

Potencial proteico de la cianobacteria gelatinosa en polvo cushuro (*Nostoc sphaericum*): un análisis de su calidad proteica

Protein potential of cushuro (Nostoc sphaericum) gelatinous cyanobacteria powder: an analysis of its protein quality

 Fernando Delgado-Oblitas¹  Karen V. Quiroz-Cornejo²

karen.quiroz@ulcb.edu.pe 

1.- Ministerio de Salud. Lima, Perú

2.- Universidad Le Cordon Bleu. Lima, Perú

Recibido: 01/01/2024

Revisado: 17/03/2024

Aceptado: 12/04/2024

Publicado: 30/06/2024

RESUMEN

El cushuro (*Nostoc sphaericum*) es una cianobacteria que tiene como característica resaltante, la capacidad de fijar nitrógeno del ambiente y convertirlo en proteínas, mediante procesos bioquímicos. Su consumo se promueve principalmente en las regiones andinas, en donde su crecimiento se ve favorecido por las condiciones medio ambientales. El objetivo de este estudio fue determinar la calidad proteica, el contenido de humedad y el perfil de aminoácidos del cushuro, comparando este último con el patrón de ingesta aminoacídica establecido por la WHO/FAO/ONU en 2017 para niños, adolescentes y adultos. Se obtuvieron muestras de cushuro en polvo a partir de 51 kg de cushuro fresco, mediante procesos de secado y molienda/pulverización. Se realizó el análisis proximal de los componentes y la determinación del perfil de aminoácidos mediante HLPC UV-VIS. Los resultados mostraron que el cushuro contiene 30,48 % de proteínas y 1,62 % de humedad. Por otro lado, el perfil de aminoácidos reveló, que el cushuro cubría parcialmente las recomendaciones de ingesta aminoacídica establecidas por la WHO/FAO/ONU en 2017, con excepción de la cisteína, metionina y valina. La cianobacteria cushuro (*Nostoc sphaericum*) en polvo no puede considerarse como un alimento de alta calidad proteica debido a la presencia de aminoácidos limitantes (cisteína y metionina). Sin embargo, su practicidad y versatilidad en fresco y/o seco, representa muchas oportunidades para su uso en la gastronomía hospitalaria, fórmulas enterales veganas, módulos proteicos, entre otros, según necesidad.

Palabras clave: *Nostoc sphaericum*, cianobacteria, proteínas, perfil de aminoácidos, calidad proteica.

ABSTRACT

Cushuro (*Nostoc sphaericum*) is a cyanobacteria whose most notable characteristic is the ability to fix nitrogen from the environment and convert it into proteins, through biochemical proces-



ses. Its consumption is promoted mainly in the Andean regions, where its growth is favored by environmental conditions. The objective of this study was to determine the protein quality, moisture content and amino acid profile of cushuro, comparing the latter with the scoring pattern established by the WHO/FAO/UN in 2017 for children, adolescents and adults. Powdered cushuro samples were obtained from 51 kg of fresh cushuro, through drying and grinding processes. Proximate analysis of the components and determination of the amino acid profile were performed using HPLC UV-VIS. The results showed that cushuro contains 30.48 % protein and 1.62 % moisture. On the other hand, the amino acid profile revealed that cushuro partially covered the amino acid intake recommendations established by the WHO/FAO/UN in 2017, with the exception of cysteine, methionine and valine. The cyanobacterium cushuro (*Nostoc sphaericum*) powder cannot be considered as a high protein quality food due to the presence of limiting amino acids. However, its practicality and versatility in fresh and/or dry form represents many opportunities for its use in hospital gastronomy, vegan enteral formulas, protein modules, among others, as needed.

Keywords: Eating habits, overweight, nutrition, muscle mass index.

INTRODUCCIÓN

El *Nostoc* es una cianobacteria que forma colonias de colores verde-azul, verde oliva o marrón, y puede sobrevivir en condiciones climáticas extremas (Maquera, 2022). Se ha observado que su óptimo desarrollo ocurre a alturas entre 3 000 msnm y 5 000 msnm. Las colonias de *Nostoc* tienen una apariencia similar a “uvas translúcidas, gelatinosas y esféricas, con un diámetro que varía de 10 a 25 mm”, y tienen la capacidad de fijar nitrógeno del aire y otros elementos para producir aminoácidos y de esta forma potenciar su valor nutricional (Ponce, 2014). Específicamente, se ha identificado una especie conocida como *Nostoc sphaericum*, que se encuentra en Sudamérica y es conocida por diferentes nombres comunes como cushuro, murmunta y llayta, y ha sido utilizado tradicionalmente como fuente de alimento en las zonas andinas (Ponce, 2014).

Una de las características más destacadas del *Nostoc sphaericum* o cushuro es su alto

contenido de proteínas (Maquera, 2022). Estas, son consideradas macronutrientes esenciales, que varían en su estructura, tamaño y función. Estas moléculas son componentes esenciales y necesarios para el mantenimiento de la masa muscular en el cuerpo humano, ya que son constituyentes estructurales y funcionales de las células; cumpliendo, además, funciones enzimáticas, hormonales, de defensa, de transporte, entre otras. El requerimiento de proteínas se calcula en base a las características individuales de cada persona, debido a su papel crucial en la salud y función del organismo (Guillamón *et al.*, 2021).

Las fuentes proteicas que consumimos para satisfacer nuestros requerimientos provienen tanto de alimentos de origen animal y vegetal, y difieren en la calidad de las proteínas que ofrecen. Las proteínas de origen animal son consideradas de alto valor biológico debido a su alto contenido de aminoácidos esenciales; mientras que, en su mayoría, las proteínas de origen vegetal carecen de algu-

nos aminoácidos esenciales, lo que limita su valor nutricional (Guillamón *et al.*, 2021).

En relación a los aminoácidos, estos son los constituyentes de las proteínas y su funcionalidad depende de su secuencia (Morales *et al.*, 2017). En total, existen 20 aminoácidos que se clasifican según la capacidad de síntesis del cuerpo, de los cuales 9 son considerados aminoácidos esenciales (histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina), mientras que el resto son no esenciales, ya que el cuerpo es capaz de sintetizarlos y su ingesta no es indispensable para cubrir los requerimientos (López, 2014 y Morales *et al.*, 2017). Por lo tanto, el perfil de aminoácidos se utiliza como un parámetro para determinar la calidad proteica de los alimentos, considerando la cantidad de aminoácidos esenciales por gramo de proteínas en base a los requerimientos de cada aminoácido para garantizar el crecimiento en niños y adolescentes, y el mantenimiento de los tejidos en adultos, siguiendo las recomendaciones de la WHO/FAO/UNU 2017 (FINUT, 2017).

En tal sentido, investigaciones previas ha evaluado el contenido total de proteínas (Fernández y Suyón, 2018 y Maquera, 2022) y el perfil de aminoácidos (Galetovic *et al.*, 2017) en muestras de cushuro en polvo con el objetivo de registrar su aporte como macronutriente en la dieta y considerarlo como una alternativa para el consumo de proteínas en la alimentación. Sin embargo, debido a lo expuesto anteriormente, surge el interés de analizar la calidad proteica con mayor precisión para recomendar con certeza su uso como fuente de proteínas, asegurando el

aporte de los aminoácidos requeridos según las recomendaciones establecidas por las organizaciones mencionadas anteriormente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Determinación de humedad

Para el análisis de la muestra de cushuro en polvo, se pesó con precisión una cantidad de 3-4 g en una placa de Petri (Czaja *et al.*, 2020). Posteriormente, se procede al secado que puede durar entre 12-18 horas a una temperatura de 100-102 °C o durante 4 horas a 125 °C (Silva *et al.*, 2020). Después de completar el secado, se retira la muestra de cushuro en polvo del horno y se coloca en un desecador por 30 minutos antes de proceder a pesar (Zumbado, 2022).

Determinación de grasas

Para este procedimiento se colocó 3-4 g de muestra de cushuro en polvo en un dedal de extracción con un círculo de papel filtro (Zumbado, 2022). Luego, se transfiere el dedal y su contenido al equipo de extracción, asegurándose de enjuagar con éter etílico el vaso de precipitado para evitar pérdidas de la muestra. En el equipo de extracción Soxhlet se extrae la muestra con éter etílico durante 6-8 horas a una tasa de condensación de 3-6 gotas por segundo (Hewavitharana *et al.*, 2020). Una vez completada la extracción, se transfiere el extracto lejano del matraz de extracción a un plato de evaporación en una campana de extracción de gases, luego se evapora el éter etílico hasta que no se detecte ningún olor (Zumbado, 2022). Secar el plato y el contenido en un horno de convección mecánica durante 30 minutos a 100 °C. Retiré del horno, enfrié en un desecador y pesar el plato (Zumbado, 2022).

Determinación de Cenizas

Pesar 5 g de la muestra de cushuro en polvo en un crisol de porcelana previamente pesado (Czaja *et al.*, 2020). Luego, secar la muestra a 100 °C durante 3-4 horas en un horno de convección mecánica. Una vez seca, retirar el crisol del horno y realizar la carbonización inicial colocando el crisol sobre un mechero de Bunsen hasta que la muestra se vuelva negra (Zumbado, 2022). A continuación, transferir el crisol con la muestra a una mufla e incinerar a una temperatura de 500 a 600 °C hasta que la muestra se torne de color grisáceo o blanco (aproximadamente 8 horas) (Ayensu *et al.*, 2019 y Zumbado, 2022). Luego, sacar el crisol de la mufla y humedecer la ceniza con unas gotas de agua. Secar la muestra nuevamente en el horno a 100 °C durante 3-4 horas y volver a incinerarla a 500- 600 °C por una hora más (Zumbado, 2022). Finalmente, retirar el crisol de la mufla, dejarlo enfriar un momento y colocarlo en un desecador hasta que alcance la temperatura ambiente antes de pesarlo (Bayata, 2019 y Zumbado, 2022).

Determinación de Proteínas

Para llevar a cabo la digestión Kjeldahl de la muestra de cushuro en polvo, se colocó aproximadamente 1 g de muestra en el matraz de digestión. Posteriormente, se debe agregar con precaución 25 ml de ácido sulfúrico y 10 g de catalizador. En una campaña de extracción de gases, la digestión se realiza lentamente al principio, con el fin de evitar la formación de espuma excesiva, y se extiende por al menos 45 minutos después de que la solución haya adquirido un tono verde pálido claro (Zenteno, 2019).

Es importante dejar enfriar la solución por completo antes de añadir rápidamente 100-200

ml de agua y mezclar. Se recomienda enjuagar el matraz de digestión 2 o 3 veces y añadir los enjuagues al volumen. Luego, se debe agregar 80-85 ml de solución saturada de hidróxido de sodio medido con un cilindro de medición, con la finalidad de evitar pérdidas de amoníaco.

Si después de agitar, la solución no se torna azul debido al hidróxido de cobre, indica que se ha agregado un álcali insuficiente (Zenteno, 2019 y Zumbado, 2022). En cuanto a la destilación, se sugiere en 25 ml de ácido clorhídrico 0,1 N con unas gotas de indicador rojo de metileno. Alternativamente, se puede destilar en 50 ml de ácido bórico al 2 % con el mismo indicador. El ácido bórico es neutro para el indicador y el borato de amonio alcalino formado se puede titular directamente con HCL de 0,01 N (Sáez-Plaza y García, 2019 y Zumbado, 2022).

Determinación del Perfil de Aminoácidos por HPLC UV-VIS

La cromatografía de Líquidos de Alta Resolución (HPLC, por sus siglas en inglés) es una técnica empleada para la separación de distintos componentes presentes en una muestra, los cuales, debido a su diversidad estructural y propiedades físico-químicas, son divididos en dos fases: la fase estacionaria y la fase móvil (Sucasaca y Ramírez, 2021). La fase estacionaria puede consistir en un sólido, un líquido sobre un soporte sólido, o un gel, y puede estar contenida en una columna que se encuentra extendida en forma de capa o dispuesta en forma de película. Por otro lado, la fase móvil puede ser gaseosa o líquida, dependiendo del estado de la materia que se está analizando (Legaz, 2011). En términos de su clasificación, este método puede ser categorizado desde diversas pers-

pectivas: en función de la naturaleza de las fases involucradas, ya sea la fase móvil (gas o líquido) o la fase estacionaria (líquido o sólido), el tipo de soporte utilizado en el análisis, como la columna, papel o placa, el mecanismo de separación empleado, como la absorción, reparto, intercambio iónico o permeación en gel, y también en función del tipo de soluto que se analiza, como iones, proteínas, polímeros, entre otros (Legaz, 2011 y Sucasaca y Ramírez, 2021). En adición a lo previamente expuesto, al considerar el mecanismo de reparto como método de separación aplicado en la cromatografía líquida, cuando la fase estacionaria presenta menos polaridad en comparación con la fase móvil, se le conoce como fase inversa. Esta diferencia entre polaridad influye en que los analitos polares tengan una menor afinidad por la fase estacionaria en comparación con los analitos apolares. En otras palabras, la fase estacionaria es apolar, mientras que la fase móvil es moderadamente acuosa y polar (Legaz, 2011 y Sacristán *et al.*, 2019).

Por lo tanto, es esencial tener en cuenta la polaridad de los componentes presentes en la muestra, como se menciona en un estudio previo realizado por Sacristán *et al.* (2019), ya que esto puede tener un impacto significativo en los resultados del análisis. Según estos autores, la polaridad de varios grupos funcionales del analito se ordena de manera creciente de la siguiente manera: “hidrocarburos < éteres < ésteres < cetonas < aldehídos < amidas < aminas < alcoholes”.

Procedimiento:

La fase utilizada en el ensayo fue de tipo inverso y se llevó a cabo mediante la derivación pre-columna de aminoácidos con o-ftalaldehído

(OPA). Los aminoácidos reaccionan con el reactivo OPA en presencia de un agente reductor fuerte (2-mercaptoetanol) y en condiciones alcalinas, dando lugar a derivados de isoindólicos fluorescentes. Este enfoque constituye en método de detección sensible y selectivo para todos los aminoácidos que contengan amino primarios en diversas muestras (Abdo-de la Parra *et al.*, 2017 y Benítez *et al.*, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis Proximal del Cushuro

Los resultados del análisis proximal realizado en la muestra de cushuro (*Nostoc sphaericum*) en polvo se presentan en la tabla 1. En esta tabla se detallan los valores obtenidos para varios componentes de la muestra, incluyendo proteínas totales, carbohidratos totales, cenizas, grasas, humedad y energía total; se obtuvieron los resultados que se describen en la tabla 1. Al ordenarlos en forma decreciente, se observa que la composición de la muestra está compuesta principalmente por humedad, seguida de carbohidratos, proteínas y cenizas.

El contenido de humedad encontrado en el producto en base fresca es del 98,38 %, lo cual es similar a los resultados obtenidos por Chili *et al.* (2010) con un valor de 98,61 % y lo registrado en el trabajo de investigación de Fernández y Suyon (2018) con 98,41 %. En cuanto a los carbohidratos totales, se encontró un valor de 60,08 % en la muestra de polvo analizada, siendo similar a los valores reportado por Chili *et al.* (2010) con un valor de 55,15 %, Galetovic *et al.* (8) con un valor de 60,80 % y Maquera (2022) con 62,07 puntos porcentuales; sin embargo, el resultado obtenido por Fernández y Suyon (2018) difiere a

los autores antes mencionado, pues reporta un valor de 34,86 %. En relación a las proteínas, se obtuvo un valor de 30,48 %, el cual es similar al valor reportador por Chávez (2014) en su investigación con un valor de 32,36 %, mientras que Maquera (2022) encontró un valor de 28,18 % y Fernández y Suyón (2018) obtuvo como resultado 44,48 % del aporte de este macronutriente. Sin embargo, otros autores encontraron resultados más similares a los obtenidos en esta investigación, con valores de 30,54 % por Chili y Terrazas (2010) y 30,40 % por Galetovic *et al.* (2017). Por último, las cenizas de la muestra presentan un 6,98 % de su composición, lo cual es comparable con los valores obtenidos por Chili y Terrazas (2010) con un valor de 6,81 %, Galetovic *et al.* (2017) con un valor de 6,40 %, (Maquera, 2022) con 7,68 puntos porcentuales y Fernández y Suyón (2018) con 10,62 %

Tabla 1

Análisis proximal en cushuro (Nostoc sphaericum) en polvo

Parámetros	Resultado
Proteínas totales	30,48 %
Carbohidratos totales	60,08 %
Cenizas	6,98 %
Grasa	0,84 %
Humedad	1,62 %
Energía total	369,8 kcal/100 g

Fuente: Delgado (2022)

Perfil Aminoacídico del Cushuro

Los resultados de la evaluación del perfil de aminoácidos de la muestra de cushuro (*Nostoc sphaericum*) en polvo obtenidos mediante HPLC se presentan en la tabla 2.

Los aminoácidos se encuentran ordenados en función a su necesidad de ingestión a través de la dieta, es decir, los aminoácidos esenciales que el cuerpo humano no sintetiza y requieren ingesta diaria, y aminoácidos no esenciales que el cuerpo humano tiene capacidad de sintetizar. Así mismo, en la tabla 3 se realiza una comparativa con los resultados obtenidos por Galetovic *et al.* (2017), quien analizó el perfil aminoacídico de la misma especie de *Nostoc*.

Tabla 2

Contenido de aminoácidos del cushuro (Nostoc sphaericum) en polvo

Aminoácidos (mg/g)			
Esenciales		No esenciales	
Histidina	1,3	Alanina	7,9
Isoleucina	18,7	Aspártico	44,3
Leucina	28,2	Glicina	13,8
Lisina	26,9	Ácido glutámico	10,5
Metionina	23,3	Serina	40,4
Fenilalanina	6,2	Glutamina	12,8
Treonina	0,3	Prolina	5,2
Triptófano	0,3	Asparagina	ND**
Valina	34,8		
Cisteína*	10,8		
Tirosina*	5,6		
Arginina*	47,6		

*aminoácidos esenciales condicionales

**ND: no determinado

Fuente: Delgado (2023)

Además, los resultados de la comparación de los aminoácidos esenciales encontrados en la muestra de cushuro en polvo con el patrón de referencia de la OMS/FAO/UNU 2017 para niños, adolescentes y adultos (FINUT, 2017), indicados en la tabla 5, muestran un comportamiento similar al patrón de referencia para niños de 6 meses a 3 años.

Tabla 3

Comparación del perfil de aminoácidos del Nostoc sphaericum "cushuro"

	Aminoácidos esenciales		Aminoácidos No esenciales	
	Delgado (mg/g)	Galetovic <i>et al.</i> (mg/g)	Delgado (mg/g)	Galetovic <i>et al.</i> (mg/g)
Histidina	1,3	1,3	Alanina	7,9
Isoleucina	18,7	19,2	Aspártico	44,3
Leucina	28,2	26,4	Glicina	13,8
Lisina	26,9	26,5	Ácido glutámico	10,5
Metionina	23,3	26,8	Serina	40,4
Fenilalanina	6,2	5,2	Glutamina	12,8
Treonina	0,3	0,07	Prolina	5,2
Triptófano	0,3	ND**	Asparagina	ND**
Valina	34,8	35,1		
Cisteína*	10,8	0,5		
Tirosina*	5,6	6,2		
Arginina*	47,6	45,6		

*aminoácidos esenciales condicionales

**ND: no determinado

Fuente: Delgado (2023)

Evaluación del perfil de aminoácidos del cushuro en comparación con las recomendaciones de la WHO/FAO/ONU 2017 para niños de 6 meses a 3 años

En la tabla 4 se exhiben los resultados de la comparación de los aminoácidos esenciales de la muestra con el patrón de referencia de la WHO/FAO/ONU 2017 para niños de 6 meses hasta 3 años. Asimismo, se presenta en esta tabla el score, que indica el porcentaje en el cual la muestra cubre las recomendaciones del patrón referente a aminoácidos esenciales.

Tabla 4

Comparativa del contenido de aminoácidos del cushuro con el patrón de referencia para niños de 6 a 3 años

Aminoácidos	Cushuro en polvo (mg)	Patrón WHO/FAO/UNU (mg/g)	Score (%)
Histidina	1,3	20	6,5
Isoleucina	18,7	32	58,4
Leucina	28,2	66	42,7
Lisina	26,9	57	47,2
Azufrados (Cys* y Met)	34,1	27	126,3
Aromáticos (Fen y Tir*)	11,8	52	22,7
Treonina	0,3	31	1,0
Triptófano	0,3	8,5	3,5
Valina	34,8	43	80,9

*aminoácidos esenciales condicionales

Fuente: Delgado (2022)

En relación a la comparación del contenido de aminoácidos esenciales en el cushuro en polvo frente al patrón establecido por la WHO/FAO/UNU en 2017, como patrón de referencia para niños de 6 meses a 3 años (FINUT,2017), se observa una diferencia entre las dos columnas, según se muestra en la tabla 4. Específicamente, los aminoácidos encontrados en la muestra de cushuro en polvo no cubren en su mayoría las recomendaciones establecidas por estas organizaciones para niños en este rango de edad. Los aminoácidos limitantes presentes en esta fuente proteica son la histidina, isoleucina, leucina, lisina, aminoácidos aromáticos (fenilalanina y tirosina), treonina, triptófano y valina. Sin embargo, se observa que el conjunto de aminoácidos azufrados (cisteína y me-

tionina) considerados en este patrón, cumple y supera las recomendaciones establecidas en el documento técnico de estas organizaciones.

Análisis del perfil de aminoácidos del cushuro en relación con el patrón WHO/FAO/UNU 2017 para niños, adolescentes y adultos

La tabla 5 presenta los resultados comparativos de los aminoácidos esenciales encontrados en la muestra de cushuro en polvo, en comparación con el patrón de referencia de la WHO/FAO/UNU 2017 para niños, adolescentes y adultos. Se utilizaron los mismos criterios de comparación que en la tabla 4 para evaluar la cobertura de las recomendaciones del patrón por parte de la muestra.

Tabla 5

Diferencias en el perfil de aminoácidos del cushuro y el patrón para niños, adolescentes y adultos

Aminoácidos	Cushuro en polvo (mg/g)	Patrón WHO/FAO/UNU (mg/g)	Score (%)
Histidina	1,3	16	8,1
Isoleucina	18,7	30	62,3
Leucina	28,2	61	46,2
Lisina	26,9	48	56,0
Azufrados (Cys* y Met)	34,1	23	148,3
Aromáticos (Fen y Tir*)	11,8	41	28,8
Treonina	0,3	25	1,2
Triptófano	0,3	6,6	4,5
Valina	34,8	40	87,0

*aminoácidos esenciales condicionales

Fuente: Delgado (2022)

CONCLUSIONES

El cushuro en polvo contiene un 30,48 % de proteínas totales y satisface parcialmente las recomendaciones establecidas por la WHO/FAO/UNO en 2017 en términos de contenido de aminoácidos esenciales (mg/g de proteína) para niños, adolescentes y adultos. El cushuro en polvo presenta un aporte incluso superior de aminoácidos azufrados, como la cisteína y la metionina, en comparación con lo indicado por WHO/FAO/UNO; además, presenta glutamina, considerada como aminoácido no esencial.

El cushuro puede ser implementado dentro de diversas estrategias nutricionales, en las cuales destacan: su uso en tratamiento dieto-terapéuticos que requieran un aporte proteico específico, pero con restricciones en cuanto a la carga nitrogenada y valor biológico; también puede usarse en la gastronomía hospitalaria, pues la transformación de la materia fresca en polvo permite su uso para fortificar el contenido de proteínas en diversas; así mismo, se considera su uso potencial para el desarrollo de fórmulas enterales con orientación vegana, módulos proteicos, entre otros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdo, M., Rodríguez, G., Rodríguez, L., Domínguez, P., Román, J., Velasco, G. e Ibarra, L. (2017). Composición proximal y perfil de aminoácidos de estadios tempranos del parco flamenco *Lutjanus guttatus*. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 52(2), 325-332. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572017000200011>
- Ayensu, J., Lutterodt, H., Annan, R., Edusei, A., y Loh, P. (2019). Nutritional composition and acceptability of biscuits fortified with palm weevil larvae (*Rhynchophorus phoenicis* Fa

- bricius) and orange-fleshed sweet potato among pregnant women. *Food Science & Nutrition*. 7(5):1807–15. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1024>
- Bayata, A. (2019). Review on nutritional value of cassava for use as a staple food. *Science Journal of Analytical Chemistry*. 7(4):83. <https://doi.org/10.11648/j.sjac.20190704.12>
- Behrmann, A., López, J., y Álvarez, M. (2021). Etiquetado nutricional y perfil de aminoácidos en lácteos chilenos altos en proteína: Nueva alternativa para la salud y el deporte. *Nutrición Hospitalaria*, 38(5):1075-1081. <https://doi.org/10.20960/nh.03632>
- Benítez, B., Archile, A., Rangel, L., Bracho, M., Hernández, M., y Márquez, E. (2002). Calidad nutricional y aceptabilidad de un producto formulado con carne de pollo deshuesada mecánicamente, plasma y glóbulos rojos de bovino. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 52(3):307-3012. <https://www.alanrevista.org/ediciones/2002/3/art-13/>
- Chili, E., y Terrazas, I. (2010). *Evaluación de la Cinética de Secado y Valor Biológico de Cushuro (Nostoc sphaericum)* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional del Altiplano. <http://tesis.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/3364>
- Czaja, T., Sobota, A., y Szostak, R. (2020). Quantification of ash and moisture in wheat flour by Raman spectroscopy. *Foods*, 9(3): 280. <https://www.mdpi.com/2304-8158/9/3/280>
- Delgado, O. (2022). *Calidad Proteica de la Cianobacteria Gelatinosa en Polvo (Nostoc sphaericum) Cushuro* [Tesis de Pregrado, Universidad Le Cordon Bleu]. Repositorio Institucional de la Universidad Le Cordon Bleu. <https://repositorio.ulcb.edu.pe/handle/ULCB/1204>
- Fernández, W., y Suyón, S. (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 de tesis y trabajos de Titulación de la UNMSM. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/9833?show=full>
- Fundación Iberoamericana de Nutrición ((FINUT) 2017)), Fondo de las Naciones Unidas para Alimentación y la Agricultura. Armilla: Informe FAO 92 en español: "Evaluación de la calidad de la proteína de la dieta en nutrición humana"; 2018 mzo. 18. <https://www.finut.org/informes/traducido-al-espanol-ultimo-informe-fao/>
- Galetovic, A., Araya, J., y Gómez-Silva, B. (2017). Composición bioquímica y toxicidad de colonias comestibles de la cianobacteria andina Nostoc sp. Llayta. *Revista Chilena de Nutrición*, 44(4):360-370. <https://doi.org/10.4067/s0717-75182017000400360>

- Guillamón, C., Soriano, J., Diago, Á., Tenías, J., y Fernández, J. (2021). Ingesta proteica en mujeres posmenopáusicas residentes en la comunidad y su relación con la sarcopenia. *Nutrición Hospitalaria*, 38(6):1209-1216. <https://doi.org/10.20960/nh.03690>
- Hewavitharana, G., Perera, D., y Navaratne W. (2020). Extraction methods of fat from food samples and preparation of fatty acid methyl esters for gas chromatography: A review. *Arabian Journal of Chemistry*. 13(8): 6865-6875. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2020.06.039>
- Legaz, M., Sacristán, M., Díaz, E., Alarcón, B., y Vicente, C. (2011). Curso de cromatografía de líquidos de alta resolución: Prácticas de laboratorio y cuestiones teórico-prácticas Parte I Introducción y práctica de laboratorio: cálculo de la eficiencia y representación gráfica de la ecuación de van Deemter. *Reduca (Biología) Serie Técnicas y Métodos*, 4(3):1-32. <http://revistareduca.es/index.php/biologia/issue/view/68>
- López, R. (2014). *Las proteínas de los alimentos*. Ed. Catarata. CSIC. <https://elibro.net/es/ereader/ulcb/41772?page=1>
- Maquera, M. (2022). *Caracterización físico, químico y nutricional de la cianobacteria Nostoc (Nostoc sphaericum) en la ciudad de Ilo – Perú* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Moquegua]. Repositorio Institucional Digital de la UNAM. <https://repositorio.unam.edu.pe/handle/UNAM/473>
- Morales, J., Pizarro, W., Macías, V., y Moreno, E. (2017). Los Aminoácidos en el cuerpo humano. *RECIMUNDO*, 1(5):379-391. <https://doi.org/10.26820/recimundo/1.5.2017.379-391>
- Ponce, E. (2014). Nostoc: un alimento diferente y su presencia en la precordillera de Arica. *Idesia (Arica)*, 32(2):119–121. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292014000200015>
- Sacristán, M., Díaz, E., Alarcón, B., Vicente, C., y Legaz, M. (2011). Curso de cromatografía de líquidos de alta resolución: Prácticas de laboratorio y cuestiones teórico-prácticas Parte III Práctica de laboratorio: optimización en la separación de compuestos semejantes mediante modificación de la fase móvil. *Reduca (Biología) Serie Técnicas y Métodos*, 4(3):48-78. <http://revistareduca.es/index.php/biologia/issue/view/68>
- Sáez-Plaza, P., García, A., y Martín, J. (2019). Una anotación sobre el método de Kjeldahl. *Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia*, 85(1):14-19. https://analesranf.com/articulo/8501_mrev01/
- Silva, V., Jayasinghe, M., Senadheera, S., y Ranaweera K. (2020). Determination of macronutrient compositions in selected, frequently consumed cereals, cereal based foods, legumes and pulses prepared according to common culinary methods in Sri Lanka. *Journal of Food Science Technology*, 57(3):816–820. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04085-x>

Sucasaca, J., y Ramírez, S. (2021). *Identificación y Cuantificación de aminoácidos esenciales en Cicer arietinum L: garbanzo y Poseolus lunatus L. pallar por Cromatografía líquida de Alta Performance (HPLC)* [Tesis de Pregrado, Universidad Norbert Wiener]. Repositorio Institucional Norbert Wiener, <https://hdl.handle.net/20.500.13053/4412>

Zenteno, C. (2019). *Validación del Método Analítico para Determinar Proteína Cruda en Harina de Quinoa por Micro Kjeldahl* [Tesis de Maestría, Universidad Mayor de San Andrés]. Repositorio Institucional de la Universidad Mayor de San Andrés. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/25281>

Zumbado, H. (2022). *Análisis Químico de los Alimentos*. 2.^a ed. Ciudad Educativa; 2022.