

## CONOCIMIENTOS ACERCA DEL ALGA SPIRULINA (ARTHROSPIRA).

Extractado de Liliana Ramírez-Moreno y Roxana Olvera-Ramírez (\*), publicado en *Interciencia*, vol.31 (nº 009) 2006, Venezuela. E-mail: rolvera\_2000@yahoo.mx

### **Antecedentes históricos:**

Los antiguos habitantes de la actual ciudad capital de México (el Tenochtitlán) lograron mantener sana a una numerosa población a través una ingesta equilibrada, basada en el maíz, que representaba el 80% diario de la misma; a la cual agregaban frijoles, chile, chayote, jitomate, cebolla, amaranto y otros vegetales conocidos por ellos. Estos alimentos los producían en tierra firme y también empleaban otros como “el alga Spirulina” (Barros y Buenrostro, 1999) que eran originarios del conjunto lacustre del Valle de México.

En cierta época del año, los aztecas recolectaban un “barro” de olor azul hasta llenar por completo sus canoas. Luego, lo ponían a secar al sol y una vez el material seco, formaban pequeñas tortas y las colocaban sobre hierbas frescas. Estas tortas tenían un sabor a queso y un cierto olor a barro y las comían en pequeñas cantidades con tortillas, utilizándolas además para condimentar el maíz en lugar de emplear sal.

Según Sagar (1938), los campesinos ayudados por redes de finas mallas, barrían en determinada época del año las aguas de las lagunas de México y ese “barro” era muy abundante. Posteriormente lo dejaban cuajar y secar al sol. También cosechaban una “algas” que obtenían de la superficie del agua, de color azul claro, que solían tender luego sobre cenizas y cocinaban después en “tortas”, comiéndolas tostadas.

Otros investigadores y viajeros también relataron haber observado esta sustancia flotante que era aprovechada como alimento. En la región del lago de Chad, los pueblos también recogen esta microalga en forma de puré y la venden luego como galletas en los mercados. Estas galletas o bizcochos fueron analizados por investigadores y se descubrió que contenía un alga Cianofita, denominada ***Spirulina platensis*** (***Arthrospira platensis***, **Tabla 1**), que era la misma alga que había sido observada en el pueblo de Kanem (África) en 1940 por el investigador belga, Dangeard.

<b>ESPECIES DE ARTHROSPIRA (= SPIRULINA)</b>	<b>PRIMERA DESCRIPCION</b>
A. fusiformis	Estepa siberiana, Rusia, Lago Tunatan
A. gomontiana	América del Norte, agua estancada
A. indica	Madurai, India, estanque natural
A. jeneri	Europa, agua estancada
A. khannae	Rangoon, Myanmar, estanque natural
A. massartii	Luxemburgo, agua de manantial
A. maxima	Oakland, California, poza salina
A. platenses	Montevideo, Uruguay, agua estancada
A. spirulinoides	Lahore, Pakistan, agua de lluvia estancada
A.tenuis	Bengala. India, estanque artificial

Tabla 1: modificado por los presentes autores, de Vonshak y Tomaselli, 2000.

Posteriormente, investigadores franceses llevaron a cabo estudios sobre esta sustancia tan nutritiva y económica empleada por los habitantes del Chad y de Kanem e hicieron mención sobre su consumo y valor nutritivo como alimento.

Las mujeres de estos pueblos son las encargadas de su cosecha y la realizan mayormente en la época de las lluvias. La **Spirulina**, se colecta en canastas de mimbre, dejando escurrir el agua sobre cántaros de barro. El puré de **Spirulina** es luego vertido en recipientes, tipo palanganas, dejándolo secar al sol una vez filtrada el agua. Este alimento se agrega en los guisos en los que suelen también incluir pescado o trozos de carne de ganado.

La ingesta de este alimento hace que dichos pueblos al consumirlo, mantengan un buen estado físico, sean sanos, altos y sobre todo grandes corredores. Actualmente, se continúa utilizando a la **Spirulina** como fuente de alimento, aunque en México, sin embargo, posteriormente a la conquista de los españoles, esta alga cayó en el olvido.

La **Spirulina spp** (*Arthrospira spp*) se desarrolla en forma natural en numerosos lugares, siendo sus principales poblaciones encontradas en lagos de África, principalmente en Kenia, Etiopía, Egipto, Sudán, Argelia, Congo, Zaire y Zambia. Se la encuentra además en Asia tropical y subtropical (India, Myanmar, Pakistán, Sri Lanka, China, Tailandia y Rusia), en América (Perú, Uruguay, California) y en Europa (España, Francia, Hungría y Azerbaijón), que como el antiguo lago del Valle de México y las lagunas de Kanem y Chad, son cuerpos de agua poco profundos que están situados sobre depósitos de bicarbonato de sodio, con un pH alcalino y una salinidad elevada (Vonshak y Tomaselli, 2000; Cifuentes-Lemus et al., 2005).

Para 1967 se iniciaron estudios sobre la *Spirulina* por la industria de la Sosa Texcoco y se instaló una planta de procesamiento en tanques a orillas del Caracol del lago de Texaco, con una producción cercana a las 500 TM seca al año pero posteriormente, la planta fue abandonada al cerrarse la industria madre que la cobijaba (Spiral Springs, 1991).

El valor de la **Spirulina**, radica en la gran cantidad de nutrientes (macros y micros) que contiene, algunos de los cuales no pueden ser sintetizados por el organismo humano, así como también algunas de sus propiedades, tales como aumentar los niveles de energía, reducir el estrés premenstrual, incrementar el rendimiento en los atletas, mejorar el apetito y ofrecer protección como antioxidante.

Al ser rica en aminoácidos, proteínas, carbohidratos, ácidos grasos omega, vitaminas, minerales y otros nutrientes, es muy importante su uso como suplemento alimenticio, ya sea en polvo, encapsulado, en tabletas, pastas para sopas, salsas, barras de cereales, bebidas de frutas u otros.

Varias de las propiedades que posee se deben a algunos de sus constituyentes, en especial, los ácidos grasos omega 3 y 6, el beta-caroteno, el alfa-tocoferol, la ficocianina, compuestos fenólicos y un compuesto últimamente descubierto, denominado Ca-Spirulan (Ca-SP) que posee actividad antiviral (Chamorro et al., 2002).

Su contenido en lípidos oscila entre 6 y 13%, siendo a la mitad de ellos ácidos grasos. El principal de ellos es el g-linoleico (GLA) por tratarse de un ácido graso saturado, esencial, que rara vez se encuentra presente en la dieta diaria humana. Entre las fuentes donde se puede encontrar este ácido, la **Spirulina** es la que lo contiene en mayor concentración (Cohen, 1997). El GLA reduce en cierta medida la cantidad de colesterol en sangre (Sanchez et al., 2003) por lo que representa una alternativa en el

manejo de enfermedades cardiovasculares. Por su lado, el alto contenido en proteínas de la *Spirulina*, además de aportar numerosos aminoácidos esenciales, muestra una estructura muy similar a la yema de huevo, siendo de fácil digestión y metabolización, ayudando en este caso al tratamiento de la desnutrición.

Como en los países en desarrollo, la desnutrición representa un grave problema, la producción de fuentes alternativas de alimentos es de suma importancia y la *Spirulina* representa una de esas alternativas, ya que además de sus propiedades nutritivas, su cultivo presente pocas dificultades, puesto que crece bien en aguas altamente alcalinas (pH básico) y por ello, la posibilidad de contaminación con otros microorganismos es muy limitada. Su pared celular es delgada y no posee celulosa, lo que facilita su digestión, diferenciándose así de las algas verdes, como la *Chlorella* que también es producida y empleada como alimento en acuicultura. Las cosechas no requieren grandes esfuerzos y finalmente, los estudios de toxicidad revelan que es inocua. Se puede emplear como complemento alimentario tanto para animales como para humanos.

En acuicultura, se la emplea como alimento para crustáceos, moluscos y peces, siendo también utilizada para animales de granja y para mascotas, principalmente cuando los animales están en su época de reproducción, por ser fuente de pigmentos naturales, vitaminas y ácidos grasos de gran valor.

Algunos estudios desarrollados demostraron que la *Spirulina*, posee también efectos de inmuno-regulación, actúa como antioxidante, anticancerígeno, antiviral, antitóxico, contra la hiperlipidemia y la hiperglicemia (Belay, 2002) y por ello se la considera como un promotor de la salud o nutraceutico. Estas propiedades son consecuencia del alto contenido en ácidos grasos omega, varios pigmentos naturales y otros factores positivos.

### **Características generales:**

Se trata de un alga azul, incluida dentro de la Clase de las denominadas **Cianofitas o Cianobacterias**, de carácter multicelular, cuyas células cilíndricas tienen un ancho de 3 a 12 milimicrones, alcanzando a veces hasta 16. Sus filamentos presentan un esquema en forma de hélice abierta y llegan a medir entre 100 y 200 milimicrones. Las condiciones de esta hélice y sus medidas dependerán de las condiciones ambientales y del crecimiento del alga.

La reproducción se efectúa por fisión binaria transversal. El alargamiento del tricoma o filamento se debe a las numerosas divisiones transversales de sus células. La multiplicación se produce solamente por fragmentación del filamento y es de naturaleza intracelular, destruyendo la célula intercalar existente dentro de los mismos filamentos.

Las células, al igual que en otras Cianofitas, poseen una membrana plasmática rodeada por una pared celular multiestratificada, que se caracteriza por presentar una serie de poros alrededor del tricoma, encontrándose dividida por septos visibles al microscopio óptico. La pared está envuelta en una cápsula o vaina compuesta por polisacáridos.

Otros componentes celulares son las inclusiones del citoplasma, como los gránulos de glucógeno que actúan como fuente de carbono y energía. Los gránulos de lípidos se localizan cerca de la superficie celular y se almacenan, siendo utilizados en la síntesis de la membrana celular. Las vesículas de gas presentes en *Spirulina* le confieren su capacidad de flotación. Mediante este mecanismo regulan sus migraciones diurnas

dentro de la columna de agua, permitiendo que las algas se mantengan en las zonas donde el proceso de fotosíntesis es óptimo y la cantidad de nutrientes necesarios es adecuada (Fay, 1983).

La mayoría de las especies de esta alga se han encontrado en cuerpos de agua alcalinos, donde crecen en forma masiva; aunque algunas han sido encontradas también en aguas de manantiales, ríos y estanques. No se ha informado de su presencia en ambientes marinos, pero con adecuados suplementos de nutrientes, junto a un pH y una salinidad adecuada, pueden ser altamente producidas en agua de mar. (Tomaselli, 2000).

Las principales compañías productoras de *Spirulina* (Tabla 2) se localizan en el continente asiático, donde su cultivo se lleva a cabo de manera intensiva dentro de estanques artificiales. La producción que oscila entre 13 y 450 TM de biomasa al año en general, se deshidrata y pulveriza para fabricar comprimidos o encapsulados que se venden como suplementos alimenticios.

EMPRESA	PAIS	PRODUCCION (ton) PERIODO	PRODUCTOS
Ballapur Industries	India	1994-1995 (25)	95% en polvo
Spirulina Farm Ltd.	India	1995-1996 (5)	5% comprimidos
Cyanotech Corp.	Estados Unidos	1995 (250) 1996 (300)	Spirulina p/diagnósticos inmunológicos
Earthrise Farms	Estados Unidos	1995 (360) 1996 (400) 2002 (450)	Pulverizada, tabletas, alimentos, etc.
Myanmar Microalga	Myanmar	1995 (32)	Comprimidos
Biotechnol.Project	Myanmar	1996 (40)	Ventas locales
Siam Algae Co. Dainippon Ink. Chemicals Ink. Neotech Food Co.	Tailandia	1995 (125) 1996 (130) 2002 (135) 1995 (30)	Pulverizada, tabletas, Alimentos.  Polvo,30% c/humano;70% animal
.Wuhan Micro-alga Biotechnology Co.	China	1995 (25) 1996 (40)	Polvo, comprimidos, Cápsulas, alimento p/humanos y animales acuícolas
Nan Pao REsins Chemical Co.,Ltd.	Taiwán	1995 (70) 1996 (409)	Polvo y comprimidos Humano + 70% animales
Hainan Co. Microalgae Co.	India	2002 (330)	Pulverizada, tabletas, alimentos formulados
Genix	Cuba	2001 (100)	Suplementos nutricionales y cosméticos
Solarium Biotechnology	Chile	2000 (4,5) 2001 (29) 2002 (13)	Fresca, seca y polvo
Hydro*	Argentina	?	Varios productos medicinales
Bogado*		?	1 producto medicinal

Tabla 2: Lista de empresas productoras; modificado de Vonshak (1997) y Sánchez et al., (2003). (\*) Agregado por Dirección de Acuicultura, Argentina (se desconoce producción actual).

## Bibliografía:

- Barros, C y M. Buenrostro, 1999. La alimentación prehispánica en la obra de Sahún. *Arqueología Mexicana*, 6:38-45.
- Belay, A., 2002. The potencial application of *Spirulina (Arthrospira)* as a nutritional and therapeutic supplement in health management. *JANA*,5: 27-48
- Cifuentes-Lemus, J.L et al., 2005. IX algas. [http://omega.ilce.edu.mx.3000/sites/cviencia/volumen2/ciencia3/087/htm/sec\\_27.htm](http://omega.ilce.edu.mx.3000/sites/cviencia/volumen2/ciencia3/087/htm/sec_27.htm).
- Cohen, Z., 1997. The chemicals of *Spirulina*. En: *Spirulina platensis (Arthrospira): physiology, cell-biology and biotechnology*. Taylor & Francis, Londres, RU, pp. 175-203.
- Fay, P. 1983. The blue-greens (Cyanophyta-Cyanobacteria). Arnold. Londres, UK. 88 pp.
- Sanchez, M. y otros, 2003. *Spirulina (Arthrospira)* an edible microorganism. A review. [www.javeriana.edu.co/universitas\\_scientiarum/vol8nl/J\\_bernal.htm](http://www.javeriana.edu.co/universitas_scientiarum/vol8nl/J_bernal.htm).
- Tomaselli, L., 1997. Morphology, Ultrastructure and Taxonomy of *Arthrospira (Spirulina) maxima* and *Arthrospira (Spirulina) platensis*. En *Spirulina platensis (Arthrospira): physiology, cell-biology and biotechnology*. Taylor & Francis, Londres, RU. pp.1-15.
- Vonshak, A. y Tomaselli, L., 2000. *Arthrospira (Spirulina): Systematics and Ecophysiology*. En *The ecology of Cyanobacteria*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Holanda, pp. 505-522.