

# SEBBM DIVULGACIÓN

## ACÉRCATE A NUESTROS CIENTÍFICOS

**El tamaño no importa, ¿o sí?**  
**Size does not matter, does it?**

DOI: [http://dx.doi.org/10.18567/sebbmdiv\\_ANC.2021.07.1](http://dx.doi.org/10.18567/sebbmdiv_ANC.2021.07.1)

**Jesús Díez Dapena**  
**Departamento de Bioquímica, Facultad de Veterinaria,**  
**Córdoba**



*Biografía*    **Resumen**

Jesús Díez Dapena (Sevilla 1953), biólogo, realizó su tesis doctoral en el Departamento de Bioquímica de la Universidad de Sevilla bajo la dirección del Dr. José María Vega sobre la nitrato reductasa de *Monoraphidium braunii*. Posteriormente estancia postdoctoral en el Department of Biological Sciences de la University of Dundee (Escocia), donde trabajó en metabolismo de carbono y nitrógeno de cianobacterias. Se incorporó al recién creado Departamento de Bioquímica de la Facultad de Veterinaria de Córdoba. Desde 1996 es Catedrático de ese departamento. Investigador responsable del grupo "Adaptaciones en el metabolismo de nitrógeno y carbono en cianobacterias marinas" del PAIDI. Su grupo ha sentado las bases del estudio del metabolismo del nitrógeno en picocianobacterias marinas y descubierto la capacidad que tienen para captar y utilizar glucosa en el océano, lo que permitió proponer su carácter no estrictamente autotrófico sino mixotrófico. Actualmente Coordinador del Grupo de Metabolismo del Nitrógeno y Bioquímica de Plantas y Microorganismos.

**Las picocianobacterias marinas son los organismos fotosintéticos más abundante del planeta, contribuyendo tanto a una producción muy importante de biomasa como a la generación de oxígeno. En este artículo recogemos también algunos resultados de estudios metabólicos que tratan de explicar el éxito ecológico de estos microorganismos.**

**Summary**

**Marine picocyanobacteria are the most abundant photosynthetic organisms on Earth. They are important primary producers and generate a large percentage of photosynthetic oxygen. This article also includes some results of metabolic studies that try to explain the ecological success of these microorganisms.**

Cuando pensamos en el clima, el oxígeno que respiramos, o el dióxido de carbono acumulado en la atmósfera que provoca el calentamiento global, instintivamente nos trasladamos a los grandes bosques, la Amazonía, como responsables de enormes beneficios. Entre otros, permitir la producción de alimentos y oxígeno para poder obtener energía, o secuestrar y fijar el dióxido de carbono como posible solución a los problemas climáticos. Sin embargo, aunque indiscutible, ésta dista mucho de ser la única causa. Si nos trasladamos desde los enormes árboles de las junglas terrestres a lo que se consideran los desiertos de los océanos, nos encontraremos con los organismos fotosintéticos más pequeños que se conocen. Estos contribuyen de manera significativa a proporcionar el oxígeno que necesitamos (más de una de cada cinco moléculas que respiramos) y a paliar los problemas ocasionados por el exceso del dióxido de carbono. Son las cianobacterias marinas *Prochlorococcus* y *Synechococcus*, los organismos fotosintéticos más abundantes en los océanos (1). A pesar de su enorme abundancia *Prochlorococcus* no fue descubierto hasta mediados de los 80 (2), debido a su pequeño tamaño. Con unas 0,4 micras y 1800 genes los más pequeños, contienen la mínima cantidad de información para un organismo fotosintético. Pronto se descubrieron, y secuenciaron, distintas formas de *Prochlorococcus*, ecotipos, capaces de vivir en condiciones muy diversas fundamentalmente en lo que se refiere a su relación con la luz: algunos viven en aguas superficiales y otros hasta a 200 m de profundidad, sorprendente si se considera que son organismos fotosintéticos. La secuenciación de estas estirpes mostró también que todas tienen un núcleo central de genes común y otra parte que varía, el pangenoma, de forma que se prevé que el conjunto de los ecotipos de *Prochlorococcus* puede tener unos 80.000 genes. Esta increíble diversidad les permite adaptarse a vivir en condiciones muy distintas de iluminación y ser muy abundantes en zonas de los océanos donde hay una extraordinaria escasez de nutrientes. A este éxito contribuyen también su pequeño tamaño, que les confiere una gran relación superficie/volumen, y la adaptación de sus moléculas para necesitar una menor cantidad de N que sus competidores.

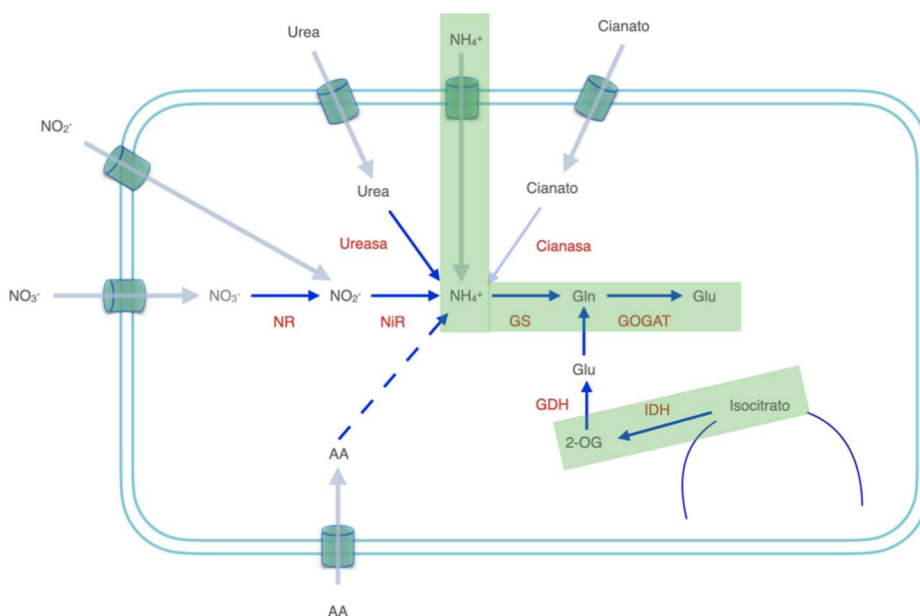
El cultivo de *Prochlorococcus* en el laboratorio se mostró extraordinariamente difícil. Nuestro grupo fue pionero en el cultivo de este microorganismo en grandes volúmenes, lo que nos permitió abordar el estudio del metabolismo del nitrógeno (3). En la mayor parte de los organismos fotosintéticos la vía central de la asimilación de N está compuesta por las enzimas nitrato y nitrito reductasas, glutamina sintetasa y glutamato sintasa, aunque hay muchas otras que pueden participar en la asimilación de diferentes formas de nitrógeno. Estudiamos en profundidad las enzimas glutamina

sintetasa, con especial atención a su regulación, glutamato deshidrogenasa e isocitrato deshidrogenasa, que sirve de unión a los metabolismos de carbono y nitrógeno, y demostramos que la mayor parte de las estirpes carecen de una enzima clave en organismos fotosintéticos, la nitrato reductasa. Estos estudios, junto con los realizados sobre los reguladores transcripcionales como NtcA (4), nos permitieron establecer que el metabolismo del nitrógeno en cianobacterias marinas es sensiblemente distinto al de las cianobacterias de agua dulce, así como proponer que la simplificación de esta vía metabólica, y sus sistemas reguladores, puede tener un papel clave en su éxito ecológico (5). Posteriormente ampliamos estos estudios a la otra picocianobacteria marina que juega un papel esencial en la producción de biomasa y en los ciclos biogeoquímicos del planeta: *Synechococcus*, con enorme capacidad de colonizar distintos ambientes, desde las zonas costeras al océano abierto y desde las aguas tropicales a las cercanas a los polos.

Por otro lado, nuestro grupo descubrió que *Prochlorococcus* era capaz de captar glucosa (6), algo inesperado en cianobacterias marinas, lo que despertó cierto escepticismo en el campo. Sin embargo, posteriormente demostramos que el gen *glcH* codifica un transportador bifásico de glucosa con elevada afinidad, y que las poblaciones naturales de *Prochlorococcus* eran capaces de tomar glucosa en el océano (7). Estudios con diferentes estirpes de *Prochlorococcus* y *Synechococcus* nos permitieron mostrar la correlación entre la diversidad de las cinéticas de transporte de glucosa y la mejora en la eficiencia del proceso a lo largo de la evolución de las cianobacterias marinas. Estos y otros estudios han demostrado que las picocianobacterias marinas muestran un comportamiento mixotrófico, lo que las capacita para usar moléculas como la glucosa cuando la encuentran disponible en su entorno. Este concepto ha supuesto un cambio importante en las ideas tradicionales sobre la estricta separación entre organismos fotosintéticos y heterotróficos (8).

**Referencias:**

1. Scanlan DJ, Ostrowski M, Mazard S, Dufresne A, Garczarek L, et al. 2009. *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 73: 249-99
2. Chisholm SW, Olson RJ, Zettler ER, Goericke R, Waterbury JB, Welschmeyer NA. 1988. *Nature* 334: 340-3
3. El Alaoui S, Díez J, Humanes L, Toribio F, Partensky F, García-Fernández J. 2001. *Applied and Environmental Microbiology* 67: 2202-7
4. Domínguez-Martín MA, López-Lozano A, Clavería-Gimeno R, Velázquez-Campoy A, Seidel G, et al. 2018. *Frontiers in Microbiology*
5. García-Fernández J, Tandeau de Marsac N, Díez J. 2004. *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 68: 630-8
6. Gómez-Baena G, López-Lozano A, Gil-Martínez J, Lucena J, Díez J, et al. 2008. *PLOS ONE* 3: e3416
7. Muñoz-Marín MC, Luque I, Zubkov MV, Hill PG, Díez J, García-Fernández JM. 2013. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* 110: 8597-602
8. Muñoz-Marín MC, Gómez-Baena G, López-Lozano FA, Moreno-Cabezuelo JA, Díez J, García-Fernández JM. 2020. *The ISME Journal* 14: 1065-73



**Figura: Rutas de asimilación de N en *Prochlorococcus*. Sombreado, las vías metabólicas que poseen todas las estirpes**