

Valor nutricional y compuestos bioactivos de la espirulina: Potencia suplemento alimenticio

Nutritional value and bioactive compounds of spirulina: Potential food supplement

Malpartida Y., Rafael Julian; Aldana F, Luz; Sánchez S, Karen; Gómez H., Luis; Lobo P, Jhon



Rafael Julian Malpartida Y.

rjmalpartida@unaat.edu.pe

Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma, Perú

Luz Aldana F

rjmalpartida@unaat.edu.pe

Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma, Perú

Karen Sánchez S

rjmalpartida@unaat.edu.pe

Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma, Perú

Luis Gómez H.

rjmalpartida@unaat.edu.pe

Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma, Perú

Jhon Lobo P

rjmalpartida@unaat.edu.pe

Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma, Perú

Ecuadorian Science Journal

GDEON, Ecuador

ISSN-e: 2602-8077

Periodicidad: Semestral

vol. 6, núm. 1, 2022

esj@gdeon.org

Recepción: 30 Diciembre 2021

Aprobación: 27 Enero 2022

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/606/6063067003/>

DOI: <https://doi.org/10.46480/esj.6.1.133>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.

Como citar: Malpartida Y., R., Aldana F., L., Sánchez S., K., Gómez H., L., & Lobo P., J. (2022). El valor nutricional y

Resumen: La espirulina es un alga azul verdoso que en la actualidad es considerada un superalimento por su gran contenido de aminoácidos, vitaminas, ácidos grasos, minerales y carbohidratos, también por los beneficios que aporta a la salud, esta alga habita en aguas naturales que son alcalinas, para su crecimiento necesita CO₂ el cual facilita el desarrollo de la fotosíntesis, brinda mayor cantidad de proteínas en comparación a la soja y carne de vacuno. El consumo del superalimento debería masificarse debido a su acción antioxidante que permite neutralizar las respuestas químicas del cuerpo, además elimina toxinas como se manifiesta en el hígado intestinal, así mismo, la presencia de prebióticos favorece la pérdida de peso y aumenta la función inmune ya que proporciona anticuerpos capaces de luchar contra los distintos procesos crónicos, como los tumores malignos.

Palabras clave: Espirulina, Bioactivo, Suplemento alimenticio.

Abstract: Spirulina is a blue-green algae that is currently considered a superfood for its high content of amino acids, vitamins, fatty acids, minerals and carbohydrates, also for the benefits it brings to health, this algae lives in natural waters that are alkaline, for its growth needs CO₂ which facilitates the development of photosynthesis, provides more protein compared to soybeans and beef. The consumption of the superfood should be massified due to its antioxidant action that allows neutralizing the chemical responses of the body, it also eliminates toxins as manifested in the intestinal liver, likewise, the presence of prebiotics favors weight loss and increases immune function as it provides antibodies capable of fighting various chronic processes, such as malignant tumors.

Keywords: Spirulina, Bioactive, Nutritional supplement.

compuestos bioactivos de la Espirulina: Potencial suplemento alimenticio. Ecuadorian Science Journal, 6(1), 42-51. <https://doi.org/10.46480/esj.6.1.133>

INTRODUCCIÓN

La industria de alimentos ultra-procesados está incrementándose a gran escala, y masificándose en el mercado mundial; estos están desplazando a los alimentos nutritivos, de esta manera generando efectos alarmantes en la salud; esto se debe a que no existen normas que regulen el mercado de estos productos. Es importante también señalar que estos productos no satisfacen los requerimientos nutricionales de las personas; diversos especialistas enuncian que el consumo de estos productos conlleva al sobrepeso y la obesidad.

Por tanto, es evidente que debe buscarse alternativas de solución para disminuir el consumo de los alimentos ultra-procesados. Una iniciativa como forma de freno a este incremento enunciado, es el de promover el consumo de alimentos saludables, ricos en nutrientes; de la misma forma informando a la población cuales son esos alimentos que coadyuvan a su alimentación saludable

El presente artículo tiene el propósito de informar acerca de diversos aspectos básicos, así como la composición nutricional, ventajas presentes en la espirulina, conocida por ser un alga verde azulada. En ese sentido, Zanin (2021) indica que la espirulina es un alga usada como agregado nutricional por su importante composición en vitaminas, minerales, antioxidantes y sobre todo proteínas, conociéndose actualmente como un alimento completo ya que otorga distintos beneficios a la salud. Varias investigaciones manifiestan que la espirulina tiene el potencial de mejorar el metabolismo de los lípidos y glucosa, disminuyendo la grasa almacenada en el hígado y salvaguardando el corazón; así mismo menciona sobre las propiedades nutricionales, las cuales ayudan a solucionar muchos problemas relaciones con el metabolismo. Bien se sabe que en la actualidad se generan muchas muertes debido a problemas de obesidad, el hígado y el corazón, a su vez nos dice que la espirulina posee una gran proporción de vitaminas y minerales que ayudan a los niños con anemia, por otra parte, si se tiene en mente consumir la espirulina, es necesario establecer en una dieta balanceada adecuada.

La espirulina tiene su origen de hace más de 3.5 mil millones de años como cianobacteria procariota, cumpliendo un rol primordial en la disminución de dióxido de carbono y e incrementando el oxígeno en la Tierra, es tomado en cuenta como el alimento del futuro, no solo por su designación reconocida por Generally Recognized as Safe (GRAS) y la Administración de Medicamentos y Alimentos (FDA) gracias a su gran contribución nutricional y de antioxidante, sino que es un cultivo perfecto para ambientes desérticos y más aún en el que el agua salina no es propicio para la agricultura convencional. Además, al crecer en ambientes acuosos alcalinos y salobres, muestra escasas posibilidades de contaminarse.

Por otro lado, la utilización de la espirulina remonta al año 1.300 d.C., en ese periodo, la cultura Azteca lo obtenía del lago Texcoco y se utilizaba con el fin de diseñar un tipo de torta seca denominada “techuitlatl”. Asimismo, su manejo ha sido conocido también en Chad (África), tal vez, en la misma época o antes, y era sacado del lago Kossorom para realizar un alimento llamado “dihe” (Muñoz, 2019).

Por otra parte, el aspecto dietético de un individuo se basa en el sabor, mas no en las distribuciones vitamínicas o de nutrientes que favorezcan a la salud, es así que, la persona, por naturaleza, es capaz de ingerir distintos alimentos sin prevenir las problemas consecuentes, es por ello que, actualmente, la comida rápida está apoderándose de más favoritismo que los alimentos saludables, con ello, se están generando incrementos de patologías asociadas al consumo de grasa excesiva, asimismo se observa que existe un gran número de niños con anemia, ya que los alimentos que ingieren no favorecen a su nutrición, en consecuencia, solo ingerimos alimentos desconociendo el valor nutricional que ofrece, y en forma de solución, se pretende informar los beneficios de la espirulina, un alimento natural, a bajo precio y lo mejor de todo es que aporta vitaminas, proteínas y apoya en el control de la glucosa.

El objetivo del presente artículo es describir e informar sobre diversos aspectos de la espirulina, como su composición nutricional y beneficios que brinda al consumirla, siendo un alimento de vital importancia en la prevención de enfermedades, y en el fortalecimiento de la calidad alimenticia de las personas.

METODOLOGÍA

Para esta revisión literaria se realizó una búsqueda exploratoria de las distintas investigaciones obtenidas de las bases de datos científicas, recopilándose 28 artículos indexados de Scielo, Redalyc y Google Académico, de los cuales 1 es del 1982, 1 es del 1996, 2 es del 2006, 1 es del 2008, 1 es del 2010, 1 es del 2013, 1 es del 2014, 2 es del 2015, 2 es del 2016, 5 es del 2017, 2 es del 2019, 2 es del 2020, 3 es del 2021. Para su búsqueda se utilizaron palabras claves como Spirulina, Bioactivo, Suplemento alimenticio. El trabajo no fue experimental, por lo contrario, fue de tipo descriptivo; la variable de análisis fue la espirulina.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Spirulina

Según Ponce (2013) la espirulina es una microalga que presenta altos contenidos protéicos, de ácidos grasos, minerales y vitaminas.

Por otro lado, Sera y Garcia (2017) indican que la espirulina es una bacteria primitiva con origen de hace más de tres mil millones de años y que ha tomado la destreza de usar el CO₂ diluido sobre el agua salada como base nutritiva para su reproducción.

Según Hernández (2021), la espirulina filamentosa estructurada por células individuales de color verde azulado, tomando el matiz debido a la presencia de ficocianina y de clorofila. Mantiene una estructura de espiral, generalmente de ocho a diez μm de diámetro y pese a ser cosmopolita, se desarrolla en charcos y acequias con baja profundidad y de constante filtración, en lagos y estanques alcalinos con escalas de temperatura que oscilan de 30 a 35 centígrados.

García (2014), refiere que la Spirulina observada de un microscopio, surge como filamentos de azul verdoso integrado de células cilíndricas situadas en tricomas helicoidales sin ramificaciones. El diámetro de las células varía de entre 1 a 3 μm , en los tipos más diminutos, y de 3 a 12 μm en los más grandes. En ese sentido, se halló dimensiones celulares de tamaño mayor para Spirulina platensis (6 a 8 μm) y menor para Spirulina maxima (4 a 6 μm)

Ciclo de vida

El ciclo de vida es un tema relevante sobre la composición de la espirulina, a razón de sus contradicciones de taxonomía, fisiología y de cultivo. Dicho proceso se sintetiza en las siguientes fases: a) desintegración de tricomas, b) incremento de hormogonios de la célula, c) procesos de madurez y d) elongación tricomona. En consecuencia, los tricomas maduros se fragmentan en distintos filamentos pequeños en base al desarrollo especializado de células, necridios celulares, donde el material celular vuelve a absorberse generando la fragmentación (Hernández, 2016).

Especies

Existen numerosas variedades de especies de espirulina, resaltando la Spirulina fusiformis, etc., por su avance en investigación y recolección. Sin embargo, todas las variedades mantienen numerosas sustancias, y el análisis toxicológico indican que es un nutraceutico seguro y fue resaltado por la Oficina de Administración de Drogas y Alimentos de EE.UU. (García et al., 2020).

Características generales

Las variedades de Spirulina son organismos procariontes fotosintéticos y tienen morfología filamentosa que integran al filo Cyanobacteria. Las variedades más usadas sobre el comercio alimentario son el de tipo

máxima, platensis y fusiformis. La Spirulina presenta valor comercial relevante en la industria comestible y está tipificado como un alimento de alto valor nutritivo a razón del elevado contenido proteico. Asimismo, el valor nutritivo de la Spirulina era conocido por la cultura Azteca, ellos lo recolectaban del lago Texcoco, y los pobladores de África, cerca del lago Chad para la alimentación su comercio (Ribas y Oliveira, 2020, p. 82).

Farmacología y Toxicología

Chamorro et al. (1996) en su investigación y experimentación clínica menciona sobre la farmacología y toxicología de la espirulina:

Farmacología

a) Propiedades antivirales

a) Se evidencio que los reiduos acuosos de Spirulina inhabilitan el aumento del virus Herpes simplex tipo 1. El extracto no contiene acciones virucidas y no contraindica la absorcion del virus sobre las células HeLa, pero si sobresalta su ingreso. En concentracion de 1 mg/mL se tuvo un retraso especifico en la recapitulación proteica viral sin eliminación celular de intruso. En un estudio realizado en hamster infectados con el virus, se obtuvo alargamiento de vida.

b) Efectos antimutagenicos

a) Se estudió drásticamente las funciones antimutagenicas y radioprotectoras de los jugos en plantas y seres vivos. Con respecto a ello, los jugos alcohólicos de espirulina disminuyen grandemente el número de micronúcleos en eritrocitos policromáticos de médula ósea en roedores sometidos en rayos gama: el resultado se visualiza al otrogar la Spirulina antes y/o después de radiación.

Toxicología

a) Ácidos nucleicos

El aumento en el consumo de ácido ribonucleico y ácido desoxiribonucleico incrementa la concentracion de ácido único sobre la sangre y aumenta el riesgo de gota. Asimismo, el desecho elevado de acido úrico daña el riñon generando calculosis y cristaluria. Ello debido a la poca capacidad del metabolismo enzimático del hombre para sintetizar las purinas por encima del ácido nucleico, lo que genera limitaciones en el consumo de microorganismos como fuente de aliemntarse. Los ácidos nucleicos presentan aproximadamente el 4 al 6% de peso seco en el alga, el 8 al 12% en levaduras y el 20% en bacterias.

b) Metales pesados

Las algas contaminadas por los metales pesados fue una de los grandes dificultades en resolver, debido a que se concentran en partes superiores del ambiente. A razón de ello, se dictaminaron normas sobre el límite de metales pesados que el ser humano pueda ingerir sin tener riesgo alguno. En estudios realizados con la Spirulina cultivada en la India, este no sobrepaso las poseciones de elementos referidos. Las razones primordiales para hallar valores elevados de metales es el manejo de pesticidas, el agua y atmósfera contaminada.

c) Toxinas biogenicas

El análisis en laboratorio de la Spirulina no logró detectara ficotoxinas, micotoxinas o toxinas bacterianas. Asimismo, no se halló ocratoxinas A, citrinina, patulina, ácido penicilico, aflatoxina, zearalenona, tricoteceno ni sterigmatocistina. Ningun animal presentó intoxicación con la ingesta inducida.

d) Toxicidad aguda

Este aspecto establece una dosis máxima sin tener efectos visibles e indica que lo podría pasar al ser humano por un consumo excesivo. La administración oral de 800 mg/kg de una suspensión de Spirulina a roedores, no produjo fallecimientos, toxicidad, ni alteraciones en la ingesta de alimento durante 2 semanas de observación.

e) **Toxicidad subcrónica**

La toxicología subcrónica analiza los efectos colaterales ocasionados por factores químicos acerca de tejidos metabólicos. En análisis donde la Spirulina se administró a grupos de roedores bebés durante trece semanas a concentraciones de 10, 20 y 30%, se visualizó mínima disminución en la cantidad de consumo de alimentos y también en el peso del cuerpo. No se visualizaron efectos en citológicos y de orina.

f) **Toxicología crónica**

Esta establece el efecto tóxico del e incluso analiza si se presenta intoxicación luego de una administración elevada. Una investigación con Spirulina realizado en roedores macho y hembra en base a concentración de 25% durante setenta y cinco semanas, no se visualizó alteraciones en la conducta, desarrollo ni daño de órganos vitales.

Composición Nutricional

Gutiérrez (2015) en su estudio realizó un análisis en laboratorio de la espirulina, en la cual muestra los resultados generados, reportando los siguientes componentes como grasa 4,3g., carbohidratos 17,8g., y vitamina A. Asimismo, la espirulina fue ingerida por los aztecas, y retomó su difusión cuando la NASA propuso para la alimentación de los astronautas (Sánchez, 2020).

De igual forma, en base al análisis realizado acerca de los componentes bioquímicos de la espirulina, se halló que presenta minerales, proteínas, vitaminas, ácidos grasos, entre otros (Ramírez y Olvera, 2006).

TABLA 1
Composición nutricional de la espirulina (Aminoácidos esenciales y no esenciales)

Compuesto	Ramírez y Olvera (2006)	Gutiérrez (2015)
Aminoácidos esenciales		
Leucina	5,9-6,5	5,380
Valina	7,5	3,940
Isoleucina	6,8	3,500
Lisina	2,6-3,3	2,960
Fenilalanina	2,6-3,3	2,750
Metionina	1,3-2,0	1,170
Triptófano	1,0-1,6	1,090
Aminoácidos no esenciales		
Ácido glutámico	7,3-9,5	9,130
Ácido aspártico	5,2-6,0	5,990
Cisteína	0,5-0,7	5,90

Ramírez y Olvera (2006), Gutiérrez (2015)

TABLA 2
Composición nutricional de la espirulina (Vitaminas)

Compuesto	Ramírez y Olvera (2006)	Gutiérrez (2015)
Vitaminas		
Vitamina A	0,11-0,2	352,000
Vitamina K	2,2 mg	1090 mg
Vitamina B1	3-4 mg	0,5 mg
Riboflavina B2	2,5-3,5	4,53 mg
Fenilalanina	2,6-3,3	2,770
Niacina B3	0,014	14,9 mg
Vitamina B6	0,5-0,7	0,96 mg
Vitamina B12	0,15-0,25	162 mg

Ramírez y Olvera (2006), Gutiérrez (2015)

TABLA 3
Composición nutricional de la espirulina (Minerales)

Compuesto	Ramírez y Olvera (2006)	Gutiérrez (2015)
Minerales		
Potasio	1-14	1,660 mg
Sodio	0,45-0,5	641 mg
Fosforo	0,3-0,7	961 mg
Calcio	0,1-0,4	468 mg
Magnesio	0,1-0,2	319 mg
Manganeso	0,005	3,26 mg
Zinc	0,003	1,45 mg
Cobre	0,0012	0,47 mg
Cromo	0,28 mg	400 mcg

Ramírez y Olvera (2006), Gutiérrez (2015)

TABLA 4
Composición nutricional de la espirulina (Ácidos grasos)

Compuesto	Ramírez y Olvera (2006)	Gutiérrez y Tello (2016)
Ácidos grasos		
Ácido mirístico	0,23	0,075
Ácido palmítico	44,6-54,1	2,496
Ácido palmitoleico	1,26	0,328
Ácido linoleico	8-32	0,823
Ácido oleico	1-15,5	0,347

Ramírez y Olvera (2006), Gutiérrez y Tello (2016)

En las tablas presentadas se puede observar una comparación sobre la composición nutritiva que presenta la espirulina, primero en la tabla 1 se observa a los aminoácidos esenciales y no esenciales, reportándose que la cantidad mayor de aminoácido esencial es la valina según Ramírez y Olvera (2006), por otro lado Gutiérrez (2015) también reporta al aminoácido Valina pero en menor cantidad (3,940), segundo en la tabla 2 se observa a las vitaminas, donde Gutiérrez (2015) reporto mayores cantidades referente a la investigación de Ramírez y Olvera (2006), tercero en la tabla 3 se pueden apreciar a los minerales, y cuarto tenemos a la tabla 4 donde muestra la cantidad de ácidos grasos. En estos tiempos se cuenta con una amplia información acerca de los valores nutricionales de la espirulina, todos esto ayuda a comprender mejor la importancia de esta maravillosa alga y muy aparte de ello aporta información para futuras investigaciones. Asimismo, se constata mediante la revisión bibliográfica de artículos científicos, que la espirulina contine un alto valor nutricional esenciales en la alimentación diaria

Ventajas

Casas (2017) indica las siguiente ventajas:

Acción antioxidante

Recibe y contrarresta reacciones químicas del cuerpo. Debido a la representación de las vitaminas A y E y pigmentos tales como la clorofila y los beta carotenos generadores de variedades químicas firmes, contrarrestan el aumento del radical. A esto, se incluyen los ácidos grasos esenciales, generando la protección ante patologías relacionadas al envejecimiento celular como las cataratas, cáncer, entre otros (Deng y Chow, 2010).

Asimismo, los estudios reportan que la espirulina mantiene efectos antioxidantes y antiinflamatorios que retrasan el efecto del estrés oxidativo, entonces el deterioro de casi todas las tierras de cultivo en el orbe ha bajado bastante el número de minerales que de manera natural presentarían cada alimento (Hernández, 2017).

Propiedades antioxidantes

Sobre la espirulina se debe tener en cuenta que los radicales libres de oxígeno y nitrógeno vienen de funciones metabólicas normales del cuerpo del hombre o de componentes externos. Ellas son tipos sumamente reactivas, que en el núcleo membranas celular son capaces de afectar moléculas importantes tales como el ADN, los carbohidratos y los lípidos (García et al., 2020).

Detoxificante

El factor más relevante es a nivel del hígado, gracias a la relación de la ficocianina con la bilirrubina. El factor secundario es a nivel intestinal, por la acción prebiótica de fibra que apoya el desarrollo de bacterias de la flora colónica, lo que se implica con el sistema inmunológico. Finalmente, limita las intoxicaciones por metales pesados gracias al captar y absorber de los mismos (Misbahuddin et al., 2006).

Pérdida de peso

Contiene los insumos necesarios para limitar la subida de peso de una persona. Presenta mucílagos que, ante el manejo de agua, se inflaman y provocan signos de saciedad por distensión intestinal, envolviendo un mayor control del apetito con el apoyo de fenilalanina. Las proteínas son mayormente termogénicas y disminuyen los rasgos de ghrelina, y contribuyen el aporte proteico a los músculos. Los lípidos favorecen la sensibilidad sobre la insulina por efecto accionar en ciertos receptores, y reducen hormonas tales como ghrelina (Deng y Chow, 2010).

Los ácidos grasos esenciales se asocian con el fortalecimiento en el aspecto lipídico, bajando los niveles de colesterol y subiendo HDL por apremio de receptores intracelulares PPAR-alfa (Deng y Chow, 2010).

Asimismo, favorece los procesos circulatorios y de coagulación sanguínea. Así como la presión arterial se ve disminuida.

Neuroprotector

La vitamina B1 es predecesora de la acetilcolina. Los ácidos grasos esenciales son asociados al desarrollo de las neuronas. Así se mejora la prevención de patologías neurodegenerativas como (Deng y Chow, 2010).

Mejora la función inmune

Se observó que en animales la ingesta de espirulina puede generar mayor producción de anticuerpos, y defensas implicadas en batallar situaciones infecciosas y/o procesos severos como el cáncer. Sin embargo, no es totalmente confiable ya no se realizó estudios en seres humanos.

Asimismo, se han generado hipótesis de frente al virus del VIH, aunque los datos tenidos no son del todo concluyentes ya que las investigaciones realizadas han sido con poquísimas personas. Aun así, los hallazgos generados fueron bastante prometedores: luego de diez meses de investigación, sujetos que no habían recibido tratamiento antirretroviral lograron aumentar los linfocitos CD4 (ayudan a combatir la enfermedad) y restar la carga del virus, convirtiéndolo en “indetectable” y no transmisible, además de no presentar efecto adverso (Casas, 2017).

Acción nutricional

La espirulina es llamada el alimento del futuro, porque tiene el 96% de nutrientes útiles para el Hombre, también, es fuente razonable de aminoácidos y proteínas, minerales, lípidos, vitaminas y antioxidantes, ficobiliproteínas y clorofila, mantienen polisacáridos, y otorga solo 2.5 a 3.29kcal/g., incluso mantiene 98% de biodisponibilidad, em otras palabras, presenta capacidad de síntesis de ser usado por el organismo (Silos y Soria, 2021, p. 13).

De igual forma, la Spirulina tiene la característica de ser un alimento con agentes cárnicos más elevados en Hierro, ya que presenta hasta diez veces más de composición que diversos alimentos vegetales, es decir, en 100g. se concentra un aproximado de 87.4 mg. de Hierro. Incluso, los estudios manifiestan que el Hierro de la Spirulina se sintetiza un sesenta por ciento mejor en el organismo que suplementos como sulfato de Hierro, ya que mantiene ficocianina que favorece a incrementar la cantidad del Hierro (Villalobos y Hernández, 2019, p. 18).

Alto nivel de absorción

La espirulina evidencia un nivel de absorción de entre 85 a 95%, incluso engloba un 65% de proteínas, gran cantidad de aminoácidos con los porcentajes que siguen: Isoleucina 6%, Lisina 5%, Metionina 2%, Treonina 5 %, Triptófano 2 %, lo cual lo convierte en un alimento completo (Bohórquez, 2017, p. 13).

Actividad antiviral

La actividad antiviral se refiere sobre el contenido en sulfoglicolípidos, lo cual está relacionado con el efecto de incrementar la inmunidad y fortalecer la tarea de macrófagos y células NK. (Del Valle et al., 2008).

Grandes potencialidades

En la dimensión ambiental, la espirulina, durante su producción es capaz de absorber sustancias que contaminan el agua, entre ellos, metales pesados, bacterias que la dañan, microcistinas entre otros, lo cual podrían generar efectos adversos no asociados al alga. Es por ello que es recomendable consumir espirulina certificada (Hernández, 2021).

En la dimensión de salud, posee varios efectos benéficos, diversas investigaciones destacan su aplicabilidad “como coadyuvante en la prevención y tratamiento de la diabetes mellitus”. (Hernández, 2021)

Optimo productor de Citocinas

La espirulina tiene un rol relevante en la homeostasis de la segregación de citocinas Th1 y Th2. Los beneficios de este producto derivan de sus efectos nutritivos y de la prevención para una vida saludable, usado como un biorregulador de la microflora del intestino y fortificar las defensas naturales de algún patógeno externo (Seyidoglu et al., 2017).

Alternativa alimenticia

La espirulina, además de tener beneficios nutritivos, su producción en cultivo manifiesta escasas limitaciones, ya que se desarrolla bastante bien sobre aguas sumamente alcalinas, entonces, el hecho de contaminarse con diversos microorganismos es bastante raro. La pared de su célula es delgada y no posee celulosa, lo cual favorece su asimilación, no asimilándose de algas verdes, como la *Chlorella* que es usada para alimentación acuicultura (Ramírez y Olvera, 2006).

CONCLUSIONES

La espirulina es una cianobacteria que posee un alto valor nutricional, además presenta compuestos bioactivos, por todo esto es considerado como un suplemento alimenticio, debido a que es una fuente importante de minerales, vitaminas, y proteínas que son muy beneficiosas para una alimentación saludable, a su vez está también contribuye a la mejora del metabolismo. En la actualidad, se están incrementándose diversas enfermedades como: la obesidad, la anemia y el cáncer; para su prevención de las mismas una alternativa es el consumo de esta maravillosa alga denominada espirulina.

BIBLIOGRAFÍA

- Benages Isabel, P. M. (1982). *Espirulina*. SEDICI.
- Bohórquez Medina, S. L. (2017). *Efecto de la espirulina en el manejo de las alteraciones metabólicas relacionadas a la obesidad. revisión sistemática*. Universidad San Ignacio de Loyola. <http://repositorio.usil.edu.pe/handle/USIL/2711>
- Casas, M. (16 de Junio de 2017). *POWEREXPLOSIVE*. <https://powerexplosive.com/espirulina-superalimento-ancestral/>
- Chamorro , G., Salazar, M., Favila, L., y Bourges, H. (1996). Farmacología y toxicología del alga *Spirulina*. *Revista de Investigación Clínica*, 389-399. <http://aeh.com.mx/articulos/9.pdf>
- Del Valle Pérez, L., Socarrás Ferrer, B., Marsán Suárez, V., Torres Leyva, I., Sánchez Segura, M., Cos Padrón, Y., . . . Ballester Santovenia, J. (2008). Efecto in vitro de la espirulina sobre los linfocitos humanos de donantes sanos y pacientes con inmunodeficiencia celular. *Revista Cubana de Hematología, Inmunología y Hemoterapia*, 24(1). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-02892008000100005&lang=es
- Deng, R., y Chow, T. (2010). Hypolipidemic, antioxidant, and antiinflammatory activities of microalgae *Spirulina*. *Cardiovascular therapeutics*, 33-45.
- García Hernández, M. D. (2014). *Remoción de Cr(VI) de soluciones acuosas por biomasa de Spirulina máxima en un proceso en lote*. Universidad Autónoma de Nuevo León. <http://eprints.uanl.mx/4311/1/1080253751.pdf>
- García-Ishimine, R., Rodríguez Vega, J., y Mejía Pineo, D. (2020). Efecto hepatoprotector, antioxidante y anticancerígeno de la espirulina. *Ciencias básicas biomédicas*, 19(6). <https://www.redalyc.org/journal/1804/180465572005/html/>
- Gutiérrez Vergaray, K., y Tello Echevarría, L. (2016). Evaluación de la incorporación de espirulina sobre las propiedades nutricionales y sensoriales de una galleta a base de harina de trigo y kiwicha. <http://hdl.handle.net/10757/624916>
- Gutiérrez, G. (2015). Nutritional and toxicological aspects of *Spirulina* (*Arthrospira*). *Nutrición Hospitalaria*, 7.
- Hernández Jiménez, É. A. (2017). El uso de la espirulina en la gastronomía actual: la importancia de su aporte de minerales. *Revista Conexión de Hospitalidad y Gastronomía*, 12-19. <http://aliatuniversidades.com.mx/conexion/wp-content/uploads/2016/09/CHyG-13-Art-2.pdf>
- Hernández Uribe, F. (2016). *Efecto de la deficiencia de nitrógeno y la radiación UV en la actividad fotosintética y en los compuestos antioxidantes de la Cianobacterias Spirulina (Arthrospira) maxima y Phormidium persicinum*. Centro de Investigaciones biológicas del Noroeste, S.C. https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/39/1/hernandez_f.pdf

- Hernández, J. (2021). Espirulina como producto natural con potencialidades para su empleo en pacientes con diabetes mellitus. *SciELO*, 21.
- Misbahuddin, M., Maudil, I., Khandker, S., y Ifthaker, M. (2006). Efficacy of spirulina. *Clinical toxicology*, 135-141.
- Moreno, L. R., y Ramírez, R. O. (2006). Uso tradicional y actual de spirulina sp. (*Arthrospira* sp.). *Redalyc*, 8.
- Muñoz Hernández, L. (2019). El impacto de la Espirulina en la alimentación humana. *Ingeniería al día*, 7, 28-30. http://revistaingenieriaaldia.ucentral.cl/rev_7/art_4.pdf
- Ponce, E. (2013). Superalimento para un mundo en crisis: Spirulina a bajo costo. *SciELO*, 6.
- Ramírez Moreno, L., y Olvera Ramírez, R. (2006). Uso tradicional y actual de spirulina. *Interciencia*, 31(9), 657-663. <https://www.redalyc.org/pdf/339/33912009.pdf>
- Ramírez Moreno, L., y Olvera Ramírez, R. (2006). Uso tradicional y actual de Spirulina sp (*Arthrospira* sp.). *Interciencia: Revista de ciencia y tecnología de América*, 31(9), 657-663. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2200028>
- Ribas Barrieto, A., y Oliveira Linton, M. A. (2020). Características nutraceuticas, herramientas de cultivo y estudio genotóxico de Spirulina. *Mérida Publishers*, 78-92. <https://www.meridapublishers.com/libroagrobio.php?pag=capitulo5>
- Richard Sera, M. G. (24 de Abril de 2017). *MediMay*. http://www.medimay.sld.cu/index.php/rcmh/article/view/1045/pdf_144
- Salmeán, G. G., Castillo, L. F., y Cevallos, G. C. (2015). Nutritional and toxicological aspects of Spirulina (*Arthrospira*). *Nutrición Hospitalaria*, 7.
- Sánchez, P. (9 de mayo de 2020). *Mundo Entrenamiento*. <https://mundoentrenamiento.com/suplementacion-con-espirulina/>
- Sera Blanco, R., y García Díaz, M. (2017). La increíble espirulina. *Medimay*, 24(1), 87-90. <http://medimay.sld.cu/index.php/rcmh/article/view/1045>
- Seyidoglu, N., Galip, N., Budak, F., y Uzabaci, E. (2017). Los efectos de Spirulina platensis (*Arthrospira platensis*) y *Saccharomyces cerevisiae* sobre la distribución y producción de citocinas de linfocitos T CD4 + y CD8 + en conejos. *Revista austral de ciencias veterinarias*, 49(3), 185-190. <https://dx.doi.org/10.4067/S0719-8132201700300185>
- Silos Vega, C. A., y Soria Guerra, R. E. (2021). Efectos benéficos para la salud asociados al consumo de espirulina. *Universitarios potosinos*, 12-17. <http://www.uaslp.mx/Comunicacion-Social/Documents/Divulgacion/Revista/Dieciocho/261/261-03.pdf>
- Villalobos Gutiérrez, M. G., y Hernández Pérez, W. (2019). Spirulina para prevenir deficiencia de hierro: estudio de aceptabilidad en prescolares y escolares, San José, 2017. *Revista Hispana de Ciencias de la Salud*, 5(1), 17-24. <https://uhsalud.com/index.php/revhispano/article/view/388/220>
- Zanin, T. (18 de Octubre de 2021). *Espirulina: para qué sirve, beneficios y cómo tomar*. TUASAÚDE: <https://www.tuasaude.com/es/espirulina/>