tallo central de las accesiones de colores amarillas y rosadas, y en la Tabla A.6 las accesiones de colores anaranjado, rojo y púrpura; en ellas se especifican para cada accesión y para cada grupo de color, su caracterización del diámetro de tallo central, indicando su promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, los valores máximos y mínimos.

Los resultados de análisis de varianza de datos de diámetro de tallo central en las 50 accesiones de cañihua, Tabla A.7, muestra diferencias estadísticas altamente significativas ($p=0.01$) entre accesiones. Cuya prueba de significancia de la Tabla 7, indica que los primeros dieciocho accesiones presentan mayor diámetro de tallo central, ocupando el primer lugar, con promedios que no muestran diferencias estadísticas



significativas, identificados con códigos: 01, 96, 344, 24, 342, 51, 07, 12, 27, 134, 23, 04, 132, 18, 141, 19, 168 y 160, con 5.83, 5.48, 5.40, 5.29, 5.26, 5.25, 5.25, 5.24, 5.17, 5.13, 5.12, 5.11, 5.09, 5.08, 5.04, 5.04, 5.03 y 5.02 mm, respectivamente. Además, se observa que entre accesiones varía de 4.07 mm en la accesión 50 valor más bajo, hasta un máximo de 5.83 mm en la accesión 01, mostrando diversidad en este parámetro.

Considerando los diámetros de tallos central reportados por Chahua (2020), entre 5.11 a 6.32 mm en diez accesiones de cañihua, son muy próximos a los valores del presente estudio. Sin embargo, no ocurre así con los rangos encontrados por Mayta *et al.*, (2015), para 12 accesiones de cañihua, que varían de 3.40 a 4.00 mm de diámetro de tallo central, que son inferiores a los promedios del presente trabajo de investigación.

Por otra parte, Chambi (2017) obtuvo diámetros de tallo entre 1.73 a 5.98 mm como una característica agronómica de 39 accesiones de cañahua evaluadas. Y Maydana (2010), obtuvo resultados promedios de diámetro de tallo entre 3.21 mm a 3.62 mm; los reportes indicados, muestran que las accesiones de cañihua presentan una gran variación en diámetro de tallo central.

Por otro lado, al observar los promedio de diámetro de tallo central por grupos de color, muestra pequeña variación de 4.60 mm (color púrpura) a 4.97 mm (color amarillo). Pero al realizar análisis estadístico, solo hay diferencias en diámetro de tallo central para las accesiones de color amarillo y rosado, los que se muestran en las Figuras 8 y 9.



Tabla 7. Prueba de significancia Duncan ($\alpha = 0.05$) de diámetro de tallo central (mm) de 50 accesiones de cañihua.

N° Orden	Accesión	n	E.E.	Media
1	01	10	0.24	5.83 a
2	96	10	0.24	5.48 a b
3	344	10	0.24	5.40 a b c
4	24	10	0.24	5.29 a b c d
5	342	10	0.24	5.26 a b c d e
6	51	10	0.24	5.25 a b c d e
7	07	10	0.24	5.25 a b c d e
8	12	10	0.24	5.24 a b c d e
9	27	10	0.24	5.17 a b c d e f
10	134	10	0.24	5.13 a b c d e f
11	23	10	0.24	5.12 a b c d e f
12	04	10	0.24	5.11 a b c d e f
13	132	10	0.24	5.09 a b c d e f g
14	18	10	0.24	5.08 a b c d e f g
15	141	10	0.24	5.04 a b c d e f g
16	19	10	0.24	5.04 a b c d e f g
17	168	10	0.24	5.03 a b c d e f g
18	160	10	0.24	5.02 a b c d e f g
19	113	10	0.24	4.98 b c d e f g
20	70	10	0.24	4.97 b c d e f g
21	153	10	0.24	4.95 b c d e f g
22	345	10	0.24	4.91 b c d e f g
23	28	10	0.24	4.89 b c d e f g h
24	143	10	0.24	4.83 b c d e f g h
25	343	10	0.24	4.82 b c d e f g h
26	53	10	0.24	4.80 b c d e f g h
27	50	10	0.24	4.78 b c d e f g h
28	57	10	0.24	4.74 b c d e f g h
29	42	10	0.24	4.71 b c d e f g h
30	97	10	0.24	4.70 b c d e f g h
31	73	10	0.24	4.66 b c d e f g h
32	116	10	0.24	4.65 b c d e f g h
33	35	10	0.24	4.62 c d e f g h
34	72	10	0.24	4.60 c d e f g h
35	82	10	0.24	4.58 c d e f g h
36	106	10	0.24	4.57 c d e f g h
37	02	10	0.24	4.54 d e f g h
38	346	10	0.24	4.54 d e f g h
39	14	10	0.24	4.53 d e f g h
40	75	10	0.24	4.52 d e f g h
41	165	10	0.24	4.47 d e f g h
42	64	10	0.24	4.45 d e f g h
43	49	10	0.24	4.43 e f g h
44	40	10	0.24	4.42 e f g h
45	37	10	0.24	4.42 e f g h
46	103	10	0.24	4.37 f g h
47	54	10	0.24	4.35 f g h
48	31	10	0.24	4.25 g h
49	109	10	0.24	4.24 g h
50	85	10	0.24	4.07 h

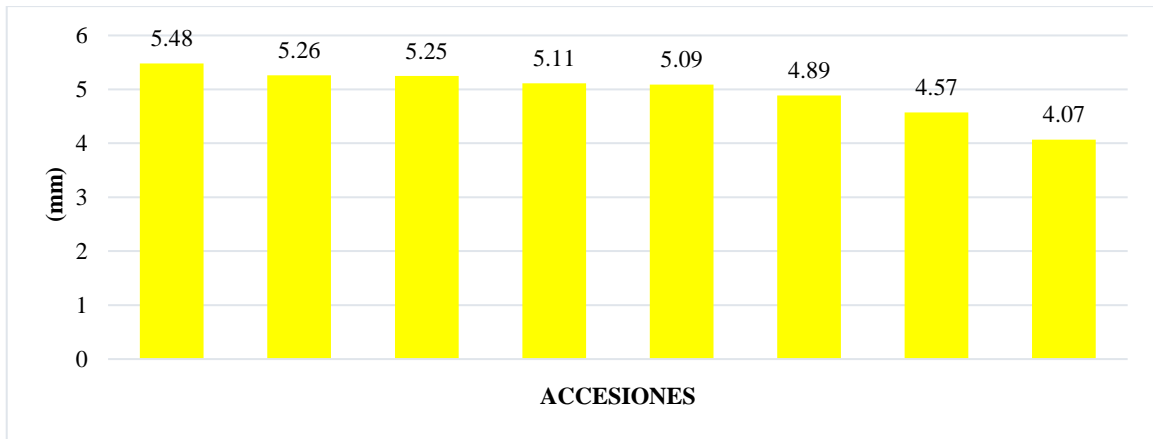


Figura 8. Diámetro de tallo central (mm) de accesiones de cañihua color amarillo.

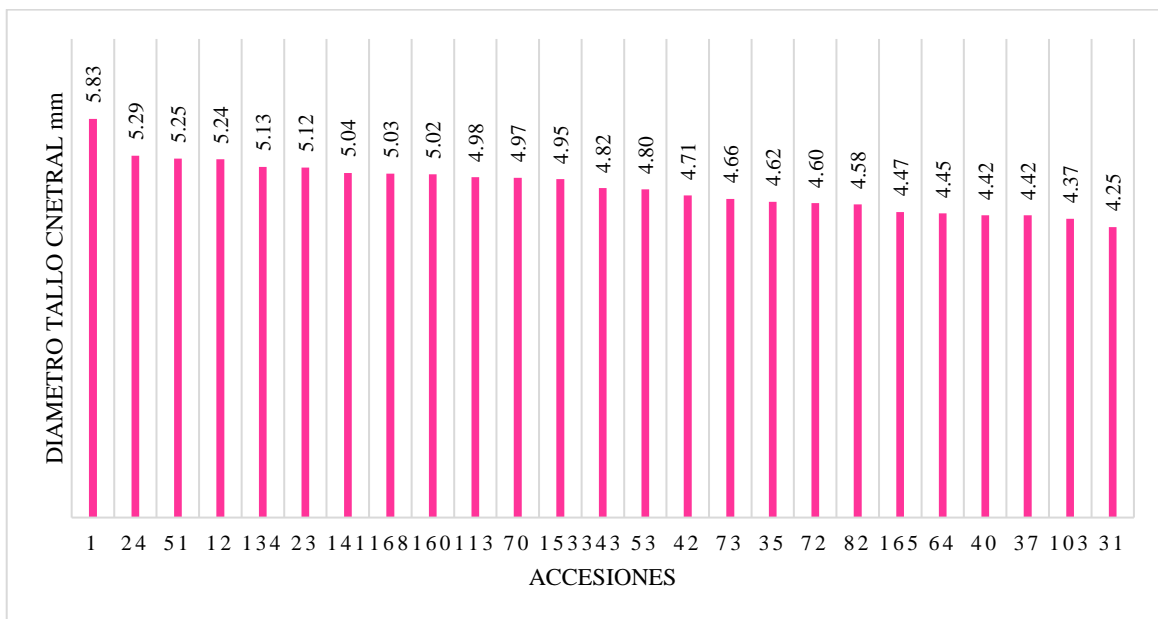


Figura 9. Diámetro de tallo central (mm) de accesiones de cañihua color rosado.

La característica de diámetro de tallo central, es un parámetro que puede ayudar a diferenciar las accesiones en los colores amarillo y rosado, porque explica significativamente la variabilidad entre las accesiones de estos dos colores; pero, en las accesiones de color anaranjado, rojo y púrpura, no aporta significativamente en explicar la variación en estas accesiones.



4.1.4. Color de tallo en la madurez fisiológica

Los resultados de evaluación de color se presenta en la Tabla A.1, distinguiéndose cinco colores característicos dentro de las 50 accesiones: 8 accesiones amarillas, 25 rosadas, 6 anaranjadas, 5 rojas y 6 púrpuras.

La coloración de la planta es la expresión controlado por un gen; como indica Paca (1970), el color rojo, así como el color negro y color castaño de las semillas son dominantes y están controlados por un sistema genético de herencia simple. Dando a entender que los colores más intensos de plantas de cañihua son dominantes. Flores (2006), reporta variaciones en el color del tallo que va desde amarillo claro, crema suave, crema oscuro, rosado claro, rosado, anaranjado y café rojizo. Así mismo, Carrasco (1988) reportó coloraciones del tallo a la madurez fisiológica que varían desde un verde, amarillo, rojo hasta anaranjado y púrpura.

4.1.5. Numero de ramas primarias

Las Tablas A.8 y A.9, presentan las accesiones agrupadas por colores amarillo, rosado, anaranjado, rojo y púrpura, con sus respectivos promedios, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, valores mínimos y valores máximos.

La Tabla A.10 de análisis de varianza de número de ramas primarias de las 50 accesiones de cañihua, indica que entre las accesiones en estudio hay diferencias altamente significativas ($\alpha=0.01$). Por lo que, la prueba de significancia *Duncan* ($\alpha=0.05$) cuyos resultados se presenta en la Tabla 8, donde las accesiones 28 y 07, con promedios de 5.60 y 5.25 de ramas primarias, respectivamente, ocupan el primer lugar considerándose accesiones con mayor número de ramas primarias; mientras la accesión 345 con 4.00 ramas primarias, es el de más bajo valor; de esta manera el número de ramas primarias para las accesiones en estudio varían de 4.00 a 5.60.

Tabla 8. Prueba de significancia Duncan ($\alpha = 0.05$) de número de ramas primarias de 50 accesiones de cañihua.

N° Orden	Accesión	n	E.E.	Media	
1	28	20	0.17	5.60	a
2	07	20	0.17	5.25	a b
3	342	20	0.17	5.05	b c
4	42	20	0.17	4.90	b c d
5	18	20	0.17	4.85	b c d e
6	51	20	0.17	4.85	b c d e
7	01	20	0.17	4.85	b c d e
8	160	20	0.17	4.80	b c d e
9	23	20	0.17	4.80	b c d e f
10	70	20	0.17	4.75	b c d e f
11	344	20	0.17	4.75	b c d e f g
12	04	20	0.17	4.70	b c d e f g
13	103	20	0.17	4.70	b c d e f g
14	64	20	0.17	4.70	b c d e f g
15	50	20	0.17	4.65	b c d e f g
16	75	20	0.17	4.65	b c d e f g
17	132	20	0.17	4.65	b c d e f g
18	106	20	0.17	4.65	b c d e f g
19	35	20	0.17	4.65	c d e f g
20	12	20	0.17	4.65	c d e f g
21	24	20	0.17	4.65	c d e f g
22	14	20	0.17	4.60	c d e f g h
23	168	20	0.17	4.60	c d e f g h
24	85	20	0.17	4.60	c d e f g h
25	49	20	0.17	4.60	c d e f g h
26	165	20	0.17	4.60	c d e f g h
27	134	20	0.17	4.60	c d e f g h
28	54	20	0.17	4.60	c d e f g h
29	27	20	0.17	4.55	c d e f g h
30	346	20	0.17	4.55	c d e f g h
31	109	20	0.17	4.50	c d e f g h
32	97	20	0.17	4.50	c d e f g h
33	40	20	0.17	4.50	c d e f g h
34	31	20	0.17	4.45	c d e f g h
35	141	20	0.17	4.45	c d e f g h
36	113	20	0.17	4.40	d e f g h
37	37	20	0.17	4.40	d e f g h
38	72	20	0.17	4.40	d e f g h
39	73	20	0.17	4.40	d e f g h
40	153	20	0.17	4.35	d e f g h
41	19	20	0.17	4.35	d e f g h
42	53	20	0.17	4.35	d e f g h
43	57	20	0.17	4.35	d e f g h
44	96	20	0.17	4.25	e f g h
45	116	20	0.17	4.25	e f g h
46	02	20	0.17	4.25	e f g h
47	82	20	0.17	4.20	f g h
48	343	20	0.17	4.20	f g h
49	143	20	0.17	4.15	g h
50	345	20	0.17	4.00	h

El rango de variación que presentaron las accesiones en estudio, son bastante bajos en relación al reporte de Paucara (2016), que indica promedios de 8.5 a 12.8 de número



de ramas primarias. Sin embargo, Machaca (2021), en el estudio de 20 ecotipos de cañihua, considera que el número de ramas primarias varía 3 a 4 en promedio. Por otra parte, Mamani (2017) afirma que la planta de Cañahua presenta cuatro ramas basales primarias que se denominan tertrameal decusada y corimboide que es característica del cultivo. Por lo que, las discrepancias en los reportes, probablemente obedece a otros factores de cultivo como la densidad de siembra, la fertilidad del suelo, entre otros.

Al observar el comportamiento de las accesiones por grupos de color, el promedio entre grupos varía entre 4.40 (anaranjado) a 4.84 (amarillo), que es un margen muy pequeño. Sin embargo, al realizar análisis estadístico, las accesiones de color amarillo, anaranjado y rojo, presentan diferencias significativas.

4.1.6. Cobertura vegetativa

Las Tablas A.11 y A.12 muestran la extensión de cobertura vegetativa de las accesiones de cañihua, agrupadas por colores, especificando por cada accesión su estadística descriptiva de: media, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, los valores mínimos y máximos registrados. Asimismo, en la Tabla A.13 se presenta el análisis de varianza de cobertura vegetativa de las 50 accesiones en estudio, donde la fuente de variabilidad accesiones muestra diferencias altamente significativas ($\alpha=0.01$).

Por lo que, la prueba de significancia correspondiente, que expone la Tabla 9, precisa que las accesiones identificadas con claves: 132, 07, 02, 50, 70, 75, 23 y 18, con 67.50, 64.40, 64.20, 62.60, 62.50, 62.50, 61.50 y 61.50 cm, respectivamente; son estadísticamente similares y superiores a los demás accesiones en esta característica.



Tabla 9. Prueba de significancia Duncan ($\alpha = 0.05$) de cobertura vegetativa (cm) de 50 accesiones de cañihua.

N°	Accesión	n	E.E.	Media	
1	132	10	1.98	67.50	a
2	07	10	1.98	64.40	a b
3	02	10	1.98	64.20	a b c
4	50	10	1.98	62.60	a b c d
5	70	10	1.98	62.50	a b c d
6	75	10	1.98	62.50	a b c d
7	23	10	1.98	61.50	a b c d e
8	18	10	1.98	61.50	a b c d e
9	19	10	1.98	60.80	b c d e f
10	165	10	1.98	60.70	b c d e f
11	12	10	1.98	60.60	b c d e f
12	42	10	1.98	60.50	b c d e f
13	113	10	1.98	60.00	b c d e f
14	40	10	1.98	59.80	b c d e f
15	24	10	1.98	59.50	b c d e f
16	73	10	1.98	59.00	b c d e f g
17	109	10	1.98	59.00	b c d e f g
18	27	10	1.98	59.00	b c d e f g
19	82	10	1.98	58.30	b c d e f g h
20	51	10	1.98	57.70	b c d e f g h i
21	49	10	1.98	57.50	c d e f g h i j
22	28	10	1.98	57.40	c d e f g h i j
23	103	10	1.98	57.10	d e f g h i j k
24	14	10	1.98	57.00	d e f g h i j k
25	106	10	1.98	56.80	d e f g h i j k
26	64	10	1.98	55.60	e f g h i j k
27	53	10	1.98	55.50	e f g h i j k l
28	37	10	1.98	55.10	e f g h i j k l
29	116	10	1.98	55.00	e f g h i j k l
30	160	10	1.98	54.50	f g h i j k l m
31	141	10	1.98	54.20	f g h i j k l m
32	01	10	1.98	54.20	f g h i j k l m
33	72	10	1.98	54.00	f g h i j k l m
34	31	10	1.98	52.60	g h i j k l m
35	96	10	1.98	52.40	g h i j k l m
36	04	10	1.98	51.80	h i j k l m
37	134	10	1.98	51.80	h i j k l m
38	85	10	1.98	51.70	h i j k l m
39	153	10	1.98	51.40	i j k l m
40	54	10	1.98	50.70	j k l m
41	143	10	1.98	50.30	k l m
42	35	10	1.98	48.80	l m
43	57	10	1.98	48.20	m
44	168	10	1.98	41.50	n
45	343	10	1.98	40.70	n
46	345	10	1.98	31.70	o
47	344	10	1.98	30.50	o
48	97	10	1.98	30.20	o
49	342	10	1.98	30.10	o
50	346	10	1.98	28.00	o

La amplia variación de cobertura vegetativa observada entre las accesiones en el presente estudio, que abarca desde 28.00 cm a 67.50 cm, son corroboradas por otros

reportes. Así, Machaca (2021) al caracterizar 20 accesión selectas, menciona que la cobertura vegetativa varía de 9.70 a 32.60 cm. Por su parte, Mayta *et al.*, (2015) al evaluar 12 accesiones de cañihua, indica que la cobertura vegetativa varía de 50.50 a 149 cm², que equivaldría de 7.11 a 12.21 cm; además asevera que en la cobertura vegetativa intervienen factores medioambientales, caracteres genéticos, entre otros.

Confirman amplia variación de esta característica los reportes de Chambi (2017), que indica rango de variación de 2.37 a 34.64 cm de cobertura vegetativa en la caracterización de 39 acciones de cañahua. De la misma manera, Quispe (2007), informa un rango de cobertura vegetativa que varía de 4.2 a 52.2 cm en 244 acciones de cañihua.

La observación empírica indica que las accesiones con hábito de crecimiento “lasta” tienen mayor cobertura vegetativa que las de “saihua”. Además, al realizar el análisis estadístico por grupo de color, los de color rosado tienen mayor cobertura vegetativa y dentro de cada color existe diferencias altamente significativas entre accesiones, tal como se ilustra en las Figuras 10, 11, 12, 13 y 14.

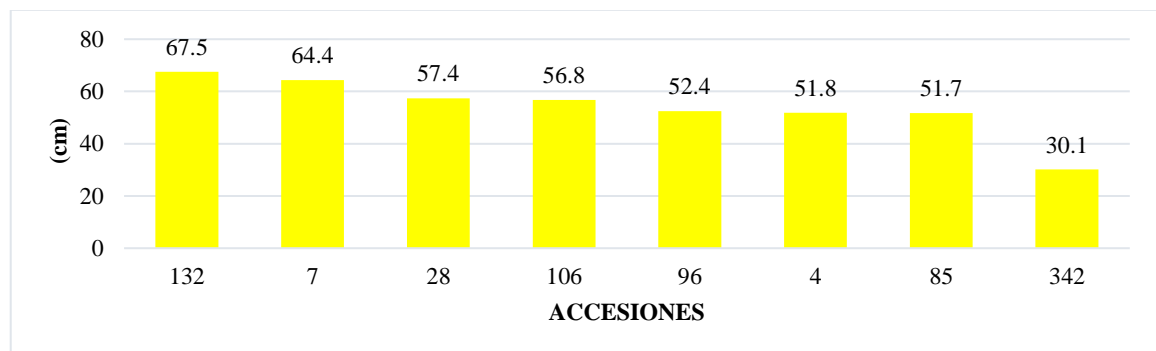


Figura 10. Cobertura vegetativa (cm) de accesiones de cañihua color amarillo.



Figura 11. Cobertura vegetativa (cm) de accesiones de cañihua color rosado.

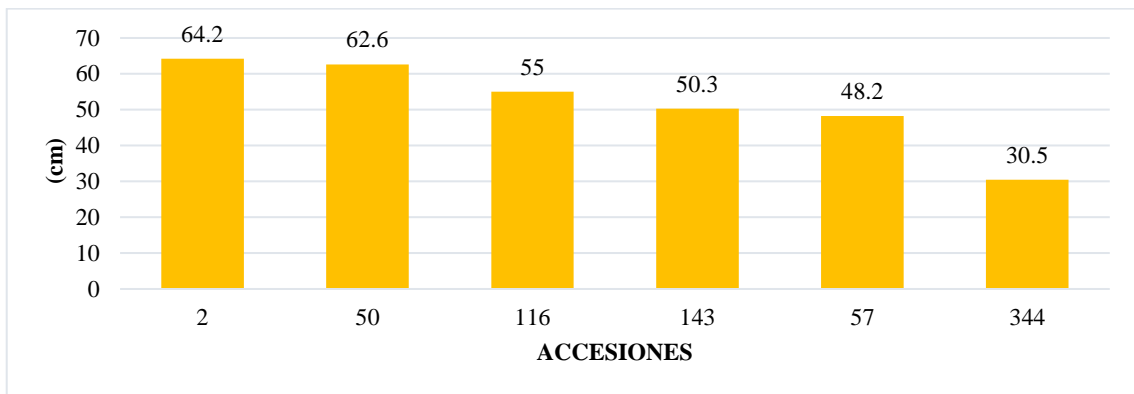


Figura 12. Cobertura vegetativa (cm) de accesiones de cañihua color anaranjado.

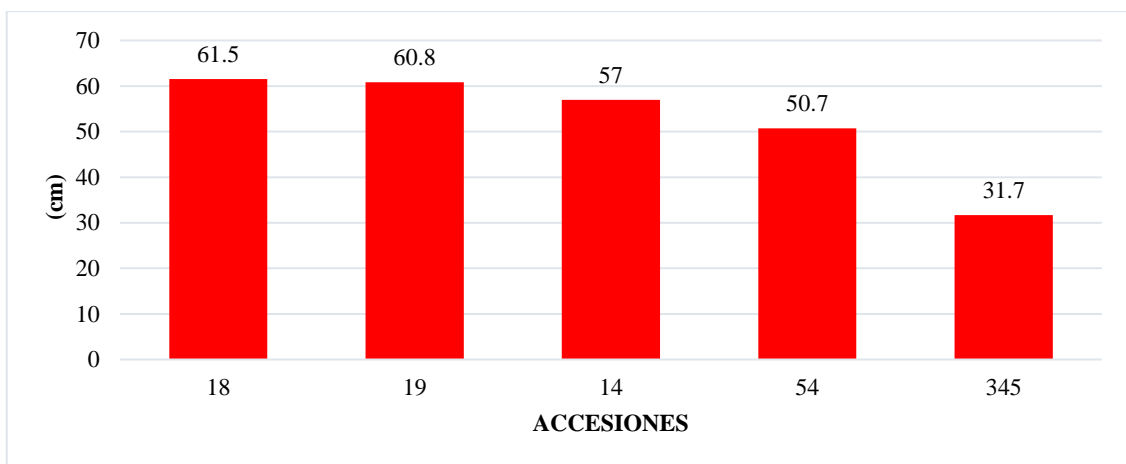


Figura 13. Cobertura vegetativa (cm) de accesiones de cañihua color rojo.

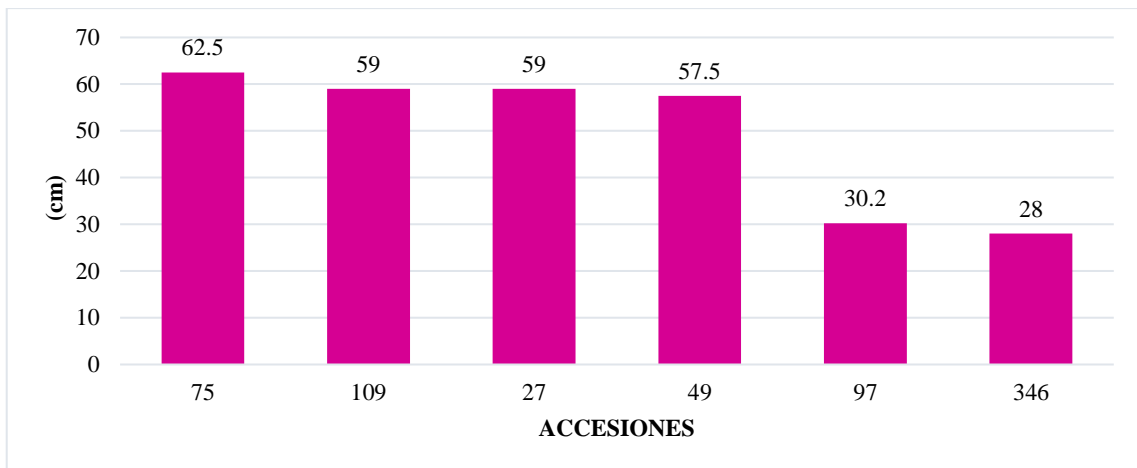


Figura 14. Cobertura vegetativa (cm) de accesiones de cañihua color púrpura.

4.1.7. Forma de la lámina foliar

En general para las 50 accesiones en estudio cuyos resultados de la forma de la lámina foliar se exponen en la Tabla A.1, la forma romboidal es la predominante con 76% del total, no es exclusivo a ningún color característico de la cañihua, además, también en cada grupo de color se observa la presencia de la forma ancha ovada de la lámina foliar, que se detalla a continuación.

En el grupo de accesiones de color amarillo, los de clave 96 y 132 presentan la forma ancha ovada; en las accesiones de color rosado fue identificado solo dos accesiones la 73 y 153; de la misma manera, en el grupo de accesiones anaranjadas las de clave 116 y 143, presentan lamina foliar de la forma ancha ovada; por otra parte en las accesiones de color rojo poseen esta forma la 19, 54 y 345; y finalmente en las accesiones de color púrpura, tienen la forma ancha ovada las de clave 75, 97 y 346.

Flores (2006), registra el 91.8% de la población estudiada presentan formas de lámina foliar romboidal y solo el 8.62% de las accesiones constituyen formas triangulares.

4.1.8. Borde de la lámina foliar

El borde de la lámina foliar de las accesiones en estudio, todas presentan borde dentada, conforme se aprecia en la Tabla A.1, esta característica común a todas las accesiones, hace que esta variable no sea relevante para diferenciar las potencialidades de

las accesiones, ni menos puede tomarse como un criterio característico en posterior trabajos de investigación con las accesiones en estudio. Apaza (2010) describe a las hojas de la cañihua, con borde entero o dentado, como característica general de la cañihua-

4.1.9. Numero de dientes de la lámina foliar

La característica de número de dientes de la lámina foliar del total de accesiones en estudio y para cada accesión agrupada en los colores amarillo, rosado, anaranjado, rojo y púrpura, se presentan en las Tablas A.14 y A.15, mostrando sus estadísticas descriptivas: promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, los valores mínimo y máximo.

En la Tabla A.16 se presenta el análisis de varianza de número de dientes de la lámina foliar para las 50 accesiones en estudio, donde se observa que, existe diferencia estadísticas altamente significativas ($\alpha=0.01$) entre accesiones. En consecuencia, la prueba de significancia correspondiente presentada en Tabla 10, muestra 25 accesiones (50%) con mayor número de dientes en la lámina foliar y que son similares por no existir diferencias significativas entre ellas, comprendidos dentro del rango de 4.10 a 4.90 dientes de la lámina foliar. Además, se observa interacciones múltiples entre las accesiones, variando de 3.30 a 4.90 el promedio de número de dientes de la lámina foliar en las accesiones en estudio.

Tabla 10. Prueba de significancia Duncan ($\alpha = 0.05$) de número de dientes de la lámina foliar de 50 accesiones de cañihua.

N°	Accesión	n	E.E.	Media
1	116	10	0.25	4.90 a
2	51	10	0.25	4.80 a b
3	12	10	0.25	4.80 a b
4	103	10	0.25	4.80 a b
5	343	10	0.25	4.70 a b c
6	50	10	0.25	4.70 a b c
7	31	10	0.25	4.60 a b c d
8	24	10	0.25	4.60 a b c d
9	19	10	0.25	4.60 a b c d
10	23	10	0.25	4.50 a b c d e



11	18	10	0.25	4.50	a	b	c	d	e	
12	132	10	0.25	4.50	a	b	c	d	e	
13	346	10	0.25	4.40	a	b	c	d	e	
14	57	10	0.25	4.30	a	b	c	d	e	
15	72	10	0.25	4.30	a	b	c	d	e	
16	344	10	0.25	4.30	a	b	c	d	e	f
17	04	10	0.25	4.30	a	b	c	d	e	f
18	82	10	0.25	4.20	a	b	c	d	e	f
19	28	10	0.25	4.20	a	b	c	d	e	f
20	40	10	0.25	4.20	a	b	c	d	e	f
21	07	10	0.25	4.20	a	b	c	d	e	f
22	14	10	0.25	4.10	a	b	c	d	e	f
23	113	10	0.25	4.10	a	b	c	d	e	f
24	70	10	0.25	4.10	a	b	c	d	e	f
25	27	10	0.25	4.10	a	b	c	d	e	f
26	73	10	0.25	4.00		b	c	d	e	f
27	160	10	0.25	4.00		b	c	d	e	f
28	85	10	0.25	3.90			c	d	e	f
29	165	10	0.25	3.90			c	d	e	f
30	106	10	0.25	3.90			c	d	e	f
31	168	10	0.25	3.90			c	d	e	f
32	97	10	0.25	3.80			c	d	e	f
33	01	10	0.25	3.80			c	d	e	f
34	02	10	0.25	3.80			c	d	e	f
35	54	10	0.25	3.80			c	d	e	f
36	153	10	0.25	3.80			c	d	e	f
37	345	10	0.25	3.80				d	e	f
38	141	10	0.25	3.80				d	e	f
39	134	10	0.25	3.80				d	e	f
40	75	10	0.25	3.80				d	e	f
41	96	10	0.25	3.80				d	e	f
42	64	10	0.25	3.70				d	e	f
43	42	10	0.25	3.70				d	e	f
44	143	10	0.25	3.70				d	e	f
45	342	10	0.25	3.70				d	e	f
46	109	10	0.25	3.70				d	e	f
47	35	10	0.25	3.60					e	f
48	37	10	0.25	3.60					e	f
49	49	10	0.25	3.40						f
50	53	10	0.25	3.30						

El número de dientes de la lámina foliar, al parecer, no es una característica distintiva de las accesiones, porque en la misma accesión se puede encontrar 3 a 5 dientes. Al respecto, Flores (2006) al evaluar 116 accesiones de cañihua, reporta un promedio de 3.54 de número de dientes de la lámina foliar, que resulta coherente como promedio.

Analizando el número de dientes de la lámina foliar por colores, dentro de las accesiones de color amarillo y púrpura, no hay diferencias significativas; mientras los de color rosado, anaranjado y rojo, muestran diferencias significativas entre las accesiones en cada grupo.

4.1.10. Longitud del peciolo

Las estadísticas descriptivas de cada accesión dentro de cada grupo de color y el total por grupo, muestra la Tabla A.17 para los colores amarillo y rosado, y la Tabla A.18 para los colores anaranjado, rojo y púrpura. El análisis de varianza para el conjunto de datos de ambas tablas indicadas de longitud de peciolo, se muestra en la Tabla A.19, donde la fuente de variabilidad accesiones presenta diferencias estadísticas altamente significativas ($\alpha = 0.01$). La prueba de significancia correspondiente, presentada en la Tabla 11, indica que catorce accesiones ocupan el primer lugar, por poseer mayor longitud de peciolo, identificadas con sus claves 345, 132, 24, 97, 19, 23, 344, 12, 50, 07, 103, 18, 346 y 40, con 1.24, 1.24, 1.18, 1.14, 1.11, 1.10, 1.07, 1.04, 1.00, 0.99, 0.98, 0.98, 0.98 y 0.98 cm, respectivamente. Además se observa intrincadas interacciones entre las accesiones en estudio, cuyo rango de longitud promedio del peciolo varía de 0.65 a 1.24 cm.

Los resultados obtenidos en el presente estudio, confirman el comportamiento de esta característica. Así, Flores (2006) considera un promedio de 0.99 cm de longitud de peciolo para 116 accesiones observadas. Por su parte, Apaza (2010) al describir la cañihua menciona 1.2 cm de longitud del peciolo de hojas del tercio medio de la planta en plena floración.

Tabla 11. Prueba de significancia Duncan ($\alpha = 0.05$) de longitud de peciolo (cm) de 50 accesiones de cañihua.

N° Orden	Accesión	n	E.E.	Media
1	345	10	0.08	1.24 a
2	132	10	0.08	1.24 a
3	24	10	0.08	1.18 a b
4	97	10	0.08	1.14 a b c
5	19	10	0.08	1.11 a b c d
6	23	10	0.08	1.10 a b c d e
7	344	10	0.08	1.07 a b c d e f
8	12	10	0.08	1.04 a b c d e f g
9	50	10	0.08	1.00 a b c d e f g h
10	07	10	0.08	0.99 a b c d e f g h i



11	103	10	0.08	0.98	a	b	c	d	e	f	g	h	i
12	18	10	0.08	0.98	a	b	c	d	e	f	g	h	i
13	346	10	0.08	0.98	a	b	c	d	e	f	g	h	i
14	40	10	0.08	0.98	a	b	c	d	e	f	g	h	i
15	14	10	0.08	0.96		b	c	d	e	f	g	h	i j
16	343	10	0.08	0.95		b	c	d	e	f	g	h	i j k
17	02	10	0.08	0.93		b	c	d	e	f	g	h	i j k l
18	28	10	0.08	0.93		b	c	d	e	f	g	h	i j k l
19	342	10	0.08	0.92		b	c	d	e	f	g	h	i j k l
20	01	10	0.08	0.92		b	c	d	e	f	g	h	i j k l
21	54	10	0.08	0.88			c	d	e	f	g	h	i j k l
22	113	10	0.08	0.87			c	d	e	f	g	h	i j k l
23	134	10	0.08	0.86				d	e	f	g	h	i j k l
24	72	10	0.08	0.86				d	e	f	g	h	i j k l
25	27	10	0.08	0.85				d	e	f	g	h	i j k l
26	70	10	0.08	0.85				d	e	f	g	h	i j k l
27	75	10	0.08	0.84				d	e	f	g	h	i j k l
28	04	10	0.08	0.83					e	f	g	h	i j k l
29	49	10	0.08	0.83					e	f	g	h	i j k l
30	141	10	0.08	0.83					e	f	g	h	i j k l
31	35	10	0.08	0.83					e	f	g	h	i j k l
32	168	10	0.08	0.82						f	g	h	i j k l
33	53	10	0.08	0.81						f	g	h	i j k l
34	51	10	0.08	0.80						f	g	h	i j k l
35	109	10	0.08	0.79						f	g	h	i j k l
36	82	10	0.08	0.79						f	g	h	i j k l
37	73	10	0.08	0.79						f	g	h	i j k l
38	160	10	0.08	0.78							g	h	i j k l
39	153	10	0.08	0.78							g	h	i j k l
40	57	10	0.08	0.76							g	h	i j k l
41	37	10	0.08	0.76							g	h	i j k l
42	143	10	0.08	0.75								h	i j k l
43	116	10	0.08	0.75								h	i j k l
44	106	10	0.08	0.72								h	i j k l
45	42	10	0.08	0.72								h	i j k l
46	64	10	0.08	0.71									i j k l
47	85	10	0.08	0.71									i j k l
48	96	10	0.08	0.68									j k l
49	31	10	0.08	0.67									k l
50	165	10	0.08	0.65									l

Así mismo, Chahua (2020), en el estudio del comportamiento agro-morfológico de diez accesiones de cañihua, informa que la longitud de peciolo varía de 1.73 a 2.18 cm, rango superior al indicado en el presente trabajo de investigación.

Observando por colores, en promedio las accesiones de color rojo poseen mayor longitud de peciolo (1.03 cm), pero dentro de las accesiones de color amarillo, rosado, anaranjado y púrpura, existen diferencias significativas en longitud de peciolo, las que son ilustradas en las Figuras 15, 16, 17 y 18.

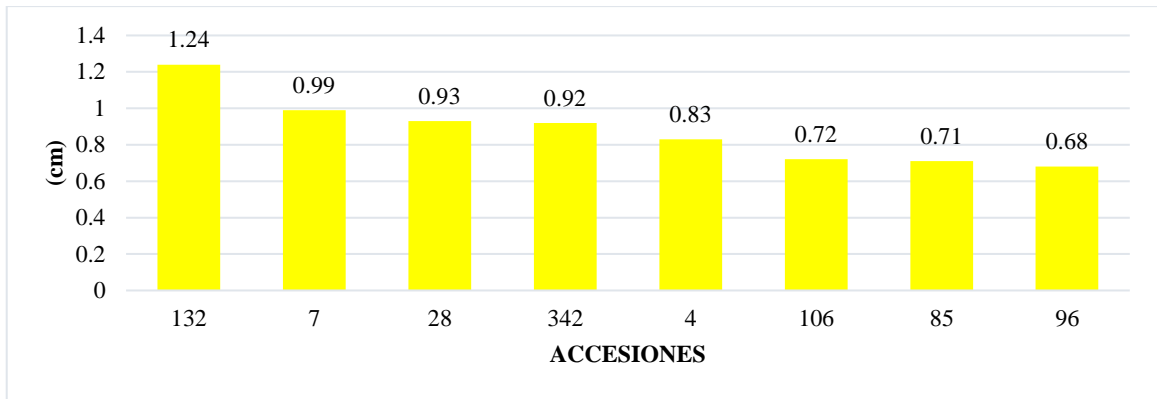


Figura 15. Longitud de peciolo (cm) de accesiones de cañihua color amarillo.

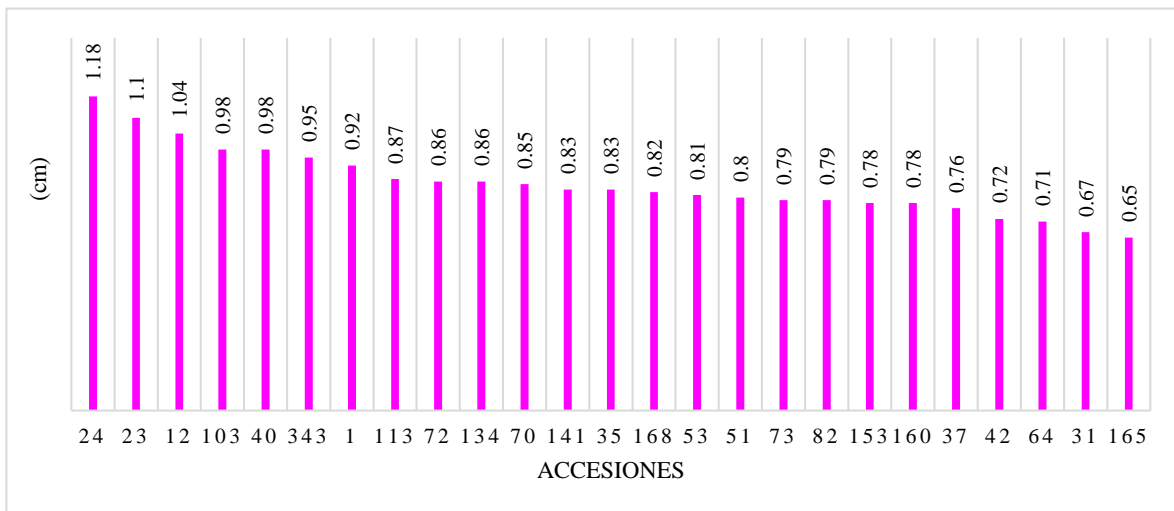


Figura 16. Longitud de peciolo (cm) de accesiones de cañihua color rosado.

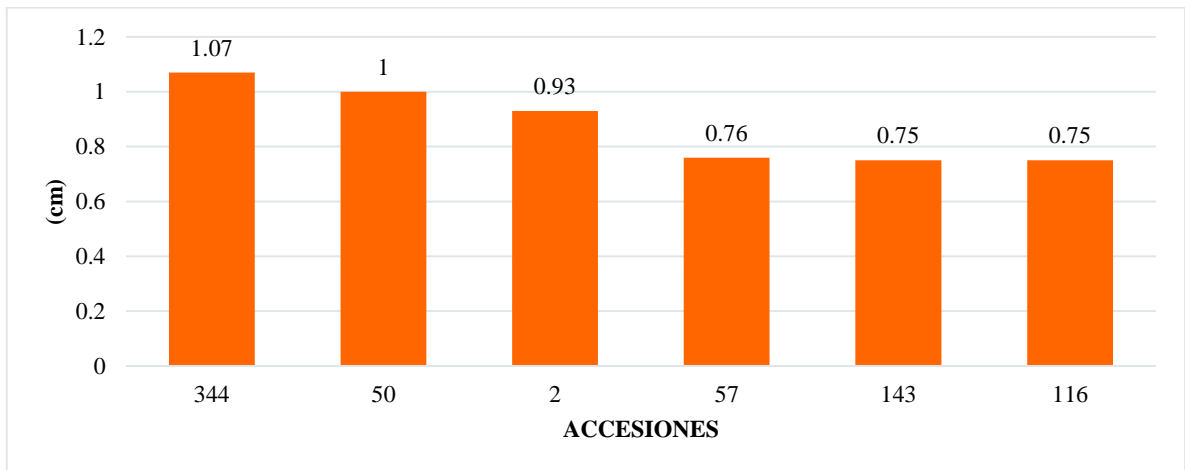


Figura 17. Longitud de peciolo (cm) de accesiones de cañihua color anaranjado.

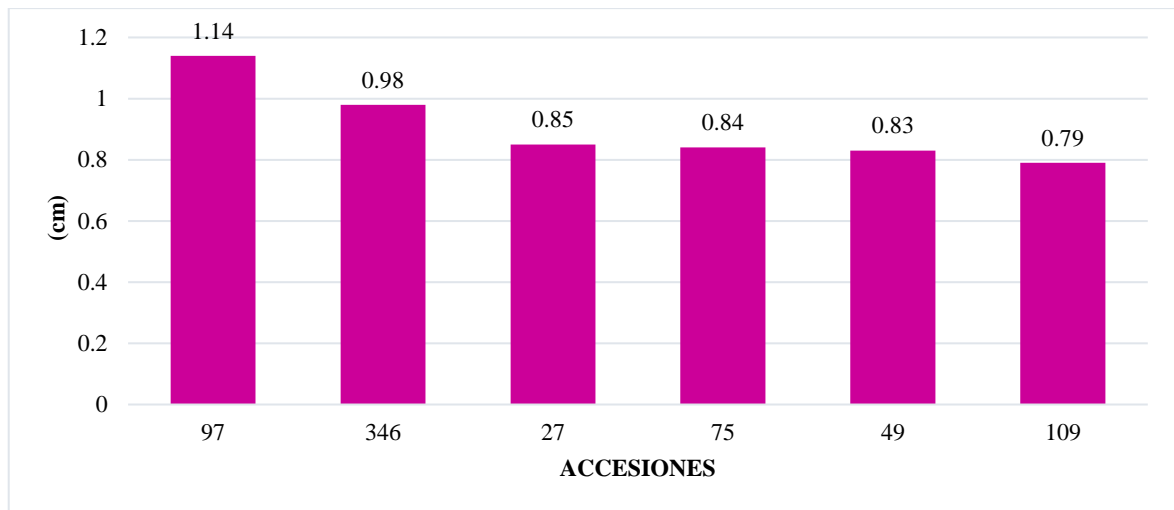


Figura 18. Longitud de peciolo (cm) de accesiones de cañihua color púrpura.

4.1.11. Longitud máxima de la lámina foliar

Los resultados de la longitud máxima de la lámina foliar de las accesiones de cañihua, evaluados individualmente y agrupada por color, se detallan en la Tabla A.20 para los colores amarillo y rosado, y en la Tabla A.21 para los colores: anaranjado, rojo y púrpura; especificando el promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, los valores mínimos y máximos.

La Tabla A.22 muestra el análisis de varianza de longitud máxima de la lámina foliar de las 50 accesiones de cañihua, cuyo resultado indica que, existe diferencias altamente significativas ($\alpha=0.01$) entre las accesiones. Por consiguiente, la prueba de significancia Tabla 12, indica que, las accesiones identificadas con clave 19, 24, 113, 18, 54, 132, 343, 14, 345, 344 y 01, con promedios de 2.43, 2.37, 2.36, 2.33, 2.29, 2.27, 2.25, 2.21, 2.20, 2.20 y 2.16 cm respectivamente, El promedio de longitud máxima de la lámina foliar para las 50 accesiones en estudio varía de 1.84 a 2.43 cm.

Referente a la característica de longitud de la lámina foliar; Flores (2006), en un estudio de 116 accesiones muestra un rango de variación de 1.02 a 2.86 cm de longitud de lámina foliar; además indica que las accesiones que presentan longitudes de láminas pequeñas se caracterizan por regular la pérdida de agua, evitando la apertura de sus

estomas causada por la acción disecante del viento y la intensidad de transpiración; además, presentan mecanismos que reflejan los rayos luminosos disminuyendo la radiación directa y muestran mayor eficiencia fotosintética. Sin embargo, ocurre lo contrario con las accesiones que presentan lámina foliar de mayor tamaño, donde estas realizan mayor transpiración y la eficiencia fotosintética es menor, por lo que contribuyen a una lenta formación y maduración del grano.

Por su parte, Apaza (2010) al describir las características de la longitud máxima de la lámina foliar de tres variedades de cañihua, considera que varía de 1.63 a 2.40 cm según variedad; siendo valores muy cercano al presente estudio. Sin embargo, Chahua (2020) reporta valores promedio de 2.93 a 3.28 cm de longitud máxima de lámina foliar, en el estudio de comportamiento de diez accesiones de cañihua; que resultan ser promedios altos en comparación al presente trabajo.

Tabla 12. Prueba de significancia Duncan ($\alpha = 0.05$) de longitud máxima de la lámina foliar (cm) de 50 accesiones de cañihua.

N° Orden	Accesión	n	E.E.	Media	
1	19	10	0.09	2.43	a
2	24	10	0.09	2.37	a b
3	113	10	0.09	2.36	a b
4	18	10	0.09	2.33	a b c
5	54	10	0.09	2.29	a b c d
6	132	10	0.09	2.27	a b c d e
7	343	10	0.09	2.25	a b c d e f
8	14	10	0.09	2.21	a b c d e f g
9	345	10	0.09	2.20	a b c d e f g
10	344	10	0.09	2.20	a b c d e f g
11	01	10	0.09	2.16	a b c d e f g h
12	40	10	0.09	2.13	b c d e f g h i
13	97	10	0.09	2.11	b c d e f g h i j
14	23	10	0.09	2.11	b c d e f g h i j
15	73	10	0.09	2.10	b c d e f g h i j k
16	12	10	0.09	2.10	b c d e f g h i j k
17	72	10	0.09	2.10	b c d e f g h i j k
18	82	10	0.09	2.09	b c d e f g h i j k
19	02	10	0.09	2.08	b c d e f g h i j k
20	50	10	0.09	2.03	c d e f g h i j k l
21	35	10	0.09	2.02	d e f g h i j k l
22	57	10	0.09	2.02	d e f g h i j k l
23	07	10	0.09	2.00	e f g h i j k l m

24	51	10	0.09	1.97	e f g h i j k l m
25	27	10	0.09	1.97	e f g h i j k l m
26	70	10	0.09	1.96	f g h i j k l m
27	42	10	0.09	1.96	f g h i j k l m
28	134	10	0.09	1.94	g h i j k l m n
29	168	10	0.09	1.92	g h i j k l m n o
30	160	10	0.09	1.90	g h i j k l m n o p
31	53	10	0.09	1.88	h i j k l m n o p
32	153	10	0.09	1.86	h i j k l m n o p
33	141	10	0.09	1.85	h i j k l m n o p q
34	103	10	0.09	1.84	i j k l m n o p q
35	28	10	0.09	1.82	i j k l m n o p q
36	342	10	0.09	1.82	i j k l m n o p q
37	04	10	0.09	1.80	j k l m n o p q
38	96	10	0.09	1.80	j k l m n o p q
39	37	10	0.09	1.79	k l m n o p q
40	346	10	0.09	1.77	l m n o p q
41	64	10	0.09	1.76	l m n o p q
42	165	10	0.09	1.75	l m n o p q
43	31	10	0.09	1.72	l m n o p q
44	85	10	0.09	1.70	m n o p q
45	75	10	0.09	1.69	m n o p q
46	106	10	0.09	1.65	n o p q
47	109	10	0.09	1.63	o p q
48	143	10	0.09	1.62	o p q
49	116	10	0.09	1.61	p q
50	49	10	0.09	1.55	q

Considerando las accesiones por grupos de color, en promedio las accesiones de color rojo presentan mayor longitud de lámina foliar (2.29 cm); mientras las accesiones de color amarillo, rosado, anaranjado y púrpura, se distinguen por expresar diferencias significativas entre las accesiones en cada grupo, mostrada por las Figuras 19, 20, 21 y 22.

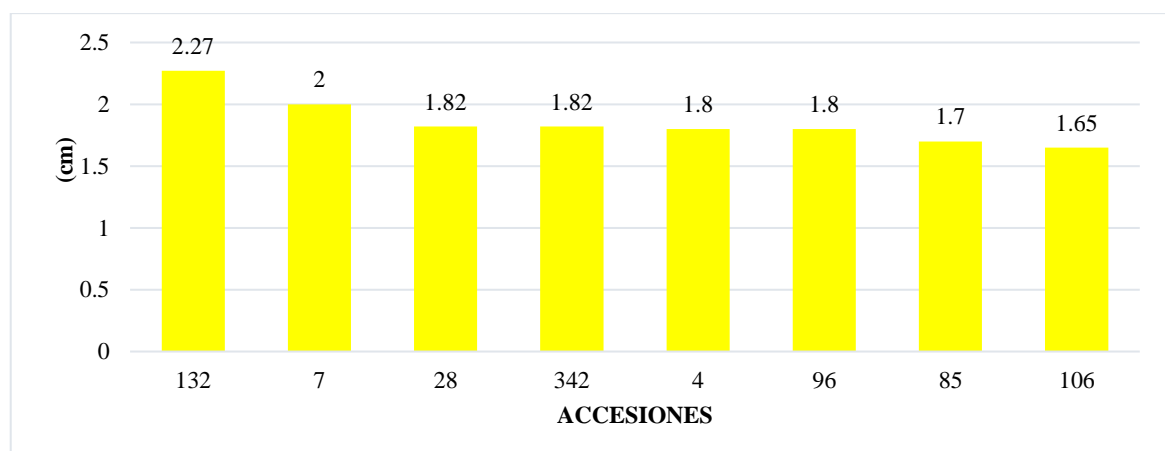


Figura 19. Longitud máxima de la lámina foliar (cm) de accesiones de cañihua color amarillo.

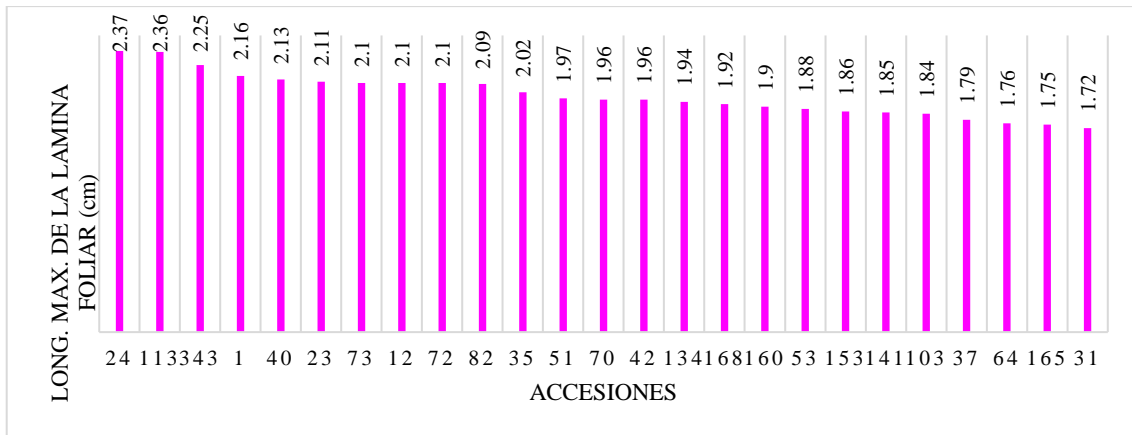


Figura 20. Longitud máxima de la lámina foliar (cm) de accesiones de cañihua color rosado.

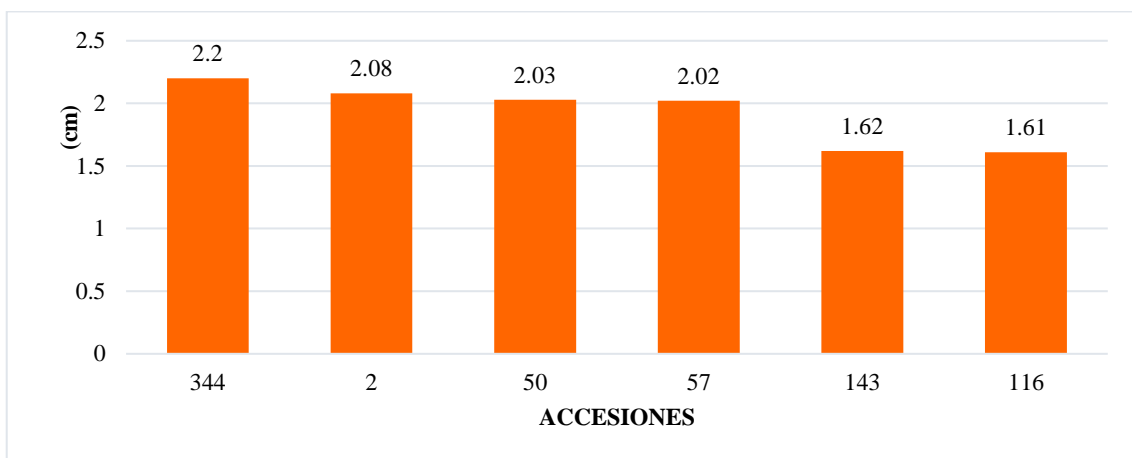


Figura 21. Longitud máxima de la lámina foliar (cm) de accesiones de cañihua color anaranjado.

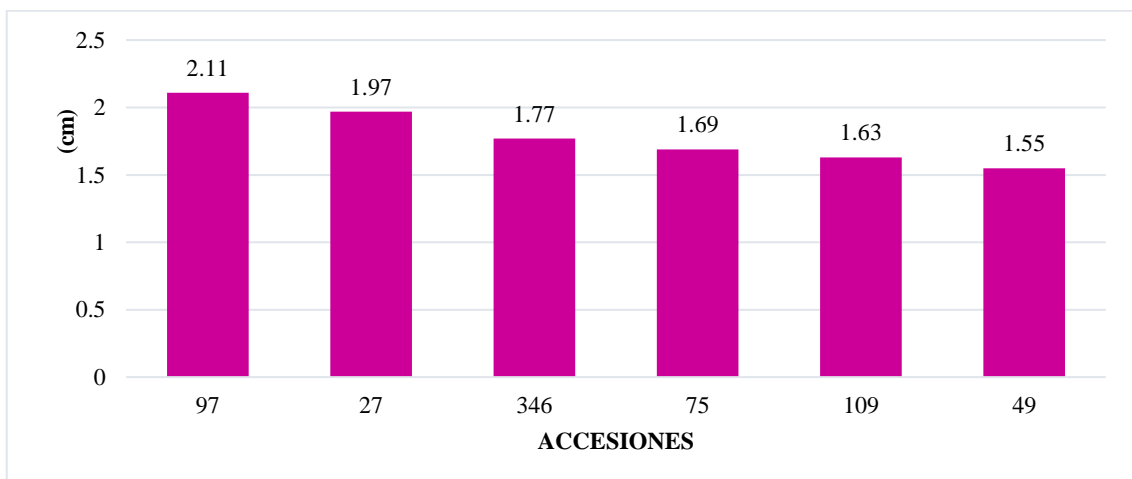


Figura 22. Longitud máxima de la lámina foliar (cm) de accesiones de cañihua color púrpura.



4.1.12. Ancho máxima de la lámina foliar

Los resultados experimentales del ancho máximo de la lámina foliar, por cada accesión y agrupados por colores amarillo, rosado, anaranjado, rojo y púrpura, se presentan en las Tablas A.23 y A.24, especificando en ellas sus estadísticas descriptivas de: promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, valor mínimo y valor máximo.

El análisis de varianza de los datos de ancho máximo de la lámina foliar del total de las accesiones en estudio, se presenta en la Tabla A.25, donde indica que, existe diferencias estadísticas altamente significativas ($\alpha=0.01$). Y su respectiva prueba de significancia de la Tabla 13, muestra a las accesiones 19, 132, 97, 18, 345, 54 y 27, con promedios de 2.24, 2.11, 2.11, 2.09, 2.02, 2.01 y 1.97 cm respectivamente, destacan por presentar significativamente mayor ancho de la lámina foliar, aunque para las sucesivas comparaciones de medias muestran diversas interacciones con los demás accesiones. Además, los promedios entre accesiones en estudio varían entre 1.35 a 2.24 cm.

Los promedios indicados del ancho máximo de la lámina foliar en el presente estudio, se aproximan a los parámetros de ancho máximo de lámina foliar de tres variedades de cañihua indicados por Apaza (2010), que varían de 1.40 a 1.73 cm. Sin embargo, los datos reportados por Chahua (2020) de diez accesiones de cañihua, que varían de 2.62 a 3.13 cm de ancho máximo de la lámina foliar, son superiores al presente trabajo.

Al agrupar las accesiones por color, destacan las accesiones de color rojo como las que presentan en promedio mayor ancho de la lámina foliar (2.04 cm), mientras las accesiones amarillas en promedio son de menor ancho de la lámina foliar (1.62 cm). Sin embargo, mayor variabilidad presenta los grupos de color amarillo, rosado, anaranjado y

púrpura, expresando diferencias significativas entre accesiones, los que se aprecian en Figuras 23, 24, 25 y 26.

Tabla 13. Prueba de significancia Duncan ($\alpha = 0.05$) de ancho máximo de la lámina foliar (cm) de 50 accesiones de cañihua.

N° Orden	Accesión	n	E.E.	Media	
1	19	10	0.09	2.24	a
2	132	10	0.09	2.11	a b
3	97	10	0.09	2.11	a b
4	18	10	0.09	2.09	a b c
5	345	10	0.09	2.02	a b c d
6	54	10	0.09	2.01	a b c d e
7	27	10	0.09	1.97	a b c d e f
8	113	10	0.09	1.94	b c d e f g
9	24	10	0.09	1.92	b c d e f g
10	343	10	0.09	1.92	b c d e f g
11	344	10	0.09	1.89	b c d e f g h
12	40	10	0.09	1.89	b c d e f g h
13	02	10	0.09	1.87	b c d e f g h i
14	14	10	0.09	1.86	b c d e f g h i j
15	12	10	0.09	1.86	b c d e f g h i j
16	73	10	0.09	1.80	b c d e f g h i j k
17	01	10	0.09	1.80	c d e f g h i j k
18	51	10	0.09	1.78	c d e f g h i j k l
19	72	10	0.09	1.78	c d e f g h i j k l
20	346	10	0.09	1.77	d e f g h i j k l
21	82	10	0.09	1.75	d e f g h i j k l m
22	57	10	0.09	1.74	d e f g h i j k l m n
23	50	10	0.09	1.72	d e f g h i j k l m n
24	35	10	0.09	1.71	d e f g h i j k l m n o
25	07	10	0.09	1.70	e f g h i j k l m n o
26	134	10	0.09	1.70	e f g h i j k l m n o
27	23	10	0.09	1.70	e f g h i j k l m n o
28	75	10	0.09	1.69	f g h i j k l m n o
29	53	10	0.09	1.66	f g h i j k l m n o p
30	28	10	0.09	1.66	f g h i j k l m n o p
31	109	10	0.09	1.63	g h i j k l m n o p
32	42	10	0.09	1.63	g h i j k l m n o p
33	70	10	0.09	1.62	g h i j k l m n o p
34	103	10	0.09	1.59	h i j k l m n o p
35	153	10	0.09	1.59	h i j k l m n o p
36	96	10	0.09	1.59	h i j k l m n o p
37	160	10	0.09	1.58	h i j k l m n o p
38	49	10	0.09	1.55	i j k l m n o p
39	342	10	0.09	1.55	i j k l m n o p
40	04	10	0.09	1.54	j k l m n o p
41	37	10	0.09	1.53	k l m n o p
42	168	10	0.09	1.53	k l m n o p
43	31	10	0.09	1.52	k l m n o p
44	141	10	0.09	1.52	k l m n o p
45	85	10	0.09	1.47	l m n o p
46	116	10	0.09	1.46	l m n o p
47	165	10	0.09	1.44	m n o p
48	143	10	0.09	1.42	n o p
49	64	10	0.09	1.39	o p

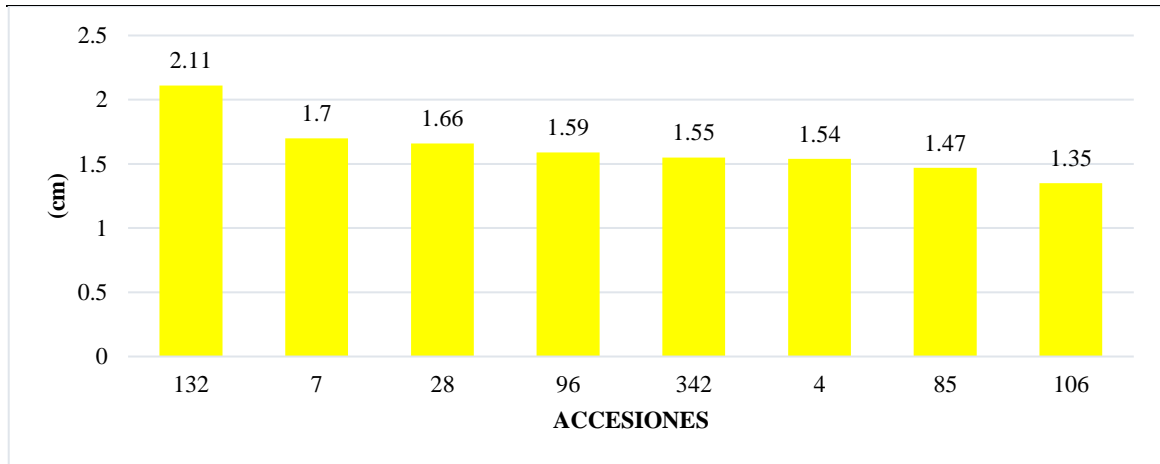


Figura 23. Ancho máximo de la lámina foliar (cm) de accesiones de cañihua color amarillo.



Figura 24. Ancho máximo de la lámina foliar (cm) de accesiones de cañihua color rosado.

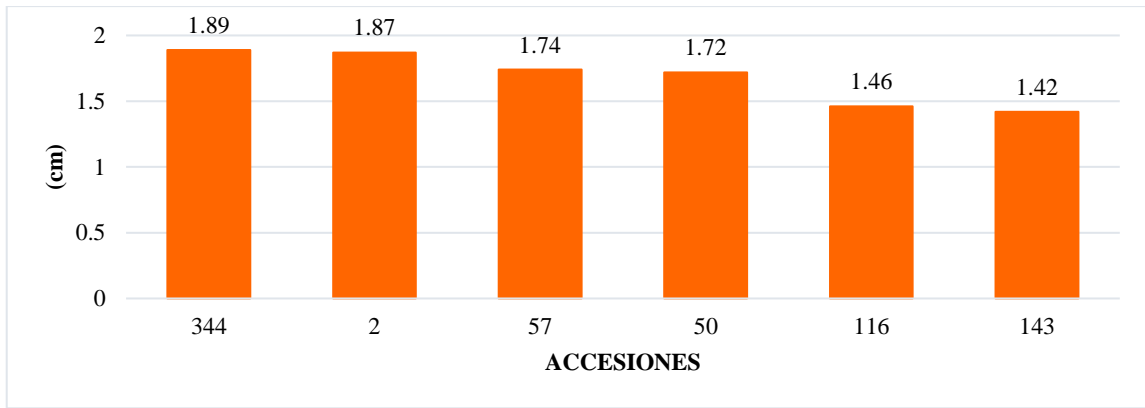


Figura 25. Ancho máximo de la lámina foliar (cm) de accesiones de cañihua color anaranjado.

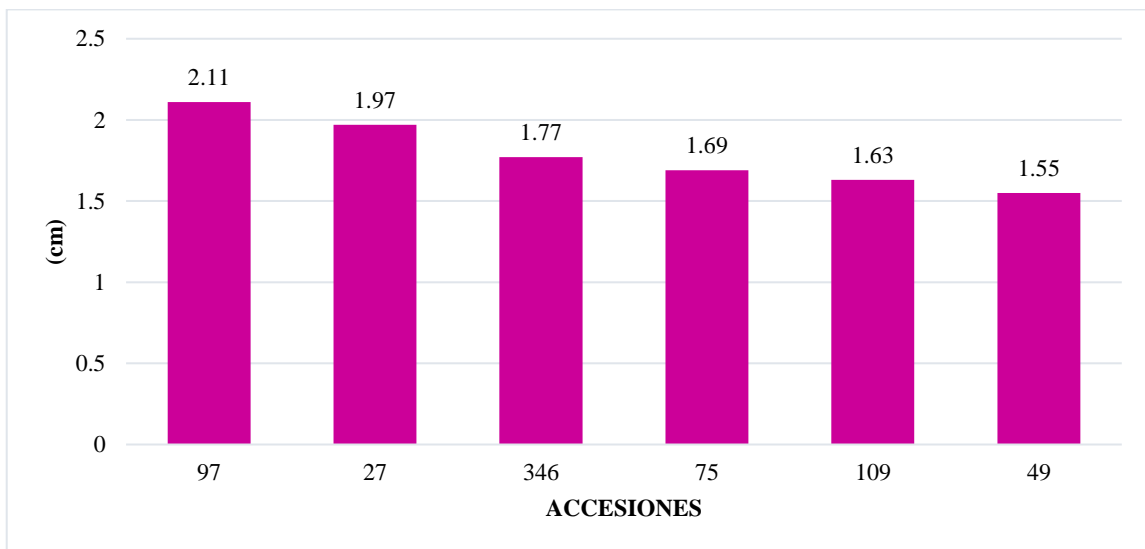


Figura 26. Ancho máximo de la lámina foliar (cm) de accesiones de cañihua color púrpura.

En conclusión, la característica ancho máximo de lámina foliar, presenta similar comportamiento a longitud de peciolo y longitud máxima de lámina foliar, porque expresan variabilidad significativa entre las accesiones y posiblemente presenten alta correlación entre ellas.

4.1.13. Color de hoja a la madurez fisiológica

El color del tallo es más estable que el color de las hojas, en cañihua las hojas tienden a cambiar de color rápidamente después de la madurez fisiológica, en la mayoría de las accesiones presentan similar color del tallo, en la Tabla A.1 se consignan los colores



de hoja a la madurez fisiológica de cada accesión. Las diferentes tonalidades que presentan las hojas de las accesiones a la madurez fisiológica, en base a los cinco colores considerados, son expuestas por el equipo técnico DRAP (2012), al caracterizar 35 accesiones de cañihua *in-situ*.

En el grupo de color amarillo, las hojas a la madurez fisiológica tomaron 2 colores:

a) amarillo claro las accesiones 04, 07, 28, 85, 96, 106 y 132, b) verde amarillento la accesión 342.

En el grupo de color rosado, las hojas a la madurez fisiológica tomaron 3 colores:

a) crema suave las accesiones las accesiones 73, 141, 153, 160 y 168, b) rosado claro las accesiones 12, 31, 51, 53, 70, 72, 82, 103, 113, 134, 165 y 343, c) rosado las accesiones 01, 23, 24, 35, 37, 40, 42 y 64.

En el grupo de color anaranjado, las accesiones mantienen el color del tallo, a la madurez fisiológica, distinguiéndose dos intensidades de color: a) anaranjado las accesiones 02, 57, 116, 143 y 344, b) anaranjado oscuro la accesión 50.

En el grupo de color rojo, de igual manera las accesiones mantuvieron el color del tallo, a la madurez fisiológica, distinguiéndose dos intensidades: a) rojo las accesiones 14, 18, 19 y 345, b) rojo oscuro la accesión 54.

En el grupo de color púrpura, de la misma forma las accesiones mantuvieron el color púrpura de los tallos, siendo las accesiones 27, 49, 75, 97, 109 y 346, con color púrpura de las hojas a la madurez fisiológica.

Flores (2006), reporta de 116 accesiones evaluadas, tonalidades como: verde, verde rojo, color rojo. La presencia del color en la lámina se debe probablemente a los pigmentos de antocianina, betacianina y xantofilas que adquieren las diversas accesiones durante sus fases fenológicas.

4.1.14. Dehiscencia de grano

La persistencia del grano en la planta de cañihua cuando alcanza su madurez fisiológica se presenta en la Tabla A.1, evaluada esta caracterización por cada accesión como ligera o regular, viendo en conjunto las accesiones en estudio, predomina las accesiones con grado de dehiscencia ligera: 33 accesiones. Sin embargo, se aprecia que 17 accesiones muestran grado de dehiscencia regular. Según la caracterización de 35 accesiones de cañihua realizado por (DRAP, 2012), el grado de dehiscencia en las accesiones es ligera a regular.

Según Aro (2015), en una evaluación de cultivares de tipo Lasta y de tipo Saihua, evidencian la pérdida de grano antes de la madurez fisiológica de 2.45 g/p y 1.79 g/p promedio, las mismas expresaron de 25.34 % y 11.03 % en promedio, estos cultivares tienen diferentes formas de crecimiento, los cultivares de tipo Lasta son más expuestas a la incidencia de condiciones climáticas, tiene parcialmente la cobertura de la planta, tanto en habito de crecimiento y desarrollo morfológico mientras el cultivar Saihua presenta menor desgrane a comparación de Lasta, su hábito de crecimiento es erguido presenta menor cobertura por unidad de superficie expuesta al sol, a las lluvias y granizadas.

4.1.15. Índice de cosecha

Los resultados obtenidos se consignan en la Tabla A.26 para las accesiones de color amarillo y rosado, y en la Tabla A.27 para las accesiones agrupadas en color anaranjado, rojo y púrpura. En dichas tablas se especifican el promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, los valores mínimos y máximos.

Considerando las estadísticas descriptivas, las accesiones amarillas en conjunto presentan un promedio 0.1865 de índice de cosecha, pudiendo variar de 0.0911 a 0.2413 entre accesiones. Asimismo, el grupo de color rosado presenta 0.1821 de índice de cosecha promedio, con variación de 0.1301 a 0.2583 entre accesiones.



De la misma manera, el índice de cosecha para los colores anaranjado, rojo y púrpura Tabla A.27; para el grupo de color anaranjado el índice de cosecha promedio es 0.1738, que varía de 0.1107 a 0.2085 entre accesiones; grupo color rojo presenta un promedio de 0.1756, que varía de 0.0954 a 0.2526 entre accesiones, por último, grupo de color púrpura muestran un promedio de 0.1573, que varía de 0.1137 a 0.2049 de índice de cosecha entre accesiones.

En conclusión, el índice de cosecha promedio entre los grupos de color del presente estudio varía entre 0.1573 a 0.1865. Comparando con los reportes de Chahua (2020), de 15.86 a 25.69% de índice de cosecha promedio de diez accesiones cañihua en Centro Experimental Camacani Puno, se encuentran dentro de los márgenes indicados. Por otro lado, los reportes de índice de cosecha procedentes del Estado Plurinacional de Bolivia son relativamente más altos, como indica Paucara (2016), un promedio de 0.2006 a 0.2741 de índice de cosecha, para quince líneas de cañihua; así mismo, Macuchapi (2017), menciona que, el índice de cosecha para el cultivo de cañihua varía entre 0.20 a 0.30; por su parte Ramírez (2014), al estimar el efecto del fertirriego en tres ecotipos de cañihua informa que ha obtenido un promedio de 0.3809 de índice de cosecha y un rango promedio de 0.3105 a 0.4639; datos que señalan el potencial de las accesiones de cañihua de alcanzar mayores índices de cosecha, bajo condiciones adecuadas de cultivo y tecnologías.

4.2. CARACTERIZACIÓN FENOLÓGICA DE LAS ACCESIONES

Los resultados de evaluación de las fases fenológicas de las accesiones en estudio, se presentan en la Tabla 14, sus estadísticas descriptivas como promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, los valores mínimos y máximos absolutos, en conjunto para todas las accesiones en estudio, la duración de cada fase fenológica está referida en días desde la siembra.

Tabla 14. Promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, los valores mínimo y máximo, de duración de las fases fenológicas desde la siembra en días, de las 50 accesiones de cañihua.

Fenología (días)	n	Promedio (Días)	Desviación estándar	Coeficiente variabilidad	Mínimo	Máximo
Emergencia	100	8.63	1.55	18.02	5.00	10.00
Dos hojas verdaderas	100	15.58	1.95	12.55	11.00	17.00
Ramificación	100	49.35	4.60	9.33	37.00	56.00
Formación inflorescencia	100	62.01	3.49	5.64	49.00	67.00
Floración	100	81.15	6.40	7.88	64.00	87.00
Grano lechoso	100	101.02	3.67	3.64	94.00	105.00
Grano pastoso	100	126.64	7.91	6.25	110.00	134.00
Madurez fisiológica	100	165.09	9.66	5.85	144.00	175.00

La fenología como cambios externos visibles del proceso de desarrollo de la planta, tanto en el estado vegetativo como en el estado reproductivo, están relacionados con las condiciones ambientales como la luz, temperatura y humedad (Torres, 1995). Es más, según Lopez *et al.*, (2014), los estudios fenológicos son influenciados por diversos factores como: latitud y altitud de la zona de estudio, época en que se realizan las observaciones, tipo de suelo, genotipo empleado, entre otros.

El cambio climático progresivo con presencia de sequías, inundaciones, heladas, altas y bajas temperaturas, causan alta vulnerabilidad en los cultivos, principalmente en los periodos críticos de las fases fenológicas, los cuales se reflejan en el rendimiento del cultivo, por lo que la caracterización por el número de días resulta ser de gran utilidad en: la programación de fechas de siembra y cosecha, determinar las etapas críticas de necesidades de agua y temperaturas adecuadas y desarrollar genotipos (MINAG, 2010). Las fases fenológicas observadas en el presente estudio se describen a continuación:

4.2.1 Emergencia

La emergencia de las plántulas de cada accesión, después de la siembra en promedio ocurre en 8.63 ± 1.55 días, dependiendo de las accesiones en particular esto ocurre entre un rango de 7 a 10 días, la duración de esta fase además depende de una adecuada humedad del suelo y el vigor de la semilla. La época de siembra en la región Puno es desde la últimas semanas de mes de octubre a la primera quincena de noviembre, está relacionada con el desarrollo de las siguientes fases fenológicas y adoptada por los agricultores, de tal manera que el cultivo sufra el mínimo de adversidades climáticas durante el desarrollo del cultivo.

Nina (2014), indica que la fase fenológica de emergencia se da entre 7-8 días después de la siembra, al reportar el comportamiento de diez accesiones. De la misma manera, Quispe (2011), considera 10 días promedio de duración de esta fase en un rango de 8-12 días. Promedio próximos al presente trabajo.

4.2.2. Dos hojas verdaderas

Luego de la emergencia las plántulas exhiben solo los dos cotiledones, luego pasado un promedio de 15.58 ± 1.95 días, aparecen las dos hojas verdaderas, pero esta característica ocurre entre 14 a 18 días, según las accesiones de forma específica. La duración de la fase fenológica de dos hojas verdaderas reportado por Nina (2014), de 20 a 21 días y de Quispe (2011), entre 20 a 30 días, son mayores en relación al presente estudio, probablemente debido a la diferencia en los días de emergencia y condiciones ambientales.

4.2.3. Ramificación

La fase de ramificación en las accesiones en estudio, en promedio ocurre en 49.35 ± 4.60 días después de la siembra, pero en algunas accesiones esta fase inicia antes



y en otras más tarde, en un rango de 45 a 54 días. La duración de 40 a 43 días indicados por Nina (2014); así como los reportados por Quispe (2011), de 31 a 45 días de duración de esta fase, son concordantes con los encontrados en el presente estudio.

4.2.4. Formación de inflorescencia

Las inflorescencias en promedio se forman en 62.01 ± 3.49 días después de la siembra, esta fase ocurre en un rango de 59 a 66 días, según el comportamiento de cada accesión. El rango reportado es concordante con el reporte de Quispe (2011), que varía entre 60 a 65 días la fase de formación de inflorescencia, esta fase se considera como crítica, debido a la mayor demanda de agua, y considera que para condiciones de Puno, debe ser aproximadamente el mes de enero, que al presentarse veranillo en esta fase puede afectar al rendimiento.

4.2.5. Floración

La fase de floración de las accesiones en promedio es de 81.19 ± 6.40 días desde la siembra, las accesiones precoces inician la floración antes y las tardías iniciarán después, siendo el rango de esta fase entre 75 y 88 días. El rango promedio de la fase de floración observadas en el presente estudio, son concordante con los reportes de Paucara (2016), que menciona la duración de esta fase entre 67 a 81 días. Asimismo, son coincidente con Quispe (2011), de 78 a 84 días.

4.2.6. Grano lechoso

Las accesiones en estudio llegan a esta fase en promedio de 101.02 ± 3.67 días, contados desde la siembra, de la misma manera que en las fases anteriores, esta fase ocurre en un rango de 97 a 105 días, de acuerdo a las accesiones en particular. Los promedios reportados por Nina (2014), de 107 a 112 días son mayores de los indicados en el presente estudio. Sin embargo, los reportes de Paucara (2016), aún abarcan mayor



rango de duración de esta fase entre 82 a 116 días. Pero, son coincidentes con lo que señala Quispe (2011), de 99 a 104 días la duración de la fase de grano lechoso, enfatizando además que esta fase es crítica debido a la mayor demanda de agua.

4.2.7. Grano pastoso

Las accesiones de cañihua en estudio presentan grano pastoso en 126.64 ± 7.91 días como promedio general, pero en algunas accesiones esta fase puede presentarse antes y en otras después, siendo el rango para esta fase entre 119 a 135 días. El rango de duración de esta fase fenológica reportada por Nina (2014), de 121 a 127 días de duración; y los indicados por Quispe (2011), de 122 a 129 días; se encuentran dentro de los rangos consignados en el presente estudio.

4.2.8. Madurez fisiológica

La fase de madurez fisiológica de las accesiones en promedio ocurre en 165 ± 9.66 días contados a partir de la siembra, se ha observado que esta fase presenta un rango de 155 a 175 días: además a partir de esta fase es posible indicar al promedio de los extremos como accesiones precoces o tardías. Según Quispe (2011), la duración de esta fase varía entre 130 a 150 días, lo que es concordante solo con el extremo superior al presente trabajo. Pero, los reportes de Nina (2014), de 133 a 139 días y los informes de Paucara (2016), de 119 a 138 días de duración de esta fase, son menores en comparación al presente estudio.

Tomando como criterio los valores extremos que sobrepasan al promedio incluyendo su desviación estándar, se puede considerar como precoces a las accesiones que llegaron a la madurez fisiológica en menores o iguales a 155 días y tardías a las accesiones que alcanzaron su madurez fisiológica en mayores o iguales a 175 días.



En las Tablas A.28 y A.29 se presenta, los resultados de la evaluación de los días que alcanza a la madurez fisiológica cada accesión dentro de cada grupo de color, especificando sus promedios, desviación estándar, los valores máximos y mínimos, de donde se deriva las accesiones precoces y tardías.

En el grupo de color amarillas, las accesiones 85 y 132, se consideran como tardías por presentar un promedio de 175 días para alcanzar la madurez fisiológica; de la misma manera en grupo de color rosado las accesiones 12, 24, 40, 113 y 343, fueron identificados como tardías; mientras dentro de las accesiones de color anaranjado sólo se identificó la accesión 50 como tardía; en cambio, dentro de las accesiones de color rojo se identifican como tardíos las accesiones 18 y 19; sin embargo, en las accesiones de grupo de color púrpura no se observa ninguna accesión tardía.

En cambio, como accesiones precoces que alcanzaron la madurez fisiológica en 155 días o menos, solo aparecen en las accesiones de grupo de color rosadas y anaranjadas; mientras en los colores amarillo, rojo y púrpura no se reporta accesiones precoces; así, las accesiones rosadas 82, 37, 168 y 160 son considerados precoces; y dentro de las anaranjadas las accesiones 57 y 143 son identificados como precoces.

4.3. RENDIMIENTO GRANO (kg/ha) DE LAS ACCESIONES

Los resultados experimentales obtenidos en rendimiento grano de las accesiones de cañihua color amarillo y rosado, se muestran en la Tabla A.30 y de las accesiones de color anaranjado, rojo y púrpura en la Tabla A.31, expresados en gramos por parcela de cada repetición y los rendimientos promedio de las parcelas y los rendimientos promedio en kg/ha, correspondiente a cada accesión agrupado por colores.

Los resultados del análisis de varianza de rendimiento grano de las acciones de cañihua color amarillo, presentada en la Tabla A.32, denotan diferencias estadísticas



altamente significativas ($\alpha=0.01$) entre las accesiones. Por lo que, fue necesario realizar la prueba de significancia correspondiente, resultados que muestra la Tabla 15 y Figura 27, donde las accesiones 132, 07 y 04, con rendimiento grano promedio de 3948.89, 3384.44 y 3218.89 kg/ha, respectivamente; ocupan el primer lugar en rendimiento grano.

Al respecto, Pinto (1981), al evaluar 215 accesiones (ecotipos) de cañihua del Banco de Germoplasma de cultivos andinos de la UNA Puno, reporta accesiones de alto rendimiento grano por colores, mencionando que en los ecotipos de cañihua color amarillo sus rendimientos grano varían entre 3546 a 2354 kg/ha. Por su parte, Cahuana (1975), en un estudio comparativo de cinco formas botánicas de cañihua, señala que el de color amarillo tiene rendimiento de 2354 kg/ha.

Tabla 15. Prueba de significancia Duncan ($\alpha = 0.05$) del rendimiento grano de las accesiones de cañihua color amarillo.

N° Orden	Accesión	n	E.E.	Media (kg/ha)	Media (g/parcela)
1	132	3	78.29	3948.89	1184.67 a
2	07	3	78.29	3384.44	1015.33 a b
3	04	3	78.29	3218.89	965.67 a b c
4	106	3	78.29	3077.78	923.33 b c
5	28	3	78.29	3033.33	910.00 b c
6	342	3	78.29	2585.56	775.67 b c
7	96	3	78.29	2434.44	730.33 c
8	85	3	78.29	1086.67	326.33 d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($\alpha > 0.05$)

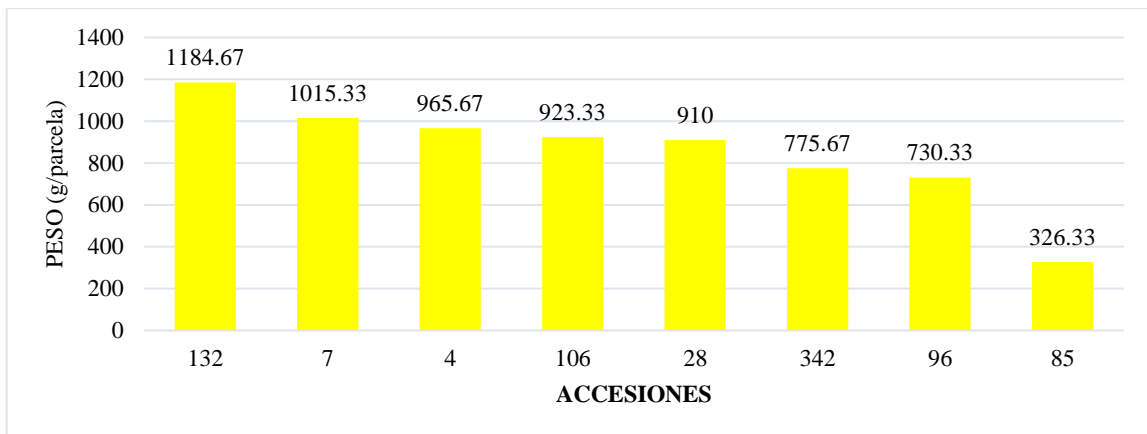


Figura 27. Rendimiento grano (g/parcela) de accesiones de cañihua color amarillo.

Referente a las accesiones del grupo de color rosado, la Tabla A.33 muestra los resultados de análisis de varianza de rendimiento grano, donde las accesiones presentan diferencia estadísticas altamente significativas ($\alpha=0.01$). Por consiguiente, la prueba de significancia correspondiente de la Tabla 16, señala a catorce accesiones de color rosado como los de mayor rendimiento grano, debido a que entre sus promedios de rendimiento no presentan diferencias significativas ($\alpha=0.05$); estas accesiones son: 24, 70, 141, 73, 37, 35, 168, 165, 64, 82, 153, 51, 160 y 113, con 3966.67, 3844.44, 3840.00, 3715.56, 3715.56, 3680.00, 3660.00, 3495.56, 3422.22, 3371.11, 3344.44, 3284.44, 3172.22, 3107.78 y 3074.44 kg/ha de rendimiento grano. Sin embargo, estas accesiones presentan intrincadas interacciones, por la cercanía de sus promedios con los de menor rendimiento, que son ilustradas por la Figura 28.

Referente a cañihuas de color rosado, Rodríguez (2007), reporta que el rendimiento de la cañihua lasta rosada es de 2665.86 kg/ha, cosechada con hoz. Cahuana (1975), indica que las accesiones rosadas tienen un rendimiento promedio de 3088 kg/ha. Según las conclusiones de Pinto (1981), las accesiones de cañihua de color rosado de alta productividad, poseen de 2813 a 2344 kg/ha de rendimiento grano.

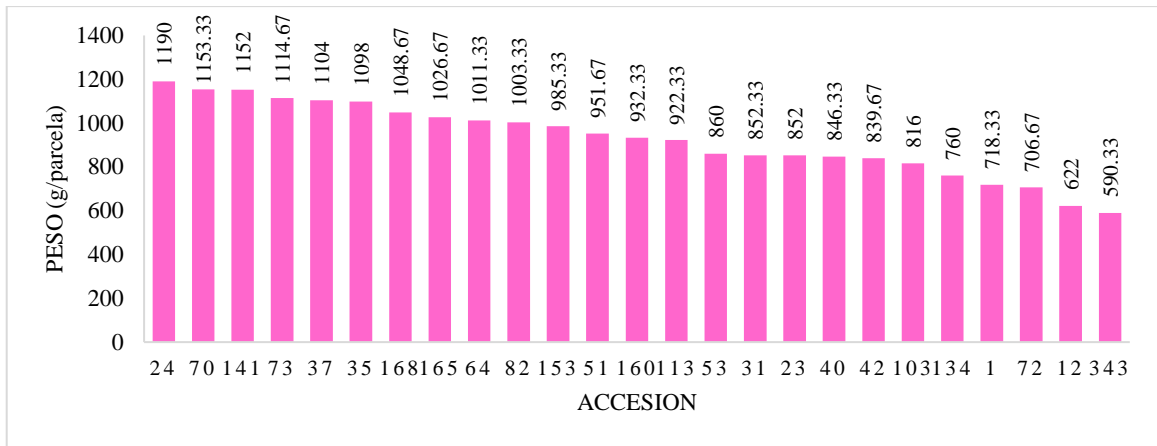


Figura 28. Rendimiento grano (g/parcela) de accesiones de cañihua color rosado.

Tabla 16. Prueba de significancia Duncan ($\alpha = 0.05$) del rendimiento grano de las accesiones de cañihua color rosado.

N° Orden	Accesión	n	E.E.	Media (kg/ha)	Media (g/parcela)
1	24	3	79.82	3966.67	1190.00 a
2	70	3	79.82	3844.44	1153.33 a
3	141	3	79.82	3840.00	1152.00 a
4	73	3	79.82	3715.56	1114.67 a b
5	37	3	79.82	3680.00	1104.00 a b c
6	35	3	79.82	3660.00	1098.00 a b c
7	168	3	79.82	3495.56	1048.67 a b c d
8	165	3	79.82	3422.22	1026.67 a b c d e
9	64	3	79.82	3371.11	1011.33 a b c d e
10	82	3	79.82	3344.44	1003.33 a b c d e
11	153	3	79.82	3284.44	985.33 a b c d e f
12	51	3	79.82	3172.22	951.67 a b c d e f g
13	160	3	79.82	3107.78	932.33 a b c d e f g
14	113	3	79.82	3074.44	922.33 a b c d e f g
15	53	3	79.82	2866.67	860.00 b c d e f g h
16	31	3	79.82	2841.11	852.33 b c d e f g h
17	23	3	79.82	2840.00	i
18	40	3	79.82	2821.11	852.00 b c d e f g h
19	42	3	79.82	2798.89	i
20	103	3	79.82	2720.00	846.33 b c d e f g h
21	134	3	79.82	2533.33	i
22	01	3	79.82	2394.44	839.67 c d e f g h
23	72	3	79.82	2355.55	i
24	12	3	79.82	2073.33	816.00 d e f g h
25	343	3	79.82	1967.78	i
					760.00 e f g h
					i
					718.33 f g h
					i
					706.67 g h
					i
					622.00 h
					i
					590.33
					i

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($\alpha > 0.05$)

Asimismo, el análisis de varianza de los datos experimentales de rendimiento grano de las accesiones de cañihua color anaranjado, presentada en la Tabla A.34, indica que entre accesiones de este color existen diferencias estadísticas altamente significativas ($p=0.01$). Siendo necesario realizar la prueba de significancia, cuyos resultados se

muestran en la Tabla 17 y Figura 29, donde las accesiones 50, 02, 116 y 344, con rendimientos correspondientes de 3445.56, 3290.00, 3238.89 y 3028.89 kg/ha de grano, ocupan el primer lugar en potencial de rendimiento grano.

A lo que Cahuana (1975), considera forma botánica de la cañihua, señalando que el color anaranjado tiene un promedio de 3183 kg/ha de rendimiento grano. Y Lopez (1980) al evaluar 340 líneas de cañihua, clasifica las accesiones con mejores características agronómicas en colores amarillo, rosado, anaranjados, moradas y rojas.

Tabla 17. Prueba de significancia Duncan ($\alpha = 0.05$) del rendimiento grano de las accesiones de cañihua color anaranjado.

N° Orden	Accesión	n	E.E.	Media (kg/ha)	Media (g/parcela)
1	50	3	43.94	3445.56	1033.67 a
2	02	3	43.94	3290.00	987.00 a
3	116	3	43.94	3238.89	971.67 a
4	344	3	43.94	3028.89	908.67 a
5	143	3	43.94	2537.78	761.33 b
6	57	3	43.94	1883.33	565.00 c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($\alpha > 0.05$)

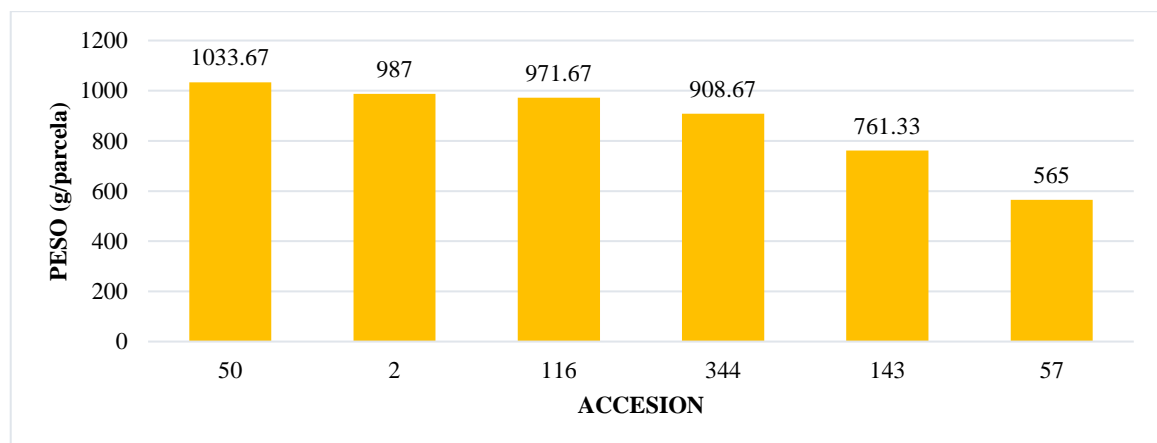


Figura 29. Rendimiento grano (g/parcela) de accesiones de cañihua color anaranjado.

Para el caso de las accesiones de color rojo, los resultados del análisis de varianza de rendimiento grano Tabla A.35, muestran diferencias estadísticas altamente significativas ($p=0.01$) entre las accesiones. En consecuencia, la prueba de significancia,

distingue las accesiones con mayor potencial de rendimiento grano a los identificados con clave 19, 345 y 18, con rendimientos promedio de 3838.89, 3237.78 y 3035.56 kg/ha, respectivamente; tal como se aprecia en la Tabla 18 y Figura 30.

Tabla 18. Prueba de significancia Duncan ($\alpha = 0.05$) del rendimiento grano de las accesiones de cañihua color rojo.

N° Orden	Accesión	n	E.E.	Media (kg/ha)	Media (g/parcela)
1	19	3	97.47	3838.89	1151.67 a
2	345	3	97.47	3237.78	971.33 a b
3	18	3	97.47	3035.56	910.67 a b
4	14	3	97.47	2245.55	673.67 b c
5	54	3	97.47	1621.11	486.33 c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($\alpha > 0.05$)

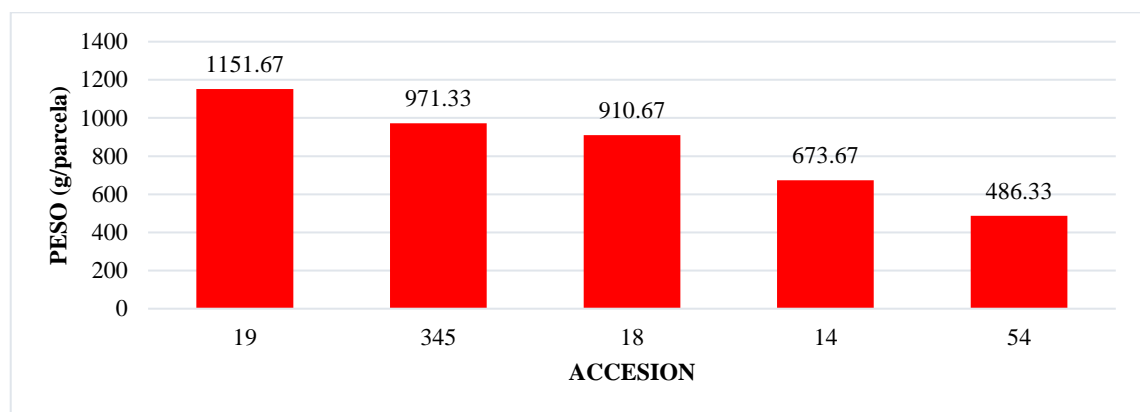


Figura 30. Rendimiento grano (g/parcela) de accesiones de cañihua color rojo.

Por último, con respecto a las accesiones de color púrpura, el análisis de varianza del rendimiento grano, presentada en la Tabla A.36, indica diferencias estadísticas altamente significativas ($\alpha=0.01$) para las accesiones de este color. Y la prueba de significancia correspondiente (Tabla 19), muestra a las accesiones 49 y 109, con rendimientos promedio de 3476.66 y 2925.56 kg/ha de grano, respectivamente, como los de mayor rendimiento, la se ilustra claramente en la Figura 31.

Al respecto, Cahuana (1975) considera forma botánica a los cinco colores, en este caso denomina color “morada”, refiriéndose al color púrpura del presente estudio,

reportando un rendimiento promedio de 3461 kg/ha de grano. De igual forma, Pinto (1981), con la denominación de morada, denota una sola accesión con 2240 kg/ha de rendimiento grano, como el de mejor en este parámetro. Los reportes indicados confirman el potencial de rendimiento que poseen las accesiones púrpuras.

Tabla 19. Prueba de significancia Duncan ($\alpha = 0.05$) del rendimiento grano de las accesiones de cañihua color púrpura.

N° Orden	Accesión	n	E.E.	Media (kg/ha)	Media (g/parcela)
1	49	3	64.56	3476.66	1043.00 a
2	109	3	64.56	2925.56	877.67 a b
3	75	3	64.56	2465.56	739.67 b c
4	97	3	64.56	2172.22	651.67 c
5	27	3	64.56	1957.78	587.33 c d
6	346	3	64.56	1427.78	428.33 d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($\alpha > 0.05$)

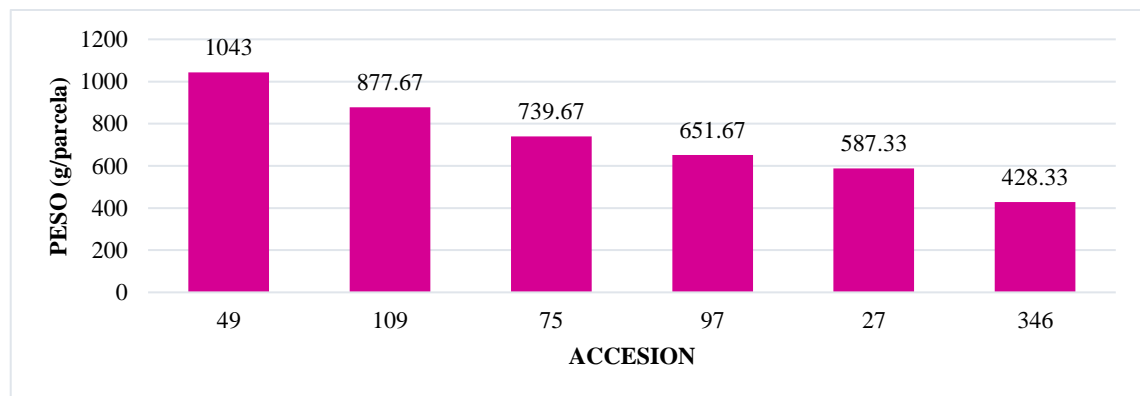


Figura 31. Rendimiento grano (g/parcela) de accesiones de cañihua color púrpura.

Sobre rendimiento grano de cañihua, existen diversos reportes con amplio rango de variabilidad. Así, Quispe (1983), en el comparativo de 25 líneas de alto rendimiento, reporta rendimientos entre 4416.60 a 3666.60 kg/ha en accesiones “saihua” y entre 4783 a 3950 kg/ha de rendimiento grano en accesiones “lasta”. Por otro lado, Nina (2014) indica rendimientos promedio de 2772 a 1286 kg/ha para diez accesiones de cañihua. De la misma forma Chahua (2020), obtiene rendimientos de 1598 a 1233 kg/ha de grano, en



el estudio del comportamiento agronómico de diez accesiones de cañihua. Todos ellos a nivel experimental.

Sin embargo, Castillo *et al.*, (2010), señalan que los rendimientos promedio a nivel de región Puno en 10 localidades es de 425 kg/ha, que es inferior al promedio departamental que es de 480 kg/ha en estadísticas oficiales. Pero, en una evaluación *in-situ* en la zona de intervención del Proyecto Regional de Cultivos Andinos, reportan rendimientos de 780 a 900 kg/ha de grano (DRAP, 2012). Datos que demuestran amplia brecha de productividad a cubrir.

También, Apaza (2010), afirma que el rendimiento de cañihua en condiciones del altiplano es de 1500 kg/ha. Una apreciación de Pinto *et al.* (2006), indica que el rendimiento está influenciado por el tamaño de las plantas, es decir cuando las plantas son grandes los rendimientos también son altos.

4.4. CORRELACIÓN DE VARIABLES DE CARACTERIZACIÓN

Considerando que el análisis de correlación mide el grado de relación lineal entre dos variables, no implica relación causa efecto, aunque puede sugerir tal relación; en la Tabla A.37 se muestra los resultados de análisis de correlación *Pearson* aplicados a las variables cuantitativas de caracterización de las accesiones, de donde se ha abstraído solamente las variables significativamente correlacionadas, que se aprecia en la Tabla 20, mostrando para cada par de variables su correlación y nivel de significancia.

Tabla 20. Variables correlacionadas con índices estadísticamente significativos.

Variables correlacionadas	Correlación	Significancia
	Pearson	(bilateral)
Altura de planta vs color de tallo	0.604**	0.000
Altura de planta vs longitud de peciolo	0.367**	0.009
Altura de planta vs longitud de lámina foliar	0.541**	0.000
Altura de planta vs ancho de lámina foliar	0.535**	0.000
Diámetro de tallo vs longitud de peciolo	0.349*	0.013
Diámetro de tallo vs longitud de lámina foliar	0.316*	0.025
Color de tallo vs longitud de lámina foliar	0.295*	0.037
Color de tallo vs ancho de lámina foliar	0.393**	0.005
Longitud de peciolo vs longitud de lámina foliar	0.706**	0.000
Longitud de peciolo vs ancho de lámina foliar	0.743**	0.000
Longitud de lámina foliar vs ancho de lámina foliar	0.929**	0.000
Rendimiento vs cobertura vegetal	0.370**	0.008

** Correlación altamente significativa ($\alpha=0.01$)

*Correlación significativa ($\alpha=0.05$)

Las características correlacionadas, indican que constituyen variables con capacidad de explicar la variabilidad de las accesiones, por lo tanto pasan a conformar las variables más relevantes que debe tenerse en cuenta en los estudios de caracterización de accesiones de cañihua, las que se describen a continuación:

Altura de planta, que está correlacionada significativamente con color de tallo, longitud de peciolo, con longitud máxima de lámina foliar y ancho máximo de lámina foliar.

Diámetro de tallo, que está correlacionado positiva y significativamente, con longitud de peciolo y longitud máxima de lámina foliar

Color de tallo, es una variable importante a tomar en cuenta, está correlacionada a la altura de planta, longitud máxima de lámina foliar y con ancho máxima de lámina foliar.



Longitud de peciolo, también constituye una variable relevante que debe tomarse en cuenta en las caracterizaciones de las accesiones, está correlacionado a la altura de planta, diámetro de tallo, longitud máxima de lámina foliar y ancho máximo de lámina foliar.

Longitud máxima de lámina foliar, es una variable de suma importancia en estudios de caracterización de accesiones de cañihua, por cuanto está correlacionada con 5 variables como: altura de planta, diámetro de tallo, color de tallo, longitud de peciolo y ancho máximo de lámina foliar.

Ancho máximo de lámina foliar, de la misma manera constituye un variable relevante en estudios de caracterización de accesiones de cañihua, que presenta correlación significativa con las variables altura de planta, color de tallo, longitud de peciolo y longitud máxima de lámina foliar.

Finalmente, las variables relevantes correlacionadas significativamente y que explican el comportamiento del potencial productivo, constituyen las variables rendimiento grano y la cobertura vegetativa.

Referente a correlaciones, Flores (2006), en la evaluación a 116 accesiones de cañihua, reporta que existe correlaciones significativas entre longitud máxima de la lámina foliar y ancho máxima de lámina foliar, así como entre longitud máxima de la lámina foliar y longitud de peciolo, que son concordantes a los del presente estudio. Por su parte, Quispe (1983), encuentra correlación significativa entre rendimiento con altura de planta y biomasa aérea.

4.5. ANÁLISIS MULTIVARIANTE DE CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LAS ACCESIONES

Por la gran cantidad de datos que se recoge en estudios de caracterización de las accesiones, requiere un tratamiento adecuado de la información e interpretación; por lo

que, se ha considerado utilizar la técnica estadística multivariada de análisis de componentes principales (ACP), con los datos consignados en la Tabla A.38.

El análisis de componentes principales de variables de caracterización morfológica de las accesiones en estudio, identifica cuatro componentes principales, tal como se observa en la Figura 32 de gráfica de sedimentación y especificada por la Tabla 21, donde muestra los cuatro componentes principales que explican el 80.159% de la variación de las accesiones.

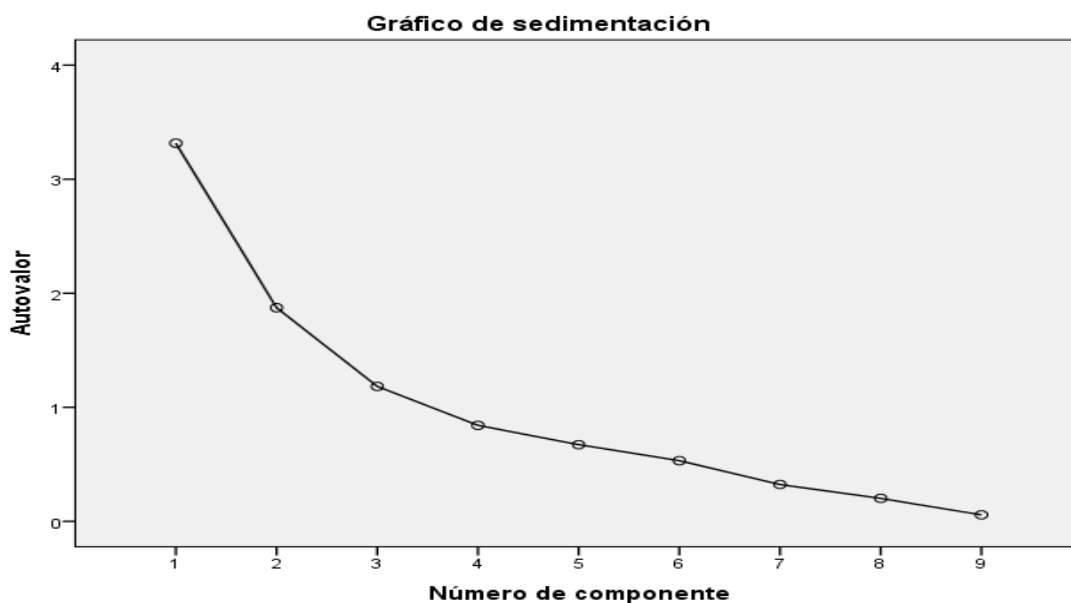


Figura 32. Gráfico de sedimentación de los componentes principales.

El componente principal 1 que explica la varianza de las accesiones está compuesto por los variables: ancho máximo de la lámina foliar, longitud máxima de la lámina foliar, longitud del peciolo y altura de planta, con estas variables se explica el 35.786% de la varianza de las accesiones.

El componente principal 2, está compuesto por las variables cobertura vegetal y rendimiento grano, que contribuyen en explicar el 15.711% de la varianza en las accesiones, haciendo un total acumulado de 51.557% de la varianza total.

Tabla 21. *Matriz de componente rotada.*

	Componente			
	1	2	3	4
Ancho máximo de la lámina foliar	0.948	-0.007	-0.011	-0.009
Longitud máxima de la lámina foliar	0.931	0.051	0.072	-0.006
Longitud del peciolo	0.817	-0.034	0.264	0.089
Altura de planta	0.671	-0.169	-0.176	-0.397
Cobertura vegetativa	-0.036	0.855	-0.230	0.309
Rendimiento de semilla por parcela	-0.012	0.776	0.405	-0.244
Diámetro del tallo	0.319	-0.053	0.799	0.161
Color del tallo a la madurez fisiológica	0.484	-0.224	-0.612	-0.296
Número de ramas primarias	-0.008	0.036	0.184	0.878

Método de extracción: análisis de componentes principales.
Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser.^a

El componente principal 3, que contribuye explicar la varianza de las accesiones, son diámetro de tallo central y el color del tallo a la madurez fisiológica, este componente contribuye en 15.212% a la varianza explicada, acumulando en total 66.769 % de la varianza total que explica el comportamiento de las accesiones.

El componente principal 4, está compuesto por una sola variable, que es el número de ramas primarias, que aporta individualmente 13.390% de la varianza explicada, acumulando en total 80.159% de la varianza explicada en el desempeño de las accesiones.

Flores (2006), realiza análisis de componentes principales en 116 accesiones de cañihua, reportando tres componentes principales, que expresan el 75.368% de la varianza explicada; siendo el primer componente principal los variables de caracterización fenológica como: emergencia, inicio de la floración, finalización de la floración y madurez fisiológica, que aporta 28.063% de varianza explicada. El segundo y



el tercer componente principal, son los mismos obtenidos en el presente trabajo a excepción del índice de cosecha y número de dientes de la lámina foliar.



V. CONCLUSIONES

1. De las quince características morfológicas evaluadas, las variables significativamente correlacionadas, que aportan el 80.159% de la varianza total explicada en el comportamiento de las accesiones son: altura de planta, longitud máxima de la lámina foliar, ancho máximo de la lámina foliar, longitud de peciolo, cobertura vegetativa, rendimiento grano, diámetro de tallo, color de tallo a la madurez fisiológica y el número de ramas primarias.
2. Fases fenológicas en días contados desde la siembra: emergencia ocurrió de 8.65 ± 1.55 días; dos hojas verdaderas de 15.58 ± 1.95 días; ramificación en 49.35 ± 4.60 días; formación de inflorescencia ocurre en 62.01 ± 3.49 días; grano lechoso en 101.02 ± 3.65 días; grano pastoso en 126.64 ± 7.91 días y la última fase de madurez fisiológica ocurre en 165.00 ± 9.66 días.
3. Las accesiones de mayor rendimiento grano por grupo de color, son: color amarillo las accesiones 132, 07 y 04; en color rosado 24, 70, 141, 73, 37, 35, 168, 165, 64, 82, 153, 51, 160 y 113; color anaranjado accesiones 50, 02, 116 y 344; en color rojo las accesiones 19, 345 y 18; y de color púrpura las accesiones 49 y 109; en general con rendimientos mayores a 2925.56 hasta 3966.67 kg/ha de grano.



VI. RECOMENDACIONES

1. Continuar realizando investigaciones de caracterización en las accesiones de cañihua por grupo de color, del total de accesiones existentes en el Banco de Germoplasma del Centro del Centro Experimental de Camacani de la Facultad de Ciencias Agrarias.
2. Realizar estudios de caracterización molecular en accesiones de colores de mayor potencial productivo, con el fin de identificar y discriminar las repetidas.
3. Con las accesiones de mayor potencial productivo, realizar estudios de respuesta a factores adversos bióticos y abióticos.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alexis, E. (2011). Cultivo de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en el altiplano. Puno. Perú. 96 p.
- Apaza, V. (2010). Manejo y Mejoramiento de Kañiwa. Convenio Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA-Puno, Centro de Investigación de Recursos Naturales y Medio Ambiente-CIRNMA: Bioersivity International y el International Fund for Agricultural Development-IFAD. Puno, Peru. 14-19p.
- Apaza, V., Mujica, A., & Ortiz, R. (2002). Estimación de parámetros de estabilidad para el rendimiento de la cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) En: Segunda mesa redonda internacional sobre papas de altura y cañihua. Puno, Peru 27p.
- Apaza, V. 1997. Cultivo de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). In Compendio de alternativas tecnológicas. Instituto Nacional de Investigación Agraria-INIA. Estación Experimental Illpa Puno, Perú. Volumen 1.
- Aro, M. (2015). Evaluación de la dehiscencia de granos desde la antesis hasta la madurez fisiológica en seis cultivares de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en el Centro Experimental de Choquenaira, Provincia Ingavi, La Paz. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. 114p.
- Arriaza, M. (2006). Guía práctica de análisis de datos. Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. IFAPA. Andalucía, España. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/314984329_Guia_practica_de_analisis_de_datos.



- Bravo, R., & Catacora, P. (2010). Situación actual de los Bancos Nacionales de Germoplasma. En Bravo R., Valdivia R., Andrade K., Padulosi S. y Jäger M. (Eds.). Granos andinos: Avances, logros y experiencias desarrolladas en quinua, cañihua y Kiwicha en Perú. (pp. 15-17). Roma, Italia. Bioersivity International.
- Bravo, R., Valdivia , R., Andradek, K., Padulosi, S., & Jager, M. (2010). Granos andinos. Avances y experiencias desarrolladas en quinua, cañihua y kiwicha en el Perú. Roma, Italia: Bioersivity, International.
- Cahuana, F. L. (1975). Comparativo de rendimiento de cinco formas botánicas de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) por tres distanciamientos entre surcos. Tesis de Grado Ingeniería Agronómica Inédita. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- Calisaya , J., & Alvarado, A. (2009). Aislados proteínicos de granos altiandinos Chenopodiaceas; quinua “*Chenopodium quinoa*” cañahua “*Chenopodium palledicaule*” por precipitación isoelectrica. Revista Boliviana de Quinoa, 26p.
- Callohuanca, M., Quispe, A., Mamani, E., & Yucra, M. (2019). Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) alimento funcional. Primera Edicion. Puno - Peru: Universidad Nacional del Altiplano. Recuperado de <http://isbn.bnpp.gob.pe/catalogo.php?mode=detalle&nt=108539>
- Cano, V. (1971). Biología floral de la cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Técnica del Altiplano. Puno, Perú.
- Carrasco, R. (2014). Valor nutricional y compuestos bioactivos en los cultivos andinos: Re-descubriendo los tesoros olvidados. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú. : ISBN: 978-612-4147-34-0.



- Castedo, J. (26 de Abril de 2007). cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) (en línea). Santa Cruz, Bolivia. . Obtenido de <http://ccbolgroup.com/hierbas3.html>erú
- Castillo, A., Valdivia, R., & Soto, J. L. (2010). Problemática de las cadenas productivas de granos andinos. En Bravo R., Valdivia R., Andrade K., Padulosi S. y Jäger M. (Eds.). Granos andinos: Avances, logros y experiencias desarrolladas en quinua, cañihua y Kiwicha en Perú. (pp. 108-113). Roma, Italia. Bioersivity International.
- Chahua, J. (2020). Comportamiento agromorfológico de diez accesiones de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en el Experimental Camacani Puno. (Tesis de pregrado). Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano. Puno,Perú. Recuperada de URI: <http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/16863>
- Chambi, J. (2017). Caracteres agronómicos de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en el periodo reproductivo relacionado a la calidad de grano en treinta y nueve accesiones. Tesis de Grado. Facultad de agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. 64 p.
- Coarite, M. (2014). Evaluación del desgrane de granos antes y después de la madurez fisiológica en seis cultivares de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en dos fechas de cosecha, en la comunidad Villa Patarani, provincia Aroma-La Paz. Tesis de Grado. La Paz, Bolivia.: Universidad Mayor de San Andres.
- Cuba, R. (2005). Proceso productivo del cultivo de la Cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en comunidades del Ayllu Majasya Mujlli. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Ciencias Agrícolas. Cochabamba, Bolivia. 190 p.
- Dirección Regional Agraria Puno. (2018). Obtenido de [Www.agropuno.gob.pe](http://www.agropuno.gob.pe).



- Dirección Regional Agraria Puno (DRAP). (2012). Variabilidad genética de cañihua en las provincias de Puno. Proyecto Mejoramiento de Capacidades Técnico Productivas para la Competitividad de los Cultivos Andinos de Papa Nativa, Haba y Cañihua en la región Puno. Perú. ISBN: 978-612-46286-0-3.
- Estaña, W., & Muñoz, C. (2012). Variabilidad genética de cañihua en las provincias de Puno. . Editorial DISKCOPY S.A.C. Puno, Perú. Disponible en: http://quinua.pe/wpcontent/uploads/2015/06/Variabilidad_genetica_ca%C3%B1ihua_puno.pdf.
- Flores, R. (2006). "Evaluación Preliminar Agronómica y Morfológica del germoplasma de Cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en la Estación Experimental Belen". Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz - Bolivia 8p.
- Gandarillas, H., & Gutierrez, J. (1979). Mejoramiento genético en: Quinua y Cañihua. Cultivos Andinos, serie de libros y materiales educativos N°49: CIID-IICA. Bogotá, Colombia, 67p.
- Gimenez, T., Mamani, F., & Canaviri, W. (2017). El arte de cultivar cañahua. IICA. La Paz, Bolivia.
- Henríquez, P. (2002). Glosario de términos útiles para el manejo de los recursos filogenéticos. IICA Biblioteca, Venezuela.
- IPGRI, PROINPA e IFAD. (2005). Descriptores para cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia; Fundación PROINPA. La Paz, Bolivia; International Fund for Agricultural Development. Roma, Italia.



https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/user_upload/online_library/publications/pdfs/1071.pdf

Izarra, W. J., & Lopez, F. M. (2017). Manual de observaciones fenológicas. Ministerio de Agricultura, Ministerio del Ambiente, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI).Perú. Obtenido de <https://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/272>

Jaramillo, S., & Baena, M. (2000). Material de apoyo a la capacitación en observación ex situ de recursos fitogenéticos. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos: IPGRI. Cali, Colombia. 122p.

Lescano, J. (1994). Genética y mejoramiento de cultivos alto andinos. Perú.: Convenio INADE/PELT-COTESU.

Lopez, A. M. (1980). Evaluación biométrica de 340 líneas de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). Tesis de Grado Ingeniería Agronómica inédita. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.

Lopez, G., Tupac, A., & Fierro, R. E. (2014). Fenología y agronomía del cultivo. Capítulo IV. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo, Perú.: http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/09/06_fenologia.pdf.

Machaca, E. D. (2021). Efecto del biol como fertilizante foliar sobre la productividad de 20 genotipos promisorios de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en la Estación Experimental de Choquenaira. Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía. Carrera Ingeniería Agronomica. La Paz - Bolivia. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/26787/T2938.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



- Macuchapi, W. (2017). Aplicacion de tres metodos de cosecha y su efecto en el desgrane de seis cultivares de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en la localidad de Carabico Altiplano Norte. Universidad Mayor San Andrés Facultad de Agronomía. Carrera de Ingeniería Agronómica. La Paz, Bolivia. 96p.
- Mamani, E. (2013). Caracterización molecular de 26 accesiones de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) con mayor rendimiento en grano: altiplano Puno. Universidad Nacional del Altiplano, Escuela de Post Grado. Programa de Doctorado. Puno. Perú. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/252>
- Mamani, E., & Callohuanca, A. (2006). Manejo y cultivo de Cañihua. Departamento Académico de Agronomía y Zootecnia – Facultad de Ciencias Agrarias – UNA Puno. 107 p.
- Maydana, E. (2010). Evaluación de la producción de seis variedades de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) con participación de agricultores en la comunidad de Pacaure del municipio de Mocomoco. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. Carrera de Ingeniería Agronómica. La Paz, Bolivia. 112 p.
- Mayta-Mamani, A., Marza-Mamani, F., Rojas, F., Sainz-Mendoza, H. N., & Mendoza-Condori, V. H. (2015). Evaluación agromorfológica y análisis de componentes de rendimiento en 12 accesiones de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). *Journal of the Selva Andina Biosphere*. 3(2):58-74. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-38592015000200002



- Martínez, A. & Leyva, A. (2014). La biomasa de los cultivos en el agroecosistema: sus beneficios agroecológicos. *Revista Cultivos Tropicales*. Vol. 35 No.1:11-20.
Disponibile en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v35n1/ctr02114.pdf>
- MINISTERIO DE AGRICULTURA PERU (MINAG). (2010). Fenología como herramienta en la agroclimática. DGCA-DIA-Dirección de Información Agraria. Boletín Técnico N° 02-2010. .
https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/direccionesyoficinas/direccion_informacion_agraria/agroclima/boletin02_DIA_agroclimatica.pdf.
- Monteros , A., Tacan, M., Peña, G., Paredes, N., & Lima, L. (2018). Guía para el manejo de los recursos fitogenéticos en Ecuador. Protocolos. Publicaciones miscelánea N°432. INIAP. Estación Experimental Santa Catalina. Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos. Mejía Ecuador.
https://www.researchgate.net/publication/323943836_Guia_para_el_manejo_y_conservacion_de_los_recursos_fitogeneticos_en_Ecuador_Protocolos
- Mujica, A., & Jacobsen, S. E. (2006). La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y sus parientes silvestre. In *Botánica Económica de los Andes Centrales*. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz-Bolivia.
- Mujica, A., Jacobsen, S., Ortiz, R., Cahuana, A., Apaza, V., Aguilar, P., & Dupeyrat, R. (2002). La cañihua en la nutrición humana del Perú. UNA – Puno. Perú. 74 p.
- Mujica, A., Pino, S., Huapaya, F., Rodriguez, M., & Apaza, V. (1991). Catálogo de cultivos andinos cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). IBPGR, Universidad Nacional del Altiplano Puno, Escuela de Posgrado. Puno, Peru.
- Nina, A. E. (2014). Comportamiento agronómico de diez accesiones de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en zonas áridas. Arequipa- Peru: Universidad



Nacional de San Agustín – Facultad de Agronomía.

<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/4138>

Paca, R. (1970). Herencia de colores en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional del Altiplano. . Puno-Perú.

Paucara, L. (2016). Comportamiento agronómico de quince líneas de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), En la Estación Experimental de Quipaquipani del Departamento de La Paz. Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía. Carrera de Ingeniería Agronómica. La Paz, Bolivia. 8p.
<https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/6760>

Peñarrieta, J., Alvarado, J., Akesson, B., & Bergenstahi, B. (2008). Capacidad antioxidante total y contenido de flavonoides y otros compuestos fenólicos en Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen): una pseudocereal andino. <https://doi.org/10.1002/mnfr.200700189>.

Pinto , M., & Rojas, W. (2016). Variabilidad genética de la colección del germoplasma de Cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen de Bolivia. Revista de Investigacion e Innovacion Agropecuaria y de Recursos Naturale, 13p.

Pinto , M., Rojas, W., & Soto, J. (2008). Ficha Técnica Variedad Kullaca. PROINPA. La Paz, Bolivia, 8p.

Quispe, B. (1983). Comparativo de 25 líneas de alto rendimiento del Banco de Germoplasma de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). Tesis de Grado Ingeniería Agronómica inédita. Puno, Perú. Universidad Nacional del Altiplano.



- Quispe, E. (2011). Determinación de la evapotranspiración del cultivo de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en el CIP Illpa Puno. Tesis de Grado Inédita. Puno, Perú.: Universidad Nacional del Altiplano.
- Quispe, L. (2007). Análisis de la variabilidad fenotípica de 244 accesiones de germoplasma de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), en la localidad de Quipaquipani provincia Ingavi. Tesis de grado. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. 99 p.
- Ramirez, D. E. (2014). Efecto de la aplicación del fertirriego con la incorporación de biol-
bovino en el cultivo de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* aellen) en la Estación
Experimental Choquenaira. Universidad Mayor de San Andrés Facultad de
Agronomía. Carrera Ingeniería Agronómica. La Paz - Bolivia.
<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/5632/T2043.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rodriguez, J., Sorensen, M., Andreasen, C., Orting, B., Pinto, M., Bonifacio, A.,
Jacobsen, S. (2012). Rasgos de desgrane en (*Chenopodium pallidicaule* Aellen)
como un atributo de semi-domesticación.
- Rodriguez, M. (2007). Evaluación de las pérdidas de grano y grado de impurezas en
cuatro métodos de cosecha de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en la
comunidad de Quipaquipani, Viacha. Tesis de grado. Universidad Mayor de San
Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. 69 p.
- Rojas , W., Pinto, M., Soto, J., & Alcocer, E. (2010). Rojas, W., M. Pinto, JL. Soto y E.
Alcocer. 2010. Valor nutricional, agroindustrial y funcional de los granos andinos.
Bioersity Internaional, Roma, Italia. 151p.



- Solano, M., J. T. (2017). *Taxonomía Vegetal*. Universidad Nacional del Altiplano – Puno. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica. Puno. Perú. 104p
- Tapia, M. (1990). *Kañiwa (Chenopodium pallidicaule Aellen) en cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación*. FAO, primera edición. pp. FAO, primera edición. pp.
- Tapia, M., & Fries, F. (2007). *Los cultivos andinos en el Perú*. Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria. Programa Nacional de Sistemas Andinos de Producción Agropecuaria. Boletín No 1. Lima, Perú. 132 p.
- Torres, E. (1995). *Agro-meteorología*. México. Editorial Trillas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. ISBN: 968-2-4917-0.
- Valdivia, R., & Soto, W. (2002). *Caracterización participativa sobre usos, restricciones y oportunidades con comunidades y otros niveles de cadena de kañiwa con un enfoque de género*. En informe técnico anual. Taller – proyecto: “Elevar la contribución que hacen las especies olvidadas y subutilizada a la seguridad alimentaria y a los riesgos de la población rural de escasos recursos. Puno, Peru. 276p.
- Velásquez R. y Laura R. (2015). *Catálogo de germoplasmas de quinua y cañihua del Perú*. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- Velasquez, R. (2018). *Cosecha organica de granos andinos*. Universidad Nacional del Altiplano ISBN. Puno. Peru.



Véliz, C. (2017). Análisis multivariante: métodos estadísticos multivariantes para la investigación. Primera Edición. . Ciudad autónoma de Buenos Aires, Argentina.
ISBN: 980-987-3889-19-6.

Woods, P., & Eyzaguirre, P. (2004). La cañahua merece regresar. *LEISA*, 20(1), 32–34 p.

ANEXOS

Tabla A.1 *Características cualitativas de las accesiones*

Accesi ón	Hábito de crecimiento	Color del tallo	Forma de lámina foliar	Borde de la lámina foliar	Color de la hoja	Grado de dehiscencia
04	Lasta	Amarillo	Romboidal	Dentada	Amarillo claro	Ligera
07	Lasta	Amarillo	Romboidal	Dentada	Amarillo claro	Regular
28	Lasta	Amarillo	Romboidal	Dentada	Amarillo claro	Ligera
85	Lasta	Amarillo	Romboidal	Dentada	Amarillo claro	Ligera
96	Lasta	Amarillo	Ancha ovada	Dentada	Amarillo claro	Ligera
106	Lasta	Amarillo	Romboidal	Dentada	Amarillo claro	Ligera
132	Lasta	Amarillo	Ancha ovada	Dentada	Amarillo claro	Ligera
342	Saihua	Amarillo	Romboidal	Dentada	Verde amarillento	Ligera
24	Lasta	Rosado	Romboidal	Dentada	Rosado	Ligera
42	Lasta	Rosado	Romboidal	Dentada	Rosado	Ligera
73	Lasta	Rosado	Ancha ovada	Dentada	Crema suave	Ligera
82	Lasta	Rosado	Romboidal	Dentada	Rosado claro	Regular
103	Lasta	Rosado	Romboidal	Dentada	Rosado claro	Ligera
113	Lasta	Rosado	Romboidal	Dentada	Rosado claro	Ligera
141	Lasta	Rosado	Romboidal	Dentada	Crema suave	Ligera
153	Lasta	Rosado	Ancha ovada	Dentada	Crema suave	Regular
160	Lasta	Rosado	Romboidal	Dentada	Crema suave	Ligera
165	Lasta	Rosado	Romboidal	Dentada	Rosado claro	Regular
168	Lasta	Rosado	Romboidal	Dentada	Crema suave	Regular
01	Lasta	Rosado	Romboidal	Dentada	Rosado	Regular
12	Lasta	Rosado	Romboidal	Dentada	Rosado claro	Regular
23	Lasta	Rosado	Romboidal	Dentada	Rosado	Regular
31	Lasta	Rosado	Romboidal	Dentada	Rosado claro	Ligera
35	Lasta	Rosado	Romboidal	Dentada	Rosado	Ligera
37	Lasta	Rosado	Romboidal	Dentada	Rosado	Ligera
40	Lasta	Rosado	Romboidal	Dentada	Rosado	Ligera
51	Lasta	Rosado	Romboidal	Dentada	Rosado claro	Ligera
53	Lasta	Rosado	Romboidal	Dentada	Rosado claro	Ligera
64	Lasta	Rosado	Romboidal	Dentada	Rosado	Regular
70	Lasta	Rosado	Romboidal	Dentada	Rosado claro	Ligera
72	Lasta	Rosado	Romboidal	Dentada	Rosado claro	Ligera
134	Lasta	Rosado	Romboidal	Dentada	Rosado claro	Regular
343	Saihua	Rosado	Romboidal	Dentada	Rosado claro	Regular
02	Lasta	Anaranjado	Romboidal	Dentada	Anaranjado	Ligera
57	Lasta	Anaranjado	Romboidal	Dentada	Anaranjado	Ligera
116	Lasta	Anaranjado	Ancha ovada	Dentada	Anaranjado	Ligera
143	Lasta	Anaranjado	Ancha ovada	Dentada	Anaranjado	Ligera
344	Saihua	Anaranjado	Romboidal	Dentada	Anaranjado	Regular
50	Lasta	Anaranjado	Romboidal	Dentada	Anaranjado oscuro	Ligera
14	Lasta	Rojo	Romboidal	Dentada	Rojo	Ligera
18	Lasta	Rojo	Romboidal	Dentada	Rojo	Regular
19	Lasta	Rojo	Ancha ovada	Dentada	Rojo	Regular
54	Lasta	Rojo	Ancha ovada	Dentada	Rojo oscuro	Ligera
345	Saihua	Rojo	Ancha ovada	Dentada	Rojo	Ligera
27	Lasta	Púrpura	Romboidal	Dentada	Púrpura	Regular
49	Lasta	Púrpura	Romboidal	Dentada	Púrpura	Ligera
109	Lasta	Púrpura	Romboidal	Dentada	Púrpura	Ligera
75	Lasta	Púrpura	Ancha ovada	Dentada	Púrpura	Ligera
97	Saihua	Púrpura	Ancha ovada	Dentada	Púrpura	Regular
346	Saihua	Púrpura	Ancha ovada	Dentada	Púrpura	Regular



Tabla A.2

Promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, valores mínimos y máximos de altura de planta (cm) de accesiones de colores amarillo y rosado de cañihua (Ch. pallidicaule Aellen).

Clave de accesión	n	Promedio	Desviación Estándar	Coeficiente variabilidad	Valor Mínimo	Valor Máximo
Amarillo						
04	20	44.95	4.44	9.88	37.00	52.00
07	20	47.60	7.90	16.60	37.00	65.00
28	20	45.75	6.25	13.68	33.00	55.00
85	20	42.25	5.64	13.34	32.00	49.00
96	20	46.20	6.23	13.48	36.00	57.00
106	20	49.25	8.97	18.22	29.00	59.00
132	20	47.15	6.82	14.45	34.00	58.00
342	20	47.30	6.32	13.36	33.00	55.00
Total	160	46.31	6.84	14.76	29.00	65.00
Rosado						
24	20	60.85	3.90	6.40	53.00	67.00
42	20	55.90	7.64	13.67	44.00	71.00
73	20	53.55	12.14	22.67	30.00	74.00
82	20	51.20	5.77	11.28	41.00	62.00
103	20	45.25	8.84	19.53	29.00	59.00
113	20	58.10	4.56	7.86	50.00	67.00
141	20	47.15	4.52	9.59	37.00	54.00
153	20	49.25	7.97	16.19	41.00	67.00
160	20	49.80	6.06	12.16	42.00	62.00
165	20	46.20	5.92	12.81	36.00	57.00
168	20	55.85	8.96	16.05	42.00	81.00
01	20	49.05	7.29	14.87	37.00	60.00
12	20	52.05	8.19	15.73	37.00	65.00
23	20	53.20	6.98	13.12	43.00	67.00
31	20	44.70	7.47	16.71	26.00	55.00
35	20	57.50	6.35	11.05	45.00	64.00
37	20	48.85	6.29	12.88	37.00	64.00
40	20	49.35	4.30	8.70	41.00	59.00
51	20	50.95	7.93	15.57	40.00	65.00
53	20	51.00	6.79	13.31	40.00	64.00
64	20	51.80	4.84	9.34	41.00	58.00
70	20	50.35	5.25	10.44	38.00	60.00
72	20	46.00	5.21	11.33	39.00	56.00
134	20	47.35	7.69	16.23	32.00	59.00
343	20	54.65	6.52	11.92	45.00	67.00
Total	500	51.20	7.93	15.49	26.00	81.00

Tabla A.3

Promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, valores mínimos y máximos de altura de planta (cm) de accesiones de colores anaranjado, rojo y púrpura de cañihua.

Clave de accesión	n	Promedio	Desviación Estándar	Coeficiente variabilidad	Valor Mínimo	Valor Máximo
Anaranjado						
02	20	48.20	6.05	12.55	38.00	60.00
57	20	59.60	5.35	8.98	47.00	65.00
116	20	53.65	11.64	21.70	36.00	73.00
143	20	47.25	6.50	13.75	28.00	56.00
344	20	53.55	8.21	15.33	41.00	68.00
50	20	49.20	7.59	15.42	35.00	63.00
Total	120	51.91	8.77	16.89	28.00	73.00
Rojo						
14	20	58.00	3.81	6.57	53.00	66.00
18	20	52.70	9.06	17.20	37.00	68.00
19	20	57.60	8.07	14.01	41.00	73.00
54	20	53.15	4.57	8.60	45.00	59.00
345	20	62.60	7.26	11.56	52.00	77.00
Total	100	56.81	7.65	13.46	37.00	77.00
Púrpura						
27	20	61.55	6.05	9.83	50.00	75.00
49	20	49.35	5.67	11.49	39.00	59.00
109	20	52.70	4.60	8.73	43.00	59.00
75	20	60.45	5.76	9.53	51.00	72.00
97	20	62.80	5.59	8.90	51.00	70.00
346	19	54.95	5.57	10.14	47.00	66.00
Total	119	56.98	7.39	12.96	39.00	75.00

Tabla A.4

Análisis de varianza de altura de planta (cm) de 50 accesiones de cañihua

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	26300.39	49	536.74	11.42 **	<0.0001
Accesiones	26300.39	49	536.74	11.42 **	<0.0001
Error	44591.05	949	46.99		
Total	70891.44	998			

N=999 CV = 13.25%



Tabla A.5

Promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, valores mínimos y máximos de diámetro del tallo central (mm) de accesiones de color amarillo y rodado de cañihua.

Clave de accesión	n	Promedio	Desviación Estándar	Coeficiente variabilidad	Valor Mínimo	Valor Máximo
Amarillo						
04	10	5.11	1.14	22.38	3.60	6.90
07	10	5.25	0.64	12.25	4.20	6.40
28	10	4.89	0.68	13.95	3.70	5.90
85	10	4.07	0.96	23.54	2.80	6.10
96	10	5.48	0.77	14.00	3.0	6.40
106	10	4.57	0.51	11.06	3.30	5.10
132	10	5.09	0.48	9.42	4.60	6.20
342	10	5.26	0.84	15.94	4.20	6.60
Total	80	4.97	0.86	17.30	2.80	6.90
24	10	5.29	0.83	15.75	3.90	6.40
42	10	4.71	0.79	16.70	3.40	5.70
73	10	4.66	0.79	16.87	3.50	6.00
82	10	4.58	1.00	21.83	3.20	6.40
103	10	4.37	0.65	14.83	3.50	5.50
113	10	4.98	0.65	13.04	4.20	6.40
141	10	5.04	0.73	14.44	3.60	5.90
153	10	4.95	0.79	15.91	3.70	6.40
160	10	5.02	1.03	20.59	3.70	7.00
165	10	4.47	0.59	13.26	3.40	5.10
168	10	5.03	0.62	12.36	4.00	5.80
01	10	5.83	0.85	14.62	4.40	7.10
12	10	5.24	0.92	17.56	3.90	6.50
23	10	5.12	0.93	18.08	3.80	6.60
31	10	4.25	0.49	11.59	3.60	5.00
35	10	4.62	0.56	12.02	3.70	5.40
37	10	4.42	0.79	17.81	3.20	5.40
40	10	4.42	0.45	10.22	3.90	5.30
51	10	5.25	0.79	15.00	3.90	6.20
53	10	4.80	0.55	11.37	3.90	5.80
64	10	4.45	0.87	19.63	3.40	6.10
70	10	4.97	0.86	17.36	3.60	6.20
72	10	4.60	0.57	12.47	3.80	5.80
134	10	5.13	0.56	10.84	4.20	5.70
343	10	4.82	0.60	12.44	3.60	6.00
Total	250	4.84	0.80	16.47	3.20	7.10



Tabla A.6

Promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, valores mínimos y máximos de diámetro del tallo central (mm) de accesiones de colores anaranjado, rojo y púrpura de cañihua.

Clave de accesión	n	Promedio	Desviación Estándar	Coeficiente variabilidad	Valor Mínimo	Valor Máximo
Anaranjado						
02	10	4.54	0.67	14.73	3.40	5.40
57	10	4.74	0.61	12.94	3.80	5.60
116	10	4.65	0.46	10.00	4.10	5.50
143	10	4.83	0.94	19.52	3.70	6.80
344	10	5.40	0.72	13.27	4.30	6.70
50	10	4.78	0.96	20.16	3.90	6.70
Total	60	4.82	0.77	15.93	3.40	6.80
Rojo						
14	10	4.53	0.71	15.65	3.50	5.40
18	10	5.08	0.95	18.65	3.60	6.70
19	10	5.04	0.45	8.88	4.40	5.90
54	10	4.35	0.84	19.21	3.30	6.20
345	10	4.91	0.54	11.09	3.90	5.70
Total	50	4.78	0.75	15.69	3.30	6.70
Púrpura						
27	10	5.17	0.67	12.96	3.70	6.00
49	10	4.43	0.56	12.73	3.50	5.50
109	10	4.24	0.52	12.24	3.40	5.20
75	10	4.52	0.95	21.04	3.20	6.20
97	10	4.70	0.89	18.84	3.60	6.40
346	10	4.54	0.74	16.39	3.40	5.70
Total	60	4.60	0.77	16.63	3.20	6.40

Tabla A.7

Análisis de varianza de diámetro de tallo central (mm) de 50 accesiones de cañihua

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	65.52	49	1.34	2.38 **	<0.0001
Accesiones	65.52	49	1.34	2.38 **	<0.0001
Error	252.75	450	0.56		
Total	318.27	499			

N=500 CV = 15.54%



Tabla A.8

Promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, valores mínimos y máximos de número de ramas primarias de accesiones de colores amarillo y rosado de cañihua.

Clave de accesión	n	Promedio	Desviación Estándar	Coeficiente variabilidad	Valor Mínimo	Valor Máximo
Amarillo						
04	20	4.70	0.86	18.39	3.00	7.00
07	20	5.25	1.41	26.85	4.00	10.00
28	20	5.60	1.14	20.40	4.00	8.00
85	20	4.60	1.05	22.75	3.00	7.00
96	20	4.25	0.64	15.03	3.00	6.00
106	20	4.65	0.67	14.43	4.00	6.00
132	20	4.65	0.81	17.48	3.00	6.00
342	20	5.05	1.23	24.44	4.00	8.00
Total	160	4.84	1.07	22.03	3.00	10.00
Rosado						
24	20	4.65	0.81	17.48	3.00	6.00
42	20	4.90	0.97	19.75	4.00	7.00
73	20	4.40	0.82	18.65	3.00	6.00
82	20	4.20	0.41	9.77	4.00	5.00
103	20	4.70	0.66	13.98	4.00	6.00
113	20	4.40	0.50	11.42	4.00	5.00
141	20	4.45	0.69	15.42	3.00	6.00
153	20	4.35	0.59	13.50	4.00	6.00
160	20	4.80	0.77	16.00	4.00	6.00
165	20	4.60	0.68	14.79	4.00	6.00
168	20	4.60	0.60	13.01	4.00	6.00
01	20	4.85	1.04	21.44	3.00	7.00
12	20	4.65	0.75	16.02	4.00	6.00
23	20	4.80	0.77	16.00	4.00	6.00
31	20	4.45	0.51	11.47	4.00	5.00
35	20	4.65	0.81	17.48	3.00	6.00
37	20	4.40	0.60	13.60	4.00	6.00
40	20	4.50	0.95	21.02	3.00	6.00
51	20	4.85	1.04	21.44	3.00	7.00
53	20	4.35	0.93	21.46	3.00	6.00
64	20	4.70	0.80	17.05	4.00	7.00
70	20	4.75	0.72	15.08	4.00	6.00
72	20	4.40	0.50	11.42	4.00	5.00
134	20	4.60	0.75	16.39	4.00	6.00
343	20	4.20	0.41	9.77	4.00	5.00
Total	500	4.57	0.75	16.48	3.00	7.00

Tabla A.9

Promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, valores mínimos y máximos de número de ramas primarias de accesiones de colores anaranjado, rojo y púrpura de cañihua.

Clave de accesión	n	Promedio	Desviación Estándar	Coeficiente variabilidad	Valor Mínimo	Valor Máximo
Anaranjado						
02	20	4.30	0.57	13.28	3.00	5.00
57	20	4.35	0.75	17.13	3.00	6.00
116	20	4.25	0.44	10.45	4.00	5.00
143	20	4.15	0.59	14.15	3.00	5.00
344	20	4.75	0.72	15.08	4.00	6.00
50	20	4.65	0.99	21.25	3.00	6.00
Total	120	4.40	0.71	16.25	3.00	6.00
Rojo						
14	20	4.60	0.75	16.39	4.00	6.00
18	20	4.85	0.75	15.36	4.00	6.00
19	20	4.35	0.75	17.13	3.00	6.00
54	20	4.60	0.60	13.01	4.00	6.00
345	20	4.00	0.56	14.05	3.00	5.00
Total	100	4.48	0.73	16.33	3.00	6.00
Púrpura						
27	20	4.55	0.69	15.08	4.00	6.00
49	20	4.60	0.50	10.93	4.00	5.00
109	20	4.50	0.69	15.29	3.00	6.00
75	20	4.65	0.81	17.48	3.00	6.00
97	20	4.50	0.69	15.29	4.00	6.00
346	20	4.55	0.89	19.50	3.00	6.00
Total	120	4.56	0.71	15.52	3.00	6.00

Tabla A.10.

Análisis de varianza de número de ramas primarias de 50 accesiones de cañihua

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	75.98	49	1.55	2.55 **	<0.0001
Accesiones	75.98	49	1.55	2.55 **	<0.0001
Error	577.30	950	0.61		
Total	653.28	999			

N=1000 CV = 17.01%

Tabla A.11

Promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, valores mínimos y máximos de cobertura vegetativa (cm) de accesiones de colores amarillo y rosado de cañihua.

Clave de accesión	n	Promedio	Desviación Estándar	Coeficiente variabilidad	Valor Mínimo	Valor Máximo
Amarillo						
04	10	51.80	8.16	15.76	42.00	65.00
07	10	64.40	6.72	10.43	55.00	75.00
28	10	57.40	4.55	7.93	50.00	64.00
85	10	51.70	7.07	13.68	40.00	65.00
96	10	52.40	6.47	12.34	44.00	65.00
106	10	56.80	7.61	13.40	50.00	75.00
132	10	67.50	4.25	6.30	60.00	75.00
342	10	30.10	4.75	15.77	23.00	35.00
Total	80	54.01	12.24	22.67	23.00	75.00
Rosado						
24	10	59.50	5.99	10.06	50.00	70.00
42	10	60.50	9.26	15.31	50.00	80.00
73	10	59.00	8.10	13.72	50.00	70.00
82	10	58.30	4.35	7.46	53.00	65.00
103	10	57.10	4.18	7.31	50.00	65.00
113	10	60.00	5.77	9.62	50.00	70.00
141	10	54.20	8.87	16.36	45.00	70.00
153	10	51.40	4.72	9.18	45.00	60.00
160	10	54.50	6.75	12.39	45.00	65.00
165	10	60.70	7.17	11.80	47.00	70.00
168	10	41.50	13.58	32.73	25.00	60.00
01	10	54.20	6.73	12.42	47.00	65.00
12	10	60.60	7.38	12.18	50.00	70.00
23	10	61.50	5.80	9.43	55.00	70.00
31	10	52.60	5.87	11.16	45.00	63.00
35	10	48.80	6.66	13.65	40.00	58.00
37	10	55.10	4.63	8.40	50.00	63.00
40	10	59.80	4.76	7.95	55.00	70.00
51	10	57.70	7.83	13.57	47.00	68.00
53	10	55.50	7.25	13.06	45.00	65.00
64	10	55.60	6.10	10.96	50.00	70.00
70	10	62.50	6.35	10.15	50.00	70.00
72	10	54.00	3.94	7.30	50.00	60.00
134	10	51.80	5.22	10.08	45.00	60.00
343	10	40.70	11.44	28.11	25.00	55.00
Total	250	55.48	8.70	15.68	25.00	80.00

Tabla A.12

Promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, valores mínimos y máximos de cobertura vegetativa (cm) de accesiones de colores anaranjado, rojo y púrpura de cañihua.

Clave de accesión	n	Promedio	Desviación Estándar	Coeficiente variabilidad	Valor Mínimo	Valor Máximo
Anaranjado						
02	10	64.20	3.77	5.87	60.00	70.00
57	10	48.20	6.92	14.37	40.00	60.00
116	10	55.00	4.45	8.09	50.00	62.00
143	10	50.30	5.36	10.65	45.00	60.00
344	10	30.50	3.14	10.28	25.00	35.00
50	10	62.60	3.95	6.31	58.00	70.00
Total	60	51.80	12.16	23.47	25.00	70.00
Rojo						
14	10	57.00	5.37	9.43	50.00	65.00
18	10	61.50	4.12	6.69	55.00	70.00
19	10	60.80	5.03	8.27	55.00	70.00
54	10	50.70	5.21	10.27	40.00	57.00
345	10	31.70	2.54	8.02	28.00	35.00
Total	50	52.34	11.95	22.84	28.00	70.00
Púrpura						
27	10	59.00	6.58	11.16	50.00	70.00
49	10	57.50	4.25	7.39	50.00	65.00
109	10	59.00	4.59	7.79	50.00	65.00
75	10	62.50	5.40	8.64	55.00	70.00
97	10	30.20	2.97	9.85	25.00	35.00
346	10	28.00	2.75	9.82	25.00	32.00
Total	60	49.37	15.20	30.79	25.00	70.00

Tabla A.13

Análisis de varianza de cobertura vegetativa (cm) de 50 accesiones de cañihua

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	44719.42	49	912.64	23.37 **	<0.0001
Accesiones	44719.42	49	912.64	23.37 **	<0.0001
Error	17570.30	450	39.05		
Total	62289.72	499			

N=500 CV = 11.62%

Tabla A.14

Promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, valores mínimos y máximos de número de dientes de la lámina foliar de accesiones de cañihua colores amarillo y rosado.

Clave de accesión	n	Promedio	Desviación Estándar	Coeficiente variabilidad	Valor Mínimo	Valor Máximo
Amarillo						
04	10	4.30	0.82	19.15	3.00	5.00
07	10	4.20	0.92	21.88	3.00	5.00
28	10	4.20	0.79	18.78	3.00	5.00
85	10	3.90	0.99	25.50	3.00	5.00
96	10	3.80	0.79	20.76	3.00	5.00
106	10	3.90	0.88	22.45	3.00	5.00
132	10	4.50	0.71	15.71	3.00	5.00
342	10	3.70	0.82	22.25	3.00	5.00
Total	80	4.06	0.85	20.85	3.00	5.00
Rosado						
24	10	4.60	0.84	18.33	3.00	5.00
42	10	3.70	0.82	22.25	3.00	5.00
73	10	4.00	0.82	20.41	3.00	5.00
82	10	4.20	0.92	21.88	3.00	5.00
103	10	4.80	0.42	8.78	4.00	5.00
113	10	4.10	0.88	21.36	3.00	5.00
141	10	3.80	0.79	20.76	3.00	5.00
153	10	3.80	0.92	24.18	3.00	5.00
160	10	4.00	0.82	20.41	3.00	5.00
165	10	3.90	0.99	25.50	3.00	5.00
168	10	3.90	0.74	18.92	3.00	5.00
01	10	3.80	0.79	20.76	3.00	5.00
12	10	4.80	0.42	8.78	4.00	5.00
23	10	4.50	0.85	18.89	3.00	5.00
31	10	4.60	0.52	11.23	4.00	5.00
35	10	3.60	0.70	19.42	3.00	5.00
37	10	3.60	0.70	19.42	3.00	5.00
40	10	4.20	1.03	24.59	3.00	5.00
51	10	4.80	0.42	8.78	4.00	5.00
53	10	3.30	0.48	14.64	3.00	4.00
64	10	3.70	0.95	25.64	3.00	5.00
70	10	4.10	0.88	21.36	3.00	5.00
72	10	4.30	0.82	19.15	3.00	5.00
134	10	3.80	0.92	24.18	3.00	5.00
343	10	4.70	0.67	14.36	3.00	5.00
Total	250	4.10	0.86	20.91	3.00	5.00

Tabla A.15

Promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, valores mínimos y máximos de número de dientes de la lámina foliar de accesiones de cañihua de colores anaranjado, rojo y púrpura

Clave de accesión	n	Promedio	Desviación Estándar	Coeficiente variabilidad	Valor Mínimo	Valor Máximo
Anaranjado						
02	10	3.80	0.92	24.18	3.00	5.00
57	10	4.30	0.82	19.15	3.00	5.00
116	10	4.90	0.32	6.45	4.00	5.00
143	10	3.70	0.82	22.25	3.00	5.00
344	10	4.30	0.95	22.06	3.00	5.00
50	10	4.70	0.67	14.36	3.00	5.00
Total	60	4.28	0.87	20.20	3.00	5.00
Rojo						
14	10	4.10	0.74	18.00	3.00	5.00
18	10	4.50	0.71	15.71	3.00	5.00
19	10	4.60	0.52	11.23	4.00	5.00
54	10	3.80	0.79	20.76	3.00	5.00
345	10	3.80	0.79	20.76	3.00	5.00
Total	50	4.16	0.77	18.40	3.00	5.00
Púrpura						
27	10	4.10	0.99	24.25	3.00	5.00
49	10	3.40	0.70	20.56	3.00	5.00
109	10	3.70	0.67	18.24	3.00	5.00
75	10	3.80	0.92	24.18	3.00	5.00
97	10	3.80	0.92	24.18	3.00	5.00
346	10	4.40	0.84	19.17	3.00	5.00
Total	60	3.87	0.87	22.57	3.00	5.00

Tabla A.16

Análisis de varianza de número de dientes de la lámina foliar de 50 accesiones de cañihua

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	78.59	49	1.60	2.53 * *	<0.0001
Accesiones	78.59	49	1.60	2.53 * *	<0.0001
Error	284.80	450	0.63		
Total	363.39	499			

N=500 CV = 19.42%

Tabla A.17

Promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, valores mínimos y máximos de longitud del peciolo (cm) de accesiones de cañihua de colores amarillo y rosado.

Clave de accesión	n	Promedio	Desviación Estándar	Coeficiente variabilidad	Valor Mínimo	Valor Máximo
Amarillo						
04	10	0.83	0.29	35.49	0.40	1.30
07	10	0.99	0.21	21.53	0.60	1.40
28	10	0.93	0.22	23.26	0.60	1.30
85	10	0.71	0.24	33.49	0.50	1.20
96	10	0.68	0.15	22.78	0.50	1.00
106	10	0.72	0.18	24.32	0.50	1.00
132	10	1.24	0.37	29.50	0.80	1.80
342	10	0.92	0.24	26.03	0.70	1.40
Total	80	0.88	0.29	33.33	0.40	1.80
Rosado						
24	10	1.18	0.29	24.56	0.70	1.60
42	10	0.72	0.26	36.34	0.40	1.20
73	10	0.79	0.21	26.98	0.40	1.10
82	10	0.79	0.18	22.68	0.50	1.00
103	10	0.98	0.23	22.97	0.60	1.30
113	10	0.87	0.23	26.57	0.60	1.30
141	10	0.83	0.16	19.72	0.60	1.10
153	10	0.78	0.21	27.56	0.40	1.20
160	10	0.78	0.19	24.77	0.40	1.00
165	10	0.65	0.14	20.83	0.50	0.90
168	10	0.82	0.11	13.85	0.70	1.00
01	10	0.92	0.36	39.62	0.40	1.50
12	10	1.04	0.31	30.14	0.40	1.50
23	10	1.10	0.18	16.60	0.80	1.40
31	10	0.67	0.13	18.68	0.50	0.90
35	10	0.83	0.16	18.88	0.70	1.10
37	10	0.76	0.21	27.88	0.50	1.20
40	10	0.98	0.33	33.60	0.50	1.60
51	10	0.80	0.14	17.68	0.60	1.10
53	10	0.81	0.19	22.88	0.50	1.00
64	10	0.71	0.19	26.10	0.50	1.00
70	10	0.85	0.25	29.99	0.50	1.20
72	10	0.86	0.27	31.10	0.50	1.40
134	10	0.86	0.28	32.98	0.50	1.40
343	10	0.95	0.33	34.47	0.60	1.50
Total	250	0.85	0.25	29.39	0.40	1.60

Tabla A.18

Promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, valores mínimos y máximos de longitud del peciolo (cm) de accesiones de cañihua de colores anaranjado, rojo y púrpura.

Clave de accesión	n	Promedio	Desviación Estándar	Coeficiente variabilidad	Valor Mínimo	Valor Máximo
Anaranjado						
02	10	0.93	0.19	20.93	0.70	1.30
57	10	0.76	0.18	23.37	0.50	1.10
116	10	0.75	0.18	23.73	0.40	0.90
143	10	0.75	0.12	15.71	0.60	1.00
344	10	1.07	0.33	30.54	0.60	1.60
50	10	1.00	0.32	31.97	0.50	1.50
Total	60	0.88	0.26	29.43	0.40	1.60
Rojo						
14	10	0.96	0.17	17.84	0.60	1.20
18	10	0.98	0.29	29.18	0.60	1.50
19	10	1.11	0.27	24.56	0.70	1.60
54	10	0.88	0.23	26.13	0.50	1.30
345	10	1.24	0.58	46.75	0.50	2.40
Total	50	1.03	0.35	33.76	0.50	2.40
Púrpura						
27	10	0.85	0.34	39.70	0.40	1.60
49	10	0.83	0.22	26.06	0.50	1.20
109	10	0.79	0.20	24.93	0.60	1.30
75	10	0.84	0.20	23.94	0.60	1.30
97	10	1.14	0.30	26.22	0.70	1.50
346	10	0.98	0.25	25.81	0.60	1.50
Total	60	0.91	0.27	30.20	0.40	1.60

Tabla A.19

Análisis de varianza de longitud de peciolo (cm) de 50 accesiones de cañihua

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10.47	49	0.21	3.42 **	<0.0001
Accesiones	10.47	49	0.21	3.42 **	<0.0001
Error	28.07	450	0.06		
Total	38.55	499			

N=500 CV = 28.25%



Tabla A.20

Promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, valores mínimos y máximos de longitud máxima de la lámina foliar (cm) de accesiones de cañihua colores amarillo y rosado

Clave de accesión	n	Promedio	Desviación Estándar	Coeficiente variabilidad	Valor Mínimo	Valor Máximo
Amarillo						
04	10	1.80	0.35	19.42	1.20	2.20
07	10	2.00	0.26	12.91	1.60	2.40
28	10	1.82	0.28	15.28	1.50	2.30
85	10	1.70	0.24	14.14	1.30	2.00
96	10	1.80	0.29	15.93	1.50	2.30
106	10	1.65	0.21	12.54	1.30	2.00
132	10	2.27	0.39	17.00	1.80	3.00
342	10	1.82	0.27	15.06	1.20	2.10
Total	80	1.86	0.33	17.90	1.20	3.00
Rosado						
24	10	2.37	0.31	13.20	1.90	2.90
42	10	1.96	0.34	17.54	1.40	2.50
73	10	2.10	0.35	16.65	1.70	2.60
82	10	2.09	0.21	9.95	1.60	2.30
103	10	1.84	0.21	11.51	1.50	2.30
113	10	2.36	0.21	8.75	2.00	2.70
141	10	1.85	0.21	11.47	1.60	2.30
153	10	1.86	0.35	18.66	1.40	2.40
160	10	1.90	0.17	8.95	1.60	2.20
165	10	1.75	0.25	14.06	1.30	2.20
168	10	1.92	0.14	7.28	1.70	2.10
01	10	2.16	0.42	19.54	1.60	2.00
12	10	2.10	0.21	9.78	1.80	2.50
23	10	2.11	0.24	11.49	1.70	2.40
31	10	1.72	0.21	12.50	1.40	2.10
35	10	2.02	0.24	11.85	1.70	2.50
37	10	1.79	0.20	11.00	1.50	2.10
40	10	2.13	0.27	12.53	1.70	2.50
51	10	1.97	0.27	13.76	1.50	2.40
53	10	1.88	0.39	20.65	1.20	2.50
64	10	1.76	0.18	10.44	1.50	2.10
70	10	1.96	0.22	11.07	1.60	2.40
72	10	2.10	0.27	12.90	1.70	2.60
134	10	1.94	0.25	12.90	1.50	2.40
343	10	2.25	0.23	10.10	1.90	2.60
Total	250	2.00	0.31	15.32	1.20	2.90



Tabla A.21

Promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, valores mínimos y máximos de longitud máxima de la lámina foliar (cm) de accesiones de cañihua colores anaranjado, rojo y púrpura.

Clave de accesión	n	Promedio	Desviación Estándar	Coeficiente variabilidad	Valor Mínimo	Valor Máximo
Anaranjado						
02	10	2.08	0.33	15.67	1.60	2.60
57	10	2.02	0.39	19.36	1.50	2.70
116	10	1.61	0.14	9.00	1.40	1.90
143	10	1.62	0.30	18.59	1.00	2.00
344	10	2.20	0.27	12.31	1.80	2.50
50	10	2.03	0.25	12.30	1.80	2.40
Total	60	1.93	0.36	18.72	1.00	2.70
Rojo						
14	10	2.21	0.38	17.12	1.40	2.80
18	10	2.33	0.29	12.48	2.00	3.00
19	10	2.43	0.16	6.45	2.20	2.80
54	10	2.29	0.30	13.09	1.90	2.80
345	10	2.20	0.28	12.86	1.60	2.50
Total	50	2.29	0.29	12.71	1.40	3.00
Púrpura						
27	10	2.22	0.32	14.37	1.80	2.80
49	10	1.89	0.33	17.54	1.40	2.30
109	10	1.91	0.16	8.35	1.70	2.20
75	10	1.73	0.38	21.81	1.00	2.30
97	10	2.25	0.30	13.46	1.80	2.60
346	10	2.02	0.34	16.63	1.40	2.70
Total	60	1.79	0.36	20.41	1.10	2.70

Tabla A.22

Análisis de varianza de longitud máxima de la lámina foliar (cm) de 50 accesiones de cañihua

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	24.63	49	0.50	6.36 **	<0.0001
Accesiones	24.63	49	0.50	6.36 **	<0.0001
Error	35.54	450	0.08		
Total	60.17	499			

N=500 CV = 14.27%

Tabla A.23

Promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, valores mínimos y máximos de ancho máximo de la lámina foliar (cm) de accesiones de cañihua colores amarillo y rosado

Clave de accesión	n	Promedio	Desviación Estándar	Coeficiente variabilidad	Valor Mínimo	Valor Máximo
Amarillo						
04	10	1.54	0.35	22.95	1.00	2.10
07	10	1.70	0.35	20.56	1.40	2.50
28	10	1.66	0.25	15.35	1.40	2.10
85	10	1.47	0.26	17.87	1.10	1.80
96	10	1.59	0.25	15.81	1.20	2.00
106	10	1.35	0.17	12.71	1.10	1.60
132	10	2.11	0.43	20.29	1.40	2.80
342	10	1.55	0.22	14.02	1.20	1.90
Total	80	1.62	0.35	21.83	1.00	2.80
Rosado						
24	10	1.92	0.23	11.72	1.60	2.30
42	10	1.63	0.33	20.05	1.20	2.30
73	10	1.80	0.38	21.28	1.30	2.30
82	10	1.75	0.16	9.04	1.40	1.90
103	10	1.59	0.33	20.64	1.20	2.40
113	10	1.94	0.18	9.47	1.50	2.20
141	10	1.52	0.20	13.08	1.30	1.90
153	10	1.59	0.30	19.09	1.10	2.10
160	10	1.58	0.15	9.34	1.40	1.80
165	10	1.44	0.18	12.76	1.20	1.70
168	10	1.53	0.14	9.27	1.30	1.70
01	10	1.80	0.45	24.85	1.20	2.40
12	10	1.86	0.21	11.11	1.60	2.20
23	10	1.70	0.31	17.97	1.30	2.20
31	10	1.52	0.20	13.08	1.30	2.00
35	10	1.71	0.23	13.35	1.40	2.20
37	10	1.53	0.18	11.55	1.20	1.70
40	10	1.89	0.29	15.47	1.50	2.30
51	10	1.78	0.22	12.37	1.50	2.10
53	10	1.66	0.21	12.44	1.30	1.90
64	10	1.39	0.22	15.71	1.10	1.80
70	10	1.62	0.31	19.04	1.30	2.00
72	10	1.78	0.19	10.53	1.50	2.00
134	10	1.70	0.30	17.54	1.20	2.10
343	10	1.92	0.39	20.07	1.20	2.50
Total	250	1.69	0.29	17.39	1.10	2.50

Tabla A.24

Promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, valores mínimos y máximos de ancho máximo de la lámina foliar (cm) de accesiones de cañihua colores anaranjado, rojo y púrpura.

Clave de accesión	n	Promedio	Desviación Estándar	Coeficiente variabilidad	Valor Mínimo	Valor Máximo
Anaranjado						
02	10	1.87	0.29	15.55	1.50	2.50
57	10	1.74	0.43	24.71	1.10	2.50
116	10	1.46	0.20	13.39	1.20	1.80
143	10	1.42	0.20	14.39	1.10	1.70
344	10	1.89	0.36	19.07	1.50	2.50
50	10	1.72	0.35	20.10	1.30	2.30
Total	60	1.68	0.35	21.04	1.10	2.50
Rojo						
14	10	1.86	0.34	18.13	1.40	2.50
18	10	2.09	0.31	14.87	1.70	2.80
19	10	2.24	0.18	8.20	1.90	2.50
54	10	2.01	0.38	18.68	1.60	2.70
345	10	2.02	0.31	15.27	1.60	2.50
Total	50	2.04	0.32	15.76	1.40	2.80
Púrpura						
27	10	1.97	0.30	15.33	1.60	2.60
49	10	1.55	0.34	21.77	1.10	2.00
109	10	1.63	0.15	9.17	1.40	1.90
75	10	1.69	0.31	18.39	1.20	2.10
97	10	2.11	0.43	20.16	1.40	2.70
346	10	1.77	0.34	19.03	1.40	2.60
Total	60	1.79	0.36	20.41	1.10	2.70

Tabla A.25

Análisis de varianza de ancho máximo de la lámina foliar (cm) de 50 accesiones de cañihua

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	21.12	49	0.43	5.22 **	<0.0001
Accesiones	21.12	49	0.43	5.22 **	<0.0001
Error	37.17	450	0.08		
Total	58.29	499			

N=500 CV = 16.68%

Tabla A.26

Promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, valores mínimos y máximos de índice de cosecha de accesiones de cañihua colores amarillo y rosado.

Clave de accesión	n	Promedio	Desviación Estándar	Coeficiente variabilidad	Valor Mínimo	Valor Máximo
Amarillo						
04	2	0.1907	0.0562	29.4860	0.1509	0.2304
07	2	0.2201	0.0160	7.2606	0.2088	0.2314
28	2	0.1996	0.0566	28.3410	0.1596	0.2396
85	2	0.0911	0.0116	12.7295	0.0829	0.0993
96	2	0.1615	0.0207	12.8326	0.1468	0.1761
106	2	0.2088	0.0065	3.1156	0.2042	0.2134
132	2	0.2413	0.0351	14.5671	0.2164	0.2661
342	2	0.1788	0.0146	8.1886	0.1684	0.1891
Total	16	0.1865	0.0502	26.9483	0.0829	0.2661
Rosado						
24	2	0.2299	0.0233	10.1499	0.2134	0.2464
42	2	0.1447	0.0319	22.0467	0.1221	0.1672
73	2	0.2087	0.0313	15.0131	0.1863	0.2308
82	2	0.1836	0.0104	5.6630	0.1762	0.1909
103	2	0.1819	0.0914	50.2771	0.1172	0.2465
113	2	0.1960	0.0590	30.0881	0.1543	0.2377
141	2	0.2583	0.0457	17.6845	0.2260	0.2906
153	2	0.1752	0.0307	17.5162	0.1535	0.1969
160	2	0.1713	0.0074	4.2930	0.1661	0.1765
165	2	0.1910	0.0307	16.0672	0.1693	0.2127
168	2	0.1933	0.0120	6.1838	0.1848	0.2017
01	2	0.1580	0.0485	30.7010	0.1237	0.1923
12	2	0.1403	0.0061	4.3344	0.1360	0.1446
23	2	0.1446	0.0008	0.5868	0.1440	0.1452
31	2	0.1952	0.0424	21.7042	0.1652	0.2251
35	2	0.2053	0.0525	25.5971	0.1681	0.2424
37	2	0.2021	0.0133	6.5777	0.1927	0.2115
40	2	0.1723	0.0016	0.9442	0.1711	0.1734
51	2	0.1911	0.0502	26.2714	0.1556	0.2266
53	2	0.1583	0.0037	2.3228	0.1557	0.1609
64	2	0.1952	0.0046	2.3552	0.1919	0.1984
70	2	0.2306	0.0114	4.9379	0.2225	0.2386
72	2	0.1495	0.0476	31.8423	0.1158	0.1831
134	2	0.1474	0.0118	8.0140	0.1390	0.1557
343	2	0.1301	0.0198	15.2183	0.1161	0.1441
Total	50	0.1821	0.0401	22.0382	0.1158	0.2906



Tabla A.27

Promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, valores mínimos y máximos de índice de cosecha de accesiones de cañihua colores anaranjado, rojo y púrpura.

Clave de accesión	n	Promedio	Desviación Estándar	Coeficiente variabilidad	Valor Mínimo	Valor Máximo
Anaranjado						
02	2	0.1934	0.0404	20.8822	0.1648	0.2219
57	2	0.1107	0.0017	1.5330	0.1095	0.1119
116	2	0.2085	0.0013	0.6445	0.2075	0.2094
143	2	0.1349	0.0189	14.0006	0.1215	0.1482
344	2	0.1938	0.0180	9.3064	0.1810	0.2065
50	2	0.2015	0.0098	4.8427	0.1946	0.2084
Total	12	0.1738	0.0415	23.8577	0.1095	0.2219
Rojo						
14	2	0.1354	0.0117	8.6201	0.1271	0.1436
18	2	0.2008	0.0595	29.6506	0.1587	0.2429
19	2	0.2526	0.0571	22.5949	0.2122	0.2929
54	2	0.0954	0.0036	3.7821	0.0928	0.0979
345	2	0.1938	0.0108	5.5839	0.1861	0.2014
Total	10	0.1756	0.0641	36.5017	0.0928	0.2929
Púrpura						
27	2	0.1378	0.0086	6.2112	0.1317	0.1438
49	2	0.2049	0.0283	13.8039	0.1849	0.2249
109	2	0.1749	0.0593	33.9298	0.1329	0.2168
75	2	0.1667	0.0044	2.6299	0.1636	0.1698
97	2	0.1457	0.0241	16.5550	0.1286	0.1627
346	2	0.1137	0.0171	15.0501	0.1016	0.1258
Total	12	0.1573	0.0375	23.8303	0.1016	0.2249

Tabla A.28

Promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, valores mínimos y máximos de días de madurez fisiológica de accesiones de cañihua colores amarillo y rosado.

Clave de accesión	n	Promedio	Desviación Estándar	Coeficiente variabilidad	Valor Mínimo	Valor Máximo
Amarillo						
04	2	160.00	4.24	2.65	157.00	163.00
07	2	169.00	8.49	5.02	163.00	175.00
28	2	169.00	8.49	5.02	163.00	175.00
85	2	175.00	0.00	0.00	175.00	175.00
96	2	166.00	12.73	7.67	157.00	175.00
106	2	163.00	0.00	0.00	163.00	163.00
132	2	175.00	0.00	0.00	175.00	175.00
342	2	169.00	8.49	5.02	163.00	175.00
Total	16	168.25	7.22	4.29	157.00	175.00
Rosado						
24	2	175.00	0.00	0.00	175.00	175.00
42	2	166.00	12.73	7.67	157.00	175.00
73	2	160.00	4.24	2.65	157.00	163.00
82	2	154.00	4.24	2.75	151.00	157.00
103	2	169.00	0.00	0.00	169.00	169.00
113	2	175.00	0.00	0.00	175.00	175.00
141	2	163.00	0.00	0.00	163.00	163.00
153	2	155.00	11.31	7.30	147.00	163.00
160	2	147.00	0.00	0.00	147.00	147.00
165	2	157.00	0.00	0.00	157.00	157.00
168	2	147.00	0.00	0.00	147.00	147.00
01	2	169.00	8.49	5.02	163.00	175.00
12	2	175.00	0.00	0.00	175.00	175.00
23	2	169.00	0.00	0.00	169.00	169.00
31	2	163.00	0.00	0.00	163.00	163.00
35	2	163.00	16.97	10.41	151.00	175.00
37	2	151.00	0.00	0.00	151.00	151.00
40	2	175.00	0.00	0.00	175.00	175.00
51	2	169.00	8.49	5.02	163.00	175.00
53	2	157.00	0.00	0.00	157.00	157.00
64	2	150.00	4.24	2.65	157.00	163.00
70	2	169.00	8.49	5.02	163.00	175.00
72	2	163.00	8.49	5.21	157.00	169.00
134	2	166.00	12.73	7.67	157.00	157.00
343	2	175.00	0.00	0.00	175.00	175.00
Total	50	163.68	9.77	5.97	147.00	175.00



Tabla A.29

Promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, valores mínimos y máximos de días de madurez fisiológica de accesiones de cañihua colores anaranjado, rojo y púrpura.

Clave de accesión	n	Promedio	Desviación Estándar	Coeficiente variabilidad	Valor Mínimo	Valor Máximo
Anaranjado						
02	2	163.00	0.00	0.00	163.00	163.00
57	2	147.00	0.00	0.00	147.00	147.00
116	2	169.00	8.49	5.02	163.00	175.00
143	2	144.00	0.00	0.00	144.00	144.00
344	2	159.00	21.92	13.74	144.00	175.00
50	2	175.00	0.00	0.00	175.00	175.00
Total	12	159.50	13.59	8.51	144.00	175.00
Rojo						
14	2	166.00	12.73	7.67	157.00	175.00
18	2	175.00	0.00	0.00	175.00	175.00
19	2	175.00	0.00	0.00	175.00	175.00
54	2	169.00	0.00	0.00	169.00	169.00
345	2	172.00	4.24	2.47	169.00	175.00
Total	10	171.40	5.80	3.38	157.00	175.00
Púrpura						
27	2	163.00	8.49	5.21	157.00	169.00
49	2	166.00	12.73	7.67	157.00	175.00
109	2	166.00	4.24	2.56	163.00	169.00
75	2	169.00	8.49	5.02	163.00	175.00
97	2	169.00	0.00	0.00	169.00	169.00
346	2	169.00	0.00	0.00	169.00	169.00
Total	12	167.00	5.91	3.54	157.00	175.00



Tabla A.30

Resultados experimentales de rendimiento grano de las accesiones de cañihua color amarillo y rosado.

Accesión	Rep. I	Rep.II	Rep.III	Total	g/parcela	kg/ha
Amarillo						
04	762	960	1175	2897	965.67	3218.89
07	1076	1018	952	3046	1015.33	3384.44
28	1102	910	718	2730	910.00	3033.33
85	257	325	397	979	326.33	1086.67
96	810	730	651	2191	730.33	2434.44
106	924	923	923	2770	923.33	3077.78
132	1041	1180	1333	3554	1184.67	3948.89
342	950	780	597	2327	775.67	2585.56
Rosado						
24	1316	1189	1065	3570	1190.00	3966.67
42	701	840	978	2519	839.67	2798.89
73	1009	1112	1223	3344	1114.67	3715.56
82	1050	1005	955	3010	1003.33	3344.44
103	504	815	1129	2448	816.00	2720.00
113	1141	920	706	2767	922.23	3074.44
141	1017	1140	1299	3456	1152.00	3840.00
153	898	980	1078	2956	985.33	3284.44
160	905	930	962	2797	932.33	3107.78
165	1138	1025	917	3080	1026.67	3422.22
168	1007	1050	1089	3146	1048.67	3495.56
01	875	721	559	2155	718.33	2394.44
12	589	620	657	1866	622.00	2073.33
23	835	850	871	2556	852.00	2840.00
31	1013	850	694	2557	852.33	2841.11
35	911	1090	1293	3294	1098.00	3660.00
37	1050	1103	1159	3312	1104.00	3680.00
40	847	846	846	2539	846.33	2821.11
51	669	950	1236	2855	951.67	3172.22
53	872	858	850	2580	860.00	2866.67
64	1042	1010	982	3034	1011.33	3371.11
70	1117	1150	1193	3460	1153.33	3844.44
72	463	705	952	2120	706.67	2355.55
134	730	756	794	2280	760.00	2533.33
343	670	590	511	1771	590.33	1967.78

Tabla A.31

Resultados experimentales de rendimiento grano de las accesiones de cañihua color anaranjado, rojo y purpura.

Accesión	Rep. I	Rep.II	Rep.III	Total	g/parcela	kg/ha
Anaranjado						
02	1137	985	839	2961	987.00	3290.00
57	602	564	529	1695	565.00	1883.33
116	982	970	963	2915	971.67	3238.89
143	729	762	793	2284	761.33	2537.78
344	827	910	989	2726	908.67	3028.89
50	975	1032	1094	3101	1033.67	3445.56
Rojo						
14	718	670	633	2021	673.67	2245.55
18	668	910	1154	2732	910.67	3035.56
19	870	1150	1435	3455	1151.67	3838.89
54	509	486	464	1459	486.33	1621.11
345	1007	973	934	2914	971.33	3237.78
Púrpura						
27	540	585	637	1762	587.33	1957.78
49	1147	1042	940	3129	1043.00	3476.66
109	1095	875	663	2633	877.67	2925.56
75	720	740	759	2219	739.67	2465.56
97	773	652	530	1955	651.67	2172.22
346	440	430	415	1285	428.33	1427.78

Tabla A.32

Análisis de varianza de rendimiento grano (g/parcela) de accesiones de cañihua color amarillo.

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1366929.17	7	195275.60	10.62 **	<0.0001
Accesión	1366929.17	7	195275.60	10.62 **	<0.0001
Error	294200.67	16	1837.54		
Total	661129.83	23			

N=24 CV = 15.88 %



Tabla A.33

Análisis de varianza de rendimiento grano (g/parcela) de accesiones de cañihua color rosado.

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2031074.88	24	84628.12	4.43 **	<0.0001
Accesión	2031074.88	24	84628.12	4.43 **	<0.0001
Error	955650.67	50	19113.01		
Total	2986725.55	74			

N=75 CV = 14.93 %

Tabla A.34

Análisis de varianza de rendimiento grano (g/parcela) de accesiones de cañihua color anaranjado.

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	471394.44	5	94278.89	16.27 **	<0.0001
Accesión	471394.44	5	94278.89	16.27 **	<0.0001
Error	69516.67	12	5793.06		
Total	540911.11	17			

N=18 CV = 8.74 %

Tabla A.35

Análisis de varianza de rendimiento grano (g/parcela) de accesiones de cañihua color rojo.

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	816351.60	4	204087.90	7.16 **	<0.0055
Accesión	816351.60	4	204087.90	7.16 **	<0.0055
Error	285029.33	10	28502.93		
Total	1101380.93	14			

N=15 CV = 20.13 %



Tabla A.36

Análisis de varianza de rendimiento grano (g/parcela) de accesiones de cañihua color púrpura.

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	710712.28	5	142142.46	11.37 **	0.0003
Accesión	710712.28	5	142142.46	11.37 **	0.0003
Error	150063.33	12	12505.28		
Total	860775.61	17			

N=18 CV = 15.50 %

Tabla A.37 *Correlación de Pearson y su nivel de significancia (bilateral) de características cuantitativas de 50 accesiones de cañihua*

	Altura de planta	Diámetro del tallo	Color tallo MF	N° ramas primarias	Cobertura a veg.	Long. peciolo	Longitud máx. LF	Ancho máx. LF	Reto. por parcela
Altura de planta	1	.083	.604**	-.230	-.233	.367**	.541**	.535**	-.059
		.566	.000	.108	.103	.009	.000	.000	.685
	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Diámetro del tallo	.083	1	-.253	.259	-.068	.349*	.316*	.266	.164
	.566	.077	.077	.069	.638	.013	.025	.062	.255
	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Color del tallo a la MF	.604**	-.253	1	-.275	-.183	.213	.295*	.393**	-.243
	.000	.077	.000	.053	.202	.138	.037	.005	.089
	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Número de ramas primarias	-.230	.259	-.275	1	.166	.102	-.064	-.101	.051
	.108	.069	.053	.053	.250	.480	.661	.485	.724
	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Cobertura vegetativa	-.233	-.068	-.183	.166	1	-.148	-.005	-.033	.370**
	.103	.638	.202	.250	.304	.304	.971	.823	.008
	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Longitud del peciolo	.367**	.349*	.213	.102	-.148	1	.706**	.743**	.096
	.009	.013	.138	.480	.304	.000	.000	.000	.509
	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Longitud máxima LF	.541**	.316*	.295*	-.064	-.005	.706**	1	.929**	.002
	.000	.025	.037	.661	.971	.000	.000	.000	.989
	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Ancho máximo LF	.535**	.266	.393**	-.101	-.033	.743**	.929**	1	-.074
	.000	.062	.005	.485	.823	.000	.000	.000	.609
	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Rendimiento grano/ parcela	-.059	.164	-.243	.051	.370**	.096	.002	-.074	1
	.685	.255	.089	.724	.008	.509	.989	.609	.609
	50	50	50	50	50	50	50	50	50

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

* . La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).



Tabla A.38

Características cuantitativas de las accesiones

Accesión	Altura de planta	Diámetro de tallo	N° ramas primarias	Número dientes l. foliar	Longitud del peciolo	Longitud máxima l.foliar	Ancho máximo l.foliar	Cobertura vegetal
4	44.95	5.11	4.70	4.30	0.83	1.80	1.54	51.80
7	47.60	5.25	5.25	4.20	0.99	2.00	1.70	64.40
28	45.75	4.89	5.60	4.20	0.93	1.82	1.66	57.40
85	42.25	4.07	4.60	3.90	0.71	1.70	1.47	51.70
96	46.20	5.48	4.25	3.80	0.68	1.80	1.59	52.40
106	49.25	4.57	4.65	3.90	0.72	1.65	1.35	56.00
132	47,15	5.09	4.65	4.50	1.24	2.27	2.11	67.50
342	47.30	5.26	5.05	3.70	0.92	1.82	1.55	30.10
24	60.85	5.29	4.65	4.60	1.18	2.37	1.92	59.50
42	55.90	4.71	4.90	3.70	0.72	1.96	1.63	60.50
73	53.55	4.66	4.40	4.00	0.79	2.10	1.80	59.00
82	51.20	4.58	4.20	4.20	0.79	2.09	1.75	58.30
103	45.25	4.37	4.70	4.80	0.98	1.84	1.59	57.10
113	58.10	4.98	4.40	4.10	0.87	2.36	1.94	60.00
141	47.15	5.04	4.45	3.80	0.83	1.85	1.52	54.20
153	49.25	4.95	4.35	3.80	0.78	1.86	1.59	51.40
160	49.80	5.02	4.80	4.00	0.78	1.90	1.58	54.50
165	46.20	4.47	4.60	3.90	0.65	1.75	1.44	60.70
168	55.85	5.03	4.60	3.90	0.82	1.92	1.53	41.50
1	49.05	5.83	4.85	3.80	0.92	2.16	1.80	54.20
12	52.05	5.24	4.65	4.80	1.04	2.10	1.86	60.60
23	53.20	5.12	4.80	4.50	1.10	2.11	1.70	61.50
31	44.70	4.25	4.45	4.60	0.67	1.72	1.52	52.60
35	57.50	4.62	4.65	3.60	0.83	2.02	1.71	48.80
37	48.85	4.42	4.40	3.60	0.76	1.79	1.53	55.10
40	49.35	4.42	4.50	4.20	0.98	2.13	1.89	59.80
51	50.95	5.25	4.85	4.80	0.80	1.97	1.78	57.70
53	51.00	4.80	4.35	3.30	0.81	1.88	1.66	55.50
64	51.80	4.45	4.70	3.70	0.71	1.76	1.39	55.60
70	50.35	4.97	4.75	4.10	0.85	1.96	1.62	62.50
72	46.00	4.60	4.40	4.30	0.86	2.10	1.78	54.00
134	47.35	5.13	4.60	3.80	0.86	1.94	1.70	51.80
343	54.65	4.82	4.20	4.70	0.95	2.25	1.92	40.70
2	48.20	4.54	4.30	3.80	0.93	2.08	1.87	64.20
57	59.60	4.74	4.35	4.30	0.76	2.02	1.74	48.20
116	53.65	4.65	4.25	4.90	0.75	1.61	1.46	55.00
143	47.25	4.83	4.15	3.70	0.75	1.62	1.42	50.30
344	53.55	5.40	4.75	4.30	1.07	2.20	1.89	30.50
50	49.20	4.78	4.65	4.70	1.00	2.03	1.72	62.60
14	58.00	4.53	4.60	4.10	0.96	2.21	1.86	57.00
18	52.70	5.08	4.85	4.50	0.98	2.33	2.09	61.50
19	57.60	5.04	4.35	4.60	1.11	2.43	2.24	60.80
54	53.15	4.35	4.60	3.80	0.88	2.29	2.01	50.70
345	62.60	4.91	4.00	3.80	1.24	2.20	2.02	31.70
27	61.55	5.17	4.55	4.10	0.85	2.22	1.97	59.00
49	49.35	4.43	4.60	3.40	0.83	1.89	1.55	57.50
109	52.70	4.24	4.50	3.70	0.79	1.91	1.63	59.00
75	60.45	4.52	4.65	3.80	0.84	1.73	1.69	62.50
97	62.80	4.70	4.50	3.80	1.14	2.25	2.11	30.20
346	54.95	4.54	4.55	4.40	0.98	2.02	1.77	28.00

PANEL FOTOGRAFICO



Figura A. 1. Delimitación del área experimental en el CE-ILLPA.



Figura A.2. Medición de las unidades experimentales en el CE-ILLPA.



Figura A.3. Apertura de surcos en el CE- ILLPA.



Figura A.4. Siembra de cañihua a chorro continuo en el CE-ILLPA 12/10/2019.



Figura A.5. Estado fenológico de emergencia



Figura A.6. Estado fenológico formación de dos hojas.



Figura A.7. Estado fenológico de ramificación.



Figura A.8. Estado fenológico floración.



Figura A.9. Deshierbo de las malas hierbas.



Figura A.10. Aporque



Figura A.11. Cosecha de plantas de cañihua.



Figura A.12. Trilla y zarandeo.