

## KAÑIWA (*CHENOPODIUM PALLIDICAULE*) UN PSEUDOCEREAL ANDINO ANCESTRAL: COMPUESTOS BIOACTIVOS Y POTENCIAL PROMOTOR DE LA SALUD.

Marisol Ayala-Remón<sup>1\*</sup>; Alejandrina Sotelo-Mendez<sup>2</sup>; Alberto Huamani<sup>3</sup>; Rebeca Salvador-Reyes<sup>1</sup>; Gian Pierre Silvera-Otaño<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Programa de Doctorado en Ingeniería Agroindustrial, Mención Transformación Avanzada de Granos y Tubérculos Andinos, Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote, Perú.

<sup>2</sup>Departamento Académico de Nutrición de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú

<sup>3</sup>Departamento Académico de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú.

\*E-mail para correspondencia: [2025818018@uns.edu.pe](mailto:2025818018@uns.edu.pe)

### RESUMEN

La kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) es un pseudocereal andino ancestral cultivado en condiciones extremas del altiplano, que destaca por su elevada densidad nutricional y fitoquímica, posicionándose como una matriz de interés para la innovación y sostenibilidad en ciencia de cereales. El objetivo del presente estudio fue analizar sus compuestos bioactivos y su potencial promotor de la salud, con énfasis en su aplicación en productos alimentarios. La metodología consistió en una revisión bibliográfica narrativa con base científica, mediante la selección, análisis crítico e integración de literatura especializada sobre su composición, funcionalidad y efectos biológicos. Los resultados evidencian que la kañiwa presenta una alta concentración de compuestos fenólicos, flavonoides (quercetina, isorramnetina), betalainas, péptidos bioactivos, GABA y fibra dietaria, los cuales se asocian con actividad antioxidante, antiinflamatoria, antihipertensiva y potencial antidiabético, incluyendo la inhibición de  $\alpha$ -amilasa y  $\alpha$ -glucosidasa. Asimismo, procesos como la germinación, fermentación y extrusión modulan positivamente la bioaccesibilidad de estos compuestos. Su carácter libre de gluten y su adecuado perfil tecnológico permiten su incorporación en matrices almidonadas, productos de panificación y extrudidos, mejorando su valor nutricional y funcional. Se concluye que la kañiwa presenta un alto potencial como ingrediente funcional en la industria de cereales, contribuyendo al desarrollo de alimentos saludables con valor agregado y al aprovechamiento sostenible de recursos andinos.

**Palabras clave:** Grano andino; compuestos bioactivos; alimento funcional; tecnología de cereales.

### INTRODUCCIÓN

La seguridad alimentaria global y la búsqueda de sistemas de producción sostenibles exigen la revalorización de cultivos resilientes y de alta densidad nutricional. En este escenario, la kañiwa destaca como un pseudocereal andino ancestral de excepcional resistencia a condiciones climáticas extremas, en altitudes superiores a los 3800 a 4200 msnm, como reportan Rodríguez et al. (2020). No obstante, a pesar de poseer una calidad biológica superior a la de muchos cereales convencionales, este grano permanece como un recurso subutilizado y poco explorado fuera de su región de origen, lo que limita su incorporación en el desarrollo de alimentos innovadores dentro de la industria de cereales y panificación, según Mérida-López et al. (2023) y Paucar-Menacho et al. (2022). Este escenario evidencia un problema relevante: La falta de integración y aprovechamiento tecnológico de este recurso en matrices alimentarias de alto valor agregado. Desde una perspectiva bioquímica y tecnológica, la kañiwa presenta una alta densidad de compuestos bioactivos que sustentan su potencial promotor de la salud. Posee un contenido proteico de alto valor biológico (15-19%), rico en aminoácidos esenciales como la lisina, y carece intrínsecamente de gluten, lo que la convierte en una

matriz ideal para el desarrollo de productos de panificación destinados a la población celíaca, como señalan Moscoso-Mujica et al. (2017) y Zegarra et al. (2019). Asimismo, destaca su contenido de compuestos fenólicos, flavonoides como quercetina y kaempferol, y betalaínas, asociados a su alta capacidad antioxidante y a la inhibición de enzimas clave como  $\alpha$ -amilasa y  $\alpha$ -glucosidasa, como describen Huamaní et al. (2020). Su fracción proteica actúa como precursora de péptidos bioactivos con propiedades antihipertensivas y antimicrobianas, mientras que procesos biotecnológicos como la germinación y la fermentación incrementan compuestos funcionales como el GABA, de acuerdo con Moscoso-Mujica et al. (2021) e Ibieta et al. (2025). Adicionalmente, su perfil lipídico rico en ácidos grasos insaturados refuerza su aplicación en alimentos funcionales, y la versatilidad de su almidón de gránulos pequeños junto con su bajo contenido de saponinas facilitan su incorporación en procesos de extrusión y panificación sin generar sabores amargos indeseables, como indican Villalobos-Fernandez et al. (2025) y Zapana et al. (2025). En este contexto, se justifica la necesidad de integrar y analizar de manera crítica la evidencia científica disponible sobre los compuestos bioactivos de la kañiwa y sus efectos fisiológicos. Por ello, el objetivo del presente estudio fue analizar sus compuestos bioactivos y su potencial promotor de la salud, con énfasis en su aplicación en productos alimentarios.

## MATERIAL Y MÉTODOS

La búsqueda bibliográfica se realizó en bases de datos internacionales como Scopus, Web of Science, ScienceDirect, PubMed y Google Scholar. Se incluyeron artículos originales y revisiones de los últimos 10 años relacionados con compuestos bioactivos, actividades biológicas y efectos del procesamiento tecnológico, excluyéndose aquellos sin enfoque nutricional o funcional o sin relación directa con el objeto de estudio. El proceso de selección se desarrolló en tres etapas (título, resumen y texto completo), obteniéndose un total final de 38 artículos científicos.

## RESULTADOS Y DEBATE

Los resultados presentados en la Tabla 1 evidencian que la kañiwa es una matriz alimentaria con alta diversidad de compuestos bioactivos y potencial funcional. Los compuestos fenólicos totales (TPC) muestran una marcada variación según el procesamiento, incrementándose desde  $186,54 \pm 8,97$  mg GAE/100 g en el grano en estado basal hasta  $1545,09 \pm 111,33$  mg GAE/100 g en harina germinada (SCF) según lo documentado por Paucar-Menacho et al. (2022), lo que sugiere una mayor liberación de compuestos antioxidantes durante la germinación. Los flavonoides ( $150\text{--}200$  mg CAT/100 g) contribuyen a la capacidad antioxidante y presentan potencial inhibitorio sobre enzimas relacionadas con la digestión de carbohidratos, lo que sugiere efectos sobre el control glucémico (Huamaní et al., 2020). Un hito bioquímico de gran relevancia es la síntesis de ácido  $\gamma$ -aminobutírico (GABA), cuya concentración basal de  $12,96$  mg/100 g puede elevarse drásticamente hasta  $229,48$  mg/100 g mediante el malteado de acuerdo con los hallazgos de Ibieta et al. (2025) y Paucar-Menacho et al. (2022). Este enriquecimiento, derivado de la descarboxilación del ácido glutámico por la enzima glutamato descarboxilasa (GAD), confiere al grano propiedades neuroreguladoras, ansiolíticas y un potencial antihipertensivo de alto valor clínico. En la fracción proteica, los péptidos bioactivos derivados de la hidrólisis enzimática con grados de hidrólisis (DH) que oscilan entre el 7% y 67% presentan actividad antimicrobiana frente a patógenos como *E. coli*, *S. aureus* y *C. albicans*, además de potencial inhibitorio de la enzima convertidora de angiotensina (ECA), lo que respalda su relevancia cardiovascular, conforme a las investigaciones de Moscoso-Mujica et al. (2021) y Vidaurre-Ruiz et al. (2023). Por otro lado, las betalaínas ( $2,3\text{--}42,0$  mg/100 g) y los tocoferoles ( $\alpha$ ,  $\gamma$  y  $\delta$ ) contribuyen a la protección antioxidante, como señalan Limachi et al. (2023) y Paucar-Menacho et al. (2022), mientras que el perfil lipídico, por ácidos grasos insaturados ( $\sim 70\%$ ) y escualeno (8,6%), favorece la salud metabólica (Del Carpio-Jiménez et al., 2023). Finalmente, el contenido mineral (Fe, Ca, Zn, Mg y P) refuerza su valor nutricional y funcional (Moscoso-Mujica et al., 2022).

**Tabla 1-Compuestos bioactivos de la kañiwa y su potencial promotor de la salud**

| Grupo de biocompuestos                                                                 | Moléculas representativas                       | Valores cuantitativos (base seca y/o procesados)                                                                                                                                                                   | Potencial promotor de la salud y actividad biológica                                                                                                                                                                           | Citas                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Compuestos fenólicos totales (TPC)</b>                                              | Ácido vainílico                                 | 186,54 ± 8,97 mg GAE/100 g (grano sin germinar); 525,50 ± 38,14 mg GAE/100 g (harina germinada, SCF);1545,09 ± 111,33 mg GAE/100 g (SCF bajo diferentes condiciones)                                               | Actividad antioxidante evaluada mediante captación de radicales libres (DPPH, ABTS) y poder reductor.                                                                                                                          | Kim et al. (2023)<br>Paucar-Menacho et al. (2022)<br>Mangelson et al. (2019)          |
| <b>Flavonoides totales</b>                                                             | No especificadas individualmente                | 249,82 ± 7,45 mg CAT/100 g<br>1,5 – 2,0 mg CAT/g (≈150–200 mg CAT/100 g)                                                                                                                                           | Actividad antioxidante mediante captación de radicales libres. Potencial antidiabético asociado a inhibición de α-amilasa y α-glucosidasa.                                                                                     | Kim et al. (2023)<br>Huamaní et al. (2020)                                            |
| <b>GABA (γ-aminobutírico)</b>                                                          | Derivado del ácido glutámico (vía GAD)          | 12,96 ± 0,35 mg/100 g (crudo)<br>24,34 ± 4,83 mg/100 g (experimental)<br>27,05 mg/100 g (crudo <i>Illpa-INIA</i> )<br>229,48 mg/100 g (malteado)<br>0,97 mg/g (fermentado ambiente)<br>0,89 mg/g (fermentado 4 °C) | Neurotransmisor inhibidor asociado a regulación del estrés, efectos ansiolíticos, mejora del sueño y reducción de la presión arterial. Producción incrementada por conversión microbiana del ácido glutámico.                  | Ibieta et al. (2025)<br>Paucar-Menacho et al. (2025)<br>Paucar-Menacho et al. (2022)  |
| <b>Péptidos bioactivos</b>                                                             | Derivados de albúminas, globulinas y glutelinas | DH: 7–67% (pepsina–pancreatina)<br>DH: 13–54% (Alcalase) Inhibición microbiana:<br>95% (E. coli)<br>70% (C. albicans)<br>52% (S. aureus)                                                                           | Actividad antimicrobiana dependiente del grado de hidrólisis. Inhibición del crecimiento de E. coli, S. aureus y C. albicans. Potencial antihipertensivo por inhibición de ECA.                                                | Moscoso-Mujica et al. (2022)<br>Vidaurre-Ruiz et al. (2023)                           |
| <b>Betalainas</b>                                                                      | Betacianinas y betaxantinas                     | 2,3 – 42,0 mg/100 g (total de betalainas en ecotipos)<br>Betaxantinas: 36,3 mg/100 g (Ecotipo “planta púrpura”), 27,1 mg/100 g (Ecotipo “kañihua roja”)<br>Betacianinas: 14,8 mg/100 g                             | Actividad antioxidante evaluada mediante DPPH (EC50: 1,3 – 4,2 mg extracto/mL).                                                                                                                                                | Huamaní et al. (2020)                                                                 |
| <b>Tocoferoles (Vitamina E)</b>                                                        | α-, γ-, δ-tocoferoles                           | Aceite de kañihua:<br>γ: 28,3 mg/kg (extracción con etanol); 13,8–26,1 mg/kg (otros solventes)<br>α: 21,0 mg/kg (extraccion con etanol)<br>δ: 23,7 mg/kg (extraccion con etanol)                                   | Antioxidante liposoluble; protección frente a peroxidación lipídica mediante donación de hidrógeno.                                                                                                                            | Ortiz-Sempértégui et al. (2024)                                                       |
| <b>Lípidos funcionales</b>                                                             | Ácidos grasos ω-6, ω-9, ω-3; escualeno          | Aceite de kañihua:<br>Linoleico: 42,1% (≈45,8%)<br>Oleico: 24,4–27,8% Linolénico: 3,0–6,0%<br>AG insaturados: ~70,3%<br>AG saturados: ~21,1%<br>Escualeno: 8,6%                                                    | Asociados a mejora del perfil lipídico con predominio de ácidos grasos insaturados. Contribuyen a funciones estructurales y metabólicas.                                                                                       | Del Carpio-Jiménez et al. (2023)<br>Limachi et al. (2023)<br>Kim et al. (2023)        |
| <b>Minerales esenciales (nutrientes esenciales con implicancia funcional en salud)</b> | Fe, Ca, Zn, Mg, P                               | Fe (mg/100 g): 13,49–27,86;<br><i>Ramis</i> : 17,6<br>Ca (mg/100 g):71,17–102,13;<br><i>Ramis</i> : 171,0<br>Zn (mg/100 g): 3,21–3,93<br>Mg (mg/100 g): 247,77–273,72<br>P (mg/100 g): 353,0–405,3                 | Fe: Incremento de hematocrito en modelos <i>in vivo</i> (29,5% - 51,7%).<br>Ca: Asociado a función estructural ósea.<br>Zn: Función enzimática e inmunológica.<br>Mg: Cofactor enzimático.<br>P: Metabolismo energético (ATP). | Mérida-López et al. (2023)<br>Moscoso-Mujica et al. (2022)<br>Rodríguez et al. (2020) |

GAE: Equivalentes de ácido gálico; CAT: Equivalentes de catequina; DH: Grado de hidrólisis; ECA: Enzima convertidora de angiotensina; SCF: Harina de cañihua germinada.

## CONCLUSIÓN

La presente revisión permitió analizar los compuestos bioactivos de la kañiwa y su potencial promotor de la salud, cumpliendo el objetivo de evaluar su aplicabilidad en el desarrollo de productos alimentarios. La evidencia revisada confirma que este cereal andino ancestral presenta una alta concentración de compuestos fenólicos, flavonoides, GABA y péptidos bioactivos, asociados a propiedades antioxidantes, metabólicas y cardioprotectoras. Asimismo, se identificó que los procesos de transformación tecnológica potencian su valor funcional, reforzando su relevancia como ingrediente para alimentos saludables. En conjunto, la kañiwa se consolida como una materia prima de alto potencial nutracéutico para la innovación en la industria alimentaria. Se recomienda ampliar la investigación mediante estudios clínicos y escalamiento tecnológico que permitan validar y optimizar su uso en aplicaciones alimentarias funcionales orientados a la prevención y manejo de enfermedades crónicas no transmisibles.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento al Programa de Doctorado en Ingeniería Agroindustrial, mención Transformación Avanzada de Granos y Tubérculos Andinos de la Universidad Nacional del Santa. Este trabajo fue financiado por el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC) y el Programa Nacional de Investigación Científica y Estudios Avanzados (PROCIENCIA) en el marco del Concurso E077-2023-01-BM “Becas en Programas de Doctorado en Alianzas Interinstitucionales”, bajo el número de subvención (PE501094333-2024 y del Concurso E033-2023-01-BM “Alianzas Interinstitucionales para Programas de Doctorado”, bajo el número de subvención PE501084298-2023.

## REFERENCIAS

- DEL CARPIO-JIMÉNEZ, C.; MOLLEDA-GUTIERREZ, R. S.; TAPIA-DELGADO, P. Evaluation of Properties of *Chenopodium pallidicaule* (Cañihua) Oil for Possible Use in Cosmetic Formulations. *Journal of Oleo Science*, v. 72, n. 5, p. 501-509, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5650/jos.ess22318>.
- HUAMANÍ, F. et al. Proximate analysis, phenolics, betalains, and antioxidant activities of three ecotypes of kañiwa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) from Peru. *Pharmacology Online Archive*, v. 1, n. 4, p. 229-236, 2020.
- IBIETA, G. et al. Enhancing the functional value of Andean food plants: Enzymatic production of  $\gamma$ -aminobutyric acid from tarwi, cañihua and quinoa real seeds' proteins. *LWT - Food Science and Technology*, v. 220, 117564, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2025.117564>.
- IBIETA, G. et al.  $\gamma$ -Aminobutyric acid (GABA) production and soluble free amino acid profile change in Andean seeds by *Levilactobacillus brevis* fermentation. *Frontiers in Nutrition*, v. 12, 1693053, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnut.2025.1693053>.
- LIMACHI, J. et al. Antioxidant potential and fatty acid profile of different canihua (*Chenopodium pallidicaule*) cultivars, raised in Bolivian Altiplano. *Food Science and Applied Biotechnology*, v. 6, n. 2, p. 383-394, 2023. DOI: <https://doi.org/10.30721/fsab2023.v6.i2.284>.
- MANGELSON, H. et al. The genome of *Chenopodium pallidicaule*: An emerging Andean super grain. *Applications in Plant Sciences*, v. 7, n. 11, e11300, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1002/aps3.11300>.
- MÉRIDA-LÓPEZ, J. et al. Comparison of the chemical composition of six canihua (*Chenopodium pallidicaule*) cultivars associated with growth habits and after dehulling. *Foods*, v. 12, n. 8, 1734, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods12081734>.
- MOSCOSO-MUJICA, G. et al. Antimicrobial peptides purified from hydrolysates of canihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) seed protein fractions. *Food Chemistry*, v. 360, 129951, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129951>.