

Artículo original

**Aporte nutricional y aceptabilidad de un
producto tipo snack con *Nostoc
sphaericum***

**Nutritional Value and Acceptability of a Snack Product
Containing *Nostoc sphaericum***

MARILU INES ANCHAYHUA CHATE¹

 <https://orcid.org/0009-0001-2415-6662>

JORGE ADALBERTO MÁLAGA JUÁREZ²

 <https://orcid.org/0000-0002-9836-2282>

Recibido: 30/05/2025

Aceptado: 20/06/2025

Publicado: 01/07/2025

^{1,2}Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú

E-mail: ¹marilu.anchayhua.22@unsch.edu.pe, ²jorge.malaga@unsch.edu.pe



Esta obra está bajo licencia internacional
Creative Commons Reconocimiento 4.0



Facultad de Ingeniería
Publicación Oficial

Resumen

La creciente demanda de alimentos funcionales ha incentivado el desarrollo de productos innovadores con ingredientes autóctonos y alto valor nutricional, como el *Nostoc sphaericum* (cushuro), una cianobacteria tradicionalmente consumida en regiones altoandinas. Este estudio tuvo como objetivo evaluar el perfil nutricional y la aceptabilidad sensorial de un snack elaborado a partir de cushuro recolectado en la laguna Razuhuillca, Ayacucho, Perú. Se aplicó un diseño experimental de cribado para analizar 13 formulaciones con variaciones en siete insumos (dos deshidratantes, tres estabilizantes y un regulador de pH), seguido de análisis proximal del producto fresco y osmodeshidratado, y pruebas sensoriales de cinco atributos. El snack óptimo presentó 1,20 % de proteínas, 78,03 % de carbohidratos, 324,92 kcal/100 g, 73,6 mg/100 g de calcio y 3,86 mg/100 g de hierro. Sensorialmente, la formulación más aceptada (F8) combinó 10 % de azúcar blanca y niveles moderados de estabilizantes, alcanzando una puntuación promedio de 5,9 sobre 7. El análisis estadístico reveló que el ácido fumárico y gelatina sin sabor disminuyen significativamente la aceptabilidad, mientras que la azúcar blanca mejora la percepción general. La formulación óptima predice alta aceptación sensorial y evidencia el potencial del cushuro como ingrediente funcional para el desarrollo de snacks saludables, destacando su valor en la innovación alimentaria y la revalorización de recursos nativos.

Palabras clave: cianobacterias; ciencia de los alimentos; desarrollo de productos.

Abstract

The growing demand for functional foods has encouraged the development of innovative products using native ingredients with high nutritional value, such as *Nostoc sphaericum* (cushuro), a cyanobacterium traditionally consumed in high Andean regions. This study aimed to evaluate the nutritional profile and sensory acceptability of a snack made from cushuro collected in the Razuhuillca lagoon, Ayacucho, Peru. A screening experimental design was applied to analyze 13 formulations with variations in seven ingredients (two dehydrating agents, three stabilizers, and one pH regulator), followed by proximal analysis of the fresh and osmotic-dehydrated product, as well as sensory tests of four attributes. The optimal snack contained 1.20 % protein, 78.03 % carbohydrates, 324.92 kcal/100 g, 73.6 mg/100 g of calcium, and 3.86 mg/100 g of iron. In sensory terms, the most accepted formulation (F8) combined 10 % white sugar and moderate levels of stabilizers, reaching an average score of 5.9 out of 7. Statistical analysis revealed that fumaric acid and gelatin had a significantly negative effect on acceptability, while white sugar improved overall perception. The optimal formulation predicts high sensory acceptance and demonstrates the potential of cushuro as a functional ingredient for the development of healthy snacks, highlighting its value in food innovation and the revalorization of native resources.

Keywords: cyanobacteria; food science; product development.



1. Introducción

En los últimos años, la demanda de alimentos saludables, funcionales y sostenibles ha impulsado la investigación de ingredientes alternativos con alto valor nutricional y potenciales beneficios para la salud. Esta tendencia responde no solo a las preferencias del consumidor, sino también a la necesidad urgente de implementar intervenciones alimentarias que enfrenten problemas como la malnutrición, la obesidad y las enfermedades crónicas no transmisibles (Popkin et al., 2020). En este contexto, los alimentos funcionales (AF) son aquellos que proporcionan beneficios más allá de la nutrición básica y han cobrado especial relevancia en el desarrollo de nuevos productos que combinan promoción de la salud con atractivo sensorial (Granato et al., 2023). Paralelamente, el aumento en el consumo de snacks ha coincidido con una alta disponibilidad de productos ultraprocesados, caracterizados por su bajo valor nutricional y su contenido elevado de sal, grasas saturadas y azúcares añadidos. Estos llamados snacks convencionales están frecuentemente asociados al aumento del riesgo de enfermedades crónicas como obesidad, hipertensión y diabetes tipo 2 (Monteiro et al., 2019). En contraposición, los snacks saludables o funcionales buscan ofrecer opciones más equilibradas que, además de satisfacer el gusto del consumidor, contribuyen al bienestar nutricional mediante la incorporación de ingredientes ricos en proteínas, fibra, minerales o compuestos bioactivos (Granato et al., 2020).

Entre los ingredientes funcionales de origen natural, las microalgas y cianobacterias han captado el interés de la comunidad científica debido a su riqueza en proteínas, vitaminas, minerales, ácidos grasos esenciales y compuestos bioactivos como antioxidantes y pigmentos (Encarnação et al., 2015; Kaur et al., 2025; Wu et al., 2023). Una de las cianobacterias menos conocidas pero con gran potencial es *Nostoc sphaericum*, denominada comúnmente “cushuro”, “llullucha” o “llayta” en las regiones andinas de Sudamérica. El cushuro ha sido consumido tradicionalmente por poblaciones indígenas de Perú, Bolivia y otras zonas altoandinas, ya sea fresco, deshidratado al sol o incorporado en sopas y ensaladas. *Nostoc sphaericum* forma colonias esféricas y gelatinosas que crecen de manera natural en ecosistemas de agua dulce a gran altitud. Su función ecológica es fundamental, ya que contribuye a la fijación de nitrógeno y a la biodiversidad acuática. Desde el punto de vista nutricional, el cushuro destaca por su alto contenido proteico que oscila entre el 30 % y el 40 % en peso seco, así como por sus niveles significativos de calcio, hierro, zinc y fibra dietética. Además, contiene ácidos grasos poliinsaturados como el linoleico y el linolénico, asociados a beneficios cardiovasculares (Corpus-Gomez et al., 2021; Ponce, 2014).

En este marco, la formulación de snacks que incorporen ingredientes funcionales representa una estrategia de innovación alimentaria, ya que son ampliamente consumidos por personas de todas las edades y culturas, y ofrecen un vehículo conveniente para la incorporación de nutrientes en contextos tanto rurales como urbanos. Pero el desarrollo de productos alimenticios con ingredientes novedosos debe considerar no solo la calidad nutricional, sino también la aceptabilidad sensorial, ya que esta es un factor determinante en el comportamiento del consumidor y en el éxito comercial del producto. La evaluación sensorial permite conocer las preferencias del consumidor respecto al sabor, textura, aroma y apariencia, y cumple un rol importante en la optimización de formulaciones durante la etapa de investigación y desarrollo (Ruiz-Capillas y Herrero, 2021). Si bien los estudios sobre la incorporación de microalgas como espirulina y chlorella en productos alimentarios han

aumentado (Ang et al., 2025), la literatura sobre productos a base de cushuro es aún limitado. Estudios preliminares sugieren que el cushuro puede ser integrado en snacks extruidos y productos de panificación, mejorando su contenido proteico y mineral (Ramos et al., 2021). Sin embargo, aún son necesarios estudios que evalúen su aceptabilidad y su impacto nutricional. En tal sentido, el objetivo del estudio fue evaluar el perfil nutricional y la aceptabilidad sensorial de un snack elaborado a base de *Nostoc sphaericum* (cushuro).

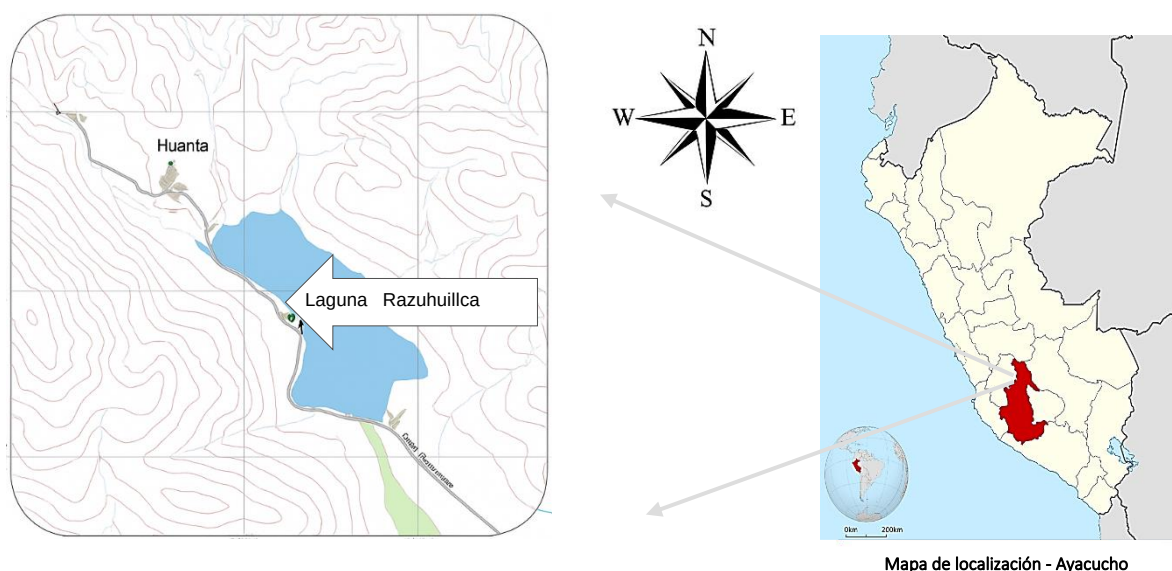
2. Metodología

2.1. Área de estudio y obtención de la materia prima

La investigación se desarrolló en la región Ayacucho, Perú (Figura 1). La recolección del *Nostoc sphaericum* (cushuro) se realizó manualmente en la laguna Razuhuilca, ubicada a 4100 m s. n. m., en el distrito de Huanta, provincia de Huanta. Se recolectaron aproximadamente 10 kg de biomasa, la cual fue sometida a una clasificación por tamaño (grande: >15 mm, mediano: 10–15 mm, y pequeño: <10 mm), seleccionándose solo los ejemplares de tamaño mediano para estandarizar el proceso. Posteriormente, los cushuros fueron lavados con agua potable para eliminar impurezas como piedras, barro, hojas y organismos adheridos. El exceso de agua fue removido mediante escurrido en coladores, y se pesaron porciones de 100 g para cada tratamiento experimental. Como etapa preliminar, se evaluaron los parámetros fisicoquímicos del agua de la laguna, utilizando un equipo multiparámetro (Figura 2a y b). Las variables analizadas incluyeron pH, temperatura, sólidos disueltos totales, salinidad y conductividad, con el fin de establecer antecedentes del entorno natural del cushuro, que podrían influir en su calidad fisicoquímica.

Figura 1

Mapa de ubicación de la zona de obtención de la materia prima



2.2. Diseño experimental

El diseño experimental aplicado correspondió a un diseño de cribado, debido al elevado número de factores potencialmente influyentes en la calidad del producto final. Se establecieron 13 formulaciones con combinaciones de siete variables: azúcar blanca, azúcar

impalpable, goma xantana, gelatina sin sabor, goma arábica, ácido fumárico y cushuro (Tabla 1), cada uno con tres niveles (alto, medio y bajo). El diseño permitió estimar los efectos individuales y combinados de estos factores sobre la aceptabilidad del producto.

Tabla 1

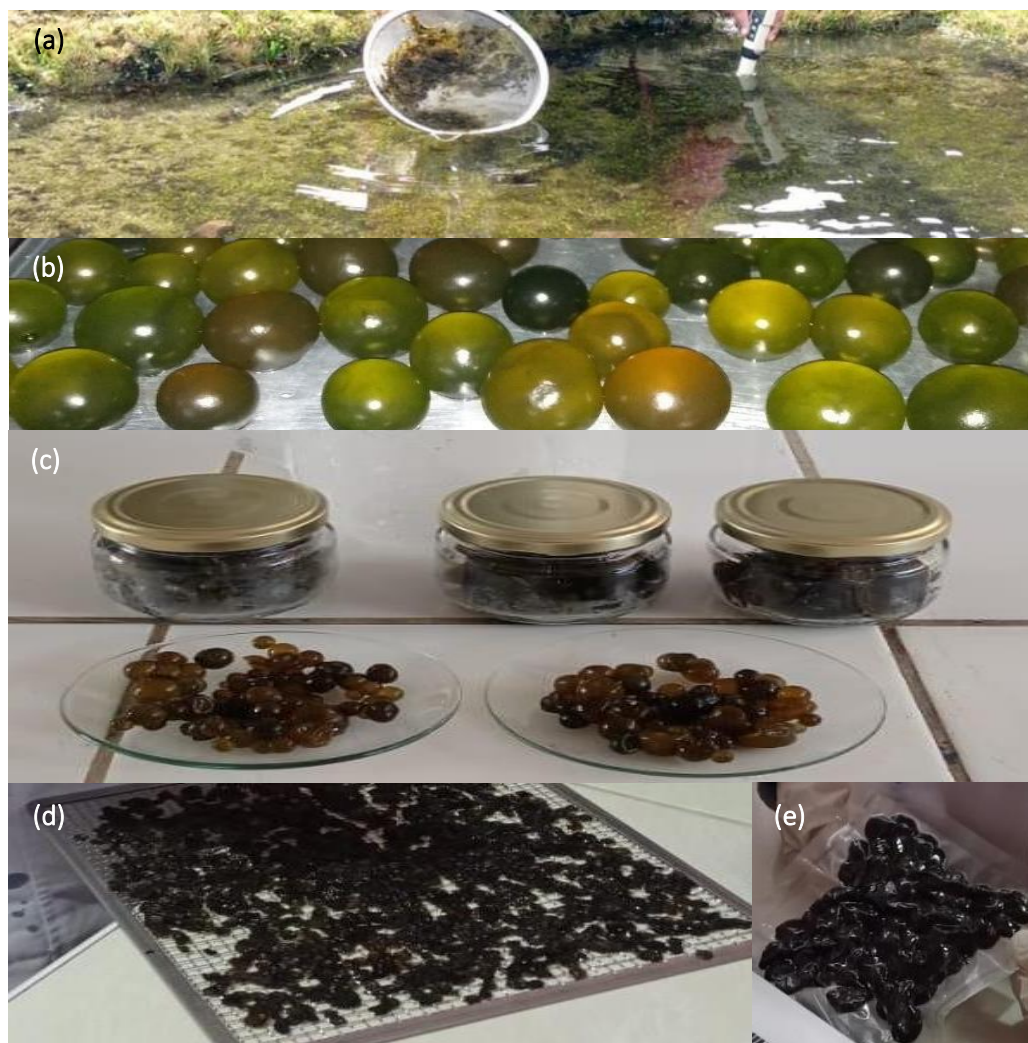
Composición de las diferentes formulaciones de acuerdo al diseño

Componentes	Formulaciones												
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13
AI	5	1	1	1	5	3	5	1	1	5	5	3	3
AB	10	10	1	5,5	10	1	5,5	10	1	1	1	5,5	10
GX	1,5	0	3	0	0	0	3	3	1,5	0	3	1,5	3
C	3	1,5	3	3	0	0	0	0	0	3	1,5	1,5	3
GA	0	0	0	3	3	0	0	0	3	1,5	3	1,5	3
AF	0,25	1	0,625	0,25	0,625	0,25	1	1	1	1	0,25	0,625	1

Nota. Las componentes del diseño experimental se agruparon funcionalmente en tres categorías: los deshidratantes (AI: azúcar impalpable y AB: azúcar blanca), los estabilizantes (GX: goma xantana, GSS: gelatina sin sabor y GA: goma arábica) y el regulador de pH (AF: ácido fumárico) respectivamente.

Figura 2

Proceso de obtención el snack



2.3. Proceso de elaboración del snack de *Nostoc sphaericum*

El proceso de obtención del snack se inició con un primer secado del cushuro escurrido, mediante exposición a una corriente de aire a 3 m/s y 40 °C, hasta alcanzar una reducción de humedad del 35 %, equivalente a 58 g de masa deshidratada. A continuación, se procedió a la osmodeshidratación, utilizando una relación materia prima: solución de 1:2, con soluciones concentradas a 40 °Brix. La mezcla osmótica se formuló de acuerdo con los tratamientos establecidos, incorporando los ingredientes específicos en cada uno. La inmersión se realizó a temperatura ambiente durante 48 h, con agitación periódica. Finalizado el tratamiento, se retiró el exceso de solución osmótica, obteniendo un contenido final de humedad del 48 %. Luego, se realizó un segundo secado a 40 °C, con una velocidad de flujo de aire de 3 m/s durante 4 h, logrando una humedad final del 20 % y una masa promedio de 33 g de producto. El producto final fue envasado al vacío en bolsas krofadas, utilizando una envasadora portátil, con el objetivo de preservar sus características físicas y prolongar su vida útil (Figura 2c, d y e).

2.4. Evaluación de las propiedades nutricionales y características organolépticas

El análisis nutricional se aplicó tanto al cushuro fresco como al snack osmodeshidratado óptimo, utilizando metodologías estandarizadas según la Norma CODEX STAN 67-1981 y la ficha técnica del programa Qali Warma (Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social [MIDIS], 2023). Se determinaron los contenidos de humedad, cenizas, extracto etéreo, proteína y carbohidratos. Mientras que, la evaluación de la aceptabilidad sensorial se realizó mediante una prueba afectiva basada en la escala hedónica de siete puntos (1 = me disgusta mucho; 7 = me gusta mucho), según el método propuesto por Cordero-Bueso (2013). La muestra evaluadora estuvo compuesta por 26 jueces, consumidores habituales de snacks, de ambos sexos y entre 20 y 30 años de edad. Se suministraron muestras de 10 g en platos compostables codificados con números aleatorios de tres cifras, a temperatura ambiente (19–20 °C). Se proporcionó agua sin gas para el enjuague bucal. Se evaluaron los atributos de color, olor, sabor, textura y aroma.

2.5. Análisis estadístico y optimización

Los datos fueron procesados y analizados aplicando estadística inferencial. Para el procesamiento inicial se utilizó el diseño de cribado, con el fin de identificar los factores con mayor influencia en la respuesta de aceptabilidad. Los resultados se analizaron mediante intervalos de confianza y regresión lineal múltiple, para el tratamiento estadístico.

3. Resultados y discusión

En primer lugar, el análisis fisicoquímico del agua de la laguna Razuhuilca, lugar de recolección del *Nostoc sphaericum*, permitió establecer un contexto ambiental de referencia para la calidad del hábitat de crecimiento natural de esta cianobacteria. Los resultados obtenidos mediante el uso de un equipo multiparámetro revelaron valores adecuados y compatibles con los estándares establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua de la Categoría 4, subcategoría E1, correspondiente a lagos y lagunas destinadas a la conservación del ambiente acuático del Ministerio del Ambiente (MINAM, 2017).

El valor de pH fue de 7,17, situándose dentro del rango permitido por la normativa (6,5 a 9,0), lo que indica una condición neutra favorable para el desarrollo de microorganismos



fotosintéticos. Asimismo, la conductividad eléctrica registrada fue de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, valor que representa el umbral máximo aceptado para esta categoría de cuerpos de agua, y sugiere un nivel moderado de minerales disueltos que no compromete el equilibrio iónico del ecosistema. Los sólidos totales disueltos alcanzaron una concentración de 22 ppm, lo cual denota una baja carga de solutos, característica esperable en cuerpos de agua andinos de altura con baja intervención antrópica. Por último, la temperatura superficial fue de 17,6 °C, un valor coherente con las condiciones climatológicas de lagunas altoandinas, y adecuado para la estabilidad del *Nostoc sphaericum*, cuyo desarrollo óptimo se da en rangos térmicos templados.

3.1. Propiedades nutricionales del *Nostoc sphaericum* fresco

El análisis proximal del *Nostoc sphaericum* fresco reveló un contenido de humedad de 98,38 %, lo cual concuerda con los datos reportados en la literatura, donde se señala que el cushuro presenta un rango de humedad de entre 80 % y 99 % (Fernández y Suyón, 2018; Herrera, 2012). Esta alta proporción de agua en su composición respalda su tradicional clasificación como una biomasa gelatinosa y altamente perecedera. Asimismo, se identificó un contenido proteico de 0,8 %, junto con valores bajos de grasa (0,01 %) y carbohidratos totales (0,72 %), y una energía total de 6,17 kcal/100 g en base seca. Estos resultados son consistentes con los de Franco y Pulgar (2021) y Ponce (2014), y confirman la presencia limitada de macronutrientes en el producto fresco, lo cual se compensa en su forma deshidratada.

Desde una perspectiva nutricional, estos resultados sustentan el uso del cushuro como materia prima en alimentos funcionales procesados, donde la reducción de humedad permite concentrar los nutrientes y prolongar la vida útil del producto. Además, diversos autores han destacado su alta digestibilidad (49,53 %) y valor biológico proteico (hasta 77,79 %) (Alegre et al., 2020), factores que refuerzan su potencial alimentario, pese a sus bajos niveles de nutrientes en estado fresco.

3.2. Propiedades nutricionales

La formulación osmodeshidratada seleccionada como óptima presentó una composición nutricional caracterizada por 1,20 % de proteínas, 0 % de grasa, 16,52 % de humedad y 78,03 % de carbohidratos. El contenido energético fue de 324,92 kcal/100 g, mientras que los minerales reportaron 73,6 mg/100 g de calcio y 3,86 mg/100 g de hierro. Comparando con otros estudios sobre cushuro deshidratado osmóticamente, los valores obtenidos son similares a los reportados por Sosa (2021), quien registró 0,61 % de proteína y 3,63 mg/100 g de hierro. Sin embargo, difieren de lo observado por Niño (2019), quien encontró una concentración proteica de 13,63 % y contenidos minerales superiores. Estas diferencias podrían atribuirse al tipo de tratamiento de deshidratación empleado, así como a variaciones en el origen geográfico de la materia prima y las condiciones ambientales (Fernández y Suyón, 2018). En particular, el proceso de osmodeshidratación utilizado en esta investigación, al no aplicar altas temperaturas, preserva ciertos atributos sensoriales pero podría limitar la concentración de nutrientes, especialmente proteínas, por dilución o lixiviación en el medio osmótico.

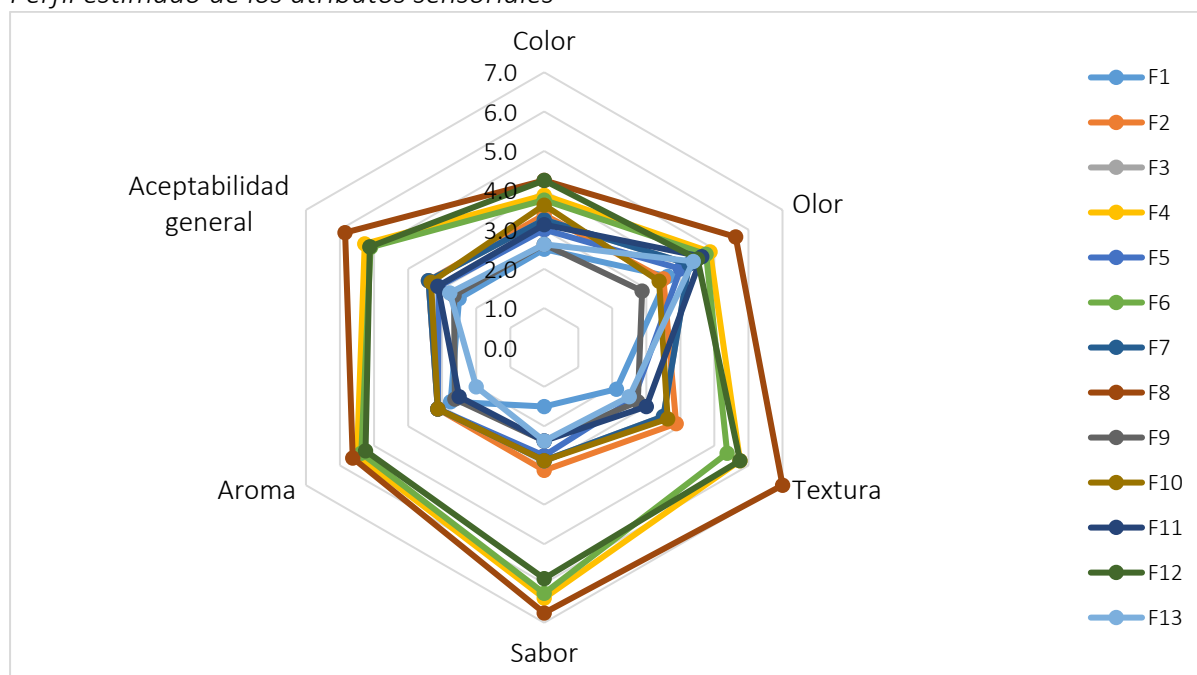
3.3. Características organolépticas

Los resultados mostraron una variabilidad significativa en la aceptabilidad general (Figura 3), con puntuaciones promedio que oscilaron entre 2,5 (F1) y 5,9 (F8). El tratamiento mejor

evaluado (F8) incluyó 1 % de azúcar impalpable, 10 % de azúcar blanca, 3 % de goma xantana, 0 % de gelatina sin sabor, 1,5 % de goma arábica y 0,25 % de ácido fumárico. En contraste, la formulación con menor aceptación (F1) se caracterizó por un alto contenido de estabilizantes y alto nivel de azúcar blanca. Estos resultados reflejan la importancia del equilibrio entre dulzor, textura y acidez en la percepción del consumidor. Como lo indican Al-Khalili et al. (2025), el aroma y el sabor son los atributos más determinantes en la aceptación de nuevos alimentos, especialmente aquellos derivados de ingredientes no convencionales. La preferencia por formulaciones con menor carga de estabilizantes y una proporción más elevada de azúcar blanca podría responder a la familiaridad sensorial que este perfil genera en los consumidores.

Figura 3

Perfil estimado de los atributos sensoriales



3.4. Modelado estadístico y efectos de los factores en la aceptabilidad

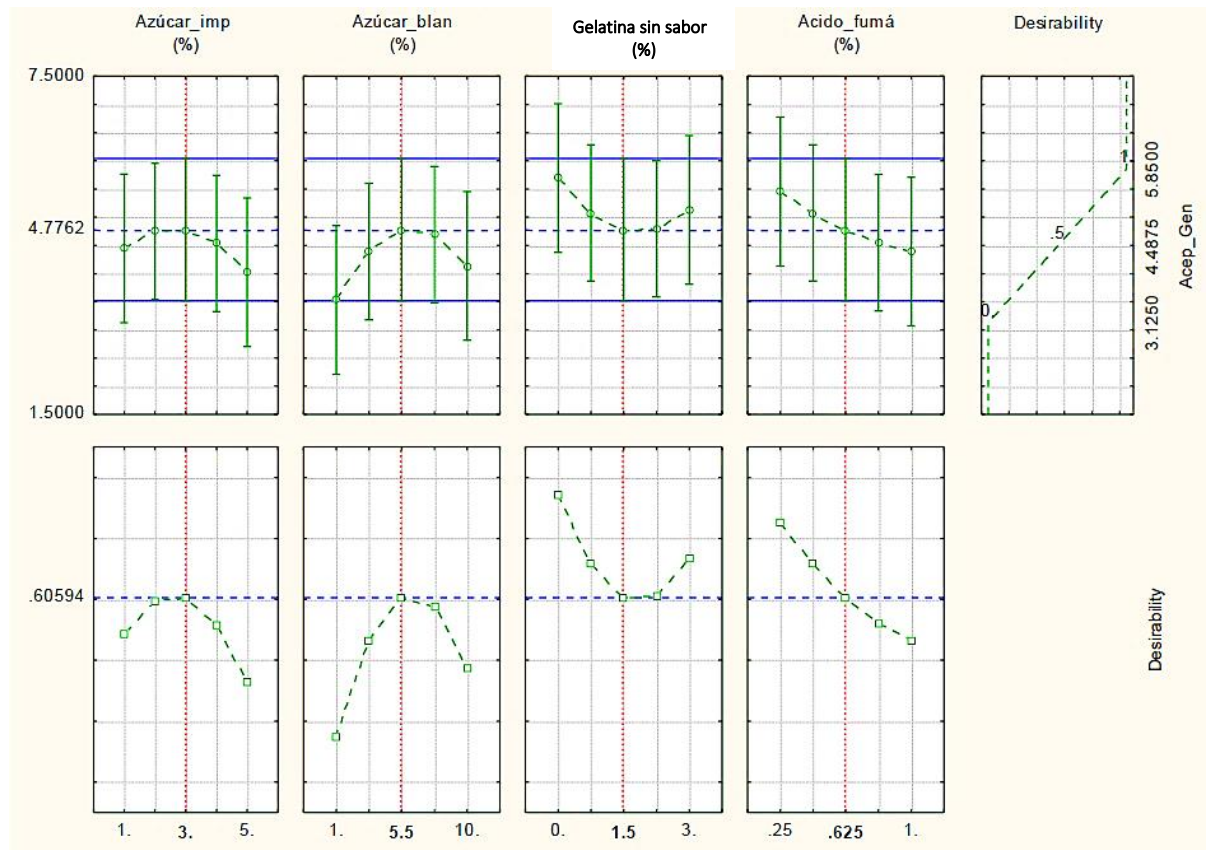
Mediante el análisis de regresión lineal múltiple aplicado a los datos del diseño de cribado, se determinó la influencia de los factores de formulación en la aceptabilidad general. El modelo predictivo obtenido fue: Aceptación general (AG) = 5,348 – 0,106 AI + 0,0672 AB – 0,188 GSS – 1,413 AF. El modelo presentó un coeficiente de determinación (R^2) del 68 %, y un error estándar de 0,739, lo cual indica un ajuste adecuado para explicar las variaciones observadas. Además, se evidenció que el ácido fumárico y la gelatina sin sabor tuvieron efectos negativos significativos sobre la aceptabilidad, mientras que la azúcar blanca tuvo un impacto positivo. Los estabilizantes como la goma xantana y la goma arábica no mostraron efectos significativos en el modelo, por lo que fueron excluidos en etapas posteriores del análisis. Estos hallazgos son coherentes con estudios previos en productos deshidratados donde un exceso de agentes gelificantes o acidificantes tiende a disminuir la aceptabilidad organoléptica. Con base en el modelo predictivo, se aplicó una función de deseabilidad para identificar la combinación óptima de ingredientes que maximiza la aceptabilidad general del producto. Los valores óptimos estimados fueron: 3 % de azúcar impalpable, 5,5 % de azúcar blanca, 1,5 % de gelatina sin sabor y 0,625 % de ácido fumárico. Esta formulación predice un alto nivel de aceptación



sensorial, y representa un equilibrio entre dulzor, textura y acidez, atributos fundamentales para la aceptación de productos funcionales por parte del consumidor.

Figura 4

Perfil para valores de predicción y deseabilidad



Nota. La línea horizontal azul representa el valor objetivo definido para cada variable de respuesta, mientras que la línea vertical roja indica las proporciones óptimas de los ingredientes según lo estimado por el modelo. Los puntos verdes reflejan los datos experimentales utilizados en el análisis, y las curvas correspondientes muestran las predicciones obtenidas a partir del modelo cuadrático ajustado.

En investigaciones futuras se recomienda explorar la inclusión de azúcares granulados alternativos o naturales, así como el uso de diseños de mezcla para optimizar la interacción entre ingredientes funcionales y reducir posibles pérdidas de nutrientes por inmersión prolongada o secado.

4. Conclusiones

El desarrollo de un snack funcional a base de *Nostoc sphaericum* (cushuro) demostró ser viable tanto desde el punto de vista tecnológico como sensorial, permitiendo la obtención de un producto con adecuada aceptabilidad y propiedades nutricionales mejoradas en comparación con la biomasa fresca. Por otra parte, la aplicación de un diseño experimental de cribado, combinado con análisis de regresión y optimización por función de deseabilidad, permitió identificar los factores con influencia significativa sobre la aceptabilidad general del producto, destacando el efecto negativo del ácido fumárico y la gelatina sin sabor, y el efecto positivo de la azúcar blanca.

Finalmente, la formulación óptima estimada (3 % azúcar impalpable, 5,5 % azúcar blanca, 1,5 % gelatina sin sabor y 0,625 % ácido fumárico) permitió maximizar la respuesta sensorial, confirmando su potencial como ingrediente para el desarrollo de snacks saludables, con posibilidades de incorporación en la industria alimentaria local bajo criterios de innovación y aprovechamiento de recursos autóctonos.

Contribución de los autores

M. I. Anchayhua: Conceptualización, análisis formal, investigación, administración del proyecto, recursos, validación, visualización, redacción del borrador original. **J. A. Málaga:** Curación de datos, análisis formal, adquisición de fondos, metodología, software, supervisión, redacción-revisión y edición.

Conflictos de interés

Los autores informan que no poseen conflictos de interés que puedan influir en esta publicación.

5. Referencias Bibliográficas

- Alegre, R. E., Ojeda, M. C., y Acuña, A. Y. (2020). Análisis proximal y contenido de hierro y calcio de *Nostoc sphaericum* “cushuro” deshidratado procedente de la laguna de Conococha, Catac – Huaraz. *UCV-Scientia*, 12(2), 137-149. <https://doi.org/10.18050/revucv-scientia.v12i2.913>
- Al-Khalili, M., Pathare, P. B., Rahman, S., y Al-Habsi, N. (2025). Aroma compounds in food: Analysis, characterization and flavor perception. *Measurement: Food*, 18(100220), 100220. <https://doi.org/10.1016/j.meafao.2025.100220>
- Ang, W. S., Kee, P. E., Lan, J. C.-W., Chen, W.-H., Chang, J.-S., y Khoo, K. S. (2025). Unveiling the rise of microalgae-based foods in the global market: Perspective views and way forward. *Food Bioscience*, 66(105390), 105390. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2024.105390>
- Cordero-bueno, G. (2013). *Aplicación del análisis sensorial de los alimentos en la cocina y en la industria alimentaria*. Sede Universitaria Olavide en Carmona, Madrid - Salamanca, España. <https://goo.su/KP9g>
- Corpus-Gomez, A., Alcantara-Callata, M., Celis-Teodoro, H., Echevarria-Alarcón, B., Paredes-Julca, J., y Paucar-Menacho, L. M. (2021). Cushuro (*Nostoc sphaericum*): Habitat, physicochemical characteristics, nutritional composition, forms of consumption and medicinal properties. *Agroindustrial science*, 11(2), 231–238. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2021.02.13>
- Encarnação, T., Pais, A. A. C. C., Campos, M. G., y Burrows, H. D. (2015). Cyanobacteria and microalgae: a renewable source of bioactive compounds and other chemicals. *Science Progress*, 98(Pt 2), 145–168. <https://doi.org/10.3184/003685015X14298590596266>
- Fernández, W., y Suyón, S. R. (2018). *Efecto del secado convectivo en el valor nutricional, compuestos bioactivos y capacidad antioxidante in vitro del Nostoc sphaericum Vaucher*



- ex Bornet & Flahault “cushuro” procedente de Recuay [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio Institucional. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/9833>
- Franco, M., y Pulgar, A. S. (2022). *Validación de la receta nutricional de un bocadito empanizado con la incorporación del nostoc commune (cushuro): composición proximal, contenido de calcio y vitamina D* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <https://upc.aws.openrepository.com/handle/10757/660452>
- Granato, D., Barba, F. J., Bursac Kovačević, D., Lorenzo, J. M., Cruz, A. G., y Putnik, P. (2020). Functional foods: Product development, technological trends, efficacy testing, and safety. *Annual Review of Food Science and Technology*, 11(1), 93–118. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-032519-051708>
- Granato, D., Zabetakis, I., y Koidis, A. (2023). Sustainability, nutrition, and scientific advances of functional foods under the new EU and global legislation initiatives. *Journal of Functional Foods*, 109(105793), 105793. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2023.105793>
- Herrera, R. M. (2012). *Evaluación de los exopolisacáridos producidos por una cepa nativa de cianobacteria Nostoc sp. Como sustrato en la producción de bioetanol* [Tesis de posgrado, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/11522>
- Kaur, S., Sharma, A., Bala, S., Satheesh, N., Nile, A. S., y Nile, S. H. (2025). Microalgae in the food-health nexus: Exploring species diversity, high-value bioproducts, health benefits, and sustainable market potential. *Bioresource Technology*, 427(132424), 132424. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2025.132424>
- Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social [MIDIS] (2023). *Ficha técnica del programa Qali Warma - Snack de productos naturales* <https://goo.su/GznV3>
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2017). Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. *Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias*. Perú. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>
- Monteiro, C. A., Cannon, G., Levy, R. B., Moubarac, J.-C., Louzada, M. L., Rauber, F., Khandpur, N., Cediel, G., Neri, D., Martinez-Steele, E., Baraldi, L. G., y Jaime, P. C. (2019). Ultra-processed foods: what they are and how to identify them. *Public Health Nutrition*, 22(5), 936–941. <https://doi.org/10.1017/S1368980018003762>
- Nino, I. (2019). *Efecto de la aplicación de ultrasonido en las características físico – químicas y sensoriales en la deshidratación osmótica de cushuro (nostoc sphaericum) durante su almacenamiento* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. <https://repositorio.unheval.edu.pe/item/2d5bb0cc-611f-44e8-bda8-3cbddbdf2663>
- Norma CODEX STAN 67-1981. *Norma del Codex para las Uvas Pasas*. <https://goo.su/EtmQB>
- Ponce, E. (2014). Nostoc: un alimento diferente y su presencia en la precordillera de Arica. *Idesia*, 32(2), 119–121. <https://doi.org/10.4067/s0718-34292014000200015>

- Popkin, B. M., Corvalan, C., y Grummer-Strawn, L. M. (2020). Dynamics of the double burden of malnutrition and the changing nutrition reality. *Lancet*, 395(10217), 65–74. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)32497-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)32497-3)
- Ruiz-Capillas, C., y Herrero, A. M. (2021). Sensory analysis and consumer research in new product development. *Foods (Basel, Switzerland)*, 10(3), 582. <https://doi.org/10.3390/foods10030582>
- Sosa, C. O. (2021). *Calidad nutricional y la aceptabilidad del producto obtenido por deshidratación osmótica del nostoc sphaericum (cushuro)* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/item/b52126df-dd84-4b3d-a94d-c0b6882361b5>
- Wu, J. Y., Tso, R., Teo, H. S., y Haldar, S. (2023). The utility of algae as sources of high value nutritional ingredients, particularly for alternative/complementary proteins to improve human health. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1277343. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1277343>