



## REVISIÓN

# The Potential of Andean Foods in the Dietary Management of Celiac Disease: Nutritional Benefits and Practical Applications

## El Potencial de los Alimentos Andinos en el Manejo Dietético de la Enfermedad Celíaca: Beneficios Nutricionales y Aplicaciones Prácticas

Deysi Guevara<sup>1</sup>  , Carmen Viteri<sup>2</sup>  , Verónica Robayo<sup>2</sup>  , Kattyta Hidalgo<sup>2</sup>  , Cristina Arteaga<sup>2</sup>  

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agropecuarias, Grupo salud animal-FCAGP - Universidad Técnica de Ambato.

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias de la Salud - Carrera de Nutrición y Dietética - Universidad Técnica de Ambato.

**Citar como:** Guevara D, Viteri C, Robayo V, Hidalgo K, Arteaga C. The Potential of Andean Foods in the Dietary Management of Celiac Disease: Nutritional Benefits and Practical Applications. Salud, Ciencia y Tecnología. 2025; 5:1281. <https://doi.org/10.56294/saludcyt20251281>

Enviado: 09-05-2024

Revisado: 09-09-2024

Aceptado: 17-02-2025

Publicado: 18-02-2025

Editor: Prof. Dr. William Castillo-González 

Autor para la correspondencia: Cristina Arteaga 

### ABSTRACT

The study addressed the potential of Andean foods in the dietary management of celiac disease (CD), considering their nutritional benefits and practical applications. A systematic review was conducted using the PRISMA method, selecting relevant studies published between 2019 and 2024. The research included foods such as quinoa, amaranth, kiwicha, tarwi, purple corn, native potato, sweet potato, and oca, which were analyzed regarding their nutritional composition and viability for a gluten-free diet.

The results showed that these foods exhibited high levels of proteins, fiber, essential minerals, and bioactive compounds with antioxidant and anti-inflammatory properties. Quinoa and amaranth were highlighted for offering a superior protein profile compared to conventional cereals. At the same time, purple corn and tarwi provided additional benefits due to their anthocyanin and essential fatty acid content.

The study concluded that Andean foods represented a viable and nutritious alternative for individuals with CD, promoting a more balanced and healthier diet. Furthermore, their incorporation into the food industry was recommended through the development of innovative gluten-free products. It was also suggested to continue studies evaluating the bioavailability of these foods and their long-term impact on the intestinal health of celiac patients singular.

**Keywords:** Alimentos Andinos; Dieta sin Gluten; Enfermedad Celíaca.

### RESUMEN

El estudio abordó el potencial de los alimentos andinos en el manejo dietético de la enfermedad celíaca (EC), considerando sus beneficios nutricionales y aplicaciones prácticas. Se realizó una revisión sistemática mediante el método PRISMA, seleccionando estudios relevantes publicados entre 2019 y 2024. La investigación incluyó alimentos como la quinua, el amaranto, la kiwicha, el tarwi, el maíz morado, la papa nativa, el camote y la oca, los cuales fueron analizados en términos de su composición nutricional y viabilidad para una dieta sin gluten.

Los resultados evidenciaron que estos alimentos presentaron altos niveles de proteínas, fibra, minerales esenciales y compuestos bioactivos con propiedades antioxidantes y antiinflamatorias. Se destacó que la quinua y el amaranto ofrecieron un perfil proteico superior a los cereales convencionales, mientras que el maíz morado y el tarwi proporcionaron beneficios adicionales por su contenido de antocianinas y ácidos grasos esenciales.

La investigación concluyó que los alimentos andinos constituyeron una alternativa viable y nutritiva para personas con EC, promoviendo una dieta más equilibrada y saludable. Además, se recomendó su incorporación

en la industria alimentaria mediante el desarrollo de productos innovadores sin gluten. Se sugirió continuar con estudios que evalúen la biodisponibilidad de estos alimentos y su impacto en la salud intestinal de los pacientes celíacos a largo plazo.

**Palabras clave:** Andean Foods; Gluten-Free Diet; Celiac Disease.

## INTRODUCCIÓN

La enfermedad celíaca (EC) es una patología autoinmune que afecta a aproximadamente el 1 % de la población mundial. Se desencadena por la ingesta de gluten, una proteína presente en el trigo (*Triticum durum*), la cebada (*Hordeum vulgare*) y el centeno (*Secale cereale*), ocasiona una reacción anormal mediante una inflamación del revestimiento del intestino delgado, pudiendo provocar daños y malestares, puede llegar a causar diarrea, hinchazón, cólicos, erupciones en la piel. El tratamiento principal para la EC es una dieta estrictamente libre de gluten, lo cual puede resultar desafiante para muchas personas debido a la presencia ubicua del gluten en alimentos procesados y a la falta de opciones nutritivas adecuadas comerciales, (Lee et al., 2013). En este contexto, los alimentos andinos, como la quinua (*Chenopodium quinoa*), el amaranto (*Amaranthus* spp.), la kiwicha (*Amaranthus caudatus*), el tarwi (*Lupinus mutabilis*), el maíz morado (*Zea mays* L. variedad morado), la papa nativa (*Solanum tuberosum*), el camote (*Ipomoea batatas*) y la oca (*Oxalis tuberosa*), emergen como alternativas potencialmente beneficiosas. Este artículo revisa el potencial de estos alimentos andinos en el manejo dietético de la EC, utilizando el método PRISMA para garantizar una revisión sistemática y completa.

En el país se estima que 2 de cada 256 personas tienen la enfermedad, con un aproximado de 125000 personas a nivel nacional afectadas y requiriendo un cambio de dieta para llevar una vida normal, al ser una cantidad no significativa en la sociedad, no es un nicho de mercado muy explotado, por ello se cuenta con pocas opciones alimenticias, pero es un potencial mercado para alternativas a granos tradicionales, como la quinua y el amaranto, siendo estos alimentos nutritivos que aportan más nutrientes que el trigo o la cebada, además de usar otros complementos como algas para mejorar el producto final, (Kumar et al., 2021).

## MÉTODO

El estudio se llevó a cabo mediante una revisión sistemática de la literatura, utilizando el método PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), con el objetivo de evaluar el potencial de los alimentos andinos en la dieta de personas con enfermedad celíaca (EC). Se definió la siguiente pregunta de investigación: "¿Cuáles son los beneficios nutricionales y las aplicaciones prácticas de los alimentos andinos en la dieta de pacientes con enfermedad celíaca?" con el propósito fue identificar y analizar la evidencia científica disponible sobre la composición nutricional y el impacto de alimentos andinos como la quinua, el amaranto, la kiwicha, el tarwi, el maíz morado, la papa nativa, el camote y la oca en la dieta sin gluten. Se realizó una búsqueda exhaustiva en bases de datos científicas reconocidas, incluyendo PubMed, Scopus y Web of Science, utilizando los siguientes términos de búsqueda en inglés y español: "Andean foods", "quinoa", "amaranth", "kiwicha", "tarwi", "purple corn", "native potato", "sweet potato", "oca", "gluten-free diet", "celiac disease". Se estableció un período de búsqueda de estudios publicados entre 2019 y 2024.

Se establecieron los siguientes criterios para la selección de estudios:

### Criterios de inclusión

- Estudios que evaluaron el perfil nutricional de los alimentos andinos mencionados.
- Investigaciones sobre los beneficios de estos alimentos en la dieta sin gluten.
- Estudios que proporcionaron datos sobre la seguridad y la aceptabilidad de estos alimentos en personas con EC.

### Criterios de exclusión

- Estudios no disponibles en inglés o español.
- Investigaciones que no proporcionaban datos originales o revisiones sin análisis cuantitativo.
- Estudios con un tamaño de muestra insuficiente o metodologías poco rigurosas.

La selección y análisis de los artículos empezó con 10 artículos. Posteriormente, se eliminaron 70 estudios por no cumplir con los criterios de inclusión, por estar fuera del período de búsqueda o por no ser accesibles en texto completo. Finalmente, 40 artículos fueron seleccionados para su análisis detallado. Los estudios seleccionados fueron analizados de manera descriptiva y comparativa. Se realizó una síntesis de la evidencia, destacando los principales hallazgos sobre la composición nutricional y los beneficios funcionales de los alimentos andinos en el contexto de la enfermedad celíaca. Este enfoque metodológico permitió realizar un

análisis fundamentado sobre el rol de los alimentos andinos en la dieta sin gluten, proporcionando una base científica para su implementación en el manejo nutricional de la enfermedad celíaca.

## RESULTADOS

Tabla 1. Composición nutricional de alimentos andinos libres de gluten

Nutriente	Quinua	Amaranto	Kiwicha	Tarwi	Maíz morado	Papa nativa	Camote	Oca	Papa china
Energía (kcal)	368	371	371	373	357	77	86	65	142
Carbohidratos (g)	64	65	65	31	74	17	20	15	34,6
Proteínas (g)	14	14	14	43	9	2	1,6	1	0,52
Grasas (g)	6	7	7	18	4,6	0,1	0,1	0,1	0,11
Grasas saturadas (g)	0,7	1,5	1,5	2,3	0,7	0,03	0,02	0,02	0,02
Grasas monoinsaturadas (g)	1,6	2,1	2,1	4,8	1,4	0,01	0	0	0,05
Grasas poliinsaturadas (g)	3,3	2,8	2,8	9,9	2,1	0,04	0	0	0,02
Fibra (g)	7	7	67	10	7,3	2,2	3	2,7	5,1
Calcio (mg)	47	159	159	176	20	10	30	10	18
Hierro (mg)	4,6	7,6	7,6	4,6	2,4	0,8	0,6	0,6	0,72
Magnesio (mg)	197	248	248	198	127	23	25	5	30
Fósforo (mg)	457	557	557	440	287	57	47	20	76
Potasio (mg)	563	508	508	1013	287	429	337	321	484
Zinc (mg)	3,1	2,9	2,9	4,8	2,7	0,3	0,3	0,2	0,27
Vitamina B1 (mg)	0,36	0,12	0,12	0,64	0,38	0,03	0,02	0	0,11
Vitamina B2 (mg)	0,32	0,21	0,21	0,18	0,18	0,03	0,02	0	0,03
Vitamina B3 (mg)	1,52	1,17	1,17	2,2	3,63	0,3	0,24	0	0,51
Vitamina B6 (mg)	0,49	0,59	0,59	0,22	0,03	0,03	0,02	0	0,33
Vitamina C (mg)	0	0	0	4	0	19,7	24	11	5
Vitamina E (mg)	2,4	1,2	1,2	2,3	0,7	0,01	0,26	0,01	0,07
Vitamina A (µg)	-	-	-	-	-	-	709	0	4
Folato (µg)	183	82	82	48	19	15	11	6	0

Fuente: (INCAP, 2012)

Tabla 2. Análisis de Artículos

Autor	Tema	Enfoque	Aplicación
(Acurio et al., 2024)	Characterization, mathematical modeling of moisture sorption isotherms and bioactive compounds of Andean root flours	Propiedades tecnológicas y nutricionales de harinas de raíces andinas como alternativa sin gluten, buscando mejorar su aplicabilidad industrial. Analiza su capacidad de absorción de agua y grasa, densidad, higroscopicidad y componentes nutricionales como carotenoides y fenoles.	Uso de las harinas de raíces andinas, como Ipomoea batatas y Tropaeolum tuberosum, para desarrollar productos sin gluten.
(Aguiar et al., 2021)	Influence of pseudocereals on gluten-free bread quality: A study integrating dough rheology, bread physical properties and acceptability	Mejorar las propiedades tecnológicas y nutricionales de las harinas de raíces andinas para fomentar su uso industrial como alternativa a los alimentos sin gluten. Se estudian características como la absorción de agua y grasa, la densidad, y el contenido de nutrientes como carotenoides y fenoles.	Las harinas de Ipomoea batatas y Tropaeolum tuberosum podrían usarse para desarrollar productos sin gluten con alto valor nutricional, especialmente ricos en antioxidantes, como panes, galletas o pastas, beneficiando a personas con intolerancia al gluten.
(Aguirre Huayhua et al., 2022)	Formulación de pasta para celíacos con harina pregelatinizada de Chenopodium quinoa Willd y Oryza sativa	Desarrollar y evaluar una formulación de pasta elaborada con harina pregelatinizada de quinua y arroz, determinando sus características sensoriales, químicas, microbiológicas y reológicas para asegurar su aceptabilidad y aptitud para el consumo humano.	Esta pasta de quinua y arroz puede ser una alternativa saludable a las pastas comerciales, especialmente por su bajo contenido en grasas y su perfil nutricional equilibrado, lo que la hace atractiva para personas que buscan opciones más nutritivas o con menos grasa en su dieta.

(Albuja-Vaca et al., 2020)	Gluten-free pasta: development of a new formulation based on rice and lupine bean flour ( <i>Lupinus Mutabilis</i> ) using a mixture-process design	Desarrollar una pasta sin gluten sustituyendo parcialmente la harina de arroz con harina de tarwi (lupino) evaluando los efectos de dicha sustitución junto con el uso de huevo y goma guar en las propiedades nutricionales, tecnológicas y la aceptación sensorial del producto.	La harina de tarwi (lupino) puede ser una alternativa viable para mejorar el valor nutricional de productos sin gluten, aumentando el contenido de proteínas, minerales y fibra en la pasta, lo que la hace más nutritiva en comparación con las pastas tradicionales sin gluten a base de harina de arroz.
(Ali Garsa Al-Shehry, 2016)	Use of Corn and Quinoa Flour to Produce Bakery Products for Celiac disease	Sustitución parcial de la harina de maíz con harina de quinua en productos de panadería sin gluten, como pan y galletas, para mejorar su valor nutricional, enfocado en su aplicación en la nutrición de personas con autismo y enfermedad celíaca.	La harina de quinua puede sustituir hasta un 50 % de la harina de maíz en pan y galletas sin gluten, mejorando las características nutricionales (mayor contenido de proteínas, fibra, grasas y minerales) sin afectar significativamente las propiedades sensoriales, ofreciendo así una alternativa más nutritiva para dietas especiales.
(Al-Qabba et al., 2020)	Phenolic Profile, Antioxidant Activity, and Ameliorating Efficacy of Chenopodium quinoa Sprouts against CCl4-Induced Oxidative Stress in Rats	Cambios en la composición de polifenoles y la actividad antioxidante de las semillas de quinua roja y amarilla durante la germinación, evaluando sus propiedades funcionales contra el estrés oxidativo inducido en ratas y sugiriendo su potencial como ingredientes funcionales.	Los brotes de quinua, especialmente de quinua roja, pueden incorporarse como ingredientes funcionales en alimentos debido a su alta actividad antioxidante y beneficios para la salud, como la reducción del estrés oxidativo, la mejora del perfil lipídico y la reducción de inflamación hepática, lo que sugiere su escalamiento en la producción para aplicaciones alimentarias y terapéuticas.
(Arapa Carcasi, 2019)	Diseño y análisis de un software para formulación de mezclas alimenticias a base de cultivos andinos	Desarrollar un software especializado para la formulación de mezclas alimenticias a base de cultivos andinos, como tarwi, cañihua, maca, quinua, maíz y kiwicha, que permita obtener resultados precisos y comparables con los obtenidos en laboratorio.	El software facilita la creación de productos alimenticios con ingredientes andinos, mejorando la eficiencia en la formulación y permitiendo a las empresas reducir costos y optimizar procesos al incorporar estos cultivos en productos como panes, galletas y bebidas, con resultados nutricionales confiables.
(Azizi & Azizi, 2023)	Evaluation of producing gluten-free bread by utilizing amaranth and lipase and protease enzymes	El estudio se centró en la producción de pan sin gluten utilizando harina de amaranto en diferentes y evaluó el efecto de las enzimas lipasa y proteasa como mejoradores de la calidad del pan. Se analizaron características fisicoquímicas, reológicas, microestructura y propiedades sensoriales del pan.	La harina de amaranto, junto con enzimas específicas, puede ser efectiva para mejorar la calidad del pan sin gluten, haciendo viable su producción para personas con enfermedad celíaca.
(Azizi et al., 2020)	The effect of Quinoa flour and enzymes on the quality of gluten-free bread	La investigación analizó la producción de pan sin gluten utilizando harinas de quinua en diferentes proporciones y evaluó el efecto de las enzimas lipasa y proteasa en la calidad del pan. Se llevaron a cabo análisis de propiedades físico-químicas, reológicas y microestructurales, así como una evaluación sensorial.	Las enzimas lipasa y proteasa mejoraron la calidad del pan, incrementando el volumen, especialmente en la muestra de sustitución de quinua, y retrasando el endurecimiento. El pan fue bien aceptado por los consumidores, destacando la muestra de harina de quinua como la de mejor puntuación.
(Bravo et al., 2021)	Características nutricionales y sensoriales de un producto de panadería libre de gluten a base de harina de arroz integral, batata y caraota blanca	Caracterización físico-química y sensorial de una tortilla libre de gluten elaborada con harinas de arroz integral, batata y caraota blanca, buscando desarrollar un producto de panadería con alto valor nutricional y aceptable para los consumidores.	Las harinas alternativas como las de arroz integral, batata y caraota blanca pueden emplearse para crear productos de panadería sin gluten, como tortillas, que sean nutritivos y sensorialmente atractivos, ofreciendo opciones más saludables para personas con intolerancia al gluten o que buscan una dieta balanceada.

(Burgos & Castillo, 2021)	Utilización de kiwicha precocida ( <i>Amaranthus caudatus</i> ) para el desarrollo de barras funcionales	Uso de granos de kiwicha popeados y laminados como ingredientes funcionales en barras alimenticias, dirigidas a la población infantil, mujeres embarazadas y en lactancia, y el público en general, analizando su aporte nutricional, calidad microbiológica y características de textura.	Las barras funcionales de kiwicha pueden ser utilizadas como un alimento nutritivo y funcional debido a su alto contenido proteico, de fibra y fitoesteroles, lo que las convierte en una opción adecuada para mejorar la dieta de niños, mujeres embarazadas y lactantes, cubriendo necesidades nutricionales específicas en diferentes etapas biológicas.
(Campos-Rodriguez et al., 2022)	Composición fisicoquímica en granos de maíz morado mejorado ( <i>Zea Mays L.</i> ) en el sur de Sonora, como alternativa funcional a la salud humana	Caracterizar las propiedades fisicoquímicas de híbridos de maíz morado en el sur de Sonora, evaluando sus componentes nutricionales, como antocianinas, fibra, proteínas y grasas, en comparación con un maíz criollo	Los híbridos de maíz morado evaluados presentan un alto contenido de nutrientes y antocianinas, lo que los convierte en una alternativa valiosa para la mejora genética y el desarrollo de productos alimenticios con beneficios nutricionales y funcionales, potenciando el consumo humano de variedades de maíz pigmentadas.
(Chamorro-Gómez et al., 2023)	Evaluación de las características fisicoquímicas y sensoriales del pan de molde enriquecido con Kiwicha ( <i>Amaranthus caudatus L.</i> ) y Cañihua ( <i>Chenopodium pallidicaule Aellen</i> )	Impacto de la inclusión de harinas de Kiwicha y Cañihua en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del pan de molde, comparando formulaciones con diferentes proporciones de estos pseudocereales con una formulación estándar de harina de trigo.	La incorporación de Kiwicha y Cañihua en la elaboración de pan de molde mejora significativamente el contenido nutricional, aumentando la cantidad de proteínas, hierro y aminoácidos esenciales. Estos panes son una alternativa saludable y nutritiva al pan tradicional, con potencial para ser utilizados en dietas que buscan mejorar la calidad proteica y el aporte de minerales esenciales.
(Colombo et al., 2021)	Pigmented Corn Varieties as Functional Ingredients for Gluten-Free Products	Caracterizar el perfil fenólico y la capacidad antioxidante de variedades de maíz pigmentado, evaluando su estabilidad durante la digestión y su potencial para reducir el estrés oxidativo intestinal en pacientes con enfermedad celíaca.	Los maíces pigmentados, debido a su alto contenido de polifenoles y su actividad antioxidante, pueden ser utilizados como ingredientes en alimentos sin gluten, con el objetivo de disminuir el estrés oxidativo en pacientes celíacos. Esto ofrece una alternativa prometedora para mejorar la dieta sin gluten, que actualmente no logra reducir completamente la inflamación y el daño mucosal en estos pacientes.
(Enríquez & Ore, 2021)	Elaboración de una bebida funcional a base de malta de <i>Amaranthus caudatus L.</i> y pulpa de <i>Hylocereus triangularis</i>	Formulación y evaluación de una bebida funcional a base de malta de kiwicha y pulpa de pitahaya, evaluando sus propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y la aceptación sensorial por parte de los consumidores.	Esta bebida se orienta al desarrollo de productos innovadores en el sector de alimentos funcionales, ofreciendo una opción nutritiva y saludable que puede ser incorporada en la dieta diaria. Su formulación, con alta aceptabilidad sensorial y parámetros de seguridad alimentaria adecuados, la hace viable para su comercialización como una bebida funcional destinada a diferentes grupos de consumidores que buscan beneficios adicionales para la salud.
(Felipe & Correia, 2024)	Celiaquía y rendimiento deportivo. Una revisión sistemática	Relación entre la celiaquía y el rendimiento deportivo, destacando que la adherencia a una dieta libre de gluten es crucial para mantener un adecuado rendimiento en deportistas celíacos.	Se sugiere que, para los deportistas con celiaquía, es esencial seguir una dieta estricta sin gluten con alimentos alternativos para evitar la disminución del rendimiento. Además, resalta la necesidad de más investigaciones para desarrollar estrategias y recomendaciones específicas para mejorar la vida y el desempeño de estos atletas.
(Fornasini Salvador et al., 2019)	Efficacy of a <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet snack as complement to conventional type 2 diabetes mellitus treatment	Evaluar el impacto del consumo diario de la leguminosa <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet sobre el control metabólico en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 bajo tratamiento oral hipoglucemiante.	Sugiere que la incorporación de <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet como tentempié puede ser beneficiosa para mejorar el control metabólico en pacientes con DMT2, especialmente aquellos con niveles de $A1C \leq 8\%$ .

(García-Ramón et al., 2022)	Calidad nutricional, evaluación física, sensorial y biológica en panes convencionales y libres de gluten	Evaluar las características fisicoquímicas y sensoriales de panes libres de gluten elaborados con harina de quinua, en comparación con panes convencionales. Se analizaron diversos parámetros, incluyendo composición proximal, volumen específico, contenido de polifenoles y fibra dietaria, así como la evaluación biológica en ratas.	Los panes libres de gluten mostraron un alto contenido de fibra dietaria y polifenoles, además de un valor biológico significativo. Las propiedades reológicas y sensoriales del pan libre de gluten fueron favorables, destacándose en firmeza y aceptación sensorial.
(Giri & Sakhale, 2022)	Effect of protein enrichment on quality characteristics and glycemic index of gluten free sweet potato ( <i>Ipomoea batatas</i> L.) spaghetti	Uso de la harina de batata como base para desarrollar espaguetis sin gluten con digestibilidad reducida del almidón, al incorporar concentrado de proteína de suero (WPC) y harina de garbanzo (CPF) en diferentes proporciones.	La fortificación de espaguetis con WPC y CPF puede mejorar significativamente el contenido de proteínas y las características funcionales, además de reducir el índice glucémico, lo que hace a este producto adecuado para personas que buscan opciones más nutritivas y con menor impacto glucémico.
(Gumul et al., 2020)	Pulp obtained after isolation of starch from red and purple potatoes ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) as an innovative ingredient in the production of gluten-free bread	Enriquecer el pan sin gluten, elaborado a partir de almidón de maíz y papa, utilizando pulpa de papa roja y púrpura como una fuente innovadora de compuestos bioactivos, específicamente antioxidantes y fibra dietética.	La incorporación de pulpa de papa roja mejora significativamente el contenido de compuestos fenólicos y fibra, reduce la presencia de acrilamida y mantiene buenas características físicas y sensoriales. Puede ser utilizado en la producción industrial de pan sin gluten, promoviendo un producto más nutritivo y saludable.
(Guzmán-Rodríguez et al., 2023)	Mejoramiento de propiedades nutricionales, fisicoquímicas y estructurales de un pan sin gluten adicionado con microalga a base de pre-fermento	La incorporación de la microalga <i>Chlorella vulgaris</i> en pan sin gluten, con el objetivo de aumentar el contenido proteico y mejorar las propiedades viscoelásticas de la masa mediante un pre-fermento.	La adición de <i>Chlorella vulgaris</i> mejora el contenido proteico del pan, mientras que la dureza del pan aumenta con mayores porcentajes de microalga. Además, se observa una disminución en la luminosidad del color del pan a medida que se incrementa la cantidad de microalga. Esto sugiere que la <i>Chlorella vulgaris</i> puede ser un ingrediente funcional eficaz en la formulación de panes sin gluten, mejorando su perfil nutricional.
(Hidalgo Núñez et al., 2023)	Incorporación de amaranto ( <i>Amaranthus</i> ) en tortillas de maíz ( <i>Zea mays</i> )	Evaluar el impacto de la harina de amaranto en la calidad de las tortillas de maíz, utilizando diferentes porcentajes de incorporación para determinar su efecto en atributos sensoriales y propiedades físico-químicas.	La inclusión de harina de amaranto puede mejorar las características de las tortillas de maíz, proporcionando beneficios nutricionales sin comprometer la calidad sensorial.
(Jamka et al., 2021)	Comparison of the Effect of Amaranth Oil vs. Rapeseed Oil on Selected Atherosclerosis Markers in Overweight and Obese Subjects: A Randomized Double-Blind Cross-Over Trial	Comparar los efectos del aceite de amaranto y el aceite de colza en los marcadores de aterosclerosis en individuos con sobrepeso y obesidad. El objetivo fue determinar si el aceite de amaranto, conocido por sus posibles beneficios para la salud, ofrece ventajas sobre el aceite de colza, que ya se sabe que mejora el perfil lipídico y tiene propiedades antiateroscleróticas.	Los resultados mostraron que, aunque el aceite de amaranto tuvo un efecto ligeramente positivo en los niveles de adiponectina, no superó al aceite de colza en cuanto a la reducción de marcadores de aterosclerosis como ApoB y la relación ApoB/A1. Estos hallazgos sugieren que, aunque el aceite de amaranto tiene ciertos beneficios, no ofrece mejoras significativas en comparación con el aceite de colza para los marcadores de aterosclerosis en esta población.
(Jiménez et al., 2024)	Andean Crops Germination: Changes in the Nutritional Profile, Physical and Sensory Characteristics. A Review	Examinar cómo la germinación de cultivos andinos como quinoa, amaranto, cañihua, frijoles, maíz y tarwi afecta sus propiedades nutricionales, tecnológicas, funcionales y sensoriales. La germinación, al reactivar el metabolismo de las semillas, puede mejorar la calidad nutricional, la digestibilidad de las proteínas, y la disponibilidad de minerales y vitaminas, además de potencialmente generar nuevos compuestos bioactivos. Se busca	La revisión resume investigaciones recientes sobre los efectos de la germinación en los granos andinos, incluyendo mejoras en la calidad nutricional, como un aumento en la disponibilidad de proteínas y minerales, y la posible formación de compuestos bioactivos.

		entender cómo estos cambios impactan las propiedades tecnológicas y sensoriales de los productos alimenticios elaborados con estos granos germinados.	
(Lon Kan Prado & Hernández Sampieri, 2024)	Efecto nutracéutico de compuestos bioactivos del maíz morado ( <i>zea mays</i> L.) Utilizados en prevención y tratamiento de enfermedades crónicas degenerativas	Importancia del maíz morado como un nutracéutico y alimento funcional, debido a su alto contenido de compuestos bioactivos, particularmente antocianinas y otros fitoquímicos con propiedades antioxidantes. Se explora su valor histórico, cultural y comercial, así como sus beneficios potenciales en la prevención y manejo de enfermedades no transmisibles como enfermedades cardiovasculares, diabetes, hipertensión y artritis.	El maíz morado, con su alto contenido de antocianinas y otros compuestos fenólicos, se presenta como un ingrediente valioso en la industria de los alimentos funcionales y nutracéuticos. Su uso en la elaboración de colorantes naturales y su potencial para mejorar la salud a través de sus propiedades antioxidantes y antiinflamatorias destacan su importancia. Además, la investigación y desarrollo de productos basados en maíz morado pueden contribuir a la creación de opciones alimenticias más saludables y sostenibles, beneficiando tanto al mercado global como a la salud pública.
(Luque-Vilca et al., 2024)	Utilization of Sustainable Ingredients (Cañihua Flour, Whey, and Potato Starch) in Gluten-Free Cookie Development: Analysis of Technological and Sensorial Attributes	Elaboración de galletas libres de gluten utilizando una mezcla de harina de cañihua, suero de leche y almidón de papa. Se evaluaron sus propiedades fisicoquímicas, composición, color, textura y atributos sensoriales mediante pruebas de consumo, destacando las variaciones significativas en función de las proporciones de los ingredientes.	La formulación con mayores proporciones de harina de cañihua y suero de leche demostró una alta calidad sensorial y nutricional, siendo una alternativa viable para personas con restricciones alimentarias.
(Machine et al., 2020)	Physicochemical and sensory properties of bread with sweet potato flour ( <i>Ipomea batatas</i> L.) as partial replacer of wheat flour supplemented with okra hydrocolloids	Efectos de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de camote y la incorporación de un extracto hidrocoloide de okra en las características fisicoquímicas y sensoriales del pan. Se evaluaron formulaciones con diferentes porcentajes de harina de camote y extracto de okra, observándose cambios en el color, rendimiento de horneado y aceptabilidad sensorial del pan.	La sustitución parcial de la harina de trigo por harina de camote y el uso de hidrocoloide de okra son alternativas viables para la producción de pan, mejorando características como el rendimiento de horneado. Aunque la aceptación sensorial es moderada, esta combinación podría ser optimizada para satisfacer mejor las preferencias de los consumidores y diversificar la oferta de productos de panificación con ingredientes alternativos y funcionales.
(Malgor et al., 2020)	Amaranth Lemon Sorbet, Elaboration of a Potential Functional Food	Evaluar el uso de proteínas de amaranto como ingrediente funcional en la elaboración de un sorbete de limón, un postre alternativo saludable apto para celíacos, veganos y consumidores conscientes. Se analizan sus propiedades fisicoquímicas, estabilidad durante el almacenamiento y aceptación sensorial, destacando su capacidad espumante y actividad antitrombótica.	Las proteínas de amaranto son una excelente opción para desarrollar alimentos funcionales como sorbetes, con beneficios adicionales como la inhibición de la formación de coágulos de fibrina.
(Martinez-Lopez et al., 2020)	Nutraceutical value of kiwicha ( <i>Amaranthus caudatus</i> L.)	Análisis de los diferentes usos de la kiwicha, en la historia, biología, composición nutricional y como compuesto bioactivo.	Se utiliza en la alimentación para mejorar la nutrición y prevenir enfermedades, y en la industria alimentaria, farmacológica y cosmética por sus propiedades funcionales y beneficios para la salud.
(Martinez-Lopez et al., 2022)	Kiwicha ( <i>Amaranthus caudatus</i> L.) protein hydrolysates reduce intestinal inflammation by modulating the NLRP3 inflammasome pathway	Investigar los hidrolizados de proteínas de <i>Amaranthus caudatus</i> (kiwicha) por su actividad biológica y efecto antiinflamatorio en el nivel intestinal, utilizando la línea celular CACO-2.	Los hidrolizados de proteína de kiwicha se presentan como ingredientes funcionales prometedores en alimentos y nutracéuticos, contribuyendo a dietas saludables con efectos antiinflamatorios.
(Miranda-Villa et al., 2019)	Effects of Whole and Malted Quinoa Flour Addition on Gluten-Free Muffins Quality	El estudio evaluó el impacto de la incorporación de harinas de quinua enteras y malteadas en las características físicas, nutricionales y sensoriales de muffins sin gluten, en comparación con muffins elaborados solo con harina de arroz	La incorporación de harinas de quinua no solo mejora la calidad nutricional de los productos sin gluten, sino que también promueve la producción e industrialización de los granos de quinua, ampliando la variedad alimentaria para personas con enfermedad celíaca.

(Nazeer & Yaman Firincioglu, 2022)	Amaranth in Animal Nutrition	Análisis bibliográfico sobre los diferentes usos del amaranto en forrajes para consumo animal.	El amaranto se utiliza como fuente alternativa de proteína, fibra y aminoácidos esenciales en la nutrición animal, mejorando la calidad de los forrajes en comparación con otras opciones.
(Remes-Troche et al., 2020)	Metabolic effects in patients with celiac disease, patients with nonceliac gluten sensitivity, and asymptomatic controls, after six months of a gluten-free diet	Evaluó los efectos metabólicos de una dieta libre de gluten durante seis meses en pacientes con enfermedad celíaca, sensibilidad al gluten no celíaca y controles asintomáticos. Se analizaron componentes del síndrome metabólico, como la obesidad, hipertensión, esteatosis hepática y hiperglucemia, tanto al inicio como después del periodo de intervención.	Los beneficios y riesgos metabólicos de la dieta libre de gluten deben ser considerados al prescribir esta dieta, destacando la necesidad de un enfoque individualizado en diferentes poblaciones.
(Rodríguez Pérez et al., 2023)	Evaluación de las características fisicoquímicas y sensoriales del pan de molde enriquecido con Kiwicha ( <i>Amaranthus caudatus</i> L.) y Cañihua ( <i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen)	Evaluar el impacto de la inclusión de Kiwicha y Cañihua en las características fisicoquímicas y sensoriales del pan de molde, con el fin de mejorar su valor nutricional. Se utilizaron diferentes formulaciones con variaciones en los porcentajes de estos pseudocereales en combinación con harina de trigo.	Las formulaciones con Kiwicha y Cañihua alteran significativamente las características fisicoquímicas del pan, aumentando el contenido de proteínas, hierro y aminoácidos.
(Sidorova et al., 2022)	Amaranth grain proteins: prospects for use in specialized food products	Revisar las propiedades de las proteínas del amaranto y su potencial en la nutrición terapéutica, analizando los efectos de diversos métodos de procesamiento de alimentos sobre su calidad. Se destacan las técnicas para obtener aislados y concentrados de proteínas de amaranto, y se evalúa el contenido de aminoácidos y la actividad biológica de estas proteínas.	El amaranto, debido a su alto valor biológico y propiedades tecnológicas, puede ser utilizado en la formulación de alimentos especializados, especialmente para dietas terapéuticas y productos libres de gluten. Métodos como la fermentación, el remojo y la cocción pueden mejorar la biodisponibilidad y digestibilidad de sus componentes.
(Urbina Dicao et al., 2023)	Caracterización fisicoquímica de los cereales y funcionalidad de las harinas de amaranto ( <i>Amaranthus caudatus</i> ) y quinoa ( <i>Chenopodium quinoa</i> )	Evaluar las características fisicoquímicas y funcionales de las harinas de amaranto y quinoa, resaltando su potencial como alimentos básicos en las zonas andinas. Se utilizó un modelo estadístico unifactorial para comparar el contenido nutricional y las propiedades funcionales de ambos cereales.	El amaranto tiene un mayor contenido de proteínas, grasas y carbohidratos, mientras que la quinoa destaca por su capacidad de hidratación y hinchamiento. En cuanto a las propiedades funcionales, la harina de amaranto es superior en absorción y retención de agua, así como en estabilidad emulsionante y espumante.
(Valenzuela Zamudio & Segura Campos, 2022)	Amaranth, quinoa and chia bioactive peptides: a comprehensive review on three ancient grains and their potential role in management and prevention of Type 2 diabetes	Revisar la literatura sobre péptidos bioactivos (BAPs) derivados de amaranto, quinoa y chía, evaluando su actividad anti-diabética y efectos sobre marcadores terapéuticos de la diabetes tipo 2 (T2D). Se realizaron análisis in silico e in vitro para investigar la inhibición de las enzimas $\alpha$ -glucosidasa, $\alpha$ -amilasa y DPP-IV.	Los hallazgos sugieren que los BAPs de estos pseudocereales son prometedores para el desarrollo de alternativas terapéuticas para la T2D, destacando su potencial en la formulación de productos alimentarios funcionales que mejoren la salud metabólica.
(Vidaurre-Ruiz et al., 2019)	Propiedades de pasta y texturales de las mezclas de harinas de quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> ), kiwicha ( <i>Amaranthus caudatus</i> ) y tarwi ( <i>Lupinus mutabilis</i> ) en un sistema acuoso	Evaluar los efectos de las harinas de quinua, kiwicha y tarwi en las propiedades reológicas y texturales de las pastas y geles. Se analizaron parámetros como viscosidad pico, mínima, de retrogradación y final, así como firmeza, consistencia y cohesividad de los geles.	La harina de tarwi afectó significativamente las propiedades de viscosidad, mientras que la harina de kiwicha presentó el mejor perfil de viscosidad. Se observaron interacciones no aditivas en las mezclas, sugiriendo que combinaciones de harinas podrían ofrecer características reológicas y texturales favorables para el desarrollo de productos de panificación libres de gluten.

(Zavaleta Melgar et al., 2024)	Food products labeled as “organic” based on Andean crops: a study of their biocomponents and antioxidant activity in vitro	Evaluar el contenido nutricional y la capacidad antioxidante de diversas semillas y mezclas de harinas, destacando especialmente la riqueza en proteínas, lípidos, cenizas y compuestos bioactivos como polifenoles, flavonoides y antocianinas.	Las mezclas de harinas que incluyen ingredientes como maca, quinua, maíz morado, cacao y lúcuma, demostraron ser superiores en términos de contenido antioxidante y nutricional, con potencial para desarrollar alimentos funcionales.
(Zhang et al., 2020)	Towards coeliac-safe bread	Expresión de $\alpha$ -globulina3 de teff (Etglo3) en maíz como una estrategia para desarrollar granos seguros para personas con enfermedad celíaca. Se analizaron las propiedades de almacenamiento de Etglo3 y su interacción con proteínas de almacenamiento del maíz, específicamente la $\gamma$ -zeína de 27 kDa.	La expresión de Etglo3 en maíz representa un avance importante en el desarrollo de granos con propiedades de panificación que son seguros para personas con enfermedad celíaca, ofreciendo una alternativa viable a los productos de trigo.

Tabla 3. Alimentos Andinos

Alimento	Descripción
 <p>Fuente: Broberg, 2020 Figura 1. Quinua</p>	La quinua es un pseudocereal originario de los Andes, conocido por su alto contenido de proteínas de alta calidad y su perfil de aminoácidos esenciales. Estudios han demostrado que la quinua no contiene gluten y es bien tolerada por personas con EC. Además, es rica en fibra, minerales como el magnesio y el hierro, y antioxidantes, (Vega-Gálvez et al., 2010).
 <p>Fuente: Tabio &amp; Quintero, 2016 Figura 2. Amaranto</p>	El amaranto es otro pseudocereal andino, que destaca por su contenido elevado de proteínas y fibra. Al igual que la quinua, es libre de gluten y ha mostrado ser una excelente fuente de calcio, fósforo y vitaminas del complejo B. Su inclusión en la dieta sin gluten puede mejorar la calidad nutricional y la salud ósea de los pacientes con EC, (Repo-Carrasco-Valencia et al., 2009).
 <p>Fuente: Infoalimentos, 2024 Figura 3. Kiwicha</p>	La kiwicha, también conocida como amaranto silvestre, tiene un perfil nutricional similar al del amaranto cultivado. Es rica en proteínas, fibra y micronutrientes esenciales, lo que la convierte en una opción valiosa para personas con EC que buscan diversificar su dieta sin gluten, (Martinez-Lopez et al., 2020).
 <p>Fuente: Lupín, 2024 Figura 4. Tarwi</p>	El tarwi es una leguminosa andina con un alto contenido de proteínas y grasas saludables, especialmente ácidos grasos omega-3. Además, es una fuente significativa de fibra y micronutrientes como el calcio y el hierro. Su consumo puede contribuir a la mejora del perfil lipídico y la salud cardiovascular en personas con EC, (Espinosa-Alonso et al., 2006).
 <p>Fuente: (Maíz Morado: 6 Propiedades y Beneficios, 2024) Figura 5. Maíz Morado</p>	El maíz morado es conocido por su alto contenido de antocianinas, compuestos antioxidantes con efectos antiinflamatorios. Aunque no es particularmente rico en proteínas, su capacidad antioxidante puede ser beneficiosa para reducir la inflamación intestinal en pacientes con EC, (Ortiz-Sánchez et al., 2013).



Fuente: (Moreno et al., 2015)  
Figura 6. Papa nativa

Las papas nativas andinas son una fuente importante de carbohidratos complejos, fibra, vitamina C y potasio. Su variabilidad genética les confiere un amplio rango de colores y perfiles nutricionales, algunos de los cuales tienen niveles significativos de antioxidantes, (Valcárcel-Yamani et al., 2013).



Fuente: Camote en el Embarazo: Beneficios y Precauciones, 2024  
Figura 7. Camote

El camote, o batata, es rico en carbohidratos complejos, fibra, vitaminas A y C, y minerales como el potasio y el magnesio. Su índice glucémico relativamente bajo y su contenido antioxidante lo hacen adecuado para personas con EC que necesitan una fuente de energía sostenida y nutrientes esenciales.



Fuente: Castañeta et al., 2022  
Figura 8. Oca

La oca es un tubérculo andino con un perfil nutricional similar al del camote, aunque con un contenido de ácido oxálico más elevado. Es una buena fuente de carbohidratos, fibra, vitamina C y antioxidantes. Su consumo en moderación puede ser beneficioso en una dieta sin gluten.



Fuente: Edo (Papa China), 2018  
Figura 9. Papa china

La papa china es un tubérculo proveniente de Asia, pero altamente consumido en Sudamérica, es de color blanco, con un alto contenido de carbohidratos y vitaminas, tiene alta adaptabilidad para muchos platillos y preparaciones. Es ligeramente dulce y ácido.

## DISCUSIÓN

La tabla 1 Proporciona un análisis detallado de la composición nutricional de diversos alimentos andinos, destacando su potencial en la dieta de personas con enfermedad celíaca. Entre los alimentos presentados, la quinua, el amaranto, y el tarwi resaltan por su alto contenido proteico (aproximadamente 14-43 gramos de proteínas por cada 100 gramos), lo cual es esencial en dietas sin gluten, dado que la proteína es un macronutriente necesario para el mantenimiento de la masa muscular y el sistema inmunológico en los pacientes celíacos. Asimismo, la presencia de altos niveles de fibra en alimentos como la kiwicha y el tarwi (aproximadamente 10-67 gramos por cada 100 gramos) es significativa, ya que la fibra mejora la digestión y puede ayudar a reducir el riesgo de complicaciones intestinales, comunes en personas con enfermedad celíaca. Además, la inclusión de minerales como el hierro, calcio, y potasio en estos alimentos contribuye a satisfacer las necesidades nutricionales de los pacientes, quienes suelen tener déficits de estos micronutrientes debido a la inflamación y daño en el intestino delgado.

En términos de composición lipídica, el tarwi destaca por su contenido en grasas saludables, especialmente en ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados, que pueden contribuir a la salud cardiovascular. Esto es relevante, ya que algunos estudios indican que una dieta libre de gluten puede afectar el perfil lipídico.

Los resultados obtenidos en este estudio resaltan el potencial de los alimentos andinos en el manejo dietético de la enfermedad celíaca (EC), alineándose con investigaciones previas que han identificado su alto valor nutricional y funcionalidad en dietas libres de gluten (Vega-Gálvez et al., 2010; Repo-Carrasco-Valencia et al., 2009). La quinua, el amaranto, la kiwicha, el tarwi y el maíz morado han demostrado contener una variedad de nutrientes esenciales, así como antioxidantes y compuestos bioactivos que pueden beneficiar la

salud intestinal y reducir la inflamación en pacientes celíacos (Al-Qabba et al., 2020; Campos-Rodriguez et al., 2022).

En comparación con otros estudios, la presente revisión bibliográfica reafirma que la quinua es una de las mejores alternativas para una dieta sin gluten, debido a su perfil proteico completo y su elevada biodisponibilidad de minerales como el hierro y el magnesio (Vega-Gálvez et al., 2010). Sin embargo, estudios adicionales como el de Zhang et al. (2020) han demostrado que, aunque la quinua es una alternativa viable, la aceptabilidad sensorial de los productos elaborados con esta harina podría ser inferior a la de otros ingredientes sin gluten, lo que sugiere la necesidad de optimizar sus formulaciones en productos procesados.

El tarwi, por otro lado, destaca por su alto contenido proteico y de ácidos grasos esenciales, lo que coincide con lo reportado por Felipe & Correia (2024), quienes resaltan la importancia de incorporar fuentes proteicas de alta calidad en la dieta celíaca para prevenir deficiencias nutricionales y mejorar la composición corporal. No obstante, se requiere más investigación sobre la aceptabilidad del tarwi en dietas a largo plazo.

El maíz morado ha sido ampliamente estudiado por su alto contenido en antocianinas, las cuales tienen propiedades antioxidantes y antiinflamatorias. Lon Kan Prado & Hernández Sampieri (2024) sugieren que el consumo regular de maíz morado podría beneficiar la salud intestinal de pacientes celíacos al reducir el estrés oxidativo y la inflamación.

También se destaca la importancia del camote y la oca en la dieta celíaca, debido a su contenido en carbohidratos complejos, fibra y antioxidantes. Estudios previos han sugerido que la fibra de estos tubérculos puede mejorar la función intestinal y reducir los efectos adversos de la EC, como la malabsorción de nutrientes y la inflamación crónica (Gumul et al., 2020).

La evidencia existente sobre la viabilidad de los alimentos andinos como alternativas seguras y nutricionalmente completas para personas con EC. Así como en estrategias para mejorar la aceptabilidad sensorial de los productos elaborados a partir de estos ingredientes.

Podemos decir que, los alimentos andinos revisados representan una opción viable para una dieta sin gluten, rica en nutrientes esenciales y compuestos bioactivos que apoyan la salud intestinal y general de los pacientes con celiaquía.

La incorporación de alimentos andinos en la dieta sin gluten ofrece múltiples beneficios nutricionales y puede ayudar a mejorar la calidad de vida de las personas con EC. La diversidad de nutrientes, antioxidantes y compuestos bioactivos presentes en estos alimentos puede contribuir a la salud intestinal, reducir la inflamación y proporcionar una nutrición equilibrada.

## CONCLUSIONES

Los alimentos andinos representan una alternativa valiosa y nutritiva para las personas con EC. Su inclusión en la dieta sin gluten puede ofrecer beneficios significativos para la salud, mejorando el perfil nutricional y potenciando el manejo dietético de esta enfermedad. Se recomienda fomentar su consumo y realizar más investigaciones para explorar sus beneficios a largo plazo. Es importante mejorar la aceptabilidad sensorial de productos elaborados con estos ingredientes, pues sigue siendo un desafío, por lo que futuras investigaciones deben enfocarse en mejorar sus formulaciones y adaptarlas a las preferencias del consumidor. La promoción de estos alimentos en la industria alimentaria podría contribuir a ampliar las opciones de productos sin gluten, mejorando la adherencia a una dieta equilibrada y saludable para las personas con EC.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, por su contribución en el desarrollo de esta investigación y extiende el agradecimiento por el financiamiento del proyecto "PFCS53".

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acurio, L., Salazar, D., García, M. E., García-Segovia, P., Martínez-Monzó, J., & Igual, M. (2024). Characterization, mathematical modeling of moisture sorption isotherms and bioactive compounds of Andean root flours. *Current Research in Food Science*, 8, 100752. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2024.100752>

2. Aguiar, E. V., Santos, F. G., Centeno, A. C. L. S., & Capriles, V. D. (2021). Influence of pseudocereals on gluten-free bread quality: A study integrating dough rheology, bread physical properties and acceptability. *Food Research International*, 150, 110762. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110762>

3. Aguirre Huayhua, L. L., Malpartida Yapias, R. J., Ore Areche, F., & Ruiz Rodríguez, A. (2022). Formulación de pasta para celíacos con harina pregelatinizada de *Chenopodium quinoa* Willd y *Oryza sativa*. *Revista Alfa*, 6(16), 20-32. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i16.147>

4. Al-Qabba, M. M., El-Mowafy, M. A., Althwab, S. A., Alfheaid, H. A., Aljutaily, T., & Barakat, H. (2020). Phenolic Profile, Antioxidant Activity, and Ameliorating Efficacy of Chenopodium quinoa Sprouts against CCL4-Induced Oxidative Stress in Rats. *Nutrients*, 12(10), 2904. <https://doi.org/10.3390/nu12102904>
5. Albuja-Vaca, D., Yépez, C., Vernaza, M. G., & Navarrete, D. (2020). Gluten-free pasta: development of a new formulation based on rice and lupine bean flour (*Lupinus Mutabilis*) using a mixture-process design. *Food Science and Technology*, 40(2), 408-414. <https://doi.org/10.1590/fst.02319>
6. Ali Garsa Al-Shehry. (2016). Use of Corn and Quinoa Flour to Produce Bakery Products for Celiac disease. *Advances in Environmental Biology*, 10(12), 237-244. <http://www.aensiweb.com/AEB/http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>
7. Arapa Carcasi, P. (2019). Diseño y análisis de un software para formulación de mezclas alimenticias a base de cultivos andinos. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 7(1), 30-41. <https://doi.org/10.23850/24220582.2571>
8. Azizi, S., & Azizi, M. H. (2023). Evaluation of producing gluten-free bread by utilizing amaranth and lipase and protease enzymes. *Journal of Food Science and Technology*, 60(8), 2213-2222. <https://doi.org/10.1007/s13197-023-05748-6>
9. Azizi, S., Azizi, M. H., Moogouei, R., & Rajaei, P. (2020). The effect of Quinoa flour and enzymes on the quality of gluten-free bread. *Food Science and Nutrition*, 8(5), 2373-2382. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1527>
10. Bravo, A., Bueno, J., Loaiza, L., Marval, M., & Arévalo, E. (2021). Características nutricionales y sensoriales de un producto de panadería libre de gluten a base de harina de arroz integral, batata y caraota blanca. *Aprender a vivir para un mundo diferente*, 1(1), 65.
11. Broberg, M. (2020). Quinoa is a super crop that can resist future climate change. *ScienceNordic*. <https://www.sciencenordic.com/climate-change-denmark-food-security/quinoa-is-a-super-crop-that-can-resist-future-climate-change/1687200>
12. Burgos, V. E., & Castillo, V. C. Del. (2021). Utilización de kiwicha precocida (*Amaranthus caudatus*) para el desarrollo de barras funcionales. *Revista chilena de nutrición*, 48(3), 307-318. <https://doi.org/10.4067/s0717-75182021000300307>
13. Camote en el Embarazo: Beneficios y Precauciones. (2024). *E-Embarazo*. <https://e-embarazo.org/alimentos/camote/>
14. Campos-Rodriguez, J., Acosta-Coral, K., & Paucar-Menacho, L. M. (2022). Quinoa (*Chenopodium quinoa*): Nutritional composition and bioactive compounds of grain and leaf, and impact of heat treatment and germination. *Scientia Agropecuaria*, 13(3), 209-220. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2022.019>
15. Castañeta, G., Castañeta, R., & Peñarrieta, J. M. (2022). Cambios Físicoquímicos Por Exposición a La Radiación Solar En Tubérculos De Oxalis Tuberosa, “Oca” Cultivados En Bolivia. *Revista Boliviana de Química*, 39(2). <https://doi.org/10.34098/2078-3949.39.2.3>
16. Chamorro-Gómez, R. E., Abad-Villar, D., Natividad-Bardales, Á. D., Estacio-Laguna, R., Ríos-García, G., Muñoz-Garay, S. G., Rojas-Portal, R. M., Cueto-Rosales, C. R., & Villanueva-Tiburcio, J. E. (2023). Evaluación de las características físicoquímicas y sensoriales del pan de molde enriquecido con Kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) y Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 10(2), 102-116. <https://doi.org/10.23850/24220582.5943>
17. Colombo, F., Di Lorenzo, C., Petroni, K., Silano, M., Pilu, R., Falletta, E., Biella, S., & Restani, P. (2021). Pigmented Corn Varieties as Functional Ingredients for Gluten-Free Products. *Foods*, 10(8), 1770. <https://doi.org/10.3390/foods10081770>
18. Edo (Papa China). (2018). *RUSTICA*. <https://www.rustica.com.ec/edo.html>
19. Enríquez, I., & Ore, F. (2021). Elaboración de una bebida funcional a base de malta de *Amaranthus*

caudatus L. y pulpa de *Hylocereus triangularis*. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(3), 3353-3366. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v5i3.536](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i3.536)

20. Espinosa-Alonso, L. G., Lygin, A., Widholm, J. M., Valverde, M. E., & Paredes-Lopez, O. (2006). Polyphenols in Wild and Weedy Mexican Common Beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(12), 4436-4444. <https://doi.org/10.1021/jf060185e>

21. Felipe, L., & Correia, C. (2024). Celiaquía y rendimiento deportivo. Una revisión sistemática. 74(1), 141-150.

22. Fornasini Salvador, M. V., Abril-Ulloa, S. V., Beltrán Carreño, J. P., Villacrés, E., Cuadrado-Merino, L., Robalino, F., Sánchez, R., Ricaurte Ortiz, P. S., Muñoz, E. B., Benítez Loza, N. B., & Baldeón, M. E. (2019). Efficacy of a *Lupinus mutabilis* Sweet snack as complement to conventional type 2 diabetes mellitus treatment. *Nutrición Hospitalaria*. <https://doi.org/10.20960/nh.02590>

23. García-Ramón, F., Alvarez, H., Sotelo-Méndez, A., Gonzáles Huaman, T., Norabuena, E., Zarate Sarapura, E., & Sumarriva Bustinza, L. (2022). Calidad nutricional, evaluación física, sensorial y biológica en panes convencionales y libres de gluten. *Nutricion Clinica y Dietetica Hospitalaria*, 42(1), 106-114. <https://doi.org/10.12873/421garc>

24. Giri, N. A., & Sakhale, B. K. (2022). Effect of protein enrichment on quality characteristics and glycemic index of gluten free sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) spaghetti. *Journal of Food Science and Technology*, 59(6), 2410-2419. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05257-4>

25. Gumul, D., Korus, J., Surma, M., & Ziobro, R. (2020). Pulp obtained after isolation of starch from red and purple potatoes (*Solanum tuberosum* L.) as an innovative ingredient in the production of gluten-free bread. *PLOS ONE*, 15(9), e0229841. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229841>

26. Guzmán-Rodríguez, M. F., Cortez-Guardiola, S. A., Garza-Valverde, E., García, M. C. J., & García-Gómez, C. (2023). Mejoramiento de propiedades nutricionales, fisicoquímicas y estructurales de un pan sin gluten adicionado con microalga a base de pre-fermento. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 8(1), 572-579. <https://doi.org/10.29105/idcyta.v8i1.77>

27. Hidalgo Núñez, D. R., Guerrero Cepeda, M. J., & López Montesdeoca, S. G. (2023). Incorporación de amaranto (*Amaranthus*) en tortillas de maíz (*Zea mays*). *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 5(4), 41-49. <https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v5i4.644>

28. INCAP. (2012). Tabla de composición de alimentos de Centroamérica.

29. Infoalimentos. (2024). Amaranto: la joya de los Andes. Consejo Argentino sobre Seguridad de Alimentos y Nutrición. <https://infoalimentos.org.ar/temas/del-campo-a-la-mesa/593-amaranto-la-joya-de-los-andes>

30. Jamka, M., Morawska, A., Krzyżanowska-Jankowska, P., Bajerska, J., Przystawski, J., Walkowiak, J., & Lisowska, A. (2021). Comparison of the Effect of Amaranth Oil vs. Rapeseed Oil on Selected Atherosclerosis Markers in Overweight and Obese Subjects: A Randomized Double-Blind Cross-Over Trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(16), 8540. <https://doi.org/10.3390/ijerph18168540>

31. Jiménez, M. D., Salinas Alcón, C. E., Lobo, M. O., & Sammán, N. (2024). Andean Crops Germination: Changes in the Nutritional Profile, Physical and Sensory Characteristics. A Review. *Plant Foods for Human Nutrition*. <https://doi.org/10.1007/s11130-024-01209-3>

32. Kumar, Y., Tarafdar, A., & Badgujar, P. C. (2021). Seaweed as a Source of Natural Antioxidants: Therapeutic Activity and Food Applications. *Journal of Food Quality*, 2021, 1-17. <https://doi.org/10.1155/2021/5753391>

33. Lee, I., Lee, S., Lee, N., & Ko, S. (2013). Reduced-Fat Mayonnaise Formulated with Gelatinized Rice Starch and Xanthan Gum. *Cereal Chemistry*, 90(1), 29-34. <https://doi.org/10.1094/CCHEM-03-12-0027-R>

34. Lon Kan Prado, E. E., & Hernández Sampieri, R. (2024). Efecto nutraceutico de compuestos bioactivos del maiz morado (*zea mays* l.) Utilizados en prevención y tratamiento de enfermedades crónicas degenerativas. *Revista Científica: BIOTECH AND ENGINEERING*, 4(1), 42-55. <https://doi.org/10.52248/eb.vol4iss1.117>

35. Lupín. (2024). Herbazest. <https://www.herbazest.com/es/hierbas/lupin>
36. Luque-Vilca, O. M., Paredes-Erquinigo, J. Y., Quille-Quille, L., Choque-Rivera, T. J., Cabel-Moscoso, D. J., Rivera-Ashqui, T. A., & Silva-Paz, R. J. (2024). Utilization of Sustainable Ingredients (Cañihua Flour, Whey, and Potato Starch) in Gluten-Free Cookie Development: Analysis of Technological and Sensorial Attributes. *Foods*, 13(10), 1491. <https://doi.org/10.3390/foods13101491>
37. Machine, A., Massingue, A., & Ngome, M. (2020). Physicochemical and sensory properties of bread with sweet potato flour (*Ipomea batatas* L.) as partial replacer of wheat flour supplemented with okra hydrocolloids. *African Journal for Food Science*, 14(11). <https://doi.org/10.5897/AJFS2020.1985>
38. Maíz Morado: 6 Propiedades y Beneficios. (2024). Del Maíz. <https://delmaiz.info/morado/>
39. Malgor, M., Sabbione, A. C., & Scilingo, A. (2020). Amaranth Lemon Sorbet, Elaboration of a Potential Functional Food. *Plant Foods for Human Nutrition*, 75(3), 404-412. <https://doi.org/10.1007/s11130-020-00818-y>
40. Martinez-Lopez, A., Millan-Linares, M. C., Rodriguez-Martin, N. M., Millan, F., & Montserrat-de la Paz, S. (2020). Nutraceutical value of kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.). *Journal of Functional Foods*, 65(October), 103735. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.103735>
41. Martinez-Lopez, A., Rivero-Pino, F., Villanueva, A., Toscano, R., Grao-Cruces, E., Marquez-Paradas, E., Martin, M. E., Montserrat-de la Paz, S., & Millan-Linares, M. C. (2022). Kiwicha ( *Amaranthus caudatus* L.) protein hydrolysates reduce intestinal inflammation by modulating the NLRP3 inflammasome pathway. *Food & Function*, 13(22), 11604-11614. <https://doi.org/10.1039/D2FO02177C>
42. Miranda-Villa, P. P., Mufari, J. R., Bergesse, A. E., & Calandri, E. L. (2019). Effects of Whole and Malted Quinoa Flour Addition on Gluten-Free Muffins Quality. *Journal of Food Science*, 84(1), 147-153. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14413>
43. Moreno, C., Cuvi, M. J. A., Oña Pillajo, G., Llumiquinga Hernández, T., & Concellón, A. (2015). EFECTO DE LA COCCIÓN SOBRE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE PAPAS NATIVAS (*SOLANUM TUBEROSUM*) DEL ECUADOR. *ECUADOR ES CALIDAD: Revista Científica Ecuatoriana*, 2(2). <https://doi.org/10.36331/revista.v2i2.15>
44. Nazeer, S., & Yaman Firincioglu, S. (2022). Amaranth in Animal Nutrition. *J. Agric. Food, Environ. Anim. Sci*, 3(2), 195-211. <http://www.jafeas.com><https://orcid.org/0000-0001-6797-6444><https://orcid.org/0000-0001-9575-9981>
45. Ortiz-Sánchez, J., Cabrera-Chávez, F., & De la Barca, A. (2013). Maize Prolamins Could Induce a Gluten-Like Cellular Immune Response in Some Celiac Disease Patients. *Nutrients*, 5(10), 4174-4183. <https://doi.org/10.3390/nu5104174>
46. Remes-Troche, J. M., Cobos-Quevedo, O. D. J., Rivera-Gutiérrez, X., Hernández, G., de la Cruz-Patiño, E., & Uscanga-Domínguez, L. F. (2020). Metabolic effects in patients with celiac disease, patients with nonceliac gluten sensitivity, and asymptomatic controls, after six months of a gluten-free diet. *Revista de Gastroenterología de México*, 85(2), 109-117. <https://doi.org/10.1016/j.rgm.2019.02.002>
47. Repo-Carrasco-Valencia, R., Acevedo de La Cruz, A., Icochea Alvarez, J. C., & Kallio, H. (2009). Chemical and Functional Characterization of Kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) Grain, Extrudate and Bran. *Plant Foods for Human Nutrition*, 64(2), 94-101. <https://doi.org/10.1007/s11130-009-0109-0>
48. Rodríguez Pérez, G., García Ramírez, A., Reynaga Franco, F. de J., Mendivil Mendoza, J. E., Salazar Huerta, F. J., & Hidalgo Ramos, D. M. (2023). Composición fisicoquímica en granos de maíz morado mejorado (*Zea Mays* L.) en el sur de Sonora, como alternativa funcional a la salud humana. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(1), 4327-4340. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i1.567>
49. Sidorova, Y. S., Birulina, N. A., Zilova, I. S., & Mazo, V. K. (2022). Amaranth grain proteins: prospects for use in specialized food products. *Problems of Nutrition*, 91(3), 96-106. <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2022-91-3-96-106>

50. Tabio, D., & Quintero, A. (2016). Amaranto: Mucho más que «alegría». Revista Saber Más. <https://www.sabermas.umich.mx/archivo/articulos/633-especial-plantas/1288-amaranto-mucho-mas-que-alegría.html>
51. Urbina Dicao, K. S., Santacruz Terán, S. G., Guapi Álava, G. M., Revilla Escobar, K., & Aldas Morejon, J. P. (2023). Caracterización fisicoquímica de los cereales y funcionalidad de las harinas de amaranto (*Amaranthus caudatus*) y quinoa (*Chenopodium quinoa*). Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales, 10(2), 33-41. <https://doi.org/10.23850/24220582.5708>
52. Valcárcel-Yamani, B., Rondán-Sanabria, G. G., & Finardi-Filho, F. (2013). The physical, chemical and functional characterization of starches from Andean tubers: oca (*Oxalis tuberosa* Molina), olluco (*Ullucus tuberosus* Caldas) and mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón). Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences, 49(3), 453-464. <https://doi.org/10.1590/S1984-82502013000300007>
53. Valenzuela Zamudio, F., & Segura Campos, M. R. (2022). Amaranth, quinoa and chia bioactive peptides: a comprehensive review on three ancient grains and their potential role in management and prevention of Type 2 diabetes. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 62(10), 2707-2721. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1857683>
54. Vega-Gálvez, A., Miranda, M., Vergara, J., Uribe, E., Puente, L., & Martínez, E. A. (2010). Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* willd.), an ancient Andean grain: a review. Journal of the Science of Food and Agriculture, 90(15), 2541-2547. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4158>
55. Vidaurre-Ruiz, J. M., Salas-Valerio, W. F., & Repo-Carrasco-Valencia, R. (2019). Propiedades de pasta y texturales de las mezclas de harinas de quinua (*Chenopodium quinoa*), kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y tarwi (*Lupinus mutabilis*) en un sistema acuoso. Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research, 21(1), 5-14. <https://doi.org/10.18271/ria.2019.441>
56. Zavaleta Melgar, J., Muñoz, A. M., & Ramos Escudero, F. (2024). Food products labeled as «organic» based on Andean crops: a study of their biocomponents and antioxidant activity in vitro». Nutrición Clínica Y Dietética Hospitalaria, 44(1), 279-289. <https://doi.org/10.12873/441zavaleta>
57. Zhang, Z., Deng, Y., Zhang, W., Wu, Y., & Messing, J. (2020). Towards coeliac-safe bread. Plant Biotechnology Journal, 18(4), 1056-1065. <https://doi.org/10.1111/pbi.13273>

## FINANCIACIÓN

Los autores recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación por parte de DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

## CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

*Conceptualización:* Deysi Guevara, Cristina Arteaga.

*Curación de datos:* Deysi Guevara; Cristina Arteaga, Carmen Viteri, Kattyta Hidalgo, Verónica Robayo.

*Análisis formal:* Kattyta Patricia Hidalgo Morales.

*Investigación:* Deysi Guevara, Cristina Arteaga.

*Metodología:* Cristina Alexandra Arteaga Almeida; Deysi Guevara.

*Administración del proyecto:* Carmen Patricia Viteri Robayo.

*Recursos:* Kattyta Patricia Hidalgo Morales.

*Software:* Verónica Alexandra Robayo Zurita; Deysi Guevara.

*Supervisión:* Carmen Patricia Viteri Robayo.

*Validación:* Carmen Patricia Viteri Robayo.

*Visualización:* Cristina Alexandra Arteaga Almeida.

*Redacción - borrador original:* Verónica Alexandra Robayo Zurita; Kattyta Patricia Hidalgo Morales.

*Redacción - revisión y edición:* Carmen Patricia Viteri Robayo; Cristina Alexandra Arteaga Almeida.