



Año 10  
Núm. 26

Julio- Diciembre 2017



Revista de Investigación  
Académica sin Frontera  
ISSN: 2007-8870

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

RECIBIDO EL 24 DE MARZO DE 2017

DICTAMINADO MEDIANTE ARBITRAJE FAVORABLEMENTE 12 DE SEPTIEMBRE DE 2017

Consumo de *Spirulina* spp. (*Arthrospira*) como una alternativa en la nutrición humana.  
Una Revisión bibliográfica

Castro-Zamora, Andrés Aquilino<sup>1</sup>; Borbón-Castro, Norma Angélica<sup>2</sup>; Simental-Trinidad, Jorge Arturo<sup>1</sup>; Gómez-Infante, Eduardo<sup>2</sup>; Félix-Ibarra, Lucía Irene<sup>1</sup>; Rangel-Colmenero, Blanca Rocío<sup>3</sup>; Méndez Estrada Rosa Olivia<sup>4</sup>

Autor de correspondencia

Castro-Zamora, Andrés Aquilino<sup>1</sup>

Institución

Universidad Estatal de Sonora, Campus Navojoa<sup>1</sup>

Universidad Estatal de Sonora, Campus Hermosillo<sup>2</sup>

Universidad Autónoma de Nuevo León<sup>3</sup>

Centro de Investigación en  
Alimentación y Desarrollo, A.C.<sup>4</sup>

## Resumen

**Introducción:** las *Spirulina* son cianobacterias unicelulares que pertenecen al género *Arthrospira platensis* y *Arthrospira maxima*. Tienen alta biodisponibilidad, variedad nutrimental y compuestos bioactivos permitiendo ser consumidas por los humanos en diferentes condiciones de salud.

**Objetivo:** identificar los beneficios a la salud humana y rendimiento físico que aporta la *Spirulina* spp. **Métodos:** estudio descriptivo y de revisión sistemática de artículos científicos publicados, centrados en animales e individuos que fueron complementados con este alimento. En caso de



Julio- Diciembre 2017



Año 10  
Núm. 26

Revista de Investigación  
Académica sin Frontera  
ISSN: 2007-8870

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

estudios realizados con individuos se tomaron en cuenta las diversas etapas de vida, condiciones de salud y práctica de ejercicio físico o deporte. La información se realizó a través de la búsqueda automatizada en bases de datos de Google Scholar, PubMed, y Scopus. Para la búsqueda de información se utilizaron descriptores en idioma inglés y español. La organización y el análisis de la información se elaboraron en una tabla de análisis y síntesis de los estudios encontrados, utilizando el programa EndNote. La información analizada fue del 2007-2017. **Resultados:** todos los estudios reportaron múltiples mejoras a la salud, principalmente en hiperlipidemia, lipoproteínas de baja densidad, hipertensión arterial, índice de masa corporal y grasa corporal. En deportistas retarda el tiempo de fatiga y mejora la oxidación de las grasas. Los antioxidantes son los que mayormente se reportan en la literatura como los causantes de los beneficios a la salud. **Conclusiones:** la complementación con *Spirulina* spp. puede servir como una alternativa nutricional en individuos sanos o con enfermedades crónicas, malnutridos o que se encuentren realizando ejercicio físico o alguna práctica deportiva. No se encontraron artículos que mencionaran efectos negativos ocasionados por consumir *Spirulina* spp.

Palabras clave: *Spirulina* spp., *Arthrospira*, nutrición humana y rendimiento físico.

### Abstract

**Introduction:** The *Spirulina* are unicellular cyanobacteria that belong in the *Arthrospira platensis* & *Arthrospira maximum*. They have a high bioavailability, nutritional variety and bioactive compound being allowed to be consumed by human beings in different types of conditions.

**Objective:** Identify the benefits to human health and physical performance that *Spirulina* spp.

**Methods:** descriptive study and systematic revision of published scientific articles, centered on animals, and individuals that were complemented with this food. In certain studies on individuals the diverse stages of life, health conditions, physical exercise or sport were taken in consideration. The information was encountered through the automated search engine of Google Scholar,



Año 10  
Núm. 26

Julio- Diciembre 2017



Revista de Investigación  
Académica sin Frontera  
ISSN: 2007-8870

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

PubMed, and Scopus. For the research of this information English and Spanish descriptors were used. The organization and analysis of the information were elaborated on an analysis table and synthesis of the studies found, utilizing the EndNote program. The information was analyzed from 2007 to 2017. **Results:** All studies reported multiple benefits, mainly in hyperlipidemia, low density protein, arterial hypertension, body mass index, and body fat. In Athletes it delays the time of fatigue and it improves fat oxidation. The antioxidants are the ones mainly reported on literature that cause the benefits of health. **Conclusions:** The complementation with *Spirulina* spp. could be used as a nutritional alternative on healthy individuals or with cronic diseases, malnourished or that are doing some type of physical exercise or practicing a sport. There was no articles found that mention negative effects caused by consuming *Spirulina* spp.

**Key words:** *Spirulina* spp., *Arthrospira*, human nutrition & Physical performance

### Introducción

Los organismos conocidos como *Spirulina* son cianobacterias microscópicas filamentosas unicelulares de forma espiral o helicoidal, color verde-azuladas las cuales pertenecen a la familia *Oscillatoriaceae* (Hernández-Lepe, Wall-Medrano, Juárez-Oropeza, Ramos-Jiménez, y Hernández-Torres, 2015; El-Sheekh, Hamad, y Gomaa, 2014; Falquet, y Hurni, 1997). Normalmente crecen naturalmente en mares, océanos y lagunas donde el pH varia de 9.5 y 11, el clima es cálido o templado y la temperatura se encuentre entre 25 y 40°C (Göksan, Zekeriyaoğlu, y Ak, 2007; Karkos, Leong, Karkos, Sivaji, y Assimakopoulos, 2011; Plaza, Herrero, Cifuentes, y Ibanez, 2009; Ravi, De, Azharuddin, y Paul, 2010; Rojas, Ávila, y Parada, 2012; Selmi et al., 2011). En la antigüedad las *Spirulina* eran utilizadas en la elaboración de alimentos, las tribus Kanembú las cuales radicaban al lado del lago Chad, en África central las consumían en forma de galletas, mientras que los mayas, aztecas y mexicas que se encontraban en Mesoamérica, la utilizaban para fortificar las tortillas (Dal Bosco et al., 2014; Deng y Chow, 2010; Ponce, 2013; Hernández-Lepe et al., 2015).



Año 10  
Núm. 26

Julio- Diciembre 2017



Revista de Investigación  
Académica sin Frontera  
ISSN: 2007-8870

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

Actualmente se tiene conocimiento que la *Spirulina* pertenecen al género *Arthrospira*, en las cuales se encuentran la *Arthrospira platensis* y la *Arthrospira maxima* (Falquet, y Hurni, 1997; Lu, Hsieh, Hsu, Yang, y Chou, 2006). También se tiene conocimiento que la *Arthrospira platensis* es endémica de África central y la *Arthrospira maxima* de América central (Abdulqader, Barsanti y Tredici, 2000; Ramírez-Moreno et al., 2006). Además que las dos proporcionan una gran variedad de nutrimentos aunado a compuestos bioactivos, por lo que han sido utilizadas con fines terapéuticos por las industrias farmacológica y alimentaria (Deng, y Chow, 2010). La Tabla, 1 describe la composición química que se encuentra en las *Arthrospira*, iniciando con los macronutrimentos (Belay, 2002; Cheong et al., 2010; Kataoka et al., 1983; Leduy y Therien, 1979; Milasius Malickaite, y Dadeliene, 2009; Morsy et al., 2014; Sharoba, 2014; Siva, Madhu, y Satyanarayana, 2015) donde las proteínas representan la mayor distribución con un promedio del 70% distribuidos entre aminoácidos esenciales y no esenciales, seguidos por los carbohidratos con alto contenido en fibra dietética y por último los lípidos en forma de ácidos grasos saturados e insaturados. Asimismo las *Arthrospira* proporcionan una elevada cantidad de vitaminas, minerales (McGinley, Shafat, y Donnelly, 2009; Morsy et al., 2014; Ponce, 2013; Romero Maza, Guevara, Arredondo-Vega, Gómez, Licett, y Freitas, 2011) y compuestos bioactivos contribuyendo en el adecuado funcionamiento celular.

La composición química varía según las condiciones de crecimiento en la que se encuentra, principalmente la alcalinidad del agua y temperatura ambiental, aunque regularmente cuenta con más del 60% de biodisponibilidad considerándose mayor que en otros alimentos de origen vegetal; asimismo por su carencia de paredes celulares proporciona al organismo mayor digestibilidad (Sharoba, 2014; Morsy et al., 2014; Karkos et al., 2011). Este conocimiento ocasionó que su comercio a gran escala se aumentara en los años 60's en Japón y en los 70's en México e inclusive en 1980 se llegó a producir más de una tonelada por mes en Asia con la finalidad de extraer  $\beta$ -caroteno (Spolaore, Joannis-Cassan, Duran, y Isambert, 2006). Actualmente se encuentra catalogada por la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) como un alimento seguro



Año 10  
Núm. 26

Julio- Diciembre 2017



Revista de Investigación  
Académica sin Frontera  
ISSN: 2007-8870

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

para el consumo humano debido a que no presenta efectos toxicológicos que repercutan negativamente en la salud (Polonio Navacchi, Monteiro de Carvalho, Pereira Takeuchi, y Godoy Danesi, 2012; Karkos et al., 2011). Asimismo la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA) ha utilizado a la *Arthrospira* como complemento dietético para los astronautas en misiones espaciales atribuyendo que sus propiedades químicas tienen la capacidad de mejorar el sistema inmunológico y disminuir la inflamación celular (Karkos et al., 2011).

Otras investigaciones han referido que las *Arthrospira* son una alternativa viable para combatir la desnutrición humana, la cual puede ser utilizada en individuos sanos, con presencia de enfermedades y deportistas, atribuyendo que los compuestos bioactivos proporcionan beneficios en la salud (Ravi et al., 2010; Selmi et al., 2011). Los estudios realizados tanto *in vivo* o *in vitro* han contribuido en aumentar la información sobre los beneficios que presenta el consumo de este alimento en diferentes condiciones de salud (Cheong et al., 2010; Gutiérrez-Rebolledo et al., 2015; Miranda, Cintra, Barros, y Mancini-Filho, 1998; Torres-Duran, Ferreira-Hermosillo, y Juárez-Oropeza, 2007). En este caso, se encuentran beneficios en individuos con problemas hipolipemiantes (Ferreira-Hermosillo, Torres-Duran, y Juárez-Oropeza, 2010; Torres-Durán, Ferreira-Hermosillo, Ramos-Jiménez, Hernández-Torres, y Juárez-Oropeza, 2012), antivirales (Karkos et al., 2011), diabetes (Ravi et al., 2010), hipertensión arterial (Miczke et al., 2016), cancerígenas (Ravi et al., 2010; Oh, Ahn, Kang, y Lee, 2011; Khan, Bhadouria, y Bisen, 2005), enfermedad pulmonar obstructiva crónica (Ismail, Hossain, Tanu, y Shekhar, 2015) y síndrome metabólico (Perea-Martínez y López-Navarrete 2014).

También Selmi et al. (2011) analizaron el efecto que tiene la *Spirulina* en la dieta para contrarrestar la anemia y la función inmune en adultos mayores de 50 años, obteniéndose beneficios después de 12 semanas de intervención. Dillon, (2014) y Simapore et al. (2006) han referido que puede ser consumida en cualquier etapa de vida, ofreciendo múltiples beneficios en niños durante el destete hasta los seis años de edad, principalmente cuando tienen problemas de desnutrición al proporcionarle una cantidad elevada de hierro, aminoácidos y carotenoides.



Año 10  
Núm. 26

Julio- Diciembre 2017



Revista de Investigación  
Académica sin Frontera  
ISSN: 2007-8870

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

En el caso de individuos que realizan ejercicio físico (EF) o practican deporte se ha demostrado que la *Spirulina* contribuye en la pérdida de peso corporal (Martínez-Álvarez, 2016), disminuye los niveles de triglicéridos (Cheong et al., 2010; Torres-Durán et al., 2012), el colesterol y lípidos hepáticos (Moura et al., 2011), la inflamación celular (Romay et al., 1998) y permite recuperar al atleta después de haber tenido un desgaste físico durante las sesiones de entrenamiento (Deng, y Chow, 2010). Esto puede permitir que la complementación con *Spirulina* spp. sea una alternativa segura para los deportistas en las diferentes etapas de entrenamiento o después de haber tenido una sesión, principalmente con predominio en ejercicios físicos excéntricos los cuales generan mayor daño en las fibras musculares (Sotiroudis y Sotiroudis, 2013; Kalafati et al., 2010). De acuerdo a los señalamientos anteriores, el objetivo del presente estudio fue identificar los beneficios a la salud humana y rendimiento físico que aporta la *Spirulina* spp.



Tabla 1. Aporte calórico, distribución en macronutrientos y compuestos bioactivos en 100gr de *Arthrospira maxima* y *Arthrospira platensis*.

Macronutrientos	<i>Arthrospira maxima</i>	<i>Arthrospira platensis</i>	Autor (es)
Aporte calórico	383	360.7	Cheong et al., 2010; Milasius et al., 2009.
Proteínas	55-70%	60-63%	Belay, 2002; Cheong et al., 2010; Kataoka et al., 1983; Leduy y Therien 1979; Milasius et al., 2009; Morsy et al., 2014; Sharoba, 2014; Siva et al., 2015.
Aminoácidos esenciales	NR	38.81-38.46%	Morsy et al., 2014; Sharoba, 2014.
Aminoácidos no esenciales	NR	61.19-61.54%	Morsy et al., 2014; Sharoba, 2014.
Lípidos	6-22%	4.3-7%	Belay, 2002; Cheong et al., 2010; Kataoka et al., 1983; Leduy y Therien, 1979; Milasius et al., 2009; Morsy et al., 2014; Sharoba, 2014; Siva et al., 2015.
Ácidos grasos insaturados	50-65%	43.83-44.21%	Gouveia y Oliveira, 2009; Morsy et al., 2014; Sharoba, 2014.
Ácidos grasos saturados	NR	56.17-55.79%	Morsy et al., 2014; Sharoba, 2014.
Carbohidratos	50-65%	17.5%	Cheong et al., 2010; Kataoka et al., 1983; Leduy y Therien, 1979; Milasius et al., 2009; Morsy et al., 2014; Sharoba, 2014; Siva et al., 2015.
Fibra dietética	8-10%	6.5-8%	Cheong et al., 2010; Leduy y Therien, 1979; Mazokopakis et al., 2014; Morsy et al., 2014.

Nota.- NR: no reportado en artículos citados.



Continuación.

Tabla 1. Aporte calórico, distribución en macronutrientos y compuestos bioactivos en 100gr de *Arthrospira maxima* y *Arthrospira platensis*.

Minerales (mg)	<i>Arthrospira maxima</i>	<i>Arthrospira platensis</i>	Autor (es)
Sodio (Na)	641	1510.16-1540.46	Sharoba, 2014; Gutiérrez-Salmeán et al., 2015; Morsy et al., 2014
Calcio (Ca)	468	98.8-1043.625	Cheong et al., 2010; Morsy et al., 2014; Gutiérrez-Salmeán et al., 2015; Sharoba, 2014.
Fósforo (P)	961	859-2191.71	Cheong et al., 2010; Morsy et al., 2014; Gutiérrez-Salmeán et al., 2015; Sharoba, 2014.
Magnesio (Mg)	319	1.1902-1.4759	Cheong et al., 2010; Morsy et al., 2014; Gutiérrez-Salmeán et al., 2015; Sharoba, 2014.
Hierro (Fe)	87.4	273.2-338.765	Cheong et al., 2010; Morsy et al., 2014; Gutiérrez-Salmeán et al., 2015; Sharoba, 2014.
Potasio (K)	1660	1560-2085.28	Cheong et al., 2010; Morsy et al., 2014; Gutiérrez-Salmeán et al., 2015; Sharoba, 2014.
Zinc (Zn)	1.45	1.28-4.4924	Cheong et al., 2010; Morsy et al., 2014; Gutiérrez-Salmeán et al., 2015; Sharoba, 2014.
Selenio (Se)	NR	0.0394-0.0488	Morsy et al., 2014; Sharoba, 2014.
Cromo (Cr)	NR	0.325-0.403	Morsy et al., 2014; Sharoba, 2014.

Nota.- NR: no reportado en artículos citados.





Continuación

Tabla 1. Aporte calórico, distribución en macronutrientos y compuestos bioactivos en 100gr de *Arthrospira maxima* y *Arthrospira platensis*.

Vitaminas (mg)	<i>Arthrospira maxima</i>	<i>Arthrospira platensis</i>	Autor (es)
Retinol (A)	NR	2.95	Cheong et al., 2010.
β-caroteno	211	177	Cheong et al., 2010; Gutiérrez-Salmeán et al., 2015.
α-tocoferol (E)	0.3	9.86-12.7	Cheong et al., 2010; Ponce López, 2013; Sharoba, 2014; Koru, 2012.
Tiamina (B <sub>1</sub> )	3-4	3.08-5.8	Cheong et al., 2010; Morsy et al., 2014; Ramírez-Moreno et al., 2006; Sharoba, 2014.
Riboflavina (B <sub>2</sub> )	4.53	3.74-4.65	Cheong et al., 2010; Gutiérrez-Salmeán et al., 2015; Morsy et al., 2014; Sharoba, 2014.
Niacina (B <sub>3</sub> )	14.9	15.35-23.5	Cheong et al., 2010; Gutiérrez-Salmeán et al., 2015; Morsy et al., 2014; Sharoba, 2014.
Ácido patoténico (B <sub>5</sub> )	0.0013	0.108-0.136	Bishop y Zubeck, 2012; Morsy et al., 2014; Sharoba, 2014.
Piridoxina (B <sub>6</sub> )	NR	0.83-0.94	Cheong et al., 2010; Morsy et al., 2014; Sharoba, 2014
Biotina (B <sub>7</sub> )	NR	8-8.32	Sharoba, 2014; Morsy et al., 2014
Ácido fólico (B <sub>9</sub> )	NR	0.08-9.92	Cheong et al., 2010; Morsy et al., 2014; Sharoba, 2014
Cobalamina (B <sub>12</sub> )	162	0.18	Cheong et al., 2010; Gutiérrez-Salmeán et al., 2015; Morsy et al., 2014.
Fitomenadiona (K)	NR	1.095-1.124	Sharoba, 2014; Morsy et al., 2014.
K1/filoquinona	NR	1.59	Cheong et al., 2010.
K2/melaquinona	NR	0.08	Cheong et al., 2010.

Nota.- NR: no reportado en artículos citados.



Continuación

Tabla 1. Aporte calórico, distribución en macronutrientes y compuestos bioactivos en 100gr de *Arthrospira maxima* y *Arthrospira platensis*.

Fitonutrientes (%)	<i>Arthrospira maxima</i>	<i>Arthrospira platensis</i>	Autor (es)
Ficocianina	16-20%	14.18%	Cheong et al., 2010; Morsy et al., 2014; Ramírez-Moreno et al., 2006.
Clorofila	0.50%	1.472%	Cheong et al., 2010; Morsy et al., 2014; Spolaore et al., 2006.
Carotenoides	0.1-0.65%	0.55%	Morsy et al., 2014; Ramírez-Moreno et al., 2006; Spolaore et al., 2006.
Xantofilas	NR	0.27%	Morsy et al., 2014.
Zeaxantina	NR	0.13%	Morsy et al., 2014.

Nota.- NR: no reportado en artículos citados.

## Materiales y métodos

Estudio descriptivo y de revisión sistemática encontrados de artículos científicos publicados que centraron sus variables en animales e individuos que fueron complementados con *Spirulina* spp. En caso de estudios realizados con individuos se tomaron en cuenta las diversas etapas de vida, condiciones de salud y práctica de EF o deporte.

La información se realizó a través de la búsqueda automatizada en bases de datos de Google Scholar, PubMed y Scopus. La revisión de artículos se efectuó entre los meses de agosto y noviembre de 2017, limitando la búsqueda solo en artículos publicados diez años atrás (2007-2017), además de incluir artículos publicados en fechas anteriores debido a relevancia de la información publicada. Se utilizaron como descriptores o palabras clave *Spirulina*, *Arthrospira maxima*, *Arthrospira platensis*, complementación con *Spirulina*, entrenamiento deportivo, complementación con *Spirulina* y salud microalgas marinas,  $\beta$ -carotenos y *Spirulina* en atletas, *Spirulina* y beneficios en la salud. También se buscaron en idioma inglés como *Spirulina*, *Arthrospira maxima*, *Arthrospira platensis*, *Spirulina* and human nutrition, health, supplement



**Año 10**  
**Núm. 26**

**Julio- Diciembre 2017**



**Revista de Investigación**  
**Académica sin Frontera**  
ISSN: 2007-8870

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

*Spirulina*, sports training, health and supplement with *Spirulina* in human, Marine Microalgae *Spirulina* and Carotenoids in athletes, health benefits with *Spirulina*, *Spirulina*. Para conocer la terminología correcta se consultó el diccionario de la real academia española y posteriormente las palabras fueron traducidas al idioma inglés.

La organización y el análisis de la información se elaboraron en una tabla de análisis y síntesis de los estudios encontrados, utilizando el programa EndNote, cumpliendo los siguientes métodos:

- Análisis y síntesis de información: realizado para extraer la información más relevante encontrada en los diferentes apartados del artículo.

La información analizada y sintetizada se colocó en cada casilla que describía nombre de artículo, año de publicación, objetivo de estudio, palabras claves, teoría principal, metodología, resultados más importantes, principales discusiones, conclusiones y autores más citados en estudio.

El proceso de búsqueda permitió seleccionar 67 artículos que cumplieron con los criterios establecidos para la redacción del presente estudio. La información más relevante se muestra en la sección de resultados (Tabla, 2).



**Resultados**

Tabla 2. Principales resultados encontrados en los artículos analizados para el estudio.

Autor	Objetivo	Muestra y dosis consumida	Principales resultados	Conclusiones
Moura et al., 2011.	Analizaron efectos del EF e ingesta de <i>Spirulina</i> en el control de la EHGNA	Ratas Wistar diabéticas. DC: dieta control. DS: <i>Spirulina</i> . DSE: <i>Spirulina</i> y EF. DE: dieta control y EF.	Todos los grupos que recibieron tratamiento disminuyeron la concentración de colesterol LDL y niveles de lípidos hepáticos.	La <i>Spirulina</i> contribuye en la bajar el LDL-C, lípidos hepáticos sin o con presencia de EF en ratas diabéticas.
Torres-Durán et al., 2010	Evaluar efectos de <i>Arthrospira maxima</i> en la lipemia postprandial administrado por vía oral en atletas mexicanos.	41 corredores entre 10 y 26 años de edad (21 hombres, 20 mujeres). Ingesta de 5g de <i>Spirulina</i> durante 15 días.	La concentración de triglicéridos plasmáticos fueron más bajos después del tratamiento con <i>Spirulina</i> .	La <i>Spirulina</i> disminuye la lipemia postprandial después de 1h 30 min de consumir un alto contenido de grasas.
Torres-Duran et al., 2007	Evaluar efectos de la SM administrada por vía oral en lípidos séricos, glucosa, AST e HTA.	36 sujetos (16 hombres y 20 mujeres, entre 18-65 años de edad. Ingesta de 4.5g durante 6 semanas.	En comparación inicio con final, $p>0.05$ en glucosa y AST. $p<0.05$ en TAG. Los cambios de los TAG dependieron de TC y HDL-C.	La SM mostró efecto hipolipémico, especialmente en TAG y al HDL-C. Indirecto reduce la TA y el TC.
Selmi et al., 2011.	Analizar el efecto de la <i>Spirulina</i> en la concentración de Hb en individuos > 50 años de edad.	40 sujetos ambos sexos > 50 años de edad sin antecedentes de EC. Ingesta de 6 tabletas de 500mg de <i>Spirulina</i> /día por un período de 12 semanas. Muestras sanguíneas a los 0, 6 y 12 semanas.	Aumento en las concentraciones de MHC en ambos sexos. En hombres aumentó el MCV. Las mujeres se benefician más rápido cuando se complementan con <i>Spirulina</i> . Mayor actividad de la IDO y recuento de GB a las 6 y 12 semanas de complementación.	La <i>Spirulina</i> puede contrarrestar la anemia y la inmunosenescencia. Faltan mayores estudios aleatorizados que muestren los mismos resultados.



Continuación

Tabla 2. Principales resultados encontrados en los artículos analizados para el estudio.

Autor	Objetivo	Muestra y dosis consumida	Principales resultados	Conclusiones
Ramesh et al., 2013.	Examinar el efecto de la <i>Spirulina</i> sobre cambios bioquímicos y antropometría en niños.	150 sujetos de 11 a 13 años. Ingesta de 3 cápsulas de 300mg c/u por cena. 91 niños siguieron por 6 meses.	$p < 0.05$ en antropometría y Hb, ferritina sérica, el Zn, proteína sérica y los niveles Alb después de 6 meses con tratamiento.	Consumir <i>Spirulina</i> contribuye en parámetros antropométricos y bioquímicos haciéndola ideal para el consumo en niños.
Ferreira-Hermosillo et al., 2010.	Evaluaron efectos hepatoprotectores de la SM suministrada por vía oral.	3 sujetos (43, 44 y 77 años de edad). Ingesta de 4.5g/día de SM durante 3 meses. Se evaluaron TAG, TC, HDL-C, ALT y LDL-C.	Efectos terapéuticos en la ALT. Caso 1: baja de la ALT en 41%. Caso 3: baja del 34% de la ALT. Baja en TAG 19%, TC 16%, LDL-C 22% y TC/HDL-C 18%.	La SM se considera una alternativa para pacientes con EHGNA y pacientes con problemas de dislipidemia.
Miczke et al., 2016.	Investigar el efecto de la SM en PC, PA y función endotelial.	Aleatorio doble ciego con placebo. 40 sujetos con HTA y EC. Ingesta de 2g/día durante 3 meses. Se evaluó IMC, PAS y PAD.	$p < 0.05$ en peso corporal e IMC. Tendencia de cambio en PAD. La rigidez arterial estuvo normal en ambos grupos.	En 3 meses de complementación se mejoran IMC, PC e HTA.
Simpore et al., 2006.	Evaluar el impacto de un compuesto integrado por SP y Misola sobre el estado	nutricional en niños desnutridos.	550 niños desnutridos < 5 años de edad. 455 con MS, 57 MM y 38 kwashiorkor. Ingesta de	5g por 8 semanas donde: 170



## Julio- Diciembre 2017

Misola, 170 SP más  
comida tradicional,  
170 SP más Misola,  
40 GC.

La antropometría y los  
parámetros hematológicos  
nos permitieron apreciar  
tanto la evolución nutricional  
como biológica de estos  
niños. La SP más Misola  
corrige la pérdida de PC.

La Misola, SP más comida  
tradicional y SP más Misola  
son un complemento bueno  
para niños desnutridos. La  
rehabilitación con SP más  
Misola favorece la RN en  
niños desnutridos.





Continuación

Tabla 2. Principales resultados encontrados en los artículos analizados para el estudio.

Autor	Objetivo	Muestra y dosis consumida	Principales resultados	Conclusiones
Mazokopakis et al., 2014.	Determinar los efectos de la complementación con SP por vía oral en pacientes con EHGNA y su eficacia en la terapia alternativa.	15 sujetos (13 hombres y 2 mujeres) de 29 a 62 años. Ingesta 6g/día por 6 meses. Registro de antropometría, PA, CBC, homeostasis del índice de resistencia a la insulina y calidad de vida relacionada con la salud.	Al final las AST, ALT, CGT, TAG, LDL-C, TC y la relación entre el TC y HDL-C = $p < 0.05$ : 38.5%, 37.5%, 26.7%, 24.8%, 9.6%, 9.1% y 13.5% respectivamente, mientras que los niveles medios de colesterol unido a HDL-C y Hb $p < 0.05$ : 4.2% y 4.1% respectivamente. $p < 0.05$ en PC (8.1%) e índice de resistencia a la insulina (19.6%) y calidad de vida relacionada a la salud.	La complementación con SP en pacientes con EHGNA tiene múltiples efectos metabólicos y mejora su calidad de vida relacionada con la salud.
Kalafati et al., 2010.	Examinar el efecto de la complementación con <i>Spirulina</i> sobre rendimiento físico, los sustratos del metabolismo y estado redox sanguíneo en reposo y después EF.	9 hombres, 23.3±1.7 años, 70.7±1.9kg y VO <sub>2</sub> máx 52.2 ml/kg/min. Ingesta 6g/día por 4 semanas, después corrieron durante 2h entre 70 y 75% VO <sub>2</sub> máx y al 95% hasta el agotamiento. Sangre al terminar, 1h, 24h y 48h después de la prueba. Evaluación GSH, GSSG, TBARS, carbonilos de proteínas, actividad de catalasa y TAC.	$p < 0.05$ en tiempo de fatiga en 2h carrera (2.05±0.68 vs 2.70±0.79 min), la velocidad de oxidación de CHO en 10.3%, oxidación de grasa en 10.9% en comparación con el GC. Los niveles de GSH fueron más altos 24h después del tratamiento en GC. Los niveles de TBARS aumentaron después del EF.	La complementación por 4 semanas aumentó el rendimiento EF posiblemente por el aumento de la oxidación de las grasas. Falta más investigación para conocer el efecto en la función en las mitocondrias relacionadas a la inflamación y estrés oxidativo.



Continuación

Tabla 2. Principales resultados encontrados en los artículos analizados para el estudio.

Autor	Objetivo	Muestra y dosis consumida	Principales resultados	Conclusiones
Ismail et al., 2015.	Comparar el estrés oxidativo, estado antioxidante y perfil lipídico entre pacientes con EPOC y sanos.	Participaron 50 sujetos. 30 sujetos con EPOC donde: 15 consumieron 500mg/día 15 consumieron 1000mg/día 20 fueron grupo control.	$p < 0.05$ entre EPOC y GC, excepto TAG. Consumir <i>Spirulina</i> durante 30 y 60 días a (500x2) mg, $p < 0.05$ el contenido MDA, hidroperóxido de lípidos y TC, aumenta el GSH, el nivel de Vit C y la actividad de SOD y GST. Al mismo tiempo, la ingesta de <i>Spirulina</i> durante 30 y 60 días (500x4) mg tiene $p < 0.05$ en todos los parámetros seleccionados, excepto en el HDL.	Desequilibrio en el estrés oxidativo, el estado antioxidante y el perfil lipídico entre pacientes con EPOC y GC. Se ha demostrado que el estado antioxidante y el perfil lipídico de los pacientes con EPOC mejoran consumiendo 2 meses <i>Spirulina</i> . El estrés oxidativo se reduce con la intervención con <i>Spirulina</i> .
Kalpna, Kusuma, Lal, y Khanna, 2012.	Estudiar el efecto de la <i>Spirulina</i> en el estado antioxidante y estrés oxidativo inducido por el EF en comparación con un complemento comercial.	45 ciclistas propuesto en ejercicio aeróbico (AEG). 45 hockeys en ejercicio mixto (MEG). En ambos grupos se formaron un GC GE1 (3g <i>Spirulina</i> por 60 días) y GE2 (1 cápsula de antioxidante comercial por 60 días).	La <i>Spirulina</i> y complementación con antioxidante presentan $p < 0.05$ en niveles de suero sérico de $\beta$ -caroteno, $\alpha$ -tocoferol y ácido ascórbico plasmático tanto en AEG como en MEG. Los 2 grupos tuvieron $p < 0.05$ en el nivel de malondialdehído. $p > 0.05$ entre la <i>Spirulina</i> y la complementación con antioxidante.	La <i>Spirulina</i> y la complementación con antioxidante mejora la situación oxidativa del organismo y concede protección contra el estrés oxidativo inducido por el EF.

$p > 0.05$ : no presentan diferencias significativas,  $p < 0.05$ : presentan diferencias significativas, GSH: Glutati6n reducida, GSSG: oxidada disulfuro de glutati6n, PC: peso corporal, A TBARS: sustancias reactivas al 6cido tiobarbit6rico, TAC: capacidad antioxidante total, EF: ejercicio f6sico, SM: *Spirulina maxima*, SP: *Spirulina platensis*, TAG: triglic6ridos, TC: colesterol total, PA: presi6n arterial, TA: tensi6n arterial, HDL-C: colesterol de alta densidad, LDL-C: colesterol de baja densidad, ALT: alanina aminotransferasa, AST: aspartato aminotransferasa, GC: grupo control, CHO: carbohidratos, EHGNA: enfermedad del h6gado graso no alcoh6lico, HTA: hipertensi6n arterial, PAS: presi6n arterial sist6lica, PAD: presi6n arterial diast6lica, Hb: hemoglobina, >: mayor, EC: enfermedad cr6nica, MHC:





## Julio- Diciembre 2017



\*El saber de mis hijos  
hemoglobina corpuscular media, MCV: volumen corpuscular medio, IDO: Indoleamina 2,3-dioxigenasa, GB: glóbulos blancos, EC: enfermedad cardiovascular, IMC: índice de masa corporal, MS: marasmo severo; MM: marasmo medio, Alb: albumina, RN: rehabilitación nutricional, CBC: hemograma completo, CGT: gamma-glutamilttransferasa. MDA: malondialdehído.



Año 10  
Núm. 26

Julio- Diciembre 2017



Revista de Investigación  
Académica sin Frontera  
ISSN: 2007-8870

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

## Discusión

El presente estudio identificó algunos beneficios proporcionados por el consumo de *Spirulina* spp. en la salud humana y el rendimiento físico en diferentes grupos etarios, permitiendo ofrecer una alternativa nutricional a bajo costo y de fácil acceso. Miranda et al. (1998), Torres-Duran et al. (2007), Ravi et al., (2010), Selmi et al. (2011) han documentado los beneficios ocasionados a la salud cuando se tiene una la ingestión habitual de *Spirulina* spp. Sin embargo, la mayor parte de los resultados obtenidos para esta investigación son atribuidos al género *Arthrospira* (*Arthrospira maxima* o *Arthrospira platensis*). Principalmente por ser una cianobacteria con facilidad de adaptación a diversos medios y climas (Göksan et al., 2007) y que han sido utilizadas en el área farmacéutica y alimentaria (Chamorro, et al., 2002; Karkos et al., 2011) por contar con una variada cantidad nutrimental, aunado a compuestos bioactivos que en conjunto o por separados contribuyen en la mejora de la salud en un individuo (Cheong et al., 2010; Ferreira-Hermosillo et al., 2010; Morsy et al., 2014).

Actualmente es bien sabido que un elevado porcentaje de la sociedad no cumple con el aporte nutrimental diario (Acosta, Carrizo, Peláez, y Torres, 2015; Campos-Mondragón, 2015; Rozowski et al., 2015). Estas problemáticas pueden estar atribuidas a diversas causas, principalmente hábitos alimentarios inadecuados y tiempo ocasionando malnutrición (desnutrición u obesidad), de tal manera que la complementación con *Spirulina* spp. puede ser una alternativa adecuada en el cuidado de la salud. Perea-Martínez y López-Navarrete (2014) describen que la obesidad pasó de ser una situación epidemiológica a una pandémica, repercutiendo en la salud y economía mundial al invertirse alrededor de 117 mil millones de dólares anuales en tratamiento de las comorbilidades suscitadas a partir de la malnutrición. Cifras como estas han contribuido que la atención primaria de salud sea orientada a mejorar hábitos alimentarios y estado nutricional en la población en general (Rodríguez-Martín, Novalbos-Ruiz, Jiménez-Rodríguez, Baglietto, y Romero, 2010).

Ramesh et al. (2013) refirió que 40 mil niños morían anualmente a causa de desnutrición severa, atribuyendo que debido al contenido nutrimental la *Spirulina* spp. representaba una alternativa



Año 10  
Núm. 26

Julio- Diciembre 2017



Revista de Investigación  
Académica sin Frontera  
ISSN: 2007-8870

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

segura para el consumo en los niños, otorgando hierro y proteínas con alta calidad además de mejorarles el sistema inmunológico. Estay et al. (2017) y Rodríguez, Exsome, Martínez, y López, (2016) describen que el incremento del sedentarismo, aunado a una dieta tipo occidental que representa un elevado consumo de carbohidratos refinados, alta en grasas, carnes rojas y bajo consumo de fibra, frutas y verduras están beneficiando la aparición de enfermedades crónicas no transmisibles desde edades tempranas.

Khan et al. (2005) mencionan que debido a la composición química, los diferentes tipos de *Spirulina* contribuyen en la regulación del metabolismo de los lípidos y carbohidratos, además que llegan a inhibir la carcinogénesis, estimulan la producción de anticuerpos y citoquinas, asimismo aumentan la acumulación de células *killer* (NK), la movilización de células del sistema inmunológico (T y B), reducen la toxicidad del hígado, riñones y testículos. Los beneficios son atribuidos a los antioxidantes que se encuentran presentes en estas cianobacterias (Bohorquez Medina, 2017; Hernández-Lepe et al., 2015; Mohan et al., 2006). Tal como lo mencionan Gutiérrez-Rebolledo et al. (2015) después de examinar si la actividad antiinflamatoria que presenta la *Spirulina* se encuentra relacionada con las propiedades antioxidantes confirmaron que la *Arthrospira maxima* brinda protección contra el desarrollo de enfermedades crónicas.

Diversos autores atribuyeron que parte de los beneficios otorgados por las *Spirulina* spp. son por el contenido en  $\beta$ -carotenos (Karkos et al., 2008), la ficocianina (Nagaoka et al., 2005) y la clorofila (Quiñones, Campos, y Gil, 2016), aunque otros antioxidantes presentes en la *Spirulina* también contribuyen en estos beneficios. Chu, Lim, Radhakrishnan, y Lim (2010) evaluaron la actividad antioxidante de la *Spirulina* para conocer el efecto protector contra la muerte celular inducida por radicales libres, concluyendo que el extracto acuoso presente en la *Spirulina* protege contra la apoptosis celular generada por radicales libres al ejercer una actividad antioxidante en el organismo. Actualmente se sabe que los antioxidantes previenen los efectos adversos de las especies reactivas de oxígeno para que el organismo funcione adecuadamente, protegiendo de los



Año 10  
Núm. 26

Julio- Diciembre 2017



Revista de Investigación  
Académica sin Frontera  
ISSN: 2007-8870

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

radicales libres y envejecimiento celular (Coronado, Vega y León, Gutiérrez, Vázquez, y Radilla, 2015).

El potencial antioxidante que tiene la *Spirulina* también favorece a individuos que realizan EF o practican deporte, principalmente cuando se ocasiona desgaste en las fibras musculares (Lobo, Patil, Phatak, y Chandra, 2010; Sotiroudis y Sotiroudis, 2013). Autores como Gutiérrez-Salmeán et al. (2015); Sotiroudis y Sotiroudis (2013) y Kalafati et al. (2010) han argumentado que consumir *Spirulina* spp. como un método de la complementación nutrimental ayuda en la recuperación, proporciona energía, recupera tejidos y disminuye la producción de radicales libres. Además les proporciona a los atletas una parte de la energía gastada en la sesión de entrenamiento (Kalpana et al., 2012), principalmente en aquellos que regularmente mantienen desequilibrios nutrimentales por los periodos de entrenamiento tan prologados, los objetivos del entrenamiento u otras causas ajenas al deporte (Bassit et al., 2010; Mielgo-Ayuso et al., 2015). Por lo tanto, la complementación con *Arthrospira* desde el inicio de un periodo de entrenamiento puede funcionar como una estrategia adecuada para evitar disminución del rendimiento físico, cambios descontrolados en la composición corporal y afectación a la salud.

### Conclusiones

Las *Spirulina* spp. proporciona una alta cantidad de nutrimentos y compuestos bioactivos además de contar con una biodisponibilidad por encima de muchos alimentos, principalmente de origen vegetal lo cual puede funcionar como una alternativa nutricional.

El consumo de *Spirulina* spp, como complemento nutrimental puede llegar a favorecer el estado de salud en los diferentes grupos etarios, sin ocasionar efectos negativos.

Ha sido demostrado que la variedad nutrimental aunado a los compuestos bioactivos presentes en la *Spirulina* spp contribuyen en la mejora de la salud en individuos con patologías, además de potenciar el rendimiento físico-deportivo en atletas.



Julio- Diciembre 2017



Año 10  
Núm. 26

Revista de Investigación  
Académica sin Frontera  
ISSN: 2007-8870

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

El consumo de *Spirulina* spp. tiene efectos positivos en la nutrición de niños y jóvenes con problemas de malnutrición que representa la desnutrición u obesidad.

### Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Estatal de Sonora por las facilidades brindadas para la realización del artículo.

### Referencias

- Abdulqader, G., Barsanti, L., & Tredici, M. R. (2000). Harvest of *Arthrospira platensis* from Lake Kossorom (Chad) and its household usage among the Kanembu. *Journal of Applied Phycology*, 12(3-5), 493-498.
- Acosta, L. D., Carrizo, E. D., Peláez, E., & Torres, V. E. R. (2015). Condiciones de vida, estado nutricional y estado de salud en adultos mayores, Córdoba, Argentina. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia*, 18(1), 107-118.
- Bassit, R. A., da Justa Pinheiro, C. H., Vitzel, K. F., Sproesser, A. J., Silveira, L. R., & Curi, R. (2010). Effect of short-term creatine supplementation on markers of skeletal muscle damage after strenuous contractile activity. *European journal of applied physiology*, 108(5), 945-955.
- Belay, A., Ota, Y., Miyakawa, K., & Shimamatsu, H. (1993). Current knowledge on potential health benefits of *Spirulina*. *Journal of applied Phycology*, 5(2), 235-241.
- Bishop, W. M., & Zubeck, H. M. (2012). Evaluation of microalgae for use as nutraceuticals and nutritional supplements. *J Nutr Food Sci*, 2(5), 1-6.
- Bohorquez Medina, S. L. (2017). Efecto de la espirulina en el manejo de las alteraciones metabólicas relacionadas a la obesidad: Revisión sistemática.



**Año 10**  
**Núm. 26**

**Julio- Diciembre 2017**



**Revista de Investigación  
Académica sin Frontera**  
ISSN: 2007-8870

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

- Campos-Mondragón, M. G. (2015). Obesidad y riesgo de síndrome metabólico en estudiantes de posgrado de Veracruz, México. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 19(4), 197-203.
- Chamorro, G., Salazar, M., Araújo, K. G. D. L., Santos, C. P. D., Ceballos, G., & Castillo, L. F. (2002). Actualización en la farmacología de Spirulina (Arthrospira), un alimento no convencional. *Arch. latinoam. nutr*, 52(3), 232-240.
- Cheong, S. H., Kim, M. Y., Sok, D. E., Hwang, S. Y., Kim, J. H., Kim, H. R., ... & Kim, M. R. (2010). Spirulina prevents atherosclerosis by reducing hypercholesterolemia in rabbits fed a high-cholesterol diet. *Journal of nutritional science and vitaminology*, 56(1), 34-40.
- Chu, W. L., Lim, Y. W., Radhakrishnan, A. K., & Lim, P. E. (2010). Protective effect of aqueous extract from Spirulina platensis against cell death induced by free radicals. *BMC complementary and alternative medicine*, 10(1), 53.
- Coronado, M., Vega y León, S., Gutiérrez, R., Vázquez, M., & Radilla, C. (2015). Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. *Revista chilena de nutrición*, 42(2), 206-212.
- Dal Bosco, A., Gerencsér, Z., Szendrő, Z., Mugnai, C., Cullere, M., Kovács, M., ... & Dalle Zotte, A. (2014). Effect of dietary supplementation of Spirulina (Arthrospira platensis) and Thyme (Thymus vulgaris) on rabbit meat appearance, oxidative stability and fatty acid profile during retail display. *Meat Science*, 96(1), 114-119.
- Deng, R., & Chow, T. J. (2010). Hypolipidemic, antioxidant, and antiinflammatory activities of microalgae Spirulina. *Cardiovascular therapeutics*, 28(4), 33-45.
- Dillon, J. C. (2014). Utilization of spirulina in children, chapter 3 in book "The young child nutrition and malnutrition". Antenna Technologies- Geneva, Switzerland.
- El-Sheekh, M. M., Hamad, S. M., & Gomaa, M. (2014). Protective effects of Spirulina on the liver function and hyperlipidemia of rats and human. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 57(1), 77-86.



Año 10  
Núm. 26

Julio- Diciembre 2017



Revista de Investigación  
Académica sin Frontera  
ISSN: 2007-8870

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

- Estay, C., Simian, D., Escaffi, M. J., Figueroa, C., Ibáñez, P., Lubascher, J., ... & Quera, R. (2017). Obesidad y enfermedad inflamatoria intestinal. *Gastroenterol. latinoam*, 28(3), 177-184.
- Falquet, J., & Hurni, J. P. (1997). The nutritional aspects of Spirulina. *Antenna Foundation*. Available online at: [https://www.antenna.ch/wp-content/uploads/2017/03/AspectNut\\_UK.pdf](https://www.antenna.ch/wp-content/uploads/2017/03/AspectNut_UK.pdf) (Accessed July 25, 2017).
- Ferreira-Hermosillo, A., Torres-Duran, P. V., & Juárez-Oropeza, M. A. (2010). Hepatoprotective effects of Spirulina maxima in patients with non-alcoholic fatty liver disease: a case series. *Journal of medical case reports*, 4(1), 103.
- Göksan, T., Zekeriyaoğlu, A., & Ak, İ. (2007). The growth of Spirulina platensis in different culture systems under greenhouse condition. *Turkish Journal of Biology*, 31(1), 47-52.
- Gouveia, L., & Oliveira, A. C. (2009). Microalgae as a raw material for biofuels production. *Journal of industrial microbiology & biotechnology*, 36(2), 269-274.
- Gutiérrez-Rebolledo, G. A., Galar-Martínez, M., García-Rodríguez, R. V., Chamorro-Cevallos, G. A., Hernández-Reyes, A. G., & Martínez-Galero, E. (2015). Antioxidant effect of Spirulina (Arthrospira) maxima on chronic inflammation induced by Freund's complete adjuvant in rats. *Journal of medicinal food*, 18(8), 865-871.
- Gutiérrez-Salmeán, G., Fabila-Castillo, L., & Chamorro-Cevallos, G. (2015). Nutritional and toxicological aspects of Spirulina (Arthrospira). *Nutricion Hospitalaria*, 32(1), 34-40. doi:10.3305/nh.2015.32.1.9001
- Hernández-Lepe, M. A., Wall-Medrano, A., Juárez-Oropeza, M. A., Ramos-Jiménez, A., & Hernández-Torres, R. P. (2015). Spirulina y su efecto hipolipemiante y antioxidante en humanos: una revisión sistemática. *Nutrición Hospitalaria*, 32(2).
- Ismail, M., Hossain, M. F., Tanu, A. R., & Shekhar, H. U. (2015). Effect of spirulina intervention on oxidative stress, antioxidant status, and lipid profile in chronic obstructive pulmonary disease patients. *BioMed research international*, 2015.



Julio- Diciembre 2017



Año 10  
Núm. 26

Revista de Investigación  
Académica sin Frontera  
ISSN: 2007-8870

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

- Kalafati, M., Jamurtas, A. Z., Nikolaidis, M. G., Paschalis, V., Theodorou, A. A., Sakellariou, G. K., ... & Kouretas, D. (2010). Ergogenic and antioxidant effects of spirulina supplementation in humans. *Med Sci Sports Exerc*, 42(1), 142-51.
- Kalpana, K., Kusuma, D. L., Lal, P. R., & Khanna, G. L. (2012). Effect of Spirulina on Antioxidant Status and Exercise-Induced Oxidative Stress of Indian Athletes in Comparison to a Commercial Antioxidant. *Asian Journal of Exercise & Sports Science*, 9(2).
- Karkos, P. D., Leong, S. C., Karkos, C. D., Sivaji, N., & Assimakopoulos, D. A. (2011). Spirulina in clinical practice: evidence-based human applications. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2011. doi:10.1093/ecam/nen058
- Kataoka, N., & Misaki, A. (1983). Glycolipids isolated from *Spirulina maxima*: structure and fatty acid composition. *Agricultural and biological chemistry*, 47(10), 2349-2355.
- Khan, Z., Bhadouria, P., & Bisen, P. S. (2005). Nutritional and therapeutic potential of Spirulina. *Current pharmaceutical biotechnology*, 6(5), 373-379.
- Koru, E. (2012). Earth food Spirulina (*Arthrospira*): production and quality standarts. In *Food additive*. InTech.
- Leduy, A., & Therien, N. (1979). Cultivation of *Spirulina maxima* in an annular photochemical reactor. *The Canadian Journal of Chemical Engineering*, 57(4), 489-495.
- Lobo, V., Patil, A., Phatak, A., & Chandra, N. (2010). Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. *Pharmacognosy reviews*, 4(8), 118.
- Lu, H. K., Hsieh, C. C., Hsu, J. J., Yang, Y. K., & Chou, H. N. (2006). Preventive effects of *Spirulina platensis* on skeletal muscle damage under exercise-induced oxidative stress. *European Journal of Applied Physiology*, 98(2), 220-226.
- Martínez-Álvarez, J. R. (2016). Obesidad y alimentos funcionales: ¿son eficaces los nuevos ingredientes y productos?. *Revista de Medicina de la Universidad de Navarra*, 50(4), 31.
- Mazokopakis, E. E., Papadomanolaki, M. G., Foustieris, A. A., Kotsiris, D. A., Lampadakis, I. M., & Ganotakis, E. S. (2014). The hepatoprotective and hypolipidemic effects of Spirulina





**Año 10**  
**Núm. 26**

**Julio- Diciembre 2017**



**Revista de Investigación  
Académica sin Frontera**  
ISSN: 2007-8870

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

- (*Arthrospira platensis*) supplementation in a Cretan population with non-alcoholic fatty liver disease: a prospective pilot study. *Annals of Gastroenterology: Quarterly Publication of the Hellenic Society of Gastroenterology*, 27(4), 387.
- McGinley, C., Shafat, A., & Donnelly, A. E. (2009). Does antioxidant vitamin supplementation protect against muscle damage?. *Sports Medicine*, 39(12), 1011-1032.
- Miczke, A., Szulińska, M., Hansdorfer-Korzon, R., Kręgielska-Narożna, M., Suliburska, J., Walkowiak, J., & Bogdański, P. (2016). Effects of spirulina consumption on body weight, blood pressure, and endothelial function in overweight hypertensive Caucasians: a double blind, placebo-controlled, randomized trial. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 20(1), 150-6.
- Mielgo-Ayuso, J., Maroto-Sánchez, B., Luzardo-Socorro, R., Palacios, G., Palacios, N., & González-Gross, M. (2015). Valoración del estado nutricional y del gasto energético en deportistas. *Rev. esp. nutr. comunitaria*, 21(supl. 1), 225-234.
- Milasius, K., Malickaite, R., & Dadeliene, R. (2009). Effect of Spirulina food supplement on blood morphological parameters, biochemical composition and on the immune function of sportsmen. *Biology of Sport*, 26(2), 157.
- Miranda, M. S., Cintra, R. G., Barros, S. B. M., & Mancini-Filho, J. (1998). Antioxidant activity of the microalga *Spirulina maxima*. *Brazilian Journal of Medical and biological research*, 31(8), 1075-1079.
- Mohan, I. K., Khan, M., Shobha, J. C., Naidu, M. U. R., Prayag, A., Kuppusamy, P., & Kutala, V. K. (2006). Protection against cisplatin-induced nephrotoxicity by Spirulina in rats. *Cancer chemotherapy and pharmacology*, 58(6), 802.
- Morsy, O. M., Sharoba, A. M., El-Desouky, A. I., Bahlol, H. E. M., & Abd El Mawla, E. M. (2014). Production and evaluation of some extruded food products using spirulina algae. *Annals of Agricultural Science, Moshtohor*, 52(4), 329-342.
- Moura, L. P., Puga, G. M., Beck, W. R., Teixeira, I. P., Ghezzi, A. C., Silva, G. A., & Mello, M. A. R. (2011). Exercise and spirulina control non-alcoholic hepatic steatosis and lipid profile



"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"

**Año 10**  
**Núm. 26**

**Julio- Diciembre 2017**



**Revista de Investigación  
Académica sin Frontera**  
ISSN: 2007-8870

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

- in diabetic Wistar rats. *Lipids in health and disease*, 10(1), 77. doi.org/10.1186/1476-511X-10-77
- Nagaoka, S., Shimizu, K., Kaneko, H., Shibayama, F., Morikawa, K., Kanamaru, Y., ... & Kato, T. (2005). A novel protein C-phycocyanin plays a crucial role in the hypocholesterolemic action of Spirulina platensis concentrate in rats. *The Journal of nutrition*, 135(10), 2425-2430.
- Oh, S. H., Ahn, J., Kang, D. H., & Lee, H. Y. (2011). The effect of ultrasonicated extracts of Spirulina maxima on the anticancer activity. *Marine biotechnology*, 13(2), 205-214.
- Perea-Martínez, A., López-Navarrete, G. E., Padrón-Martínez, M., Lara-Campos, A. G., Santamaría-Arza, C., Ynga-Durand, M. A., ... & Ballesteros-del Olmo, J. C. (2014). Evaluación, diagnóstico, tratamiento y oportunidades de prevención de la obesidad. *Acta pediátrica de México*, 35(4), 316-337.
- Plaza, M., Herrero, M., Cifuentes, A., & Ibanez, E. (2009). Innovative natural functional ingredients from microalgae. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(16), 7159-7170.
- Polonio Navacchi, M. F., Monteiro de Carvalho, J. C., Pereira Takeuchi, K., & Godoy Danesi, E. D. (2012). Development of cassava cake enriched with its own bran and Spirulina platensis. *Acta Scientiarum. Technology*, 34(4).
- Ponce López, E. (2013). Superalimento para un mundo en crisis: Spirulina a bajo costo. *Idesia (Arica)*, 31(1), 135-139.
- Quiñones Martínez, M. V., Campos Rodríguez, R., & Elena Gil, L. (2016). Uso de la spirulina en gestante con betatalasemia menor heterocigótica. A propósito de un caso. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 15(2), 186-191.
- Ramesh, S., Manivasgam, M., Sethupathy, S., & Shantha, K. (2013). Effect of Spirulina on Anthropometry and Bio-Chemical Parameters in School Children. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences*, 7(5), 11-15.



Año 10  
Núm. 26

Julio- Diciembre 2017



Revista de Investigación  
Académica sin Frontera  
ISSN: 2007-8870

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

- Ramírez-Moreno, L., & Olvera-Ramírez, R. (2006). Uso tradicional y actual de Spirulina sp.(Arthrospira sp.). *Interciencia*, 31(9), 657-663.
- Ravi, M., De, S. L., Azharuddin, S., & Paul, S. F. (2010). The beneficial effects of Spirulina focusing on its immunomodulatory and antioxidant properties. *Nutr Diet Suppl*, 2, 73-83.
- Rodríguez, L. G. G., Exsome, C. P., Martínez, M. T. G., & López, M. G. (2016). Factores dietéticos y nutricionales en la prevención de la enfermedad de Alzheimer. *RESPYN Revista de Salud Pública y Nutrición*, 15(1), 27-33.
- Rodríguez-Martín, A., Novalbos-Ruiz, J. P., Jiménez-Rodríguez, A., Baglietto Ramos, M., & Romero Sánchez, J. M. (2010). Implicaciones de la desnutrición en atención primaria. *Nutrición hospitalaria*, 25, 67-79.
- Rojas Valverde, D. F. (2016). Efectos sobre la función neuromuscular de correr un maratón en condiciones de calor y humedad extremos en participantes 95 aficionados abordaje tensiomiografía y cinemático (Tesis de maestría, Universidad Nacional de Costa Rica) <http://hdl.handle.net/11056/13224>
- Romay, C. H., Armesto, J., Ramirez, D., Gonzalez, R., Ledon, N., & Garcia, I. (1998). Antioxidant and anti-inflammatory properties of C-phycoyanin from blue-green algae. *Inflammation Research*, 47(1), 36-41.
- Romero Maza, L., Guevara, M., Arredondo-Vega, B., Gómez, B., Licett, B., & Freitas, L. (2011). Contenido de lípidos, ácidos grasos, exopolisacáridos y minerales de Arthrospira maxima cultivada en fotobiorreactores. *Agronomía Tropical*, 61(3-4), 231-240
- Rozowski Narkunska, J., Castillo Valenzuela, O., Figari Jullian, N., García-Díaz, D. F., Cruchet Muñoz, S., Weisstaub Nuta, G., ... & Gotteland Russel, M. (2015). Estado nutricional y marcadores bioquímicos de deficiencia o exceso de micronutrientes en niños chilenos de 4 a 14 años de edad: una revisión crítica. *Nutrición Hospitalaria*, 32(6).



**Año 10**  
**Núm. 26**

**Julio- Diciembre 2017**



**Revista de Investigación**  
**Académica sin Frontera**  
ISSN: 2007-8870

<http://revistainvestigacionacademicasinfrontera.com>

- Selmi, C., Leung, P. S., Fischer, L., German, B., Yang, C. Y., Kenny, T. P., ... & Gershwin, M. E. (2011). The effects of Spirulina on anemia and immune function in senior citizens. *Cellular & molecular immunology*, 8(3), 248.
- Sharoba, A. M. (2014). Nutritional value of spirulina and its use in the preparation of some complementary baby food formulas. *Journal of Food and Dairy Sci., Mansoura Univ*, 5(4), 517-538.
- Simpore, J., Kabore, F., Zongo, F., Dansou, D., Bere, A., Pignatelli, S., ... & Musumeci, S. (2006). Nutrition rehabilitation of undernourished children utilizing Spiruline and Misola. *Nutrition journal*, 5(1), 3.
- Siva Kiran, R. R., Madhu, G. M., & Satyanarayana, S. V. (2015). Spirulina in combating Protein Energy Malnutrition (PEM) and Protein Energy Wasting (PEW)-A review. *Journal of Nutrition Research*, 3(1), 62-79.
- Sotiroudis, T. G., & Sotiroudis, G. T. (2013). Health aspects of Spirulina (Arthrospira) microalga food supplement. *Journal Of The Serbian Chemical Society*, 78(3), 395-405. doi:10.2298/JSC121020152S
- Spolaore, P., Joannis-Cassan, C., Duran, E., & Isambert, A. (2006). Commercial applications of microalgae. *Journal of bioscience and bioengineering*, 101(2), 87-96.
- Torres-Duran, P. V., Ferreira-Hermosillo, A., & Juárez-Oropeza, M. A. (2007). Antihyperlipemic and antihypertensive effects of Spirulina maxima in an open sample of Mexican population: a preliminary report. *Lipids in Health and Disease*, 6(1), 33.
- Torres-Durán, P. V., Ferreira-Hermosillo, A., Ramos-Jiménez, A., Hernández-Torres, R. P., & Juárez-Oropeza, M. A. (2012). Effect of Spirulina maxima on postprandial lipemia in young runners: a preliminary report. *Journal of medicinal food*, 15(8), 753-757.