

Biología de microalgas: un campo en expansión

Ana Otero. Grupo de Biología marina y Acuicultura (Aquabiotec).
Universidade de Santiago de Compostela



Facultad de Biología – CIBUS, Campus Vida, Universidade de Santiago de Compostela 15782 Santiago de Compostela



Miembros del grupo de Biología marina y acuicultura de la USC. De izquierda a derecha: Andrea Muras, Pedro Nascimento, Isabel Freire, Hugo Cunha, la Profa. Ana Otero, Celia Mayer, el Dr. Manuel Romero, Isabel Reyero, Roberta Paolillo y el Dr. Xavier Álvarez. Más información en http://www.usc.es/gl/investigacion/grupos/acuicultura_biotechnologia/.

Las microalgas son microorganismos fotosintéticos que constituyen una fuente sostenible de numerosos compuestos biotecnológicos de elevado valor añadido, como los ácidos grasos poliinsaturados, carotenoides, ficobiliproteínas y polisacáridos aniónicos, con aplicaciones cosméticas y nutraceuticas. Son también fuente de proteína de alta calidad, lo que las convierte en excelentes complementos nutritivos, constituyendo además la base de la cadena trófica en acuicultura marina. Más recientemente, hemos asistido a un enorme incremento del interés industrial en las microalgas debido a que su capacidad para acumular grandes cantidades de lípidos y carbohidratos las convierten en excelentes candidatas para la producción de biocombustibles. Las ventajas de las microalgas como fuente

de biocombustibles derivan de su elevada eficiencia fotosintética y la capacidad para captar CO_2 y crecer en medio salino o salobre y en diversos tipos de aguas residuales, por lo que pueden ser cultivadas en áreas en las que no compiten con los cultivos agrícolas.

El grupo de Biología Marina y Acuicultura de la USC, fundado por el Prof. Jaime Fábregas en el inicio de la década de 1980, fue pionero en España en el cultivo de microalgas con fines biotecnológicos. El trabajo desarrollado por el grupo, en la actualidad coordinado por la Prof. Ana Otero, se centra principalmente en aspectos aplicados como selección de especies con fines industriales, optimización de las condiciones de cultivo (temperatura, formulación de nutrientes, irradiancia, etc) a dis-

tintas escalas, optimización de la operación de fotobiorreactores y estudios fisiológicos, todo ello enfocado a la optimización de los procesos industriales basados en estos microorganismos (Figura 1). En este sentido el grupo Aquabiotec de la USC colabora con varias empresas del campo de la biotecnología de microalgas como AlgaEnergy, Aqualgae y BuggyPower. Además de las aplicaciones para el sector de la acuicultura, que se centran en la identificación de nuevas especies y la mejora del perfil nutricional para su utilización en cultivos larvarios de peces y moluscos (Ferreira *et al.* 2009, Otero *et al.* 2014; Nascimento 2016, Freire *et al.* 2016), el grupo ha retomado la línea de trabajo en *Haematococcus pluvialis*, en la que fue pionero en el establecimiento del proceso de cultivo bifásico para la produc-

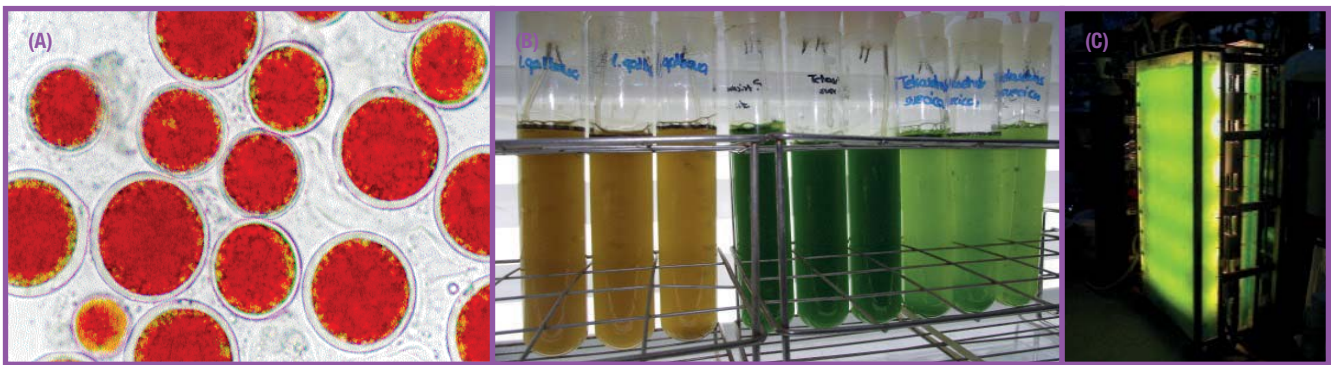


Figura 1. Las aplanosporas de *Haematococcus pluvialis* (A) son la mejor fuente natural de astaxantina, un carotenoide de elevada capacidad antioxidante cada vez más utilizado como nutracéutico. Para la optimización de los procesos de producción industrial de microalgas el grupo de Biotecnología Marina y Acuicultura ha diseñado unos mini-fotobioreactores (B) que permiten la modelización de los procesos de forma precisa. Una vez seleccionadas las condiciones óptimas de cultivo, los resultados son validados a escala semi-industrial en fotobioreactores de panel (C).

ción industrial de astaxantina (Fábregas *et al.*, 2001) (Figura 1A), trabajando en la actualidad en el efecto de distintas longitudes de onda sobre la eficiencia fotosintética y acumulación de astaxantina en esta microalga. Otras líneas de trabajo del grupo dentro de las aplicaciones industriales de las microalgas son la optimización de las condiciones de cultivo para la maximización de la capacidad antioxidante de la biomasa microalgal (Ulloa *et al.*, 2012) y estudios sobre la identificación de nuevas moléculas con capacidad algicida a partir de microalgas, que puedan ser utilizados como nuevos productos anti-incrustación, en el marco del proyecto europeo FP7 BYEFOULING: Low-toxic cost-efficient environment-friendly antifouling materials (<https://www.sintef.no/projectweb/byefouling/>).

Una de las aplicaciones con mayor potencial de las microalgas consiste en su utilización para el tratamiento de aguas residuales. Debido a que las microalgas pueden utilizar de forma eficiente el amonio como fuente de nitrógeno, son excelentes candidatas para el tratamiento terciario de digestatos líquidos procedentes de la digestión anaerobia de aguas residuales urbanas e industriales. Una tesis defendida recientemente en el Grupo Aquabiotec ha demostrado la eficiencia de la remoción de amonio de digestato líquido de la industria de procesado de pescado por las cianobacterias filamentosas *Nostoc* sp. PCC7413 y *Arthrospira* sp. (Álvarez y Otero, 2017). La utilización de cianobacterias filamentosas en el tratamiento terciario presenta la ventaja de la reducción en los costes de cosechado de biomasa, que puede ser posteriormente valorizada como fertilizante, fuente de polisacáridos

(Otero y Vincenzini, 2003) o como biomasa para la producción de bioetanol por fermentación, debido a su elevado contenido en carbohidratos. Otro de los campos en los que trabaja el grupo, relacionado con el tratamiento de aguas residuales y la valorización de la biomasa microalgal resultante, es la inclusión de los cultivos de microalgas en esquemas de acuicultura multitrofica integrada. El tratamiento de efluentes ricos en nitrógeno y fósforo es uno de los retos a los que se enfrenta la industria de la acuicultura para la reducción de su impacto ambiental. La utilización de microalgas para la biofiltración de estos nutrientes y su posterior utilización para el cultivo de moluscos constituye una interesante vía para la depuración de estos efluentes en el marco de la economía circular (Milhazes Cunha y Otero, 2017).

Finalmente, conectando la experiencia del grupo en biotecnología y fisiología de microalgas y cianobacterias, y las líneas de trabajo más recientes, en el campo de la comunicación bacteriana (*Quorum sensing* y *Quorum quenching*), se ha iniciado una colaboración con la Universidad de Tsukuba (Japón) para la construcción de kinasas sensoras químéricas para el control de la expresión génica en la cianobacteria *Synechocystis* sp. PCC6803 utilizando los dominios sensores de las kinasas bacterianas sensoras de las señales de quórum sensing. La disponibilidad de enzimas de *Quorum Quenching* de amplio espectro identificados en el grupo (Mayer *et al.* 2015) permitirá además la construcción de un sistema “toggle-switch” para el estudio de los mecanismos sensores y efectores de los sistemas de transducción de dos componentes en cianobacterias, que no pueden ser estudiados por

técnicas clásicas de generación de mutantes, por tratarse de mutaciones letales.

BIBLIOGRAFÍA SELECCIONADA

- Álvarez X y Otero A (2017). Nitrogen removal from the liquid digestate of the anaerobic digestion of a fish processing plant wastewater by the filamentous cyanobacteria *Arthrospira* sp. and *Nostoc* sp. PCC 7413. *Biores Technol.* Sometida.
- Fábregas J, Otero A, Maseda A, y Domínguez A (2001) Two-stage cultures for the production of astaxanthin from *Haematococcus pluvialis*. *J Biotech* 89:65-71.
- Ferreira M, Coutinho P, Seixas P, Fábregas J y Otero A. (2009) Enriching rotifers with “premium” microalgae. *Nannochloropsis gaditana*. *Mar Biotech* 11: 585-595.
- Freire I, Cortina-Burgueño A, Grille P, Arizcum M, Abellán, E, Segura, M, Witt Sousa F y Otero, A. (2016) *Nannochloropsis limnetica*: A freshwater microalga for marine aquaculture. *Aquaculture*. 459: 124-130.
- Mayer C, Romero M, Muras A y Otero. A (2015) Aii20J, a wide spectrum thermo-stable N-acylhomoserine lactonase from the marine bacterium *Tenacibaculum* sp. 20J can quench AHL-mediated acid resistance in *Escherichia coli*. *Appl Microbiol Biotechnol* 99:9523-9539.
- Millazes-Cunha H y Otero A (2017) Valorisation of aquaculture effluents with microalgae: The Integrated Multi-Trophic Aquaculture concept. *Algal Res* 24:416-424.
- Nascimento P (2016) Mejora de la supervivencia larvária en cultivos de moluscos mediante la mejora de las técnicas de cultivo de microalgas y la introducción de nuevas especies de microalgas. Tesis Doctoral. Universidade de Santiago de Compostela.
- Otero A, Freire I, Milhazes H, Segura M y Jimenez JP (2014) Procedimiento de enriquecimiento de biomasa de microalgas en ácidos grasos poliinsaturados. PCT/ES2014/070780, País de prioridad: España, Fecha de prioridad: 15/10/2014.
- Otero A y Vincenzini M (2003) Extracellular polysaccharide synthesis by *Nostoc* strains as affected by N source and light intensity. *J Biotech* 102:143-152.
- Ulloa G, Otero A, Sánchez M, Sineiro J, Núñez MJ y Fábregas J (2012) Effect of Mg, Si and Sr on growth and antioxidant activity of the marine microalga *Tetraselmis suecica*. *J Appl Phycol* 24:1229-1236.