

Revisión Bibliográfica del Cushuro como fuente de hierro.

Bibliographical review of Cushuro as a source of iron.

Edward Hernán Reyes-Ruiz^{1,a}, Alan Daniel Argomedeo-Nolasco^{3,d}, Majumy Jhomira Arribasplata-Gonzales^{3,d}, Manuel Rances Angulo-Nizama^{3,d}, Johnny Alexander Aldana-Carrasco^{3,d}, Karen Margori Acuña-Centurión^{3,d}, María Sthefany Bejarano de la Cruz^{3,d}, Jhoan Gabriel Aspiros-Anticona^{3,d}, Karla Luz del Rocío Casós-Portocarrero^{2,a,b}, Angel Alfredo Larios-Canto^{2,a,c}.

Filiación:

- 1 Hospital de Coria Servicio Extremeño de Salud. Cáceres, España.
- 2 Departamento de Anestesiología y Centro Quirúrgico, Hospital Belén de Trujillo. La Libertad, Perú.
- 3 Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Trujillo. La Libertad, Perú.
- a Médico Cirujano, Especialista en anestesiología.
- b Magister en Investigación y Docencia Universitaria.
- c Magister en Ciencias, mención Fisiología y Biofísica.
- d Estudiante de Medicina.

ORCID:

- Edward Reyes Ruiz: <https://orcid.org/0000-0003-3219-1510>
- Alan Argomedeo Nolasco: <https://orcid.org/0000-0001-5140-4644>
- Majumy Arribasplata Gonzales: <https://orcid.org/0000-0003-4054-0223>
- Manuel Angulo Nizama: <https://orcid.org/0000-0002-2856-7856>
- Johnny Aldana Carrasco: <https://orcid.org/0000-0002-3863-5840>
- Karen Acuña Centurión: <https://orcid.org/0000-0001-6823-0628>
- María Bejarano de la Cruz: <https://orcid.org/0000-0002-1220-2537>
- Jhoan Aspiros Anticona: <https://orcid.org/0000-0003-2169-4657>
- Karla Casós Portocarrero: <https://orcid.org/0000-0002-3043-2643>
- Alfredo Larios Canto: <https://orcid.org/0000-0003-2538-7398>

Correspondencia:

Alan Daniel Argomedeo Nolasco.

✉ t1051802521@unitru.edu.pe

Conflictos de Interés:

Los autores declaran no presentar conflictos de interés.

Financiamiento:

El estudio ha sido financiado por los autores.

Revisión de Pares:

Recibido: 12-06-2024

Aceptado: 15-09-2025

Citar como:

Reyes-Ruiz E, Argomedeo-Nolasco A, Arribasplata-Gonzales M, Angulo-Nizama M, Aldana-Carrasco J, Acuña-Centurión K, Bejarano de la Cruz M, Aspiros-Anticona J, Casós-Portocarrero K, Larios-Canto A. Revisión Bibliográfica del Cushuro como fuente de hierro. Rev méd Trujillo.2025;20(4):156-161.

DOI: <https://doi.org/10.17268/rmt.2025.v20i4.7138>



2025. Publicado por Facultad de Medicina, UNT.

Este es un artículo de libre acceso, bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0.

DOI: <http://dx.doi.org/10.17268/rmt>

QJS: <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/RMT/>

RESUMEN

El presente artículo analiza las características nutricionales y beneficios del cushuro, una alga andina peruana. Este recurso natural, rico en proteínas, hierro, minerales y vitaminas, crece en cuerpos de agua de regiones andinas y presenta un gran potencial para combatir la anemia, una condición prevalente en niños pequeños que afecta su desarrollo cognitivo y emocional. Investigaciones han demostrado su alto valor nutricional y su aptitud para el consumo humano, destacando su capacidad para mejorar la salud pública en áreas rurales y urbanas de Perú. Se realizó una revisión narrativa mediante búsqueda estructurada en bases de datos científicas (PubMed, SciELO, Google Scholar) y textos de bioquímica médica, seleccionando fuentes relevantes y actualizadas entre 2000 y 2025. Se emplearon descriptores clave en español e inglés, aplicando criterios de pertinencia, actualidad y rigurosidad científica. El cushuro, que se recolecta en estado silvestre, es accesible y de bajo costo, beneficiando especialmente a las personas de bajos recursos. Además, puede ser incorporado en una variedad de platos debido a su sabor neutro y forma gelatinosa, y posee aplicaciones medicinales importantes, fortaleciendo el sistema óseo, estabilizando el sistema nervioso y mejorando la coagulación sanguínea. La absorción y metabolismo del hierro, esenciales para la síntesis de hemoglobina, subrayan aún más la relevancia del cushuro como una solución nutritiva y sostenible para abordar la anemia y mejorar la salud general.

Palabras Clave: Nostoc [Cushuro], Hierro, Proteínas, Anemia. (Fuente: DeCS BIREME).

SUMMARY

This article analyzes the nutritional characteristics and benefits of cushuro, a Peruvian Andean algae. This natural resource, rich in proteins, iron, minerals, and vitamins, grows in water bodies of Andean regions and presents great potential to combat anemia, a prevalent condition in young children that affects their cognitive and emotional development. Research has demonstrated its high nutritional value and suitability for human consumption, highlighting its capacity to improve public health in rural and urban areas of Peru. A narrative review was conducted through a structured search in scientific databases (PubMed, SciELO, Google Scholar) and medical biochemistry textbooks, selecting relevant and up-to-date sources published between 2000 and 2025. Keywords in Spanish and English were used, and inclusion criteria included thematic relevance, scientific rigor, and source currency. Cushuro, which is harvested in the wild, is accessible and low-cost, particularly benefiting low-income individuals. Additionally, it can be incorporated into a variety of dishes due to its neutral taste and gelatinous form, and it has important medicinal applications, such as strengthening the bone system, stabilizing the nervous system, and improving blood coagulation. The absorption and metabolism of iron, essential for hemoglobin synthesis, further emphasize the relevance of cushuro as a nutritious and sustainable solution to address anemia and improve overall health.

Key words: Nostoc [Cushuro], Iron, Proteins, Anemia. (Source: MeSH).

INTRODUCCIÓN

El cushuro, también conocido como "murmunta", "llullucha", "crespito", "llyta", entre otros nombres, es un tipo de alga (colonia de cianobacterias) andina peruana que se encuentra en diversos entornos acuáticos como lagos, manantiales y otros cuerpos de agua. A través de análisis químicos, se ha demostrado que es una fuente rica en hierro y proteínas, lo que lo convierte en un alimento accesible para la población. Desde una perspectiva nutricional, es un complemento ideal para enriquecer alimentos con hierro. Este recurso natural renovable se desarrolla en diferentes medios acuíferos ubicados en varios departamentos de Perú, incluyendo Ancash, Amazonas, Cajamarca, Cuzco, Huancayo, Junín, La Libertad, Puno, Cerro de Pasco y parte de la selva de Huánuco [1].

La anemia es una condición común en bebés y niños, afectando aproximadamente a una cuarta parte de los menores de cinco años afectados en 2016. Esta condición se relaciona con un mayor riesgo de enfermedades y muerte en los niños pequeños. Existen diversas causas de anemia, tanto hereditarias como adquiridas, que varían entre las poblaciones. Es importante destacar que la anemia no es una enfermedad específica, sino más bien un conjunto de condiciones patológicas diversas. Se define cuantitativamente por una disminución en el número de glóbulos rojos circulantes o funcionalmente cuando estos no son suficientes para satisfacer las demandas metabólicas de oxígeno. Investigaciones recientes han revelado que el cushuro contiene un alto porcentaje de proteínas, carbohidratos y minerales, así como ácidos grasos esenciales y vitaminas. Estos componentes podrían contribuir significativamente a mejorar el estado nutricional y combatir la anemia, especialmente en niños pequeños [2].

En los antecedentes internacionales se tiene a la investigación de Garófago y Lovato (2020) que desarrolló un producto alimenticio basado en cushuro con modificaciones físico-químicas que consisten en su deshidratación a diferentes temperaturas y tiempos, en el cual se establece que el cushuro desarrollado es apto para su industrialización, para el consumo humano y tiene valores nutricionales muy favorables para el organismo [3]. Además, información de Paucar-Mechano, et al. dan a conocer que una mezcla ternaria de harinas de trigo, pseudocereales germinados y cushuro en determinados porcentajes de concentración podría potenciar la calidad nutricional y propiedades promotoras de la salud que por separado [4].

El género *Nostoc* ha ganado atención internacional como fuente de biomasa funcional y nutrientes esenciales. En China, se caracterizó a *Nostoc commune* como productor de polisacáridos con actividad antioxidante y antiinflamatoria, reforzando su potencial como alimento funcional y suplemento natural [5]. Asimismo, en Portugal se evaluó el cultivo controlado de *Nostoc sp.* bajo diferentes condiciones de luz y nutrientes, obteniéndose biomasa con 10,8% de proteínas y niveles significativos de ficobiliproteínas, con aplicaciones potenciales en biotecnología y producción de alimentos sostenibles [6].

En los antecedentes nacionales tenemos el estudio de Sosa (2021) en su investigación sobre la calidad nutricional del producto obtenido por deshidratación osmótica de cushuro; sometió a inmersión de soluciones de sacarosa el sustrato con ciertos parámetros y se llegó a la conclusión de que el cushuro a 50 Brix es el más aceptado [3].

Carrasco KA y Delgado CF en Lambayeque Perú (2024) investigaron el impacto de incorporar cushuro (*Nostoc sphaericum*) en la formulación de yogures bebibles,

revelando que la adición de tan solo un 10% de mermelada de cushuro incrementa sustancialmente los niveles de proteínas y hierro en el producto final. Estos hallazgos se complementan con otras investigaciones que confirman el alto contenido de hierro del cushuro, estimado en 15.72 mg/100g en muestras secas, y su capacidad para elevar los niveles de hemoglobina en escolares, contribuyendo así a la lucha contra la anemia por deficiencia de hierro [7].

En un estudio realizado por Corpus-Gomez et al. sobre el cushuro se encontró que este posee entre 83,6 mg de hierro por cada 100g de muestra deshidratada, además es rico en aminoácidos esenciales, vitaminas del complejo B y puede llegar a contener 42% de proteínas. Estas características refuerzan su potencial como "alimento del futuro" por su versatilidad nutricional [8].

En Perú, se ha observado un creciente interés en abordar el problema de la anemia dentro de las políticas de salud pública, especialmente en relación con su impacto en niños de 6 a 35 meses de edad, con tasas significativas tanto en áreas rurales como urbanas. La incidencia más alta se concentra en regiones como Puno, Cusco y Huancavelica. Esta preocupación se basa en evidencia que sugiere que la anemia afecta el desarrollo cognitivo y emocional de los niños, según informes del INEI y estudios realizados por Zavaleta y Astete-Robilliard.

Una estrategia para abordar esta problemática es la exploración de alternativas alimenticias ricas en nutrientes, aprovechando los recursos naturales disponibles en el país. Entre estas alternativas, se destaca el cushuro, una variedad de cianobacteria que se encuentra en las regiones montañosas por encima de los 3000 metros, conocida por su alto contenido de proteínas, calcio y hierro, y a bajo costo. Diversos estudios han demostrado su valor nutricional, así como su presencia en otras partes del mundo, incluidas Asia, Europa y Sudamérica, donde se consume principalmente en Perú y Bolivia, población mundial, con casi la mitad de los niños [9,10,11].

Debido a estas condiciones, resulta necesario explorar la capacidad del cushuro para enfrentar el problema de salud pública de la anemia ferropénica en poblaciones vulnerables. Por ello, el presente trabajo tiene por objetivo conocer la composición nutricional y características bioquímicas del cushuro, con la finalidad de promover su uso en las políticas de salud pública y así reducir las tasas de anemia ferropénica y desnutrición.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una revisión narrativa en las bases de datos PubMed, SciELO y Google, empleando descriptores DeCS/MeSH en español e inglés: "Nostoc" (Cushuro), "hierro", "anemia", en el periodo 2000–2025. Se incluyeron artículos originales, revisiones, tesis y reportes académicos con datos sobre composición nutricional del cushuro, metabolismo del hierro, aplicaciones alimentarias y potencial frente a la anemia, en español o inglés y con acceso completo. Se excluyeron duplicados y textos de divulgación sin respaldo científico. Se incluyó texto la base teórica se consultaron libros de bioquímica médica (Harper, Lippincott, Baynes), y en el caso de publicaciones en inglés se usó traducción en línea.

CONTENIDO

Definiciones.

El Cushuro, murmunta, llullucha, crespito, llyta o *Nostoc sphaericum*, en quechua significa "crespo" por su aspecto, color y consistencia; además, hay que destacar que sale tras

la lluvia. Conforma colonias esféricas que luego se aplanan, de color verde oliva o pardo verdoso. Está presente en agua dulce, en lagunas y ríos.

Está conformado por colonia de cianobacterias de color verde que proviene de la clorofila y azul que deriva de la ficocianina en relación a la fotosíntesis. El cushuro es gelatinoso y esférico, poseen aspecto de uvas traslúcidas y su diámetro varía de 10 a 25 mm.



Figura 1. Cushuro.

Fuente:

<https://www.industriaalimentaria.org/blog/contenido/cushuro-conoce-el-alga-peruana-que-es-considerada-el-alimento-del-futuro>

Hábitat y capacidad de supervivencia.

Son ubicuas y cosmopolitas, formando colonias tanto microscópicas como macroscópicas en diversas zonas terrestres y bentónicas. Viven en diferentes ambientes acuáticos, sobre rocas y suelos húmedos, y también en áreas altas desde los 3000 a 5000 metros sobre el nivel del mar, donde hay lagunas de aguas cristalinas ricas en nitrógeno, cloruro de calcio, sulfatos de magnesio y otros elementos, lo cual favorece su crecimiento; además, son resistentes a la radiación ultravioleta, lo que favorece su fotosíntesis. Proliferan especialmente durante la temporada de lluvias, lo que permite que se rehidraten para salir del estado latente, formando colonias gelatinosas esféricas que flotan en las superficies de lagos y lagunas. Estos se encuentran en ambientes muy húmedos de la región altoandina, en departamentos como Ancash, Junín, Cajamarca, Huánuco, Cusco y Puno.

Estas especies primitivas han existido durante millones de años, adaptándose desde zonas semidesérticas hasta glaciares antárticos. No son exclusivas de los Andes Peruanos, ya que tanto esta especie como otras del género *Nostoc* se utilizan de manera similar en regiones como Noruega, China o Indonesia, siendo aprovechadas por pueblos tradicionales desde tiempos ancestrales [12].

Recolección.

No necesitan tierras arables ni agua potable para su desarrollo. No se cultivan, sino que se recolectan en su estado silvestre. Es importante que la recolección no supere la tasa de regeneración para evitar la depredación. Esta forma de crecimiento silvestre también hace que su obtención sea de bajo costo, lo cual es beneficioso para personas de bajos recursos y puede incentivar su consumo.

Composición nutricional.

Diversas especies del Cushuro contienen entre 35 a 42% de proteínas, grasas y minerales tales como Calcio, Fósforo, Hierro, Sodio y Potasio. También, contiene aminoácidos esenciales como Histidina, Metionina, Treonina, Triptófano, Cisteína y Valina. Además de ser rico en vitamina Tiamina, Riboflavina, Ácido Pantoténico y Biotina. Su contenido nutricional por cada 100 gramos de Cushuro se describe en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Contenido nutricional del Cushuro por cada 100 g de Cushuro.

Contenido	Por cada 100 gramos
Energía	320,5 kcal
Proteína	30 g
Grasa Total	0.5 g
Carbohidratos	50 g
Calcio	145 mg
Fósforo	64 mg
Hierro	83,6 mg
Tiamina	0,2 mg
Riboflavina	0,41 mg

Fuente: Cushuro (*Nostoc sphaericum*): Hábitat, características fisicoquímicas, composición nutricional, formas de consumo y propiedades medicinales, 2020.

Cushuro en productos alimenticios.

El consumo de cushuro podría mejorar significativamente la calidad de vida de la población peruana, tanto en términos de salud como de nutrición, siendo una excelente alternativa para combatir anemias. A simple vista, el cushuro se presenta como pequeñas esferas gelatinosas similares al agar agar, con un sabor neutro que le permite combinarse fácilmente con otros alimentos. Esta versatilidad hace que pueda ser incorporado en una amplia variedad de platos, incluyendo sopas, guisos, mermeladas, entradas, mazamorras, bebidas, postres y ensaladas.

Aplicaciones en la Medicina.

Respecto a sus aplicaciones en medicina, destaca por sus propiedades curativas, al fortalecer el sistema óseo, debido a la interacción de su alto contenido de fósforo que previene la osteoporosis; al estabilizar al sistema nervioso, debido a su contenido de vitaminas como Tiamina y Ácido pantoténico; además, de permitir un adecuado mecanismo de la coagulación sanguínea y contrarrestar la anemia al tener un elevado contenido de Calcio, Hierro y Fósforo, los cuales son esenciales en la participación de la cascada de coagulación como en la absorción y transporte de hierro para la formación de glóbulos rojos [1].

Si bien el cushuro posee múltiples aplicaciones medicinales, desde el fortalecimiento óseo hasta la estabilización del sistema nervioso, su propiedad más destacada en el contexto de la salud pública peruana es su elevado contenido de hierro. Para comprender a cabalidad el potencial de este recurso en la lucha contra la anemia, es esencial primero revisar los mecanismos bioquímicos que regulan el metabolismo del hierro en el organismo humano.

Hierro. - Metabolismo y absorción en el aparato digestivo.

El metabolismo y la absorción del hierro son procesos cruciales y altamente regulados en el organismo humano, esenciales para mantener la homeostasis. El hierro se ingiere en dos formas; hemo, proveniente de fuentes animales, y no hemo, de fuentes vegetales. El hierro hemo se absorbe directamente en los enterocitos del intestino delgado, mientras que el hierro no hemo requiere reducción de Fe^{3+} a Fe^{2+} antes de su absorción por transportadores específicos como Transportador de metales divalentes - 1 (DMT1, por sus siglas en inglés). La absorción está finamente regulada por la hormona hepcidina, que controla la liberación de hierro desde los enterocitos a la circulación mediante la degradación de la ferroportina, una proteína que permite la salida Fe^{2+} . Una vez en la sangre, el hierro se transporta a diversos tejidos unido a una proteína, la transferrina; siendo este metal crucial para la síntesis de hemoglobina en la

médula ósea. El hierro no utilizado se almacena principalmente en el hígado dentro de la ferritina [13].

El cuerpo recicla eficientemente el hierro de los eritrocitos envejecidos a través de los macrófagos del sistema reticuloendotelial, asegurando un balance adecuado y minimizando las pérdidas diarias. Este delicado equilibrio garantiza que el hierro esté disponible para funciones vitales y que sus niveles se mantengan dentro de un rango saludable, evitando tanto la deficiencia como el exceso tóxico [14].

El hierro inorgánico es transportado al interior de los enterocitos por un DMT-1, este hierro al unirse a ferritina se acumula en el citoplasma de la célula. La ferroportina libera el hierro del enterocito hacia el plasma sanguíneo donde se une a transferrina. Esta ferroportina está regulada por la hepcidina, el cual es secretado por el hígado cuando las concentraciones de hierro son normales. Ante situaciones de hipoxia, anemia o hemorragia la hepcidina se reduce, lo que ocasiona mayor síntesis de ferroportina. Solo se absorbe menos del 10% del hierro consumido, siendo este en estado ferroso (Fe^{2+}) [15].

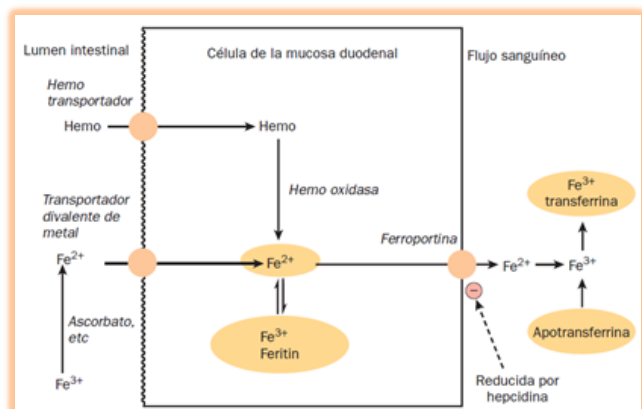


Figura 3. Digestión y metabolismo del grupo Hemo.

Fuente: Peter J. Kennelly. Harper bioquímica ilustrada. 32 edición. USA: Mc Graw Hill LANGE; 2024.

Hemoglobina. - Síntesis.

La síntesis de hemoglobina es un proceso biológico fundamental que depende de la correcta formación de sus dos componentes clave: las cadenas de globina y el grupo hemo. Mientras que las globinas son las porciones proteicas, la síntesis del grupo hemo es el paso directamente dependiente del hierro. Este proceso culmina con la inserción de un ión de hierro en estado ferroso (Fe^{2+}) en una molécula de protoporfirina III, una reacción catalizada por la enzima ferroquelatasa [13]. El mecanismo de formación del grupo HEM se detalla en la Figura 4:

Importancia.

La disponibilidad de hierro regula la producción de hemo y, consecuentemente, la síntesis de hemoglobina. Cuando los niveles de hierro son bajos, la síntesis de hemo disminuye, lo que afecta la producción de hemoglobina. El hierro es esencial para la formación de hemoglobina debido a su papel central en la síntesis del grupo hemo y su capacidad para unirse y transportar oxígeno. Por lo que, un déficit de hierro compromete de manera directa la síntesis de hemoglobina, lo que conlleva a una anemia y a una disminución en la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre [15].

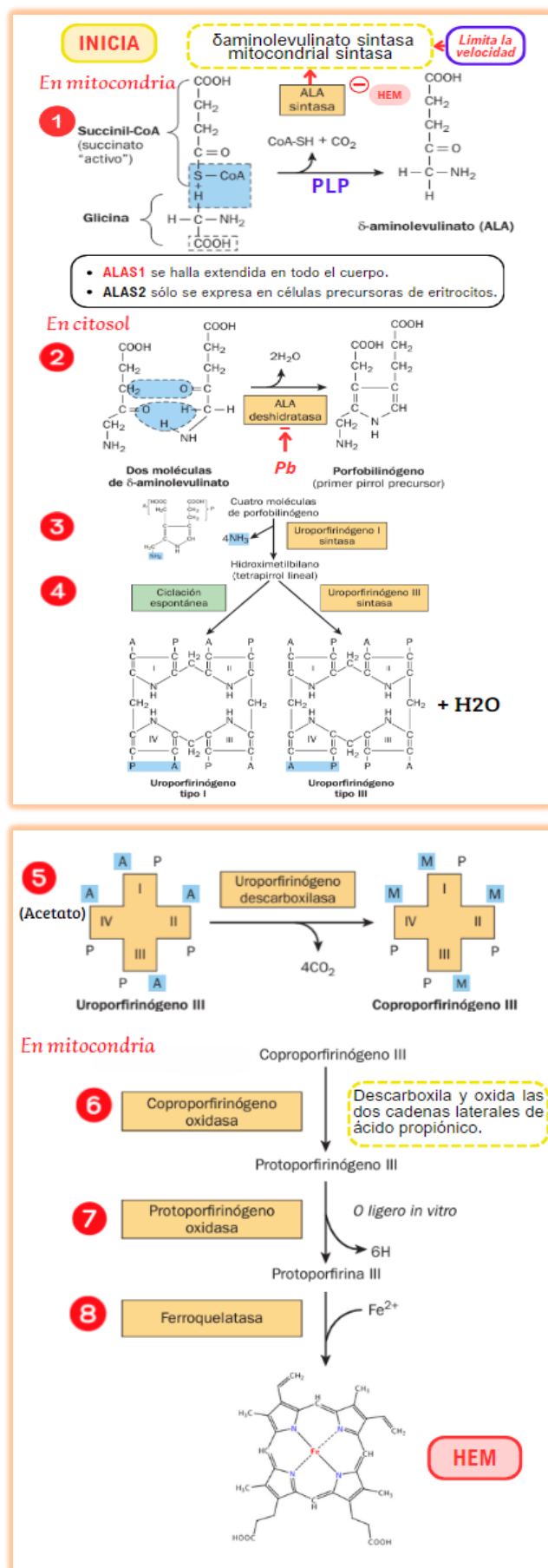


Figura 4. Síntesis del grupo HEM.

Fuente: Imagen adaptada de Peter J. Kennelly. Harper bioquímica ilustrada. 32 edición. USA: Mc Graw Hill LANGE; 2024.

Anemia.

Podemos definirla según la Organización Mundial de Salud (OMS), como un nivel de hemoglobina por debajo de 11 g/dL. Este es un problema de salud pública en Perú, sobre todo en los niños menores de cinco años. La prevalencia de anemia en niños de 6 a 35 meses fue de 43.6% y 43.8% entre el 2016 y 2017, según la encuesta demográfica de salud familiar (ENDES). En el año 2021 se vió que la prevalencia de anemia en niños menores de cinco años, en Perú, aumentó en un 5.9%, convirtiéndose en un problema de salud pública severo [16].

Esta tiene diferentes causas, siendo algunas: Desnutrición, malnutrición crónica y la pobreza. La anemia tiene diferentes formas, entre ellas está: Anemia ferropénica, Anemia perniciosa, Anemia hemolítica, Anemia inflamatoria, Anemia megaloblástica, Talasemia, entre otras. Siendo la primera de las mencionadas, la más común de todas, que se da por deficiencia de hierro, un elemento clave para la síntesis de hemoglobina. Se distingue por la presencia de eritrocitos hipocrómicos y microcíticos, por lo que la persona manifiesta fatiga, palidez y reducción de su capacidad para realizar ejercicio [17,18].

Bioquímicamente, en este tipo de anemia los niveles de hierro son bajos, donde los eritrocitos exhiben elevados niveles del transferrina de superficie 1, al igual que déficit en la incorporación de hierro, por la enzima ferroquelatasa [15].

Los biomarcadores de diagnóstico son el aumento de los niveles de proteína del receptor soluble de transferrina (sTfR, sus siglas en inglés) y la acumulación de protoporfirina III de glóbulos rojos.

Las pruebas de laboratorio que se pueden utilizar para evaluar este tipo de anemia son [15]. **1) Ferritina sérica:** Donde lo normal es 50-200 µg/dL y en la afección está menor de 15 µg/dL. **2) Capacidad de fijación total de hierro:** Lo normal es de 300 - 360 µg/dL y el paciente presenta un aumento por encima de los 400 µg/dL. **3) Hierro sérico:** Lo normal va de 50-150 µg/dL y la persona tiene niveles menores a 30 µg/dL. **4) Saturación de transferrina:** Esta se mide en porcentajes, normalmente va en un rango entre 30-50 %, pero en la persona esta menor a 10 %. **5) Morfología de glóbulos rojos:** A través del microscopio observamos eritrocitos hipocrómicos y microcíticos. **6) Hemoglobina en reticulocitos:** Es un método seguro para estimar déficit de hierro [19].

Cushuro en Anemia Ferropénica.

La composición nutricional del cushuro destaca por su alto contenido proteico, que oscila entre 35% y 42%. No obstante, el componente de mayor interés para la salud pública, el hierro, presenta una notable variabilidad en la literatura científica. Mientras algunos estudios reportan valores de 15.72 mg/100g, otros alcanzan hasta 83.6 mg/100g en muestras deshidratadas. Esta marcada diferencia, que representa más de cinco veces la concentración entre un extremo y otro, subraya una brecha crítica en el conocimiento actual. Dicha heterogeneidad podría atribuirse a factores ambientales como la composición mineral del agua de las lagunas, la altitud, la estacionalidad de la recolección, e incluso a diferencias en los métodos de deshidratación y análisis fitoquímico empleados. Por lo tanto, la estandarización de estos métodos es un paso indispensable antes de poder establecer una recomendación nutricional sólida basada en el cushuro.

En términos de aplicabilidad, se han realizado experiencias exitosas incorporando cushuro en alimentos procesados, como yogures y pastas enriquecidas, logrando incrementar

su aporte de hierro y proteínas. Esto sugiere una factibilidad tecnológica para su inclusión en productos de consumo masivo. Sin embargo, persiste una brecha crítica: la ausencia de ensayos clínicos en niños que demuestren mejoras en hemoglobina o ferritina sérica tras su consumo.

Otro punto relevante es la biodisponibilidad del hierro no hemo. Aunque el contenido total es elevado, no existen estudios que evalúen su absorción efectiva en humanos ni los posibles inhibidores (fitatos, polifenoles) que puedan reducirla. Esto implica que la capacidad real del cushuro para combatir la anemia infantil podría estar sobreestimada si solo se consideran los análisis fisicoquímicos.

CONCLUSIONES

El presente análisis evidencia que el *cushuro* (*Nostoc sphaericum*) constituye un recurso nutricional prometedor por su elevado contenido de hierro y proteínas, lo que lo convierte en un candidato potencial para estrategias de prevención y control de la anemia ferropénica en población infantil. Sin embargo, los resultados disponibles muestran una amplia variabilidad en la concentración de hierro reportada (15–83 mg/100 g), atribuible a factores ambientales, regionales y metodológicos. Esta heterogeneidad limita la posibilidad de establecer valores de referencia consistentes y plantea la necesidad de estandarizar los métodos de análisis.

Asimismo, si bien se ha documentado la factibilidad de incorporar cushuro en productos alimenticios de consumo masivo, aún no se dispone de ensayos clínicos controlados que evalúen de manera directa su impacto en los niveles de hemoglobina y ferritina en niños menores de cinco años. Tampoco se ha analizado con rigurosidad la biodisponibilidad del hierro no hemo presente en este recurso, lo que constituye una limitación crítica para su aplicación en salud pública.

En resumen, a pesar de que el cushuro (*Nostoc sphaericum*) es un recurso nutricional notablemente prometedor debido a su alto contenido de proteínas y hierro, actualmente los datos científicos son insuficientes para respaldar su uso a gran escala en políticas de salud pública. El problema fundamental no es el potencial, sino la evidente ausencia de evidencia clínica sólida y la considerable falta de consenso sobre los datos relacionados con su composición.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Anghelo Corpus-Gomez ; Marlon Alcantara-Callata ; Heydy Celis-Teodoro; Brayan Echevarria-Alarcón ; Juan Paredes-Julca ; Luz María Paucar-Menacho. Cushuro (*Nostoc sphaericum*): Hábitat, características fisicoquímicas, composición nutricional, formas de consumo y propiedades medicinales. *Agroindustrial Science*. 2021. 11(2): 231-238.
- [2] Zavaleta N, Astete-Robilliard L. Efecto de la anemia en el desarrollo infantil: consecuencias a largo plazo. *Rev Peru Med Exp Salud Publica* [Internet]. 2017 [cited 2024 Jun 8];34(4):716–22. Available from: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342017000400020
- [3] Muñoz Alejo, KN. Efecto de la temperatura y tiempo en la deshidratación del Cushuro (*Nostoc commune*) mediante bandejas en las propiedades fisicoquímicas. [Tesis]. 2021. Huancavelica Perú
- [4] Paucar-Menacho LM, Vásquez Guzmán JC, Simpalo-Lopez WD, Castillo-Martínez WE, Martínez-Villaluenga C. Enhancing nutritional profile of pasta: The impact of sprouted pseudocereals and cushuro on digestibility and health potential. *Foods* [Internet]. 2023 [citado el 9 de junio de 2024];12(24):4395. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/foods12244395>
- [5] Wang X, Yang Z, Liu Y, Wang X, Zhang H, Shang R, et al. Structural characteristic of polysaccharide isolated from *Nostoc commune*, and

- their potential as radical scavenging and antidiabetic activities. *Sci Rep*. 2022;12:22155. doi:10.1038/s41598-022-26802-x
- [6] Mougá T, Pereira J, Moreira V, Afonso C. Unveiling the cultivation of *Nostoc* sp. under controlled laboratory conditions. *Biology*. 2024;13:306. doi:10.3390/biology13050306
- [7] Carrasco Taboada KA, Delgado Perez CF. Efecto de la adición de cushuro (*Nostoc sphaericum*) en un yogurt bebible para aumentar sus niveles de hierro y proteína [Tesis]. Lambayeque-Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias; 2024 [citado 2025 Jul 30]. Disponible en: <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/13971>
- [8] Corpus-Gómez A, Alcántara-Callata M, Celis-Teodoro H, Echevarría-Alarcón B, Paredes-Julca J, Paucar-Menacho LM. Cushuro (*Nostoc sphaericum*): Hábitat, características fisicoquímicas, composición nutricional, formas de consumo y propiedades medicinales. *Agroind Sci*. 2021;11(2):231–238. doi:10.17268/agroind.sci.2021.02.13
- [9] Méndez-Ancca S, Pepe-Victoriano R, Gonzales HHS, Zambrano-Cabanillas AW, MarínMachuca O, Rojas JCZ, et al. Evaluación fisicoquímica del cushuro (*Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault) en la región de Moquegua con fines alimentarios. *Alimentos* [Internet]. 2023 [citado el 14 de mayo de 2024];12(10):1939. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37238756/>
- [10] Alegre Coveñas, R. Ojeda Pereda, M. Acuña Leiva, A. (2020) Analisis proximal y contenido de hierro y calcio de *Nostoc sphaericum* "cushuro" deshidratado procedente de la laguna de Conococha, Catac – Huaraz. *UCV-Scientia* (12) 2, pág 137-149. disponible en: www.doi.org/10.18050/ucv.v.12i2.2607
- [11] Potencial exportador del cushuro en la Región Ancash [Internet]. *Revista Digital USMP FCARRHH*. 2023 [citado el 9 de junio de 2024]. Disponible en: <https://www.administracion.usmp.edu.pe/revista-digital-usmp/numero-7/potencial-exportador-del-cushuro-en-la-region-ancash/>
- [12] Vilchez-Palomino H. Efecto de la Temperatura Sobre la Capacidad Antioxidante del Cushuro (*Nostoc commune*). Tesis Pregr Univ Alas Peru Perú. 2017;1–99.
- [13] Hall JE. Guyton Y Hall. *Tratado de Fisiología Médica*. 14a ed. Elsevier; 2021.
- [14] Metabolismo del hierro: Absorción, transporte, reciclado y almacenamiento [Internet]. *CardioTeca*. [cited 2024 Jun 8]. Available from: <https://www.cardioteca.com/metabolismo-del-hierro.html>
- [15] Harper H. *Bioquímica ilustrada*, 32e. Madrid: 32 edición. USA: Mc Graw Hill LANGE; 2024.
- [16] INEI. Instituto Nacional de Estadística e Informática [Internet]. [citado el 20 de mayo de 2024] Gob.pe. Disponible en: <https://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/desnutricion-cronica-afecto-al-129-de-la-poblacion-menor-de-cinco-anos-de-edad-en-el-ano-2017-10773/>
- [17] Causas y factores de riesgo [Internet]. NHLBI, NIH. [citado el 20 de mayo de 2024] Disponible en: <https://www.nhlbi.nih.gov/es/salud/anemia/causas>
- [18] Anemia por deficiencia de hierro [Internet]. NHLBI, NIH. [citado el 3 de junio de 2024]. Disponible en: <https://www.nhlbi.nih.gov/es/salud/anemia/anemia-ferropenica>
- [19] Mateos González ME, de la Cruz Bértolo J, López Laso E, Valdés Sánchez MD, Nogales Espert A. Revisión de los parámetros hematológicos y bioquímicos para identificar la ferropenia. *An Pediatr (Barc)* [Internet]. 2009;71(2):95–102. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anpedi.2009.04.004>
- [20] Carretero Colomer M. Tratamiento de la anemia ferropénica. Elsevier [Internet]. [citado el 2 de junio de 2024];29(4):76–7. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-tratamiento-anemiaferropenica-X0212047X10540745>
- [21] Bastos Oreiro M. Anemia ferropénica: Tratamiento. *Rev Esp Enferm Dig* [Internet]. Scielo [citado el 2 de junio de 2024];101(1):70–70. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1130-0108200900010001.