

***Picocystis salinarum* (Prasinophyceae,
Chlorophyta) en las Salinas de Chilca, Lima,
primer registro para el Perú**

***Picocystis salinarum* (Prasinophyceae, Chlorophyta) in
Salinas de Chilca, Lima, first record for Peru**

Ronald Tarazona Delgado

Laboratorio de Simbiosis Vegetal, Museo de Historia Natural, UNMSM, Av. Arenales 1256, Apartado 14-0434, Lima 14, PERÚ. Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Centro de Ciências Humanas e Naturais, UFES, Av. Fernando Ferrari 514, CEP 29075-910, Vitória, Espírito Santo, BRASIL.

ronald.mtd@hotmail.com

Haydee Montoya Terreros, Mauro Mariano Astocondor & Egma Mayta Huatuco

Laboratorio de Simbiosis Vegetal, Museo de Historia Natural, UNMSM, Av. Arenales 1256, Apartado 14-0434, Lima 14, PERÚ. Instituto de Investigación de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Biológicas, UNMSM, Ciudad Universitaria, Av. Venezuela cuadra 34, Lima 1, PERÚ.

haydmon@yahoo.com, mmarianoa@unmsm.edu.pe, emaytah@unmsm.edu.pe

Resumen

El presente trabajo reporta, por primera vez para Perú y la región sudamericana, a la prasinofita *Picocystis salinarum* R. A. Lewin en las Salinas de Chilca (lagunas La Milagrosa y La Mellicera), Cañete, Lima. Se realizaron colecciones de estos ecosistemas acuáticos costeros-someros en 2014 y 2015; la gradiente de salinidad estuvo en el rango de 120 a 172 ‰ y pH entre 8,06-8,41; adicionalmente se tienen otros registros que confirmarían que se trata de una microalga eurihalina. El aislamiento y cultivo de *P. salinarum* en medio f/2 fue clave para su identificación taxonómica, puesto que esta microalga exhibió polimorfismo en condiciones déficit de nutrientes con variación en su morfotipo esférico a trilobulado; este último corresponde al fenotipo distintivo del género. *P. salinarum* fue dominante en las Salinas de Chilca sugiriendo que posee mecanismos de resistencia al estrés salino, además de la escasez de competidores y predadores herbívoros.

Palabras clave: picoplancton, prasinofita, morfotipo trilobulado, cultivo.

Abstract

The present work reports, for the first time for Peru and the South American region, the prasinophyte *Picocystis salinarum* R. A. Lewin in Salinas de Chilca (La Milagrosa and La Mellicera lagoons), Cañete, Lima. Collections of these coastal-shallow aquatic ecosystems were made in 2014 and 2015; the salinity gradient was in the range of 120 to 172 ‰ and pH between 8.06-8.41; in addition there are other records that would confirm that it is a euryhaline microalgae. The isolation and cultivation of *P. salinarum* in f/2 medium was key for its taxonomic identification, since this microalga exhibited polymorphism in nutrient deficit conditions with variation in its spherical morphotype to trilobed; the latter corresponding to the distinctive phenotype of the genus. *P. salinarum* was dominant in Salinas de Chilca, suggesting that it has mechanisms of resistance to saline stress, in addition to the shortage of competitors and herbivorous predators.

Keywords: picoplankton, prasinophyte, trilobed morphotype, culture.

Citación: Tarazona, R.; H. Montoya; M. Mariano & E. Mayta. 2017. *Picocystis salinarum* (Prasinophyceae, Chlorophyta) en las Salinas de Chilca, Lima, primer registro para el Perú. *Arnaldoa* 24(2): 557-566. doi: <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.242.24208>

Introducción

La investigación de organismos picoplanctónicos se centra principalmente en ambientes marinos, a pesar de que los lagos salinos son numerosos en todo el mundo (Last, 2002) las publicaciones escasas sobre el registro de picoplancton en estos ambientes salinos, indican claramente la importancia de estas algas diminutas en el rol trófico de los cuerpos de agua que habitan (Somogyi *et al.*, 2014).

Las prasinofitas son un grupo de microalgas que exhiben una considerable diversidad con respecto a la forma y tamaño de la célula, número de flagelos,

presencia de escamas, mecanismos mitóticos y características bioquímicas, como pigmentos accesorios y productos de almacenamiento (Fawley *et al.*, 2000; Latasa *et al.*, 2004). La visión taxonómica de la clase Prasinophyceae ha cambiado profundamente en los últimos años con la descripción de nuevas especies que presentan características morfológicas inusuales, llegándose a demostrar que esta clase es un sistema de taxonomía artificial, porque estos organismos tienen un origen parafilético (Steinkötter *et al.*, 1994; Guillou *et al.*, 2004; Lemieux *et al.*, 2014). Las formas cocoides han sido incorporadas a este grupo (Fawley *et al.*, 2000; Latasa *et al.*,

2004; Lemieux *et al.*, 2014), caracterizándose por pertenecer al picoplancton y estar restringidos a hábitats marinos o aguas continentales salinas (Guillou *et al.*, 2004; Krienitz *et al.*, 2012).

La hidrografía de la Costa Peruana está constituida por una variedad de ecosistemas superficiales como humedales tropicales y subtropicales (lagos, lagunas, pantanos) de aguas dulces, salobres y saladas, en su mayoría restringidas a poca distancia del litoral costero, siendo una fuente importante de diversidad biológica. La particularidad de estos ecosistemas como las lagunas costeras con fluctuaciones hídricas y de salinidad ha favorecido la presencia y en algunos casos la dominancia de especies tolerantes a condiciones extremas como el estrés salino (Montoya & Golubic 1991; Montoya, 2009; MINAM, 2015). En el Perú, estudios sobre la flora microalgal fitoplanctónica en ecosistemas acuáticos costeros salinos y salobres han sido realizados por Maldonado (1943), Chacón (1980), Montoya & Olivera (1993), Montoya (2009) y Montoya *et al.*, (2006, 2012).

Picocystis salinarum R. A. Lewin es una prasinofita cocoide y debido a su posición clave como principal productor primario en las redes alimenticias de hábitats salinos, es necesario poner atención a su distribución probablemente generalizada, además *P. salinarum* puede representar un vínculo entre los hábitats marinos y de agua dulce, tanto desde el punto de vista ecológico como filogenético (Krienitz *et al.*, 2012) por lo que su estudio es de gran interés.

La presente investigación reporta por primera vez la presencia de *P. salinarum* en las Salinas de Chilca, Perú, así mismo se da a conocer características morfo-ecológicas que amplían el conocimiento de la especie.

Material y métodos

Área de estudio

Las Salinas de Chilca son humedales costeros constituidos por tres lagunas medicinales: La Milagrosa, La Mellicera y La Encantada (Fig. 1), caracterizándose por ser de aguas salobres, alcalinas y particularmente las dos primeras son verdes y con presencia de peloides (barros minero-medicinales), el entorno de estas corresponde a la formación del desierto sub-tropical, sus suelos son del tipo aluvial con presencia de escasa vegetación (Cerón *et al.*, 2005; ProNaturaleza, 2010). En esta investigación se evaluaron las lagunas La Milagrosa y La Mellicera.

La laguna La Milagrosa; llamada antiguamente Santa Cruz de las Salinas, es la laguna principal de las Salinas de Chilca, situada a 2 km de la ciudad de Chilca y a 1,5 km del Océano Pacífico; en el km 69 al Sur de Lima, Cañete. El área de la laguna está comprendida en terrenos de depósitos salinos, tiene una morfología alargada e irregular, de 200 m longitud y 50 m de ancho con una profundidad de 0,90 m (Maldonado, 1943; Chacón, 1980). Laguna La Mellicera está ubicada a 250 m de la laguna La Milagrosa, es de forma cuadrangular, ocupa un área de 784 m² y una profundidad de 1 m, el relieve de su orilla se encuentra modificado por una deposición de concreto (Maldonado, 1943).

Métodos

Se hicieron colectas en 2014 y 2015 seleccionándose puntos de muestreo adecuados y colectándose muestras de fitoplancton cerca de la zona litoral a 0-20 cm de la superficie de los ambientes acuáticos (Prescott *et al.*, 1978). Las muestras de agua se filtraron por un tamiz de 50 µm para separar invertebrados pequeños

y restos sólidos, fueron llevadas frescas al laboratorio para su inoculación en medio de cultivo y observación microscópica bajo el microscopio compuesto Nikon. Las submuestras fueron fijadas y preservadas en formalina al 5% y lugol. Los parámetros físico-químicos del agua fueron registrados *in situ* simultáneamente con el muestreo, la salinidad fue medida con el refractómetro Vee Gee STX-3 y el pH con el potenciómetro Hannah HI 98130.

Para el aislamiento y formación de cultivos unialgales se utilizó el medio f/2 (Guillard, 1975) agarizado (1,8%) donde se sembraron directamente las

muestras recolectadas en placas que fueron incubadas en un cuarto de cultivo (fotoperiodo 18:6 L: O, 1250 ± 100 lx y 28 ± 2 °C), después de reconocer el crecimiento algal se inspeccionaron las colonias y se realizaron plaques sucesivos hasta obtener las cepas aisladas, que fueron replicadas en medio líquido según su crecimiento y reproducción.

Para la identificación teniendo en cuenta los caracteres morfológicos, se utilizó datos morfométricos y microfotografías, comparándose con bibliografía especializada de Lewin *et al.* (2000), Shubert (2003) y Neustupa (2015).

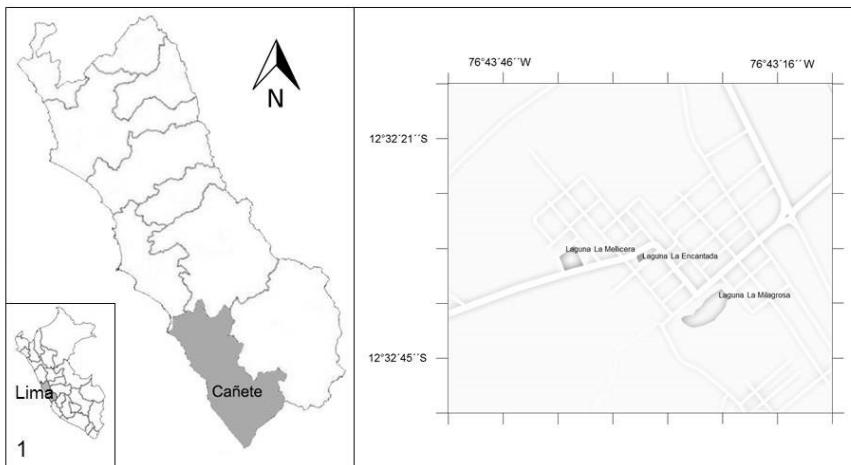


Fig. 1. Ubicación de las Salinas de Chilca, en el departamento de Lima, Perú.

Resultados y Discusión

Taxonomía y descripción morfo-ecológica de *Picocystis salinarum* R. A. Lewin

Picocystis salinarum pertenece a la división Chlorophyta, clase Prasinophyceae, en la actualidad el género *Picocystis* no se encuentra dentro de un orden y familia definidos (Krienitz & Bock 2012; Guiry & Guiry 2017).

En las muestras ambientales y cultivos

con crecimiento inicial, las células son esféricas o ligeramente ovaladas, de aproximadamente 2-3 µm de diámetro. Cada célula tiene un cloroplasto parietal, generalmente en forma de copa y bilobulado. Pirenoide ausente, no hay presencia de flagelos, ni setas, ni escamas superficiales en la célula. Proliferación celular por división binaria, sin evidencia de reproducción sexual.

En cultivos viejos; a partir de un mes donde el medio se encuentra empobrecido

en nutrientes por el metabolismo celular, las células son trilobadas con un diámetro de 3-4 μm (Fig. 2), los dos lóbulos laterales contienen cada uno un lóbulo del cloroplasto mientras que el lóbulo central ha

de contener el núcleo. No se encontró este morfotipo en muestras ambientales.

Se identificó también a *Chlorella peruviana* (Fig. 3) en las muestras recolectadas, la

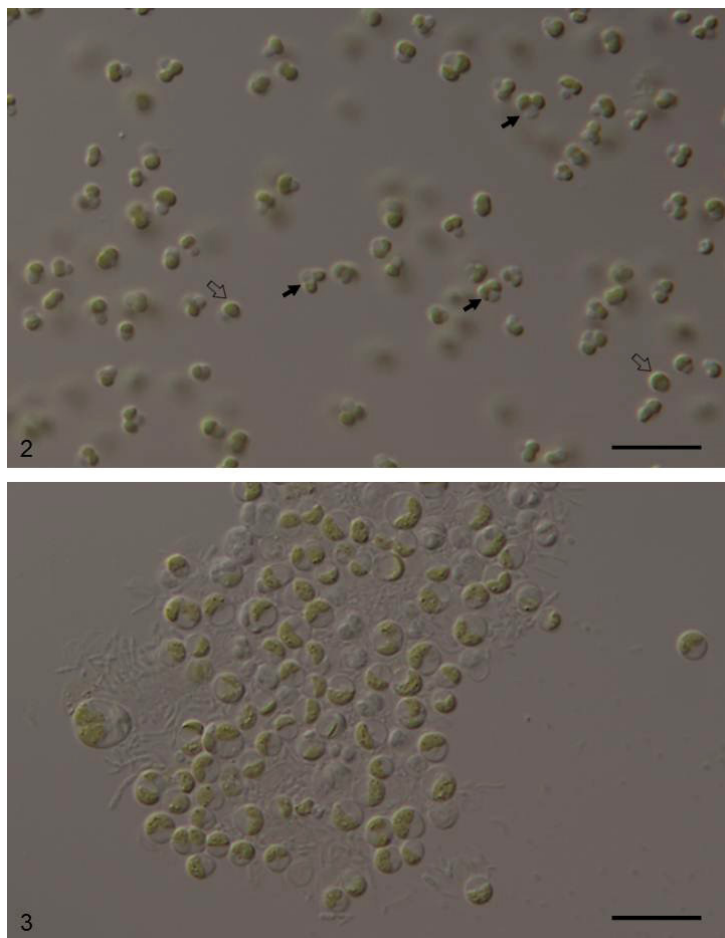


Fig. 2. Cultivo viejo de *Picocystis salinarum*, se muestran células esféricas vegetativas (señaladas con flechas transparentes) y células trilobuladas (señaladas con flechas negras).

Fig. 3. Células vegetativas en cultivo de *Chlorella peruviana*. Escala de barra: 5 μm .

cual junto a *P. salinarum* dominaron en el fitoplancton de ambas lagunas. Es rescatable mencionar la presencia del microcrustáceo *Artemia* sp. La gradiente de salinidad y pH en las dos colectas en la laguna La Milagrosa estuvo entre 172, 152 ‰ y pH 8,41, 8,24 y para la laguna La Mellicera

estuvo entre un rango 126,120 ‰ y pH 8,27, 8,06 respectivamente (Tabla 1).

Los morfotipos de *P. salinarum* de las Salinas de Chilca coinciden con la descripción de la especie tipo (Lewin *et al.*, 2000), las células son normalmente

esféricas u ovals, de 2 a 3 μm de diámetro y tienden hacia una forma trilobulada en condiciones de escasez de nutrientes en cultivo (Fig. 2). Este morfotipo particular es presumiblemente una consecuencia de la reducción en el volumen del citoplasma, pero no del plastidio bilobado o el núcleo y de la contracción de la pared celular, que sugiere que las paredes celulares son inusualmente flexibles. Cuando las células están en suspensión, los lóbulos laterales, que presumiblemente son más altos en contenido de lípidos, tienden a flotar más arriba, mientras que el lóbulo nuclear, evidentemente más pesado, cuelga por debajo de ellos (Lewin *et al.*, 2000).

En las muestras de las Salinas de Chilca se observó que la comunidad fitoplanctónica completamente dominada por clorófitos cocoides en estadios vegetativos y reproductivos por medio de división binaria que inicialmente según las observaciones microscópicas y lo detallado por Chacón (1980) se presumía que *C. peruviana* (Trebouxophyceae, Chlorophyta) era la única especie que conformaba el fitoplancton, sin embargo el aislamiento y cultivo de las células dieron también como resultado la presencia de *P. salinarum*. *C. peruviana* es una clorofita cocoide con cloroplasto parietal bilobulado y de diámetro 2-4 μm (Fig. 3), por lo que individuos jóvenes de esta especie tienen una gran similitud con *P. salinarum* en su morfotipo esférico. Sapozhnikov *et al.* (2016) identificaron inicialmente a *C. minutissima* en una laguna hipersalina, observaciones posteriores de la muestra inicial a largo plazo (más de un año), indicaron que las células esféricas se habían transformado al morfotipo trilobulado característico de *P. salinarum*.

La plasticidad fenotípica que posee *P. salinarum* de cambiar morfológicamente

bajo una determinada condición nutricional sería clave para su identificación, pero otras investigaciones como la de Roesler *et al.* (2002) encontraron este morfotipo trilobulado en muestras naturales, lo que permitió un fácil reconocimiento del género dentro de la comunidad del fitoplancton, mientras que Krienitz *et al.* (2012) reportan una cepa de *Picocystis* que en el ambiente se encontraba en forma esférica, con un diámetro máximo de 5 μm y produciendo cuatro autoesporas, resultando difícil de identificar. Además, caracterizaron esta cepa por la ausencia de la formación del morfotipo trilobulado en cultivo.

Los primeros registros del género *Picocystis* se dieron en salinas de América del Norte, encontrándose luego en lagunas y aguas termales del este de África, lagunas hipersalinas en el continente asiático y recientemente en aguas residuales (Tabla 1). En cuanto a su nicho ecológico, Roesler *et al.* (2002) y Schagerl *et al.* (2015) reportaron que *P. salinarum* también conformó el principal recurso alimenticio del crustáceo *Artemia monica* y según la época la flora acompañante eran principalmente cianobacterias, encontrándose también clorófitas y diatomeas (Tabla 1) aunque en todos sus registros *Picocystis* fue dominante en el cuerpo de agua. Las variaciones de salinidad que fluctuaban entre 26,5 hasta más de 300 ‰ y pH 9,71 a 10,2 (Tabla 1), por lo que la salinidad de las Salinas de Chilca en las temporadas muestreadas (120 a 172 ‰) se encuentra dentro del rango ya reportado, con un menor pH (8,06-8,41) aunque continúa perteneciendo a la categoría de aguas alcalinas. Cultivos de *P. salinarum* resaltan un óptimo crecimiento entre 30 a 59 ‰ y un rango de pH 4 a 12 (Roesler *et al.*, 2002; Fanjig *et al.*, 2009).

La resiliencia de esta microalga le permite crecer y sobrevivir no solo en rangos

Tabla 1. Registros del género *Picocystis* y su relación con los parámetros físico-químicos y flora acompañante.

Autores	Lugar de registro	Fecha de colecta	Ubicación	Salinidad (‰)	pH	Flora acompañante
Presente estudio	Laguna La Milagrosa	Marzo 2014	Perú	172	8,41	<i>Chlorella peruviana</i>
Presente estudio	Laguna La Mellicera	Marzo 2014	Perú	126	8,27	<i>Chlorella peruviana</i>
Presente estudio	Laguna La Milagrosa	Mayo 2015	Perú	152	8,24	<i>Chlorella peruviana</i>
Presente estudio	Laguna La Mellicera	Mayo 2015	Perú	120	8,06	<i>Chlorella peruviana</i>
Lewin <i>et al.</i> , 2000	Salinas de San Francisco	Diciembre 1991	Estados Unidos	100	-	<i>Dunaliella</i> spp.
Roesler <i>et al.</i> , 2002	Lago Mono	Mayo 1986 - agosto 1989	Estados Unidos	85 ± 15.0	9.80	-
Fanjing <i>et al.</i> , 2009	Lago Dagenoer	Diciembre 2003	China	188.0	10.00	-
Krienitz <i>et al.</i> , 2012	Lago Katwe	Enero 2005	Uganda	+300.0	9.72	<i>Arthrospira</i> sp., <i>Synechococcus</i> sp.
Krienitz <i>et al.</i> , 2012	Lago Bogoria	Setiembre 2006	Kenia	52.0	9.99	<i>Arthrospira</i> sp.
Krienitz <i>et al.</i> , 2012	Lago Nakuru	Enero 2010	Kenia	61.6	10.20	Diatomeas penadas
Krienitz <i>et al.</i> , 2012	Lago Magadi	Enero 2010	Kenia	88.0	9.75	<i>Chroococcus</i> sp.
Krienitz <i>et al.</i> , 2012	Aguas termales Magadi	Enero 2010	Kenia	26,5	9,71	<i>Phormidium</i> sp.
Wang <i>et al.</i> , 2014	Laguna San Elijo	Mayo 2012	Estados Unidos	77,5	-	<i>Chaetoceros</i> sp., <i>Picochlorum</i> sp.
Schagerl <i>et al.</i> , 2015	Lago Bogoria	Julio 2008 - octubre 2009	Kenia	43,1 ± 3,5	10,0 ± 0,2	<i>Arthrospira fusiformis</i> , <i>Anabaenopsis</i> sp., <i>Haloleptolyngbya alcalis</i>
Schagerl <i>et al.</i> , 2015	Lago Nakuru	Julio 2008 - octubre 2009	Kenia	29,3 ± 13,4	10,10 ± 0,2	<i>Arthrospira fusiformis</i> , <i>Anabaenopsis</i> sp., <i>Haloleptolyngbya alcalis</i>
Sapozhnikov <i>et al.</i> , 2016	Lago Tanatar VI	Junio 2012	Rusia	-	9,80	<i>Dunaliella viridis</i>
Rihab <i>et al.</i> , 2017	Aguas residuales	-	Túnez	-	-	-

amplios de Ph-salinidad, sino también en bajas disponibilidades de luz y oxígeno, aun así conformando la principal fuente de producción primaria y asegurando el mantenimiento del ecosistema durante todas sus épocas (Roesler *et al.*, 2002; Krienitz *et al.*, 2012). La dominancia de *P. salinarum* en las Salinas de Chilca se puede atribuir a su tolerancia al estrés salino de estos ambientes extremos, la escasez de otros competidores y predadores restringida a los factores físico-químicos impuestos por el hábitat.

A pesar de su carácter distintivo trilobulado, el análisis filogenético es recomendado para la confirmación del género (Guillou *et al.*, 2004; Fanjing *et al.*, 2009; Krienitz *et al.*, 2012; Lemieux *et al.*, 2014), porque *P. salinarum* es una clorófitas única con un linaje filogenético separado dentro de los prasinófitos (Guillou *et al.*, 2004), por su posición incierta dentro del linaje de las algas verdes así como otros géneros de clorófitas cocoides de aguas continentales es necesaria una reevaluación sistemática (Krienitz & Bock 2012).

El presente estudio amplía el registro de *P. salinarum*, da a conocer algunas características morfo-ecológicas, confirmando que su presencia está restringida en ambientes continentales salinos dominándolos completa o parcialmente.

Agradecimientos

A la Dra. Tatyana Darienko por sus comentarios y la toma de microfotografías de las cepas del presente estudio. Al Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y Productividad (Innovate-Perú) mediante el contrato 132-FINCYT-IB-2013 por el financiamiento de la investigación.

Contribución de los autores

E. J.: Diseño, ejecución, procesamiento de información y redacción de investigación, J. G.: Diseño, ejecución y redacción, H. M.: Diseño y redacción, T. S.: Colección de muestras vegetales y agua, L. T.: Análisis físico-químico del agua, N. C.: Procesamiento de información y redacción, A. D.: Colecta de muestras vegetales y determinación taxonómica de los ejemplares.

Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Literatura citada

- Cerón, M. L.; N. Raysa; J. Bravo; Á. Bustamante; J. Quispe & A. Trujillo.** 2005. Caracterización mineralógica de los peloides de las Salinas de Chilca. *Rev. investig. fís.* 8 (2): 9-13.
- Chacón, G.** 1980. *Chlorella peruviana* sp. nov. y su ambiente altamente salino. *Bol. Soc. Peruana de Botánica* 8: 83-96.
- Fanjing, K.; J. Qinxian; E. Jia & Z. Mianping.** 2009. Characterization of a eukaryotic picoplankton alga, strain DGN-Z1, isolated from a soda lake in inner Mongolia, China. *Nat. Resour. Env. Iss.* 15: 185-189.
- Fawley, M. W.; Y. Yun & M. Qin.** 2000. Phylogenetic analyses of 18S rDNA sequences reveal a new cocoid lineage of the Prasinophyceae (Chlorophyta). *J. Phycol.* 36 (2): 387-393.
- Guillard, R. R. L.** 1975. Culture of phytoplankton for feeding marine invertebrates. In: Smith, W. L. & M. H. Chanley (eds): *Culture of Marine Invertebrate Animals*. 26-60 p., Plenum Press, New York.
- Guillou, L.; W. Eikrem; M. Chrétiennot-Dinet; F. Le Gall; R. Massana; K. Romari; C. Pedrós-Alió & D. Vault.** 2004. Diversity of picoplanktonic prasinophytes assessed by direct nuclear SSU rDNA sequencing of environmental samples and novel isolates retrieved from oceanic and coastal marine ecosystems. *Protist* 155: 193-214.
- Guiry, M. D. & G. M. Guiry.** 2017. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; visto el 3 de Setiembre 2017.

- Krienitz, L. & C. Bock.** 2012. Present state of the systematics of planktonic coccoid green algae of inland waters. *Hydrobiologia* 698 (1): 295-326.
- Krienitz, L.; C. Bock; K. Kotut & W. Luo.** 2012. *Picocystis salinarum* (Chlorophyta) in saline lakes and hot springs of East Africa. *Phycologia* 51: 22–32.
- Last, M. W.** 2002. Geolimnology of salt lakes. *Geosci. J.* 6: 347–369.
- Latasa, M.; R. Scharek; F. Le Gall & L. Guillou.** 2004. Pigment suites and taxonomic groups in Prasinophyceae. *J. Phycol.* 40 (6): 1149–1155.
- Lemieux, C.; C. Otis & M. Turmel.** 2014. Six newly sequenced chloroplast genomes from prasinophyte green algae provide insights into the relationships among prasinophyte lineages and the diversity of streamlined genome architecture in picoplanktonic species. *BMC Genomics* 15: 857.
- Lewin, R.; L. Krienitz; R. Goerjcke; H. Takeda & D. Hepperle.** 2000. *Picocystis salinarum* gen. et sp. nov. (Chlorophyta) - a new picoplanktonic green alga. *Phycologia* 39: 560-565.
- Maldonado, A.** 1943. Las Lagunas de Boza, Chilca y Huacachina y los Gramadales de la Costa del Perú. *Act. Trab. 2do. Cong. Per. Quim.* Lima, 143 pp.
- MINAM.** 2015. Estrategia Nacional de Humedales. Dirección General de Diversidad Biológica, 64 pp.
- Montoya, H. T. & S. Golubic.** 1991. Morfológica variabilidad en poblaciones naturales de mat formadoras de cianobacterias en las salinas de Huacho, Lima, Perú. *Algol. Studies* 64: 423–441.
- Montoya, H. T. & A. Olivera.** 1993. *Dunaliella salina* from saline environments of the central coast of Peru. *Hydrobiologia* 267: 155-161.
- Montoya, H. T.** 2006. Flora y ecología algal del ecosistema lagunar de Puerto Viejo, departamento de Lima. *Magistri et Doctores* 1(1): 9–18.
- Montoya, H. T.** 2009. Algal and cyanobacterial saline biofilms of the Grande Coastal Lagoon, Lima, Peru. *Nat. Resour. Env. Iss.* 15: 132–139.
- Montoya, H. T.; C. Barberena; J. Gómez & M. Mariano.** 2012. Comunidades algales y estrategias de *Tetraselmis contracta* (Prasinophyceae) en humedales costeros del norte y centro del territorio peruano. *Arnaldoa* 19 (1): 7-21.
- Neustupa, J.** 2015. Chlorophyta, Streptophyta p.p. (except Ulvophyceae, Charophyceae; incl. Trentepohliales). *In:* W. Frey (Ed.): *Syllabus of Plant Families – A. Engler’s Syllabus der Pflanzenfamilien*, Part 2/1, Photoautotrophic eukaryotic algae. 191-216 p., Borntraeger Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Prescott, G.; J. Bamrick; E. Cawley & W. Jaques.** 1978. How to know the freshwater algae. *Spiral-bound*, 293 pp.
- ProNaturaleza.** 2010. Documento base para la elaboración de una estrategia de conservación de los humedales de la costa peruana. G y G Impresores, 94 pp.
- Rihab, B. A.; B. O. Sabrine; C. Lina; M. Imed; B. O. Hatem & O. Ali.** 2017. Cadmium effect on physiological responses of the tolerant Chlorophyta species *Picocystis* sp. isolated from Tunisian wastewaters. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 24: 1803–1810.
- Roesler, C. S.; C. W. Culbertson; S. M. Etheridge; R. Goericke; R. P. Kiene; L. G. Miller & R. S. Orem-land.** 2002. Distribution, production, and ecophysiology of *Picocystis* strain ML in Mono Lake, California. *Limnol. Oceanogr.* 47 (2): 440–452.
- Sapozhnikov, P. V.; O. Y. Kalinina; M. A. Nikitin & O. S. Samyilina.** 2016. Cenoses of phototrophic algae of ultrasaline lakes in the Kulunda Steppe (Altai Krai, Russian Federation). *Oceanology* 56: 95–106.
- Schagerl, M.; A. Burian; M. Gruber–Dorninger; S. O. Oduor & M. N. Kaggwa.** 2015. Algal communities of Kenyan soda lakes with a special focus on *Arthrospira fusiformis*. *Fottea* 15(2): 245–257.
- Shubert, E.** 2003. Nonmotile coccoid and colonial green algae. *In:* Wehr, D. J. & G. R. Sheath (eds): *Freshwater Algae of North America: Ecology and Classification*. 253–308 p., Academic Press, San Diego.
- Somogyi, B.; L. Vörös; K. Pálffy; G. Székely; C. Bartha & Z. G. Keresztes.** 2014. Picophytoplankton predominance in hypersaline lakes (Transylvanian Basin, Romania). *Extremophiles* 18: 1075–1084.
- Steinkötter, J.; D. Bhattacharya; I. Semmelroth; C. Bibeau & M. Melkonian.** 1994. Prasinophytes form independent lineages within the Chlorophyta: evidence from ribosomal RNA sequence comparisons. *J. Phycol.* 30: 340–345.
- Wang, S.; W. Lambert; S. Giang; R. Goericke & B. Palenik.** 2014. Microalgal assemblages in a poikilohaline pond. *J. Phycol.* 50: 303–309.

