

Nostoc una alternativa como suplemento nutricional para combatir la anemia: RSL

Nostoc an alternative as a nutritional supplement to combat anemia: RSL

 **Mari Luz Canchari Suarez**

Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú

 **Marlene Juñuruco Flores**

Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú

 **Christian Omar Larrea Cerna**

Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú

 **Daniel Edgar Alvarado León**

Universidad Tecnológica del Perú, Perú

RESUMEN

El propósito de esta revisión sistemática fue investigar el potencial del alga Nostoc, también conocida Cushuro, como un suplemento nutricional en diversos productos alimenticios, y sus posibles beneficios para combatir problemas de salud pública, generalmente la anemia y la desnutrición. La metodología utilizada incluyó una revisión exhaustiva de fuentes teóricas y empíricas, con preguntas formuladas siguiendo el formato PICOC y el método PRISMA. Se establecieron palabras clave específicas y se desarrollaron ecuaciones de búsqueda en la base de datos Scopus. Además, se aplicaron criterios para seleccionar los artículos que cumplieran con los requisitos necesarios. Inicialmente, se encontraron 4932 estudios relevantes, y después de aplicar criterios metodológicos rigurosos, se seleccionaron 86 artículos que resultaron ser relevantes para esta investigación. El análisis de estos 30 artículos permitió obtener resultados significativos, destacando que 19 de ellos resaltan el potencial del Nostoc como suplemento nutricional en diversos productos alimenticios, incluyendo alimentos básicos de la canasta familiar. Asimismo, se subraya la advertencia sobre sus beneficios para combatir problemas de anemia y desnutrición. La discusión se enfoca en los posibles resultados obtenidos a partir de las preguntas planteadas en la revisión sistemática, utilizando la información recopilada de los artículos seleccionados. Se destaca el papel del Nostoc en una variedad de productos, además de su contribución a la gastronomía local al enriquecer platos tradicionales y diversificar la dieta. Esta revisión sistemática de literatura confirmó el potencial del alga Nostoc como suplemento nutricional en diferentes productos, presentando una alternativa prometedora para combatir problemas de salud pública como la anemia y la desnutrición, especialmente en la población infantil.

Palabras clave: Suplemento, Desnutrición, Anemia, Nostoc, Cushuro.

ABSTRACT

The purpose of this systematic review was to investigate the potential of Nostoc seaweed, also known as Cushuro, as a nutritional supplement in various food products, and its possible benefits in combating public health problems, generally anemia and malnutrition. The methodology used included an exhaustive review of theoretical and empirical sources, with questions formulated following the PICOC format and the PRISMA method. Specific keywords were established and search equations were developed in the Scopus database. In addition, criteria were applied to select articles that met the necessary requirements. Initially, 4932 relevant studies were found, and after applying rigorous methodological criteria, 86 articles were selected that turned out to be relevant to this research. The analysis of these 30 articles allowed significant results to be obtained, highlighting that 19 of them highlight the potential of Nostoc as a nutritional supplement in various food products, including basic foods in the family basket. Likewise, the warning about its benefits to combat problems of anemia and malnutrition is highlighted. The discussion focuses on the possible results obtained from the questions posed in the systematic review, using the information collected from the selected articles. The role of Nostoc in a variety of products is highlighted, in addition to its contribution to local gastronomy by enriching traditional dishes and diversifying the diet. This systematic literature review confirmed the potential of Nostoc seaweed as a nutritional supplement in different products, presenting a promising alternative to combat public health problems such as anemia and malnutrition, especially in the child population.

Keywords: Supplement, Malnutrition, Anemia, Nostoc, Cushuro.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la anemia y la desnutrición afecta a un gran número de personas. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), se estima que 293,1 millones de niños en edad preescolar padecen anemia a nivel mundial, debido a la ingesta insuficiente de alimentos ricos en proteínas, minerales y todos los aminoácidos esenciales (Ramos et al, 2023). Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2018), los niños que sufren problemas nutricionales tienen un mayor riesgo de desarrollar enfermedades comunes como infecciones respiratorias y diarrea a medida que crecen (FAO, 2018).

En el Perú la desnutrición y la anemia son problemas muy críticos en específico en niños de 6 a 35 meses de vida, presentando una incidencia elevada en el segmento poblacional. A nivel nacional, las tasas más altas de anemia se encuentran en Puno, con 69,9%, continuando Cuzco con 57,4% y otros departamentos con elevada tasa de anemia como Huancavelica, Ucayali, Loreto, Junín, Madre de Dios y Pasco (Méndez-Ancca et al., 2023). El 11,7% afectó a niños menores de 5 años lo cual fue una cifra mayor de 0,2 respecto al año 2021; esto a causa de no consumir alimentos ricos en los nutrientes que nuestro organismo lo requiere a lo largo de su desarrollo (INEI, 2022).

No obstante, es importante resaltar que el Perú cuenta con diversos recursos naturales dentro de las regiones,

alimentos ricos en nutrientes que al consumir como alimento natural o ingrediente en otros productos pueden ayudar a luchar contra enfermedades como desnutrición crónica y la anemia. Sin embargo, hay una gran escasez de beneficios de las riquezas naturales debido a muchos factores, como el desconocimiento de lo que se produce, el costo de productos alimenticios, un mal manejo de materias primas y de los recursos naturales debido a múltiples factores.

Un claro ejemplo es el Nostoc, por lenguas indígenas es llamada también como Yrurupa, Murmuta, Llullucha, Crespito, Llayta, etc. (Pérez-Lloréns, 2020). El Nostoc ha sido popular durante millones de años debido a su capacidad de adaptarse al cambio y por su potencial composición de hierro y calcio. Es una cianobacteria que se encuentra en lugares con climas extremos, desde desiertos hasta regiones más frías del mundo. Hasta el momento se han descubierto 70 especies con información taxonómica (Kahomy et al., 2021).

Por ende, centrarse en revisar el uso del Nostoc como suplemento nutricional en diversos productos es una opción que puede ayudar a combatir enfermedades de la anemia y la desnutrición (Méndez-Ancca et al., 2023). Considerando alimentos con suplementos nutricionales que pueden brindar una variedad de beneficios para la salud, como mejorar la provisión de los nutrientes que faltan en la dieta. Gracias a ello se puede promover el uso de los recursos locales como el

Nostoc mediante la producción de productos innovadores y nutritivos como las gomas comestibles. (Kahomy et al., 2021). El propósito de esta medida no es sólo promover la industrialización de estos recursos, sino también impulsar el desarrollo y crecimiento económico. Además, es posible ampliar el conocimiento de los valiosos nutrientes del Nostoc, resaltando sus valores nutricionales esenciales.

El objetivo de este artículo es realizar una revisión general del aprovechamiento del Nostoc como suplemento alimenticio en distintos productos y cómo esta tiene efectos en enfermedades relacionadas a la anemia y la desnutrición crónica.

METODOLOGÍA

En la siguiente investigación se empleó la metodología convencional que combina literatura teórica y empírica, así como juegos de palabras determinados para conseguir información significativa sobre el tema elegido de diversas fuentes. Este método se empleó para comprender el campo del Nostoc, una alternativa como suplemento nutricional para combatir la anemia, pero debido a su amplio alcance también se puede utilizar en otras áreas como la nutrición y sus beneficios para la salud. Se estableció una secuencia de estrategias que incluyó la formulación de preguntas, la definición de palabras clave y el desarrollo de ecuaciones de búsqueda para las revisiones de la literatura.

Formulación de preguntas de investigación:

Uno de los métodos más comunes para construir preguntas de investigación es el modelo PICOC (Problema, Intervención, Comparación, Resultado y Contexto). Este formato se utiliza para facilitar la comprensión y la comunicación en campos científicos y aplicados. El objetivo es facilitar la formulación de preguntas que aborden de manera clara y efectiva todos estos elementos, abordando así el tema de investigación con mayor precisión y detalle (Sánchez-Martín et al, 2023). El formato se utiliza para describir los puntos importantes del metaanálisis. Puesto que la investigación se fundamenta en Nostoc, una alternativa como suplemento nutricional para combatir la anemia, se expone la interrogante central de la investigación, o dicho de otra manera ¿Qué impacto tiene el aprovechamiento y el consumo eficiente del Nostoc como suplemento nutricional en diversos productos alimenticios para combatir enfermedades como la anemia, desnutrición crónica

en diferentes grupos poblaciones y dentro de la industria alimentaria? Dado que hay tantos artículos sobre este tema, y para responder a la pregunta anterior, también se formularon varias interrogantes adicionales, descritas a continuación.

Pregunta General:

Q1: ¿Qué impacto tiene el aprovechamiento y el consumo eficiente del Nostoc como suplemento nutricional en diversos productos alimenticios para combatir enfermedades como la anemia, desnutrición crónica en diferentes grupos poblaciones y dentro de la industria alimentaria?

Preguntas Específicas:

RQ1. ¿Consumir alimentos suplementados a base de Nostoc tiene efectos sobre la anemia y la desnutrición u otro tipo de enfermedades (cancerígenas, dermatológicas, etc.)?

RQ2: ¿Qué tipo de Nostoc se utilizó como suplemento nutricional del producto?

RQ3: ¿Existen productos donde se ha utilizado el Nostoc como suplemento nutricional?

Especificación de palabras clave:

En la búsqueda sistemática, se aplicaron muchas palabras claves en idioma español e inglés, con el propósito de adaptarse al tema de investigación; algunos ejemplos son: Nostoc, anemia, desnutrición, alimentación deficiente, etc. Es importante señalar que, para obtener resultados de búsqueda óptimos, es necesario utilizar combinaciones de estas palabras clave con operadores booleanos, especialmente entre comillas. En este nivel, se descartaron los resultados de la primera búsqueda que no se relacionaron con el tema. Tras revisar todas estas palabras clave, se tuvieron en cuenta para cada una de las categorías de la matriz PICOC.

Tabla 1

Matriz PICOC

Metodología	Descripción	Palabras Clave en español	Palabras clave en Inglés
P Problema	La falta de aprovechamiento de los recursos naturales y la ingesta insuficiente de alimentos ricos en nutrientes, como el Nostoc, conduce al desarrollo de enfermedades como la anemia y desnutrición crónica en diversos grupos de la población incluyendo niños, adolescentes, adultos mayores y madres gestantes. (Nostoc)	<ul style="list-style-type: none"> • Nostoc • Anemia • Desnutrición • Alimentación deficiente 	<ul style="list-style-type: none"> • Nostoc • Anemia • Malnutrition • Poor nutrition
I Intervención	Diagnóstico del uso del Nostoc en productos como suplemento nutricional y su efecto sobre las enfermedades de anemia y la desnutrición crónica. (Suplemento nutricional)	<ul style="list-style-type: none"> • Nostoc • Suplemento nutricional • Usos del Nostoc • Productos del Nostoc 	<ul style="list-style-type: none"> • Nostoc • Nutritional supplement • Uses del Nostoc • Nostoc Products
C Comparación	El Nostoc, un alga notable por sus destacadas propiedades nutricionales será comparado con los productos elaborados a partir de él, tales como harinas, gomitas comestibles, micro cápsulas entre otros. Esto como alternativa de solución sobre la anemia y desnutrición crónica. (Propiedades nutricionales del Nostoc).	<ul style="list-style-type: none"> • Nostoc • Alga • Industria alimentaria • Alimento funcional • Propiedades nutricionales del Nostoc 	<ul style="list-style-type: none"> • Nostoc • Alga • Food industry • Functional food • Nutritional properties of Nostoc
O Resultado	El aprovechamiento del Nostoc como suplementos nutricionales en gomitas comestibles, harinas, entre otros. (Aprovechamiento del nostoc). (Aprovechamiento del Nostoc)	<ul style="list-style-type: none"> • Productos finales a partir del Nostoc • Anemia • Aprovechamiento del Nostoc • Nostoc • Suplemento nutricional 	<ul style="list-style-type: none"> • Final products from Nostoc • Anemia • Use of Nostoc • Nostoc • Nutritional supplement
C Contexto	Desarrollo de productos, combate a la desnutrición, innovación alimentaria.	<ul style="list-style-type: none"> • Combate a la desnutrición • Innovación alimentaria • Desarrollo de productos 	<ul style="list-style-type: none"> • Product development • Fight malnutrition • Food innovation

Formulación / selección de ecuaciones y motores de búsqueda:

Para lograr una búsqueda clara y precisa, es importante realizar una serie de ecuaciones que enlazan las palabras clave utilizando operadores booleanos ("), OR y AND, con el fin de evitar resultados irrelevantes en los artículos o publicaciones encontrados. El motor de búsqueda seleccionado por su alta importancia en el campo es SCOPUS. En la tabla se muestran los resultados de los artículos de investigación según las ecuaciones y motores de búsqueda seleccionados.

Tabla 2*Ecuaciones de búsqueda*

<i>BASE DE DATOS</i>	<i>PALABRAS /ECUACIÓN DE BÚSQUEDA</i>	<i>RESULTADOS</i>
<i>SCOPUS</i>	("Nostoc" or "Anemia" or "Malnutrition" or "Poor nutrition") AND "Nostoc" or "Nutritional supplement" or "Uses of Nostoc" or "Nostoc products") AND ("Nostoc" or "Alga" or "Food industry" or "Functional food" or "Nutritional properties of Nostoc") AND "Final products from Nostoc" or "Anemia" or "Use of Nostoc" or "Nostoc" or "Nutritional supplement") AND ("Product development "or "Fight malnutrition" or "Food innovation")	83

Una vez establecida la ecuación de búsqueda intuitiva en la base de datos, se logró obtener 4932 artículos de investigación. Posterior a ello se seleccionaron los siguientes criterios:

Criterio de inclusión y exclusión

Tras la búsqueda bibliográfica inicial realizada sin aplicar ningún tipo de filtros específicos en tipo de documentos, años, autores, temática, se realizó la metodología del diagrama PRISMA que nos ayudará en la elaboración del informe aplicando ciertos criterios de inclusión y exclusión de acuerdo con la búsqueda ideal aplicando filtros más focalizados al tema seleccionado. No obstante, es importante resaltar que la definición del diagrama PRISMA posibilita de manera concisa la presentación de estrategias que se puede utilizar para incluir, excluir y seleccionar todos los artículos encontrados (Mengist, Soromessa y Legese, 2020). Para la investigación realizada, los criterios de inclusión aplicados abordan artículos con información actualizada que concierne a los últimos 5 años, áreas temáticas como Ciencia Agrícola y Biología y todos que estén en acceso abierto. Por otro lado, se han limitado algunos documentos que conciernen a periodos posteriores de los 5 años y que están en proceso de publicación con la finalidad de no perjudicar la investigación. Respecto al idioma de las publicaciones y los países no se plantearon limitaciones. A continuación, se describen los siguientes criterios de inclusión y exclusión aplicados para el trabajo.

Criterios de inclusión

CI1: Artículos de los últimos 5 años (2019-2023)

CI2: Área temática: Ciencia Agrícola y Biología

CI3: Tipo de documento: Artículos

CI4: Idiomas: Todos

CI5: Países: Todos

CI6: Acceso abierto

Criterios de exclusión

CE1: Menores de 2018 y mayores del 2023 no ingresan

CE2: Área temática: Bioquímica, Genética y Biología Molecular; Inmunología y Microbiología; Medicamentos; Farmacología, Toxicología; Energía, Ingeniería Química; Profesionales de la salud.

CE3: Tipo de documento: Revisar, Documento de sesión, Editorial.

CE4: País: Ninguno

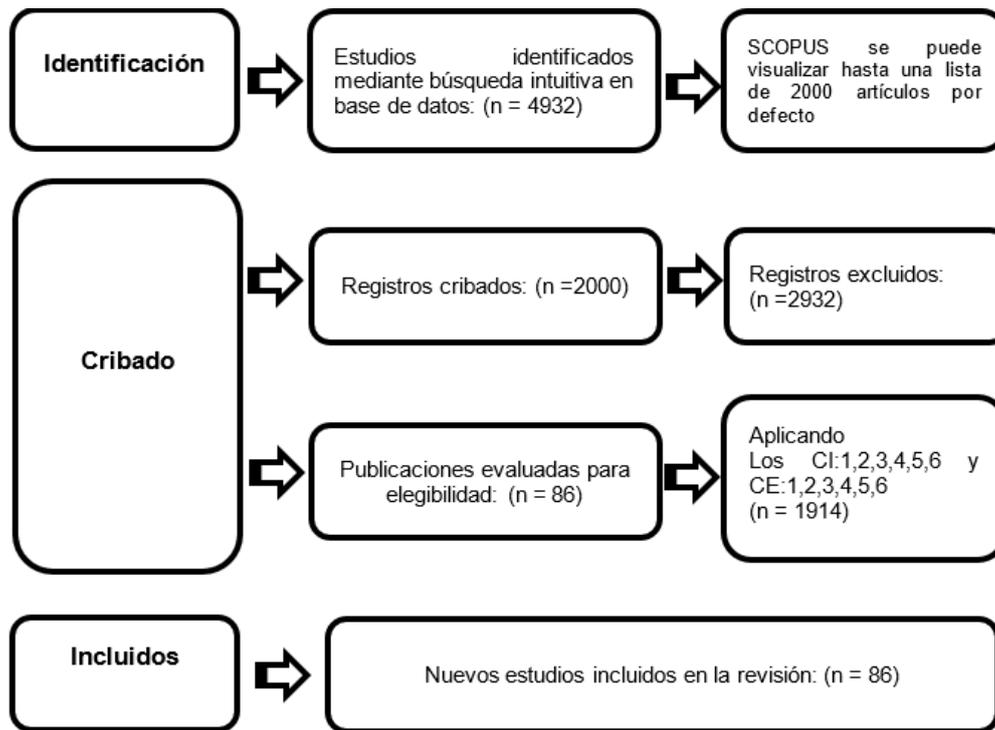
CE5: Idioma: Ninguno

CE6: Acceso: Verde, oro, Oro híbrido.

Una vez revisada rigurosamente la búsqueda bibliográfica y haber aplicado la pesquisa mediante el diagrama PRISMA, se encontró como resultado 4932 artículos en la etapa inicial, en la búsqueda de datos de Scopus. De esta totalidad Scopus sólo puede visualizar 2000 artículos por defecto. A partir de estos 2000 artículos se aplicaron los criterios de inclusión donde al establecer el CI1: 714 CI2: 471 CI3: 425 CI6: 86; así como lo criterios de exclusión: CE2:34, CE3:92, CE6:92, obteniendo un total de 1914 artículos excluidos de la RSL. Los nuevos estudios incluidos en la revisión son de 86 artículos.

Figura 1

Diagrama de flujo prisma



RESULTADOS

Después de realizar una exhaustiva búsqueda de investigaciones, se identificaron 86 artículos en total, de los cuales únicamente se incluyeron 30 artículos de literatura. Estos fueron seleccionados meticulosamente, asegurándose de que cumplieran con los criterios de selección y de calidad, con el objetivo de garantizar la relevancia del contenido en

esta revisión sistemática. A continuación, se responde las preguntas planteadas en la Matriz PICOC.

EQ1: ¿Qué impacto tiene el aprovechamiento y el consumo eficiente del Nostoc como suplemento nutricional en diversos productos alimenticios para combatir enfermedades como la anemia, desnutrición crónica en diferentes grupos poblacionales y dentro de la industria alimentaria?

Tabla 3

Numero de artículos relacionados a la respuesta del aprovechamiento de Nostoc

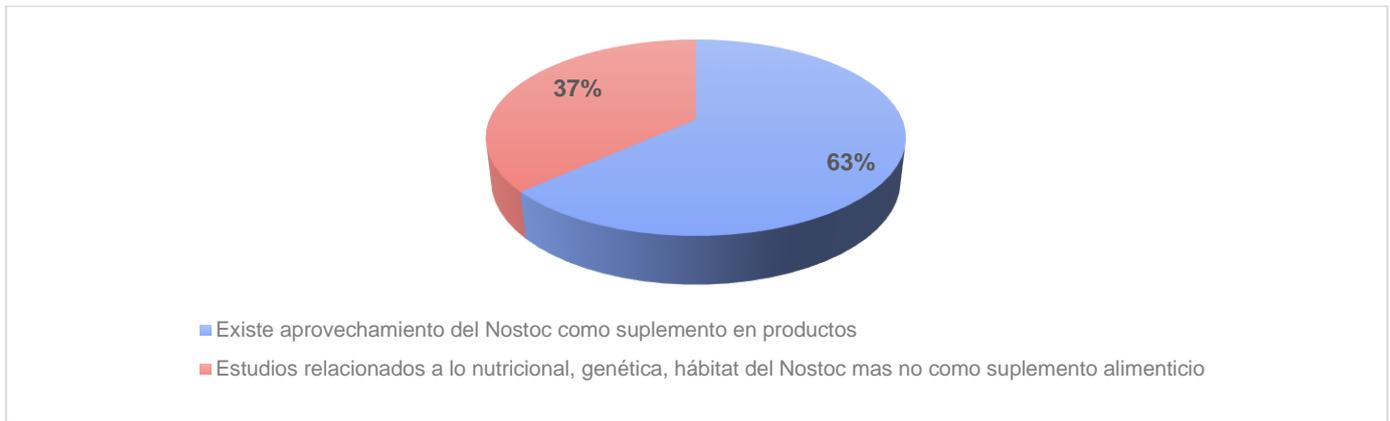
Descripción	Cantidad de artículos
Existe aprovechamiento del Nostoc como suplemento en productos	19
Estudios relacionados a lo nutricional, genética, hábitat del Nostoc mas no como suplemento alimenticio	11

En la Tabla 3 se puede presenciar la lista de artículos que están relacionados a respuesta de la pregunta principal, respecto al aprovechamiento del Nostoc como suplemento alimenticio y sus principales efectos sobre distintas enfermedades. Por otro lado, en la Figura 2 se realiza una representación porcentual del total de artículos trabajados en la revisión literaria

donde el 63% de los 30 artículos hacen relevancia que existe el aprovechamiento del Nostoc como suplemento en productos, mientras que el 37% del total de artículos mencionan que el Nostoc no se utilizaron como suplemento en productos si no solo realizaron estudios nutricionales, genética y el hábitat.

Figura 2

Representación porcentual de los artículos del aprovechamiento del Nostoc como suplemento



RQ1. ¿Consumir alimentos suplementados a base de Nostoc tiene efectos sobre la anemia y la desnutrición u otro tipo de enfermedades (cancerígenas, dermatológicas, etc.)?

Tabla 4

Número de artículos relacionados a la respuesta del efecto en distintas enfermedades al consumir Nostoc como suplemento alimenticio

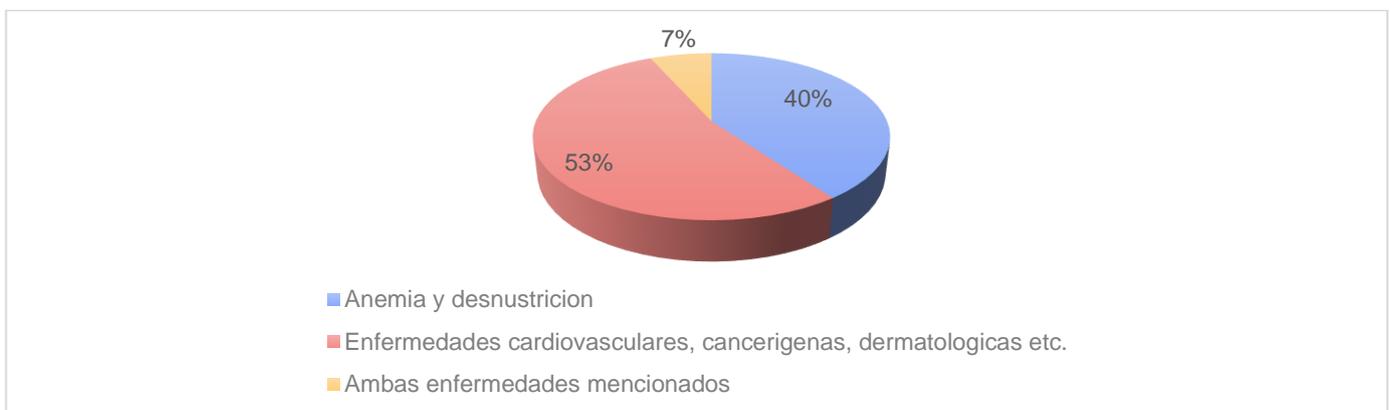
Enfermedades	Cantidad de artículos
Anemia y desnutrición	6
Enfermedades cardiovasculares, cancerígenas, dermatológicas.	8
Ambas enfermedades mencionadas	1
No mencionada ninguna enfermedad	15

En la tabla 4 se presenta la lista de artículos los cuales mencionan los principales efectos sobre las enfermedades al consumir el Nostoc como suplemento de distintos productos; Del mismo modo en la Figura 3 se realiza una representación porcentual de las principales enfermedades que tiene efecto el consumo de Nostoc; del total de investigaciones utilizadas en la revisión literaria el 20% muestra efectos sobre la anemia y la desnutrición, el 27% en enfermedades cardiovasculares, cancerígenas y dermatológicas,

existe un artículo que menciona que existe efectos en la anemia, desnutrición y enfermedades cardiovasculares, cancerígenas y dermatológicas y el 15% restante a la totalidad porcentual no menciona los principales efectos sobre las enfermedades. No obstante, estos estudios muestran una gran relevancia que el Nostoc no solo puede combatir enfermedades como la anemia y la desnutrición si no también otro tipo de enfermedades.

Figura 3

Representación porcentual de los efectos sobre las enfermedades al consumir respecto al total de artículos



RQ2: ¿Qué tipo de Nostoc se utilizó como suplemento nutricional del producto?

Tabla 5

Número de artículos contados según la información relacionada a la respuesta de los tipos de Nostoc como suplemento nutricional

Tipos de Nostoc	Número de artículos
Nostoc sp	7
Nostoc NIES-2111_MUM00	1
Nostoc commune	7
Nostoc piscinale	1
Nostoc sphaeroides	4
Microalgas en general	11

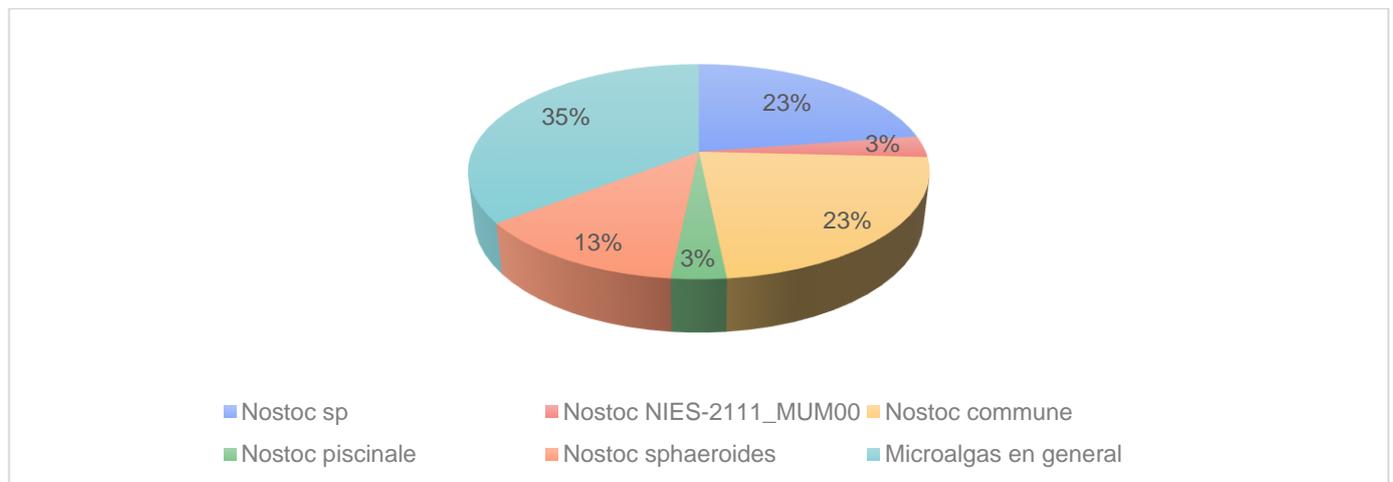
En la Tabla 5 se encuentra un listado de artículos relacionados con la respuesta a la pregunta RQ3. En el que, la Figura 4 ofrece una representación porcentual del total de artículos considerados en la revisión literaria. Se observa que el 35% de los artículos mencionan microalgas en general, mientras que el 23% se centra en Nostoc sp. y Comuna de Nostoc. Además, un 13% de los artículos aborda Nostoc

sphaeroides, y un 3% menciona los tipos Nostoc NIES-2111 MUN 00 y Nostoc, específicamente en el contexto del uso como suplemento nutricional.

Figura 4: Porcentaje que refleja la representación de los tipos de Nostoc utilizados como suplemento nutricional en relación con el total de artículos.

Figura 4

Porcentaje que refleja la representación de los tipos de Nostoc utilizados como suplemento nutricional en relación con el total de artículos



RQ3: ¿Existen productos donde se ha utilizado el Nostoc como suplemento nutricional?

Tabla 6

Cantidad de artículos que se centran en el uso del Nostoc como suplemento en productos

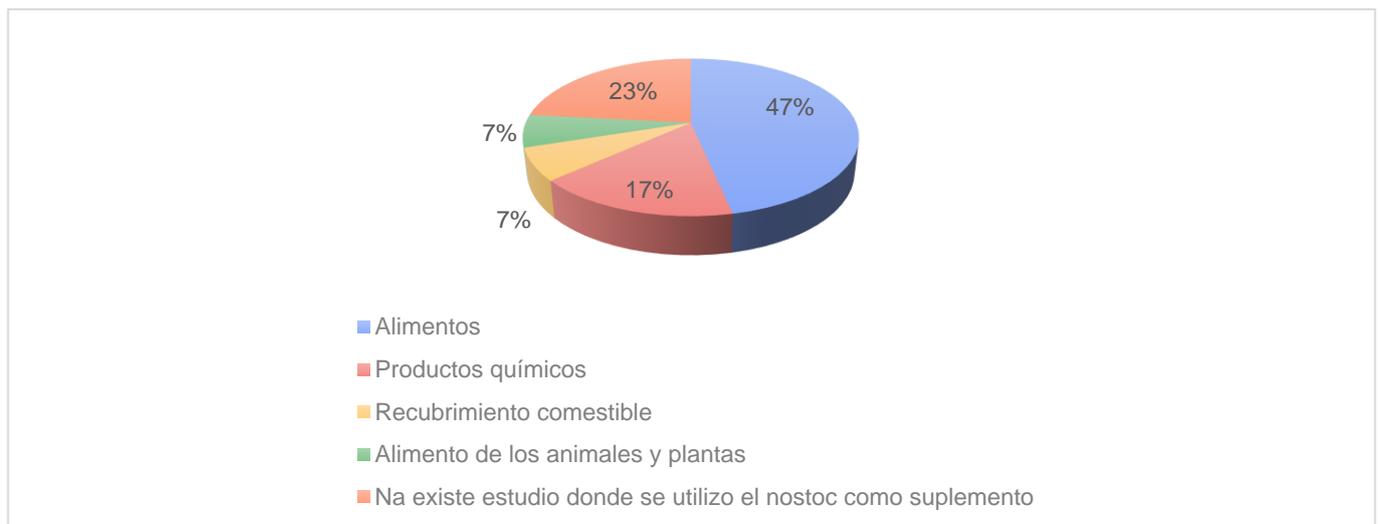
Productos	Lista de artículos
Alimentos	14
Productos químicos	5
Recubrimiento comestible	2
Alimento de los animales y planta	2
No existe estudio donde se utilizó el Nostoc como suplemento	7

La tabla 6 ofrece un inventario detallado de artículos relacionados con la respuesta a la pregunta RQ4. Donde, la Figura 5 proporciona una representación porcentual del conjunto total de artículos considerados en la revisión literaria. Resalta que el 46% de los artículos se centra en la falta de estudios que empleen Nostoc como suplemento, enfocándose principalmente en la descripción de su composición nutricional. En contraste, el 23% aborda el uso de

Nostoc en diversos alimentos como suplemento. Asimismo, un 17% de los artículos trata sobre el empleo de Nostoc en productos químicos, como en el ámbito de los cosméticos, y un 7% menciona su aplicación en recubrimientos comestibles y como alimento para animales y plantas. Esta diversidad de enfoques proporciona una visión completa de las distintas aplicaciones del Nostoc.

Figura 5

Porcentaje que representa el uso de Nostoc como suplemento en diversos productos



DISCUSIONES

En esta parte se da todos los posibles resultados a las preguntas planteadas en la revisión sistemática con la ayuda de todos los artículos encontrados. Respecto a la pregunta principal.

¿Qué impactos tiene el aprovechamiento y el consumo eficiente del Nostoc como suplemento nutricional en diversos productos alimenticios para combatir enfermedades como la anemia, desnutrición crónica en diferentes grupos poblacionales y dentro de la industria alimentaria?

La potencialidad del Nostoc radica en su capacidad para ofrecer una fuente natural de nutrientes esenciales. Su presencia en las altas regiones andinas ha permitido que las comunidades locales lo utilicen como parte integral de su alimentación, aprovechando los beneficios que aporta a la salud. Además, el Nostoc ha sido incorporado en la gastronomía local, enriqueciendo los platos tradicionales con su aporte nutritivo y contribuyendo así a la diversificación de la dieta. Según los artículos utilizados el artículo escrito

por Torres-Maza et al. (2020) mencionan un aspecto muy importante de la potencialidad del Nostoc en cuanto a su adaptabilidad a condiciones climáticas extremas de las altas altitudes andinas. Su capacidad para prosperar en entornos desafiantes lo convierte en una fuente alimentaria sostenible para las comunidades locales, ofreciendo una opción valiosa para la seguridad alimentaria en estas regiones. Por otro lado en cuanto a los impactos que tiene el aprovechamiento del Nostoc como suplemento nutricional en diversos productos alimenticios para combatir enfermedades como la anemia, desnutrición crónica en diferentes grupos poblacionales y dentro de la industria alimentaria; de los 30 artículos la investigación de Méndez-Ancca et al. (2023) mencionan que el aprovechamiento del Nostoc como complemento alimenticio podría generar un efecto beneficioso en la lucha contra la anemia y la desnutrición crónica, especialmente en sectores de la población más susceptibles, como los niños de uno a tres años de edad. Por ello de lo mencionado por los autores en ambas investigaciones las informaciones son reales, y concuerdan con estudios realizados

actualmente, sin embargo, existe una deficiencia en ambas investigaciones sobre cómo el Nostoc ha influido como suplemento en alimentos. Del mismo modo Rabi et al. (2020) hace referencia el uso del Nostoc commune como ingrediente en alimentos y también se consume como parte de la dieta en diversos países, ya que posee un alto contenido de fibras y proteínas. No obstante, también se resalta lo mencionado por Cheng et al. (2022) en los últimos tiempos, se ha observado un creciente interés en la utilización alimentaria de las microalgas, evidenciando un claro avance en la exploración de su aplicación en la industria alimentaria durante las últimas dos décadas. Sin embargo, es innegable que este enfoque continuará siendo una dirección clave en la investigación de las microalgas en el futuro (Jahan et al., 2023). Frente a los autores mencionados se puede afirmar que existe una relevancia muy importante frente a estudios realizados con el Nostoc y es muy valorado por sus componentes nutricionales a ello podemos afirmar estos estudios debido a que en la actualidad el Nostoc es un alimento que será muy estudiado por la ley promulgada y por ser considerada un alimento de futuro. Las microalgas se perfilan como la fuente más promisoría para el desarrollo de nuevos productos alimenticios. Por ende, la utilización efectiva de Nostoc se presenta como una opción valiosa para mejorar el estado nutricional, combatiendo la anemia y promoviendo la salud en la infancia. Respecto a ello el estudio de la presente revisión literaria se relaciona con el autor mencionado poniendo en conocimiento que el estudio también se basa en buscar aprovechar el Nostoc para suplementar en distintos productos alimenticios con la finalidad de combatir problemas que aquejan a nuestra Región Huancavelica como es la anemia y la desnutrición frente a ello también se busca revalorar este tipo de algas por su alto contenido de nutrientes y dar realce a los Objetivos de Desarrollo Sostenible. No obstante, en la Tabla 4 del total de artículos estudiados y vistos desde un punto de responder a la pregunta principal se puede observar que 19 artículos realizan estudios relacionados a uso del Nostoc como suplemento en diferentes alimentos, productos químicos, recubrimientos con objetivos muy claros las cuales combatir los distintos tipos de enfermedades, alargar la vida útil de otros productos, etc. Mientras 11 artículos están relacionados a estudios sistemáticos netamente del Nostoc como el hábitat, variedades más no lo utilizan como suplemento en alimentos.

¿Consumir alimentos suplementados a base de Nostoc tiene efectos sobre la anemia y la desnutrición u otro tipo de enfermedades (cancerígenas, dermatológicas, etc.)?

En lo que corresponde al consumo de los productos alimenticios suplementos a base de Nostoc y los efectos sobre la anemia y la desnutrición u otro tipo de enfermedades como cancerígenas, dermatológicas u otros; Zu et al. (2023) hace mención que el Nostoc es una alga comestible con alto valor nutricional que en los últimos años se vienen utilizando en gran medida como suplemento en alimentos, dietéticos y productos terapéuticos con la finalidad de reducir enfermedades que actualmente aquejan a la sociedad como la anemia, desnutrición crónica y otras enfermedades. Khemiri et al. (2023) a su vez menciona que la exploración de cómo la nutrición afecta tanto a la anemia como al sistema inmunológico es un área en crecimiento que atrae el interés de profesionales en nutrición, científicos de alimentos, hematólogos e inmunólogos. Además, algo muy importante que menciona Garcia-Maldonado et al. (2023) es que el hierro cumple diversas funciones vitales en el organismo, siendo fundamental para el proceso de crecimiento y desarrollo. La deficiencia de hierro, que conduce a la anemia por falta de este mineral (IDA), resulta en fatiga y disminución del rendimiento físico. Todos los autores tienen una afirmación correcta que el Nostoc por tener componentes ricos en diferentes minerales ayuda a combatir ciertos tipos de enfermedades y que mejor si estas son suplementadas en diferentes tipos de alimentos básicos en la alimentación y por ende ayuda en la nutrición de las personas vulnerables a distintos tipos de enfermedades, así también las investigaciones mencionan que al consumir el Nostoc se puede ayudar a reducir enfermedades cancerígenas y dermatológicas. Por lo tanto, se sugiere la ingesta de Nostoc como una opción para abordar esta deficiencia. No obstante resaltamos los resultados mostrados en la Figura 4 donde 6 artículos utilizados en la revisión literaria mencionan que el uso de Nostoc como suplemento en productos tiene efectos sobre problemas de anemia y desnutrición; mientras 8 artículos mencionan que el uso de Nostoc tuvo efectos relacionados a enfermedades cancerígenas, dermatológicas, enfermedades cardiovasculares, así también existe un artículo donde tuvo efectos tanto en la anemia, desnutrición crónica, y enfermedades cancerígenas y cardiovasculares y por último 15 artículos no mencionan los efectos positivos sobre las

enfermedades mencionadas. Por ende, frente a la presente revisión literaria el artículo mencionado anteriormente se relaciona con los objetivos planteados.

RQ2: ¿Qué tipo de Nostoc se utilizó como suplemento nutricional del producto?

Dentro de los 30 artículos seleccionados que abordan el uso de Nostoc como suplemento nutricional en productos, se destaca que 19 de ellos se centran específicamente en los diversos tipos de Nostoc utilizados. Estos estudios proporcionan una perspectiva detallada sobre las propiedades nutricionales y beneficios asociados con dichos tipos de Nostoc. Por otro lado, los restantes 11 artículos exploran el tema de las microalgas en general, abarcando aspectos más amplios de este grupo de organismos, lo que contribuye a una comprensión integral de los beneficios nutricionales derivados de estas fuentes. En relación con los tipos de Nostoc utilizadas como suplemento nutricional en el producto, Kahom et al. (2023) resalta la Comuna de Nostoc Vauch. por su capacidad para mejorar la calidad y funcionalidad de los productos alimenticios, proporcionando beneficios como proteínas y capacidad antioxidante. Rivera et al. (2018) destacan el uso de Llayta (Nostoc sp.) como un suplemento nutricional eficiente que aporta nutrientes esenciales, ayuda a recuperar prácticas alimentarias tradicionales y diversifica las dietas. Por su parte, Zhu et al. (2023) mencionan el Nostoc sphaeroides una cianobacteria comestible con alto valor nutricional, que contiene una variedad de nutrientes como proteínas, ácidos grasos, minerales y vitaminas. En conjunto, estos autores respaldan la diversidad de tipos de Nostoc y su potencial como suplementos nutricionales en la investigación. De los autores mencionados se puede afirmar que cada uno destaca un tipo específico de Nostoc y resalta sus atributos particulares, todos comparten la idea de que el Nostoc puede ser beneficioso como complemento alimenticio. Desde el punto de vista Laloknam et al., (2023) describe que el tipo de Nostoc sp. sirve como agente biopromotor para el crecimiento y desarrollo de las plantas. De acuerdo con Ördög et al., (2021) indica que el tipo de Nostoc piscinale desempeña un papel fundamental en el crecimiento, el rendimiento del grano y la resistencia al estrés del maíz. Ambos autores resaltan la importancia de diversas variedades de Nostoc en el desarrollo vegetal, centrándose en el crecimiento y la salud de las plantas. Aunque estudian especies

distintas de Nostoc, sus investigaciones destacan su impacto positivo en la vitalidad y desarrollo de las plantas. En general, la investigación aborda una variedad de aspectos relacionados con el uso de Nostoc, destacando sus beneficios nutricionales y su potencial en diferentes aplicaciones.

RQ3: ¿Existen productos donde se ha utilizado el Nostoc como suplemento nutricional?

En relación con la pregunta, se observa que en 14 artículos se destaca el empleo de Nostoc como suplemento nutricional en la elaboración de alimentos. En 5 estudios, se empleó el Nostoc en la producción de productos químicos, y en 2 artículos se utilizó como componente en recubrimientos comestibles. Además, en 2 trabajos se investigó su aplicación como suplemento en la alimentación de animales y plantas. Por último, en 7 artículos no se encontraron estudios que abordaron el uso de Nostoc como suplemento. Se destaca en el estudio de Riba et al. (2020) que el Nostoc commune ha sido empleado en la preparación de manjares y forma parte de la dieta en diversos países debido a su elevado contenido de fibras y proteínas. Este organismo presenta propiedades positivas, como su capacidad antibacteriana, anticancerígena, antifúngica, antiviral, inmunosupresora e inhibidora de enzimas. Además, Torres-Meza (2023) menciona la aplicación de Nostoc en bebidas de néctar como gelificante, espesante, agente emulsionante o estabilizante, afectando las propiedades técnicas y funcionales, como la textura, además de los aspectos nutricionales. Según Kahom et al. (2023) destaca a Comuna de Nostoc Vauch., en la utilización de gomitas comestibles que sirve como una alternativa valiosa para hacer frente a problemas de salud como la desnutrición crónica y la anemia en niños. De los autores mencionados, se puede afirmar que cada uno destaca diversas aplicaciones y beneficios del Nostoc en la industria alimentaria y la salud, ofreciendo una visión integral de su potencial nutricional y funcional. Sin embargo, todos coinciden en resaltar el potencial nutricional y funcional del Nostoc en distintos productos alimenticios y su capacidad para abordar problemas de salud, como la desnutrición crónica y la anemia en niños. Teniendo en cuenta a Ručovál et al., (2023) menciona que utilizaron el Nostoc en aguas residuales, para mejorar la calidad del agua. Aunque la revisión literaria incluye estudios que indican la inclusión de Nostoc como suplemento en una variedad de alimentos, así como su uso en productos químicos, recubrimientos

comestibles y en plantas y animales, se advierte sobre posibles sesgos de selección y la ausencia de estudios a largo plazo, subrayando la necesidad de investigaciones adicionales para respaldar de manera más sólida los beneficios y aplicaciones propuestos del Nostoc.

CONCLUSIONES

En conclusión, en la presente investigación se identificó el potencial aprovechamiento del Nostoc en diferentes alimentos las cuales se hayan utilizado como suplemento y su impacto sobre enfermedades de la anemia y la desnutrición. Teniendo en cuenta lo resaltados por algunas literaturas el Nostoc es un alga que en la actualidad es considerado como un alimento de futuro por sus principales fuentes nutricionales que al ser consumidos han ayudado en combatir diferentes enfermedades que en la actualidad aquejan a la sociedad en general; así también la mayoría de los artículos fomentan el uso del Nostoc como suplemento en alimentos básicos de la canasta familiar y porque no alimentos escolares ya que el principal problema de la anemia por lo general es en niños menores de 5 años, frente a ello es una muy buena opción utilizar el nostoc como suplemento en alimentos como dulces, galletas, bebidas entre otros productos. No obstante, los alimentos que tenían como suplemento el Nostoc dentro de los diferentes artículos son bebidas funcionales, fortificaciones en productos de panificación, gomitas masticables, manjar entre otros. En cuanto a los efectos positivos, el 40% de los estudios resaltan los beneficios del Nostoc en enfermedades de la anemia y la desnutrición, pero no eso ello también tiene efectos positivos en enfermedades cardiovasculares, cancerígenas y degenerativas en un 53% con ello se puede decir que el Nostoc no solo podría tener efectos sobre la anemia y la desnutrición sino también en problemas cancerígenas, cardiovasculares que por lo general afectan a adolescentes y adultos mayores entonces también se puede utilizar el Nostoc en productos farmacológicos como cápsulas alimenticias por ser que esta alga es rico en hierro, calcio y los aminoácidos esenciales. En relación con el aprovechamiento del Nostoc como suplemento el 63% de los artículos menciona el uso de Nostoc sobre otros productos. Para futuros trabajos se recomienda realizar revisiones frente a los componentes nutricionales del Nostoc y cómo conviene consumir este tipo de producto ya que algunas revisiones realizadas mencionan que el Nostoc por ser utilizado

como suplemento pasa por diferentes procesos y dentro de ello estas pueden estar sufriendo degradaciones en cuanto a sus propiedades nutricionales y si esta fuera así que métodos se recomendaría utilizar para usar el Nostoc como suplemento pero que al pasar por los diferentes procesos no pierdas sus propiedades nutricionales. Frente a las dificultades mostrados en la presente revisión se subraya la importancia de buscar información en bases de datos confiables aparte del scopus, ya que el Nostoc aún carece de estudios exhaustivos como suplemento y también porque en la base de datos del Scopus no todos los artículos tienen acceso abierto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Kahomy, G. S., Lescano, L., Linares, G., Sánchez, J., Rojas, M., & Pagador, S. (2021). Blueberry-based gummies with partial substitution of unflavored gelatin for cushuro (*Nostoc commune* Vauch.) flour. 19th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology. doi:<https://doi.org/10.18687/LACCEI2021.1.1.312>
- [2] Méndez-Ancca, S., Pepe-Victoriano, R., Soto-Gonzales, H., Zambrano-Cabanillas, A., Marín-Machuca, O., Rojas, J. Z., Maquera-Maquera, M., Fernandez-Huanca, R., Gonzales-Aguilera, J., Mario-Zuffo, A. & Felipe-Ratke, R. (2023). Physicochemical Evaluation of Cushuro (*Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault) in the Region of Moquegua for Food Purposes. *Foods*, 12(10). doi: <https://doi.org/10.3390/foods12101939>
- [3] Pérez-Lloréns, J. (2020). Microalgae: From staple foodstuff to avant-garde cuisine. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 21. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100221>
- [4] Ramos, V., Reis, M., Ferreira, L. V., Silva, A. M., Ferraz, R., Vieira, M., Vasconcelos, V., & Martins, R. (2023). Stalling the course of neurodegenerative diseases: Could cyanobacteria constitute a new approach toward therapy? *Biomolecules*, 13(10), 1444. <https://doi.org/10.3390/biom13101444>
- [5] Instituto Nacional de Innovación Agraria [INIA]. (2022).
- [6] FAO. (2018a). Estudio para Identificar y Analizar Experiencias Nacionales que Fomenten el Bienestar Nutricional en América Latina y el Caribe. Documento técnico. Ciudad de Guatemala: FAO. Recuperado el 5 de agosto de 2020, de <http://www.fao.org/3/i8901es/I8901ES.pdf>
- [7] Sánchez-Martín, M., Pedreño P., M., Ponce G., A. I., & Navarro-Mateu, F. (2023). And, at first, it was the research question... The PICO, PECO, SPIDER and FINER formats. *Espiral. Cuadernos del Profesorado*,

- 16(32), 126-136. <https://doi.org/10.25115/ecp.v16i32.9102>
- [8] Mengist, W., Soromessa, T., & Legese, G. (2020). Method for conducting systematic literature review and meta-analysis for environmental science research. *MethodsX*, 7. doi:<https://doi.org/10.1016/j.mex.2019.100777>
- [9] Riba, M., Kiss-Szikszi, A., Gonda, S., Parizsa, P., Deák, B., Török, Valkó O.; Felföldi T.; Vasas, G. (2020). Chemotyping of terrestrial Nostoc-like isolates from alkali grassland areas by non-targeted peptide analysis. *Algal Research*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.algal.2020.101798>
- [10] Méndez-Ancca S.; Pepe-Victoriano R.; Gonzales H.H.S.; Zambrano-Cabanillas A.W.; Marín-Machuca O.; Rojas J.C.Z.; Maquera M.M.; Huanca R.F.; Aguilera J.G.; Zuffo A.M.; Ratke R.F. (2023). Physicochemical Evaluation of Cushuro (Nostoc sphaericum Vaucher ex Bornet & Flahault) in the Region of Moquegua for Food Purposes. *Foods*. doi:<https://doi.org/10.3390/foods12101939>
- [11] Torres-Maza A.; Yupanqui-Bacilio C.; Castro V.; Aguirre E.; Villanueva E.; Rodríguez G. (2020). Comparison of the hydrocolloids Nostoc commune and Nostoc sphaericum: Drying, spectroscopy, rheology and application in nectar. *Scientia Agropecuaria*. doi:<http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.04.14>
- [12] Cheng C.; Tang T.; Qianwen S.; Zuodong Z., Jianhua F. (2022). The potential and challenge of microalgae as promising future food sources. *Trends in Food Science & Technology*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.06.016>
- [13] Hamida, S.; Abdelaal, M.; Diosa, D.; & Ibrahim, M. (2020). Lethal Mechanisms of Nostoc-Synthesized Silver Nanoparticles Against Different Pathogenic Bacteria. *International Journal of Nanomedicine*. doi:<https://doi.org/10.2147/IJN.S289243>
- [14] Jahan, U., Laird, D., Ghassemifar, R., Wilton, S., & Moheimani, N. (2023). Microalgae as a source of bioavailable heme. *Algal Research*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.algal.2023.103363>
- [15] Arashiro, L., Boto-Ordóñez, M., Hulle, V., Ferrer, I., Garfí, M., & Rousseau, D. (2020). Natural pigments from microalgae grown in industrial wastewater. *Bioresource Technology*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.122894>
- [16] Morales-Jiménez, M.; Gouveia, L.; Yáñez-Fernández, J.; Castro-Muñoz, R.; Barragán-Huerta, B.E. (2020). Production, Preparation and Characterization of Microalgae-Based Biopolymer as a Potential Bioactive Film. *Coatings*. doi:<https://doi.org/10.3390/coatings10020120>
- [17] Zhu, S., Xu, J., Adhikari, B., Lv, W., & Chen, H. (2023). Nostoc sphaeroides Cyanobacteria: a review of its nutritional characteristics and processing technologies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. doi:<https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2063251>
- [18] Andreeva, A.; Budenkova, E.; Babich, O.; Sukhikh, S.; Ulrikh, E.; Ivanova, S.; Prosekov, A.; Dolganyuk, V. (2021). Production, Purification, and Study of the Amino Acid Composition of Microalgae Proteins. *Molecules*. doi:<https://doi.org/10.3390/molecules26092767>
- [19] Wei, Y.; Nishiuchi, T.; Sakamoto, T. (2021). Characterization of mycosporine-like amino acids in the edible cyanobacterium Nostoc commune (Di Pi Cai) from China. *Gen Appl Microbiol*. doi:<https://doi.org/10.2323/jgam.2021.03.003>
- [20] Fidor A, Konkel R, Mazur-Marzec H. Bioactive. (2019). Bioactive Peptides Produced by Cyanobacteria of the Genus Nostoc: A Review. *Mar Drugs*. <https://doi.org/10.3390%2Fmd17100561>
- [21] Khemiri, S., Khelifi, N., Messaoud, C., & Smaali, I. (2023). Bioprospecting of microalgae for a potential use as enzyme inhibitors, anti-ageing and prebiotic agents. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2023.102759>
- [22] Bouyahya, A., Bakrim, S., Chamkhi, I., Taha, D., Omari, N. E., Naoual, E.; Tari, B. (2023). Bioactive substances of cyanobacteria and microalgae: Sources, metabolism, and anticancer mechanism insights. *Biomedicine & Pharmacotherapy*. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2023.115989>
- [23] García-Maldonado, E., Zapatera, B., Alcorta, A., & Vaquero, P. (2024). A microalgae docosahexaenoic acid supplement does not modify the influence of sex and diet on iron status in Spanish vegetarians or omnivores: A randomized placebo-controlled crossover study. *Nutrition*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.nut.2023.112282>
- [24] Ördög V.; Stirk W.A.; Takács G.; Póthe P.; Illés Á.; Bojtó C.; Széles A.; Tóth B.; van Staden J.; Nagy J. (2021). Plant biostimulating effects of the cyanobacterium Nostoc piscinale on maize (Zea mays L.) in field experiments. *South African Journal of Botany*. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2021.03.026>
- [25] Hidane T.; Demura M.; Morisada S.; Ohto K.; Kawakita H. (2023). Prediction of Concentration and Productivity of Phycobiliprotein from Nostoc commune by UF Membrane Modules. *Japan Journal of Food Engineering*. <https://doi.org/10.11301/jfsfe.22618>
- [26] Foo S.C.; Lee Z.S.; Yap M.K.K.; Tan J.W. (2023). The antioxidant, wound healing properties and proteomic analysis of water extracts from the tropical cyanobacteria, Nostoc NIES-2111_MUM004. *3 Biotech*. <https://doi.org/10.1007/s13205-022-03448-0>
- [27] Norena-Caro D.A.; Zuniga C.; Pete A.J.; Saemundsson S.A.; Donaldson M.R.; Adams A.J.; Dooley K.M.; Zengler K.; Benton M.G. (2021).

- Analysis of the cyanobacterial amino acid metabolism with a precise genome-scale metabolic reconstruction of *Anabaena* sp. UTEX 2576. *Biochemical Engineering Journal*.
<https://doi.org/10.1016/j.bej.2021.108008>
- [28] Chen S.; Shi N.; Huang M.; Tan X.; Yan X.; Wang A.; Huang Y.; Ji R.; Zhou D.; Zhu Y.-G.; Keller A.A.; Gardea-Torresdey J.L.; White J.C.; Zhao L. (2021). MoS₂Nanosheets-Cyanobacteria Interaction: Reprogrammed Carbon and Nitrogen Metabolism. *ACS Nano*. <https://doi.org/10.121/acs.nano.1c05656>
- [29] Cerri R.; Niccolai A.; Cardinaletti G.; Tulli F.; Mina F.; Daniso E.; Bongiorno T.; Chini Zittelli G.; Biondi N.; Tredici M.R.; Tibaldi E. (2021). Chemical composition and apparent digestibility of a panel of dried microalgae and cyanobacteria biomasses in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737075>
- [30] Laloknam, Surasak, Tengnoy, Salinee, Kaewkham, Waranya, Bualuang, Aporn, Boonburapong, Bongkoj. (2023). Promotion of Brahmi (*Bacopa monniera*) Growth by *Cyanobacterium Nostoc* sp. Extract. *Current Applied Science and Technology*. <https://doi.org/10.55003/cast.2023.05.23.011>
- [31] Rivera, Mailing, Galetović, Alexandra, Licuime, Romina, Gómez-Silva, Benito. (2018). A microethnographic and ethnobotanical approach to llayta consumption among andes feeding practices. *Foods*. <https://doi.org/10.3390/foods7120202>
- [32] Kahomy, G. S., Lescano, L., Linares, G., Sánchez, J., Rojas, M., & Pagador, S. (2021). Blueberry-based gummies with partial substitution of unflavored gelatin for cushuro (*Nostoc commune* Vauch.) flour. 19th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology. doi:<https://doi.org/10.18687/LACCEI2021.1.1.312>
- [33] Dajana Ručová; Mária Vilková; Simona Sovová; Zuzana Vargová; Zuzana Kostecká; Richard Frenák; Deepthi Routray; Martin Bačkor. (2023). Microalgae: From staple foodstuff to avant-garde cuisine. *Journal of Applied Phycology*. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2023.100515>
- [34] Christodoulou, Maria ;Jokela, Jouni; Wahlsten, Matti ;Saari, Lyudmila; Economou-Amilli, Athena; Fiore, Marli de Fatima; Sivonen, Kaarina. (2022). Description of *Aliinostoc alkaliphilum* sp. nov. (Nostocales, Cyanobacteria), a New Bioactive Metabolite-Producing Strain from Salina Verde (Pantanal, Brazil) and Taxonomic Distribution of Bioactive Metabolites in *Nostoc* and *Nostoc*-like Gener. *Water* (Switzerland). <https://doi.org/10.3390/w14162470>