

REVISION BIBLIOGRÁFICA

Aplicaciones de la espirulina - planta marina: revisión panorámica

Spirulina applications - marine plant: panoramic review

Katherine Ochoa Galarza¹ , Willian Moyano Calero¹  

¹Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias de la Salud, Carrera de Licenciatura en Enfermería. Ambato, Ecuador.

Citar como: Ochoa Galarza K, Moyano Calero W. Aplicaciones de la espirulina - planta marina: revisión panorámica. Salud Cienc. Tecnol. 2022;2:174. <https://doi.org/10.56294/saludcyt2022174>

Recibido: 28-11-2022

Revisado: 15-12-2022

Aceptado: 23-12-2022

Publicado: 25-12-2022

Editor: Prof. Dr. Javier González Argote 

RESUMEN

La espirulina es un alga marina de color azul verdoso, la tonalidad verde es por la clorofila y la tonalidad azulada es por la ficocianina. La espirulina al tener un elevado nivel proteico ha sido utilizada con fines médicos, en este trabajo se tiene como objetivo revisar las aplicaciones medicinales, nutricionales e industriales que ha llegado a alcanzar esta alga marina. En el presente trabajo se realizó una revisión sistemática de artículos y publicaciones de carácter científico, relacionadas con las aplicaciones de la espirulina, para la obtención de información se revisaron varias bases de datos, encontrando 51133 artículos, de los cuales por medio de criterios de inclusión y exclusión se seleccionaron 20 para el análisis, según tres criterios: aplicaciones en el área de la salud, la alimentación y la industria. En los artículos revisados se evidenció varias aplicaciones en el ámbito de la salud, tratamientos que han sido un logro y otros tratamientos que están a prueba, los beneficios de la espirulina se han ido incrementando en ciertos alimentos llamativos para las personas, siendo primordial en la producción. La espirulina en el marco de la salud demostró ser de enorme utilidad, combatiendo los inconvenientes cardiovasculares, dislipidemias, es un antioxidante que ayuda a la regeneración de las fibras musculares en deportistas, optimización el sistema inmunológico. Esta alga marina poco conocida a nivel local ha sido de gran impacto a nivel internacional, ha ayudado a combatir un sin número de patologías, por lo que se busca incrementar su producción.

Palabras claves: Espirulina; Usos; Salud; Nutrición; Farmacología.

ABSTRACT

Spirulina is a blue-green seaweed, the green color is due to chlorophyll and the blue color is due to phycocyanin. Spirulina, having a high protein level, has been used for medical purposes. The aim of this work is to review the medicinal, nutritional and industrial applications that this seaweed has reached. In this work, a systematic review of articles and scientific publications related to the applications of spirulina was carried out. In order to obtain information, several databases were reviewed and 51133 articles were found, of which 20 were selected for analysis by means of inclusion and exclusion criteria, according to three criteria: applications in the areas of health, food and industry. In the articles reviewed, several applications in the area of health, treatments that have been an achievement and other treatments that are being tested, the benefits of spirulina have been increasing in certain foods that are attractive to people, being essential in the production. Spirulina in the context of health proved to be extremely useful, combating cardiovascular problems, dyslipidemia, it is an antioxidant that helps the regeneration of muscle fibers in athletes, optimizing the immune system. This seaweed, little known locally, has had a great impact at international level and has helped to combat a great number of pathologies, which is why we are looking to increase its production.

Keywords: Spirulina; Uses; Health; Nutrition; Pharmacology.

INTRODUCCIÓN

La espirulina es un alga marina de color verde-azulado, pertenece a la familia de la *Arthrospira*, es una cianobacteria, cultivada en algunos países, utilizada con fines alimenticios y farmacológicos. A nivel experimental se ha comprobado su efectividad en el tratamiento de diferentes tipos de enfermedades como: alergias, cáncer, hepatotoxicidad, enfermedades virales, cardiovasculares e inmunodeficiencia.⁽¹⁾

Según la OMS, la espirulina es una microalga que tiene un elevado contenido proteico, el triple de un filete de pollo, por ello, considerado un superalimento, por medio de varios estudios científicos se muestra que pueden mejorar la salud. Contiene vitaminas de complejo B, hierro y antioxidantes que favorecen un sistema inmunológico elevado.⁽²⁾

La anemia es otro de los males que aliviaría el alga. Concretamente, la que se debe a una reducción de la hemoglobina o de los glóbulos rojos de la sangre. Los suplementos del alga verde aumentan la producción de estos y de anticuerpos, lo que puede combatir infecciones o enfermedades crónicas, porque mejora la función inmune.⁽²⁾

A nivel laboral, es importante que el personal de enfermería conozca sobre el uso y las técnicas al aplicar los tratamientos a base de espirulina a los pacientes. Uno de los aspectos más destacados que se encuentra en la espirulina es que logra regular los niveles de glucosa, colesterol, triglicéridos, por lo que, también es útil en pacientes que presentan diabetes y sobrepeso.⁽³⁾

La importancia de utilizar la espirulina, es la disminución de riesgos o efectos secundarios en la salud de las personas al ser un componente orgánico, ha sido aceptada para el consumo humano, utilizada en el campo de la salud, dando grandes resultados por su riqueza nutrimental, tanto en compuestos bioactivos como ficocianina, tocoferol, β-caroteno, ácidos cafeicos y clorogénico, han sido propuestos para el tratamiento complementario en enfermedades como diabetes, dislipidemia, ulcera, infecciones recurrentes, incluso en la ganancia de masa muscular en atletas y en la actualidad se utiliza para los pacientes COVID.⁽⁴⁾

Este trabajo de investigación es de gran importancia porque busca describir las propiedades de una planta con fines en el área de la salud, para tratar todo tipo de enfermedades, en la actualidad, es útil para tratar el covid-19, cuya patología ha sido el causante de varias muertes a nivel mundial.⁽⁵⁾

El objetivo de este artículo es describir las aplicaciones, de la espirulina como suplemento alimenticio, en la salud y la industria.

MÉTODOS

Tipo de estudio: se realizó una revisión panorámica, en el periodo comprendido entre abril - septiembre 2022; el enfoque del estudio fue cualitativo, de diseño no experimental y alcance descriptivo.

Técnica: para la recolección de información se utilizó la técnica documental, mediante una revisión sistemática de artículos y publicaciones de carácter científico, relacionadas con las aplicaciones de la espirulina que den respuesta a la pregunta de investigación: ¿Qué aplicaciones se da a la espirulina en la alimentación, en la salud y la industria?

Para la obtención de información se basó en el diagrama PRISMA,⁽⁶⁾ para la búsqueda inicial de artículos científicos en bases de datos como: Scopus, PubMed y Google Académico, mediante la ecuación de búsqueda “spirulina AND uses”, encontrando 51133 artículos.

Criterios de selectividad: para la selección de documentos científicos se definieron criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión:

- Artículos con enfoque cuantitativa, cualitativa o mixta.
- El título de documentos que contengan los términos espirulina, aplicaciones, salud, suplemento alimenticio, farmacológico.
- Artículos de acceso libre.
- Artículos en idiomas inglés y español.
- Artículos que se hayan publicado entre los años 2017 y 2022.
- Criterios de exclusión
- Documentos que se encontraron en idiomas diferentes a inglés y español.

Según estos criterios, y con la revisión de las palabras clave que contengan en el título se seleccionaron 20 documentos para su análisis, según tres criterios: aplicaciones en el área de la salud, en la alimentación y la industria.

RESULTADOS

Diagrama PRISMA

Los resultados obtenidos, se demuestran en el diagrama PRISMA desde el inicio de la búsqueda, hasta determinar los documentos elegidos para el análisis.

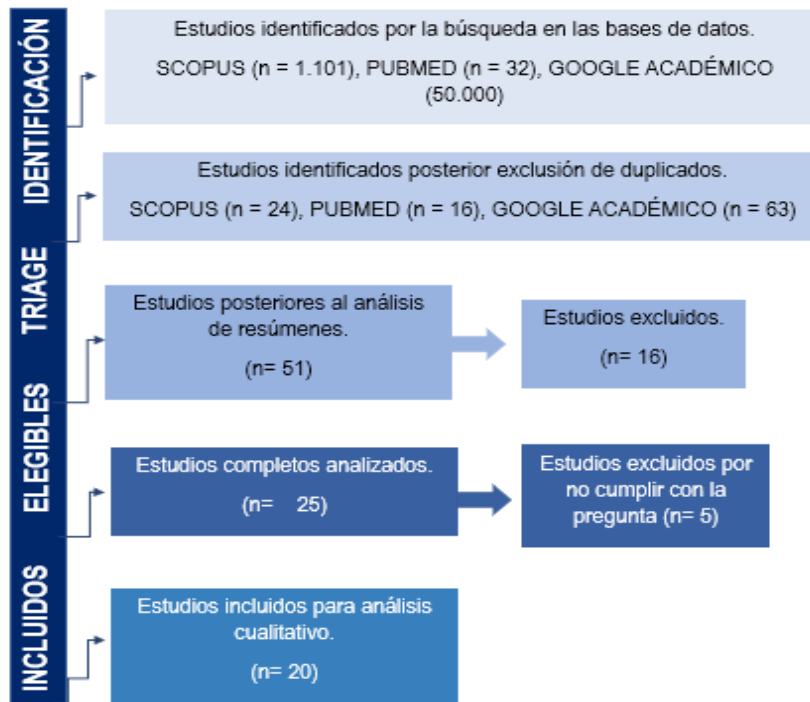


Figure 1. Búsqueda y selección de documentos

En la Tabla 1 se muestran las aplicaciones de la spirtulina en el ámbito de la salud, en la Tabla 2 en la alimentación y en la Tabla 3 en el área de la industria.

Tabla 1. Aplicaciones en la salud		
Título	Autores	Resultados
Agrobiología: Una visión general y sus aplicaciones	Ramírez L.	La espirulina ayuda en la actividad antitumoral, la reducción de la hiperlipidemia, el efecto antidiabético, el efecto antihipertensivo, el modulador del sistema inmune.
El extracto de algas que supera al remdesivir en el bloqueo del virus Covid-19	ABC S.	Las macromoléculas de las algas tienen un potencial antiviral y específico contra el SARS-CoV2.
Efecto de la Spirulina (Arthrospira) máxima sobre daño muscular y composición corporal en boxeadores profesionales.	Castro Zamora AA.	El potencial antioxidante que tiene la Arthrospira un tipo de alga de espirulina, favorece a los deportistas cuando se ocasionan desgaste en las fibras musculares.
Aplicación médica de Spirulina platensis	Qian L, Yinghong H, Ronghua Z, Tiange C, Yu C.	Los efectos farmacológicos de la C-PC junto con la espirulina son de inmunomodulador, antiinflamatorio, eliminación de cataratas, protector cardiovascular, renoprotector, hepatoprotector, neuroprotector.
Efecto de la suplementación con spirulina maxima (Arthrospira, maxima) en la hipertensión arterial: una revisión sistemática	Ferreyros Putnam V, Ponticel Tello KS.	El suplemento de la espirulina en capsulas o tabletas redujo significativamente el nivel de la presión arterial sistólica.
Spirulina en Colombia: una aproximación de su potencial según investigación internacional	Arévalo MR, Orduz SA, Quitian WT, Martínez C.	En Colombia la producción de las algas marinas está en auge tal es el caso de la espirulina tiene un potencial nutracéutico grande, compuestos antioxidantes y antimicrobianos.

Tabla 2. Aplicaciones en la alimentación

Título	Autores	Resultados
Halterofilia	Paper	La espirulina como suplemento máximo nutricional natural orgánica sin aditivos químicos para los deportistas con mayor esfuerzo físico corporal.
Plan de negocio de cereal de espirulina para fortalecer el sistema inmunológico de los habitantes del distrito de La Molina en tiempo de Covid. 2022	Llacatahuaman Pillaca SR, Martínez Calixtro EJ, Medina Huaranga CO, Mostacero Manayay VN.	Cereal a base de espirulina ayuda a fortalecer el sistema inmunológico de las personas en tiempo de COVID.
“Elaboración y evaluación de un producto instantáneo a base de la mezcla de harina de cebada y espirulina en niños menores de diez años”	Malaga Rosas I.	Fuente de proteína en la recuperación nutricional, la harina de espirulina contiene un 65,16 % de proteínas con un 95 % de buena digestibilidad a diferencia de la harina de cebada que contine 12,5 % de proteína.
Espirulina un suplemento alimenticio como posible alternativa en el control de peso.	Guillen-Martín del Campo JA, Calvillo-Femat A, Mosqueda-Esparza JI, Rodríguez-Hernández AI, Jaramillo-González F.	El programa de alimentación PDP utiliza la espirulina como coadyuvante potencial para la supresión de apetito y antioxidante inmunomodulador con buenos resultados.
Tostadas en base a espirulina	Atoche Valdiviezo DA, Coronel Damiano KA, Montedoro Velasquez AA, Villavicencio Principe EH.	Tostadas en base de espirulina con sabor a fresa, naranja y miel con el fin de ser un alimento llamativo y nutricional.
Tostadas en base a espirulina	Atoche Valdiviezo DA, Coronel Damiano KA, Montedoro Velasquez AA, Villavicencio Principe EH.	Construcción de una empresa con el nombre de BIO HELADERIA con el objetivo de mejorar la calidad de vida d ellos clientes e incentivar al consumo de productos saludables.
Fortificación proteica del licor de cacao utilizando espirulina	Alberto A, Dueñas Rivadeneira A, Fernando E, Vera E, Mercedes E, Sabando P, et al.	Fortificación proteica del licor de cacao utilizando espirulina en la elaboración de chocolate.

Tabla 3. Aplicaciones en la industria

Título	Autores	Resultados
Protocol for the maintenance of strains and escalation in the production of microalgae of industrial interest	Cárdenas I, Machuca-Martinez F, García-Martinez J.	La producción de microalgas se puede cultivar bajo periodos cortos de luz en caja Petri obteniendo un mayor rendimiento y menos costos adicionales por iluminación artificial.
Aplicación médica de Spirulina platensis Derivado de C-Ficocianina	Qian L, Yinghong H, Ronghua Z, Tiange C, Yu C.	C-PC es un polvo de color azul intenso obtenido a partir de algas marinas. C-PC no es solo un tipo de proteína, sino también un excelente pigmento comestible natural, aditivo alimentario y cosmético.
Determinación de perfil de aminoácidos y fitoquímicos de Spirulina platensis usando suero lacteo como fuente de carbono	Herrera Peralta C, Cantú Lozano D, Medina Meza IG.	Al analizar la composición química de aminoácidos, proteínas, cenizas, producción de biomasa, clorofila a y b, carotenoides, actividad antioxidante, flavonoles, los beneficios aumentan por las condiciones de cultivo.
Espirulina (Arthrospira Platensis) Una Revisión de la Composición Química, beneficios en la Salud y Uso en la Industria Alimentaria.	Olivares Mendez GL, Castillo Cisneros DA.	La industria no ha dejado de fabricar ni detallar los beneficios de la espirulina, como hipolipemiantes, antimicrobianos, homeostáticos en algunos casos anticancerígenos.
Producción de ficocianina a partir de Spirulina maxima en biorreactor PBR tubular para la industria de alimentos	Toloz Martínez GC.	El estudio de microalgas se ha dado con el fin de producir compuestos que son de interés en las grandes industrias como alimentarias, farmacológicas, cosméticas, acuícolas y el uso en la producción de biodiesel.
Biosorción de cromo de efluentes de la industria textil mediante el uso de microalgas en la ciudad de Arequipa	Sumalave Cutire CL.	La producción de microalgas espirulina platensis y Chlorella vulgaris han ido aumentando debido al potencial de bioadsorción para empresas textiles que contiene cromo.
Modelamiento matemático para la optimización de los factores que influyen en la producción de biomasa de spirulina (Arthrospira platensis) como una alternativa de mitigación de la contaminación del aire por fijación de CO2 atmosférico	Huaman JI.	Instauración de un modelo matemático para la optimización de factores que influyen en la producción de biomasa de espirulina como una alternativa de mitigación de la contaminación del aire por fijación de CO2 atmosférico.

DISCUSIÓN

Aplicaciones en la salud

En el mundo se han distinguido dos especies diferentes, la *Spirulina platensis* y la *Spirulina máxima*, ambas son utilizadas como complementos alimenticios, con propiedades nutricionales similares y se diferencian por su lugar de origen; la *Spirulina platensis* es del Lago Chad, donde hasta hoy en día se usa para combatir la desnutrición.

En los últimos años se ha incrementado el interés por esta cianobacteria debido a su valor nutricional y su uso como complemento alimenticio para humanos y animales en las diferentes etapas de la vida y estado de salud.

Esta alga auxilia a la producción de la acetilcolina, un neurotransmisor que ayuda al adecuado desempeño del sistema nervioso. Antiséptica y antianémica, ayuda además a minimizar colesterol y los triglicéridos, además, ayuda a tener una mejor digestión y crea un ligero impacto laxante.⁽⁷⁾

Contiene proteínas bioactivas que han demostrado actividad para combatir microorganismos como virus, bacterias y hongos, además, de tener efecto anticancerígeno y a disminuir las alergias. Su consumo se ha asociado con algunos efectos benéficos para la salud, los cuales se describen en los siguientes párrafos.⁽⁸⁾

Los efectos para combatir virus, bacterias y hongos, se ha asociado al consumo de espirulina con innumerables beneficios para el sistema inmunológico, de igual manera, crea cambios en el microbiota intestinal.

La espirulina tiene antioxidantes en forma de vitamina E, β -carotenos y ficobiliproteínas, los cuales, en patologías crónico-degenerativas como la aterosclerosis ayudan a prevenir la acumulación en sangre de colesterol total, lipoproteínas de baja densidad (LDL), lipoproteínas de bastante baja densidad (VLDL) y malondialdehído sérico, aumentando los niveles de lipoproteínas de alta densidad (HDL) y moléculas antiaterogénicas.

En la obesidad, otro estado crónico de la salud, el mecanismo de acción de la espirulina se ha evidenciado por el contenido de fenilalanina, un aminoácido sustancial necesario para la composición de la colestistoquinina, hormona que participa en la señalización apetito saciedad con ayuda del sistema nervioso central logran reducir la alimentación, reduciendo los niveles de presión alta.⁽⁴⁾

Disminuye el colesterol y los triglicéridos, debido a que inhibe la absorción de lípidos y ayuda a aumentar el colesterol bueno HDL, mantenido así el índice de masa corporal en óptimas condiciones, previniendo o controlando la diabetes porque ayuda a incrementar la sensibilidad de la insulina.⁽⁹⁾

En un estudio realizado en la Habana con *La Spirulina platensis*, encontraron varios efectos benéficos, que permiten su uso como coadyuvante en la prevención y tratamiento de la diabetes mellitus, entre ellos se describen: ser un nutriente con bondades nutraceuticas y funcionales, con potente actividad antioxidante, que incide en un mejor control glucémico y que, además, puede ser útil en el manejo de las posibles complicaciones y comorbilidades que pueden acompañar este tipo de enfermedad.⁽⁷⁾

La espirulina al ser rica en magnesio, un mineral que ayuda a producir las hormonas que causan bienestar, mejora el humor y la disposición de las personas.

La espirulina contiene muchos nutrientes benéficos para la salud, como la ficocianina y antioxidantes que podrían ser beneficiosos para personas con alzheimer y para reducir el deterioro cognitivo que ocurre con la edad, contiene ácidos grasos de omega 3 que actúan como antioxidantes y antiinflamatorios en el organismo, reduce la inflamación, favoreciendo la hipertrofia; mejora y fortalece el sistema inmune debido a que activa las células inmunitarias, algunos estudios indican que puede ser beneficioso para personas que presentan VIH para ayudar a mejorar su inmunidad,⁽¹⁰⁾ combate el tratamiento de la artritis, debido a que aparentemente posee un efecto antiartrítico protegiendo las articulaciones.

Al contener vitamina A y C disminuye el daño celular evitando el envejecimiento precoz y ayudando a prevenir el cáncer, también podría ejercer un efecto antiviral contra el virus de los herpes simples y la hepatitis C.⁽¹¹⁾

Varias pruebas y estudios realizados en México muestran que el uso de la espirulina como suplemento alimenticio ha ayudado a mitigar la incidencia de anemia durante el embarazo, la lactancia materna y el envejecimiento; el consumo de espirulina moduló la disminución de glóbulos rojos, glóbulos blancos y linfocitos T- α -naftil esterasa positivos y los valores de hemoglobina, causados por plomo y cromo.⁽¹²⁾

En un trabajo realizado en ratas Wistar machos donde se le administró *espirulina platensis* (50 mg/kg/día), se observó la reducción de la peroxidación lipídica, los niveles de nitrito y los lípidos en plasma y tejidos. Este estudio mostró el efecto protector de antioxidantes en la lesión mediada por el estrés oxidativo causada por especies reactivas de oxígeno producidas en los tejidos miocárdicos diabéticos.

Algunas consideraciones sobre el uso de la espirulina

Se debe tener en cuenta que la espirulina es un alimento, mas no un medicamento, pero si se han realizado medicamentos a base de esta alga, su consumo es seguro en las dosis correctas y no se han descrito efectos adversos graves. Sin embargo, tienen la posibilidad de manifestarse efectos colaterales, como erupción de la dermis, sed, estreñimiento, interacción con medicamentos alterando su efectividad

Para el consumo de la espirulina es necesario tener en cuenta algunas precauciones:⁽¹³⁾

- Es posible, aunque infrecuente en personas no acostumbradas a consumir algas pudieran presentar algunas molestias gástricas leves por eso se debe empezar por dosis pequeñas.
- La espirulina no interactúa con los medicamentos convencionales, sin embargo, debido a la capacidad de estimular el sistema inmunológico podría ser prudente evitarla o solo consumirla con el consentimiento del facultativo, cuando la persona padece enfermedades autoinmunes y cuando por esta causa utiliza fármacos que sean administrados para suprimir el sistema inmunológico.
- Esta microalga contiene fenilalanina en su composición, por lo que está contraindicada en personas con fenilcetonuria, si bien su uso no está contraindicado durante el embarazo o lactancia se recomienda precaución, al igual que en niños pequeños preferentemente no consumirla.

La espirulina como suplemento alimenticio

En la actualidad, la espirulina puede hallarse en diversos productos como barras nutritivas, yogures, espagueti y en bebidas preenvasadas; sin embargo, a lo largo del proceso de preparación de los alimentos las propiedades nutricionales tienen la posibilidad de modificarse.

La Gestión de Alimentos y Medicamentos ha categorizado a la espirulina como producto seguro, lo cual asegura su inocuidad para el consumo humano, así mismo, la junta de Profesionales en Información de Suplementos Dietéticos de la Convención de la Farmacopea de USA,¹¹ que garantiza el consumo de los suplementos dietéticos, ha reportado que no existe un peligro para la salud asociado con el consumo de espirulina y ofrece su uso en diferentes fases de la vida y enfermedades, posibilita consumir hasta 5 gramos de polvo en adultos y hasta 2 gramo en chicos; tiene una proporción de proteínas superior a la de otras fuentes, proporcionando 65 % de éstas al organismo.

Fácil digestión: la espirulina carece de celulosa, lo que hace que sea más fácil de digerir, incluso para las personas con mala absorción intestinal.

Lípidos: los ácidos grasos esenciales ocupan una importante proporción en la composición de la espirulina.⁽¹⁴⁾

Minerales: la espirulina tiene una cantidad relevante de potasio, magnesio, calcio, zinc, manganeso, selenio, hierro y fósforo.

Vitaminas: la espirulina contiene una alta cantidad de vitaminas diversas como por ejemplo: vitamina E y otros elementos que destacan por sus propiedades antioxidantes, betacaroteno y todas las vitaminas del grupo B, sin embargo, la vitamina B12 que contiene, no es biodisponible para humanos, por lo que no sirve para sustituir la suplementación que requieren los veganos y vegetarianos.⁽¹⁵⁾

Pigmentos: posee pigmentos en altas cantidades que podrían tener efectos antioxidantes y antiinflamatorios.

En la actualidad, el interés por el cultivo de espirulina alrededor del mundo ha aumentado, debido a la importancia de esta cianobacteria, como resultado 22 países permanecen produciéndola a enorme escala, en México la producción se ha centrado en la casera y artesanal, aunque recientemente en Colima, Puebla y Veracruz se ha iniciado la producción a más grande escala.⁽¹⁶⁾

En Europa en sectores como la avicultura y la acuicultura, las algas marinas son utilizadas como suplemento alimenticio, en la piscicultura los organismos marinos se crían directamente con algas frescas y en la industria ganadera las algas se utilizan como forraje para la alimentación, lo cual es recomendable controlar, por la adición de yodo, debido a que esta planta contiene yodo y el consumo en exceso sería perjudicial, además, de esto, se debe tener en cuenta que el alto contenido mineral de potasio, sodio y cloro generan trastornos digestivos en los animales.⁽¹⁷⁾

En África se ha determinado que las dietas con espirulina y otros cereales pueden corregir la pérdida de peso en un plazo más corto de tiempo comparado con otros alimentos, favoreciendo la rehabilitación nutrimental de forma más efectiva que la simple adición de proteínas y energía en la dieta de los niños.⁽¹⁸⁾

Aplicaciones en la industria

En la mayoría de los casos, la espirulina a escala industrial se crea en estanques abiertos en cultivo líquido o sistemas Raceways, sin embargo, la necesidad de disponer de sistemas de cultivo más higiénicos y eficientes ha hecho que cada vez más internacionalmente se diseñen sistemas cerrados de incremento, conocidos como fotobiorreactores,⁽¹⁹⁾ si bien, aún no son muchas las organizaciones capaces de usar dichos sistemas a escala industrial debido primordialmente a su elevado coste.

Aunque se debe continuar intentando encontrar formas de mejorar la producción por medio de técnicas convencionales, no se debe olvidar que la ingeniería genética, la biología de sistemas y la ingeniería metabólica son herramientas poderosas para contribuir a detectar novedosas maneras racionales de mejorar el proceso.

El uso de C-PC combinado con algunas drogas ha dado como resultado ciertos medicamentos, combinación con piroxicam, que es un medicamento antiinflamatorio no esteroideo tradicional, usado contra el reumatismo y la artritis reumatoide, combinado con ácido retinoico all-trans se utiliza para tratar enfermedades de la piel y apoptosis de las células tumorales, en combinación con topotecán se utiliza para combatir casi todos los

tumores sólidos, en combinación con doxorrubicina es un antibiótico antitumoral que inhibe la síntesis de ADN y ARN.⁽²⁰⁾

La espirulina se produce al menos en 22 países: Benín, Brasil, Burkina Faso, Chad, Chile, China, Costa Rica, Costa de Marfil, Cuba, Ecuador, Francia, India, Madagascar, México, Myanmar, Perú, Israel, España, Tailandia, Togo, Estados Unidos y Vietnam; sin embargo, existen países con producción que no han sido tomados en cuenta, es por eso el desconocimiento parcial de la producción y los beneficios que esta conlleva.⁽²¹⁾

Integración de la evidencia en los estudios y consideraciones finales

Según los resultados obtenidos de la documentación científica analizada, la espirulina en el ámbito de la salud ha demostrado ser de gran utilidad, combatiendo los problemas cardiovasculares, dislipidemias, es un antioxidante que ayuda a la regeneración de las fibras musculares en deportistas, mejora el sistema inmunológico, ha ayudado a bajar favorablemente los niveles de presión arterial sistólica.

Según un estudio realizado en Cuba en el año 2022, estas algas marinas tienen un potencial antiviral y es específico contra el virus SARS-CoV2.

Como suplemento alimenticio, la espirulina ha demostrado tener un gran aporte nutricional, en los deportistas se ha utilizado como suplemente de entrenamiento si generar ningún tipo de aditivos químicos.

En un trabajo de investigación realizado por la Universidad Científica del Sur de Perú, elaboraron un cereal a base de espirulina en tiempos de COVID con el fin de ayudar a fortalecer el sistema inmunológico de las personas, teniendo resultados positivos, en otro estudio en el mismo país se hicieron comparaciones entre la harina a base de cebada y la harina a base de espirulina, arrojando unos resultados de fuente nutricional mayor en la harina a base de espirulina con un 65,16 % y un 95 % de digestibilidad a diferencia de la otra harina que solo tiene un aporte nutricional del 12,5 %, la táctica utilizada en este país para que sus habitantes consuman espirulina y que sea apetecible para todas las edades, ha sido, implementar espirulina en productos comestibles como helados de diferentes sabores y tostadas.

En Ecuador en la Universidad Técnica de Manabí en el año 2018 se realizó un estudio de licor a base de espirulina para la obtención de chocolate comestible con el fin de incrementar el nivel de proteínas.

En la industria, la producción de las microalgas ha tenido un gran aporte benéfico, el terreno para su producción ha generado ciertas controversias en cuanto a los gastos económicos, por eso en Colombia realizan producciones de espirulina en cajas Petri, para reducir costos, pese al utilizar luz artificial han obtenido un mayor rendimiento en la producción de espirulina.

El Instituto Tecnológico de Orizaba de México en el 2019, analizaron la composición química de la espirulina como los aminoácidos, proteínas, producción de biomasa, clorofila a y b, carotenoides, actividad antioxidante, llegando a la conclusión de que los beneficios aumentan por las condiciones de cultivo, en otra investigación, en la Universidad César Vallejo de Perú, realizaron un estudio sobre la producción del alga de clase platensis y *Chorella vulgaris*, las cuales han tenido una gran acogida debido al potencial de bioadsorción para las empresas textiles que contienen cromo en sus desechos, siendo este un contaminante del medio ambiente.

Es por ello que, también se la considera a la espirulina como una alternativa de mitigación de la contaminación del aire por fijación de CO2 atmosférico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. UAM. Boletines UAM. UAM 2021. <https://www.comunicacionsocial.uam.mx/boletinesuam/079-21.html>.
2. Castro Zamora AA, Borbón Castro NA, Simental Trinidad JA, Gómez Infante E, Félix Ibarra LI, Rangel Colmenero BR, Méndez Estrada RO. Consumo de Spirulina spp. (*Arthrospira*) como una alternativa en la nutrición humana. Una Revisión bibliográfica. Revista De Investigación Académica Sin Frontera: División De Ciencias Económicas Y Sociales 2018;(26):1-28. <https://doi.org/10.46589/rdiasf.v0i26.159>.
3. Hernández Rodríguez J. Espirulina como producto natural con potencialidades para su empleo en pacientes con diabetes mellitus. Revista Cubana de Endocrinología 2021;32(1): e247.
4. ABC S. El extracto de algas que supera al remdesivir en el bloqueo del virus Covid-19 s. f. https://www.abc.es/salud/enfermedades/abci-extracto-algas-supera-remdesivir-bloqueo-virus-covid-19-202007281330_noticia.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.abc.es%2Fsalud%2Fenfermedades%2Fabci-extracto-algas-supera-remdesivir-bloqueo-virus-covid-19-202007281330_noticia.html.
5. Malpartida Y. R, Aldana F. L, Sánchez S. K, Gómez H. L, Lobo P. J. Nutritional value and bioactive compounds of spirulina: Potential food supplement. Ecuadorian Science Journal 2022;6(1):42-1. <https://doi.org/10.46480/esj.6.1.133>.

6. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología* 2021;74:790-9. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>.
7. Chamorro G, Salazar M, Gomes de Lima Araújo K, Pereira dos Santos C, Ceballos G, Fabila Castillo L. Actualización en la farmacología de Spirulina (*Arthrospira*), un alimento no convencional. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 2002;52:232-40.
8. Zeinalian R, Farhangi MA, Shariat A, Saghafi-Asl M. The effects of Spirulina Platensis on anthropometric indices, appetite, lipid profile and serum vascular endothelial growth factor (VEGF) in obese individuals: a randomized double blinded placebo controlled trial. *BMC Complement Altern Med* 2017;17:225. <https://doi.org/10.1186/s12906-017-1670-y>.
9. García-Ishimine R, Rodríguez-Vega JL, Mejía-Pinedo D. Efecto hepatoprotector, antioxidante y anticancerígeno de la espirulina. *Revista Habanera de Ciencias Médicas* 2020;19:2960.
10. Vilas MVA, Sertucha M del CB, García TH. Nutrición y VIH/SIDA: cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. *Revista de Investigación y Educación en Ciencias de la Salud (RIECS)* 2020;5:19-34. <https://doi.org/10.37536/RIECS.2020.5.2.223>.
11. Vega CAS, Guerra RES. Efectos benéficos para la salud asociados al consumo de espirulina. *Revista Universitarios Potosinos* 2021;(261):6-6.
12. Herrera Peralta C, Cantú Lozano D, Medina Meza IG. Determinación de perfil de aminoácidos y fitoquímicos de Spirulina platensis usando suero lacteo como fuente de carbono. Instituto Tecnológico de Orizaba. 2019. <http://repositorios.orizaba.tecnm.mx:8080/xmlui/handle/123456789/331>.
13. Díaz T, Patricia M. La espirulina una oportunidad como alimento funcional. Potencial Biotecnológico de las Microalgas en Zonas Áridas, Bogota D.C.: UTADEO; 2018.
14. Ramírez L. *Agrobiología: Una visión general y sus aplicaciones*. Merida Publishers. 2020. <https://doi.org/10.4322/mp.2020.001>.
15. Gomez AC, Callata MA, Teodoro HC, Alarcón BE, Julca JP, Menacho LMP. Cushuro (*Nostoc sphaericum*): Hábitat, características fisicoquímicas, composición nutricional, formas de consumo y propiedades medicinales. *Agroindustrial Science* 2021;11:231-8.
16. Cruz Woo G. *Manual para el cultivo artesanal de espirulina (Arthrospira spp.) en San Salvador Atenco, México*. 2022.
17. Portugués Solano BP. Bioprospección de la diatomea *Nanofrustulum Shiloi* (Bacillariophyceae) nativa del noroeste de Baja California Sur, México, para su uso como alimento alternativo en sistemas acuícolas 2020.
18. Y RM, F LA, S KS, H LG, P JL. El valor nutricional y compuestos bioactivos de la Espirulina: Potencial suplemento alimenticio. *Ecuadorian Science Journal* 2022;6:42-51. <https://doi.org/10.46480/esj.6.1.133>.
19. Jácome-Pilco C, Ballesteros C, Rea E, Cayambe LMR. Microalgas en el tratamiento de aguas residuales generadas en industrias de curtiembres. *Ciencia y Tecnología* 2021;14:47-55. <https://doi.org/10.18779/cyt.v14i2.502>.
20. Gandía Almorox R. Efectos citotóxicos sobre células tumorales de la Ficocianina extraída de microalgas 2021. <https://oa.upm.es/68990/>.
21. Ikeda IK. *Avaliação do extrato fermentado e bioativo da biomassa de Spirulina platensis como potencial prebiótico cutâneo*. masterThesis. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2021.

FINANCIACIÓN

No existe financiación para el presente trabajo.

CONFLICTO DE INTERES

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Katherine Ochoa Galarza, Willian Moyano Calero.

Investigación: Katherine Ochoa Galarza, Willian Moyano Calero.

Metodología: Katherine Ochoa Galarza, Willian Moyano Calero.

Administración del proyecto: Katherine Ochoa Galarza, Willian Moyano Calero.

Redacción-borrador original: Katherine Ochoa Galarza, Willian Moyano Calero.

Redacción- revisión y edición: Katherine Ochoa Galarza, Willian Moyano Calero.