

Froylán Mario Espinoza Escalante

# Microalgas en la alimentación

## ¿Suplementos **novedosos** o **reinventados**?

Las microalgas sobresalen en la industria de la alimentación porque se han convertido en los nuevos estandartes de una dieta saludable. Hoy existe un sinnúmero de suplementos alimenticios a base de microalgas como *Chlorella* y, principalmente, *Spirulina*, los cuales prometen ayudar a la preservación de la salud o incluso mejorarla. Pero ¿realmente las microalgas son una novedad? La evidencia muestra que desde hace más de veinte siglos las microalgas son parte de la alimentación humana y en algunos países persiste su uso. Las nuevas tecnologías han permitido explorar con más detalle el aporte nutricional de estas plantas microscópicas para mostrarnos todo el potencial que tienen.

### ¿Qué son las microalgas?

Las microalgas son plantas microscópicas que se encuentran en todos los ecosistemas acuáticos del planeta: mares, ríos, lagos, y en muchas ocasiones aparecen en piletas artificiales y charcas. Las algas microscópicas son responsables de producir aproximadamente la mitad del carbono orgánico en el planeta. Aunque ésta es una de las mayores razones para considerarlas organismos vivos de gran importancia, la comunidad científica y la sociedad en general han puesto atención en ellas nuevamente debido a sus características nutricionales sobresalientes. En la actualidad las microalgas constituyen una de las principales fuentes de suplementos alimenticios; su producción industrial se ha incrementado de manera notable.





## Breve historia de las microalgas en la alimentación humana

El primer registro del consumo de microalgas para suplir la dieta humana es de China y data de hace más de 2000 años. Los chinos utilizaban la microalga *Nostoc* para sobrevivir en épocas de hambruna. Por otro lado, registros más recientes del siglo XVI muestran que los conquistadores españoles descubrieron que los aztecas colectaban un alimento novedoso de los lagos y elaboraban una especie de pastel o tortilla, que llamaban *techuitlatl*, a base de una bacteria fotosintética (también considerada microalga, llamada *Spirulina*). Actualmente en el Valle de México sólo queda el lago de Texcoco, donde aún se encuentra esta microalga. Pero los aztecas no fueron los únicos en cultivar este alimento; en la actualidad los habitantes de Kanembu, en las costas del Lago Chad, en África, colectan *Spirulina* y la utilizan para hacer un tipo de torta llamada *Dihé*. Esta torta se mezcla con salsa de tomate, pimientos y sobre ella se esparce frijol, pescado y carne de res; el *Dihé* es consumido en 70% de los platillos.

A pesar de que desde la antigüedad las microalgas representaban una fuente de alimentación rica en proteínas, carbohidratos y grasas, no fue sino hasta 1967 que la Asociación Internacional de Microbiología Aplicada denominó a la *Spirulina* como “una fuente maravillosa de alimento para el futuro”. Esta microalga tiene un elevado contenido de proteínas de alta calidad (contenido balanceado de aminoácidos

esenciales), que representan entre 60 y 70% de su peso seco. Después de su redescubrimiento, en la década de 1970 se dio inicio a la producción a gran escala de éste y otros microorganismos con potencial para la obtención de proteínas; así, se estableció la primera planta de producción a gran escala de *Spirulina* de nuestro país.

Desde el inicio de su explotación industrial, las microalgas se han utilizado como alimento en acuicultura; además, se les ha destinado a la producción de biocombustibles y fertilizantes. Inclusive, Alfred Nobel utilizó tierra de diatomeas (paredes celulares de microalgas) para estabilizar y absorber la nitroglicerina en la preparación de la dinamita. Aunque su uso más importante, quizás, sigue siendo en la alimentación humana.

Desde hace algunos años se ha reconocido el valor nutricional de las algas microscópicas debido a que contienen compuestos químicos de origen vegetal (fitoquímicos), carotenoides y otros antioxidantes similares a los de los vegetales verdes y amarillos, cuya ingesta es benéfica para la salud. De las microalgas se pueden obtener espesantes como carragenina y agar; colorantes y antioxidantes, tales como astaxantina (colorante rojo), betacaroteno (colorante amarillo/naranja), clorofila (colorante verde) y ficocianinas (colorante azul), entre muchos otros; así como también ácidos grasos, sobre todo los omega-3.



**Figura 1.** Reactores 80 L. Reactores para producción en escala piloto de diversas microalgas, como *Spirulina*, *Phaeodactylum* y *Haematococcus*.



**Figura 2.** Producción a escala en *raceway*. Reactores tipo *raceway* para producción industrial de microalgas. En la imagen se muestra la producción de *Spirulina* en invernadero en la empresa Biomex.

## ■ Las microalgas: fábricas de moléculas saludables y nutritivas

### ■ Ácidos grasos

■ En la mayoría de los países desarrollados la dieta de las personas sólo incluye ácidos grasos en pequeñas cantidades, debido al bajo consumo de pescado y sus derivados. Se ha sugerido que la dieta típica de las poblaciones occidentales no supe las cantidades necesarias de ácidos grasos omega-3 y omega-6 poliinsaturados, lo cual puede contribuir a incrementar el riesgo de enfermedades coronarias debido a la mayor incidencia de coágulos sanguíneos e inflamación. La falta de ácidos grasos omega-3 también se ha relacionado con otras enfermedades crónicas, como hipertensión, problemas inflamatorios e inmunes, depresión y disfunción neurológica.

A partir de lo anterior, se resalta la importancia del ácido docosahexaenoico (DHA), que representa entre 20 y 25% de los ácidos grasos del tejido gris del cerebro humano y entre 50 y 60% de los lípidos en los fotorreceptores de la retina; este ácido también es abundante en el tejido muscular cardíaco y en las células espermáticas. Debido a que los humanos no podemos sintetizar el DHA en cantidad suficiente, debemos obtenerlo de los componentes de nuestra dieta.

Más aún, el DHA es considerado un nutriente esencial en la infancia. Durante el crecimiento fetal en el útero, a través del sistema circulatorio de la placenta la madre supe al feto con el DHA necesario para el desarrollo de su sistema neurológico. Después del parto, el infante requiere DHA para el desarrollo de su cerebro, el cual demanda este ácido por lo menos durante los dos primeros años de vida. El DHA se obtiene principalmente a través de la leche materna; mas debido a que hay infantes que son alimentados con leche de fórmula, la Organización Mundial de la Salud han recomendado la adición de DHA en estos productos.

Aunque el pescado es una buena fuente de este ácido graso, también contiene altas cantidades de ácido eicosapentaenoico (EPA), el cual limita el crecimiento y provoca otros problemas del desarrollo. Por otro lado, se ha visto que el pescado puede

ser una fuente de riesgo por la inclusión de metales pesados o toxinas a la dieta de los infantes. Para evitar el riesgo asociado y proveer a la industria de fórmulas con suficiente DHA, se ha utilizado la microalga *Cryptocodinium*. Las leches de fórmula adicionadas con este suplemento hoy se comercializan a nivel mundial.

Aunque existe una gran variedad de microalgas que se utilizan para la obtención de ácidos grasos omega-3, además del DHA, la comercialización a gran escala se centra en dos tipos de microalgas: la *Chlorella* y la *Spirulina*. Ambas tienen un alto valor nutritivo y, sobre todo, la capacidad de acumular proteínas. Además, a diferencia del aceite de pescado, su sabor y su olor no son tan marcados y pueden encapsularse para disminuir todavía más las características organolépticas que pudieran ser desagradables al gusto.

### Colorantes

Por otro lado, no se puede restar importancia a los colorantes, sobre todo en la industria alimentaria y la farmacéutica. El color es un factor determinante para las decisiones del consumidor y, por lo tanto, la industria ha recurrido a la producción sintética a gran escala para satisfacer la creciente demanda. Sin embargo, los colorantes artificiales se han asociado con mucha frecuencia a problemas de salud que van desde alteraciones en la conducta hasta la promoción del cáncer. Es por esta razón que se ha revolucionado el uso de los colorantes hacia alternativas naturales con potencial para uso industrial.

Parece ser que la astaxantina y el betacaroteno son los colorantes naturales de mayor demanda en el mercado. Aunque estos pigmentos se pueden obtener de diversos vegetales, también pueden ser producidos por algunas algas microscópicas. Las ventajas tecnológicas de las microalgas frente a otras fuentes de producción de colorantes son, entre otras: su capacidad para producir una amplia gama de pigmentos, la alta concentración en que se generan estos pigmentos al interior de las células, la facilidad y rapidez con las que crecen las algas y su capacidad para adaptarse a diversos ambientes.

Existe una gran variedad de pigmentos que pueden producirse a partir de microalgas. Únicamente



se altera el medio en el que éstas crecen para provocar estrés en su metabolismo, o bien se realizan modificaciones en sus propios genes y se regula el metabolismo para provocar la sobreproducción de los pigmentos.

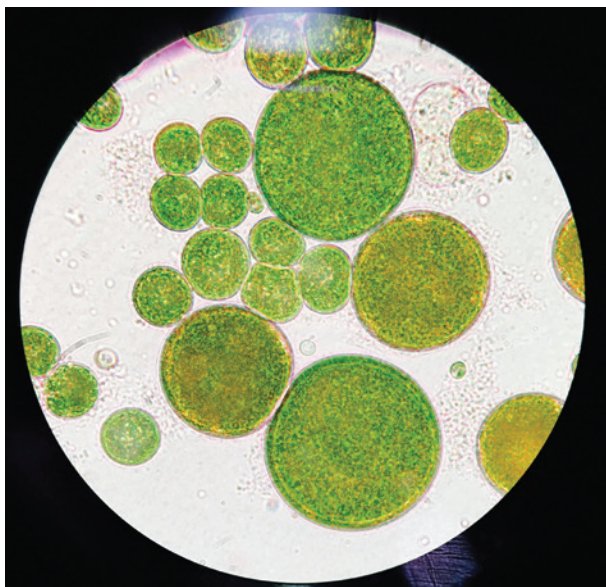
Las microalgas verdes, tales como *Chlorella zofingiensis* y *Haematococcus pluvialis*, son las mayores productoras del pigmento rojo astaxantina, que tiene diversas aplicaciones industriales. La astaxantina natural se puede utilizar para colorear el músculo de los peces –como el salmón– y tiene aplicaciones farmacéuticas al fungir como pigmento protector contra el cáncer químicamente inducido: incrementa las lipoproteínas de alta densidad y mejora el sistema inmune. Por otro lado, el pigmento naranja betacaroteno se produce con *Dunaliella salina*, la cual también puede producir los pigmentos equinenona (rojo-naranja) y zeaxantina (amarillo-naranja) a través de leves modificaciones genéticas. El betacaroteno es precursor de la vitamina A y, por lo tanto, es valorado en la industria alimentaria y farmacéutica como antioxidante natural. Asimismo, el pigmento amarillo luteína, que es utilizado para colorear la piel del pollo o con fines antioxidantes en la industria farmacéutica, se puede producir con *Chlorella sorokiniana* o *Chlamydomonas reinhardtii*, aunque en am-

bos casos se requieren modificaciones de ingeniería genética para la sobreproducción; no obstante, sin tener que provocar ninguna alteración genética en la misma *Chlorella sorokiniana*, se pueden producir las clorofilas verdes en altas cantidades. Finalmente, el pigmento azul ficocianobilina se obtiene de microalgas que pertenecen a las cianobacterias o las rodofitas (plantas rojas).

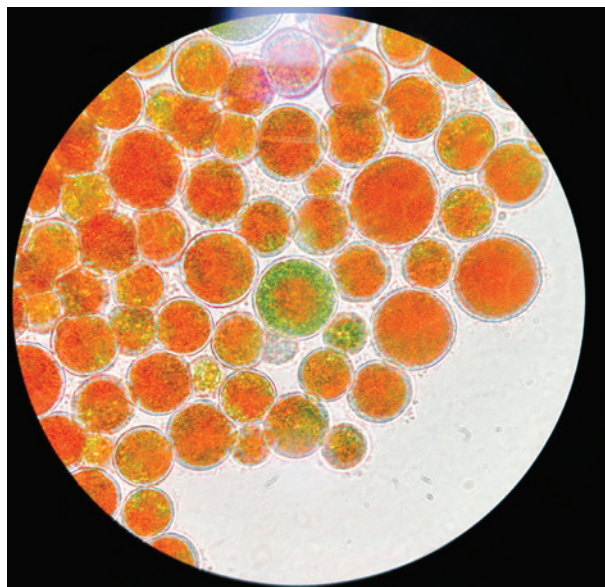
En general, las microalgas verdes son las mayores productoras de toda la gama de pigmentos –desde el rojo hasta el azul– con potencial aplicación en la industria. Los costos de producción han ido mejorando a través de las alteraciones metabólicas que se provocan en estas microplantas, o bien con simples modificaciones a su medio natural de cultivo, como la adición de sal, los incrementos de temperatura o cambios de pH.

### Carbohidratos

Además de los pigmentos y los ácidos grasos, las microalgas pueden sintetizar carbohidratos como almidón, glucosa y otros azúcares y polisacáridos, como el agar y la carragenina. Es posible producir el almidón a partir de la microalga *Chlorella*; éste se utiliza para la producción de bebidas alcohólicas, o bien como combustible. Las microalgas como *Chlorella* y *Dunaliella*



**Figura 3.** *Haematococcus pluvialis*. Se muestra una toma al microscopio de la microalga en condiciones de crecimiento antes de la producción del pigmento.



**Figura 4.** Astaxantina en *Haematococcus pluvialis*. Se muestra una toma al microscopio de la microalga en condiciones de estrés, cuando ya presenta carotenoides, especialmente astaxantina.



son productoras potenciales de polisacáridos que se utilizan como suplementos alimenticios o con fines farmacéuticos; sin embargo, las plantas terrestres superiores, como los cereales y las macroalgas marinas, aún dominan este mercado.

### ■ Comentarios finales

■ Lo más importante de las microalgas aquí referidas como fuente de nutrientes es que pueden ser consumidas sin que representen riesgos a la salud, pues son microorganismos clasificados como GRAS (generalmente vistos como seguros, por sus siglas en inglés). Además, su producción prácticamente no tiene efectos ambientales negativos; ésta puede llevarse a cabo a todas las escalas, incluso en los hogares. Asimismo, el consumo de estas algas microscópicas no presenta barreras culturales o religiosas de ningún tipo.

Desde la perspectiva de este escrito, el uso de microalgas como suplemento alimenticio no es más que una tendencia que se ha retomado en los últimos años para satisfacer los modelos de alimentación saludable y complementar las dietas actuales. No obstante, como puede notarse, el consumo de microalgas es algo más antiguo, ya que nuestros ancestros conocían el poder nutritivo de estas plantas microscópicas y lo que pueden aportar a la salud. Hoy por hoy las microalgas están retomando fuerza y destacan en un amplio sector en la industria alimentaria y farmacéutica, no sólo en el ámbito de los alimentos y los cosméticos, sino también en el de la salud.

En nuestro país, empresas como Biotecnología Mexicana de Microalgas (Biomex) y Alimentos Esen-

ciales para la Humanidad son productoras y proveedoras de microalgas en diferentes modalidades para el consumo humano. No obstante, las aplicaciones de las microalgas son tan diversas que hoy en día continúan siendo investigadas y explotadas con múltiples fines comerciales. Así, lo que parece ser una nueva tendencia no es más que un retorno a los viejos hábitos y costumbres, pero con más ciencia y tecnología.

### Froylán Mario Espinoza Escalante

Universidad Autónoma de Guadalajara

froymario@edu.uag.mx

### Lecturas recomendadas

- Chen, J., Y. Wang, J. R. Benemann, X. Zhang, H. Hu y S. Qin (2015), "Microalgal industry in China: challenges and prospects", *Journal of Applied Phycology*, 28: 715-725.
- Gong, Y., H. Hu, Y. Gao, X. Xu y H. Gao (2011), "Microalgae as platforms for production of recombinant proteins and valuable compounds: progress and prospects", *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, 38(12): 1879-1890.
- Habib, M. A. B., P. Mashuda, T. C. Huntington y M. R. Hasan (2008), *A review on culture, production and use of spirulina as food for humans and feeds for domestic animals and fish. FAO Fisheries and Aquaculture Circular* (vol. 1034). Recuperado de <http://agris.fao.org/agris-search/search/display.do?f=2010/XF/XF0906.xml;XF2009437877>
- Hallmann, A. (2007), "Algal transgenics and biotechnology", *Transgenic Plant J*, 1 (1): 81-98.
- Spolaore, P., C. Joannis-Cassan, E. Duran y A. Isambert (2006), "Commercial applications of microalgae", *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 101(2): 87-96.
- Tokusoglu, Ö. y M. K. Unal (2003), "Biomass nutrient profiles of three microalgae: *Spirulina platensis*, *Chlorella vulgaris* and *Isochrysis galbana*", *Journal of Food Science*, 68(4): 1144-1148.
- Walker, T. L., S. Purton, D. K. Becker y C. Collet (2005), "Microalgae as bioreactors", *Plant Cell Reports*, 24(11): 629-641.
- Wang, Y. y J. Peng (2008), "Growth-associated biosynthesis of astaxanthin in heterotrophic *Chlorella zofingiensis* (Chlorophyta)", *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 24(9): 1915-1922.
- Williams, C. M. (2000), "Dietary fatty acids and human health", *Annales de Zootechnie*, 49(3): 165-180.