



Taxonomía y sistemática

Diversidad algal de un ambiente extremo: el manantial geotermal Los Hervideros, México

Algal diversity from extreme environment: the geothermal spring Los Hervideros, Mexico

Óscar López-Sandoval^a, Gustavo Montejano^{a,*}, Javier Carmona^b,
Enrique Cantoral^c e Itzel Becerra-Absalón^a

^a Departamento de Biología Comparada, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. Universidad 3000, Circuito Exterior s/n, 04510, México, D.F., México

^b Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. Universidad 3000, Circuito Exterior s/n, 04510, México, D.F., México

^c Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Boulevard Juriquilla Núm. 3001, 76230, Juriquilla, Querétaro, México

Recibido el 29 de octubre de 2014; aceptado el 8 de septiembre de 2015

Disponible en Internet el 13 de febrero de 2016

Resumen

El presente trabajo describe la diversidad algal del manantial geotermal Los Hervideros, Michoacán, México, así como su distribución en relación con el gradiente de temperatura. Este manantial forma parte del sistema hidrotermal Los Azufres, localizado en el mismo estado, el cual es afectado por la actividad volcánica de la Faja Neovolcánica Transmexicana. La identificación de las especies fue morfológica y se midieron parámetros fisicoquímicos como la temperatura, la conductividad específica y el pH. La temperatura del agua osciló entre los 22.2 y 85.2 °C, presentó una conductividad específica de 3,400 a 4,430 $\mu\text{S cm}^{-1}$ y un pH de 7.5 a 8.0. Las especies que dominaron los crecimientos fueron de la clase Cyanophyceae, con los géneros: *Arthrospira* sp., *Synechococcus* sp. y *Synechocystis* sp. en temperaturas de 22 a 76 °C. En cuanto a las especies de Bacillariophyceae, se registraron: *Achnanthydium exiguum*, *Halamphora veneta*, *Anomooneis costata*, *Diploneis elliptica* y *Pinnularia viridis* en temperaturas de 22 a 55 °C. También se registró una especie de la clase Chlorophyceae, *Oedogonium* sp., en temperaturas de 30 a 35 °C. Este manantial se caracteriza por presentar cambios drásticos de temperatura en trayectos cortos, que pueden ser de menos de 1 m, lo cual se observó reflejado en una distribución heterogénea de las especies algales.

Derechos Reservados © 2016 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0.

Palabras clave: Bacillariophyceae; Chlorophyceae; Cyanophyceae; Gradiente; Temperatura; Tolerancia; Hidrotermal

Abstract

In this work we describe the algal diversity, which is in Los Hervideros geothermal spring, in Michoacán, Mexico, and its spatial distribution related with the thermal gradient. This spring forms a part of Los Azufres system, which is affected by volcanic activity from the Transversal Neovolcanic Belt. The species identification was morphological and physical and chemical parameters were measured as temperature, specific conductivity and pH. The temperature recorded was between 22.2 to 85.2 °C. The specific conductivity is as high as 3,400 to 4,430 $\mu\text{S cm}^{-1}$, while the pH is 7.5 to 8.0. The growth were dominated by the next Cyanophyceae species: *Arthrospira* sp., *Synechococcus* sp. and *Synechocystis* sp. in temperatures from 22 to 76 °C, respectively. As far as the Bacillariophyceae, we registered: *Achnanthydium exiguum*, *Halamphora veneta*, *Anomooneis costata*, *Diploneis elliptica* and *Pinnularia viridis* in temperatures from 22 to 55 °C. We also registered one Chlorophyceae species, *Oedogonium* sp. (30 to 35 °C). This spring is characterized by the presence of great changes of temperate in a few centimeters, which is reflected in a heterogeneous distribution of the algal species.

All Rights Reserved © 2016 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología. This is an open access item distributed under the Creative Commons CC License BY-NC-ND 4.0.

Keywords: Bacillariophyceae; Chlorophyceae; Cyanophyceae; Gradient; Temperature; Tolerance; Hydrothermal

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: gmz@ciencias.unam.mx (G. Montejano).

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rmb.2016.01.004>

1870-3453/Derechos Reservados © 2016 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0.

Introducción

Los manantiales geotermales son aquellos cuya temperatura del agua se incrementa como consecuencia de la actividad geológica de la zona. Son ecosistemas peculiares en los que el factor limitante principal para la vida es la temperatura (Pantoja-Alor y Gómez-Caballero, 2000, 2004). Otras características como el pH o la salinidad pueden asociarse con esta para presentar situaciones aún más extremas. En manantiales geotermales con pH neutro y con salinidades moderadas podemos encontrar una amplia gama de manifestaciones de vida en un amplio intervalo de temperaturas. Los ambientes con temperaturas muy altas son escasos en la superficie de la Tierra y el gradiente térmico en todos ellos es muy amplio, de modo que la temperatura, a partir del punto donde emana el agua, decae rápidamente, por lo que los espacios colonizables con alta temperatura son reducidos (Margalef, 1983).

La temperatura es un factor ambiental muy importante que puede afectar considerablemente al desarrollo de los organismos, ya sea acelerando las reacciones metabólicas o haciendo que las proteínas, ácidos nucleicos y otros componentes celulares sufran daño y se inactiven irreversiblemente (Brock, 1978; Madigan, Martinko y Parker, 2001). En temperaturas entre los 20 y 30 °C se presenta la mayor diversidad de especies acuáticas y esta disminuye drásticamente después de los 40 °C. Arriba de los 60 °C solo se presentan organismos procariotas, y el único grupo que puede llevar a cabo la fotosíntesis oxigénica en estas condiciones son las Cyanophyceae (Lengeler, Drews y Schlegel, 1999).

Los organismos que resisten las temperaturas más altas son bacterias y arqueas; las bacterias han sido encontradas vivas y funcionales en aguas termales de 90 a 91 °C en Yellowstone, Estados Unidos de América; de 97 a 98 °C en Islandia y de 99.5 a 100.8 °C en Nueva Zelanda (Margalef, 1983); mientras que se han encontrado arqueas en temperaturas hasta de 113 °C (Madigan et al., 2001). Mann y Schlichting (1967) encontraron crecimientos óptimos de especies de cianobacterias en el rango de 60 a 77 °C, pero además registraron 2 especies *Phormidium bijahensis* Copeland —actualmente *Leptolyngbya bijahensis* (Copeland) Anagnostidis— y *Synechococcus elongatus* var. *amphigranulatus* Copeland —sinónimo de *Synechococcus bigranulatus* Skuja— a 86.6 °C, que sería hasta ahora el mayor registro de temperatura para este grupo.

Los organismos eucariotas no resisten temperaturas muy altas y Brock (1978) considera que el límite máximo para estos organismos oscila alrededor de los 60 °C, siendo los hongos los que mayor temperatura toleran. Margalef (1983) menciona que el límite máximo para las algas eucariotas se considera alrededor de los 40 °C, aunque existen especies que superan esta temperatura. Tal es el caso de la rodofita, *Cyanidium caldarium* (Tilden) Geitler, que se presenta entre los 56 y 60 °C en condiciones ácidas (Brock, 1978; Tamsey y Brock, 1972). Brock (1978) considera que las diatomeas pueden presentarse hasta los 44 °C. Existen algunos registros de diatomeas a 48 °C y hasta los 70 °C, mientras que algunas especies de clorofitas de los géneros *Oedogonium*, *Mougeotia*, *Spirogyra*, *Ulothrix*, *Closterium*

y *Cosmarium* se han registrado entre los 41 y 48 °C, lo cual contrasta con los límites reconocidos por Bilgrami, Munshi, Yadava y Bhowmick, (1985); Brock (1978); Mann y Schlichting, (1967).

En México existe un elevado número de zonas geotérmicas que están relacionadas con una gran actividad volcánica (Ferrusquía-Villafranca, 1998). Algunos de estos manantiales han sido estudiados por la importancia de los procesos geotérmicos y su posibilidad de empleo en la generación de electricidad. Sin embargo, el conocimiento de la biota que habita en estos ambientes es escaso. Específicamente de Michoacán, se han llevado a cabo estudios geotérmicos y geoquímicos en varias regiones, dentro de las cuales se encuentra el manantial Los Hervideros, localidad del presente estudio. Este manantial, cuando emerge a la superficie, forma una corriente que presenta un gradiente de temperatura muy marcado que se forma por la presencia de 2 sistemas acuáticos diferentes y que confluyen sus aguas. De uno de ellos emana agua fría, aproximadamente a 20 °C, y el otro es propiamente termal, en donde el agua brota a más de 90 °C (Tovar-Aguado y García-Estrada, 1991). Debido a las características ambientales propias del manantial Los Hervideros, en este trabajo se presenta un análisis de la diversidad taxonómica de las algas, tomando en cuenta el gradiente de temperatura, que nos permitió identificar y establecer intervalos de tolerancia a la temperatura para las especies observadas, para lo cual tomamos en cuenta la propuesta de Jjemba (2004), que clasifica a los microorganismos basándose en el intervalo de temperatura que pueden tolerar como: psicrófilos (–7 a 18 °C), mesófilos (9 a 48 °C), termófilos (39 a 73 °C) y extremófilos (65 a 110 °C).

Materiales y métodos

El manantial Los Hervideros se ubica al suroeste del poblado de Araró, Michoacán. Se localiza en los 19°53'N, 100°48'O, a 1,879 m sobre el nivel del mar. El tipo de vegetación presente es bosque espinoso, y el clima es seco o estepario con régimen de lluvias en verano (BSw); cuenta con una precipitación promedio anual de 780.2 mm y una temperatura ambiental promedio anual de 18.6 °C (Inegi, 2009; fig. 1). El manantial está formado por agua termal a una temperatura de hasta 92 °C y un manto freático somero (1 m) de agua fría, aproximadamente a 20 °C, que se puede llegar a mezclar con el agua termal. Encima del nivel freático existe una capa arcillosa formada por depósitos lacustres que actúan como capa sello, lo que hace que el termalismo se manifieste solo en donde existe la rotura de la capa (Tovar-Aguado y García-Estrada, 1991), por tanto, el agua brota a la superficie en forma de pozos calientes con poco gasto —en un promedio de 10 a 20 l min⁻¹— y temperatura de 92 a 22 °C, formando una corriente con un gradiente de temperatura muy marcado.

Este manantial es salino, los aniones principales son los cloruros y bicarbonatos, los cuales presentan los siguientes valores: Cl⁻ = 1,290.2 ppm, HCO₃⁻ = 158.5 ppm, SO₄⁻ = 153.6 ppm y NO₃⁻ = 0.2 ppm; mientras que los principales cationes son: Na⁺ = 756.5 ppm, K⁺ = 60.6 ppm, Ca⁺ = 32.6 ppm y Mg⁺ = 0.5 ppm (Ramírez-Domínguez, Verma, Nieva, Quijano

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/4461326>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/4461326>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)