Revista de Ciencias Agrarias. Vol. 11(1) 2026
ISSN 2225-5176 Versión impresa
ISSN 2789-3456 Versión en línea
Facultad de Ciencias Agrarias-Universidad Nacional del Altiplano

Recibido: 26-01-26
Aceptado: 17-06-26
Articulo Original
DOI: 10.53719/rca.2026.905

Evaluación agronómica de tres ecotipos locales de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en la comunidad altoandina de Huarcapata, Espinar - Cusco

Agronomic evaluation of three local ecotypes of cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) in the high andean community of Huarcapata, Espinar - Cusco

Mery Maribel Mamani Aguilar[1]*; Rosa Agustina Tuni Ramos[2]; Marck Oscar Huisa Huarca[3]

[1]Instituto Nacional de Innovación Agraria. Estacion Experimental Agraria Illpa Puno, Perú
[2]Escuela de Posgrado, Universidad Nacional del Altiplano Puno, Perú
[3]Instituto de Educación Superior Tecnológico Publico, Espinar, Cusco, Perú.
https://orcid.org/0000-0001-6447-5417
https://orcid.org/0009-0007-3943-071X
https://orcid.org/0009-0001-2300-3875
*Autor para correspondencia, email: merymamaniaguilar@gmail.com

Resumen

El objetivo de la investigación fue evaluar el rendimiento y caracterizar morfológicamente tres ecotipos locales de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en condiciones agroclimáticas altoandinas, durante la campaña agrícola 2024-2025; en Huarcapata, Espinar Cusco a 4045 msnm se evaluaron los ecotipos “Yauri”, “Toclla” y “Tocroyo” bajo un diseño de bloque completo al azar con tres repeticiones. Se midió el rendimiento de grano (kg/ha) y se caracterizaron variables morfológicas (forma de hoja, altura, dehiscencia, color de perigonio y pericarpio, forma del grano) siguiendo descriptores estandarizados del IPGRI/PROINPA. El análisis estadístico incluyó ANOVA y prueba de Tukey ($p<0.05$). Los resultados indican diferencias significativas ($p<0.01$) en rendimiento y altura. “Toclla” presentó el mayor rendimiento 1920 kg/ha y altura 37 cm, con dehiscencia persistente grado 7. “Yauri” rindió 1800 kg/ha y “Tocroyo” 1280 kg/ha, ambos con dehiscencia regular grado 5. Los tres ecotipos mostraron hábito de crecimiento "lasta" y forma de grano sub-lenticular, con variabilidad en colores. El ciclo fenológico fue de 158 días. Se concluye que los ecotipos, especialmente “Toclla”, superan ampliamente el rendimiento promedio, demostrando alto potencial productivo y adaptación a condiciones agroclimáticas adversas, la baja dehiscencia es un carácter valioso para la cosecha. Estos resultados destacan la importancia de la selección de ecotipos locales para mejorar la sostenibilidad del cultivo en los Andes.

Palabras clave: *Chenopodium pallidicaule*, ecotipos locales, rendimiento, dehiscencia, morfología.

Abstract

The objective of this research was to evaluate the yield and morphologically characterize three local ecotypes of cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) under high Andean agroclimatic conditions during the 2024-2025 growing season. In Huarcapata, Espinar Cusco 4045 msnm, the ecotypes “Yauri”, “Toclla”, and “Tocroyo” were evaluated using a randomized complete block design with three replications. Grain yield (kg/ha) was measured, and morphological variables (leaf shape, height, dehiscence, perigone and pericarp color, and grain shape) were characterized using standardized descriptors of IPGRI/PROINPA. Statistical analysis included ANOVA and Tukey test ($p<0.05$). Results showed significant differences ($p<0.01$) in yield and height. “Toclla” exhibited the highest yield 192 kg/ha) and height 37 cm, with persistent dehiscence grade 7. “Yauri” yielded 1800 kg/ha and “Tocroyo” 1280 kg/ha, both with regular dehiscence grade 5. All three ecotypes showed a lassile growth habit and sub-lenticular grain shape, with color variability. The phenological cycle was 158 days. It is concluded that the ecotypes, especially “Toclla”, significantly exceed the average yield, demonstrating high productive potential and adaptation to adverse agroclimatic conditions. Their low dehiscence is a valuable trait for harvesting. These results highlight the importance of selecting local ecotypes to improve the sustainability of the crop in the Andes.

Keywords: *Chenopodium pallidicaule*, local ecotypes, yield, dehiscence, morphology.

Introducción

La cañihua representa un recurso vegetal estratégico debido a su resiliencia climática y calidad proteica excepcional en ecosistemas montañosos, con rendimientos promedios de 1100 kg/ha (Bravo-Portocarrero et al., 2022). Además, este pseudocereal demuestra una adaptabilidad superior frente a heladas o sequías extremas, garantizando la alimentación poblacional (Ttacca et al., 2022). Evolutivamente, la cañihua posee una condición diploide divergente de la quinua (Chenopodium quinoa Willd.) que es tetraploide, derivando únicamente de una especie ancestral con genoma tipo A (Bruno, 2023).

La cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) destaca como uno de los alimentos con un alto contenido de proteínas de elevado valor biológico que oscila entre el 14.4% y el 15.6% (Mérida-López et al., 2023), un rango que no difiere de los niveles de proteína del 14.6% al 19% reportados para este pseudocereal por otras investigaciones (Callohuanca-Pariapaza et al., 2021). Asimismo, este grano andino posee un perfil lipídico notablemente rico en ácidos grasos insaturados saludables, en el que sobresalen el ácido linoleico (omega-6) y oleico (omega-9), además de presentar altas concentraciones de minerales esenciales como el calcio, el hierro y el magnesio (Mérida-López et al., 2023). Actualmente, existe incertidumbre respecto al manejo fitosanitario y la caracterización morfológica estandarizada de diversas entradas andinas (Bravo-Portocarrero et al., 2022). Las plagas y enfermedades aun no afectan significativamente este cultivo (Rodríguez et al., 2020). Asimismo, la erosión de saberes ancestrales y la merma en superficies cultivadas comprometen la continuidad hereditaria de esta especie milenaria (Ormachea-Salcedo et al., 2024).

Bajo esta perspectiva, conocer la variabilidad fenotípica permite ubicar especímenes promisorios para esquemas futuros de mejoramiento. Consecuentemente, esta información sistematiza con hallazgos importantes fortalecerá los vacíos informativos y buscar potenciar el rendimiento de este grano milenario.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en la C.C. de Huarcapata, distrito de Pallpata, provincia de Espinar, región Cusco; ubicación geográfica 14°54′36.1″S y 71°13′33.8″N, a 4045 msnm, zona altoandina o puna, con clima frío y seco, donde predomina la actividad pecuaria y también cultivos resistentes a heladas como la cañihua y quinua.

Se evaluaron tres ecotipos locales de cañihua: “Yauri”, “Toclla” y “Tocroyo”. El experimento se estableció bajo un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con tres repeticiones (bloques). La unidad experimental fue una parcela de 3 m x 6 m (18 m²).

La preparación del suelo incluyó la incorporación de estiércol ovino descompuesto 2 kg/m². La siembra se realizó de forma manual el 13 de noviembre de 2024, en surcos distanciados a 0.45 m, a "chorro continuo". Las labores culturales como el deshierbo y aporque se realizaron de manera uniforme. La cosecha se realizó el 20 de abril de 2025.

Variables y mediciones:

Rendimiento de grano (kg/ha)

Se determinó mediante la cosecha manual del área útil de cada parcela experimental utilizando hoces de acero, a una altura promedio de 5 a 7 cm, a nivel del suelo. Las plantas colechadas se dispusieron en un ambiente limpio y se sometieron a secado bajo a temperatura ambiente. Posteriormente, se realizó la trilla manual sobre mantas de polietileno de alta densidad para separar los granos de la broza, seguida se hizo el venteado para eliminar impurezas finas. El peso del grano limpio se cuantificó utilizando una balanza analítica digital de precisión, y el valor obtenido por parcela útil se transformó a kilogramos por hectárea (kg/ha).

Altura de planta (cm)

Se registró individualmente en una muestra probabilística de 10 plantas seleccionadas al azar en los surcos centrales de cada parcela útil, evitando el efecto de borde, al alcanzar la madurez fisiológica de la planta. La medición se realizó desde el cuello de la raíz (superficie del suelo) hasta la parte apical de la inflorescencia.

Variables morfológicas

Se evaluaron de manera visual e individual en el tercio medio de una muestra de 10 plantas por parcela, utilizando los descriptores estandarizados para cañihua del Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos y la Fundación Promoción e Investigación de Productos Andinos IPGRI/PROINPA (2005).

- *Hábito de crecimiento:* clasificado por inspección visual directa del dosel de la planta, registrando el número, frondosidad y ángulo de inserción de las ramas primarias y secundarias para categorizar el espécimen (Saihua, lasta y pampalasta).
- *Forma de la hoja*: se evaluó visualmente en el tercio medio de la planta, pudiendo ser romboidal, triangular o ancha ovada.
- *Grado de dehiscencia:* evaluado en campo a la madurez de cosecha mediante la prueba de agitación mecánica manual de la panoja. Se aplicó la escala numérica del descriptor de cañihua: grado 3 para dehiscencia ligera (baja pérdida), grado 5 para dehiscencia regular o intermedia, y grado 7 para

grano persistente (nula caída de semillas al agitar la inflorescencia).

- *Color del perigonio y pericarpio:* caracterizado por comparación óptica directa de las estructuras florales y del grano limpio contra las muestras de color de la Tabla de Cartas de Color de Munsell (Munsell Color Charts para tejidos vegetales o suelos), efectuando las lecturas bajo condiciones estándar de luz natural difusa para evitar distorsiones por radiación directa.
- *Forma de grano:* determinada mediante observación macroscópica directa y caracterización de la muestra de semillas limpias apoyada con una lupa de mano. Se registró el contorno del episperma, la prominencia del pico y la textura de la cubierta seminal para verificar su correspondencia con la forma tipo 3 (sub-lenticular) descrita en los descriptores internacionales.

Diseño estadístico

El diseño estadístico se estableció bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con tres repeticiones para evaluar de forma controlada el comportamiento de los ecotipos locales de cañihua. Previo al análisis inferencial, todas las variables cuantitativas de productividad y fenología fueron sometidas a la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk y evaluación de homogeneidad de varianzas. Una vez validados los supuestos, los datos se analizaron mediante el análisis de varianza (ANOVA) para determinar el efecto de los tratamientos bajo un nivel de significancia del 5 %, e aplicó la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey, con un nivel de probabilidad de error de $p< 0,05$. Todo el procesamiento estadístico y la sistematización de la base de datos se ejecutaron mediante el software especializado InfoStat, versión 2020.

Resultados y discusión

Rendimiento y altura de planta

El ensayo registra un coeficiente de variabilidad de 3.42% para el rendimiento, lo cual demuestra alta precisión experimental. De este modo, “Toclla” supera el rendimiento con 1920.33 kg/ha, seguido de “Yauri” con 1800.00, ubicándose ambos en la agrupación superior. Por el contrario, la entrada “Tocroyo” presenta un comportamiento inferior registrando apenas 1280.00 kg/ha. Sin embargo, para la altura de planta el coeficiente de variación es de 5.39%, lo cual refleja precisión en la toma de datos y un error experimental controlado dentro del ensayo. El ecotipo Toclla alcanzó la mayor altura promedio (37.00 cm) y se clasifica solo en un grupo, siendo estadísticamente superior a los demás, mientras que los ecotipos Tocroyo (31.67 cm) y Yauri (30.33 cm), lo que significa que no presentan diferencias significativas entre ellos, pero ambos son significativamente más bajos que Toclla.

Los ecotipos “Toclla” obtuvieron 1920,33 kg/ha y “Yauri” 1800,00 kg/ha estos valores superan a las variedades Pitojiura y K´ello, evaluadas en Chumbivilcas, Cusco, con medias de 976.1 y 913.7 kg/h (Huaman et al., 2024). Así mismo reportan que a nivel de agricultor, rendimientos promedios son de 500 a 700 kg/ha en cultivares tradicionales, estos resultados son bajos comparados con los rendimientos obtenidos para los ecotipos locales del presente trabajo (Apaza, 2010). El desempeño de “Toclla” supera ampliamente el promedio regional en el Altiplano peruano, el cual se estima tradicionalmente desde 700 kg/ha (Apaza, 2010). En contraste, el ecotipo “Tocroyo” coincide con la heterogeneidad fenotípica común en poblaciones nativas no sometidas a procesos de selección técnica (Castro-Albán et al., 2023). Sin embargo, se reporta que las accesiones de cañihua presentan rendimientos más altos (1847.5 kg/ha), en comparación con las variedades (1328 kg/ha) pero con mejor estabilidad; en comparación (Huamán-Tapara, 2025).

Por otra parte, se documentó que la plasticidad fenotípica de la especie frente a las variaciones agroclimáticas locales estimula la productividad del cultivo. Esto coincide con lo reportado en ensayos realizados en la región de Arequipa, donde la caracterización agronómica de 10 ecotipos estudiados evidenció una respuesta productiva competitiva, registrando valores de entre 1500 y 2772 kg/ha (Nina, 2014). En otra investigación, en la misma región, Majes, muestran resultados del rendimiento de 1156 a 1225 kg/ha y altura de planta de 61.6 y 62.13 cm (Gonzales, 2019). Estos resultados son similares con los rendimientos de 1233 a 1598 kg/ha y altura de planta de 44.4 a 56.5 cm (Chahua, 2020).

La altura promedio de “Toclla” (37,00 cm), aunque clasificada como sobresaliente en este estudio, se sitúa en el rango inferior-medio descrito para esta especie, que oscila habitualmente entre los 20 y 80 cm (Ttacca et al., 2022) y los datos reportados por Bravo-Portocarrero et al., (2022). La altura está ligada al hábito de crecimiento, probablemente del tipo "lasta" o "saihua", que favorece la protección de la inflorescencia (Bruno, 2023).

El efecto significativo del ecotipo, frente a la nula significancia de los bloques confirma que la variabilidad es de naturaleza heredable y genética (Delgado et al., 2024). La diferenciación de dos grupos estadísticos ($p<0,05$) resalta la heterogeneidad fenotípica característica de las semillas conservadas por comunidades andinas, quienes seleccionan materiales según su adaptación local (Castro-Albán et al., 2023). En contraste, la uniformidad ambiental del terreno permitió

que todos los ejemplares expresaran su potencial sin interferencias significativas de la ubicación parcelaria.

La superioridad del ecotipo “Toclla” sobre los ecotipos “Tocroyo” y “Yauri”, indican que este material posee una mejor eficiencia en la asimilación de nutrientes en suelos de alta montaña (Bravo-Portocarrero et al., 2022). Dado que la altura suele correlacionarse positivamente con el número de ramas y el rendimiento en cañihua, este ecotipo se perfila como un recurso estratégico para programas de fitomejoramiento que busquen optimizar la biomasa reproductiva en ecosistemas marginales (Ttacca et al., 2022; Ormachea-Salcedo et al., 2024).

Seleccionar genotipos sobresalientes favorece la seguridad alimentaria local, aprovechando la resiliencia climática natural del vegetal ante circunstancias ambientales adversas (Quinte et al., 2025; Ormachea-Salcedo., 2025). La determinación del objetivo surge de la necesidad de identificar materiales con alta productividad y estabilidad que garanticen el sustento económico de las familias (Bravo-Portocarrero et al., 2022; Barrientos-Perez et al., 2023).

Figura 1. Parcela experimental de ecotipos de cañihua

Variables morfológicas:

Hábito de crecimiento. En cuanto al hábito de crecimiento de la planta se puede verificar que en los tres ecotipos cuentan con numerosas ramificaciones, según esas características se le denomina que es una lasta en cuanto a los tres ecotipos.

El hábito de crecimiento tipo "lasta" es semi-postrado y muy ramificado identificado en los tres ecotipos es característico de las variedades domesticadas de *Chenopodium pallidicaule* (Bruno, 2023). Esta estructura ramificada y frondosa provee una cobertura vegetativa estratégica que protege a las inflorescencias de las temperaturas mínimas extremas del Altiplano, las cuales pueden descender hasta los -10 °C (Bravo-Portocarrero et al., 2022).

Figura 2. Habito de crecimiento de ecotipos de cañihua. Ecotipos: A. Toclla, B. Tocroyo, C. Yauri. Los tres ecotipos con de habito de crecimiento lasta.

Forma de la hoja. Tipo de hoja Ancha ovada para los tres ecotipos. La forma de la hoja en cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) constituye un descriptor cualitativo para la caracterización del

germoplasma y la diferenciación de ecotipos. En este ensayo, la determinación de la forma de la lámina foliar del tercio medio de la planta es "ancha ovada" (IPGRI, 2005), en los tres ecotipos estudiados. Esta morfología de lámina foliar ancha ovada ha sido reportada como una característica típica de la variedad comercial mejorada Illpa INIA-406, seleccionada en el Altiplano peruano (Apaza, 2010). Las hojas son trilobadas, de 3 a 3.5 cm de largo y 1.5 a 2.5 cm de ancho, se describe una mayor variabilidad fenotípica en el dosel, presentándose morfologías foliares de tipo triangular o romboidal (La Rosa-Loli, 2021; Bruno, 2023). Asimismo, estudios de diversidad morfológica y ecogeográfica en pseudocereales y leguminosas andinas indican que rasgos vegetativos como la forma de la hoja tienden a ser estables y responden a patrones de adaptación evolutiva local (Chalampuente-Flores et al., 2023).

Desde una perspectiva fisiológica, en las especies de *Chenopodium* la presencia de láminas foliares ancha ovadas influye directamente en el área foliar activa y la interceptación de radiación fotosintéticamente activa, optimizando el potencial de asimilación del cultivo bajo frentes fríos extremos (Hussain et al., 2020).

La correspondencia del hábito de crecimiento tipo "lasta" con hojas compactas y de forma ancha ovada proporciona una densa cobertura vegetativa que protege las inflorescencias del daño por heladas a altitudes superiores a los 4000 msnm (Barrientos-Pérez et al., 2023).

Figura 3. Forma de la hoja de ecotipos de cañihua. Ecotipos: A. Toclla, B. Tocroyo, C. Yauri. Forma de hoja ancha ovada.

Grado de dehiscencia. La evaluación de los ecotipos revelo que Toclla muestra un valor de 7 con un grado de persistente al agitar la panoja, mientras Yauri y Tocroyo muestran un valor de 5 y un grado regular de dehiscencia (IPGRI, 2005). El valor de 7 (persistente) en el ecotipo “Toclla” representa una ventaja agronómica significativa sobre la dehiscencia regular (grado 5) de “Yauri” y “Tocroyo”. Las fuentes indican que las poblaciones rústicas o silvestres pueden perder entre el 15 % y 35 % de sus semillas debido al desgranado natural o "shattering" antes de la cosecha (Bruno, 2023). Esta variabilidad en la resistencia al desgranado es un indicador directo del estado de domesticación en el que se encuentran estas poblaciones nativas altoandinas Coarite et al., 2026. La uniformidad en la dehiscencia regular de grado 5 observada en “Yauri” y “Tocroyo” coincide con la heterogeneidad fenotípica característica de poblaciones nativas sin selección técnica (Castro-Albán et al., 2023).

La interrelación entre el rendimiento de grano (kg/ha) y el grado de dehiscencia de los ecotipos locales de cañihua evaluados (ver figura 4), demuestra el rendimiento sobreresaliente del ecotipo “Toclla” (1920,33 kg/ha) está estrechamente asociado de forma exclusiva a una dehiscencia persistente de grado 7, respecto a los ecotipos “Yauri” (1800,00 kg/ha) y “Tocroyo” (1280,00 kg/ha) quedaron relegados a una dehiscencia de tipo regular de grado 5, lo que incrementa su susceptibilidad a pérdidas por desgranado natural en campo.

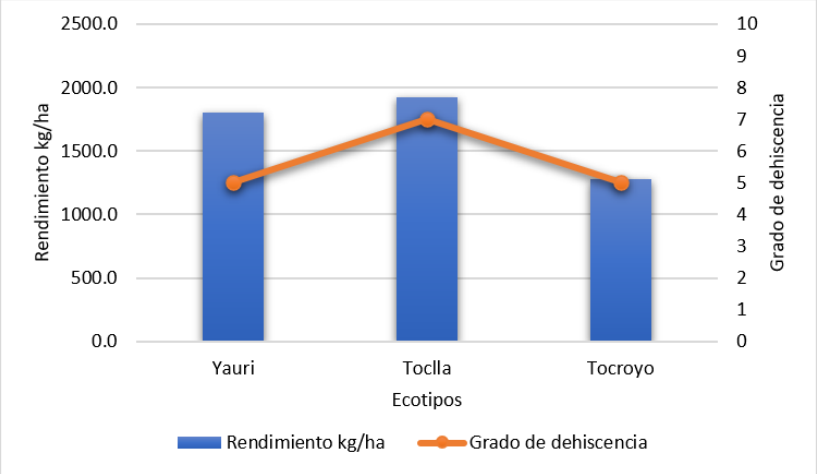

Figura 4. Rendimiento de grano y grado de dehiscencia de ecotipos de cañihua.

Color del perigonio y pericarpio. En cuanto al color del perigonio pudimos observar 2 tonalidades, que al interpretar por medio de la tabla de colores de Munsell de acuerdo a ellos se tiene un color púrpura pálido a los ecotipos Yauri y Toclla y de color gris al ecotipo Tocroyo. Colores del pericarpio utilizando la tabla de colores de Munsell se tiene un color Café amarillento en cuanto a Tocroyo y café oscuro yauri y Toclla.

La presencia de tonalidades púrpura, gris y café oscuro en las estructuras florales y seminales de los ecotipos estudiados es un indicador directo de la alta heterogeneidad fenotípica de la cañihua (Ttacca et al., 2022; Castro-Alban et al., 2023). Comúnmente, estas pigmentaciones están asociadas a la presencia de compuestos bioactivos y antioxidantes, como las betalaínas y fenoles, que protegen al embrión de la radiación solar extrema a más de 4000 msnm (Sarmiento-Aguilar & Pachary_Vera, 2022).

Forma del grano. La forma de grano es del tipo 3 sub lenticular en cuanto a la forma de los granos de los tres ecotipos. La forma sub-lenticular detectada en los tres ecotipos coincide plenamente con los descriptores estandarizados para la especie (Castro-Albán et al., 2023). Esta morfología seminal, que incluye un pico prominente y textura canaliculada, permite diferenciar técnicamente a la cañihua de otros granos como la quinua en el registro arqueobotánico y técnico (Bruno, 2023). Con los resultados de caracterización de los tres ecotipos locales se demuestra que las diferencias biológicas responden mayoritariamente al potencial genético intrínseco de cada entrada de la especie evaluada (Huanuqueño et al., 2022; Chalampuente-Flores et al., 2023).

Conclusiones

Esta investigación revela que, a una altitud extrema de 4045 msnm, el germoplasma local exhibe un alto potencial productivo, destacando el ecotipo “Toclla” con un rendimiento de 1920,33 kg/ha, el cual supera ampliamente los promedios regionales registrados para la especie.

La variabilidad morfológica en la altura, que alcanza los 37 cm en el material sobresaliente, indica que el crecimiento vertical es un indicador estable de vigor e identidad genética en estas poblaciones altoandinas. Atributos cualitativos como la lámina foliar de forma ancha ovada, el hábito de crecimiento “lasta” y la forma sub-lenticular del grano permanecieron constantes entre los ecotipos, sugiriendo que son rasgos ancestrales fijados que facilitan la protección biológica de la inflorescencia frente a las fluctuaciones atmosféricas y temperaturas extremas del altiplano. Asimismo, la representación de las variables revela una estrecha correspondencia entre la productividad y la retención del grano; el ecotipo con mayor rendimiento, “Toclla” (1920,33 kg/ha), se asocia directamente a una dehiscencia persistente de grado 7, mientras que rendimientos inferiores o regulares como el de “Tocroyo” (1280,00 kg/ha) corresponden a una dehiscencia de tipo regular de grado 5.

Esta selección por dehiscencia persistente representa una herramienta estratégica para los agricultores altoandinos, ya que asegura la integridad de la cosecha, reduce significativamente el riesgo de desgranado natural durante el ciclo fenológico de 158 días y optimiza la rentabilidad del cultivo. En conclusión, “Toclla” se identifica como un recurso altamente promisorio para la agroindustria y la seguridad alimentaria debido a su estructura fisiológica, altura de planta, morfología de hoja óptima, retención de grano superior y alta productividad bajo condiciones climáticas adversas.

Referencias

Apaza Mamani, V. (2010). *Manejo y Mejoramiento de Kañihua*. www.cirnma.org

Barrientos-Pérez, E., Carevic-Vergara, F. S., Rodriguez, J. P., Arenas-Charlín, J., & Delatorre-Herrera, J. (2023). Effect of Native Vegetative Barriers to Prevent Wind Erosion: A Sustainable Alternative for Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) Production. *Agriculture (Switzerland)*, *13*(7). https://doi.org/10.3390/agriculture13071432

Bravo-Portocarrero, R. Y., Leon-Tacca, B., Llanos-Nina, J. M., Leon-Tacca, A., & Medina, W. T. (2022). Morphologic and agronomic characterization of 3 varieties and 27 accessions of cañihua (Chenopodium pallidicaule Aellen) from the Camacani germplasm bank, Puno, Peru. *Bioagro*, *34*(2), 111–124. https://doi.org/10.51372/bioagro342.2

Bruno, M. C. (2023). Archaeobotanical Insights into Kañawa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) Domestication: A Rustic Seed Crop of the Andean Altiplano. Agronomy, *13*(8). https://doi.org/10.3390/agronomy13082085

Callohuanca-Pariapaza, M., Mamani-Mamani, E., Mamani-Paredes, J., & Cañaza-Cayo, A. (2021). El color del perigonio y la capacidad antioxidante de la cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). *Revista de Ciencias Agrícolas*, *38*(2), 75–88. https://doi.org/10.22267/rcia.213802.161

Castro-Albán, H. A., del Pilar Castro-Gómez, R., & Alvarado-Capó, Y. (2023). Morphoagronomic variability of native quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) Chimborazo type in Ecuador. *Agronomia Mesoamericana*, *34*(3). https://doi.org/10.15517/am.2023.53229

Chahua Alanguia, J. (2020). *Comportamiento agromorfológico de diez accesiones de cañihua (Chenopodium pallidicaule Aellen) en el Centro Experimental Camacani Puno* https://repositorio.unap.edu.pe/server/api/core/bitstreams/ce316c9c-7108-4c4a-a68f-d41540fd5c25/content

Chalampuente-Flores, D., Mosquera-Losada, M. R., Ron, A. M. D., Tapia Bastidas, C., & Sørensen, M. (2023). Morphological and Ecogeographical Diversity of the Andean Lupine (*Lupinus mutabilis* Sweet) in the High Andean Region of Ecuador. *Agronomy*, *13*(8). https://doi.org/10.3390/agronomy13082064

Coarite, M., Macuchapi, W., del Castillo, C., Rodriguez, J. P., Trigo, R., Bosque, H., & Condori, J. (2016). La pérdida de grano en Cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) el antes y el después a la madurez fisiológica. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, *3*(2), 134–145. https://www.researchgate.net/publication/343575998_La_perdida_de_grano_en_Canahua_Chenopodium_pallidicaule_Aellen_el_antes_y_el_despues_a_la_madurez_fisiologica

Delgado, H., Tapia, C., Manjarres-Hernández, E. H., Borja, E., Naranjo, E., & Martín, J. P. (2024). Phenotypic Diversity of Quinoa Landraces Cultivated in the Ecuadorian Andean Region: In Situ Conservation and Detection of Promising Accessions for Breeding Programs. *Agriculture (Switzerland)*, *14*(3). https://doi.org/10.3390/agriculture14030336

Gonzales, C. (2019). Comportamiento agronómico de dos variedades y un ecotipo de cañihua *(Chenopodium Pallidicaule Aellen)* con tres densidades de siembra en condiciones de la Irrigación Majes-Arequipa [Pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/4337

Huamán Tapara, J. C., Flores Huarco, N. H., Valverde Rodríguez, A., & Jara Claudio, F. R. (2024). Rendimiento de diez variedades de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Allen) en Chumbivilcas, Cusco-Perú. *Revista Alfa*, *8*(24), 930–938. https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v8i24.314

Huamán-Tapara, J. C. (2025). Producción de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en el Perú: un cultivo alternativo para el futuro. *Agronomía Costarricense*. https://doi.org/10.15517/rja5zq95

Huanuqueño, H., Zolla, G., & Jimenez, J. (2022). Selection of stable and high-yielding lines of purple corn (Zea mays L.) var. popcorn using multi-trait stability index (MTSI). *Scientia Agropecuaria*, *13*(2), 125–133. https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2022.011

Hussain, M., Muscolo, A., Ahmed, M., Asghar, M. A., & Al-Dakheel, A. J. (2020). Agro-Morphological, Yield and Quality Traits and Interrelationship with Yield Stability in Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) Genotypes under Saline Marginal Environment. *Plants*, *9*(12), 1763. https://doi.org/10.3390/plants9121763

Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos IPGRI. (2005). Descriptores para cañahua *: (Chenopodium pallidicaule Aellen)*. http://www.nuscommunity.org/resources/our-publications/publication/descriptores-para-canahua/

La Rosa Loli, R. S. O. (2021). Kañihua *Chenopodium pallidicaule* Aellen *como alternativa para combatir la desnutrición infantil en la costa central del Perú* [Doctoral, Universidad Nacional Federico Villareal]. https://share.google/Gr58twsf0XQ2gtn5Y

Mérida-López, J., Pérez, S. J., Bergenståhl, B., Purhagen, J., & Rojas, C. C. (2023). Nutritional Composition of

Six Amaranth (Amaranthus caudatus) Andean Varieties. *Crops*, *3*(1), 78–87. https://doi.org/10.3390/crops3010008

Nina, A. (2014). Comportamiento agronómico de diez accesiones de cañihua *(Chenopodium pallidicaule* Aellen*) en zonas áridas* [Pregrado, Universidad Nacional de San Agustín]. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSA_4edf1814db1a402542715c2c3db43c7c/Details

Ormachea-Salcedo, P., Navia-Coarite, A., Tarquino-Flores, G., Callejas-Calle, L., Yupanqui-Machaca, C., Latorre-Rada, C., Mamani-Charca, M., & Salcedo-Ortiz, L. (2024). Glycemic index of cañahua, quinua and enzymatically modified products from quinoa Jacha Grano. Revista Espanola de Nutricion Humana y Dietetica, 28(1), 38–46. https://doi.org/10.14306/renhyd.28.1.2025

Quinte, L., Valderrama, I., & Best, I. (2025). Evaluation of the Effect of Improvers: Psyllium and Xanthan Gum in Bread Loaf with Partial Replacement of Quinoa Flour. *Foods*, *14*(3). https://doi.org/10.3390/foods14030418

Rodriguez, J. P., Jacobsen, S.-E., Andreasen, C., & Sørensen, M. (2020). Cañahua *(Chenopodium pallidicaule): A Promising New Crop for Arid Areas* (pp. 221–243). https://doi.org/10.1007/978-3-319-90472-6_9

Sarmiento-Aguilar, W., & Pachari-Vera, E. (2022). Impact of germination on the bioactive compounds of two ecotypes of black and pink kiwicha grains (Amaranthus caudatus L.). Revista Chilena de Nutricion, 49(6), 723–733. https://doi.org/10.4067/S0717-75182022000700723

Ttacca, B. L., Portocarrero, R. B., Nina, J. M. L., Tacca, A. L., & Medina Espinoza, W. T. (2022). Fluctuation of main insect pests and diseases in cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) of the Peruvian Andean Altiplano. Revista de La Facultad de Agronomia, *39*(2). https://doi.org/10.47280/RevFacAgron(LUZ).v39.n2.01