

Cianobacterias en embalses de Córdoba, descripción taxonómica y ecológica

Cecilia Licera¹, María Inés Rodríguez¹, Nancy Larrosa², Marcia Ruiz¹, Silvana Halac¹, Patricia Olivera¹, María Verónica Brandalise^{1,2}, Florencia Nadal^{1,2}

¹Instituto Nacional del Agua, Centro de Investigación de la Región Semiárida (INA-CIRSA)

²Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba (FCEFN-UNC)

E-mail: clicera@ina.gov.ar

RESUMEN: El embalse San Roque y Los Molinos localizados en la provincia de Córdoba son la fuente de provisión de agua para una población de más de 1 millón de habitantes. Ambos embalses, presentan en distinto grado un deterioro en la calidad de sus aguas. El primero posee un avanzado estado de eutrofia producto de la descarga de efluentes y el segundo manifiesta una condición mesotrófica con serios riesgos de eutroficación debido al desarrollo agropecuario y urbanístico que presenta su cuenca de aporte.

Uno de los principales síntomas de esta problemática son las floraciones algales, particularmente de cianobacterias. Las floraciones de estas algas y su posible presencia de cianotoxinas, puede representar un problema para los organismos en contacto con el medio acuático incluyendo al ser humano.

Existe información dispersa de las principales especies de cianobacterias presentes en el embalse San Roque y Los Molinos y dada la importancia sanitaria de sus floraciones, se planteó la necesidad de realizar un registro de las especies presentes a través de revisión bibliográfica, toma de muestras e identificación en laboratorio de las mismas.

Para tal fin, en ambos embalses se tomaron muestras de agua superficiales entre febrero del 2011 y marzo del 2012. Se realizaron observaciones y mediciones en microscopio de las cianobacterias detectadas para estimación de su biovolumen, y se confeccionó un listado de cianobacterias más frecuentes en ambos embalses. Este aspecto es de particular interés dado que existe una gran variabilidad en el tamaño de las células de las diferentes especies que componen el fitoplancton y representa un valor más ajustado para estimar la biomasa algal en comparación al recuento expresado en cél/ml.

Durante este lapso se registró una presencia frecuente y dominante de la pyrophyta *Ceratium hirundinella*. Si bien la composición de la comunidad fitoplanctónica fue pobre en variedad de cianobacterias, se pudo determinar la presencia de la especie *Dolichospermum circinalis* en muchas de las muestras estudiadas de ambos embalses.

INTRODUCCIÓN

Las cianobacterias son los organismos fotosintetizadores aeróbicos más antiguos del planeta. Se originaron en el período Precámbrico. Pertenecen al dominio Bacteria (eubacterias) y comparten algunas características estructurales con las bacterias heterótrofas y otras funcionales con las algas, organismos eucariotas también fotosintetizadores (UNESCO, 2009).

Se distribuyen en los más variados ambientes, agua dulce, salobre o marina; en condiciones extremas: aguas termales, nieve o desiertos. En los ecosistemas de agua dulce puede hallarse la mayor riqueza específica e incluso la mayor diversidad de adaptaciones al medio, encontrando organismos libres flotantes formando parte del fitoplancton; adheridos a sustratos vegetales o formando parte del fitobentos e incluso a sustratos inorgánicos (bioderma) (Meichtry Zaburlín et al., 2009).

Las cianobacterias, bajo ciertas condiciones ambientales, tales como temperaturas elevadas, alta carga de nutrientes, baja relación N:P y pH alcalino desarrollan floraciones. Su capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico, la presencia de vesículas de gas, capacidad para crecer y reproducirse bajo distintas condiciones de luz, calma ambiental, bajo caudal, entre otras, hace que resulte un grupo competitivamente exitoso en relación a otros del fitoplancton. Estas características posibilitan la formación de densas poblaciones que pueden ser evidentes por acumulación en la superficie del agua, siendo detectables a simple vista y pudiendo producir un cambio de color en el agua. A estas proliferaciones se las conoce con el nombre de floraciones o blooms algales.

El principal motivo de preocupación por las floraciones de cianobacterias, es que estos organismos pueden producir toxinas (UNESCO, 2009). Las toxinas de cianobacterias (cianotoxinas) son compuestos químicamente diversos que se agrupan según su modo de acción en hepatotoxinas, neurotoxinas y dermatotoxinas. Dichos tóxicos incluyen a las microcistinas, cilindrospermopsinas, saxitoxinas, nodularinas y anatoxinas (Chorus y Bartram, 1999). En ambientes altamente eutrofizados se han producido en el mundo numerosas proliferaciones masivas de diferentes especies de cianobacterias (Komárek, 1958; 1999; Baker, 1991 y Baker et al., 1993).

Un componente integral en programas de monitoreo de fuentes de agua y caracterización del ecosistema es el recuento e identificación taxonómica del fitoplancton con el fin de detectar anticipadamente posibles floraciones de cianobacterias. Si bien un análisis microscópico no nos permite reconocer la toxicidad de las cepas (una misma especie puede tener cepas tóxicas y no tóxicas), una correcta determinación taxonómica es importante para conocer si estamos en presencia o no de una especie toxigénica. Además, es necesario conocer la densidad celular de cada especie, ya que su valor puede ser utilizado como indicador alertas o nivel de vigilancia para advertir el potencial riesgo toxicológico (Chorus y Bartram, 1999). El monitoreo de estos organismos y de sus toxinas en las fuentes de agua y sistemas de distribución son esenciales para determinar medidas de control y un manejo apropiado del recurso (Zalocar y Forastier, 2005). Los valores indicativos para los niveles de vigilancia

se basan en el número de células por mililitro de cianofíceas o de biomasa expresada como biovolumen o concentración de clorofila *a*. Si bien el recuento de células ha sido muy utilizado por su rapidez y por su nivel de resolución, el amplio rango que presentan los tamaños celulares dentro de una misma población (variabilidad intraespecífica) o comunidad (variabilidad interespecífica), pueden llevar a estimaciones erróneas de la biomasa presente si los resultados son expresados exclusivamente como densidad celular. Los métodos químicos como el de clorofila *a*, son relativamente más lentos y no son específicos. La utilización del biovolumen, asimilando la morfología celular a formas geométricas, no es muy costoso y tienen un error menor que los métodos anteriores (Echenique y Estevez 2002).

El embalse San Roque y Los Molinos son las fuentes de provisión de agua para una población de más de 1 millón de habitantes. El primero presenta un avanzado estado de eutrofia (Gavilán, 1981; Rodríguez et al., 2000 y Granero et al., 2002) y el segundo presenta serios riesgos de eutroficación. Las algas causantes de floraciones en estos cuerpos de agua son principalmente cianófitas de las especies *Dolichospermum spiroides* y *Microcystis aeruginosa*, y la pirrófita *Ceratium hirundinella* (Bonetto et al., 1976; Pizzolón., 1991 y Ruibal et al., 1999). En ocasiones, las floraciones de *M. aeruginosa* y *D. spiroides* desarrolladas en el Embalse San Roque han sido tóxicas (Scarafia et al., 1995 y Ruibal, 2003).

El presente trabajo se desarrolló en el marco del programa de pasantías y becas INA y de las actividades y proyectos de investigación del Área de Limnología Aplicada y Calidad de Agua de INA-CIRSA, en colaboración con la UNC. Se planteó como objetivo del mismo contribuir a la identificación de las principales especies de cianobacterias presentes en los embalses San Roque y Los Molinos y a la descripción local de sus principales características ecológicas y morfofisiológicas.

AREA DE ESTUDIO

La Figura 1 muestra la ubicación de ambos embalses. El Embalse San Roque (ESR) se encuentra ubicado en el Valle de Punilla aproximadamente a 40 Km de la Ciudad de Córdoba (31°28' S 64°28' O). La cuenca de aporte aproximada es de 1 750 Km², posee una tendencia marcada de desarrollo urbanístico y es a su vez ámbito de numerosas actividades turísticas. Allí se encuentra la ciudad de Villa Carlos Paz con aproximadamente 80 500 habitantes y una afluencia de 800 000 turistas al año (Registro Civil de la Ciudad de Villa Carlos Paz, 2010). A nivel de cota de vertedero (35,3 m), la superficie del embalse es de 15 Km², con 201 Hm³ de volumen y una profundidad media de 13,4 m. El embalse tiene como objetivos múltiples la provisión de agua a la Ciudad de Córdoba, atenuación de crecientes, agua para riego, aprovechamiento hidroeléctrico y recreación.

El Embalse Los Molinos (ELM) se encuentra aproximadamente a 70 Km de la Ciudad de Córdoba (31°50' S 64°32' O) en el Valle de Paravachasca. Almacena el agua de una cuenca hidrográfica de 980 Km². Su muro es de

60 m de altura y 240 m de longitud. El reservorio tiene una superficie de 24,5 Km² y un volumen de 399 Hm³; la cota máxima es de 57 m. Tiene como finalidad el abastecimiento de agua para potabilizar, siendo la segunda en importancia para la Ciudad de Córdoba, riego, generación de energía eléctrica y atenuación de crecidas. En su cuenca se desarrollan actividades agropecuarias y las costas del lago actualmente presentan una tendencia al desarrollo urbanístico. La población aproximada en el área es de aproximadamente 5 800 habitantes en las comunas más importantes ubicadas en el perilago (Potrero de Garay, Villa Ciudad América, Los Reartes y Ciudad Parques los Reartes) con un importante número de turistas anuales (INDEC, 2008).

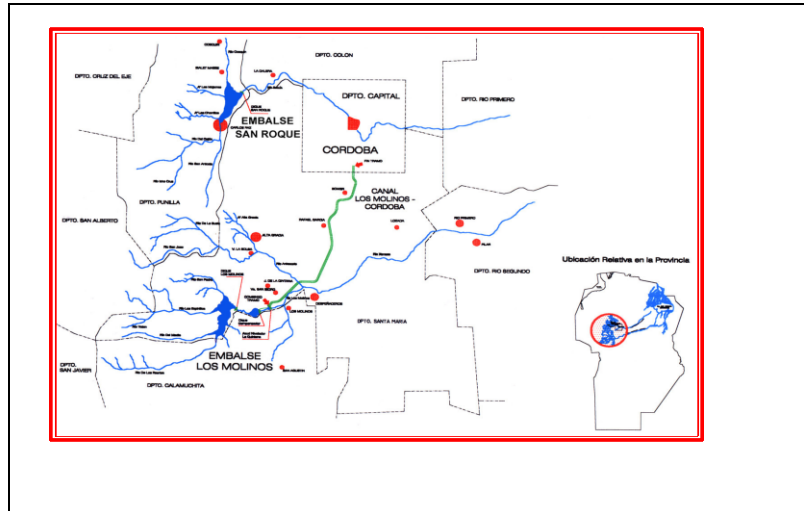


Figura 1.- Localización de los embalses San Roque y Los Molinos I, Córdoba; Argentina (Rodríguez et al, 2000)

MATERIALES Y METODOS

Se realizó una revisión bibliográfica de los géneros y especies de cianobacterias citadas en ambos embalses y de sus principales características morfofisiológicas.

Se tomaron muestras para el análisis de fitoplancton en las campañas de monitoreo mensuales llevadas a cabo regularmente por el INA CIRSA. Las actividades de monitoreo fueron realizadas entre febrero del 2011 y marzo del 2012. Se tomaron 48 muestras en total a nivel subsuperficial (0,2 m de profundidad), en distintos sectores de playas de los Embalses San Roque y Los Molinos para la identificación en microscopio de fitoplancton.

Se registraron datos de campo fecha, hora, localización del lugar de muestreo, profundidad, condiciones meteorológicas, dirección e intensidad del viento y otras características relevantes como el color, olor y aspecto del agua.

Las muestras para fitoplancton se conservaron con Solución de Lugol y se concentraron por sedimentación extrayendo el líquido sobrenadante y registrando el volumen restante. Luego, fueron observadas entre porta y cubre en microscopio óptico a aumentos de 25x a 40x, provisto de ocular graduado.

Se identificó la composición del fitoplancton hasta la categoría de géneros y de especie para las algas más frecuentes, mediante el uso de claves de identificación (Meichtry Zaburlín et al., 2009; UNESCO, 2009) y se procedió a fotografiar las muestras observadas.

Se elaboraron planillas para el registro de las características morfológicas de cianobacterias como la mostrada en la Tabla 1, que considera la presencia o ausencia de heterocistos, de acinetos, tamaño de células vegetativas, de heterocistos y de acinetos, altura de espira, con qué especies está asociada, su abundancia relativa en la muestra, la presencia o ausencia de gránulos de polifosfato y vesículas de gas.

Tabla 1.- Planilla de registro de características de cianobacterias filamentosas.

Rollo	observaciones	Abundancia en la muestra	Asociado con	Aerotopos, polifosfato	Caract. de la espira	Caract. Del heterocisto	aumento	Altura de la espira	Heterocistos	C. vegetativas	Acineto	Especie	Genero	Fecha	Año y n° de muestra	Plaza	Sito de muestra (embalses)

RESULTADOS

Los antecedentes indican que en ambos embalses se ha registrado la presencia de cianobacterias planctónicas, con un mayor grado de diversidad en el ESR 3. Los géneros corresponden al Orden Chroococcales (3), Oscillatoriales (3) y Nostocales (3). La Tabla 2 detalla los géneros presentes.

Tabla 2.- Géneros y especies de cianobacterias observadas en ambos embalses en trabajos anteriores.

	Género	Especie	ESR	ELM	Referencias
1	<i>Chroococcus</i>	<i>minutus</i>	X		Daga et al., 2009
2	<i>Microcystis</i>	<i>aeruginosa</i> <i>wenserbegii</i> <i>flos aquae</i>	X	X	Scarafía et al., 1995 Rodríguez et al., 2000 Daga et al., 2009 Bazán et al., 2009
3	<i>Merismopedia</i>	<i>glauca</i>	X	X	Rodríguez et al., 2008 Daga et al., 2009
4	<i>Lyngbya</i>	<i>birgei</i>	X		Ruiz et al., 2009 Daga et al., 2009
5	<i>Oscillatoria</i>	<i>lacustris</i> <i>limosa</i> <i>splendida</i>	X		Ruiz et al., 2009 Daga et al., 2009
6	<i>Pseudanabaena</i>		X		Rodríguez et al., 2008
7	<i>Anabaenopsis</i>		X		Daga et al., 2009
8	<i>Raphidiopsis</i>		X		Rodríguez et al., 2008
9	<i>Dolichospermum</i> (<i>ex Anabaena</i>)	<i>circinalis</i> <i>spiroides</i>	X	X	Rodríguez et al., 2000 Daga et al., 2009 Bazán et al., 2009

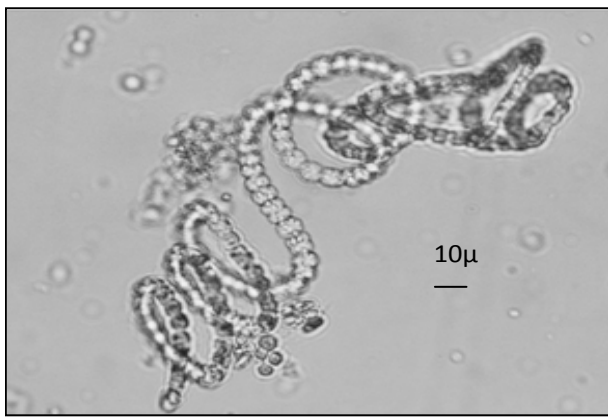
Tabla 3.- Listado taxonómico de cianobacterias registradas en ambos embalses

Grupo	Orden	Familia	Género
Formas No filamentosas	Chroococcales	Merismopediaceae	<i>Merismopedia</i> <i>Meyen</i>
		Microcystaceae	<i>Microcystis</i> <i>Kützing</i> ex <i>Lemmermann</i>
		Chroococcaceae	<i>Chroococcus</i> <i>Nägeli</i>
Filamentosas	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Lyngbya</i> <i>Agardh</i>
			<i>Oscillatoria</i> <i>Vaucher</i>
		Pseudanabaenaceae	<i>Pseudanabaena</i> <i>Lauterborn</i>
	Nostocales	Nostocaceae	<i>Dolichospermum</i> (Ralfs ex Bornet & Flahault) P.Wacklin, L.Hoffmann & J.Komárek
			<i>Anabaenopsis</i> V.V. Miller
			<i>Raphidiopsis</i> Fritsch & Rich

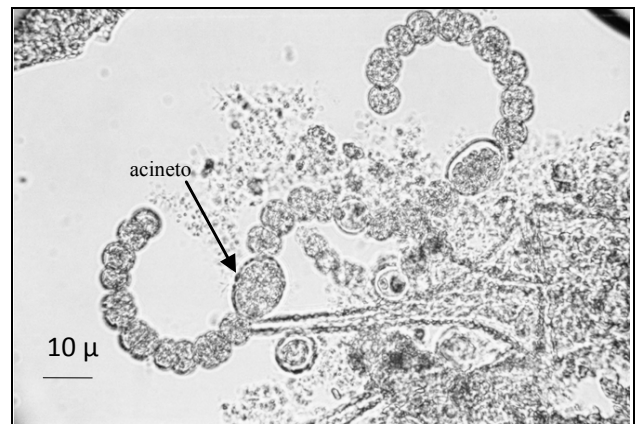
La composición fitoplanctónica en las muestras analizadas fue inusualmente escasa en variedad y abundancia de cianobacterias. Durante el período de verano, se registraron eventos de floración de la pirrófita *Ceratium hirundinella* y una permanencia de la misma, mayor en comparación a otras temporadas estivales.

En las muestras de ambos embalses se detectó la presencia de *Dolichospermum circinalis* (Figura 2). En ESR, se encontró en 4 muestras de sectores de playas. Los tricomas estuvieron constituidos por dos tipos de células: vegetativas y heterocistos. No se observó la presencia de acinetos. Las dimensiones de los distintos tipos celulares fueron similares, con un diámetro promedio de 8,7 μ .

Los heterocistos fueron, de acuerdo a su posición en el filamento, intercalares y terminales y los tricomas, irregulares y espiralados no muy marcados. A esta especie se la encontró asociada con otros géneros de algas como *Cymbella* y *Staurastrum*.



A



B

Figura 2.- *Dolichospermum circinalis* A) 12/03/2011, ESR, Bahía El Gitano del ESR B) 17/02/2011 ELM, Bahía el Negro

En el embalse Los Molinos también se detectó la presencia de *Dolichospermum circinalis*. Esta especie algal se encontró en 6 muestras de las playas estudiadas del embalse y siempre que estuvo presente se encontró en gran abundancia. Se observaron acinetos, heterocistos intercalares y terminales, tricomas irregulares, espiralados no muy marcados y se la encontró asociadas con otras algas como: *Ceratium*, *Cymbella*, *Staurastrum* y *Pediastrum*. La relación morfométrica entre células vegetativas, heterocistos y acinetos mostró a estas últimas como las células de mayor tamaño. En las muestras de este embalse pudieron observarse también aerótopos y gránulos de polifosfato. Los tricomas estuvieron constituidos por tres clases de células: células vegetativas, heterocistos y acinetos. El diámetro medio de las células vegetativas y heterocistos fue de $9,9 \mu$, con un mínimo de $8,7 \mu$ y un máximo de $11,6 \mu$. El ancho y largo promedio de acinetos fue de $20,7 \mu \times 16,3 \mu$. Estas medidas permiten determinar un biovolumen celular (μm^3) específico de la especie para posteriores cálculos biomasa.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

La identificación clásica de los representantes del orden Nostocales está basada principalmente en la morfología de los acinetos, de células vegetativas, del grado de curvatura de los tricomas y ubicación de heterocistos (Komárek, 1958; Desikachary, 1959; Komárek y Anagnostidis, 1989; Baker, 1991; Baker y Fabro, 1999). Sin embargo, algunos de estos caracteres morfológicos pueden no aparecer definidos o constantes en algunas poblaciones, debido a la influencia del ambiente en el cual se desarrollan los tricomas. En particular para *Dolichospermum circinalis*, durante sus proliferaciones masivas en aguas eutrofizadas con baja relación N: P, los acinetos no llegan a desarrollarse completamente (Van Dok y Hart, 1996), por lo que no es posible reconocerlas con certeza (Argañaraz Bonini, 2001). Los acinetos son células de resistencia que aparecen cuando las

condiciones del medio no son favorables. Tienen la capacidad de germinar después de una larga exposición al frío, desecación y limitación de fósforo (Herdman, 1988).

En nuestro trabajo se observó una baja presencia de acinetos dentro del total de células observadas y una elevada presencia de heterocistos. La frecuencia de aparición de heterocistos en el tricoma depende de las condiciones ambientales. Se sabe que la escasez de nitrógeno actúa como disparador de la producción de heterocistos (Van Dok y Hart, 1996). Los heterocistos son células diferenciadas que presentan como función fundamental la fijación biológica de nitrógeno. Normalmente son de mayor tamaño que las células vegetativas (Adams, 2000). Gracias a la capacidad fijadora de N_2 que presentan algunas cianobacterias, son a menudo los únicos habitantes de aguas extremadamente deficientes en nitrógeno.

D. circinalis ha sido asociado con la producción de saxitoxinas (Negri y Jones, 1995; Chorus y Bartram, 1999) y produce un fuerte olor debido a la presencia de un compuesto volátil, geosmina (Meichtry Zaburlín et al., 2009). Es por ello que en casos de proliferaciones algales masivas, una correcta tarea de identificación es esencial para encarar cualquier diagnóstico de situación, acción preventiva o acción de control.

Es posible caracterizar a los individuos de *D. circinalis* por medio de las medidas celulares y forma de los tricomas ya que el criterio basado en los caracteres morfológicos de los acinetos se complica para ese fin dada la no maduración de los mismos en estados eutróficos. Por otro lado el contar con dimensiones de especies locales permite realizar estimaciones de biovolumen. Este parámetro es útil porque permite acercarnos de modo más confiable, que el conteo de células/mL, a la biomasa presente en determinado cuerpo de masa de agua. Esto se asocia con la variabilidad en tamaños que existe en las especies que componen el fitoplancton.

REFERENCIAS

- Adams, D. G., 2000. Heterocyst formation in cyanobacteria. *Current Opinion in Microbiology*. 3:618-624.
- Argañaraz Bonini, G., 2001. Caracterización morfológica y ultraestructural de *Anabaena circinalis* proveniente del Embalse Paso de las Piedras. Tesina de Licenciatura. Depto. Biología, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca.
- Baker, P. D., 1991. Identification of Common Noxious Cyanobacteria. Part I. Nostocales. U. W. R. A. of Australia, Res. Report 29.
- Baker, P. D., y Fabro, L. D., 1991. A guide to the identification of Common Blue-green Algae (Cyanoprokariotes) in Australian Freshwaters. Cooper. Res. Centre Freshwater Ecol., Ident. Guide No. 25.
- Baker, P. D., Humpage, A. R., y Steffensen, D. A., 1993. Cyanobacterial blooms in the Murray – Darling Basin: Their taxonomy and toxicity. Austral. Centre Water Quality Res., Rep. No 8/93.
- Bazán, R., Cossavella, A., Del Olmo, S., Rodríguez, A., y Larrosa, N., 2009. Estudio a largo plazo de la estructura y dinámica del fitoplancton del embalse los Molinos, Córdoba. XII Congreso Nacional del Agua- CONAGUA. Trelew.Chubut.Argentina.
- Bonetto, A. A., Di Persia, D. H., Maglianesi, R., y Corigliano, M. C., 1976. “Caracteres limnológicos de algunos lagos eutróficos de embalse de la región central de la Argentina”. *Ecosur*. 3(5):47-120.
- Chorus, I., y Bartram, J., 1999. En: Toxic Cyanobacteria in water: A guide to the public health consequences, monitoring and management. Ingrid Chorus and Jamie Bartram, London and New York.
- Daga, C., Pierotto, M., y Prósperi, C., 2009. Cianobacterias de la cuenca del embalse San Roque, Córdoba, Argentina. . XXII Congreso Nacional del Agua. Trelew. Argentina.
- Desikachary, T.V., 1959. Cyanophyta. Indian Council of Agricultural. Research. New Delhi. 187-198.
- Echenique, R. O. y Estevez J. M. 2002. Estimación de la Biomasa (Biovolumen) de algas planctónicas de la Laguna Vitel, Buenos Aires, Argentina. *Natura Neotropicalis* 33 (1 y 2):39-46.
- Gavilán, J. G., 1981. “Study water quality in the San Roque reservoir”, *Water Quality Bulletin Environment Canada*. 6(4):136-158.
- Granero, M., Bustamante, M. A., y Ruiz, M., 2002. “Hypolimnion water quality in an eutrophicated water body: San Roque Reservoir (Córdoba, Argentina)”. 4th International Conference on Reservoir Limnology and Water Quality, Ceske Budejovice, República Checa.
- Herdman., 1988. Cellular differentiation: akinetes. *Methods in Enzimology* (ed. Packer L, y Glazer AN). Academic Press. San Diego. 222-232.
- Komárek, J., 1958. Die taxonomische Revision der planktischen Blaualgen der Tschechoslowakei, pp.10-206. In: *Algologische Studien*. Academia, Praha.
- Komárek, J., y Anagnostidis, K., 1989. Modern approach to the classification system of Cyanophyta. Nostocales. *Arch. Hydrobiol.* 56: 247-345.
- Komárek, J., 1999. Übersicht der planktischen Blaualgen (Cyanobakterien), pp.53. im Elbe Flussgebiet. Magdeburg.
- Meichtry Zaburlín, N., Irmgard Martens, S., y Llano, V., 2009. Cianobacteria planctónica: su impacto en ambientes acuáticos continentales. Descripción de los géneros más frecuentes, pp.17-23. En: *Cianobacterias y Cianotoxinas: identificación, toxicología, monitoreo y evaluación de riesgo*. Buenos Aires, Argentina.
- Negri, A. P., y Jones, G. J., 1995. Bioaccumulation of paralytic shellfish poisoning (PSP) toxins from cyanobacterium *Anabaena circinalis* by the freshwater mussel *Alathyria condola*. *Toxicon*. 33: 667-678.
- Pizzolón, L., Tracanna, B., Silva, H., Prósperi, C., Fabricius, A. L., García de Emiliani, M. O., Otaegui, A.V., Labollita, H., Santinelli, N., y Sastre, V., 1991. “Inventario de ambientes dulceacuícolas de la Argentina con riesgo de envenenamiento por cianobacterias”, *Ingeniería Sanitaria y Ambiental*. 33:26-34.
- Rodríguez, M. I., Cossavella, A., Oroná, C., del Olmo, S., Larrosa, N., Rodríguez, A., Avena, M., Mariscal, M., Castelló, E., Miatello, F., Pagot, M., Moya, G., Hilman, G., Bazán, R., Jauregualzo, G., Ormeño, N., Bertucci, C., y Martínez, M., 2000. “Estudios preliminares de la calidad de agua y sedimentos del embalse San Roque relacionados al proceso de

- eutroficación”. XVIII Congreso Nacional del Agua, Santiago del Estero.
- Rodríguez, M. I., Bustamante, M. A., Ruibal, A. L., Ruiz, M. A., y Busso, F., 2008. Estudio del fitoplancton en el marco de monitoreo del Embalse San Roque, Córdoba. IV Congreso Argentino de Limnología.
- Ruibal, A. L., Bustamante, A., Granero, M., López, F., Girbal, A., Lammel, E., Simonin, M. E., y Busso, F., 1999. “Estudio de la evolución de la calidad de agua del Embalse del Dique San Roque, Córdoba asociado al desarrollo de floraciones de *Ceratium*”. Congreso Argentino de Grandes Presas y Aprovechamiento Hidroeléctrico, San Martín de los Andes, Argentina.
- Ruibal, A. L., 2003. Seasonal Variation of Microcystins in Argentinean Inland Waters, Thesis, Kyoto University, Department of Global Environment Engineering, Japan.
- Ruiz, M., Rodríguez, M. I., Ruibal, A. L., González, I., Alasia, V., Pellicioni, P., Biagi, M., y Lerda, D., 2009. Exposición al uso y consumo de agua con cianobacterias: Efectos en la salud. Primer Congreso Internacional de Ambiente y Energías Renovables.
- Scarafia, M. E., Agnese, A. M., y Cabrera, J. L., 1995. “*Microcystis aeruginosa*: behaviour and toxic features in San Roque Dam Argentina”. *Natural Toxins*. 3:75-77.
- UNESCO, 2009. Biología, floraciones y distribución de las cianobacterias, pp. 1-4. En: *Cianobacterias Planctónicas del Uruguay. Manual para la identificación y medidas de gestión*. Sylvia Bonilla. Uruguay.
- Van Dok, W., y Hart, B. T., 1996. Akinete differentiation in *Anabaena circinalis* (Cyanophyta). *J. Phycol.* 32: 557-565.
- Zaburlín, N. M., Martens, I. S., y Llano, V., 2009. *Cyanobacteria planctónicas: su impacto en ambientes acuáticos continentales. Descripción de los géneros más frecuentes*, pp. 23-52. En: *Cianobacterias y cianotoxinas: identificación, toxicología, monitoreo y evaluación de riesgo*. Buenos Aires, Argentina.
- Zalokar, Y., y Foratier, M. 2005. Biodiversidad de Cyanophyceae (Cyanobacteria) y especies toxigénicas del litoral fluvial argentino. *Miscelánea*. 14: 213 - 228.