



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



**CARACTERIZACIÓN FENOLÓGICA Y MORFOLÓGICA DE  
ACCESIONES SELECTAS DE CAÑIHUA (*Chenopodium pallidicaule*  
Aellen) DE COLORES ANARANJADO, AMARILLO Y PÚRPURA  
EN ILLPA-PUNO**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. ALVES YOLVI AYAMAMANI CONDORI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**PUNO – PERÚ**

**2024**



NOMBRE DEL TRABAJO

**CARACTERIZACIÓN FENOLÓGICA Y MORFOLÓGICA DE ACCESIONES SELECTAS DE CAÑIHUA (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) DE COLORES ANARANJADO, AMARILLO Y PÚRPURA EN ILLPA-PUNO**

AUTOR

**ALVES YOLVI AYAMAMANI CONDORI**

RECUENTO DE PALABRAS

**27981 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**133412 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**117 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**3.9MB**

FECHA DE ENTREGA

**Sep 19, 2024 7:31 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Sep 19, 2024 7:33 AM GMT-5**

● **17% de similitud general**

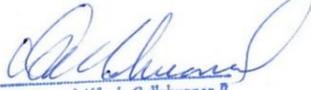
El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 17% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 3% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 11 palabras)

  
Ing. M. & Coaristo Mamani Mamani  
CIP N° 22380  
01783617

  
Dr. Manuel Alfredo Callohuanca P.  
Cod. 82081 CIP. 24042

Resumen



## DEDICATORIA

*A mis madre y hermanos, por su amor incondicional, paciencia y apoyo constante a lo largo de toda mi vida. Sin su aliento y creencia en mí, este logro no habría sido posible.*

*A Rosa Herlinda, con todo mi amor y gratitud, dedico esta tesis. Tu apoyo incondicional, tu paciencia y tu constante aliento han sido mi mayor fortaleza durante cada etapa de este camino académico.*

*Y a mis amigos, quienes han estado a mi lado en los momentos más difíciles, brindándome su comprensión y ánimo.*

*A todos ellos, mi más sincero agradecimiento. Este trabajo es el reflejo de su confianza y apoyo.*

*Alves Yolvi Ayamamani Condori*



## AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes y experiencias.

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a la Universidad Nacional del Altiplano-Puno, por la formación profesional y académica que me ha brindado.

Agradezco profundamente a mis padres, por su amor incondicional, apoyo constante y paciencia durante todo este proceso. Su aliento y fe en mí han sido una fuente de motivación inagotable.

A mi director de tesis, Dr. Evaristo Mamani Mamani, le debo un agradecimiento especial por su orientación experta, paciencia y dedicación. Sus valiosos consejos y críticas constructivas han sido fundamentales para el desarrollo de esta investigación.

A los miembros del jurado de tesis, por sus útiles sugerencias y por tomarse el tiempo de revisar mi trabajo con tanta atención. Sus aportaciones han enriquecido significativamente este estudio.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, aunque no se mencionen explícitamente aquí, han contribuido de alguna manera a mi desarrollo personal y académico.

A todos ustedes, mi más profundo agradecimiento.

*Alves Yolvi Ayamamani Condori*



# ÍNDICE DE GENERAL

	Pág.
<b>DEDICATORIA</b>	
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	
<b>ÍNDICE DE GENERAL</b>	
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b>	
<b>ÍNDICE DE ACRÓNIMOS</b>	
<b>RESUMEN .....</b>	<b>17</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>18</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
<b>1.1. OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>20</b>
<b>1.2. OBJETIVO ESPECIFICO.....</b>	<b>20</b>
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b>	
<b>2.1. ANTECEDENTES .....</b>	<b>21</b>
<b>2.2. MARCO TEORICO .....</b>	<b>22</b>
2.2.1. Origen de la cañihua.....	22
2.2.2. Importancia de cultivo.....	22
2.2.3. Ubicación taxonómica.....	23
2.2.4. Nombres comunes .....	24
2.2.5. Genética y variabilidad .....	24
2.2.6. Germoplasma .....	25



2.2.7. Banco de germoplasma .....	25
2.2.8. Descriptores.....	26
2.2.9. Accesoión.....	26
2.2.10. Fenología.....	27
2.2.11. Caracterización.....	27
2.2.12. Evaluación.....	28
2.2.13. Descripción botánica .....	28
2.2.13.1. Raíz .....	28
2.2.13.2. Tallo .....	28
2.2.13.3. Hojas .....	29
2.2.13.4. Inflorescencia .....	29
2.2.13.5. Flores.....	29
2.2.13.6. Fruto .....	30
2.2.13.7. Semilla .....	30
2.2.14. Morfología de cañihua .....	30
2.2.14.1. Hábito de crecimiento .....	30
2.2.14.2. Altura de planta.....	31
2.2.14.3. Características del tallo .....	31
2.2.14.4. Ramificación .....	31
2.2.14.5. Características de la hoja .....	32
2.2.14.6. Características del grano .....	32
2.2.14.7. Índice de cosecha .....	33
2.2.15. Fenología de cañihua.....	33
2.2.16. Rendimiento de grano .....	33
2.2.17. Rendimiento biomasa.....	34



2.2.18. Valor nutricional .....	34
2.2.19. Requerimientos climáticos y edáficos.....	35
2.2.19.1. Clima.....	35
2.2.19.2. Suelo .....	36
2.2.19.3. Fertilización .....	36
2.2.20. Labores agrícolas .....	37
2.2.20.1. Preparación de terreno .....	37
2.2.20.2. Siembra .....	37
2.2.20.3. Deshierbo .....	37
2.2.20.4. Cosecha .....	38
2.2.20.5. Desgrane .....	38
2.2.20.6. Trilla.....	39
2.2.20.7. Venteado .....	39

### **CAPÍTULO III**

#### **MATERIALES Y MÉTODOS**

<b>3.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....</b>	<b>40</b>
<b>3.2. HISTORIAL DEL CAMPO EXPERIMENTAL.....</b>	<b>41</b>
<b>3.3. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DEL C. E. ILLPA.....</b>	<b>41</b>
<b>3.4. ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO DEL SUELO .....</b>	<b>43</b>
<b>3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA.....</b>	<b>43</b>
<b>3.6. TRATAMIENTO EN ESTUDIO .....</b>	<b>44</b>
<b>3.7. DISEÑO EXPERIMENTAL.....</b>	<b>45</b>
<b>3.8. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL.....</b>	<b>45</b>
<b>3.9. MATERIALES.....</b>	<b>46</b>
<b>3.10. MÉTODOS .....</b>	<b>47</b>



3.10.1. Instalación, labores culturales, cosecha y postcosecha .....	47
3.10.1.1.Preparación de terreno .....	47
3.10.1.2.Surcado y marcado del área experimental .....	47
3.10.1.3.Siembra .....	47
3.10.1.4.Raleo .....	48
3.10.1.5.Deshierbo .....	48
3.10.1.6.Identificación y control de plagas .....	48
3.10.1.7.Cosecha .....	49
3.10.1.8.Postcosecha .....	49
3.10.2. Criterios de caracterización.....	49
3.10.2.1.Características morfológicas de accesiones de cañihua.....	49
3.10.2.2.Características fenológicas de accesiones de cañihua.....	50
3.10.3. Rendimiento de grano .....	51
<b>3.11. VARIABLES DE RESPUESTA .....</b>	<b>51</b>
<b>3.12. ANÁLISIS DE DATOS .....</b>	<b>52</b>
3.12.1. Estadística descriptiva.....	52
3.12.2. Análisis de varianza y prueba de significancia .....	52

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

<b>4.1. ANÁLISIS DE CARACTERÍSTICAS FENOLÓGICAS DE LAS ACCESIONES.....</b>	<b>54</b>
4.1.1. Emergencia.....	55
4.1.2. Dos hojas verdaderas.....	56
4.1.3. Ramificación .....	57
4.1.4. Formación de inflorescencia .....	57



4.1.5. Floración .....	57
4.1.6. Grano lechoso.....	58
4.1.7. Grano pastoso.....	58
4.1.8. Madurez fisiológica.....	59
<b>4.2. ANÁLISIS DE CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS.....</b>	<b>60</b>
4.2.1. Hábito de crecimiento .....	60
4.2.2. Altura de planta .....	60
4.2.3. Diámetro de tallo central .....	64
4.2.4. Color del tallo en la madurez fisiológica .....	67
4.2.5. Número de ramas primarias .....	67
4.2.6. Cobertura vegetativa .....	69
4.2.7. Longitud de peciolo.....	73
4.2.8. Longitud máxima de la lámina foliar .....	76
4.2.9. Ancho máximo de la lámina foliar.....	79
4.2.10. Color de la hoja a la madurez fisiológica.....	83
4.2.11. Índice de cosecha .....	84
<b>4.3. RENDIMIENTO DE GRANO.....</b>	<b>85</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>90</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>91</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>92</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>100</b>

**ÁREA:** Ciencias Agrícolas

**TEMA:** Manejo Agronómico de Cultivos

**FECHA DE SUSTENTACIÓN:** 30 de setiembre del 2024



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1</b> Producción de cañihua en las campañas agrícolas del 2015 al 2022 en la región de Puno. ....	34
<b>Tabla 2</b> Precipitación pluvial y temperatura promedio registrados durante la campaña agrícola 2023-2024 y datos históricos de 5 años. ....	41
<b>Tabla 3</b> Resultados de análisis de suelo de la parcela experimental. ....	43
<b>Tabla 4</b> Clave de las accesiones selectas divididos por color de tallo. ....	44
<b>Tabla 5</b> Análisis de varianza para el diseño completamente al azar. ....	53
<b>Tabla 6</b> Promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, valor mínimo y máximo de 33 accesiones en estudio. ....	54
<b>Tabla 7</b> Análisis de varianza de altura de planta (cm) en 33 accesiones de cañihua. ....	60
<b>Tabla 8</b> Prueba de significancia Duncan ( $\alpha=0.05$ ), para la altura de planta en 33 accesiones de cañihua. ....	61
<b>Tabla 9</b> Análisis de varianza del diámetro de tallo central (mm) en 33 accesiones de cañihua. ....	64
<b>Tabla 10</b> Prueba de significancia Duncan ( $\alpha = 0.05$ ), para el diámetro de tallo central en 33 accesiones de cañihua. ....	64
<b>Tabla 11</b> Análisis de varianza del número de ramas primarias en 33 accesiones de cañihua. ....	68
<b>Tabla 12</b> Prueba de significancia Duncan ( $\alpha = 0.05$ ), para el numero de ramas primarias en 33 accesiones de cañihua. ....	68
<b>Tabla 13</b> Análisis de varianza de cobertura vegetal en 33 accesiones de cañihua. ....	70
<b>Tabla 14</b> Prueba de significancia Duncan ( $\alpha=0.05$ ), para la cobertura vegetativa en 33 accesiones de cañihua. ....	70



<b>Tabla 15</b>	Análisis de varianza de longitud de peciolo en 33 accesiones de cañihua. .	73
<b>Tabla 16</b>	Prueba de significancia Duncan ( $\alpha=0.05$ ), para la longitud de peciolo en 33 accesiones de cañihua. ....	73
<b>Tabla 17</b>	Análisis de varianza de la longitud máxima de lámina foliar en 33 accesiones de cañihua. ....	76
<b>Tabla 18</b>	Prueba de significancia Duncan ( $\alpha=0.05$ ), para la longitud máxima de lámina foliar en 33 accesiones de cañihua.....	77
<b>Tabla 19</b>	Análisis de varianza del ancho máximo de la lámina foliar en 33 accesiones de cañihua .....	80
<b>Tabla 20</b>	Prueba de significancia Duncan, ( $\alpha=0.05$ ) para el ancho máximo de lámina foliar.....	80
<b>Tabla 21</b>	Análisis de varianza de rendimiento grano (g/parcela) en accesiones de cañihua con color anaranjado.....	85
<b>Tabla 22</b>	Prueba de significancia Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el rendimiento grano de las accesiones de cañihua con color anaranjado.....	85
<b>Tabla 23</b>	Análisis de varianza de rendimiento grano (g/parcela) en accesiones de cañihua con color amarillo.....	86
<b>Tabla 24</b>	Prueba de significancia Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el rendimiento grano de las accesiones de cañihua con color amarillo.....	87
<b>Tabla 25</b>	Análisis de varianza del rendimiento grano (g/parcela) en accesiones de cañihua con color púrpura.....	88
<b>Tabla 26</b>	Prueba de significancia Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el rendimiento grano de las accesiones de cañihua con color púrpura.....	88



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b> Mapa de ubicación del área de estudio.....	40
<b>Figura 2</b> Comparativo de precipitación pluvial mensual registrados en la campaña agrícola 2023-2024 con los datos históricos de 5 años. ....	42
<b>Figura 3</b> Comparativo de temperaturas mensual registrados en la campaña agrícola 2023-2024 con los datos históricos de 5 años. ....	42
<b>Figura 4</b> Altura de planta (cm) en accesiones de cañihua con color anaranjado. ....	63
<b>Figura 5</b> Altura de planta (cm) en accesiones de cañihua con color amarillo. ....	63
<b>Figura 6</b> Altura de planta (cm) en accesiones de cañihua con color púrpura. ....	63
<b>Figura 7</b> Diámetro de tallo central (mm) en accesiones de cañihua con color anaranjado.....	65
<b>Figura 8</b> Diámetro de tallo central (mm) en accesiones de cañihua con color amarillo. ....	66
<b>Figura 9</b> Diámetro de tallo central (mm) en accesiones de cañihua con color púrpura. ....	67
<b>Figura 10</b> Cobertura vegetativa (cm) en accesiones de cañihua con color anaranjado. ....	71
<b>Figura 11</b> Cobertura vegetativa (cm) en accesiones de cañihua con color amarillo... ..	72
<b>Figura 12</b> Cobertura vegetativa (cm) en accesiones de cañihua con color púrpura... ..	72
<b>Figura 13</b> Longitud de peciolo (cm) en accesiones de cañihua con color anaranjado. ....	74
<b>Figura 14</b> Longitud de peciolo (cm) en accesiones de cañihua con color amarillo. ....	75
<b>Figura 15</b> Longitud de peciolo (cm) en accesiones de cañihua con color púrpura. ....	76
<b>Figura 16</b> Longitud máxima de la lámina foliar (cm) en accesiones de cañihua con color anaranjado.....	78



<b>Figura 17</b>	Longitud máxima de la lámina foliar (cm) en accesiones de cañihua con color amarillo.....	79
<b>Figura 18</b>	Longitud máxima de la lámina foliar (cm) en accesiones de cañihua con color purpura.....	79
<b>Figura 19</b>	Ancho máximo de lámina foliar (cm) en accesiones de cañihua con color anaranjado.....	82
<b>Figura 20</b>	Ancho máximo de lámina foliar (cm) en accesiones de cañihua con color amarillo.....	82
<b>Figura 21</b>	Ancho máximo de lámina foliar (cm) en accesiones de cañihua con color purpura.....	83
<b>Figura 22</b>	Rendimiento grano (g/parcela) de accesiones de cañihua color anaranjado. .....	86
<b>Figura 23</b>	Rendimiento grano (g/parcela) de accesiones de cañihua con color amarillo. .....	87
<b>Figura 24</b>	Rendimiento grano (g/parcela) de accesiones de cañihua con color púrpura. .....	89
<b>Figura 25</b>	Promedio general de características fenológicas de 33 accesiones de cañihua .....	111
<b>Figura 26</b>	Promedio general de características morfológicas de 33 accesiones de cañihua.....	111



## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>ANEXO 1.</b> Características cualitativas de las 33 accesiones de cañihua. ....	100
<b>ANEXO 2.</b> Promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, valores mínimos y máximos de altura de planta (cm) de accesiones de colores Anaranjado, Amarillo y Púrpura de cañihua. ....	101
<b>ANEXO 3.</b> Promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, valores mínimos y máximos de diámetro de tallo central (mm) de accesiones de colores Anaranjado, Amarillo y Púrpura de cañihua. ....	102
<b>ANEXO 4.</b> Promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, valores mínimos y máximos de número de ramas primarias de accesiones de colores Anaranjado, Amarillo y Púrpura de cañihua. ....	103
<b>ANEXO 5.</b> Promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, valores mínimos y máximos de cobertura vegetativa de accesiones de colores Anaranjado, Amarillo y Púrpura de cañihua. ....	104
<b>ANEXO 6.</b> Promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, valores mínimos y máximos de longitud de peciolo de accesiones de colores Anaranjado, Amarillo y Púrpura de cañihua. ....	105
<b>ANEXO 7.</b> Promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, valores mínimos y máximos de longitud máxima de la lámina foliar de accesiones de colores Anaranjado, Amarillo y Púrpura de cañihua. ....	106
<b>ANEXO 8.</b> Promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, valores mínimos y máximos de ancho máxima de la lámina foliar de accesiones de colores Anaranjado, Amarillo y Púrpura de cañihua. ....	107



<b>ANEXO 9.</b> Promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, valores mínimos y máximos de índice de cosecha de accesiones de colores Anaranjado, Amarillo y Púrpura de cañihua.....	108
<b>ANEXO 10.</b> Promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, valores mínimos y máximos de días de madurez fisiológica de accesiones de cañihua colores anaranjado, amarillo y púrpura de cañihua.....	109
<b>ANEXO 11.</b> Resultados experimentales de rendimiento grano de las accesiones de cañihua color anaranjado, amarillo y púrpura de cañihua. ....	110
<b>ANEXO 12.</b> Resumen general de promedios totales de características fenológicas y morfológicas de las 33 accesiones de cañihua.....	111
<b>ANEXO 13.</b> Panel fotográfico .....	112
<b>ANEXO 14.</b> Declaración jurada de autenticidad de tesis. ....	116
<b>ANEXO 15.</b> Autorización para el depósito de tesis en el Repositorio Institucional....	117



## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

DCA:	Diseño completamente al azar
ANVA:	Análisis de varianza.
FV:	Fuente de variabilidad.
SC:	Suma de cuadrado.
gl:	Grado de libertad.
CM:	Cuadrado medio.
Fc:	F calculada.
CV:	Coefficiente de variabilidad.
E.E.:	Error estándar.
PG:	Peso de grano.
PB:	Peso de la broza.
PROINPA:	Promoción e investigación de productos andinos.
SENAMHI:	Servicio nacional de meteorología e hidrología.



## RESUMEN

Debido a la escasez de información detallada sobre las características y potencialidades de las diversas accesiones de cañihua, que se conserva en el Banco de Germoplasma de la UNA-Puno, el trabajo se llevó a cabo en el Centro Experimental Illpa de la UNA-Puno, en la campaña agrícola 2023-2024. El objetivo principal es evaluar las características fenológicas, morfológicas y el rendimiento de grano de 33 accesiones de cañihua provenientes del Banco de Germoplasma. Para lograr este objetivo, se empleó un diseño completamente al azar (DCA) con tres repeticiones, lo que permitió una evaluación y manejo de las unidades experimentales. La caracterización se basó en los descriptores de cañihua establecidos por el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI). Concluyendo que las fases fenológicas ocurren en: emergencia a los  $7.18 \pm 1.39$  días, dos hojas verdaderas en  $18.09 \pm 2.61$  días, ramificación en  $41.97 \pm 4.50$  días, formación de inflorescencia en  $63.36 \pm 1.46$  días, floración en  $80.24 \pm 4.79$  días, grano lechoso en  $102.00 \pm 2.79$  días, grano pastoso en  $130.79 \pm 12.60$  días, y madurez fisiológica en  $165.97 \pm 5.62$  días. En cuanto a las características morfológicas, se evaluaron el hábito de crecimiento, altura de la planta, diámetro del tallo, color del tallo en la madurez fisiológica, número de ramas primarias, cobertura vegetativa, longitud del peciolo, longitud y ancho máximo de la lámina foliar, color de la hoja en la madurez fisiológica y el índice de cosecha. Los mayores rendimientos de grano obtenidos por grupo de color fueron: la accesión 03-21-204 con 2193.33 kg/ha en el grupo anaranjado, la accesión 03-21-130 con 3190 kg/ha en el grupo amarillo y las accesiones 03-21-3 y 03-21-43 con 3907.78 kg/ha y 3830.00 kg/ha respectivamente en el grupo púrpura. Estas accesiones mostraron mayor resistencia o adaptabilidad a las variaciones climáticas.

**Palabras clave:** Accesoión, Cañihua, Caracterización, Fenología, Morfología.



## ABSTRACT

Due to the scarcity of detailed information on the characteristics and potential of the various cañihua accessions, which are conserved in the UNA-Puno Germplasm Bank, the work was carried out at the Illpa Experimental Center of UNA-Puno, in the 2023-2024 agricultural campaign. The main objective is to evaluate the phenological and morphological characteristics and grain yield of 33 cañihua accessions from the Germplasm Bank. To achieve this objective, a completely randomized design (CRD) with three replications was used, which allowed an evaluation and management of the experimental units. The characterization was based on the cañihua descriptors established by the International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI). Concluding that the phenological phases occur in: emergence at  $7.18 \pm 1.39$  days, two true leaves in  $18.09 \pm 2.61$  days, branching in  $41.97 \pm 4.50$  days, inflorescence formation in  $63.36 \pm 1.46$  days, flowering in  $80.24 \pm 4.79$  days, milky grain in  $102.00 \pm 2.79$  days, pasty grain in  $130.79 \pm 12.60$  days, and physiological maturity in  $165.97 \pm 5.62$  days. Regarding the morphological characteristics, the growth habit, plant height, stem diameter, stem color at physiological maturity, number of primary branches, vegetative cover, petiole length, maximum length and width of the leaf blade, leaf color at physiological maturity and harvest index were evaluated. The highest grain yields obtained by color group were: accession 03-21-204 with 2193.33 kg/ha in the orange group, accession 03-21-130 with 3190 kg/ha in the yellow group and accessions 03-21-3 and 03-21-43 with 3907.78 kg/ha and 3830.00 kg/ha respectively in the purple group. These accessions showed greater resistance or adaptability to climatic variations.

**Key words:** Accession, cañihua, characterization, phenology, morphology.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

La cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) es un cultivo originario del sur de Perú y norte de Bolivia. Se encuentra en áreas del altiplano entre los 3.800 y 4.000 msnm. El área de producción ha estado disminuyendo en los últimos años debido a los rendimientos agronómicos del cultivo, que suelen ser bajos, con un promedio de 1100 kg/ha-1. En Puno, se ha reducido de 7.700 a 6.000 has (Rodríguez et al., 2020).

El valor nutricional de sus granos es de gran relevancia para el consumo en el departamento de Puno. Es un alimento nutracéutico que contiene compuestos bioactivos que mejoran la salud de las personas y previenen enfermedades; además, tiene un alto contenido de proteínas, aminoácidos esenciales, carbohidratos, grasas no saturadas, vitaminas, minerales, fibra cruda y no contienen gluten (Pérez y Antezana, 2018; Campos et al., 2018).

La planta se siembra y desarrolla en suelos con alta salinidad y escasa fertilidad, así como en ambientes de poca lluvia. Este cultivo posee la función de adaptación y resiliencia a los efectos del cambio climático (sequías, heladas, granizadas y otros fenómenos climáticos), donde los campos de cañihua cobran vida con plantas de color amarillo, verde, naranja, rosa, rojo o morado (DAPRO, 2020).

Ante el olvido, incluso de los propios agricultores, el cultivo de la cañihua está recuperando su lugar. Para integrarse otra vez como alimento fundamental en la dieta cotidiana poblacional y consumir cañihua en productos de cereales versátiles (Mamani, 2020).



El cambio de color en los granos de cañihua durante la madurez fisiológica es el resultado de la acumulación de pigmentos como antocianinas y carotenoides y la descomposición de la clorofila. Los factores ambientales como la temperatura, la luz solar y la humedad también influyen en el proceso de maduración y el cambio de color. El grano de la cañihua tiene colores que están directamente relacionados con el color de la planta. El color del perigonio exhibe capacidad antioxidante y esta propiedad presenta relación directa con el contenido de flavonoides (Callohuanca et al., 2021).

### **1.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar las características fenológicas, morfológicas y rendimiento de grano de accesiones selectas de cañihua anaranjado, amarillo y púrpura.

### **1.2. OBJETIVO ESPECIFICO**

- Establecer los días de ocurrencia de cada fase fenológicas de las accesiones de colores anaranjado, amarillo y púrpura.
- Evaluar las características morfológicas de accesiones de cañihua de colores anaranjado, amarillo y púrpura.
- Identificar accesiones de mayor rendimiento grano dentro de cada color en estudio.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. ANTECEDENTES

Chagua (2020), al evaluar el comportamiento agro morfológico de 10 accesiones de cañihua, obtiene rendimientos de las accesiones Isualla e Illpa INIA, de 1598.3 y 1507.1 kg/ha. Las accesiones Cunacotana, Chilliwa Rosada y k'ello, con 1499, 1461.3 y 1365.4 kg/ha y la accesión Cupi con 1232.7 kg/ha, con menor rendimiento.

Mamani (2022), reporta resultados de caracterización morfológica, fenológica y rendimiento de 50 accesiones de cañihua, agrupando en 5 colores característicos: amarillo, rosado, anaranjado, rojo y púrpura, considerando que el color determinado está gobernado por un gen específico que lo distingue, efectuando caracterizaciones por grupos de color, reportando accesiones de alto rendimiento grano de cada grupo de color como sigue: 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 de grano/ha.

Bravo et al., (2022), realizó un estudio sobre caracterización y evaluación de tres variedades y 27 accesiones de cañihua donde, conformó cuatro grupos estadísticos con diferencias significativas entre variedades y accesiones, sobresaliendo la accesión 23 con rendimiento de 4.85 t/ha. La variedad INIA-406 con rendimiento de 4.10 t/ha. Tercero las variedades Cupi y Ramis con 11.70 y 10.35 g/planta. Finalmente, la accesión 230 con 7.20 g/planta con menor rendimiento.



## 2.2. MARCO TEORICO

### 2.2.1. Origen de la cañihua

La cañihua, también llamada cañahua, kañawa, kañagua, kaniwa, quañiwa, recibe diferentes nombres según su origen geográfico (Perú o Bolivia) y lingüístico (quechua o aimara). En Bolivia se le conoce como canahua, mientras que en Perú se le llama cañihua (Soto y Carrasco, 2008).

La cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) es un cultivo nativo del altiplano de Perú y Bolivia que tolera condiciones climáticas adversas como las heladas, la sequía, el granizo y el viento (Bruno et al., 2018), así como condiciones no idóneas de suelo, salinidad, cambio climático y presencia de plagas, mostrando una variación intraespecífica con cambios en su morfología.

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 (Velásquez, 2018).

### 2.2.2. Importancia de cultivo

Según Woods y Eyzaguirre (2004), la cañihua es el cultivo que ha logrado prosperar en los agrestes e impredecibles de Perú y Bolivia. Entre los 3500 y 4100 msnm, es muy resistente a las heladas, sequías, plagas y suelos salinos.

Castedo (2007), menciona que 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.

La cañihua posee un alto valor nutricional para la alimentación humana, básicamente para madres gestantes y niños. Otro particular, es la capacidad de adaptación a diferentes zonas agroecológicas en suelos con materia orgánica de textura franco arcillo limoso, no prospera en suelos con mayor contenido de arena ni arcilla (Mamani, 2016).

### 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 aimara; 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 diferente a la quinua, identificando con la denominación de *Chenopodium pallidicaule* (Mujica et al., 2002).

A continuación, se presenta su clasificación taxonómica (ITIS Standard Report Page: *Chenopodium pallidicaule*)

Reino : Plantae

División : Magnoliophyta

Clase : Magnoliopsida

Orden : Caryophyllales

Familia : Amaranthaceae

Género : *Chenopodium*

Especie : *Chenopodium pallidicaule* Aellen



#### 2.2.4. Nombres comunes

Dependiendo de la zona, la cañihua tiene diferentes nombres locales. Algunos de los nombres por los cuales se les conoce son: (Apaza, 2010)

- Cañihua: nombre común utilizado en Perú y Bolivia.
- Kañiwa: nombre en quechua, utilizado en las regiones andinas.
- Cañahua: nombre en aimara, utilizado en las regiones andinas.

#### 2.2.5. Genética y variabilidad

La variabilidad que se expresa en caracteres visibles se denomina fenotípica y dentro de ellas se encuentran las características botánica-taxonómicas, las 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).

Velásquez (2018), menciona que la cañihua es una planta autógama, siendo su tasa estimada de autofecundación entre 80 a 95%. 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).

El color de la planta y semilla, que varía según el ecotipo, es el principal ejemplo de la extensa variabilidad genética. La planta (tallos y hojas) en su primera edad presenta un color verde y conforme va alcanzando la madurez



fisiológica, se va tornando de diversos colores que varían entre rosado, rojo, amarillo, anaranjado y púrpura (Rojas et al., 2010).

#### **2.2.6. Germoplasma**

El germoplasma de una especie cultivada incluye: los cultivares nativos de la especie, las poblaciones en proceso de mejoramiento, así como las especies silvestres y cultivadas que están relacionadas. Esta clasificación fue muy útil en el pasado para ordenar las diferentes categorías de entidades botánicas que se conservan en los bancos de germoplasma y jardines genéticos y se utilizaban principalmente en el mejoramiento genético (Sevilla y Holle, 2004).

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**

Rojas (2002), denomina “banco de germoplasma” al lugar donde los recursos genéticos de una determinada especie vegetal son conservados en diferentes formas, pueden ser clones, meristemas, tubérculos, plántulas y semillas.

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 muestras 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).

Según Franco e Hidalgo (2003), los descriptores son atributos o características que se refieren a la forma, estructura o comportamiento que componen el fenotipo de una accesión y que su expresión es fácil de medir, registrar o evaluar. En su mayor parte, se refieren a la descripción de la morfología de la planta y su arquitectura.

Los descriptores son aplicados en la caracterización y evaluación de las accesiones debido a que ayudan en su diferenciación y a expresar el atributo de manera precisa y uniforme, lo que simplifica la clasificación, el almacenamiento, la recuperación y el uso de datos (Franco e Hidalgo, 2003).

#### **2.2.9. Accesión**

Una accesión es una muestra de material vegetativo de un cultivar o semilla de una población de una especie mantenidos en el banco de genes para su conservación y utilización (Huamán, et al. 2004).



El material genético que se conserva en un Banco de Germoplasma para su uso y conservación es diferente, según Hollé y Sevilla (2006). El germoplasma se guarda en múltiples colecciones; el banco de germoplasma lo utiliza de diversas maneras. Existe tres tipos de colecciones fundamentales de trabajo, activa y base.

#### **2.2.10. Fenología**

La fenología es la investigación de los cambios externos distintos y visibles que exhiben las plantas como resultado de sus relaciones con las condiciones ambientales (temperatura, luz, humedad y suelo). La fenología mide las diferentes fases de desarrollo de la planta, a través de la observación y determina los distintos eventos de transformación fenotípica de la planta, dando rangos de tiempo comprendidos entre una y otra etapa (Mujica, 2006).

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**

Según Jaramillo y Baena (2000), la caracterización se lleva a cabo en una población significativa, utilizando descriptores e instrumentos para registrar. En parcelas bien identificadas y manejo uniforme, se siembra el material que se va a caracterizar en el campo o invernaderos.

Holle (2004), indica que caracterizar es separar, diferenciar la variabilidad genética, la caracterización se basa en la existencia de descriptores de pasaporte y en una lista de descriptores a los cuales se llega por consenso entre los técnicos especialistas del cultivo.



### **2.2.12. Evaluación**

Según Jaramillo y Baena (2000), la evaluación es una actividad complementaria que describe las características cualitativas y cuantitativas del germoplasma de una especie específica. Para distinguirlos y encontrar genes que fomenten su uso en la producción o en el mejoramiento de cultivos, así como para determinar su utilidad, estructura, variabilidad genética y relaciones entre ellos.

Pinto (2002), indica que la evaluación es una tarea posterior a la caracterización que se divide en dos etapas, una preliminar y otra secundaria básicamente la evaluación consiste en la obtención de un número limitado de datos sobre rasgos agronómicos, (altura de la planta, tiempo de maduración, etc.) lo que posibilita el uso del germoplasma en proyectos de mejoramiento.

### **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**

Según Flores (2006), el tallo es cilíndrico, estriado, hueco, nudoso y de color variable; cuando la planta está tierna, adquiere un tono verde que va desde amarillo hasta rojo, anaranjado y púrpura. Se le conoce como 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 pálida, púrpura oscura (Apaza, 2010).

### **2.2.13.3.Hojas**

La lámina foliar tiene forma romboidal, midiendo entre 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 son trilobadas y alternas, con pecíolos cortos de 10 a 12 mm. En el envés de las hojas hay tres nervaduras bien marcadas 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 pálida y púrpura oscura (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).

### **2.2.13.5.Flores**

La flor es de tipo basípeta, hermafroditas, androceo formado por 1-3 estambres con diferente longitud del filamento estaminal, gineceo con ovario súpero unilocular (Cano, 1973).



#### **2.2.13.6. Fruto**

Velásquez (2018), manifiesta, que es un aquenio, más pequeño que el de la quinua y está cubierto por el perigonio de color gris. El pericarpio es translucido y fino.

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

#### **2.2.13.7. Semilla**

Velásquez (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.

### **2.2.14. Morfología de cañihua**

#### **2.2.14.1. Hábito de crecimiento**

Las plantas de cañihua tiene tres tipos de crecimiento: “saiwa” de tallos erguidos, “lasta” de tallos semi erguidos 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 evaluación se realiza desde el cuello de la raíz hasta la altura máxima alcanzada en cm (IPGRI, PROINPA e IFAD, 2005).

#### **2.2.14.3. Características del tallo**

Para la caracterización, los descriptores de cañihua sugieren, medir el diámetro del tallo central en mm a la madurez fisiológica; también, examinar la presencia y el color de las estrías en las ramas primarias durante la floración; y, por último, evaluar el color del tallo a la madurez fisiológica, con una variedad de colores desde el amarillo hasta el púrpura oscuro (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).



Los descriptores tienen en cuenta la cantidad de ramas primarias en la madurez fisiológica, desde la base hasta el segundo tercio de la planta. También tienen en cuenta la cobertura vegetativa en centímetros, con la cobertura más ancha de la planta (IPGRI, PROINPA e IFAD, 2005).

#### **2.2.14.5. Características de la hoja**

La coloración de las hojas en las primeras fases fenológicas es 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 persistencia del grano en la planta después de que alcance su madurez fisiológica se conoce como dehiscencia del grano. Esta puede ser ligera, regular y persistente. Los descriptores también tienen en cuenta el diámetro, el peso, el peso por planta, el color del perigonio, el color del pericarpio y el color de la episperma (IPGRI, PROINPA e IFAD, 2005).



#### **2.2.14.7. Índice de cosecha**

El índice de cosecha es el resultado de dividir el peso del grano limpio por el peso total de la planta sin considerar la parte radicular; la mejora de la eficiencia fisiológica de la planta puede permitir alcanzar estos incrementos en aspectos tales como: reducción de las pérdidas por transpiración, mayor duración del periodo de llenado del grano, mejora de la fotosíntesis neta y mayor contribución de las fases de prefloración al rendimiento del grano (Baldocena, 2015).

#### **2.2.15. Fenología de cañihua**

La duración del periodo vegetativo de la cañihua es de 6 a 7 meses, ocurren 8 fases fenológicas durante el periodo vegetativo de la planta, siendo las 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.

#### **2.2.16. Rendimiento de grano**

El área de producción ha estado reduciéndose los últimos años debido a los rendimientos agronómicos del cultivo, con un promedio de 1.100 kg/ha. En Puno, se ha reducido de 7.700 a 6.000 has (Rodríguez et al., 2020).

La producción de cañihua en la región de Puno no ha aumentado significativamente en los últimos años; la tabla 1 muestra datos de la campaña agrícola 2015-2016 produciendo 4,289.91 toneladas con un rendimiento de 776.74 kg/ha, y en la campaña 2021-2022 produjo 5,457.46 toneladas con un

rendimiento de 974.37 kg/ha. La productividad promedio de cada campaña es de 853.26 kg/ha. Las variables como la producción, el rendimiento y la superficie cosechada muestran pequeñas variaciones en su comportamiento cuando se examinan las cifras registradas de las campañas agrícolas.

### **Tabla 1**

*Producción de cañihua en las campañas agrícolas del 2015 al 2022 en la región de Puno.*

Campaña agrícola	Siembra (ha)	Rendimiento (kg/ha)	Producción (t)
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
2018-2019	5,638.00	842.84	4,751.94
2019-2020	5,690.00	846.89	4,818.79
2020-2021	5,784.00	864.85	5,002.32
2021-2022	5,606.00	974.37	5,457.46

**Fuente:** DRA Puno. [www.agropuno.gob.pe](http://www.agropuno.gob.pe)

#### **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). No obstante, en cañihua existe el índice de cosecha, que es una proporción del peso de la biomasa aérea en comparación con el peso total. En este caso, la biomasa aérea es la suma del peso de la broza y del grano (IPGRI, PROINPA e IFAD, 2005).

#### **2.2.18. Valor nutricional**

La cañihua es uno de los granos andinos que tiene un alto valor nutricional en proteínas que varía entre 14 y 19 %; sobre todo, tiene una relación importante de aminoácidos azufrados, metionina y cisteína (Repo-Carrasco et al., 2009).



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 sus propiedades antioxidantes al formar principalmente el glutatión y compuestos sulfurados bioactivos (Callohuanca et al., 2019).

La cañihua es una 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). Además, tiene alto contenido de calcio, fósforo y hierro, con un valor de 110, 375 y 15 mg/100 g de materia seca (Apaza, 2010).

## **2.2.19. Requerimientos climáticos y edáficos**

### **2.2.19.1. Clima**

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  $-3^{\circ}\text{C}$ , 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**

Las características físicas del suelo apropiadas para el desarrollo del cultivo de cañihua son aquellos de textura arenosa, areno-limoso o areno limo-arcilloso que una vez alcanzada el nivel de humedad en capacidad de campo pueda drenar fácilmente el agua excedentaria (Mamani, 2016).

La cañihua desarrolla en suelos de pH neutro, con textura franco limoso en donde la germinación se presenta 5 días posterior a la siembra, la ausencia de lluvias afecta negativamente la germinación y emergencia. En suelos arcillosos la germinación puede darse después de 7 días, porque estos suelos retienen mayor humedad (Giménez et al., 2017).

### **2.2.19.3.Fertilización**

Como primer requisito para cultivar cañihua es conocer las características del suelo y así aplicar una fertilización fraccionada de abonos orgánicos o estiércoles que son acondicionantes de alto valor edáfico los cuales mejoran la textura de suelo (Mamani, 2016).

Apaza (2010), sugiere la aplicación de abono descompuesto de ganado ovino en una relación de 6 t/ha como la más adecuada para el cultivo de cañihua. El abonamiento debe realizarse antes de la siembra de forma manual, aplicando dentro del surco.



## **2.2.20. Labores agrícolas**

### **2.2.20.1. Preparación de terreno**

Alanoca et al., (2008), recomienda realizar la preparación del terreno con las últimas lluvias del año agrícola, removiendo a una profundidad de 0,2 a 0,25 m empleando maquinaria agrícola para favorecer la aireación del suelo y para que las raíces de la cañihua penetren más dentro y puedan obtener agua del suelo para que pueda permitir sobrevivir a la sequía.

### **2.2.20.2. Siembra**

En términos generales, la época de siembra es relativamente amplia para la cañihua, las siembras se realizan desde la segunda quincena de octubre, el mes de noviembre y hasta la primera quincena de diciembre, dependiendo de la presencia de precipitaciones pluviales que proporcionen humedad adecuada para la siembra y permita que el cultivo pueda completar el ciclo productivo de los ecotipos y variedades de cañihua (Giménez et al., 2017).

### **2.2.20.3. Deshierbo**

El deshierbo se realiza para eliminar las malezas con crecimiento de porte alto con relación de las plantas de cañihua (mostazas, ajaras, malva, reloj reloj y bolsa del pastor, según las regiones) que permita reducir la competencia por nutrientes, luz solar y agua en el suelo, la maleza de porte bajo, no son consideradas perjudiciales para este cultivo,



ya que al finalizar o antes de la cosecha, el productor recoge estas malezas como forraje para los animales domésticos (Giménez et al., 2017).

#### **2.2.20.4. Cosecha**

Los signos de maduración de la cañihua son la caída de los primeros granos y el cambio de color de las plantas. Para cosechar se recomienda segar las plantas cerca del cuello de la raíz con una hoz, cuando las plantas aun estén húmedas para evitar la caída de los granos. Para evitar la pérdida de grano, las plantas deben cosecharse sobre manteles o yutes, que también ayudan al traslado del lugar de cosecha al lugar donde se realizará el secado y la trilla (Pinto et al., 2008).

El momento adecuado para la cosecha de cañihua es crucial para evitar la pérdida de grano debido a la dehiscencia del grano de la especie. Es el momento adecuado para evaluar el estado del grano-planta, si tiene una humedad del 15 al 20 %. Se puede determinar sacudiendo una rama de cañihua en la palma de la mano y si caen los granos es tiempo de cosechar (Giménez et al., 2017).

#### **2.2.20.5. Desgrane**

El desgrane es la caída del fruto (granos, bayas, etc.) durante su maduración hasta la madurez fisiológica y al momento de la cosecha, por factores climáticos como el viento y la precipitación que hacen que la planta se mueva y caiga el fruto al suelo, y en el caso de la cañihua los granos no pueden ser recogido por su tamaño reducido (Bonifacio, 2010).



La dehiscencia de la cañihua es variable, motivo por el cual, las plantas deben ser cosechadas antes que estén completamente maduras para evitar la caída del grano. En algunos ecotipos, las pérdidas de grano antes y durante la madurez pueden tener un impacto de 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).

#### **2.2.20.6. Trilla**

La trilla consiste en separar el grano de la planta seca y puede ser realizado de manera manual que consiste en golpear con palo curvado a las plantas secas colocadas sobre una lona de tamaño considerable, (jawqaña), sugiriéndose trillar la cañihua por las tardes, ya que el material se encuentra más seca y la labor de trilla es más eficiente que por la mañana (Giménez et al., 2017).

#### **2.2.20.7. Venteado**

Después de la trilla se realiza el cernido grueso, que tiene el objetivo de separar los terrones, trozos de tallos primarios y hojas de cañihua y algunas otras impurezas, finalmente quedan los granos y restos de hojas menudas (Giménez et al., 2017). Con la ayuda de tamices y zarandas se puede hacer el venteado de los granos que contienen impurezas aprovechando las corrientes naturales, para la eliminación de impurezas pequeñas se hace uso de un tamiz de 3,0 mm (Apaza, 2010).

## CAPÍTULO III

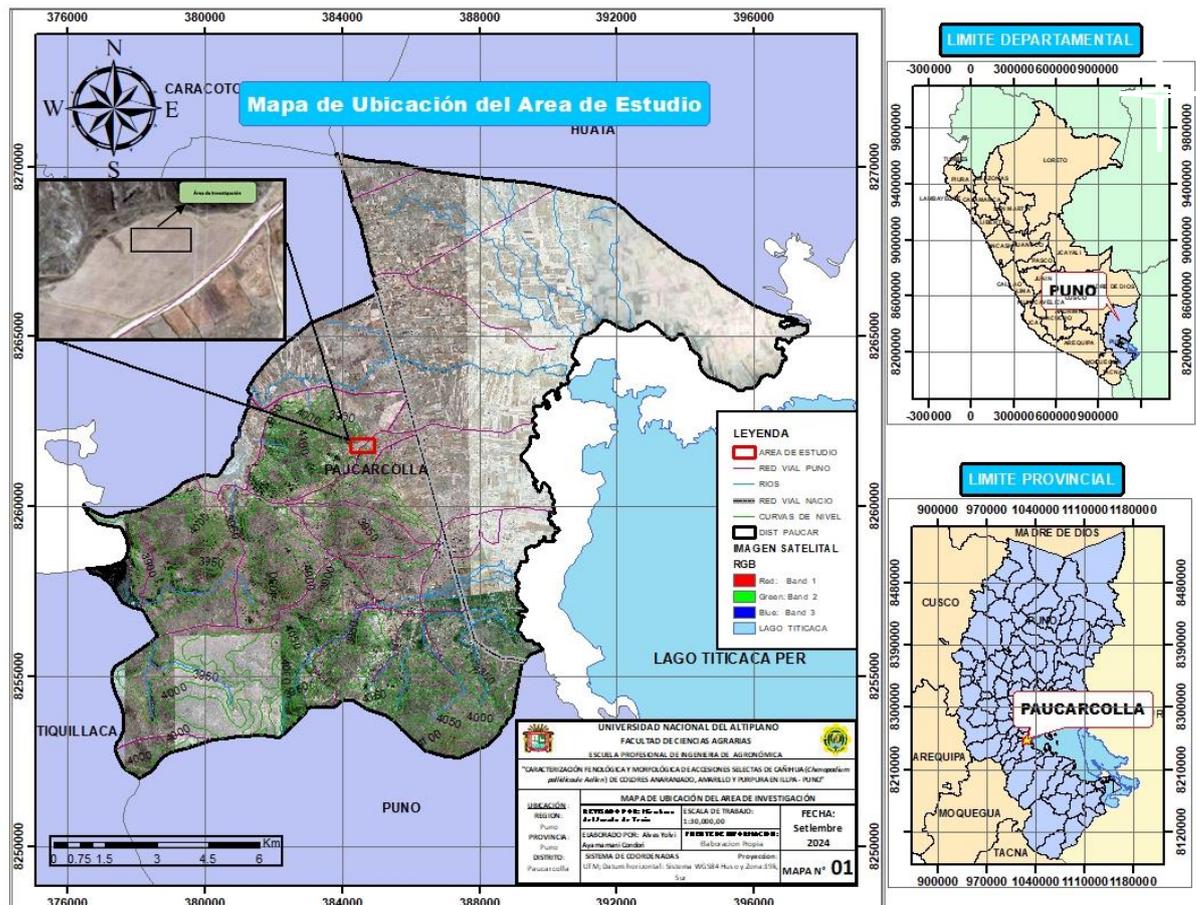
### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se hizo en el centro experimental Illpa (C.E. Illpa), de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Altiplano – Puno; se encuentra en el distrito de Paucarcolla, provincia y región de Puno. Geográficamente ubicado a 70.0773241 de latitud, 15.718544 de longitud y altura de 3847 msnm.

**Figura 1**

*Mapa de ubicación del área de estudio.*



### 3.2. HISTORIAL DEL CAMPO EXPERIMENTAL

- Campaña agrícola 2021 – 2022 ningún cultivo (descanso)
- Campaña agrícola 2022 – 2023 cultivo de papa
- Campaña agrícola 2023 – 2024 cultivo de cañihua

### 3.3. CARACTERISTICAS CLIMATICAS DEL C. E. ILLPA

La estación meteorológica SENAMHI CP 708 Puno, proporcionó información meteorológica durante la campaña agrícola 2023 – 2024 y promedios de 5 años anteriores. En la tabla 2 se muestra las temperaturas promedio mensuales en °C y la precipitación pluvial en mm/mes. Las figuras 2 y 3 muestran la variación mensual.

**Tabla 2**

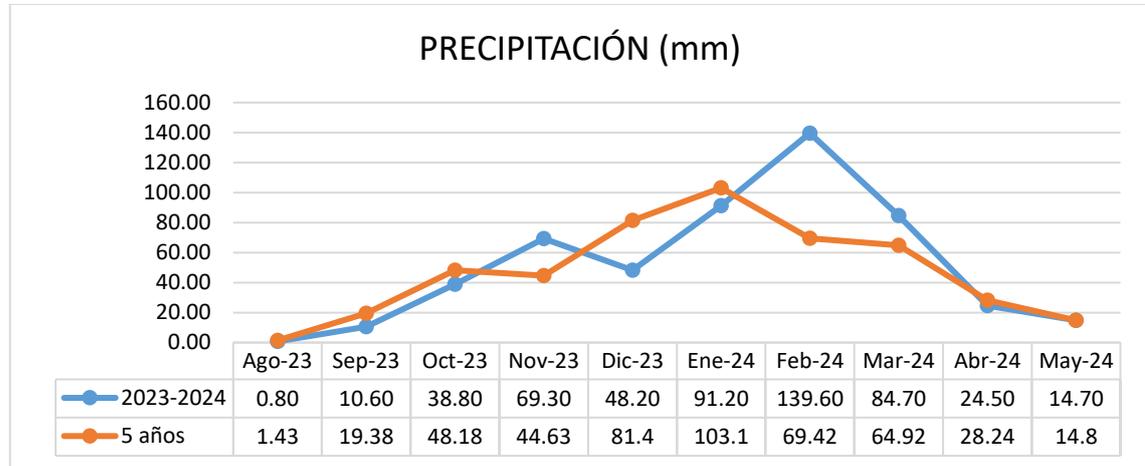
*Precipitación pluvial y temperatura promedio registrados durante la campaña agrícola 2023-2024 y datos históricos de 5 años*

Meses	Precipitación mm/mes		Temperatura promedio °C	
	5 años	2023-2024	5 años	2023-2024
Agosto	1.43	0.80	6.16	6.00
Septiembre	19.38	10.60	7.96	8.35
Octubre	48.18	38.80	9.03	11.05
Noviembre	44.63	69.30	10.28	11.10
Diciembre	81.40	48.20	9.95	11.20
Enero	103.10	91.20	9.86	10.09
Febrero	69.42	139.60	10.19	9.80
Marzo	64.92	84.70	9.17	9.95
Abril	28.24	24.50	7.51	9.00
Mayo	14.80	14.70	6.23	7.90

**Fuente:** SENAMHI Estación Meteorológica CP 708 Puno.

## Figura 2

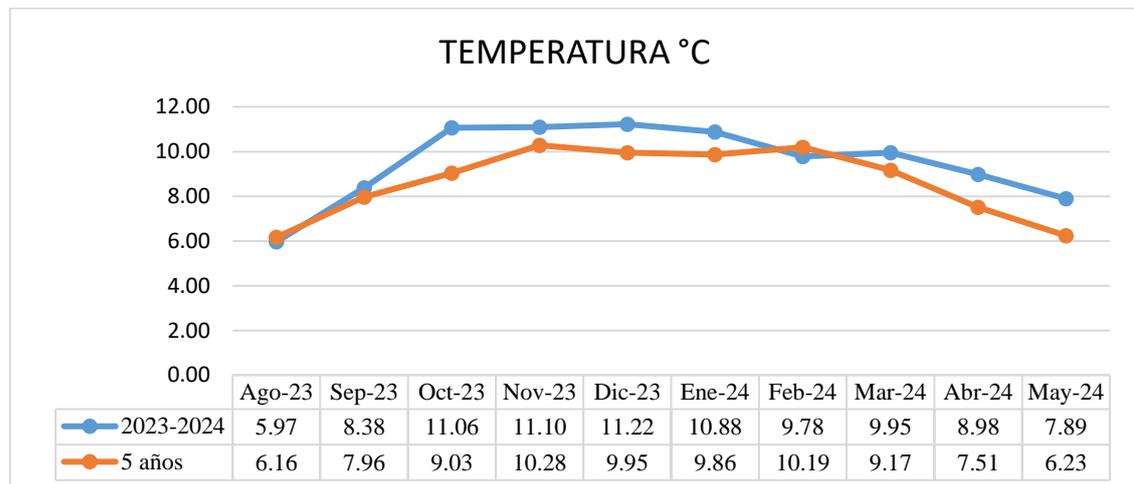
*Comparativo de precipitación pluvial mensual registrados en la campaña agrícola 2023-2024 con los datos históricos de 5 años.*



Nota: Los primeros meses hubo menos precipitaciones en la campaña agrícola 2023-2024 y en el mes de febrero se presentó mayores precipitaciones a comparación de los promedios de los 5 años.

## Figura 3

*Comparativo de temperaturas mensual registrados en la campaña agrícola 2023-2024 con los datos históricos de 5 años.*



Nota: Las temperaturas promedio registradas en la campaña agrícola 2023-2024 son mayores a comparación del promedio de 5 años históricos.



### 3.4. ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO DEL SUELO

El análisis de suelo se realizó en el laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNA – Puno, la tabla 3 muestra los resultados.

**Tabla 3**

*Resultados de análisis de suelo de la parcela experimental.*

Determinación	Resultado
pH	7.54
C. E. (mS/cm)	0.24
Nitrógeno (N) total (%)	0.10
Fósforo (P) disponible (ppm)	9.60
Potasio (K) disponible (ppm)	240
Materia orgánica (%)	2.00
CO <sub>3</sub> (%)	1.80
Al <sub>3</sub> (me/100g suelo)	0.00
Clase Textural	Franco arcilloso
% Arena	29
% Arcilla	35
% Limo	36

**Nota:** Análisis realizado en el laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias UNA - Puno

### 3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA

Las accesiones selectas de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) son muestras del Banco de Germoplasma de Cañihua de la Universidad Nacional del Altiplano - Puno, cuyas claves se detallan en los factores en estudio. Para este trabajo, se han muestreado 33 accesiones de cañihua, correspondientes a cada color característico del tallo, con el propósito de un buen manejo de la información y fácil caracterización en el campo.



### 3.6. TRATAMIENTO EN ESTUDIO

Las accesiones selectas se dividieron en tres colores distintivos que representan el cultivo de cañihua, el color del tallo durante la madurez fisiológica, ya que es una característica más estable que la coloración de las hojas; además, cada accesión es una expresión genética única. Las accesiones en estudio están organizadas por color y sus respectivas claves de identificación en la Tabla 4.

**Tabla 4**

*Clave de las accesiones selectas divididos por color de tallo.*

Clave de accesión	Color de tallo y hoja
03-21-166	Anaranjado
03-21-200	Anaranjado
03-21-204	Anaranjado
03-21-216	Anaranjado
03-21-259	Anaranjado
03-21-279	Anaranjado
03-21-285	Anaranjado
03-21-335	Anaranjado
03-21-130	Amarillo
03-21-131	Amarillo
03-21-138	Amarillo
03-21-142	Amarillo
03-21-203	Amarillo
03-21-296	Amarillo
03-21-315	Amarillo
03-21-339	Amarillo
03-21-3	Purpura
03-21-13	Purpura
03-21-15	Purpura
03-21-26	Purpura
03-21-33	Purpura
03-21-43	Purpura
03-21-90	Purpura
03-21-129	Purpura
03-21-140	Purpura
03-21-151	Purpura
03-21-213	Purpura
03-21-214	Purpura
03-21-255	Purpura
03-21-301	Purpura
03-21-316	Purpura
03-21-324	Purpura
03-21-337	Purpura



### 3.7. DISEÑO EXPERIMENTAL

Con la finalidad de cumplir con el objetivo del presente trabajo de investigación, se decidió utilizar el diseño completamente al azar (DCA), agrupado por colores, con 3 repeticiones y 99 unidades experimentales.

El siguiente modelo estadístico muestra el modelo aditivo lineal para el DCA:

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

Donde los componentes del modelo son:

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

$\mu$  = Media general

$\tau_i$  =  $i$ -ésimo tratamiento

$\varepsilon_{ij}$  = Error experimental en el  $i$ -ésimo tratamiento y en la  $j$ -ésima repetición.

### 3.8. CARACTERISTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

#### a. Área experimental

- Largo del área: 31 metros
- Ancho del área: 20.50 metros
- Área total: 589.25 m<sup>2</sup>

#### b. Unidad experimental

- Cantidad de parcelas: 99 unidades
- Medida de largo de parcela: 2 metros
- Medida de ancho de parcela: 1.5 metros
- Medida de distanciamiento entre parcelas: 0.5 metros



- Área neta: 3 m<sup>2</sup>
- Total, área neta de las parcelas: 297 m<sup>2</sup>

**c. Surcos**

- Cantidad de surcos por parcela: 3
- Medida del largo del surco: 2 metros
- Medida del distanciamiento entre surcos: 0.5 metros

**3.9. MATERIALES**

- Maquinaria agrícola
- Piquillo
- Cinta métrica
- Yeso
- Laptop
- Balanza de reloj
- Balanza electrónica
- Bolsa de plástico
- Descriptores de cañihua
- Hoz
- Mantas
- Cámara fotográfica



## **3.10. MÉTODOS**

### **3.10.1. Instalación, labores culturales, cosecha y postcosecha**

#### **3.10.1.1.Preparación de terreno**

La preparación del terreno se llevó a cabo de manera mecanizada utilizando un tractor agrícola. Después de la cosecha de la campaña 2022–2023, comenzó con labranza del terreno a una profundidad promedio de 0.30 metros. Para mullir el suelo, se empleó rastra y los terrones se desmenuzaron de forma cruzada. Esta actividad tuvo lugar en octubre. Para la caracterización fenológica, morfológica y rendimiento se crearon parcelas de 3m<sup>2</sup>, cada parcela con 3 surcos, con una distancia de 0.5 metros. Cada accesión con 3 repeticiones y haciendo un total de 99 unidades experimentales.

#### **3.10.1.2.Surcado y marcado del área experimental**

El surcado se realizó con maquinaria agrícola con una distancia de 0.5 metros y profundidad de 0.20 metros. Luego se realizó el trazado de las parcelas de acuerdo a las medidas planteadas, usando cinta métrica, cordel, estacas y yeso. Se trazó los bordes de las parcelas y sus calles respectivas.

#### **3.10.1.3.Siembra**

Esta actividad se llevó a cabo el 27 de octubre del 2023. Se ha aplicado el modo de siembra de chorro continuo en los 3 surcos por parcela, con un distanciamiento entre surcos de 0.5 metros y una profundidad de aproximadamente 1.5 cm. Se emplearon 2.4 gramos de



semilla por parcela, 0.8 g/m<sup>2</sup>, lo que indica que se utilizaron 8 kg/ha. Se repartieron aleatoriamente las 33 accesiones de cañihua.

#### **3.10.1.4.Raleo**

Se ha eliminado las plantas débiles y poco desarrolladas para aumentar el espacio, el vigor y el desarrollo de las plantas. Esta actividad se llevó a cabo una vez que las plantas alcanzaron una altura de 5 a 10 cm.

#### **3.10.1.5.Deshierbo**

Para evitar la presencia de plagas y enfermedades, así mismo la absorción de agua, nutrientes, luz y espacio se ha realizado el deshierbo el 15 de diciembre del 2023, 50 días después de la emergencia y el 28 de enero del 2024, 94 días después de la emergencia. Las malezas que se presentaron fueron:

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

#### **3.10.1.6. Identificación y control de plagas**

Algunas plagas y enfermedades se registraron superficialmente durante el desarrollo del cultivo, como:

- Escarabajo negro ( *Epicauta* sp. ), se presentó en los veranillos en el mes de febrero, observándose un porcentaje mínimo en la fase fenológica de ramificación hasta la madurez fisiológica; no obstante, no causo daño significativo al cultivo.



- Pulgón (*Macrosiphum euphorbiae*), se presentó en la etapa fenológica de madurez fisiológica; sin embargo, no hubo daños considerables en el cultivo.
- Kcona kcona (*Eurissacca quinoae*), Se observó durante la maduración de los granos, no causando daños considerables.

### **3.10.1.7.Cosecha**

Esta actividad se realizó según el periodo vegetativo de cada accesión, es decir cuando las plantas alcanzaron su madurez fisiológica. Del 4 al 10 de abril del 2024 se cosechó, usando una hoz para cortar a 5 cm del cuello de la planta. Para evitar el desgrane, cada accesión recolectada fue colocada sobre una manta.

### **3.10.1.8. Postcosecha**

Para cada accesión de cañihua, se ha realizado la trilla y venteado de manera individual y manual. Después de la trilla, se realizó zarandeo y venteo para separar la broza mayor, que estaba compuesta por ramas pequeñas, perigonios y hojas, que se conocen como “jipi”. Finalmente se realizó el pesado de las muestras en una balanza electrónica.

## **3.10.2. Criterios de caracterización**

### **3.10.2.1.Características morfológicas de accesiones de cañihua**

El estudio se realizó en base a los descriptores de (IPGRI, PROINPA e IFAT, 2005).

**a) Hábito de crecimiento:** Sayhua, lasta y pampalasta.



- b) Altura de planta:** Medida de la altura máxima de la planta.
- c) Características del tallo:** Medida del diámetro del tallo central y el color del tallo en la madurez fisiológica.
- d) Ramificación:** Es el número de ramas primarias y la medida de la cobertura vegetativa en la madurez fisiológica.
- e) Hoja:** Es la descripción de las hojas de la planta, seleccionadas en la floración, en donde se evalúa: la forma de la lámina foliar, el borde de la lámina foliar, el número de dientes de la lámina foliar, la longitud de peciolo, la longitud máxima de la lámina foliar, el ancho máximo de la lámina foliar y el color a la madurez fisiológica.
- f) Características del grano:** Se evalúa el grado de dehiscencia de la planta en la madurez fisiológica.
- g) Índice de cosecha:** Se determina mediante la siguiente formula:  
$$IC = (PG/PB + PG * 100)$$
; en donde, PG es peso del grano, PB es peso de la broza.

### 3.10.2.2. Características fenológicas de accesiones de cañihua

- a) Emergencia:** Días transcurridos de la fecha de siembra hasta las plántulas emergidas en un 50%.
- b) Dos hojas verdaderas:** Días transcurridos de la fecha de siembra hasta que las plántulas tengan 2 hojas.
- c) Ramificación:** Días transcurridos desde la fecha de siembra hasta el desarrollo de ramas primarias.
- d) Formación de inflorescencia:** Días transcurridos de la siembra hasta la formación de inflorescencia.



- e) **Floración:** Días transcurridos desde la siembra hasta la floración de la planta.
- f) **Grano lechoso:** Días transcurridos desde la siembra hasta que las plantas presenten granos que al presionar liberen líquido blanquecino.
- g) **Grano pastoso:** Días transcurridos desde la siembra hasta que las plantas tengan apariencia pastosa.
- h) **Madurez fisiológica:** Días transcurridos desde la siembra hasta que los granos tengan resistencia al ejercer presión.

### 3.10.3. Rendimiento de grano

La suma de los datos evaluados sobre el rendimiento grano de cada accesión, se realizó en esta variable, para luego convertir de gramos a kilogramos el rendimiento real de cada accesión expresado en kg/ha (IPGRI, PROINPA e IFAD, 2005).

## 3.11. VARIABLES DE RESPUESTA

- a) **Características fenológicas:** Las variables evaluadas de fenología son: Emergencia de plántulas, Dos hojas verdaderas, Ramificación, Formación de inflorescencia, Floración, Grano lechoso, Grano pastoso y Madurez fisiológica.
- b) **Características morfológicas:** Las variables evaluadas de morfología son: hábito de crecimiento, altura de la planta, diámetro del tallo central, color del tallo en la madurez fisiológica, número de ramas primarias, cobertura vegetativa, longitud de peciolo, longitud máxima de lámina foliar, ancho máximo de lámina foliar e índice de cosecha.



c) **Rendimiento de grano:** Se han agrupado por colores anaranjado, amarillo y púrpura.

### 3.12. ANÁLISIS DE DATOS

Los datos obtenidos de caracterización fenológica, morfológica y de rendimiento de grano de cañihua fueron analizados mediante estadística descriptiva y análisis de varianza.

#### 3.12.1. Estadística descriptiva

En cuanto a los parámetros cuantitativos, se han empleado los estadísticos de: desviación estándar, media, coeficiente de variabilidad, valores mínimos y máximos; y los parámetros cualitativos se han procesado como frecuencia relativa.

#### 3.12.2. Análisis de varianza y prueba de significancia

El trabajo se condujo bajo el diseño completamente al azar, que analizó los datos cuantitativos observados por cada accesión y los criterios establecidos en los descriptores. La tabla 5 describe el modelo para el análisis de varianza del diseño completamente al azar.

Finalmente se lleva a cabo la prueba de significancia en los casos en los que el ANVA da como resultado una F calculada que se encuentra en la zona de rechazo de la hipótesis, con una probabilidad de 0.05, según la prueba de Duncan.



**Tabla 5**

*Análisis de varianza para el diseño completamente al azar.*

Fuente de Variabilidad (F.V.)	Grados de Libertad (G.L.)	Suma de Cuadrados (S.C.)	Cuadrado Medio (C.M.)	F – Calculada
Tratamientos	t-1	SCT	SCT/t-1	CMT/CME
Error	t(r-1)	SCE	SCE/t(r-1)	
TOTAL	rt-1	SCTO		

La prueba de significancia de Duncan, con una probabilidad de error de 0.05, se ha utilizado para distinguir las accesiones que se destacan, son inferiores o son similares.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. ANÁLISIS DE CARACTERÍSTICAS FENOLÓGICAS DE LAS ACCESIONES

**Tabla 6**

*Promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, valor mínimo y máximo de 33 accesiones en estudio.*

FENOLOGIA (días)	n	Promedio (días)	Desviación estándar	Coeficiente variabilidad	Valor Mínimo	Valor Máximo
Emergencia	99	7.18	1.39	19.32	5.00	10.00
Dos hojas verdaderas	99	18.09	2.61	14.43	14.00	23.00
Ramificación	99	41.97	4.50	10.72	34.00	49.00
Formación de inflorescencia	99	63.36	1.46	2.30	61.00	66.00
Floración	99	80.24	4.79	5.97	67.00	87.00
Grano lechoso	99	102.00	2.79	2.73	95.00	106.00
Grano pastoso	99	130.79	12.60	9.63	120.00	199.00
Madurez fisiológica	99	165.97	5.62	3.39	154.00	172.00

La Tabla 6 muestra los resultados de la evaluación de las fases fenológicas de todas las accesiones en estudio; para cada una de ellas, la duración de cada fase fenológica se indica en días después de la siembra. Las estadísticas descriptivas incluyen el promedio, la desviación estándar, el coeficiente de variabilidad y los valores mínimos y máximos absolutos.

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).



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 mayores precipitaciones en algunos meses del año 2023-2024 en comparación con el promedio de cinco años favorecen ciertas etapas del desarrollo del cultivo de cañihua, mientras que el aumento de temperatura puede acelerar el desarrollo fenológico. Sin embargo, es importante considerar la distribución de las precipitaciones y cómo estas afectan el crecimiento y desarrollo del cultivo en diferentes fases. En cuanto a nutrientes, los niveles de nitrógeno (0.10 %) y fósforo (9.60 ppm) son bajos, mientras que el potasio (240 ppm) está en niveles adecuados. La baja disponibilidad de nitrógeno y fósforo puede limitar el crecimiento y desarrollo de la cañihua.

A continuación, se describen las fases fenológicas registradas en el presente estudio:

#### **4.1.1. Emergencia**

Después de la siembra, la emergencia de las plántulas ocurre en promedio en  $7.18 \pm 1.39$  días, dependiendo de las accesiones, pero generalmente ocurre entre 6 y 9 días. La emergencia de las plántulas también depende de la humedad del suelo y la calidad de la semilla. Los agricultores adoptan la época de siembra en la región Puno, aproximadamente en los meses de octubre y noviembre, en la presencia de las primeras precipitaciones. La baja precipitación en octubre (38.8 mm) ha limitado la disponibilidad de humedad necesaria para la germinación



óptima, lo que potencialmente retrasó el inicio de la germinación. Así mismo, el bajo nivel de fósforo (9.60 ppm) puede afectar negativamente el desarrollo de raíces y la formación de inflorescencias. Durante las primeras fases, un déficit de fósforo puede retrasar el crecimiento inicial y limitar el desarrollo del sistema radicular.

Mamani (2022), indica que la emergencia de plántulas de cañihua ocurre en  $8.63 \pm 1.55$  días, con un rango de 7 a 10 días. Por otro lado, 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. Resultados similares al presente trabajo de investigación.

#### **4.1.2. Dos hojas verdaderas**

Después de la emergencia de las plántulas se pueden observar cotiledones y las dos hojas verdaderas se pueden observar transcurrido un promedio de  $18.09 \pm 2.61$  días. Esta característica fenológica se presenta dentro de los 16 a 21 días después de la siembra. Sin embargo, un contenido bajo de nitrógeno (0.10%), limita el crecimiento vegetativo, afectando la fase de dos hojas verdaderas y ramificación. El nitrógeno es crucial para el desarrollo de hojas y tallos.

La duración de la fase fenológica de dos hojas verdaderas reportado por Nina (2014), de 20 a 21 días, son mayores en relación al presente estudio, probablemente debido a la diferencia en los días de emergencia y condiciones ambientales. Por otro lado, Mamani (2022), reporta que la fase fenológica de dos hojas verdaderas se presenta en  $15.58 \pm 1.95$  días, y varía entre 14 a 18 días.



#### **4.1.3. Ramificación**

Esta fase se presentó en un promedio de  $41.97 \pm 4.50$  días contados a partir de la fecha de siembra, sin embargo, esta fase varía en algunas accesiones en un rango de 38 a 47 días. El potasio (240 ppm) según el análisis de fertilidad de suelo, está en niveles adecuados. El potasio es crucial para la fotosíntesis, la síntesis de proteínas y la regulación del agua.

La duración de 40 a 43 días indicados por Nina (2014); así como los resultados reportados Mamani (2022), determina que la fase de ramificación en promedio ocurre en  $49.35 \pm 4.60$  días después de la siembra, y varía en un rango de 45 a 54 días. Resultados similares al presente trabajo.

#### **4.1.4. Formación de inflorescencia**

Esta fase en promedio se forma en  $63.36 \pm 1.46$  días registrados a partir de la siembra, la inflorescencia se presenta en un rango de 62 a 65 días, de acuerdo a las características de cada accesión. Este periodo es sensible a las condiciones climáticas. La alta precipitación en febrero puede impactar positivamente o negativamente dependiendo de la distribución de las lluvias y la temperatura durante esta fase.

Mamani (2022), indica que la inflorescencia en promedio se forma en  $62.01 \pm 3.49$  días después de la siembra, esta fase ocurre en un rango de 59 a 66 días.

#### **4.1.5. Floración**

Esta fase fenológica de la floración de las 33 accesiones de cañihua en promedio es de  $80.24 \pm 4.79$  días después de la siembra y el rango de variación es



de 76 a 85 días, se observaron accesiones precoces y tardías. Paucara (2016), reporta el rango de 67 a 81 días para la fase de floración. Así mismo, Mamani (2022), reporta que la fase de floración de las accesiones en promedio es de  $81.19 \pm 6.40$  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.

#### **4.1.6. Grano lechoso**

Esta fase fenológica se presenta en promedio de  $102.00 \pm 2.79$  días, desde la siembra, al igual que las otras fases, el grano lechoso varía en un rango de 99 a 105 días, cada accesión en particular. Los promedios reportados por Nina (2014), es de 107 a 112 días, son mayores de los indicados al presente estudio. Sin embargo, Paucara (2016), reporta rangos amplios que abarcan entre 82 a 116 días. Por otro lado, Mamani (2022), reporta un rango de 97 a 105 días, los resultados de esta fase son similares con los antecedentes.

#### **4.1.7. Grano pastoso**

Esta fase se registró en promedio de  $130.79 \pm 12.60$  días, con un rango de 118 a 144 días, puesto que, en algunas accesiones se presentan antes o después. El rango de duración de esta fase fenológica reportada por Nina (2014), de 121 a 127 días de duración; se encuentran dentro de los rangos consignados en el presente estudio. Así mismo, Mamani (2022), indica que las accesiones de cañihua en estudio presentan grano pastoso en  $126.64 \pm 7.91$  días como promedio general, y varía entre 119 a 135 días.



#### 4.1.8. Madurez fisiológica

La madurez fisiológica de las 33 accesiones de cañihua ocurre en  $165.97 \pm 5.62$  días, desde la siembra, con un rango de 160 a 172 días, en esta fase se puede determinar si las accesiones son precoces o tardías. La madurez fisiológica parece estar menos afectada por la variabilidad en precipitaciones en comparación con etapas anteriores, pero la alta precipitación en enero y febrero puede influir en la calidad del grano. Las temperaturas ligeramente más altas de la campaña agrícola 2023-2024 pueden acelerar algunos procesos fenológicos, como la floración y la maduración, pero también podrían tener efectos adversos si se combinan con estrés hídrico. Los reportes de Nina (2014), informa rangos de 133 a 139 días, por otro lado, Mamani (2022), informa que la fase de madurez fisiológica varía en un rango de 155 a 175 días. Siendo este último similar al presente trabajo de investigación.

La tabla del Anexo 10 muestra los resultados de las 33 accesiones en estudio, la evaluación de la cantidad de días en que alcanza la madurez fisiológica, agrupados por colores anaranjado, amarillo y púrpura. En donde, se detalla sus promedios, desviación estándar, valores mínimos y máximos.

La accesión 03-21-259, se considera tardía por alcanzar la madurez fisiológica en 172 días desde la siembra; de igual forma la accesión 03-21-203 perteneciente al grupo de color amarillo y la accesión 03-21-90 del grupo de color púrpura también se determinan como tardías.

Sin embargo, se considera accesiones precoces por alzar la madurez fisiológica en menos días, por grupo de color amarillo, las accesiones 03-21-315

y 03-21-339 son precoces con 154 días; dentro del grupo de color púrpura están las accesiones 03-21-26 y 03-21-214.

## 4.2. ANÁLISIS DE CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

### 4.2.1. Hábito de crecimiento

La Tabla del Anexo 1 muestra los resultados de la evaluación de esta característica, donde las 33 accesiones evaluadas muestran un hábito de crecimiento "lasta", que representa el 100% de las accesiones evaluadas.

Mamani (2022), al realizar la evaluación de 50 accesiones de cañihua, logró caracterizar 44 accesiones que presentan hábito 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.

### 4.2.2. Altura de planta

Los resultados por grupo de color anaranjado, amarillo y púrpura se muestran en la tabla del Anexo 2, además, muestra el promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad y los valores mínimo y máximo.

**Tabla 7**

*Análisis de varianza de altura de planta (cm) en 33 accesiones de cañihua.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Accesiones	8112.84	32	253.53	4.94	<0.0001
Error	23841.6	462	51.61		
Total	31954.44	494			

Media = 495    CV = 14.43%

El análisis de varianza en la tabla 7, muestra que hay diferencias significativas ( $\alpha = 0.01$ ), con un coeficiente de variabilidad de 14.43% entre las medias de las accesiones. El valor F elevado y el p-valor muy bajo sugieren que el modelo es efectivo para explicar una cantidad significativa de variabilidad en los datos, en comparación con la variabilidad no explicada por el error.

**Tabla 8**

*Prueba de significancia Duncan ( $\alpha = 0.05$ ), para la altura de planta en 33 accesiones de cañihua*

Clave de accesión	n	E.E	Media	
03-21-203	15	1.85	60.73	a
03-21-296	15	1.85	59.40	a b
03-21-43	15	1.85	55.20	b c
03-21-214	15	1.85	54.40	b c d
03-21-285	15	1.85	54.13	b c d e
03-21-3	15	1.85	53.87	b c d e f
03-21-142	15	1.85	52.07	c d e f g
03-21-315	15	1.85	51.80	c d e f g
03-21-301	15	1.85	51.73	c d e f g
03-21-204	15	1.85	51.47	c d e f g
03-21-138	15	1.85	51.00	c d e f g
03-21-316	15	1.85	50.73	c d e f g
03-21-324	15	1.85	50.60	c d e f g h
03-21-335	15	1.85	49.93	c d e f g h i
03-21-140	15	1.85	49.87	c d e f g h i
03-21151	15	1.85	49.73	c d e f g h i
03-21-166	15	1.85	49.47	c d e f g h i j
03-21-337	15	1.85	49.13	c d e f g h i j
03-21-13	15	1.85	48.67	d e f g h i j
03-21-213	15	1.85	48.60	d e f g h i j
03-21-279	15	1.85	48.27	d e f g h i j k
03-21-255	15	1.85	48.13	d e f g h i j k
03-21-339	15	1.85	47.93	e f g h i j k
03-21-131	15	1.85	47.87	e f g h i j k
03-21-33	15	1.85	47.47	f g h i j k
03-21-26	15	1.85	47.27	g h i j k
03-21-15	15	1.85	47.07	g h i j k



Clave de accesión	n	E.E	Media	
03-21-200	15	1.85	46.60	g h i j k
03-21-130	15	1.85	46.00	g h i j k
03-21-216	15	1.85	44.27	h i j k
03-21-259	15	1.85	43.87	i j k
03-21-90	15	1.85	43.27	j k
03-21-129	15	1.85	42.27	k

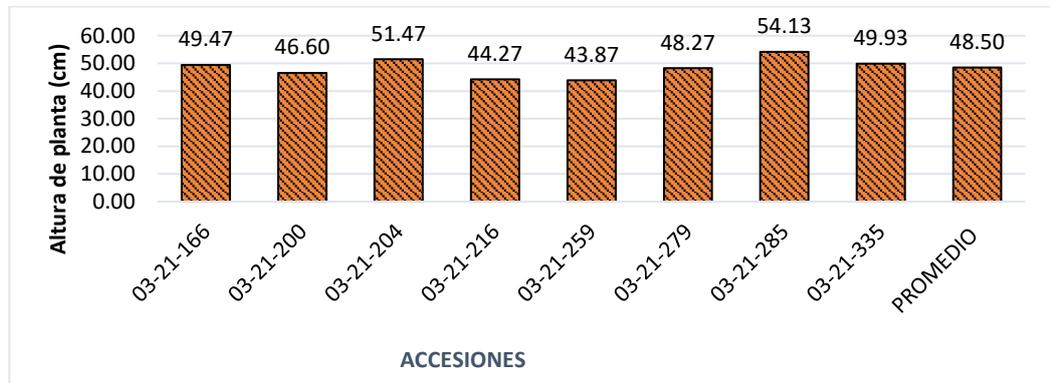
La Tabla 8, muestra las accesiones superiores en altura de planta, que son las siguientes: accesión 03-21-203 y 03-21-296, con 60.73 y 59.40 cm, respectivamente; la prueba de significancia Duncan ( $\alpha = 0.05$ ). También se observa un amplio rango de variaciones en la altura de la planta, desde 42.27cm de la accesión 03-21-129, hasta 60.73cm de la accesión 03-21-203.

Mamani (2022), reporta altura de planta de 42.25 cm a 62.80 cm. Así mismo, Bravo et al., (2022), reporta alturas de 49.65cm a 71.60 cm, de la misma manera, Chagua (2020), reporta altura de planta de 44.4 cm a 56.5 similares al presente estudio.

El promedio de altura de planta varia por grupo de color entre 48.50 hasta 52.10 cm, accesiones anaranjadas con 49.24 cm, accesiones amarillas con 52.10 cm, y accesiones púrpuras con 48.50 cm, los cuales se muestran en las figuras 4, 5 y 6.

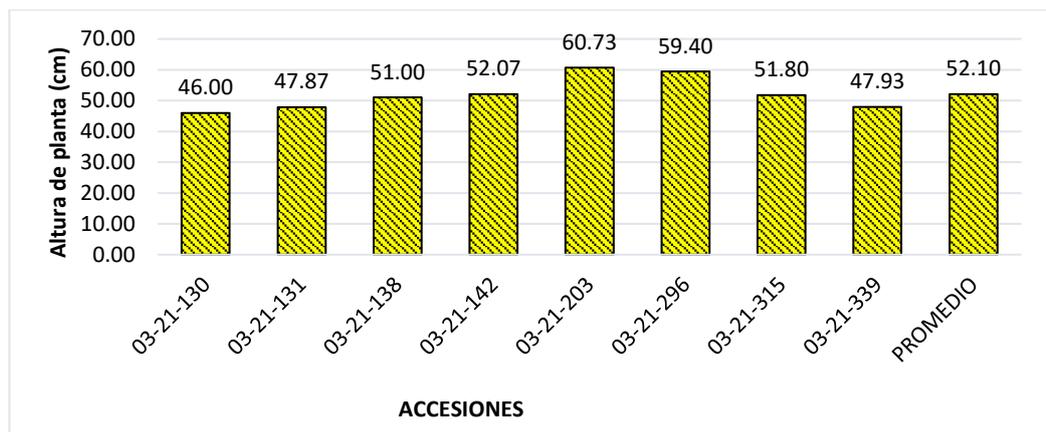
**Figura 4**

*Altura de planta (cm) en accesiones de cañihua con color anaranjado.*



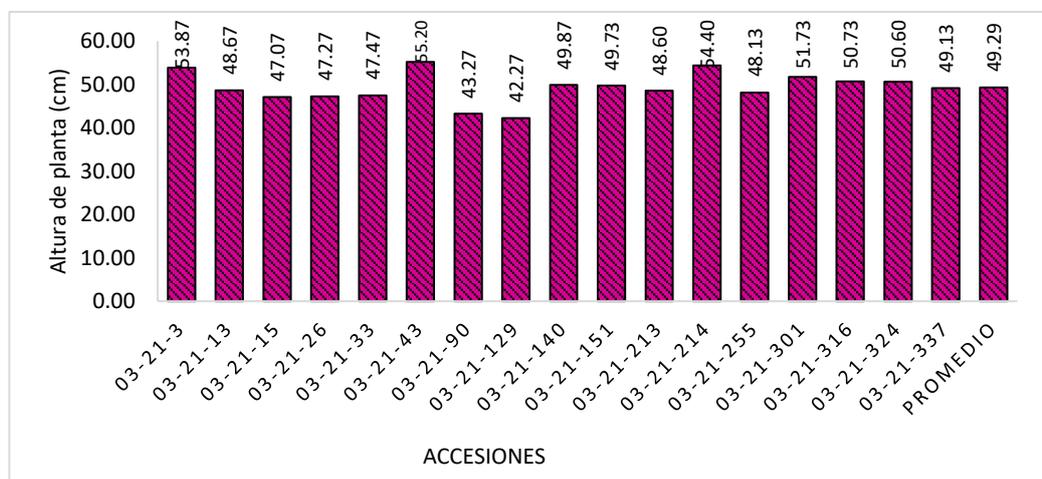
**Figura 5**

*Altura de planta (cm) en accesiones de cañihua con color amarillo.*



**Figura 6**

*Altura de planta (cm) en accesiones de cañihua con color púrpura.*



### 4.2.3. Diámetro de tallo central

Los resultados del diámetro del tallo central de las accesiones de color anaranjado, amarillo y púrpura, se muestran en la Tabla del Anexo 3; se detallan los valores promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad máximo y mínimo para cada grupo de color.

**Tabla 9**

*Análisis de varianza del diámetro de tallo central (mm) en 33 accesiones de cañihua.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Accesiones	85.52	32	2.70	4.73	<0.0001
Error	264.08	462	0.57		
Total	350.6	494			

Media = 495      CV=16.80%

Los resultados del análisis de varianza de diámetro del tallo central, la tabla 9, explica una cantidad significativa de variabilidad en comparación con el error. El valor de F de 4.73 con un p-valor <0.0001 indica que las diferencias entre los grupos son estadísticamente significativas.

**Tabla 10**

*Prueba de significancia Duncan ( $\alpha = 0.05$ ,) para el diámetro de tallo central en 33 accesiones de cañihua*

Clave de accesión	n	E.E	Media
03-21-285	15	0.20	5.47 a
03-21-335	15	0.20	5.45 a b
03-21-203	15	0.20	5.40 a b c
03-21-315	15	0.20	4.90 a b c d
03-21-316	15	0.20	4.85 b c d e
03-21-339	15	0.20	4.84 b c d e
03-21-324	15	0.20	4.84 b c d e
03-21-200	15	0.20	4.83 c d e



Clave de accesión	n	E.E	Media	
03-21-151	15	0.20	4.79	c d e f
03-21-204	15	0.20	4.59	d e f g
03-21-166	15	0.20	4.59	d e f g
03-21-33	15	0.20	4.57	d e f g
03-21-337	15	0.20	4.57	d e f g
03-21-296	15	0.20	4.54	d e f g
03-21-214	15	0.20	4.51	d e f g h
03-21-13	15	0.20	4.49	d e f g h
03-21-130	15	0.20	4.48	d e f g h i
03-21-138	15	0.20	4.45	d e f g h i
03-21-213	15	0.20	4.41	d e f g h i
03-21-142	15	0.20	4.41	d e f g h i
03-21-255	15	0.20	4.37	d e f g h i
03-21-259	15	0.20	4.35	d e f g h i
03-21-15	15	0.20	4.32	d e f g h i
03-21-43	15	0.20	4.25	d e f g h i
03-21-3	15	0.20	4.25	d e f g h i
03-21-90	15	0.20	4.21	e f g h i
03-21-301	15	0.20	4.11	f g h i
03-21-140	15	0.20	4.06	g h i
03-21-279	15	0.20	4.05	g h i
03-21-216	15	0.20	4.01	g h i
03-21-131	15	0.20	3.86	h i
03-21-26	15	0.20	3.85	h i
03-21-129	15	0.20	3.81	i

La prueba de significancia de la Tabla 10, muestra las accesiones con mayor diámetro de tallo identificados con las claves de: 03-21-285, 03-21-335, 03-21-203, y 03-21-315, con 5.47, 5.45, 5.40 y 4.90 mm respectivamente. Así mismo, se observa que el diámetro de tallo central varía desde 3.81 mm la accesión 03-21-129, siendo el más bajo y la accesión 03-21-285 con 5.47 mm, siendo el valor más alto. Los cuales se muestran en las figuras 7, 8 y 9.

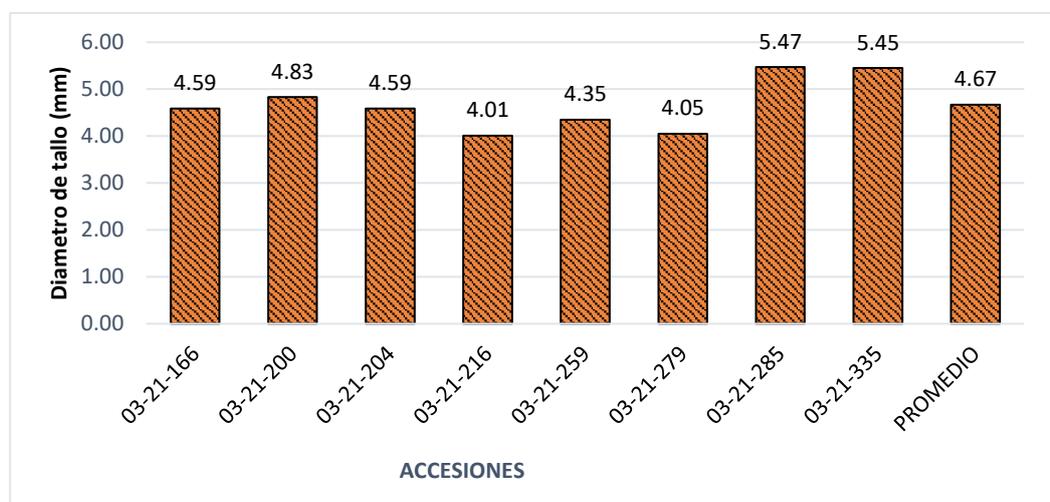
Mamani (2022), al evaluar 50 accesiones de cañihua, observa que el diámetro de tallo central entre accesiones varía de 4.07 mm valor más bajo, hasta un máximo de 5.83 mm, mostrando diversidad en este parámetro. Así mismo,

Chahua (2020), reporta diámetro de tallo central entre 5.11 a 6.32 mm en diez accesiones de cañihua.

Por otra parte, Chambi (2017) obtuvo diámetros de tallo entre 1.73 a 5.98 mm como una característica agronómica de 39 accesiones de cañihua evaluadas.

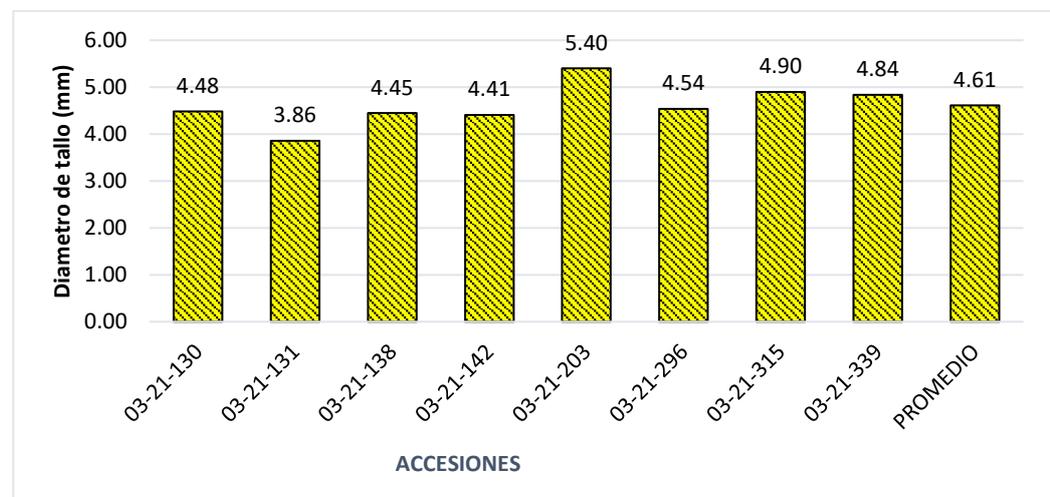
**Figura 7**

*Diámetro de tallo central (mm) en accesiones de cañihua con color anaranjado.*



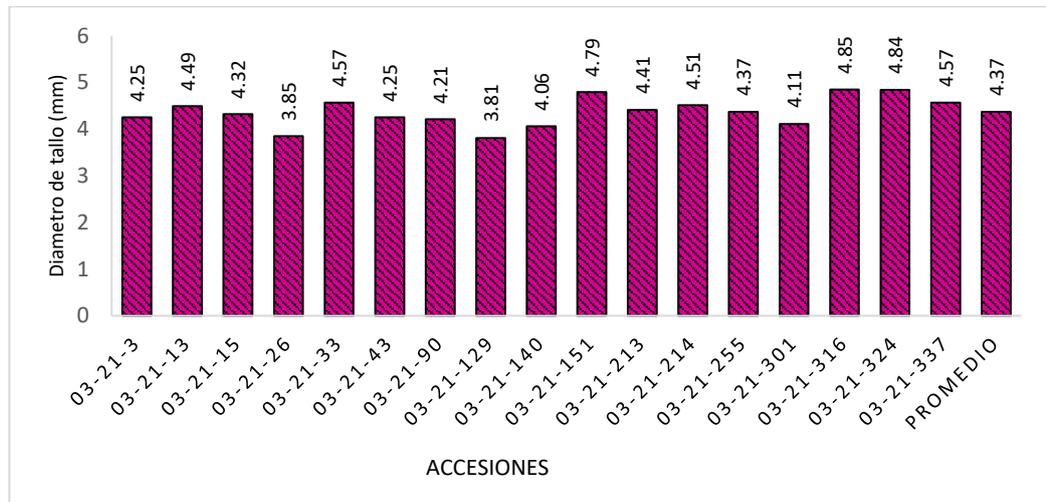
**Figura 8**

*Diámetro de tallo central (mm) en accesiones de cañihua con color amarillo.*



**Figura 9**

*Diámetro de tallo central (mm) en accesiones de cañihua con color púrpura.*



#### 4.2.4. Color del tallo en la madurez fisiológica

Los resultados de la evaluación del color del tallo se muestran en la tabla del Anexo 1, donde se identifican tres colores distintivos entre las 33 accesiones, de los cuales, 8 son anaranjados, 8 son amarillos y 17 son de color púrpura.

Mamani (2022), reporta cinco colores característicos dentro de 50 accesiones, 8 amarillos, 25 rosados, 6 anaranjados, 5 rojos y 6 púrpuras.

#### 4.2.5. Número de ramas primarias

La tabla del Anexo 4 presenta las accesiones organizadas por colores (anaranjado, amarillo y púrpura), e incluye los promedios, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, valores mínimos y máximos correspondientes a cada grupo.

**Tabla 11**

*Análisis de varianza del número de ramas primarias en 33 accesiones de cañihua*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Accesiones	54.22	32	1.69	2.87	<0.0001
Error	273.2	462	0.59		
Total	327.42	494			

Media=495 CV=16.17%

La tabla 11 del análisis de varianza del número de ramas primarias en las 33 accesiones de cañihua muestra que existen diferencias significativas entre las accesiones estudiadas ( $\alpha=0.01$ ).

**Tabla 12**

*Prueba de significancia Duncan ( $\alpha = 0.05$ ), para el número de ramas primarias en 33 accesiones de cañihua*

Clave de accesión	n	E.E	Media
03-21-213	15	0.20	5.53 a
03-21-130	15	0.20	5.33 a b
03-21-13	15	0.20	5.27 a b c
03-21-296	15	0.20	5.20 a b c d
03-21-129	15	0.20	5.13 a b c d e
03-21-203	15	0.20	5.13 a b c d e
03-21-339	15	0.20	5.00 a b c d e f
03-21-15	15	0.20	5.00 a b c d e f
03-21-3	15	0.20	4.93 a b c d e f
03-21-204	15	0.20	4.93 a b c d e f
03-21-26	15	0.20	4.80 b c d e f g
03-21-140	15	0.20	4.80 b c d e f g
03-21-335	15	0.20	4.80 b c d e f g
03-21-216	15	0.20	4.80 b c d e f g
03-21-315	15	0.20	4.80 b c d e f g
03-21-255	15	0.20	4.73 b c d e f g
03-21-33	15	0.20	4.73 b c d e f g
03-21-301	15	0.20	4.73 b c d e f g
03-21-151	15	0.20	4.73 b c d e f g

Clave de accesión	n	E.E	Media	
03-21-324	15	0.20	4.67	b c d e f g
03-21-90	15	0.20	4.67	b c d e f g
03-21-142	15	0.20	4.67	b c d e f g
03-21-214	15	0.20	4.67	b c d e f g
03-21-316	15	0.20	4.60	c d e f g
03-21-200	15	0.20	4.53	d e f g h
03-21-337	15	0.20	4.53	d e f g h
03-21-131	15	0.20	4.47	e f g h
03-21-138	15	0.20	4.47	e f g h
03-21-43	15	0.20	4.40	f g h
03-21-285	15	0.20	4.40	f g h
03-21-279	15	0.20	4.33	f g h
03-21-259	15	0.20	4.20	g h
03-21-166	15	0.20	3.93	h

La tabla 12, muestra la prueba de significancia Duncan, indicando que las accesiones 03-21-213, 03-21-130, 03-21-13, 03-21-296, 03-21-129, 03-21-203, 03-21-339, 03-21-15, 03-21-3 y 03-21-204, con medias 5.53, 5.33, 5.27, 5.20, 5.13, 5.13, 5.00, 5.00, 4.93 y 4.93, respectivamente, no presentan diferencias estadísticas significativas entre ellas. Estas accesiones se clasifican en el grupo con el mayor número de ramas primarias. En general, el número de ramas primarias en las accesiones estudiadas varía entre 3.93 y 5.53.

Mamani (2022), reporta un rango de variación de número de ramas primarias de 4 a 5.60 número de ramas primarias. Sin embargo, Machaca (2021), considera que el número de ramas primarias varía de 3 a 4 en promedio.

#### 4.2.6. Cobertura vegetativa

La tabla del Anexo 5 presenta la extensión de cobertura vegetativa de las accesiones de cañihua, organizadas por color. Para cada accesión, se detalla las estadísticas descriptivas que incluyen la media, la desviación estándar, el coeficiente de variabilidad, así como los valores mínimo y máximo observados.

**Tabla 13**

*Análisis de varianza de cobertura vegetal en 33 accesiones de cañihua.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Accesiones	4158.73	32	129.96	2.46	<0.0001
Error	24390.27	462	52.79		
Total	28549.00	494			

Media=495 CV=16.51%

La tabla 13 del análisis de varianza muestra que las diferencias entre accesiones tienen un efecto significativo en la cobertura vegetal, por lo que la prueba de significancia que muestra la tabla 14 detalla que, las primeras 18 accesiones: 03-21-200, 03-21-296, 03-21-203, 03-21-3, 03-21-43, 03-21-204, 03-21-138, 03-21-339, 03-21-131, 03-21-142, 03-21-315, 03-21-151, 03-21-337, 03-21-26, 03-21-130, 03-21-279, 03-21-129 y 03-21-90, con medias de: 50.20, 49.73, 48.13, 47.87, 47.67, 47.47, 45.67, 45.67, 45.40, 45.33, 44.87, 44.80, 44.53, 44.47, 44.20, 44.07, 44.07, 43.80 y 43.73 cm, respectivamente. No muestran diferencias estadísticas significativas.

**Tabla 14**

*Prueba de significancia Duncan ( $\alpha=0.05$ ), para la cobertura vegetal en 33 accesiones de cañihua.*

Clave de accesión	n	E.E	Media
03-21-200	15	1.88	50.20 a
03-21-296	15	1.88	49.73 a b
03-21-203	15	1.88	48.13 a b c
03-21-3	15	1.88	47.87 a b c
03-21-43	15	1.88	47.67 a b c
03-21-204	15	1.88	47.47 a b c d
03-21-138	15	1.88	45.67 a b c d e
03-21-339	15	1.88	45.67 a b c d e
03-21-131	15	1.88	45.40 a b c d e
03-21-142	15	1.88	45.33 a b c d e
03-21-315	15	1.88	44.87 a b c d e

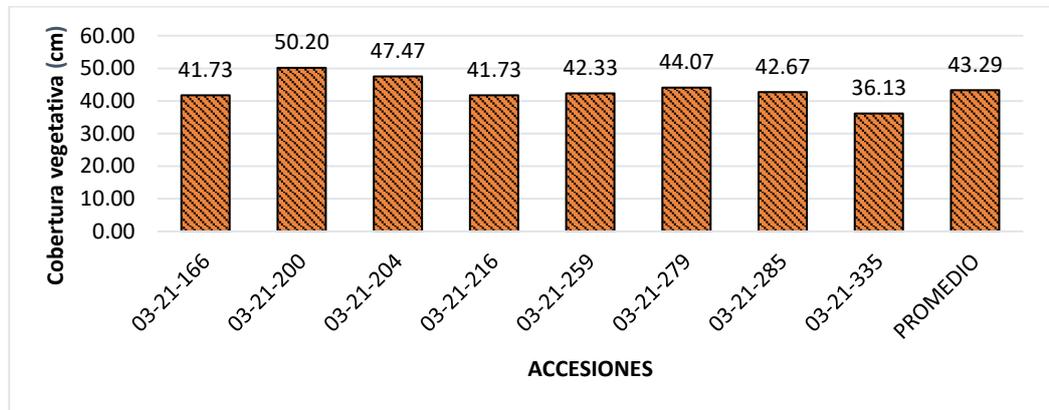


Clave de accesión	n	E.E	Media
03-21-151	15	1.88	44.80 a b c d e
03-21-337	15	1.88	44.53 a b c d e
03-21-26	15	1.88	44.47 a b c d e
03-21-130	15	1.88	44.20 a b c d e
03-21-279	15	1.88	44.07 a b c d e
03-21-129	15	1.88	44.07 a b c d e
03-21-90	15	1.88	43.80 a b c d e
03-21-324	15	1.88	43.73 a b c d e
03-21-214	15	1.88	43.47 b c d e
03-21-13	15	1.88	43.20 c d e
03-21-140	15	1.88	43.00 c d e
03-21-285	15	1.88	42.67 c d e
03-21-259	15	1.88	42.33 c d e
03-21-33	15	1.88	42.27 c d e
03-21-301	15	1.88	41.87 c d e f
03-21-166	15	1.88	41.73 c d e f
03-21-216	15	1.88	41.73 c d e f
03-21-316	15	1.88	41.00 d e f
03-21-15	15	1.88	40.87 e f
03-21-255	15	1.88	40.20 e f
03-21-213	15	1.88	39.80 e f
03-21-335	15	1.88	36.13 f

En el presente estudio la variación de cobertura vegetativa abarca desde 43.73 cm hasta 50.20 cm, y por grupos de color muestra las figuras 10, 11 y 12, estos datos son comparados por otros reportes. Así como, Chambi (2017), que indica un rango de variación de 2.37 a 34.64 cm de cobertura vegetativa en la caracterización de 39 accesiones de cañihua. De la misma forma, Quispe (2007), informa un rango de cobertura vegetativa que varía de 4.2 a 52.2 cm en 244 accesiones de cañihua.

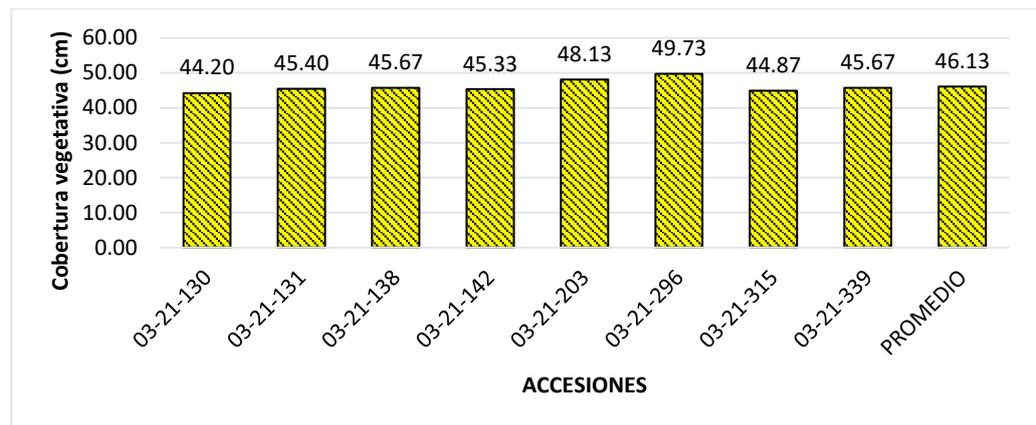
**Figura 10**

*Cobertura vegetal (cm) en accesiones de cañihua con color anaranjado.*



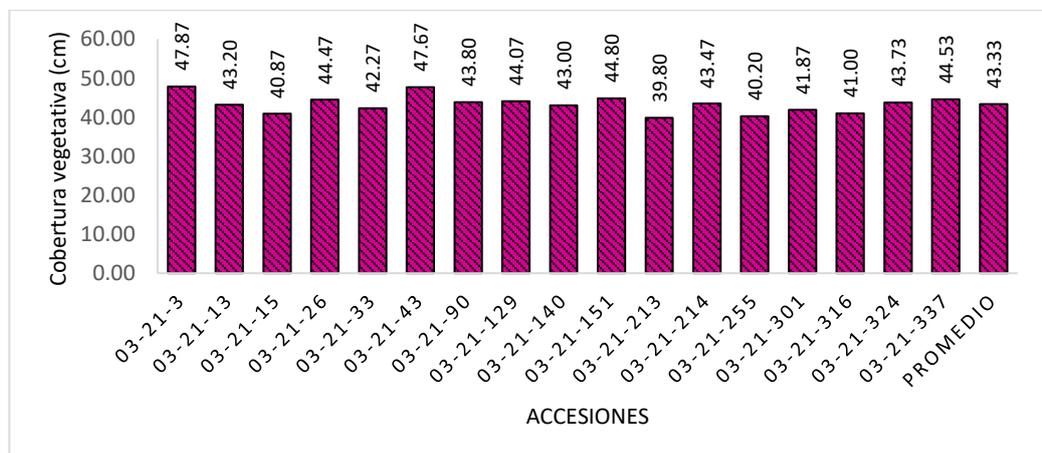
**Figura 11**

*Cobertura vegetal (cm) en accesiones de cañihua con color amarillo.*



**Figura 12**

*Cobertura vegetal (cm) en accesiones de cañihua con color púrpura.*



#### 4.2.7. Longitud de peciolo

**Tabla 15**

*Análisis de varianza de longitud de peciolo en 33 accesiones de cañihua.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Accesiones	4.78	32	0.15	2.60	<0.0001
Error	26.48	462	0.06		
Total	31.26	494			

Media=495 CV=27.46

El análisis de varianza de la tabla 15 muestra que las diferencias entre las accesiones de cañihua tienen un efecto significativo sobre la longitud de peciolo. La variabilidad entre accesiones es considerable en comparación con la variabilidad dentro de las accesiones, como lo indica el valor F alto y el p-valor muy bajo. La longitud del peciolo varía significativamente entre las accesiones estudiadas, lo cual es relevante para la selección y mejoramiento de accesiones de cañihua.

**Tabla 16**

*Prueba de significancia Duncan ( $\alpha=0.05$ ), para la longitud de peciolo en 33 accesiones de cañihua.*

Clave de Accesoión	n	E.E	Media
03-21-285	15	0.06	1.07 a
03-21-339	15	0.06	1.01 a b
03-21-315	15	0.06	1.00 a b c
03-21-166	15	0.06	0.97 a b c d
03-21-301	15	0.06	0.97 a b c d
03-21-130	15	0.06	0.95 a b c d e
03-21-200	15	0.06	0.95 a b c d e
03-21-33	15	0.06	0.95 a b c d e
03-21-15	15	0.06	0.94 a b c d e
03-21-131	15	0.06	0.93 a b c d e f
03-21-203	15	0.06	0.93 a b c d e f
03-21-316	15	0.06	0.92 a b c d e f



Clave de Accesoión	n	E.E	Media
03-21-43	15	0.06	0.91 a b c d e f
03-21-142	15	0.06	0.91 a b c d e f
03-21-13	15	0.06	0.91 a b c d e f
03-21-255	15	0.06	0.89 a b c d e f g
03-21-138	15	0.06	0.87 a b c d e f g
03-21-3	15	0.06	0.87 a b c d e f g
03-21-337	15	0.06	0.87 a b c d e f g
03-21-140	15	0.06	0.87 a b c d e f g
03-21-279	15	0.06	0.86 a b c d e f g
03-21-204	15	0.06	0.85 b c d e f g
03-21-296	15	0.06	0.85 b c d e f g
03-21-129	15	0.06	0.83 b c d e f g
03-21-26	15	0.06	0.81 b c d e f g
03-21-213	15	0.06	0.80 b c d e f g
03-21-214	15	0.06	0.79 c d e f g
03-21-151	15	0.06	0.79 c d e f g
03-21-335	15	0.06	0.76 d e f g h
03-21-90	15	0.06	0.73 e f g h
03-21-324	15	0.06	0.72 f g h
03-21-216	15	0.06	0.69 g h
03-21-259	15	0.06	0.59 h

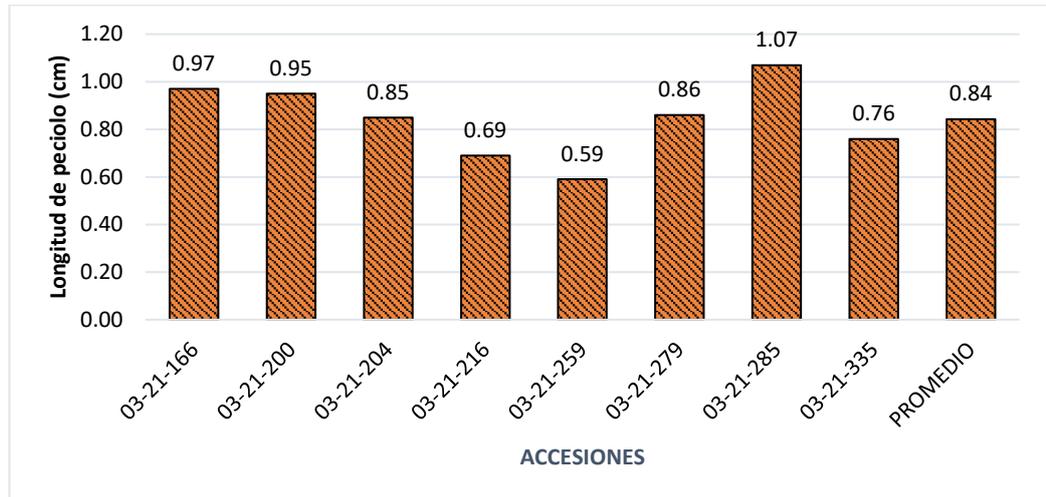
En la tabla 16 se muestra la prueba de significancia, en donde indica que 21 accesiones tienen mayor longitud de peciolo, estas son identificadas con las claves 03-21-285, 03-21-339, 03-21-315, 03-21-166, 03-21-301, 03-21-130, 03-21-200, 03-21-33, 03-21-15, 03-21-131, 03-21-203, 03-21-316, 03-21-43, 03-21-142, 03-21-13, 03-21-255, 03-21-138, 03-21-3, 03-21-337, 03-21-140 y 03-21-279, con medias de 1.07, 1.01, 1.00, 0.97, 0.97, 0.95, 0.95, 0.95, 0.94, 0.93, 0.93, 0.92, 0.91, 0.91, 0.91, 0.89, 0.87, 0.87, 0.87, 0.87 y 0.86 cm, respectivamente, el rango de variación de las 33 accesiones de cañihua es de 0.59 a 1.07 cm.

Flores (2006), considera un promedio de 0.99 cm de longitud de peciolo en 116 accesiones. 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. Así mismo, Mamani (2022), reporta un rango de longitud promedio del peciolo que varía de 0.65 a 1.24 cm.

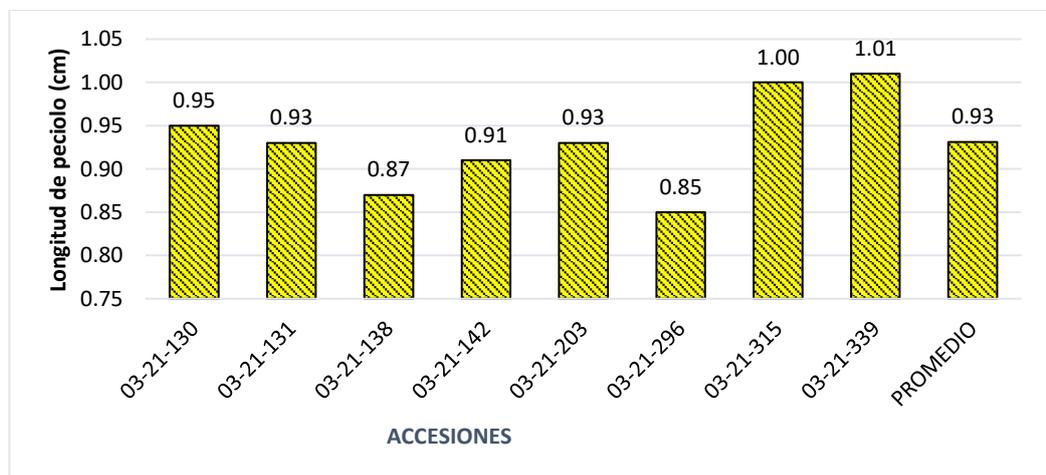
**Figura 13**

*Longitud de peciolo (cm) en accesiones de cañihua con color anaranjado.*



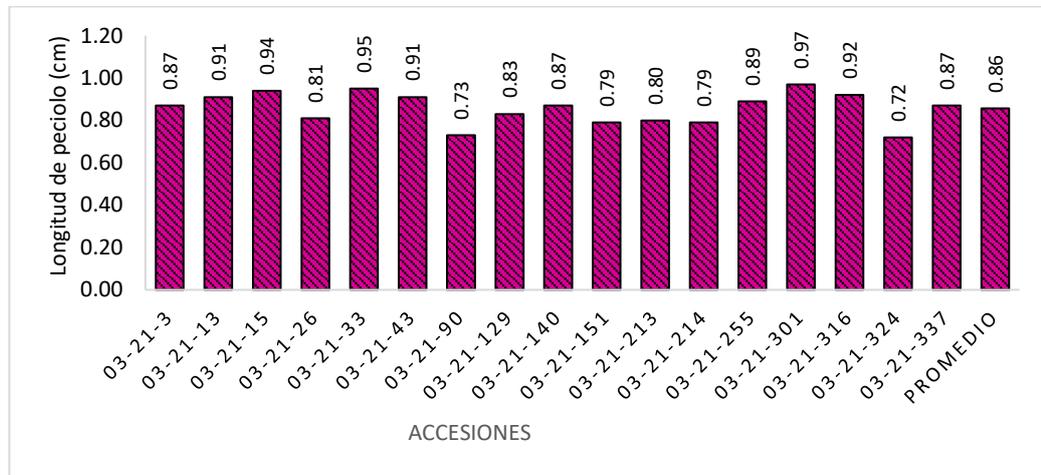
**Figura 14**

*Longitud de peciolo (cm) en accesiones de cañihua con color amarillo.*



**Figura 15**

*Longitud de peciolo (cm) en accesiones de cañihua con color púrpura.*



#### 4.2.8. Longitud máxima de la lámina foliar

Los resultados de longitud máxima de lámina foliar de las 33 accesiones, evaluadas de manera individual como agrupadas por color, se presentan en la tabla del Anexo 7. Esta tabla detalla la información para los colores anaranjado, amarillo y púrpura, e incluye el promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, así como los valores mínimos y máximos.

**Tabla 17**

*Análisis de varianza de la longitud máxima de lámina foliar en 33 accesiones de cañihua.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Accesiones	14.66	32	0.46	5.29	<0.0001
Error	39.99	462	0.09		
Total	54.65	494			

Media=495 CV=16.11%

El análisis de varianza de la tabla 17 indica que las diferencias entre las accesiones de cañihua tienen un impacto significativo en la longitud máxima de

lámina foliar. El valor F alto y el p-valor muy bajo sugieren que hay una variabilidad considerable en la longitud máxima de lámina foliar entre accesiones.

**Tabla 18**

*Prueba de significancia Duncan ( $\alpha=0.05$ ), para la longitud máxima de lámina foliar en 33 accesiones de cañihua.*

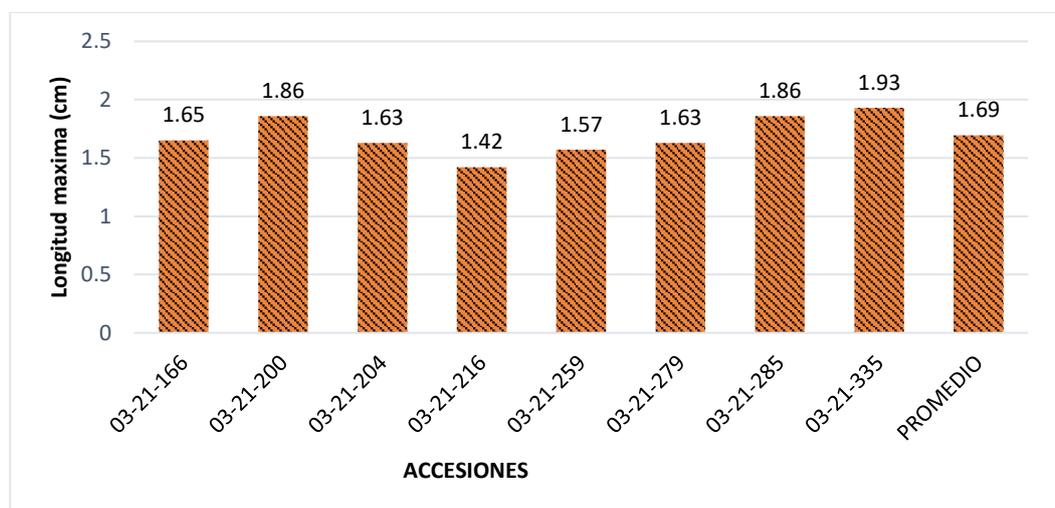
Clave de accesión	n	E.E	Media
03-21-33	15	0.08	2.24 a
03-21-316	15	0.08	2.20 a
03-21-301	15	0.08	2.11 a b
03-21-214	15	0.08	2.05 a b c
03-21-315	15	0.08	1.95 b c d
03-21-213	15	0.08	1.95 b c d
03-21-15	15	0.08	1.93 b c d
03-21-131	15	0.08	1.93 b c d
03-21-335	15	0.08	1.93 b c d
03-21-140	15	0.08	1.89 b c d e
03-21-43	15	0.08	1.89 b c d e
03-21-339	15	0.08	1.89 b c d e f
03-21-337	15	0.08	1.87 b c d e f g
03-21-200	15	0.08	1.86 b c d e f g
03-21-285	15	0.08	1.86 b c d e f g
03-21-296	15	0.08	1.85 c d e f g
03-21-324	15	0.08	1.83 c d e f g
03-21-151	15	0.08	1.80 c d e f g h
03-21-130	15	0.08	1.79 d e f g h
03-21-3	15	0.08	1.78 d e f g h
03-21-142	15	0.08	1.77 d e f g h
03-21-203	15	0.08	1.77 d e f g h
03-21-90	15	0.08	1.75 d e f g h
03-21-26	15	0.08	1.73 d e f g h
03-21-13	15	0.08	1.71 d e f g h
03-21-255	15	0.08	1.70 d e f g h
03-21-129	15	0.08	1.69 d e f g h
03-21-166	15	0.08	1.65 e f g h i
03-21-204	15	0.08	1.63 e f g h i
03-21-279	15	0.08	1.63 f g h i
03-21-138	15	0.08	1.61 g h i
03-21-259	15	0.08	1.57 h i
03-21-216	15	0.08	1.42 i

En la tabla 18 se muestra la prueba de significancia en donde indica que 4 accesiones tienen mayor longitud de lámina foliar, que están identificadas con las claves de 03-21-33, 03-21-316, 03-21-301 y 03-21-204, con promedios de 2.24, 2.20, 2,11 y 2.05, respectivamente. El rango de variación de las 33 accesiones en estudio es de 1.42 a 2.24 cm. Los cuales se muestran en las figuras 16,17 y 18 por grupo de color.

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. 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 cercanos al presente estudio. Así mismo, Mamani (2022), reporta el promedio de longitud máxima de la lámina foliar de 50 accesiones que varía de 1.84 a 2.43 cm.

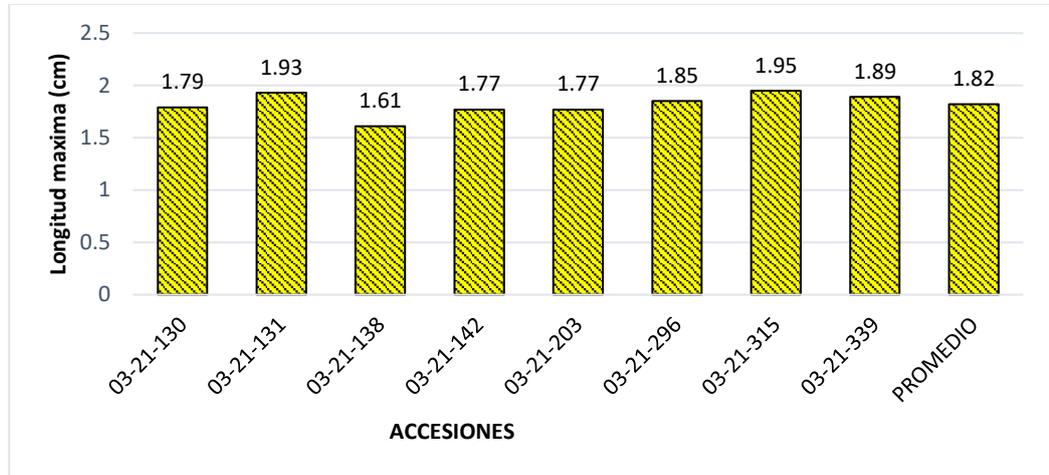
### Figura 16

*Longitud máxima de la lámina foliar (cm) en accesiones de cañihua con color anaranjado.*



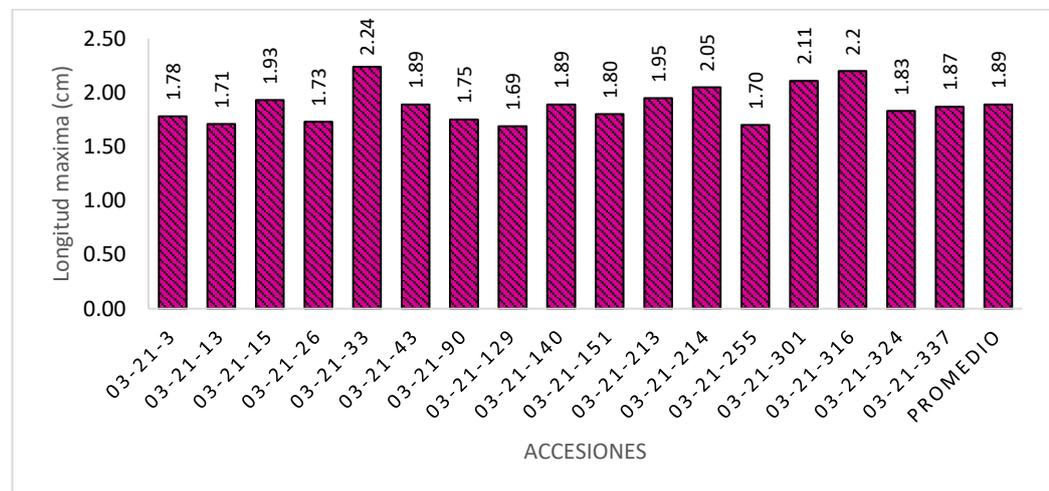
**Figura 17**

*Longitud máxima de la lámina foliar (cm) en accesiones de cañihua con color amarillo.*



**Figura 18**

*Longitud máxima de la lámina foliar (cm) en accesiones de cañihua con color púrpura.*



#### 4.2.9. Ancho máximo de la lámina foliar

Los resultados experimentales del ancho máximo de lámina foliar, tanto para cada accesión individual como agrupados por colores (anaranjado, amarillo y púrpura), se muestran en la tabla del Anexo 8. Esta tabla incluye las estadísticas

descriptivas correspondientes, como el promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, así como los valores mínimos y máximos.

**Tabla 19**

*Análisis de varianza del ancho máximo de la lámina foliar en 33 accesiones de cañihua*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Accesiones	13.06	32	0.41	4.93	<0.0001
Error	38.22	462	0.08		
Total	51.28	494			

Media=495 CV=18.56

El análisis de varianza de la tabla 19 revela que las diferencias entre las accesiones de cañihua tienen un impacto significativo en el ancho máximo de lámina foliar. El alto valor de F y el p-valor bajo indican que la variabilidad entre accesiones es considerable en comparación con la variabilidad dentro de las accesiones. Este resultado muestra que las diferencias en esta variable estadísticamente son significativas.

**Tabla 20**

*Prueba de significancia Duncan, ( $\alpha=0.05$ ) para el ancho máximo de lámina foliar.*

Clave de accesión	n	E.E	Media
03-21-33	15	0.07	1.99 a
03-21-316	15	0.07	1.86 a b
03-21-301	15	0.07	1.82 a b c
03-21-15	15	0.07	1.71 b c d
03-21-315	15	0.07	1.69 b c d e
03-21-131	15	0.07	1.66 b c d e f
03-21-339	15	0.07	1.65 b c d e f
03-21-214	15	0.07	1.65 b c d e f
03-21-285	15	0.07	1.63 b c d e f
03-21-213	15	0.07	1.61 c d e f g
03-21-43	15	0.07	1.61 c d e f g
03-21-296	15	0.07	1.60 c d e f g
03-21-140	15	0.07	1.60 c d e f g
03-21-337	15	0.07	1.59 c d e f g



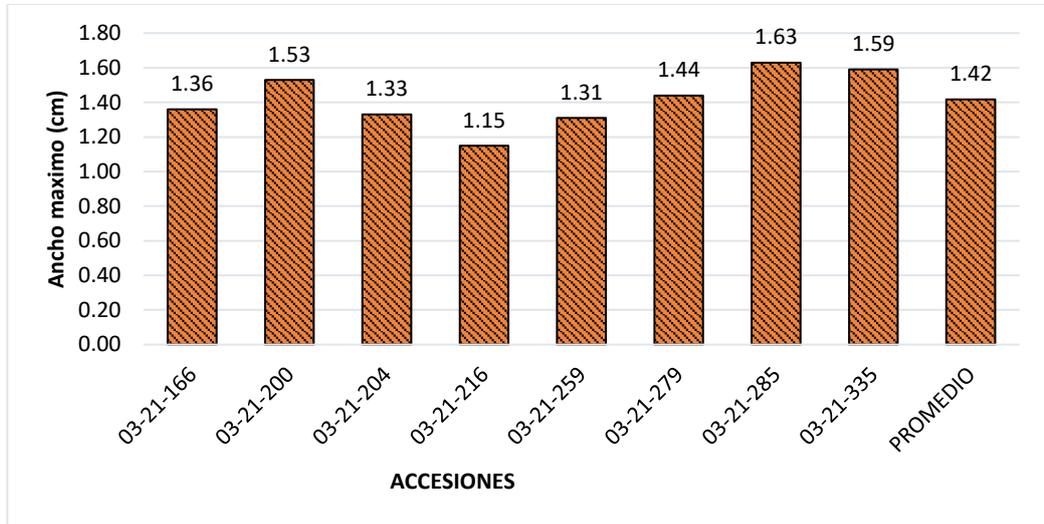
Clave de accesoión	n	E.E	Media	
03-21-335	15	0.07	1.59	c d e f g h
03-21-324	15	0.07	1.55	d e f g h i
03-21-3	15	0.07	1.53	d e f g h i
03-21-200	15	0.07	1.53	d e f g h i
03-21-142	15	0.07	1.51	d e f g h i
03-21-203	15	0.07	1.50	d e f g h i
03-21-26	15	0.07	1.49	d e f g h i
03-21-130	15	0.07	1.49	d e f g h i
03-21-255	15	0.07	1.49	d e f g h i
03-21-13	15	0.07	1.48	d e f g h i
03-21-151	15	0.07	1.47	d e f g h i
03-21-90	15	0.07	1.44	e f g h i
03-21-279	15	0.07	1.44	e f g h i
03-21-129	15	0.07	1.42	f g h i
03-21-166	15	0.07	1.36	g h i j
03-21-138	15	0.07	1.36	g h i j
03-21-204	15	0.07	1.33	h i j
03-21-259	15	0.07	1.31	i j
03-21-216	15	0.07	1.15	j

Y en la tabla 20 se muestra los resultados de la prueba de significancia, en donde muestra a las accesiones 03-21-33, 03-21-316 y 03-21-301 con promedios de 1.99, 1.86 y 1.82 cm respectivamente, accesiones con mayor ancho de lámina foliar. Además, los promedios de las 33 accesiones de cañihua varía en un rango de 1.15 a 1.99 cm. Los cuales se muestran en las figuras 19, 20 y 21.

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, Mamani (2022), reporta promedios de ancho máximo de lámina foliar que varían entre 1.35 a 2.24 cm. Así mismo, Bravo et al., (2022), reporta rangos mayores entre 1,70 y 1,66 cm.

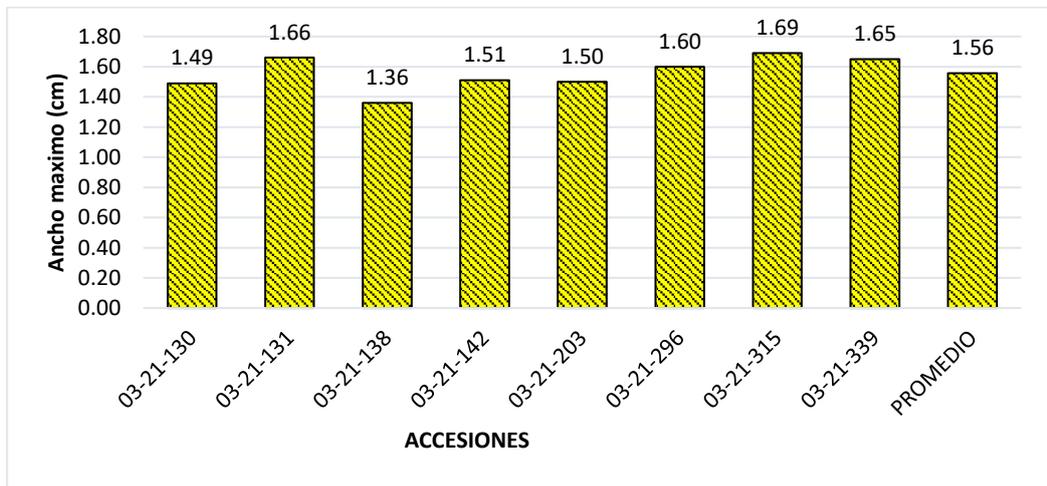
**Figura 19**

*Ancho máximo de lámina foliar (cm) en accesiones de cañihua con color anaranjado.*



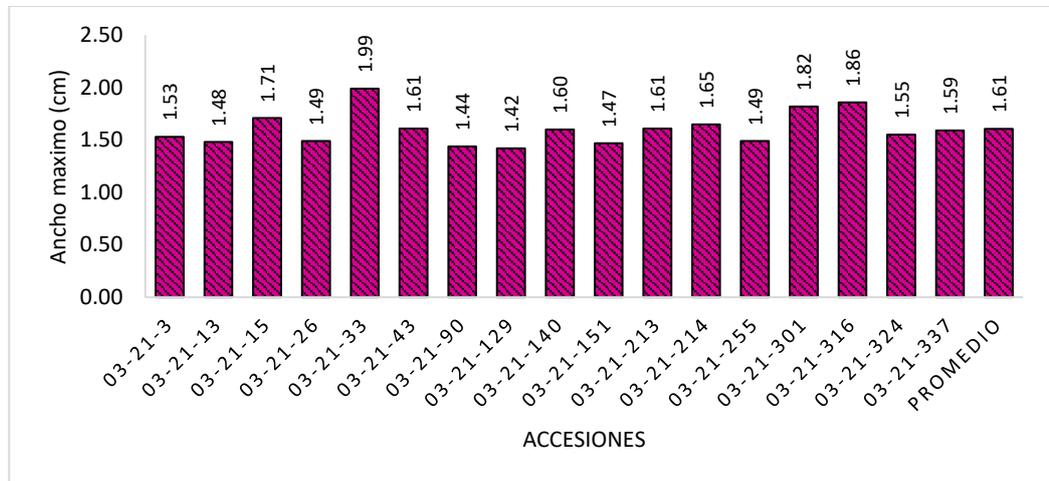
**Figura 20**

*Ancho máximo de lámina foliar (cm) en accesiones de cañihua con color amarillo.*



**Figura 21**

*Ancho máximo de lámina foliar (cm) en accesiones de cañihua con color púrpura.*



#### 4.2.10. Color de la hoja a la madurez fisiológica

El color del tallo en cultivo de cañihua es más estable que el color de las hojas, ya que las hojas tienden a cambiar el color rápidamente después de alcanzar la madurez fisiológica. El color del tallo en la mayoría de las accesiones es uniforme. Los colores de las hojas al momento de la madurez fisiológica para cada accesión se detallan en la tabla del Anexo 1. 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.

Por grupos de color las accesiones de cañihua anaranjadas han mantenido el color su tallo anaranjado a su madurez fisiológica, así mismo el color de sus hojas. De igual manera en las accesiones de color amarillo, han mantenido su color, excepto que, en las accesiones de color púrpura, las accesiones 03-21-43,



03-21-140 y 03-21-255, tuvieron una coloración de púrpura pálido y el resto mantuvieron el color de las hojas púrpuras.

Flores (2006), reporta tonalidades como verde, verde rojo y color rojo al evaluar 116 accesiones. Factores químicos, ambientales, nutricionales, genéticos y de estrés, pueden contribuir al cambio de color durante el desarrollo de la planta.

#### **4.2.11. Índice de cosecha**

Los resultados de índice de cosecha se muestran en la tabla del Anexo 9 de las 33 accesiones selectas (anaranjado, amarillo y púrpura). La tabla contiene los promedios, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, así como los valores mínimos y máximos.

Concluyendo que, las accesiones anaranjadas tienen 0.18 de índice cosecha en promedio, las accesiones amarillas tienen 0.21 de índice de cosecha en promedio y 0.25 de índice de cosecha para las accesiones púrpuras. Con variaciones de 0.15 a 0.31 de índice de cosecha del total de accesiones evaluadas.

Mamani (2022), reporta variaciones de índice de cosecha por grupos de color amarillo variando de 0.0911 a 0.2413 entre accesiones, en color rosado con una variación de 0.1301 a 0.2583 entre las unidades en estudio.

Por otro lado, Paucara (2016), reporta un promedio de 0.006 a 0.2741 de índice de cosecha en 15 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 eco tipos 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.

#### 4.3. RENDIMIENTO DE GRANO

Los resultados de rendimiento de grano de las unidades experimentales para las accesiones de color anaranjado, amarillo y púrpura se presentan en la tabla del Anexo 11 estos resultados están expresados en gramos por parcela para cada repetición, así como el rendimiento promedio en kg/ha para cada accesión agrupada por colores.

**Tabla 21**

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Accesiones	272084.29	7	38869.18	23.22	<0.0001
Error	26786.67	16	1674.17		
Total	298870.96	23			

Media=24 CV=9.23

Los resultados del análisis de varianza del rendimiento de grano de las accesiones de cañihua de color anaranjado, presentados en la tabla 21, revelan diferencias estadísticas altamente significativas entre las accesiones.

**Tabla 22**

*Prueba de significancia Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el rendimiento grano de las accesiones de cañihua con color anaranjado.*

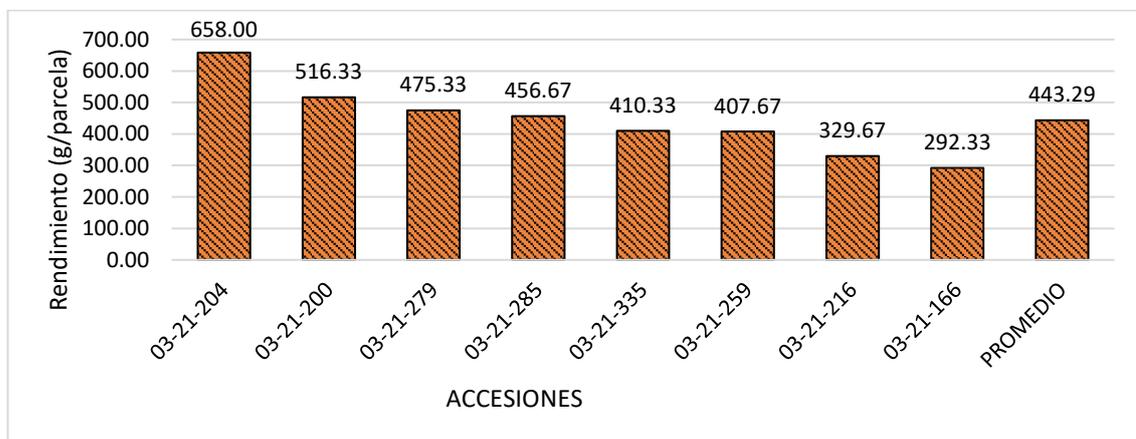
Clave de accesión	n	E.E	Media (kg/ha)	Media (g/parcela)	
03-21-204	3	23.62	2193.33	658.00	a
03-21-200	3	23.62	1721.11	516.33	b
03-21-279	3	23.62	1584.44	475.33	b c
03-21-285	3	23.62	1522.22	456.67	b c
03-21-335	3	23.62	1367.78	410.33	c
03-21-259	3	23.62	1358.89	407.67	c
03-21-216	3	23.62	1098.89	329.67	d
03-21-166	3	23.62	974.44	292.33	d

La prueba de significancia Duncan, se muestran en la tabla 22 y la figura 22. La accesión 03-21-204, con un rendimiento promedio de 2192 kg/ha, es el que tuvo mayor rendimiento de las accesiones anaranjadas.

Mamani (2022), en la evaluación de accesiones anaranjadas reporta, rendimientos de 3445.56, 3290.00, 3238.89 y 3028.89 kg/ha de grano. Así mismo, Cahuana (1975), reporta un promedio de 3183 kg/ha de grano para las accesiones anaranjadas.

**Figura 22**

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



**Tabla 23**

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Accesiones	638598.67	7	91228.38	34.84	<0.0001
Error	41896.67	16	2618.54		
Total	680495.33	23			

Media=24    CV=7.73

La tabla 23 presenta los resultados del análisis de varianza para el rendimiento de grano, que muestran diferencias estadísticas altamente significativas entre las accesiones.

**Tabla 24**

*Prueba de significancia Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el rendimiento grano de las accesiones de cañihua con color amarillo.*

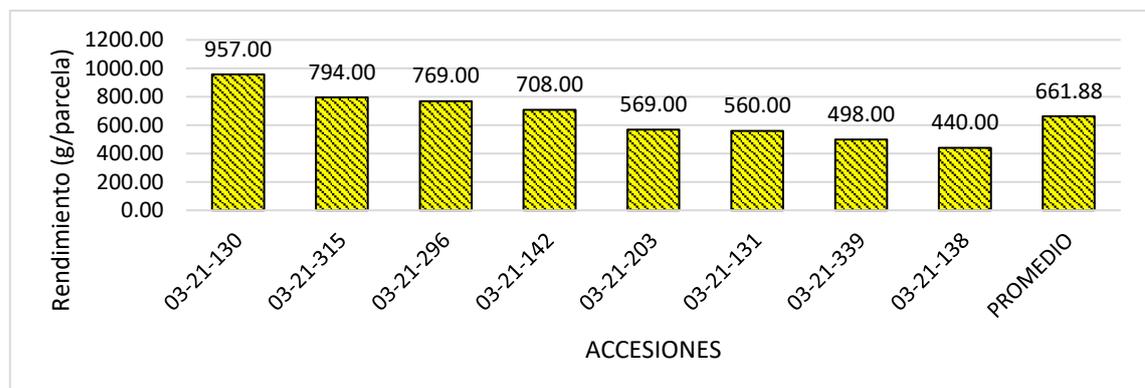
Clave de accesión	n	E.E	Media (kg/ha)	Media (g/parcela)	
03-21-130	3	29.54	3190.00	957.00	a
03-21-315	3	29.54	2646.67	794.00	b
03-21-296	3	29.54	2564.44	769.00	b
03-21-142	3	29.54	2362.22	708.00	b
03-21-203	3	29.54	1896.67	569.00	c
03-21-131	3	29.54	1866.67	560.00	c
03-21-339	3	29.54	1662.22	498.00	c d
03-21-138	3	29.54	1468.89	440.00	d

La prueba de significancia adicional, que se detalla en la tabla 24, revela que la accesión 03-21-130, con un rendimiento de 3190 kg/ha, tiene el mayor rendimiento de grano y el de menor rendimiento fue la accesión 03-21-138 con 1468.89 kg/ha.

En relación a esto, Mamani (2022), al evaluar accesiones de color amarillo reporta, promedios de rendimiento de 3948.89, 3384.44 y 3218.89 kg/ha de grano. Por otro lado, Pinto (1981), informó rendimientos de grano para accesiones amarillas entre 3546 y 2354 kg/ha.

**Figura 23**

*Rendimiento grano (g/parcela) de accesiones de cañihua con color amarillo.*



**Tabla 25**

*Análisis de varianza del rendimiento grano (g/parcela) en accesiones de cañihua con color púrpura.*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Accesiones	1833946.59	16	114621.66	10.18	<0.0001
Error	382801.33	34	11258.86		
Total	2216747.92	50			

Media=51 CV=14.37%

En el caso de las accesiones de color púrpura, los resultados del análisis de varianza del rendimiento de grano, presentadas en la tabla 25, muestran diferencias estadísticas altamente significativas entre las accesiones.

**Tabla 26**

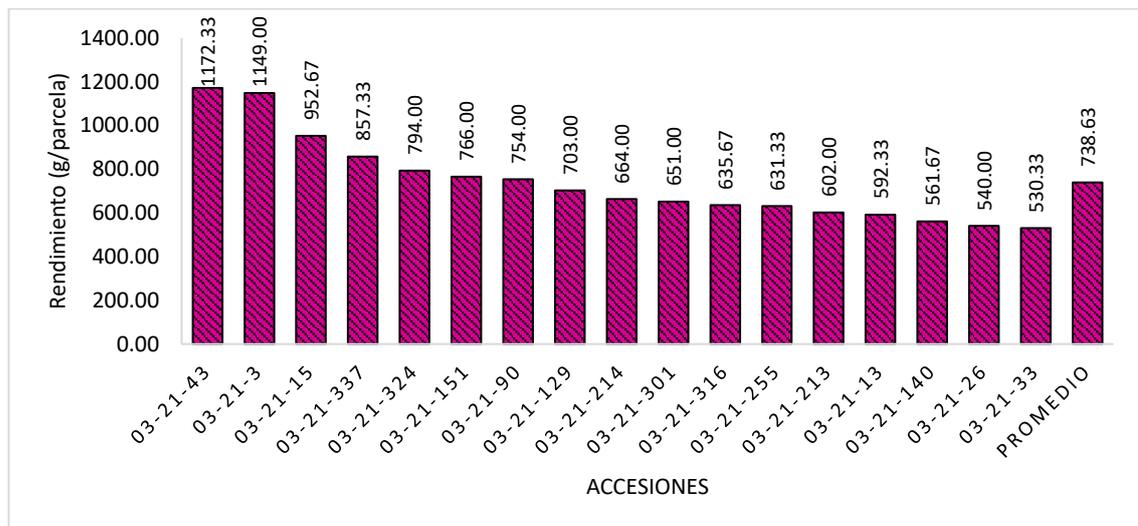
*Prueba de significancia Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para el rendimiento grano de las accesiones de cañihua con color púrpura.*

Clave de accesión	n	E.E	Media (kg/ha)	Media (g/parcela)	
03-21-43	3	61.26	3907.78	1172.33	a
03-21-3	3	61.26	3830.00	1149.00	a
03-21-15	3	61.26	3175.56	952.67	b
03-21-337	3	61.26	2857.78	857.33	b c
03-21-324	3	61.26	2646.67	794.00	b c d
03-21-151	3	61.26	2553.33	766.00	c d e
03-21-90	3	61.26	2513.33	754.00	c d e
03-21-129	3	61.26	2343.33	703.00	c d e f
03-21-214	3	61.26	2213.33	664.00	c d e f
03-21-301	3	61.26	2170.00	651.00	d e f
03-21-316	3	61.26	2118.89	635.67	d e f
03-21-255	3	61.26	2104.44	631.33	d e f
03-21-213	3	61.26	2006.67	602.00	d e f
03-21-13	3	61.26	1974.44	592.33	d e f
03-21-140	3	61.26	1872.22	561.67	e f
03-21-26	3	61.26	1800.00	540.00	f
03-21-33	3	61.26	1767.78	530.33	f

La tabla 26, muestra la prueba de significancia, en donde identifica a las accesiones con mayor potencial de rendimiento de grano, como las accesiones 03-21-43 y 03-21-3, con rendimientos promedio de 3907.78 y 3830 kg/ha, respectivamente, lo cual se detalla en la tabla 26 y la figura 24.

### Figura 24

*Rendimiento grano (g/parcela) de accesiones de cañihua con color púrpura.*



En este sentido, Cahuana (1975), reporta que las accesiones de color púrpura tienen un rendimiento promedio de 3461 kg/ha de grano. De manera similar, Pinto (1981), informa rendimientos de 2240 kg/ha. Así mismo, Mamani (2022), al estudiar las accesiones de color púrpura obtiene rendimientos de 3476.66 y 2925.56 kg/ha de grano. Estos informes destacan el potencial de rendimiento de las accesiones púrpuras.



## V. CONCLUSIONES

- Las fases fenológicas registradas desde la siembra son: emergencia con una media de  $7.18 \pm 1.39$  días; dos hojas verdaderas, a los  $18.09 \pm 2.61$  días; ramificación, a los  $41.97 \pm 4.50$  días; formación de inflorescencia, a los  $63.36 \pm 1.46$  días; floración, a los  $80.24 \pm 4.79$  días; grano lechoso, a los  $102.00 \pm 2.79$  días; grano pastoso, a los  $130.79 \pm 12.60$  días; y finalmente, la madurez fisiológica, a los  $165.97 \pm 5.62$  días.
- Las características morfológicas evaluadas muestran las siguientes variaciones: la altura de la planta oscila entre 42.27 cm y 60.73 cm; el diámetro del tallo central varía de 3.81 mm a 5.47 mm; el número de ramas primarias se encuentra en el rango de 3.93 a 5.53; la cobertura vegetativa varía entre 36.13 cm y 50.20 cm; la longitud del peciolo va de 0.59 cm a 1.07 cm; la longitud máxima de la lámina foliar fluctúa entre 1.42 cm y 2.24 cm; y el ancho máximo de la lámina foliar presenta una variación de 1.15 cm a 1.99 cm.
- Los rendimientos más altos de las accesiones, clasificados por grupo de color, son los siguientes: la accesión 03-21-204 con 2193.33 kg/ha en el grupo anaranjado, la accesión 03-21-130 con 3190 kg/ha en el grupo amarillo y las accesiones 03-21-3 y 03-21-43 con 3907.78 kg/ha y 3830.00 kg/ha respectivamente en el grupo púrpura. Estas accesiones mostraron mayor resistencia o adaptabilidad a las variaciones climáticas.



## VI. RECOMENDACIONES

- Seguir realizando estudios sobre caracterización de las diferentes accesiones de cañihua seleccionados por colores, que alberga el banco de germoplasma del centro experimental de Camacani de la Universidad Nacional del Altiplano.
- Respecto a las accesiones de cañihua con mejores rendimientos, realizar pruebas de adaptación a factores adversos, así mismo, estudios de calidad y nutrición.
- Realizar estudios de caracterización molecular que es esencial para la mejora de este cultivo tradicional andino, asegurando su conservación genética, adaptabilidad a factores adversos del altiplano y contribución a la seguridad alimentaria y nutricional.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alanoca, C., Flores, J., Mamani, E., Pinto, M., y Roja, W. (2008). *Preparación del terreno y siembra. Manejo Tradicional del Cultivo de Cañahua. Conservación de la Agrobiodiversidad en Sistemas Tradicionales de Cultivo*. Serie N°1. Fundación PROINPA. La Paz, Bolivia. 9p.
- 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: Bioversity International y el International Fund for Agricultural Development-IFAD. Puno, Peru. 76 p.
- 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.
- Baldocena Vasquez, A. N. (2015). *Efecto de la modificación morfológica de las espigas en el rendimiento y componentes de rendimiento de líneas mutantes de cebada (Hordeum vulgare L.) obtenidas con irradiación gamma*. Tesis Lic. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- BONIFACIO, A. (2010). *Apuntes de la Materia de Fitomejoramiento*. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia.
- Bravo-Portocarrero, R., Leon-Ttacca, B., Llanos-Nina, J., Leon-Tacca, A., y Medina, W. (2022). *Caracterización Morfológica Y Evaluación Agronómica De 3 Variedades Y 27 Accesiones De Cañihua (Chenopodium Pallidicaule Aellen) Procedentes Del Banco De Germoplasma Camacani, Puno, Perú*.  
<http://www.doi.org/10.51372/bioagro342.2>.
- Bruno, M. C., Pinto, M., & Rojas, W. (2018). *Identifying domesticated and wild kañawa (Chenopodium pallidicaule) in the archeobotanical record of the lake Titicaca*



*basin of the Andes. Economic Botany*, 72(2), 137–149.  
<https://doi.org/10.1007/s12231-018-9416-4>.

CANO, V. I. (1973). *El cultivo de la cañahua, en Puno Perú*; Universidad Técnica del Altiplano. boletín N° 2. 10 p.

Carrasco, R. (2014). *Valor nutricional y compuestos bioactivos en los cultivos andinos: Redescubriendo los tesoros olvidados*. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.: ISBN: 978-612-4147-34-0.

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. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. 47 p.

Callohuanca, M., Quispe, A., Mamani, E., y Yucra, M. (2019). *Cañihua (Chenopodium pallidicaule Aellen) alimento funcional*. Primera Edición. Puno - Perú: Universidad Nacional del Altiplano. Recuperado de <http://isbn.bnpp.gob.pe/catalogo.php?mode=detalle&nt=108539>.

Callohuanca-Pariapaza, M. A., Mamani-Mamani, E., Mamani-Paredes, J. y Canaza-Cayo, A.W. (2020). *El color del perigonio y la capacidad antioxidante de la cañihua (Chenopodium pallidicaule Aellen)*. Rev. Cienc. Vol. 38, n.2, 99-110p. Epub Oct 31, 2021. ISSN 0120-0135. <https://doi.org/10.22267/rcia.213802.164>.

CASTEDO, J. P. (2007). *Cañahua – Qañihua (Chenopodium pallidicaule) (en línea)*. Santa Cruz, Bolivia. Consultado 14 mar. 2009. <http://ccbolgroup.com/hierbas3.html>.

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. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/16863>



- 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.
- DAPRO. (2020). *Identificación del Potencial Agrícola del Cultivo de Cañahua en el Municipio de Toledo del Departamento de Oruro: Vol. Primero*. [https://siip.produccion.gob.bo/noticias/files/BI\\_180220209ad3b\\_INFORME CANAHUA 2020.pdf](https://siip.produccion.gob.bo/noticias/files/BI_180220209ad3b_INFORME CANAHUA 2020.pdf)
- Dirección Regional Agraria Puno. (2024). Obtenido de [Www.agropuno.gob.pe](http://www.agropuno.gob.pe).
- Franco, T. e Hidalgo, R. (2003). *Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos fitogenéticos*. Boletín técnico N° 8. IPGRI (Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos). Cali-Colombia. 89 p.
- Flores, R. (2006). "Evaluación Preliminar Agronómica y Morfológica del germoplasma de Cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en la Estación Experimental Belén". Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz - Bolivia 8p.
- Gimenez, T., Mamani, F., & Canaviri, W. (2017). *El arte de cultivar cañahua*. IICA. La Paz, Bolivia.
- Holle, M. (2004). *¿Por qué es bueno caracterizar? Caracterización de variedades nativas basado en trabajos en Yunguyo, Puno, Lago Titicaca (Perú y Bolivia)* Holle, M., Valdivia, R., Reinoso, J., Arce, N. y Rodríguez L. (CIRNMA). En Seminario-Taller Nacional de Caracterización in situ. Chosica-Perú.
- Holle, M. Sevilla, R, (2006). *Manual para caracterización insitu de cultivos nativos conceptos y procedimientos*. Lima – Perú.



- Huaman, Z., Williams, J., Salhuana, W. y Vincent, L. (2004). *Descriptors for the cultivated potato. And for maintenance and distribution of germplasm collections*. Internacional Board for Plant Genetic Resources (IBPGR). Rome-Italy.
- IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute). (2005). *Descriptores para cañahua (Chenopodium pallidicaule Aellen)*., Roma, Italia; Fundación PROINPA, La Paz, Bolivia; <https://cgspace.cgiar.org/server/api/core/bitstreams/1b4eac69-38c2-4a40-a15c-022e7beff636/content>.
- ITIS Estándar Report Page: *Chenopodium pallidicaule Aellen*. (s/f). Gbif.org. Recuperado el 17 de septiembre de 2024, de <https://www.gbif.org/es/species/6447752>
- Izarra, W. J., y López, F. M. (2017). *Manual de observaciones fenológicas. Ministerio de Agricultura, Ministerio del Ambiente, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del 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 conservación ex – situ de recursos fitogenéticos*”. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Grupo Américas. Cali – Colombia pp. 122p.
- 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 Ingenieria Agronomica. La Paz - Bolivia. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/26787/T2938.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Macuchapi, W. (2017). *Aplicación de tres métodos 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, F. (2016). *Cultivo de Cañahua (Chenopodium pallidicaule Aellen). Para la Seguridad Alimentaria*. La Paz – Bolivia. Diseño e impresión. 18- 20p.

Mamani, R. F. (2020). *Producción De Grano De Ecotipos Locales De Cañahua (Chenopodium Pallidicaule Aellen) Con Aplicación De Biol De Estiercol Bovino En La Estación Experimental Choquenaira*. Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales, La Paz., 7(1), 30–39. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2409-16182020000100005&lng=pt&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2409-16182020000100005&lng=pt&nrm=iso&tlng=es).

Mamani, R. H. (2022). *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 Ingeniería Agronómica. Universidad Nacional del Altiplano Puno, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/18867>.

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. Disponible 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](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., y 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](https://www.researchgate.net/publication/323943836_Guia_para_el_manejo_y_conservacion_de_los_recurso_fitogeneticos_en_Ecuador_Protocolos)

Mujica, A., Jacobsen, S., Ortiz, R., Cahuana, A., Apaza, V., Aguilar, P., y Dupeyrat, R. (2002). *La cañihua en la nutrición humana del Perú*. UNA – Puno. Perú. 74 p.

Mujica, A (2006). *Descriptores para la caracterización del cultivo de quinua. Manual para caracterización in situ de cultivos nativos*. INIEA Lima, Perú. Páginas: 90 – 94p.

Mujica, A., & Jacobsen, S. E. (2006). *La quinua (Chenopodium quinoa Willd.) y sus parientes silvestres. In Botánica Económica de los Andes Centrales*. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz-Bolivia.

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>

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>

Pinto, (2002). *Análisis de la variabilidad genética del germoplasma de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) circundante al Lago Titicaca*. Tesis Ing. Agr. Universidad Mayor de San Andrés, facultad de agronomía. La Paz, Bolivia. 43-48p.

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



- 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>
- Rodríguez, J.P., S.E. Jacobsen, C. Andreasen y M. Sorensen. (2020). *Cañahua (Chenopodium pallidicaule): A promising new crop for aridáreas*. In: Hirich A, Choukr-A R, Ragab R, editors. *Emerging Research in Alternative Crops*. Environment & Policy. Springer Nature, Switzerland AG. 221-243p.
- ROJAS, W. (2002). *Caracterización y evaluación preliminar de la colección de germoplasma de cultivos andinos. Informe final 2002. Actividades principales para el III manejo y conservación y uso sostenible de bancos de germoplasma en Bolivia*. PROINPA – SIBTA. 17 - 26 p.
- ROJAS W., Soto J. L., Pinto M., Jager M. y Padulosi S. (2010). *Granos Andinos. Avances, logros y experiencias desarrolladas en quinua, cañahua y amaranto en Bolivia*. Bioversity International, Roma, Italia.
- Repo-Carrasco, R., Valencia, A., Acevedo, C., Icochea, J., y Kallio, H. (2009). *Chemical and functional characterization of kañiwa (Chenopodium pallidicaule) grain, extrudate and bran*. *Plant Foods for Human Nutrition*, 64(2), 94–101.
- Sevilla, R. y Holle, M. (2004). *Recursos Genéticos vegetales*. Lima, Perú. Edición Luis León Asociados S.R.L. 445p.



- Solano, M., J. T. (2017). *Taxonomía Vegetal*. Universidad Nacional del Altiplano – Puno. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica. Puno. Perú. 104p.
- Soto MJL, Carrasco EG (NUS-IFAD II). 2008. *Estudio del valor real y potencial de la biodiversidad de los granos andinos* (quinua, cañahua y amaranto en Bolivia). Proyecto Fortalecimiento de las oportunidades de ingreso y la seguridad nutricional de los pobres rurales, a través del uso y mercadeo de especies olvidadas y subutilizadas; 53p.
- Torres, E. (1995). *Agro-meteorología*. México. Editorial Trillas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. ISBN: 968-2-4917-0.
- Velasquez, R. (2018). *Cosecha orgánica de granos andinos*. Universidad Nacional del Altiplano ISBN. Puno. Perú.
- WOODS P, A Y EYZAGUIRRE, P. (2004). *La cañahua merece regresar*. Editorial LEISA (Revista de Agroecológica N° 1, Vol. 20). Disponible en [http://latinoamerica.leisa.info/index.php?url=showblobhtml.tpl&p%5Bo\\_id%5D=68939&p%5Ba\\_id%5D=211&p%5Ba\\_seq%5D=1](http://latinoamerica.leisa.info/index.php?url=showblobhtml.tpl&p%5Bo_id%5D=68939&p%5Ba_id%5D=211&p%5Ba_seq%5D=1).



## ANEXOS

### ANEXO 1. Características cualitativas de las 33 accesiones de cañihua.

Accesión	Hábito de crecimiento	Color de tallo	Color de hoja
03-21-166	Lasta	Anaranjado	Anaranjado
03-21-200	Lasta	Anaranjado	Anaranjado
03-21-204	Lasta	Anaranjado	Anaranjado
03-21-216	Lasta	Anaranjado	Anaranjado
03-21-259	Lasta	Anaranjado	Anaranjado
03-21-279	Lasta	Anaranjado	Anaranjado
03-21-285	Lasta	Anaranjado	Anaranjado
03-21-335	Lasta	Anaranjado	Anaranjado
03-21-130	Lasta	Amarillo	Amarillo
03-21-131	Lasta	Amarillo	Amarillo
03-21-138	Lasta	Amarillo	Amarillo
03-21-142	Lasta	Amarillo	Amarillo
03-21-203	Lasta	Amarillo	Amarillo
03-21-296	Lasta	Amarillo	Amarillo
03-21-315	Lasta	Amarillo	Amarillo
03-21-339	Lasta	Amarillo	Amarillo
03-21-3	Lasta	Púrpura	Púrpura
03-21-13	Lasta	Púrpura	Púrpura
03-21-15	Lasta	Púrpura	Púrpura
03-21-26	Lasta	Púrpura	Púrpura
03-21-33	Lasta	Púrpura	Púrpura
03-21-43	Lasta	Púrpura	Púrpura pálido
03-21-90	Lasta	Púrpura	Púrpura
03-21-129	Lasta	Púrpura	Púrpura
03-21-140	Lasta	Púrpura	Púrpura pálido
03-21-151	Lasta	Púrpura	Púrpura
03-21-213	Lasta	Púrpura	Púrpura
03-21-214	Lasta	Púrpura	Púrpura
03-21-255	Lasta	Púrpura	Púrpura pálido
03-21-301	Lasta	Púrpura	Púrpura
03-21-316	Lasta	Púrpura	Púrpura
03-21-324	Lasta	Púrpura	Púrpura
03-21-337	Lasta	Púrpura	Púrpura



**ANEXO 2.** Promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, valores mínimos y máximos de altura de planta (cm) de accesiones de colores Anaranjado, Amarillo y Púrpura de cañihua.

Clave de accesión	n	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente Variabilidad	Valor Mínimo	Valor Máximo
<b>Anaranjado</b>						
03-21-166	15	49.47	4.37	8.84	44.00	58.00
03-21-200	15	46.60	15.95	34.24	20.00	62.00
03-21-204	15	51.47	10.56	20.52	34.00	64.00
03-21-216	15	44.27	6.32	14.27	36.00	54.00
03-21-259	15	43.87	5.54	12.63	34.00	52.00
03-21-279	15	48.27	5.92	12.27	37.00	58.00
03-21-285	15	54.13	13.02	24.04	35.00	85.00
03-21-335	15	49.93	2.81	5.64	44.00	54.00
Total	120	48.50	8.06	16.56	35.50	60.88
<b>Amarillo</b>						
03-21-130	15	46.00	4.29	9.33	40.00	54.00
03-21-131	15	47.87	5.28	11.02	40.00	57.00
03-21-138	15	51.00	8.04	15.76	36.00	60.00
03-21-142	15	52.07	5.24	10.07	45.00	60.00
03-21-203	15	60.73	11.61	19.12	48.00	80.00
03-21-296	15	59.40	9.52	16.02	48.00	74.00
03-21-315	15	51.80	3.78	7.30	45.00	57.00
03-21-339	15	47.93	7.63	15.92	38.00	56.00
Total	120	52.10	6.92	13.07	42.50	62.25
<b>Púrpura</b>						
03-21-3	15	53.87	5.68	10.55	39.00	62.00
03-21-13	15	48.67	8.02	16.49	35.00	59.00
03-21-15	15	47.07	4.13	8.78	39.00	55.00
03-21-26	15	47.27	5.09	10.77	38.00	53.00
03-21-33	15	47.47	6.62	13.95	39.00	58.00
03-21-43	15	55.20	7.34	13.30	45.00	68.00
03-21-90	15	43.27	4.83	11.17	37.00	54.00
03-21-129	15	42.27	4.51	10.67	37.00	52.00
03-21-140	15	49.87	3.25	6.51	44.00	55.00
03-21-151	15	49.73	7.86	15.80	39.00	61.00
03-21-213	15	48.60	4.24	8.72	42.00	55.00
03-21-214	15	54.40	5.62	10.32	42.00	63.00
03-21-255	15	48.13	7.58	15.74	37.00	60.00
03-21-301	15	51.73	5.43	10.50	44.00	59.00
03-21-316	15	50.73	6.11	12.05	40.00	61.00
03-21-324	15	50.60	3.62	7.16	44.00	56.00
03-21-337	15	49.13	7.63	15.54	34.00	60.00
Total	255	49.29	5.74	11.65	39.71	58.29



**ANEXO 3.** Promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, valores mínimos y máximos de diámetro de tallo central (mm) de accesiones de colores Anaranjado, Amarillo y Púrpura de cañihua.

Clave de accesión	n	Promedio	Desviación Estándar	Coeficiente Variabilidad	Valor Mínimo	Valor Máximo
<b>Anaranjado</b>						
03-21-166	15	4.59	0.84	18.33	3.20	6.10
03-21-200	15	4.83	1.11	23.06	2.80	6.40
03-21-204	15	4.59	1.52	33.16	2.50	7.10
03-21-216	15	4.01	0.65	16.17	3.10	5.70
03-21-259	15	4.35	0.82	18.93	2.80	5.80
03-21-279	15	4.05	0.82	20.21	2.70	5.20
03-21-285	15	5.47	0.76	13.96	4.00	6.70
03-21-335	15	5.45	0.77	14.08	3.90	6.90
Total	120	4.67	0.91	19.74	3.13	6.24
<b>Amarillo</b>						
03-21-130	15	4.48	0.58	12.91	3.40	5.60
03-21-131	15	3.86	0.86	22.24	2.60	5.20
03-21-138	15	4.45	0.78	17.60	2.70	5.50
03-21-142	15	4.41	0.76	17.27	3.20	5.60
03-21-203	15	5.40	1.03	19.07	3.80	7.10
03-21-296	15	4.54	0.45	9.81	3.70	5.20
03-21-315	15	4.90	0.62	12.67	3.90	5.90
03-21-339	15	4.84	0.32	6.57	4.40	5.40
Total	120	4.61	0.68	14.77	3.46	5.69
<b>Púrpura</b>						
03-21-3	15	4.25	0.67	15.64	3.20	5.50
03-21-13	15	4.49	0.59	13.18	3.50	5.70
03-21-15	15	4.32	0.72	16.77	3.10	5.80
03-21-26	15	3.85	0.64	16.70	2.90	5.20
03-21-33	15	4.57	0.55	11.96	3.80	5.60
03-21-43	15	4.25	0.57	13.36	3.30	5.20
03-21-90	15	4.21	0.53	12.59	3.20	5.10
03-21-129	15	3.81	0.56	14.73	2.90	4.80
03-21-140	15	4.06	0.73	17.90	2.70	5.30
03-21-151	15	4.79	0.99	20.78	2.60	6.10
03-21-213	15	4.41	0.61	13.91	3.00	5.30
03-21-214	15	4.51	0.54	12.08	3.40	5.40
03-21-255	15	4.37	0.69	15.79	3.50	5.80
03-21-301	15	4.11	0.95	23.06	2.50	6.10
03-21-316	15	4.85	0.54	11.16	4.00	5.90
03-21-324	15	4.84	0.52	10.67	3.90	5.80
03-21-337	15	4.57	0.76	16.55	3.10	5.70
Total	255	4.37	0.66	15.11	3.21	5.55



**ANEXO 4.** Promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, valores mínimos y máximos de número de ramas primarias de accesiones de colores Anaranjado, Amarillo y Púrpura de cañihua.

Clave de accesion	n	Promedio	Desviación Estándar	Coeficiente Variabilidad	Valor Mínimo	Valor Máximo
<b>Anaranjado</b>						
03-21-166	15	3.93	0.59	15.09	3.00	5.00
03-21-200	15	4.53	0.74	16.39	3.00	6.00
03-21-204	15	4.93	0.80	16.19	4.00	6.00
03-21-216	15	4.80	0.86	17.96	3.00	6.00
03-21-259	15	4.20	0.56	13.35	3.00	5.00
03-21-279	15	4.33	0.62	14.24	3.00	5.00
03-21-285	15	4.40	0.83	18.82	3.00	6.00
03-21-335	15	4.80	0.86	17.96	3.00	6.00
Total	120	4.49	0.73	16.25	3.13	5.63
<b>Amarillo</b>						
03-21-130	15	5.33	1.11	20.86	3.00	7.00
03-21-131	15	4.47	0.74	16.64	3.00	6.00
03-21-138	15	4.47	0.83	18.67	3.00	6.00
03-21-142	15	4.67	0.82	17.50	4.00	6.00
03-21-203	15	5.13	0.99	19.29	4.00	7.00
03-21-296	15	5.20	0.77	14.90	4.00	7.00
03-21-315	15	4.80	0.86	17.96	3.00	6.00
03-21-339	15	5.00	0.76	15.12	4.00	6.00
Total	129	4.88	0.86	17.62	3.50	6.38
<b>Púrpura</b>						
03-21-3	15	4.93	0.80	16.19	4.00	7.00
03-21-13	15	5.27	0.59	11.27	4.00	6.00
03-21-15	15	5.00	0.85	16.90	4.00	6.00
03-21-26	15	4.80	0.86	17.96	4.00	7.00
03-21-33	15	4.73	0.59	12.54	4.00	6.00
03-21-43	15	4.40	0.51	11.52	4.00	5.00
03-21-90	15	4.67	0.62	13.23	4.00	6.00
03-21-129	15	5.13	0.92	17.83	4.00	7.00
03-21-140	15	4.80	0.77	16.14	4.00	6.00
03-21-151	15	4.73	1.03	21.82	3.00	7.00
03-21-213	15	5.53	0.83	15.07	4.00	7.00
03-21-214	15	4.67	0.62	13.23	4.00	6.00
03-21-255	15	4.73	0.46	9.67	4.00	5.00
03-21-301	15	4.73	0.46	9.67	4.00	5.00
03-21-316	15	4.60	0.74	16.02	4.00	6.00
03-21-324	15	4.67	0.82	17.50	3.00	6.00
03-21-337	15	4.53	0.64	14.12	3.00	5.00
Total	255	4.82	0.71	14.75	3.82	6.06



**ANEXO 5.** Promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, valores mínimos y máximos de cobertura vegetativa de accesiones de colores Anaranjado, Amarillo y Púrpura de cañihua.

Clave de accesión	n	Promedio	Desviación Estándar	Coeficiente Variabilidad	Valor Mínimo	Valor Máximo
<b>Anaranjado</b>						
03-21-166	15	41.73	10.85	25.99	23.00	60.00
03-21-200	15	50.20	8.12	16.17	37.00	65.00
03-21-204	15	47.47	10.63	22.39	30.00	66.00
03-21-216	15	41.73	6.92	16.59	30.00	54.00
03-21-259	15	42.33	7.10	16.77	33.00	55.00
03-21-279	15	44.07	6.55	14.87	31.00	52.00
03-21-285	15	42.67	7.27	17.03	33.00	54.00
03-21-335	15	36.13	6.65	18.41	23.00	46.00
Total	120	43.29	8.01	18.53	30.00	56.50
<b>Amarillo</b>						
03-21-130	15	44.20	6.87	15.54	32.00	52.00
03-21-131	15	45.40	5.73	12.62	34.00	53.00
03-21-138	15	45.67	5.68	12.43	34.00	53.00
03-21-142	15	45.33	7.86	17.34	30.00	57.00
03-21-203	15	48.13	7.26	15.08	36.00	60.00
03-21-296	15	49.73	4.28	8.61	42.00	60.00
03-21-315	15	44.87	5.79	12.91	36.00	54.00
03-21-339	15	45.67	7.86	17.22	30.00	58.00
Total	120	46.13	6.42	13.97	34.25	55.88
<b>Púrpura</b>						
03-21-3	15	47.87	4.82	10.08	37.00	54.00
03-21-13	15	43.20	6.93	16.04	33.00	53.00
03-21-15	15	40.87	8.05	19.70	30.00	54.00
03-21-26	15	44.47	7.38	16.59	30.00	53.00
03-21-33	15	42.27	7.53	17.81	29.00	51.00
03-21-43	15	47.67	7.72	16.19	31.00	56.00
03-21-90	15	43.80	6.25	14.26	28.00	52.00
03-21-129	15	44.07	7.23	16.40	27.00	54.00
03-21-140	15	43.00	8.46	19.67	25.00	53.00
03-21-151	15	44.80	6.48	14.47	32.00	53.00
03-21-213	15	39.80	7.47	18.76	26.00	50.00
03-21-214	15	43.47	6.48	14.91	33.00	52.00
03-21-255	15	40.20	8.25	20.52	25.00	54.00
03-21-301	15	41.87	5.97	14.27	34.00	54.00
03-21-316	15	41.00	8.23	20.07	26.00	56.00
03-21-324	15	43.73	7.01	16.04	29.00	54.00
03-21-337	15	44.53	6.08	13.66	30.00	55.00
Total	255	43.33	7.08	16.44	29.71	53.41



**ANEXO 6.** Promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, valores mínimos y máximos de longitud de peciolo de accesiones de colores Anaranjado, Amarillo y Púrpura de cañihua.

Clave de accesión	n	Promedio	Desviación Estándar	Coeficiente Variabilidad	Valor Mínimo	Valor Máximo
<b>Anaranjado</b>						
03-21-166	15	0.97	0.38	39.03	0.40	1.60
03-21-200	15	0.95	0.27	28.75	0.50	1.40
03-21-204	15	0.85	0.23	26.53	0.40	1.20
03-21-216	15	0.69	0.37	53.54	0.30	1.40
03-21-259	15	0.59	0.14	23.38	0.40	0.80
03-21-279	15	0.86	0.32	36.72	0.40	1.40
03-21-285	15	1.07	0.41	38.33	0.50	1.60
03-21-335	15	0.76	0.31	40.34	0.40	1.40
Total	120	0.84	0.30	35.83	0.41	1.35
<b>Amarillo</b>						
03-21-130	15	0.95	0.19	20.31	0.70	1.40
03-21-131	15	0.93	0.34	36.15	0.40	1.40
03-21-138	15	0.87	0.22	24.66	0.50	1.20
03-21-142	15	0.91	0.18	20.22	0.60	1.20
03-21-203	15	0.93	0.17	18.45	0.60	1.20
03-21-296	15	0.85	0.14	16.62	0.60	1.10
03-21-315	15	1.00	0.16	15.58	0.80	1.30
03-21-339	15	1.01	0.17	17.04	0.80	1.40
Total	120	0.93	0.20	21.13	0.63	1.28
<b>Púrpura</b>						
03-21-3	15	0.87	0.25	28.49	0.40	1.30
03-21-13	15	0.91	0.22	24.47	0.50	1.40
03-21-15	15	0.94	0.15	15.98	0.60	1.20
03-21-26	15	0.81	0.27	33.47	0.40	1.20
03-21-33	15	0.95	0.21	21.82	0.60	1.30
03-21-43	15	0.91	0.16	17.00	0.60	1.20
03-21-90	15	0.73	0.16	21.66	0.50	1.00
03-21-129	15	0.83	0.12	14.81	0.70	1.00
03-21-140	15	0.87	0.13	15.52	0.60	1.00
03-21-151	15	0.79	0.24	29.93	0.40	1.20
03-21-213	15	0.80	0.23	28.35	0.40	1.10
03-21-214	15	0.79	0.26	33.17	0.40	1.20
03-21-255	15	0.89	0.15	17.17	0.60	1.10
03-21-301	15	0.97	0.34	34.68	0.50	1.60
03-21-316	15	0.92	0.17	18.00	0.60	1.20
03-21-324	15	0.72	0.20	27.88	0.40	1.00
03-21-337	15	0.87	0.24	27.47	0.50	1.40
Total	255	0.86	0.21	24.11	0.51	1.20



**ANEXO 7.** Promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, valores mínimos y máximos de longitud máxima de la lámina foliar de accesiones de colores

Anaranjado, Amarillo y Púrpura de cañihua.

Clave de accesión	n	Promedio	Desviación Estándar	Coeficiente Variabilidad	Valor Mínimo	Valor Máximo
<b>Anaranjado</b>						
03-21-166	15	1.65	0.33	19.78	1	2.1
03-21-200	15	1.86	0.18	9.91	1.5	2.2
03-21-204	15	1.63	0.36	22.03	1	2.2
03-21-216	15	1.42	0.21	15.1	1.1	1.9
03-21-259	15	1.57	0.2	12.82	1.1	1.9
03-21-279	15	1.63	0.39	23.86	0.9	2.2
03-21-285	15	1.86	0.58	31.14	1	2.6
03-21-335	15	1.93	0.3	15.38	1.4	2.5
Total	120	1.69	0.32	18.75	1.13	2.20
<b>Amarillo</b>						
03-21-130	15	1.79	0.37	20.93	0.9	2.4
03-21-131	15	1.93	0.24	12.32	1.6	2.3
03-21-138	15	1.61	0.3	18.58	1.1	2.2
03-21-142	15	1.77	0.27	15.29	1.4	2.2
03-21-203	15	1.77	0.27	15.38	1.3	2.3
03-21-296	15	1.85	0.29	15.38	1.4	2.4
03-21-315	15	1.95	0.29	14.64	1.5	2.5
03-21-339	15	1.89	0.22	11.83	1.5	2.3
Total	120	1.82	0.28	15.54	1.34	2.33
<b>Púrpura</b>						
03-21-3	15	1.78	0.2	11.07	1.5	2.1
03-21-13	15	1.71	0.22	12.81	1.4	2.1
03-21-15	15	1.93	0.19	9.9	1.6	2.3
03-21-26	15	1.73	0.26	15.05	1.2	2.1
03-21-33	15	2.24	0.25	11.04	1.8	2.6
03-21-43	15	1.89	0.28	15	1.3	2.4
03-21-90	15	1.75	0.24	13.78	1.3	2.1
03-21-129	15	1.69	0.18	10.81	1.5	2
03-21-140	15	1.89	0.19	9.87	1.6	2.3
03-21-151	15	1.80	0.23	12.77	1.5	2.2
03-21-213	15	1.95	0.31	15.76	1.5	2.5
03-21-214	15	2.05	0.34	16.45	1.6	2.7
03-21-255	15	1.70	0.39	22.89	1	2.4
03-21-301	15	2.11	0.32	14.95	1.6	2.6
03-21-316	15	2.2	0.35	15.84	1.6	2.7
03-21-324	15	1.83	0.28	15.24	1.5	2.3
03-21-337	15	1.87	0.33	17.53	1.3	2.5
Total	255	1.89	0.27	14.16	1.46	2.35



**ANEXO 8.** Promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, valores mínimos y máximos de ancho máxima de la lámina foliar de accesiones de colores Anaranjado, Amarillo y Púrpura de cañihua.

Clave de accesión	n	Promedio	Desviación Estándar	Coeficiente Variabilidad	Valor Mínimo	Valor Máximo
<b>Anaranjado</b>						
03-21-166	15	1.36	0.30	21.85	0.80	1.80
03-21-200	15	1.53	0.35	23.02	0.80	2.10
03-21-204	15	1.33	0.37	27.43	0.60	1.90
03-21-216	15	1.15	0.25	21.58	0.80	1.70
03-21-259	15	1.31	0.21	16.25	0.80	1.60
03-21-279	15	1.44	0.39	27.38	0.70	2.10
03-21-285	15	1.63	0.49	30.43	0.80	2.30
03-21-335	15	1.59	0.32	19.91	1.10	2.20
Total	120	1.42	0.34	23.48	0.80	1.96
<b>Amarillo</b>						
03-21-130	15	1.49	0.37	25.15	0.60	2.10
03-21-131	15	1.66	0.25	15.24	1.20	2.10
03-21-138	15	1.36	0.30	21.85	0.90	1.90
03-21-142	15	1.51	0.25	16.35	1.10	1.90
03-21-203	15	1.50	0.24	16.13	1.10	2.00
03-21-296	15	1.60	0.25	15.85	1.20	2.00
03-21-315	15	1.69	0.27	16.17	1.30	2.30
03-21-339	15	1.65	0.23	13.88	1.30	2.00
Total	120	1.56	0.27	17.58	1.09	2.04
<b>Púrpura</b>						
03-21-3	15	1.53	0.20	12.73	1.20	1.90
03-21-13	15	1.48	0.22	15.15	1.10	1.90
03-21-15	15	1.71	0.20	11.82	1.40	2.00
03-21-26	15	1.49	0.25	16.69	1.00	1.90
03-21-33	15	1.99	0.27	13.47	1.50	2.40
03-21-43	15	1.61	0.26	15.87	1.10	2.10
03-21-90	15	1.44	0.24	16.77	1.00	1.90
03-21-129	15	1.42	0.16	11.36	1.20	1.70
03-21-140	15	1.60	0.18	11.33	1.40	2.00
03-21-151	15	1.47	0.18	12.43	1.20	1.80
03-21-213	15	1.61	0.29	18.13	1.10	2.10
03-21-214	15	1.65	0.34	20.38	1.20	2.40
03-21-255	15	1.49	0.34	22.86	0.80	2.00
03-21-301	15	1.82	0.32	17.65	1.40	2.30
03-21-316	15	1.86	0.38	20.20	1.20	2.40
03-21-324	15	1.55	0.22	14.37	1.30	2.00
03-21-337	15	1.59	0.29	18.45	1.00	2.10
Total	255	1.61	0.26	15.86	1.18	2.05



**ANEXO 9.** Promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, valores mínimos y máximos de índice de cosecha de accesiones de colores Anaranjado, Amarillo y Púrpura de cañihua.

Clave de accesión	n	Promedio	Desviación Estándar	Coeficiente Variabilidad	Valor Mínimo	Valor Máximo
<b>Anaranjado</b>						
03-21-166	3	0.20	0.03	13.23	0.18	0.23
03-21-200	3	0.14	0.02	14.29	0.12	0.16
03-21-204	3	0.16	0.06	41.04	0.11	0.23
03-21-216	3	0.18	0.01	3.27	0.17	0.18
03-21-259	3	0.20	0.08	37.56	0.12	0.27
03-21-279	3	0.19	0.10	50.77	0.08	0.25
03-21-285	3	0.23	0.06	23.60	0.18	0.29
03-21-335	3	0.16	0.01	7.07	0.15	0.17
Total	24	0.18	0.05	23.85	0.14	0.22
<b>Amarillo</b>						
03-21-130	3	0.24	0.07	27.49	0.17	0.30
03-21-131	3	0.17	0.05	27.06	0.12	0.21
03-21-138	3	0.22	0.08	33.90	0.17	0.31
03-21-142	3	0.21	0.08	38.10	0.13	0.29
03-21-203	3	0.22	0.03	12.03	0.20	0.25
03-21-296	3	0.22	0.06	27.82	0.16	0.28
03-21-315	3	0.19	0.05	27.49	0.13	0.23
03-21-339	3	0.20	0.02	7.51	0.19	0.22
Total	24	0.21	0.06	25.18	0.16	0.26
<b>Púrpura</b>						
03-21-3	3	0.31	0.14	46.18	0.22	0.48
03-21-13	3	0.22	0.09	40.40	0.12	0.29
03-21-15	3	0.29	0.02	7.26	0.27	0.31
03-21-26	3	0.16	0.02	12.50	0.14	0.18
03-21-33	3	0.24	0.09	35.94	0.14	0.30
03-21-43	3	0.31	0.04	11.63	0.27	0.34
03-21-90	3	0.28	0.03	11.04	0.25	0.31
03-21-129	3	0.29	0.02	5.21	0.28	0.31
03-21-140	3	0.24	0.05	19.97	0.20	0.29
03-21-151	3	0.24	0.12	48.05	0.15	0.37
03-21-213	3	0.28	0.03	9.10	0.25	0.30
03-21-214	3	0.15	0.03	17.64	0.13	0.18
03-21-255	3	0.24	0.05	19.97	0.20	0.29
03-21-301	3	0.21	0.08	36.32	0.13	0.28
03-21-316	3	0.22	0.06	25.31	0.17	0.28
03-21-324	3	0.26	0.01	3.85	0.25	0.27
03-21-337	3	0.26	0.03	11.90	0.23	0.29
Total	51	0.25	0.05	21.31	0.20	0.30



**ANEXO 10.** Promedio, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, valores mínimos y máximos de días de madurez fisiológica de accesiones de cañihua colores anaranjado, amarillo y púrpura de cañihua.

Clave de accesión	n	Promedio	Desviación Estándar	Coeficiente Variabilidad	Valor Mínimo	Valor Máximo
<b>Anaranjado</b>						
03-21-166	3	161.00	0.00	0.00	161.00	161.00
03-21-200	3	161.00	0.00	0.00	161.00	161.00
03-21-204	3	167.00	0.00	0.00	167.00	167.00
03-21-216	3	167.00	0.00	0.00	167.00	167.00
03-21-259	3	172.00	0.00	0.00	172.00	172.00
03-21-279	3	161.00	0.00	0.00	161.00	161.00
03-21-285	3	171.00	0.00	0.00	171.00	171.00
03-21-335	3	161.00	0.00	0.00	161.00	161.00
Total	24	165.13	0.00	0.00	165.13	165.13
<b>Amarillo</b>						
03-21-130	3	167.00	0.00	0.00	167.00	167.00
03-21-131	3	171.00	0.00	0.00	171.00	171.00
03-21-138	3	167.00	0.00	0.00	167.00	167.00
03-21-142	3	167.00	0.00	0.00	167.00	167.00
03-21-203	3	172.00	0.00	0.00	172.00	172.00
03-21-296	3	171.00	0.00	0.00	171.00	171.00
03-21-315	3	154.00	0.00	0.00	154.00	154.00
03-21-339	3	154.00	0.00	0.00	154.00	154.00
Total	24	165.38	0.00	0.00	165.38	165.38
<b>Púrpura</b>						
03-21-3	3	167.00	0.00	0.00	167.00	167.00
03-21-13	3	167.00	0.00	0.00	167.00	167.00
03-21-15	3	161.00	0.00	0.00	161.00	161.00
03-21-26	3	154.00	0.00	0.00	154.00	154.00
03-21-33	3	167.00	0.00	0.00	167.00	167.00
03-21-43	3	167.00	0.00	0.00	167.00	167.00
03-21-90	3	172.00	0.00	0.00	172.00	172.00
03-21-129	3	171.00	0.00	0.00	171.00	171.00
03-21-140	3	172.00	0.00	0.00	172.00	172.00
03-21-151	3	167.00	0.00	0.00	167.00	167.00
03-21-213	3	171.00	0.00	0.00	171.00	171.00
03-21-214	3	154.00	0.00	0.00	154.00	154.00
03-21-255	3	167.00	0.00	0.00	167.00	167.00
03-21-301	3	167.00	0.00	0.00	167.00	167.00
03-21-316	3	171.00	0.00	0.00	171.00	171.00
03-21-324	3	167.00	0.00	0.00	167.00	167.00
03-21-337	3	171.00	0.00	0.00	171.00	171.00
Total	51	166.65	0.00	0.00	166.65	166.65



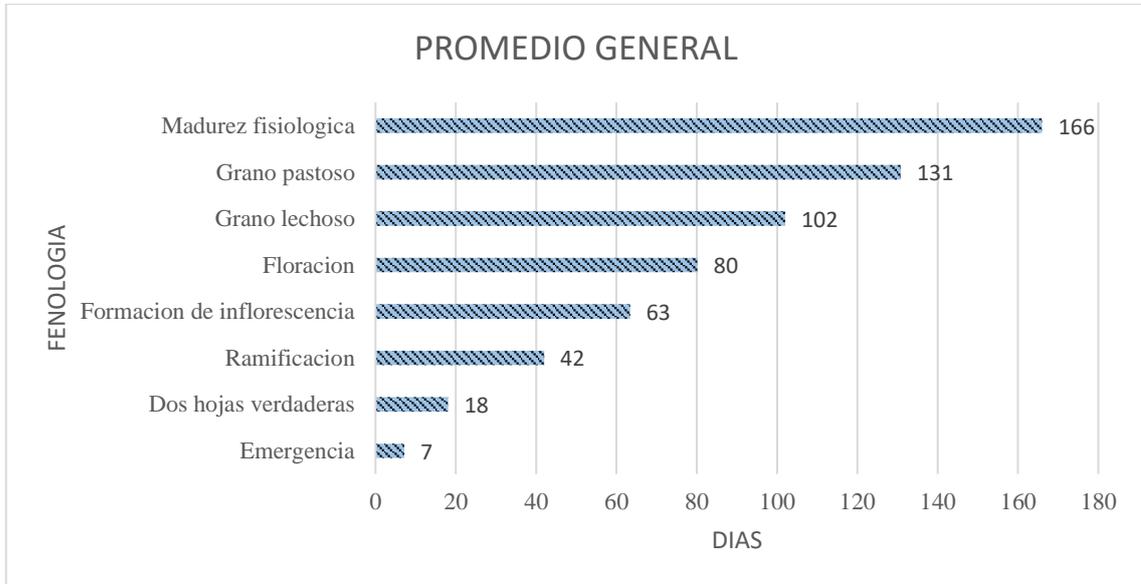
**ANEXO 11.** Resultados experimentales de rendimiento grano de las accesiones de cañihua color anaranjado, amarillo y púrpura de cañihua.

Clave de accesión	Rep. I	Rep. II	Rep. III	TOTAL	gr/parcela)	kg/ha
Anaranjado						
03-21-166	266	324	287	877	292.33	974.44
03-21-200	549	490	510	1549	516.33	1721.11
03-21-204	632	660	682	1974	658.00	2193.33
03-21-216	298	320	371	989	329.67	1098.89
03-21-259	445	350	428	1223	407.67	1358.89
03-21-279	427	468	531	1426	475.33	1584.44
03-21-285	514	396	460	1370	456.67	1522.22
03-21-335	380	415	436	1231	410.33	1367.78
Amarillo						
03-21-130	896	1025	950	2871	957.00	3190.00
03-21-131	514	606	560	1680	560.00	1866.67
03-21-138	473	404	445	1322	440.67	1468.89
03-21-142	690	706	730	2126	708.67	2362.22
03-21-203	568	638	501	1707	569.00	1896.67
03-21-296	690	769	849	2308	769.33	2564.44
03-21-315	765	821	796	2382	794.00	2646.67
03-21-339	534	464	498	1496	498.67	1662.22
púrpura						
03-21-3	1100	1350	997	3447	1149.00	3830.00
03-21-13	628	508	641	1777	592.33	1974.44
03-21-15	860	940	1058	2858	952.67	3175.56
03-21-26	543	572	505	1620	540.00	1800.00
03-21-33	612	514	465	1591	530.33	1767.78
03-21-43	1226	950	1341	3517	1172.33	3907.78
03-21-90	829	738	695	2262	754.00	2513.33
03-21-129	710	748	651	2109	703.00	2343.33
03-21-140	538	572	575	1685	561.67	1872.22
03-21-151	733	680	885	2298	766.00	2553.33
03-21-213	686	530	590	1806	602.00	2006.67
03-21-214	787	585	620	1992	664.00	2213.33
03-21-255	562	786	546	1894	631.33	2104.44
03-21-301	580	747	626	1953	651.00	2170.00
03-21-316	510	630	767	1907	635.67	2118.89
03-21-324	815	849	718	2382	794.00	2646.67
03-21-337	825	983	764	2572	857.33	2857.78

**ANEXO 12.** Resumen general de promedios totales de características fenológicas y morfológicas de las 33 accesiones de cañihua.

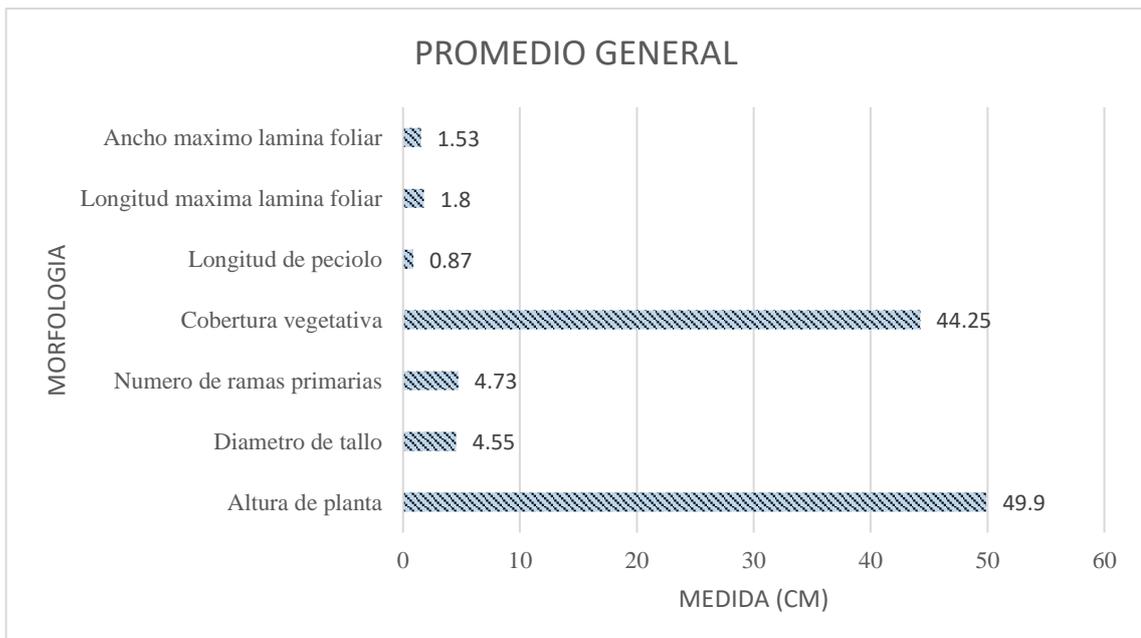
**Figura 25**

*Promedio general de características fenológicas de 33 accesiones de cañihua.*



**Figura 26**

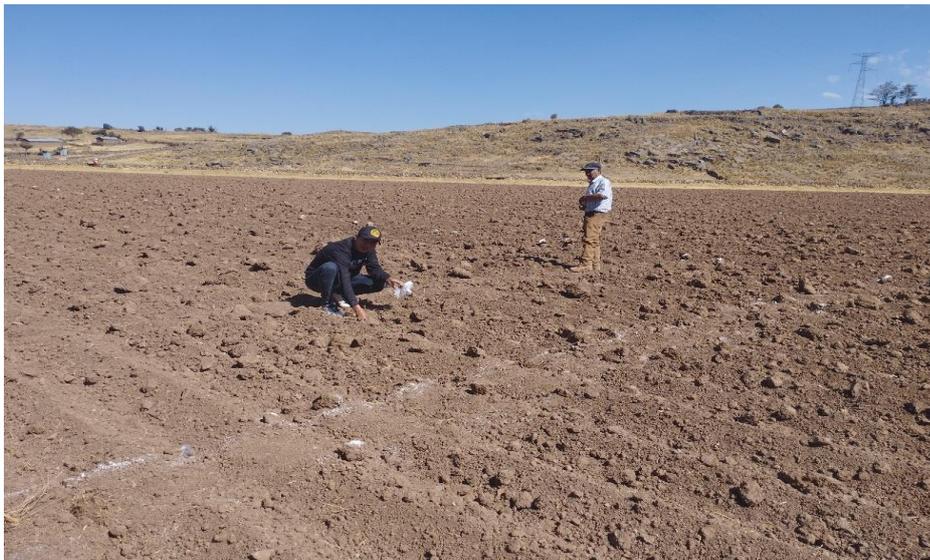
*Promedio general de características morfológicas de 33 accesiones de cañihua.*



### ANEXO 13. Panel fotográfico



**Nota.** *Trazado del área experimental en el C.E. ILLPA.*



**Nota.** *Siembra de cañihua a chorro continuo.*



**Nota.** *Estado fenológico de emergencia*



**Nota.** *Desahije de plántulas débiles.*



**Nota.** *Estado de fenológico de ramificación.*



**Nota.** *Deshierbo de parcelas de accesiones de cañihua.*



**Nota.** *Evaluación de características morfológicas.*



**Nota.** *Corte o siega de las accesiones de cañihua.*



## ANEXO 14. Declaración jurada de autenticidad de tesis.



Universidad Nacional  
del Altiplano Puno



Vicerrectorado  
de Investigación



Repositorio  
Institucional

### DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Alves Yolvi Ayamamani Condori,  
identificado con DNI 70773879 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Agronómica

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

"Caracterización fenológica y morfológica de accesiones  
selectas de Cañihua (Chenopodium pallidicaule Aellen) de  
Colores Anaranjado, amarillo y púrpura en Illpa-Puno"

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 19 de Setiembre del 2024

  
FIRMA (obligatoria)



Huella



## ANEXO 15. Autorización para el depósito de tesis en el Repositorio Institucional



Universidad Nacional  
del Altiplano Puno



Vicerrectorado  
de Investigación



Repositorio  
Institucional

### AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Alves Yelvi Ayamamani Conderi,  
identificado con DNI 70773879 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Agronómica

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

“Caracterización Fenológica y morfológica de accesiones selectas de Cañihua (Chenopodium radillocaule Aellen) de Colores anaranjado, amarillo y púrpura ex Illpa - Puno”

para la obtención de  Grado,  Título Profesional o  Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

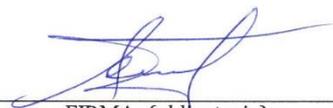
En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 19 de Setiembre del 2024

  
FIRMA (obligatoria)



Huella