

Tubérculos peruanos conservados por congelación y secado, beneficiosos en la alimentación peruana: Una revisión

Peruvian tubers preserved by freeze-drying and drying, beneficial in Peruvian food: A review

^aJimmy P., Echevarría Victorio¹ 

^bJamir E., Vilchez De la Cruz¹ 

^cElmer R., Torres Gutierrez¹ 

^dGrimaldo W., Quispe Santivañez¹  ^eWilliams E., Castillo Martinez² 

¹Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma.

²Universidad Cesar Vallejo

Recibido: Abril, 2025 / Aceptado: Mayo 2025 / Publicado: Junio 2025

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue analizar la influencia del método de conservación por congelación y secado de los tubérculos peruanos en beneficio de la alimentación peruana. La investigación se estructuró siguiendo los criterios establecidos por la metodología PRISMA, seleccionando investigaciones académicas de bases de datos como Scopus, Scielo, ScienceDirect y PubMed así como en el repositorio Alicia, los datos obtenidos nos permitirán conocer el número de estudios involucrados con el tema, del mismo modo los beneficios en la alimentación peruana.

Palabras clave: *chuño, congelación y alimentación*

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the influence of the freezing and drying method of preserving Peruvian tubers on the Peruvian diet. The research was structured according to the criteria established by the PRISMA methodology, selecting academic research from databases such as Scopus, Web of Science, Scielo, ScienceDirect, and PubMed, as well as the Alicia repository. The data obtained will allow us to determine the number of studies addressing the topic and the benefits it offers to the Peruvian diet.

Key words: *chuño, freezing, feeding.*

INTRODUCCIÓN

Los tubérculos originarios del Perú, como la papa, el ulluco, la oca y la mashua, han sido durante generaciones elementos esenciales en la dieta nacional, no solo por su notable valor nutricional, sino también por el arraigo cultural que representan dentro de las comunidades andinas. Estos alimentos, al ser ricos en micronutrientes, compuestos bioactivos y propiedades funcionales, constituyen una fuente estratégica para fortalecer la seguridad alimentaria del país, aunque su aprovechamiento integral aún enfrenta el reto de su rápida descomposición debido a su elevada perecibilidad, en ese marco, se ha considerado analizar tecnologías como la congelación y el secado que emergen como alternativas viables y necesarias en el proceso de alargar la vida útil de los tubérculos sin sacrificar sus propiedades fundamentales (Ore Areche et al., 2020), las personas buscan métodos de conservación de alimentos escalables que minimizan la pérdida de vitaminas y antioxidantes, elementos esenciales para una dieta saludable (Silva et al., 2022).

Se ha reportado que los cultivos tradicionales contienen metabolitos secundarios con una capacidad antioxidante significativa, como ocurre con la papa andina, particularmente en sus variedades de pulpa morada y roja, que presentan un alto contenido en antocianinas y otros fenoles bioactivos, los cuales no solo otorgan su pigmentación característica, sino que además ofrecen beneficios asociados a la salud y aplicaciones como colorantes naturales en alimentos procesados (Svenson et al., 2008); el ulluco, por su parte, contiene pigmentos del grupo de las betalainas, entre ellos betaxantinas y betacianinas, responsables tanto de su color vibrante como de sus cualidades antioxidantes, lo cual lo convierte en un ingrediente funcional con gran potencial de aplicación; en el caso de la oca, se han identificado compuestos fenólicos con efectos antioxidantes y una proteína de almacenamiento denominada ocatina que, al poseer actividad antimicrobiana, podría representar una herramienta natural para la conservación de alimentos (Flores et al., 2002); por otro lado, la mashua ha sido destacada por su alto contenido en carotenoides y vitamina C, atributos que le confieren propiedades antioxidantes que pueden ser aprovechadas en formulaciones funcionales con fines preventivos (Pacheco et al., 2020). Desde un enfoque tecnológico, se ha descrito que los almidones nativos extraídos de estos tubérculos poseen características únicas; por ejemplo, el almidón de oca presenta una composición estructural diferenciada con niveles particulares de amilosa y propiedades de gelatinización que lo hacen destacar frente a almidones convencionales como los de maíz o papa, lo que a su vez influye en su digestibilidad y amplía sus posibles aplicaciones tanto en la industria alimentaria como en la farmacéutica (Zhu & Cui, 2019).

La presente revisión sistemática resalta la importancia de la congelación y secado como métodos de conservación de tubérculos en beneficio de la alimentación; estas tecnologías son accesibles y pueden ser empleadas en zonas rurales o de pequeña escala, promoviendo el uso sostenible de la biodiversidad peruana y contribuyendo con ello al fortalecimiento de la soberanía alimentaria, al tiempo que se analiza el impacto funcional y nutricional, así como su potencial en la generación de productos innovadores dentro de la industria alimentaria.

Por ello el objetivo de la revisión analizara los métodos de conservación (congelación y secado) en la conservación de tubérculos evaluando su beneficio en la fomentación de la soberanía alimentaria y de desarrollo de alimentos innovadores en la industria peruana.

Finalmente, no se puede dejar de mencionar la relevancia de las prácticas tradicionales como el chuño y la tunta, técnicas ancestrales basadas en ciclos naturales de congelación y secado, que además de garantizar la conservación prolongada, permiten modificaciones beneficiosas en el perfil nutricional de los tubérculos, demostrando que la integración del conocimiento ancestral con la ciencia contemporánea puede dar lugar al desarrollo de alimentos innovadores que respeten la cultura andina y respondan a las exigencias nutricionales del presente.

METODOLOGÍA

Tipo de investigación

La presente revisión se llevó a cabo en abril del año 2025 conforme a los lineamientos establecidos por la metodología PRISMA para revisiones sistemáticas Figura 1 (Liberati et al., 2009).

Diseño de Investigación

Las principales fuentes y bases de datos consideradas en la revisión sistemática fueron: Scopus, SciELO, ScienceDirect y PubMed así como en el repositorio Alicia. Para determinar las palabras claves se empleó la estrategia PIO (Población, Intervención, Outputs), el cual permitió identificar los términos de búsqueda clave.

Población: Tubérculos andinos peruanos (papa, oca, mashua, olluco, entre otros), considerando su valor cultural y nutricional en la alimentación tradicional del país.

Intervención: Evaluación de métodos de conservación por congelación y secado aplicados a los tubérculos, así como su efecto sobre la calidad nutricional, sensorial y funcional.

Outputs: Beneficios nutricionales y funcionales de los tubérculos conservados, así como su aporte a la seguridad alimentaria y su potencial dentro de la dieta peruana.

Tabla N°01:

Estrategia PIO, para determinar las ecuaciones de búsqueda.

PIO Category	Keywords
Population	“Peruvian tubers” OR “freezing preservation” OR “drying methods” OR “nutritional benefits”
Intervention	“Freezing preservation” OR “Drying techniques” OR “Dehydration” OR “Conservation methods” OR “Cold storage”
Outputs	“Nutritional benefits” OR “Functional properties” OR “Traditional diet” OR “Food security” OR “Peruvian nutrition”

Antes de proceder a la selección de artículos se definieron los criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión:

- Artículos científicos que aborden la conservación de tubérculos peruanos mediante congelación y/o secado abarcando publicaciones desde el año 2000 hasta 2024.
- Estudios que analicen propiedades nutricionales, funcionales o beneficios para la salud.
- Publicaciones en español o inglés.

Criterios de exclusión:

- Estudios que no se centren en tubérculos peruanos.
- Artículos sin revisión por pares.

Población de estudio:

La identificación de los compuestos permitió definir las palabras claves que se acoplaron en una tabla correspondiente para cada sección (tabla 2), permitió seleccionar información de 314 artículos científicos encontrados en las bases de datos (Scopus, SciELO, ScienceDirect y PubMed así como en el repositorio Alicia), las cuales aportaron al respaldo conceptual y teórico del estudio.

Tabla N°02:

Palabras empleadas en la Ecuación en la identificación de las bases de datos

Base de datos	Ecuación de búsqueda	N°
Scopus	TITLE-ABS-KEY (Tubers OR “Sweet Potato” OR “Maca” OR “Cassava” OR “Porang” OR “Tuber indicum”) AND (“Freeze-drying” OR “Vacuum freeze-drying” OR “Drying” OR “Infrared drying” OR “Vacuum-atmospheric drying” OR “Passive drying”) AND (“Nutritional benefits” OR “Nutritional properties” OR “Nutritional ingredients” OR “Nutritional value”) AND PUBYEAR > 2019 AND PUBYEAR < 2026 AND (LIMIT-TO (OA , “all”)) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , “ar”)) AND (LIMIT-TO (PUBSTAGE , “final”)) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , “English”) OR LIMIT-TO (LANGUAGE , “Spanish”)) AND (LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , “Potato”) OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , “Nutritional Value”) OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , “Antioxidant Activity”) OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , “Sweet Potato”) OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , “Functional Properties”) OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , “Nutrition”) OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , “Nutritional Properties”) OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , “Physicochemical Property”) OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , “Freeze Drying”) OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , “Plant Tuber”))	228

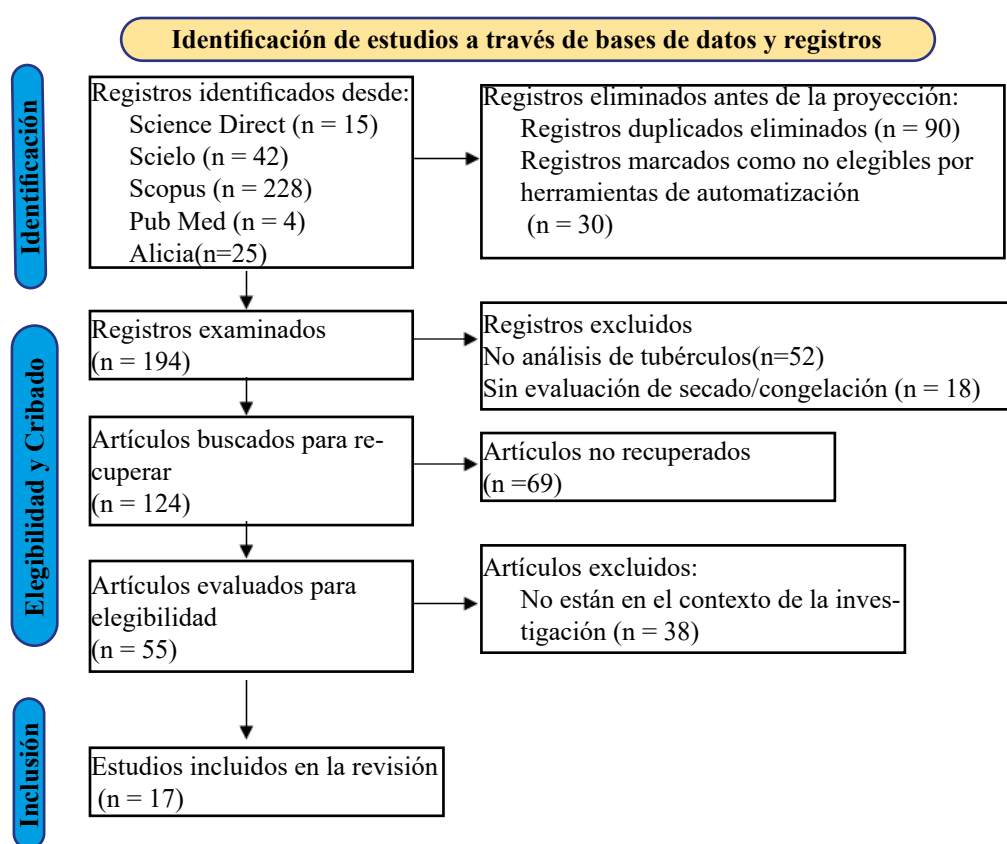
Base de datos	Ecuación de búsqueda	Nº
Scielo	tubers	42
PubMed	tubers, preservation methods, nutritional value	4
Science Direct	tubers, preservation methods, nutritional value	15
Repositorio Alicia	“Functional properties, Traditional diet, Food security, Peruvian nutrition	25

Técnicas de recolección de datos:

En la figura 1 se detalla el proceso de selección de los artículos, mediante un diagrama de flujo:

Figura N°01:

Proceso de selección de artículos empleando la metodología PRISMA.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La ecuación de búsqueda permitió encontrar un total de 314 documentos. Una vez identificadas todas las publicaciones, se realizó una preselección considerando el tema “Conservación de tubérculos andinos (papa, oca, mashua, olluco) mediante congelación y secado, y su impacto en las propiedades nutricionales, funcionales y sensoriales”

Los resultados recopilados se exportaron en formato CSV y fueron procesados en el entorno RStudio, cual facilitó la visualización y el análisis de las principales áreas temáticas abordadas en los estudios revisados.

El estudio de las palabras clave permitió reconocer los principales ejes temáticos abordados en la literatura (Figura 2), resaltando aspectos como los beneficios nutricionales y funcionales de los tubérculos conservados, su implicancia en la seguridad alimentaria, su relevancia dentro de la dieta tradicional y el desarrollo de la industria alimentaria en el contexto peruano. La figura (Figura 3) muestra el proceso de como procede el ingreso de información, beneficios de los estudios sobre los métodos de conservación de los tubérculos.

Figura N°02:

Visualización de red por palabras claves

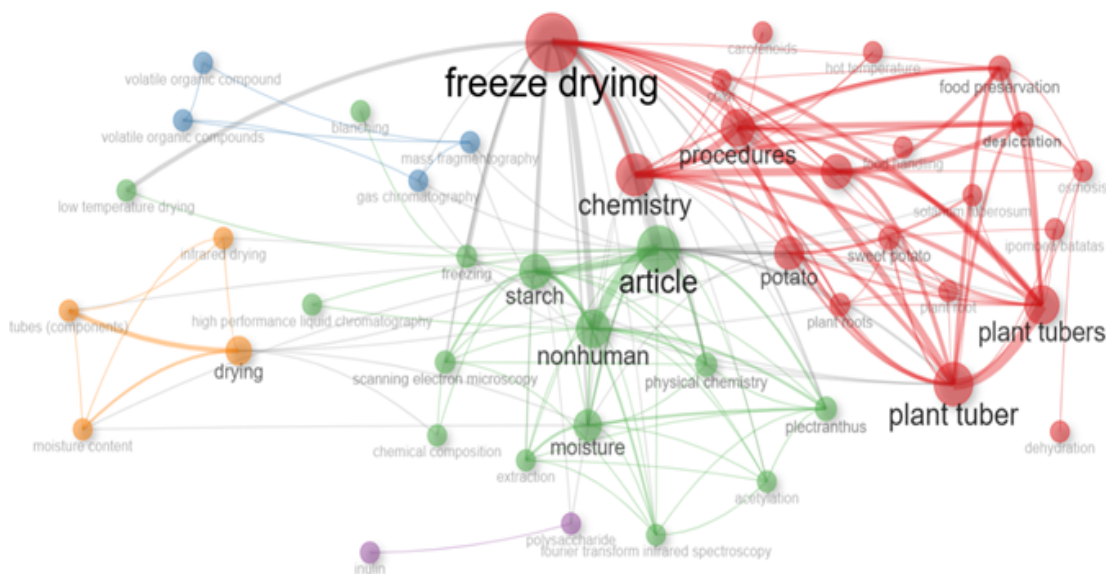


Figura N°03:

Investigaciones seleccionadas para el análisis sistemático



Nº	Título de la investigación	Aplicación de la investigación	Beneficio de la investigación	Conclusiones	Referencia Bibliográfica
1	Biocomponentes y capacidad antioxidante de papas nativas como chuño y tunta bajo diferentes condiciones de temperatura de congelación	Análisis de condiciones óptimas de congelación	Determinación de temperaturas que maximizan la capacidad antioxidante	La congelación a -30°C preservaba mejor los biocomponentes de chuño y tunta	(Yábar-Villanueva et al., 2023)
2	Análisis de los beneficios económicos de los productores de papa deshidratada - chuño blanco y seguridad alimentaria, Puno - Perú	Evaluación económica de la producción de chuño blanco	Determinación de la rentabilidad y sostenibilidad de la producción	La producción de chuño blanco es económicamente viable y contribuye a la seguridad alimentaria	(Cruz-Lauracio et al., 2024)
3	Tecnología de congelado - deshidratación y condicionantes en la producción familiar del chuño	Estudio de la tecnología ancestral de producción de chuño	Identificación de factores climáticos y sociales que afectan la producción	La producción de chuño está influenciada por condiciones climáticas y prácticas comunitarias	(Andrade, 2020)
4	Efecto de congelación y secado de la oca sobre la capacidad antioxidante para la obtención de la kcaya	Evaluación del impacto de la conservación en la oca	Determinación de condiciones que minimizan la pérdida de capacidad antioxidante	Parámetros específicos de congelación y secado preservan la capacidad antioxidante de la oca	(Escarcena, 2022)
5	Effect of heat processing on bioactive compounds of dehydrated (lyophilized) purple mashua	Análisis del efecto del procesamiento térmico en la mashua	Evaluación de la retención de compuestos bioactivos tras la liofilización	La liofilización preserva glucosinolatos y actividad de mirosinasa en mashua	(Medina-Marroquín et al., 2023)
6	Traditional Processing of Black and White Chuño in the Peruvian Andes: Regional Variants and Effect on the Mineral Content of Native Potato Cultivars	Evaluación de variantes regionales en el procesamiento de chuño y su efecto en el contenido mineral de papas nativas	Identificación de cómo el procesamiento tradicional afecta el contenido mineral, contribuyendo a la seguridad alimentaria	El procesamiento tradicional de chuño influye en el contenido mineral de las papas nativas, siendo esencial para la nutrición en comunidades andinas	(de Haan et al., 2010)
7	Characterization and Quantification of Anthocyanins and Other Phenolics in Native Andean Potatoes	Caracterización y cuantificación de antocianinas y otros compuestos fenólicos en papas nativas andinas	Determinación de compuestos bioactivos que contribuyen a la capacidad antioxidante	Las papas nativas andinas contienen altos niveles de compuestos fenólicos, lo que las hace valiosas para la salud humana	(Giusti et al., 2014)

Nº	Título de la investigación	Aplicación de la investigación	Beneficio de la investigación	Conclusiones	Referencia Bibliográfica
8	Betalains in red and yellow varieties of the Andean tuber crop ulluco (<i>Ullucus tuberosus</i>)	Estudio de las betalainas en variedades rojas y amarillas de ulluco	Identificación de pigmentos con propiedades antioxidantes y beneficios para la salud	Las variedades de ulluco contienen betalainas con actividad antioxidante, siendo potenciales ingredientes funcionales	(Svenson et al., 2008)
9	Determination by HPLC-DAD-ESI/MSn of phenolic compounds in Andean tubers grown in Ecuador	Determinación de compuestos fenólicos en tubérculos andinos cultivados en Ecuador	Evaluación de la riqueza en compuestos bioactivos de tubérculos andinos	Los tubérculos andinos son fuentes importantes de compuestos fenólicos con propiedades antioxidantes	(Pacheco et al., 2019)
10	Andean tubers grown in Ecuador: New sources of functional ingredients	Identificación de tubérculos andinos como nuevas fuentes de ingredientes funcionales	Potencial uso de tubérculos andinos en la industria alimentaria como ingredientes funcionales	Los tubérculos andinos presentan propiedades funcionales que los hacen atractivos para su uso en alimentos saludables	(Pacheco et al., 2020)
11	The physical, chemical and functional characterization of starches from Andean tubers: Oca (<i>Oxalis tuberosa</i> molina), ulluco (<i>Ullucus tuberosus</i> caldas) and mashua (<i>Tropaeolum tuberosum</i> Ruiz & Pavón)	Caracterización fisicoquímica y funcional de almidones de tubérculos andinos	Comprensión de las propiedades del almidón para aplicaciones alimentarias	Los almidones de tubérculos andinos presentan propiedades únicas que pueden ser aprovechadas en la industria alimentaria	(Valcárcel-Yamani et al., 2013)
12	Use of <i>Oxalis tuberosa</i> in Gluten-free Baked Goods Manufacture	Uso de <i>Oxalis tuberosa</i> en la elaboración de productos horneados sin gluten	Desarrollo de productos sin gluten utilizando tubérculos andinos	<i>Oxalis tuberosa</i> es una alternativa viable para la producción de productos horneados sin gluten, ampliando opciones para personas con intolerancia al gluten	(Vera et al., 2018)
13	Comparison of molecular structure of oca (<i>Oxalis tuberosa</i>), potato, and maize starches	Comparación de la estructura molecular de almidones de oca, papa y maíz	Entendimiento de las diferencias estructurales que afectan las propiedades funcionales	El almidón de oca presenta características estructurales únicas que pueden influir en su digestibilidad y aplicaciones alimentarias	(Zhu & Cui, 2019)

Nº	Título de la investigación	Aplicación de la investigación	Beneficio de la investigación	Conclusiones	Referencia Bibliográfica
14	Ocatin. A novel tuber storage protein from the Andean tuber crop oca with antibacterial and antifungal activities	Identificación de una proteína de almacenamiento en oca con actividades antibacterianas y antifúngicas	Potencial uso de ocatin como agente antimicrobiano natural en alimentos	Ocatin es una proteína con propiedades antimicrobianas, lo que la hace valiosa para la conservación de alimentos	(Flores et al., 2002)
15	HPLC-DAD characterisation of phenolic compounds from Andean oca (Oxalis tuberosa Mol.) tubers and their contribution to the antioxidant capacity	Caracterización de compuestos fenólicos en oca andina y su contribución a la capacidad antioxidante	Evaluación de la capacidad antioxidante de la oca	La oca andina contiene compuestos fenólicos que contribuyen significativamente a su capacidad antioxidante	(Chirinos et al., 2009)
16	Efecto del secado por aire caliente en las propiedades nutricionales de la papa nativa (Solanum tuberosum spp.)	Agroindustria	Reduce humedad sin pérdida significativa de almidón	El secado a 50°C mantiene un 85% de carbohidratos funcionales	(Torrez & Oblitaz, 2024)
17	Se evaluó el sistema de congelación rápida “IQF” (Individually Quick Freezing) como método de conservación para la mora de Castilla.	Industria alimentaria	Preserva textura y vitamina C (-18°C)	Técnica recomendada para exportación	(Montes et al., 2005)

Beneficios

Las papas nativas andinas, tal como nos iluminan (Giusti et al., 2014), despliegan una generosa concentración de compuestos fenólicos, esos guardianes moleculares que contribuyen a una potente capacidad antioxidante, un escudo contra el estrés oxidativo que tanto desafía nuestra salud celular; además, el ulluco, en sus vibrantes tonalidades rojas y amarillas, nos presenta las betalaínas, pigmentos que (Svenson et al., 2008) identifican también con una notable actividad antioxidante, abriendo la puerta a su potencial como ingredientes funcionales que van más allá de la nutrición básica; explorando aún más este tesoro andino, (Pacheco et al., 2019) expone cómo diversos tubérculos ecuatorianos se erigen como fuentes significativas de estos mismos compuestos fenólicos, reafirmando su valor para la salud humana; y no podemos olvidar la oca, que según (Chirinos et al., 2009), también alberga una rica composición de compuestos fenólicos que contribuyen de manera importante a su capacidad antioxidante, sumando otra pieza al mosaico de beneficios saludables que estos cultivos nos ofrecen.

Método de conservación

Las técnicas ancestrales de conservación como la transformación en chuño y chullee, analizadas por (Carlos et al., 2020), no solo preservan estos valiosos tubérculos sino que, sorprendentemente, parecen potenciar sus propiedades funcionales, una sabiduría ancestral que la ciencia moderna comienza a comprender; en la misma línea, (Yábar-Villanueva et al., 2023) profundizan en el arte de la congelación, revelando que una temperatura específica de -30°C se erige como la aliada perfecta para preservar los biocomponentes y la capacidad antioxidante tanto del chuño como de la tunta, afinando nuestro entendimiento sobre cómo optimizar este método; la producción familiar de chuño, como la explora (Andrade, 2020), nos recuerda que este proceso está intrínsecamente ligado a las condiciones climáticas y las prácticas comunitarias, un conocimiento crucial para asegurar su continuidad y calidad; y mirando hacia el futuro sin olvidar el pasado, (Escarcena, 2022) investiga cómo parámetros específicos de congelación y secado pueden ser afinados para preservar al máximo la capacidad antioxidante de la oca en la obtención de la kcaya, buscando la sinergia entre tradición e innovación.

Beneficios en la Alimentación:

La versatilidad tecnológica de estos tubérculos se manifiesta en su aplicabilidad para la innovación alimentaria, como lo demuestra la investigación de (Vera et al., 2018) en la formulación de productos horneados libres de gluten a partir de *Oxalis tuberosa*, abriendo nuevas vías para la diversificación dietética y la atención a necesidades alimentarias específicas. En una línea convergente, (Pacheco et al., 2020) postulan el considerable potencial de los tubérculos andinos como fuentes de ingredientes funcionales para la industria alimentaria, sugiriendo su integración en el desarrollo de productos con valor añadido para la salud del consumidor. La caracterización fisicoquímica y funcional de los almidones de oca, ulluco y mashua, realizada por (Valcárcel-Yamani et al., 2013), revela

propiedades estructurales y funcionales singulares susceptibles de explotación en diversas aplicaciones alimentarias, desde la modificación de texturas hasta la modulación de la respuesta glucémica. Finalmente, el aislamiento y la caracterización de la proteína ocatin en *Oxalis tuberosa* por (Flores et al., 2002), con demostrada actividad antimicrobiana, sugieren un potencial intrínseco para la biopreservación de alimentos, lo que podría redundar en la reducción de la dependencia de conservantes sintéticos y en la mejora de la seguridad alimentaria.

CONCLUSIONES

Esta revisión sistemática pone en evidencia que conservar nuestros tubérculos peruanos mediante técnicas de congelación y secado no solo alarga su vida útil, sino que también permite mantener intactas sus valiosas propiedades nutricionales y funcionales. Se trata de métodos accesibles, especialmente pensados para adaptarse a las realidades rurales y de pequeña escala, lo que representa una verdadera oportunidad para reforzar nuestra soberanía alimentaria y valorar aún más aquellos cultivos ancestrales que son parte viva de nuestra cultura. Además, estas estrategias abren nuevas posibilidades en la industria alimentaria, impulsando la creación de productos que sean saludables, sostenibles y con un fuerte arraigo cultural. Apostar por estas prácticas es, en esencia, apostar por nuestra biodiversidad y por un futuro más justo y saludable para nuestras comunidades.

REFERENCIAS

- Andrade, P. R. (2020). Tecnología de congelado - deshidratación y condicionantes en la producción familiar del chuño [UMSA]. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/26525/T-257.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Carlos, R., Goicochea, C., Carolim, M., Laurente, M., Teodoro, J., & Chumbes, R. (2020). Propiedades funcionales de productos tradicionales congelados y secados al sol de oca (*Oxalis tuberosa* Molina) y olluco (*Ullucus tuberosus* Caldas): Una revisión. *Puriq*, 2(3), 247–263. <https://doi.org/10.37073/PURIQ.2.3.100>
- Chirinos, R., Betalleluz-Pallardel, I., Huamán, A., Arbizu, C., Pedreschi, R., & Campos, D. (2009). HPLC-DAD characterisation of phenolic compounds from Andean oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) tubers and their contribution to the antioxidant capacity. *Food Chemistry*, 113(4), 1243–1251. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2008.08.015>
- Cruz-Lauracio, J., Flores-Lujano, F., & Ávila-Choque, R. (2024). Análisis de los beneficios económicos de los productores de papa deshidratada - chuño blanco y seguridad alimentaria, Puno - Perú. *Gestionar: Revista de Empresa y Gobierno*, 4(3), 19–35. <https://doi.org/10.35622/J.RG.2024.03.002>

- de Haan, S., Burgos, G., Arcos, J., Ccanto, R., Scurrah, M., Salas, E., & Bonierbale, M. (2010). Traditional Processing of Black and White Chuño in the Peruvian Andes: Regional Variants and Effect on the Mineral Content of Native Potato Cultivars. *Economic Botany*, 64(3), 217–234. <https://doi.org/10.1007/S12231-010-9128-X/METRICS>
- Escarcena, Q. R. M. (2022). Efecto de congelación y secado de la oca (*Oxalis Tuberosa*) sobre la capacidad antioxidante para la obtención de la kcaya. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/9382305>
- Flores, T., Alape-Girón, A., Flores-Díaz, M., & Flores, H. E. (2002). Ocatin. A Novel Tuber Storage Protein from the Andean Tuber Crop Oca with Antibacterial and Antifungal Activities. *Plant Physiology*, 128(4), 1291–1302. <https://doi.org/10.1104/PP.010541>
- Giusti, M. M., Polit, M. F., Ayvaz, H., Tay, D., & Manrique, I. (2014). Characterization and quantitation of anthocyanins and other phenolics in native andean potatoes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(19), 4408–4416. https://doi.org/10.1021/JF500655N/ASSET/IMAGES/MEDIUM/JF-2014-00655N_0006.GIF
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P. A., Clarke, M., Devereaux, P. J., Kleijnen, J., & Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: explanation and elaboration. *BMJ*, 339. <https://doi.org/10.1136/BMJ.B2700>
- Medina-Marroquín, L. A., Yucra-Condori, H. R., Gárate, J., Mendoza, C., Deflorio, E., Medina-Marroquín, L. A., Yucra-Condori, H. R., Gárate, J., Mendoza, C., & Deflorio, E. (2023). Effect of heat processing on bioactive compounds of dehydrated (lyophilized) purple mashua (*Tropaeolum tuberosum*). *Scientia Agropecuaria*, 14(3), 321–333. <https://doi.org/10.17268/SCI.AGROPECU.2023.028>
- Montes, L. R., Castaño, C. J., & Carlos, O. E. (2005). EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE CONGELACION RÁPIDA “IQF”(INDIVIDUALLY QUICK FREEZING) PARA LA CONSERVACIÓN DE LA MORA DE CASTILLA. 56(4), 365–380. <https://www.cenicafe.org/es/publications/arc056%2804%29365-380.pdf>
- Ore Areche, F., Aguirre Huayhua, L. L., & Ticsihua Huaman, J. (2020). Efecto del tiempo y temperatura en la deshidratación de oca (*Oxalis Tuberosa* Mol.) Mediante lecho fluidizado para la obtención de harina. *Revista Alfa*, 4(12), 200–210. <https://doi.org/10.33996/REVISTAALFA.V4I12.84>
- Pacheco, M. T., Escribano-Bailón, M. T., Moreno, F. J., Villamiel, M., & Dueñas, M. (2019). Determination by HPLC-DAD-ESI/MSn of phenolic compounds in Andean tubers grown in Ecuador. *Journal of Food Composition and Analysis*, 84, 103258. <https://doi.org/10.1016/J.JFCA.2019.103258>
- Pacheco, M. T., Hernández-Hernández, O., Moreno, F. J., & Villamiel, M. (2020). Andean tubers grown in Ecuador: New sources of functional ingredients. *Food Bioscience*,

- 35, 100601. <https://doi.org/10.1016/J.FBIO.2020.100601>
- Silva, A. G. P. da, Santana, C. S., Gomes, J., & Plácido, G. R. (2022). Como evitar perdas de vitaminas essenciais durante processamento dos alimentos. *Research, Society and Development*, 11(3), e56411326879. <https://doi.org/10.33448/RSD-V11I3.26879>
- Svenson, J., Smallfield, B. M., Joyce, N. I., Sansom, C. E., & Perry, N. B. (2008). Betalains in red and yellow varieties of the andean tuber crop ulluco (*Ullucus tuberosus*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(17), 7730–7737. https://doi.org/10.1021/JF8012053/SUPPL_FILE/JF8012053-FILE003.PDF
- Torrez, E. C., & Oblitaz, J. C. (2024). Efecto del secado por aire caliente en las propiedades nutricionales de la papa nativa (*Solanum tuberosum* spp.). <https://revistas.unc.edu.pe/index.php/caxamarcae/article/view/117/124>
- 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>
- Vera, N. G., Espino Manzano, S. O., & Hernandez, H. M. H. (2018). Use of *Oxalis tuberosa* in Gluten-free Baked Goods Manufacture. *Alternative and Replacement Foods*, 17, 167–175. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811446-9.00006-X>
- Yábar-Villanueva, E., Huicho-Espinoza, W., Suazo-Peña, A., Rojas-Zacarías, E., & Álvarez-Tolentino, D. (2023). Biocomponentes y capacidad antioxidante de papas nativas como chuño y tunta bajo diferentes condiciones de temperatura de congelación. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 24(1). https://doi.org/10.21930/rcta.vol24_num1_art:2958
- Zhu, F., & Cui, R. (2019). Comparison of molecular structure of oca (*Oxalis tuberosa*), potato, and maize starches. *Food Chemistry*, 296, 116–122. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2019.05.192>