



Asesoramiento  
Ambiental  
Estratégico

VIDA  
SILVESTRE  
URUGUAY



## Ficha: Análisis Calidad de Agua en Uruguay

Autores: Carla Kruk <sup>a,b</sup>; Cecilia Suárez <sup>c</sup>, Mariana Ríos <sup>c</sup>; Natalia Zaldúa <sup>c</sup> y Diego Martino <sup>d</sup>

a- Laboratorio de Etología, Ecología y Evolución, Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable ; [ckruk@yahoo.com](mailto:ckruk@yahoo.com)

b- Sección Limnología, Facultad de Ciencias, UdelaR; [ckruk@yahoo.com](mailto:ckruk@yahoo.com)

c- Vida Silvestre Uruguay; [info@vidasilvestre.org.uy](mailto:info@vidasilvestre.org.uy)

d -Asesoramiento Ambiental Estratégico; [dmartino@aae.com.uy](mailto:dmartino@aae.com.uy)

## 1. Introducción

En los últimos meses los Uruguayos hemos visto un incremento en la discusiones relacionadas con la situación del agua en Uruguay. El disparador del aumento en la difusión del tema fue un evento de mal olor en el agua de OSE a mediados de 2013. El disparador de la situación de mal olor está sin embargo está lejos de ser un evento puntual. Existe una creciente presión sobre el recurso agua en nuestro país que está comprometiendo la calidad del agua.

La discusión arriba mencionada ha estado centrada fundamentalmente en el Río Santa Lucía. Sin embargo, a diferencia de la atención mediática, la presión existente y sus consecuencias en el recurso no está concentrada en un único curso de agua sino que se extiende a todo el país.

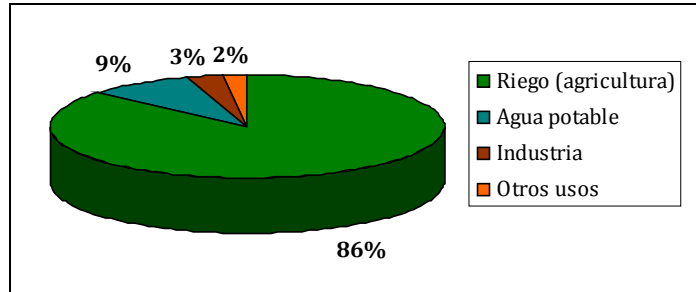


Figura 1- Usos de agua superficial

El objetivo de esta ficha es poner a disposición de la sociedad un breve análisis de la información existente de otras fuentes de agua. De esta manera se brindan datos concretos para la discusión, se describen vacíos y se crea una plataforma inicial sobre la cuál presentar otras evidencias e indicadores y trabajar juntos para mejorar la información existente y con ello colaborar para revertir los procesos de degradación del recurso.

## 2. Información existente

No existe en Uruguay un relevamiento sistemático, continuo y accesible sobre la calidad de las aguas superficiales. Existen si esfuerzos puntuales en el tiempo o en el espacio. En el caso de los ríos Santa Lucía, Negro, Cuareim y Uruguay, se realizó un seguimiento sistemático de la calidad del agua durante unos tres años (2009 a 2011) y en la costa se realiza un seguimiento para determinar la “bañabilidad”. Al mismo tiempo, las intendencias municipales, la UdelaR, IIBCE, laboratorios de calidad particulares, la Comisión Técnica Mixta de SALTO, CARU, y algunos organismos descentralizados como la OSE realizan muestreos y análisis de agua con diferentes objetivos, pero estos esfuerzos no son coordinados ni están sistematizados y de fácil acceso. Este es quizás uno de los principales aspectos a discutir en el país. ¿Cuáles son los esfuerzos existentes y como podemos lograr que se sistematizen para que se transformen en un herramienta de monitoreo y manejo del recurso agua? Conocer y monitorear la calidad del agua es el primer paso hacia una mejora en el manejo del recurso.

Para el presente informe se usaron los datos arriba mencionados y varias publicaciones científicas que son referenciadas.

## 3. Calidad en sitios puntuales

Los datos del esfuerzo de seguimiento en los ríos arriba mencionados no muestran un deterioro en aspectos puntuales que fueron medidos. El parámetro “coliformes termotolerantes” (coliformes propios del tracto intestinal del ser humano y los vertebrados de sangre caliente con potencial para producir enfermedades) fue mayor en estaciones próximas a centros poblados, tanto en el Río Negro, como en los Río Cuareim, Santa Lucía y Santa Lucía Chico. El hecho de que se supere el valor estándar para coliformes termotolerantes indica una contaminación de las aguas con un potencial de transmisión de enfermedades asociadas a organismos patógenos presentes en la materia fecal, pudiendo afectar la salud.

En el caso de metales pesados, en el Río Negro se registraron valores por encima del estandar, en el embalse de Baygorria y aguas abajo, tanto para cromo como para mercurio. Los metales pesados en dosis superiores a las requeridas se convierten en tóxicos, y pueden transportarse en la red trófica acuática, llegando a contaminar recursos pesqueros de consumo humano.

Asimismo, los parámetros como el zinc, turbidez, y la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) en el Río Cuareim, excedieron los valores estandar en muestreos puntuales; específicamente en la estación ubicada aguas abajo de la ciudad de Artigas.

En todos los casos se encontraron registros de fósforo superiores al estandar actual establecido en el decreto 253/79 y modificativos, uno de los compuestos principales que generan estados eutróficos de los cuerpos de agua. La eutrofización es uno de los problemas más recurrentes en aguas superficiales por lo que detallamos la información existente sobre el tema.

#### 4. Eutrofización (período evaluado: 2007-2011)

Eutrofización es un término general usado para describir síntomas que sufren los ecosistemas acuáticos como respuesta a la fertilización con nutrientes (como fósforo y nitrógeno) (Conde 2009). Es por ello que la concentración de fósforo y nitrógeno se usan como indicadores de eutrofización junto a la concentración de clorofila y la transparencia del agua (Carlson 1977; OECD 1982; Salas & Martino 1990).

Las principales presiones que llevan a la eutrofización en Uruguay son la intensificación en el uso del suelo y la introducción de aguas residuales urbanas e industriales. Existe también una creciente presión relacionada con el creciente número de embalses. El número de embalses registrados en DNH y DINAGUA se duplicó entre el año 1998 y el 2012.

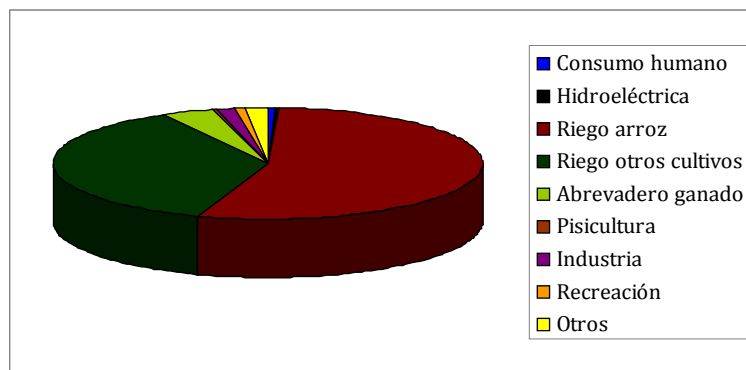
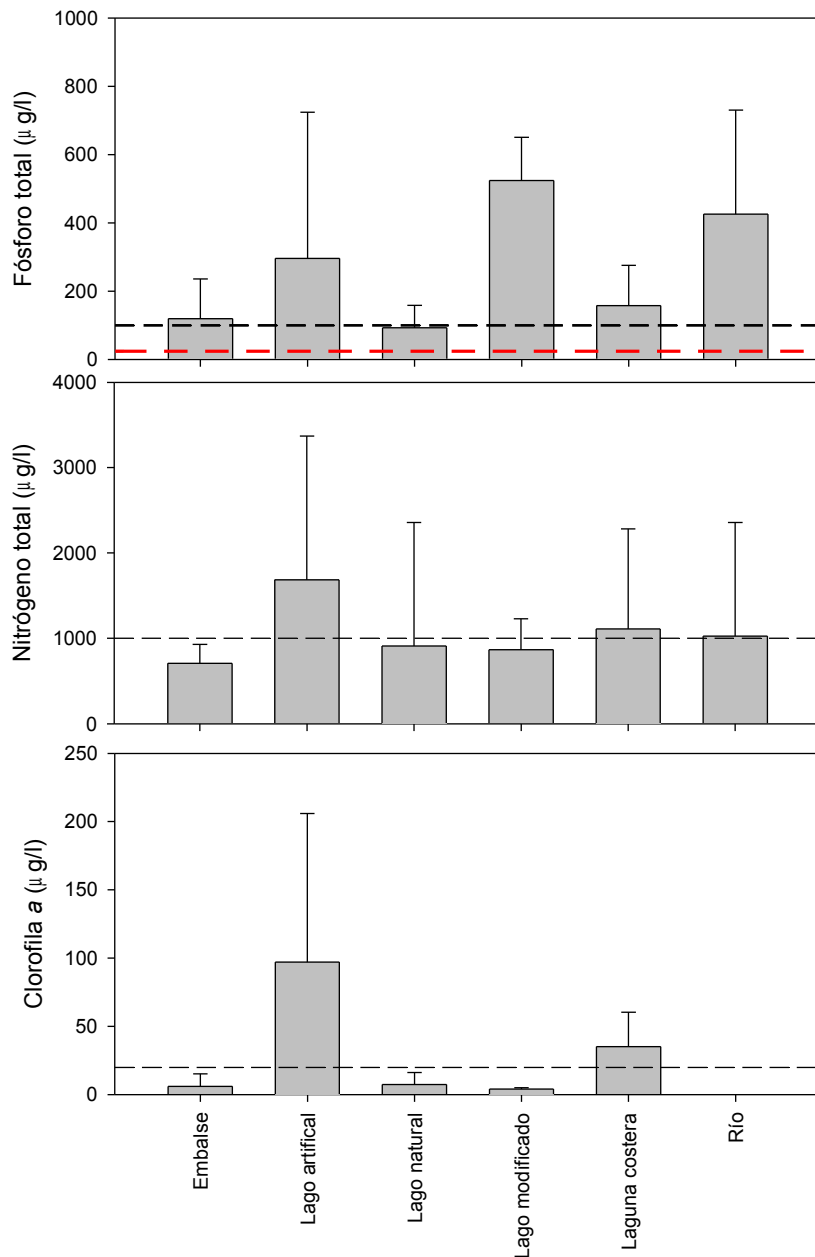


Figura 2- Proporción de embalses según uso registrado (DINAGUA, 2012).

Los estudios que analizan los efectos de la eutrofización indican que existe en Uruguay un aumento continuado de la eutrofización en la mayoría de los ecosistemas acuáticos que ya presentaban síntomas, siendo pocos los casos que han sufrido mejoras. Asimismo, la ocurrencia de floraciones (crecimiento excesivo de microalgas), principal consecuencia de la eutrofización, se ha transformado en un fenómeno cada vez más corriente en diversos cuerpos de agua incluyendo lagunas naturales y lagos artificiales de todo el país (Vidal et al. 2009).

Las floraciones de microalgas, en particular de cianobacterias, pueden ser tóxicas (i.e. hepatotóxicas, neurotóxicas) para los usuarios y componentes de los ecosistemas acuáticos, causando mortandad de peces, e intoxicaciones o muerte de personas (Azevedo et al. 2002; Chorus & Bartram 1999).



**Figura 3.** Concentración de a) fósforo total, b) nitrógeno total y c) clorofila a distintos cuerpos de agua de Uruguay. La barra gris representa el valor medio y la línea el desvío estándar en cada cuerpo de agua. La línea punteada en la primer y tercer gráficas representa los valores límites para clasificar a los ecosistemas en eutróficos según Salas y Martino (1990). La línea punteada roja en la primera gráfica representa el límite legal establecido en Uruguay.

La figura 3 resume la información del grado de eutrofización de diferentes cuerpos de agua dulce, tomando información de más de 35 investigaciones y monitoreos publicados desde el año 2007 al 2011. Los indicadores de estado trófico que se grafican son la concentración de fósforo total, nitrógeno total y clorofila a. Se puede observar como la mayoría de los componentes de cada tipo de ecosistemas acuáticos (embalses, lagos artificiales, lagos naturales, lagos naturales modificados, lagunas costeras y ríos) se encuentran por encima del límite por el cual se les considera como “eutróficos” lo que indica un franco deterioro de la calidad del agua de la mayoría de los cuerpos de agua de Uruguay.

#### 4.a - Zona costera

En lagos someros naturales de la costa de Maldonado y Rocha se han registrado indicios de eutrofización, con consecuente aumento de la turbidez y efectos en su biodiversidad y calidad de agua, favoreciendo el desarrollo de floraciones potencialmente tóxicas (Vidal & Kruk 2008).

La Laguna de Rocha ha incrementado su estado trófico (Rodríguez-Gallego 2010), y registra proliferaciones de plantas acuáticas (Rodríguez-Gallego et al. 2010) y cianobacterias (Conde et al. 2009; Vidal et al. 2007). De forma más marcada, la Laguna del Sauce actualmente experimenta problemas de calidad del agua por eutrofización (Rodríguez et al. 2010) que incluyen crecimiento desmedido de plantas sumergidas y flotantes (Rodríguez et al. 2010) y a partir del año 2007 incremento en la ocurrencia de floraciones de cianobacterias (DINAMA 2009a). Esto ha afectado los costos de potabilización y el desarrollo de otros usos (pesca, recreación) (Mazzeo et al. 2010; Rodríguez et al. 2010).

La Laguna del Cisne, embalsada para uso como fuente de agua potable, ya era clasificada como eutrófica a fines de los años 80' (Sommaruga et al. 1993), pero en las últimas dos décadas se ha registrado una franca disminución del área de la laguna cubierta por plantas acuáticas, con un marcadísimo incremento del fósforo y puede ser clasificada como hipereutrófica (Goyenola et al. 2009).

#### 4. b- Área Metropolitana

En Montevideo son varios los lagos artificiales que forman parte de las opciones recreativas de la población (Parque Rivera, Parque Rodó, Lago Canteras, entre otros), todos con avanzado proceso de eutrofización, el cual resulta en una mala calidad de agua y problemas para usos recreacionales (Iglesias et al. 2011). La mayoría de los lagos de la Costa de Oro y varios de La Paz son eutróficos y presentan frecuentemente gran desarrollo de plantas acuáticas o floraciones de cianobacterias (Fabre et al. 2010; Píriz 2007), incluyendo desarrollo de organismos que producen cianotoxinas (González et al. 2009).

La calidad del agua de los arroyos urbanos (Montevideo y Canelones) como el Pantanoso, Miguelete, Carrasco y Las Piedras está seriamente afectada próximo a su desembocadura (DINAMA 2009a). Respecto al Río Santa Lucía, si bien se utiliza como fuente de agua potable para el área metropolitana de Montevideo, el estado de su cuenca es uno de los más críticos del país (Arocena et al. 2008). Próximo a su desembocadura, la concentración de nutrientes ha alcanzado un nivel elevado debido a entrada de fuentes de contaminación de origen agrícola y de aguas residuales domésticas. Los embalses de Paso Severino, Canelón Grande presentan elevadas concentraciones de nutrientes y son clasificados como hipereutróficos (Arocena et al. 2008).

Las cuencas de los arroyos Canelón Chico, Carrasco, Colorado y Pando, se encuentran fuertemente impactadas, habiendo ecosistemas cubiertos por plantas acuáticas, floraciones tóxicas o potencialmente tóxicas, y muy bajos tenores de oxígeno disuelto durante el período cálido/seco, que serían causantes de mortandades masivas de peces, y hasta un evento de mortandad de 37 terneras en la Localidad de Piedra Sola en enero de 2009 (Goyenola et al. 2011).

#### 4. c- Río Uruguay – Río Negro – Río de la Plata

En el Río Uruguay a partir del año 2006 se ha encontrado una disminución en la concentración de nitrógeno hacia su desembocadura y una mayor concentración de fósforo. La ocurrencia de floraciones de cianobacterias, se ha incrementado en el Río Uruguay medio y aguas arriba de la represa de Salto Grande (Chalar 2009; DINAMA 2009b) así como aguas arriba de Fray Bentos, causando el cierre de una toma de agua en Nuevo Berlín en el año 2008 (OSE 2009).

En el caso de los embalses sobre el Río Negro se ha observado un incremento continuado del fósforo total acompañado por la clorofila a desde el año 2007 al 2009 en los embalses de Rincón del Bonete y Baygorria (Chalar et al. 2010).

Respecto a la calidad del agua en el Río de la Plata, éste es el receptor final de las cargas orgánicas y nutrientes generadas en la cuenca de ríos y arroyos que allí desembocan, y en las cuencas directas concentradas principalmente por las ciudades de Buenos Aires y Montevideo. Casi la mitad de la carga orgánica del país se descarga en la cuenca del Río de la Plata, por afluentes o por infiltración al terreno (DINAMA 2009a). En Montevideo se viene registrando un aumento en la frecuencia de floraciones de cianobacterias tóxicas durante el verano, sin embargo la concentración de clorofila a se ha mantenido en verano bajo el nivel sugerido por la OMS para aguas de recreación (Feola et al. 2007; 2008; Feola et al. 2009; Feola et al. 2010).

#### 5. Conclusión

Los resultados descritos muestran que el deterioro de la calidad del agua no es un hecho aislado en la cuenca del Santa Lucia. La Tabla 1 presenta el resultado del análisis de revisión de datos publicados (publicaciones científicas, informes técnicos, tesis de posgrado y de grado) sobre indicadores de eutrofización en ecosistemas acuáticos del Uruguay.

**Tabla 1.** Revisión de datos publicados con un total de 151 casos organizados por tipo de ecosistema. Entre paréntesis se incluye el número de casos. La categorización del estado de cada ecosistema fue considerando la concentración de fósforo total ( $\mu\text{gL}^{-1}$ ) y la concentración de clorofila-a ( $\mu\text{gL}^{-1}$ ) en el agua y en base a la clasificación de estado trófico según (Salas & Martino (1990). \* Bajas biomásas de fitoplancton muchas veces asociadas a material inorgánico en suspensión generado por arrastre de la zona litoral modificad.

	Clasificados como eutróficos	Altas biomásas y/o floraciones nocivas de fitoplancton
En conjunto (151)	70%	40%
Embalses (15)	60%	30%
Lagos artificiales (19)	70%	100%
Lagos naturales (48)	54%	20%
Lagos naturales modificados (5)	100%	0*
Lagunas costeras (15)	53%	50%
Ríos (49)	94%	Sin información

Los resultados descritos muestran que existe una tendencia de deterioro de la calidad de los cuerpos de agua en el país. En los casos en que existen estudios, los resultados de los mismos muestran que la calidad del agua está siendo comprometida.

Es necesario aumentar los esfuerzos de muestreo, sistematización y difusión sobre calidad de agua. Esto permitirá al mismo tiempo mejorar la información y planificar los esfuerzos para revertir la tendencia existente.

---

## Bibliografía

- AROCENA, R.; CHALAR, G.; FABIÁN, D.; DE LEÓN, L.; BRUGNOLI, E.; SILVA, M.; RODÓ, E.; MACHADO, I.; PACHECO, J. P.; CASTIGLIONI, R.; GABITO, L. Evaluación del estado trófico de los embalses Canelón Grande y Paso Severino. Sección Limnología, Facultad de Ciencias, 2008, II:27 pp.
- AZEVEDO, S. M. F. O.; CARMICHAEL, W. W.; JOCHIMSEN, E. M.; RINEHART, K. L.; LAU, S.; SHAW, G. R.; EAGLESHAM, G. K. Human intoxication by microcystins during renal dialysis treatment in Caruaru-Brazil. En: *Toxicology*. 2002, 181-182:441-446.
- CARLSON, ROBERT E. A Trophic State Index for Lakes. En: *Limnology and Oceanography*. 1977, 22:361-369.
- CHALAR, G. The use of phytoplankton patterns of diversity for algal bloom management. En: *Limnologica*. 2009, 39:200-208.
- CHALAR, G.; FABIÁN, D.; GONZÁLEZ-PIANA, M.; DELBENE, L. Limnología de los embalses del Río Negro: noviembre 2000 – marzo 2009. Montevideo: Sección Limnología, Facultad de Ciencias, Udelar, 2010, 69 pp.
- CHORUS, I.; BARTRAM, J. *Toxic cyanobacteria in water. A guide to their public health consequences, monitoring and management*. London: Chapman & Hall, 1999.
- CONDE, D. *Eutrofización, cambio climático y cianobacterias*. En: *Cianobacterias. Manual para Identificación y Monitoreo*. S. Bonilla Eds. Montevideo: UNESCO, 2009.
- CONDE, DANIEL; HEIN, VALERIA; BONILLA, SYLVIA. *Floraciones de cianobacterias en lagunas costeras*. En: *Cianobacterias. Manual para la identificación y monitoreo*. S. Bonilla Eds. Montevideo: UNESCO, 2009.
- DINAMA. Informe Nacional del Estado del Ambiente. Montevideo: Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA), MEC, 2009a, pp.
- DINAMA. Floración de Cianobacterias del río Uruguay el 4 de febrero de 2009. Montevideo: MVOTMA, 2009b, 40 pp.
- FABRE, A.; CARBALLO, C.; HERNÁNDEZ, E.; PÍRIZ, P.; BERGAMINO, L.; MELLO, L.; GONZÁLEZ, S.; PÉREZ, G.; LEÓN, J. C.; AUBRIOT, L.; BONILLA, S.; KRUK, C. El nitrógeno y la relación profundidad de zona eufótica/mezcla explican las floraciones de cianobacterias en lagos subtropicales artificiales de Uruguay. En: *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*. 2010, 5:112-125.
- FEOLA, G.; BRENA, B.; RISSO, J.; SIENRA, D. Programa de Monitoreo de Agua de Playas y Costa de Montevideo. En: Informe Técnico: Playas. Informe temporada estival: 2006-2007, Laboratorio de Calidad Ambiental. Montevideo: Intendencia Municipal de Montevideo (IMM), 2007, pp.
- FEOLA, G.; BRENA, B.; RISSO, J.; SIENRA, D. Programa de Monitoreo de Agua de Playas y Costa de Montevideo. En: Informe Técnico: Playas. Informe temporada estival: 2007-2008, Laboratorio de Calidad Ambiental. Montevideo: Intendencia Municipal de Montevideo (IMM), 2008, pp.
- FEOLA, G.; BRENA, B.; RISSO, J.; SIENRA, D.; ECHEZARRETA, M. E. Programa de Monitoreo de Agua de Playas y Costa de Montevideo. En: Informe Técnico: Playas. Informe temporada estival: 2008-2009, Laboratorio de Calidad Ambiental. Montevideo: Intendencia Municipal de Montevideo (IMM), 2009, 119 pp.
- FEOLA, G.; BRENA, B.; RISSO, J.; SIENRA, D.; SAONA, G.; ECHEZARRETA, M. E. Programa de Monitoreo de Agua de Playas y Costa de Montevideo. En: Informe Técnico: Playas.

- Informe temporada estival: 2009-2010, Laboratorio de Calidad Ambiental. Montevideo: Intendencia Municipal de Montevideo, 2010, pp.
- GONZÁLEZ, NATALIA; VEGA, CLAUDIA; SARTHOU, FLORENCIA; BOU, NADIA. Cianobacterias y cianotoxinas: un estudio en la ciudad de la costa. Montevideo: Facultad de Ciencias, Universidad de la República-CSIC PAIE, 2009, 13 pp.
- GOYENOLA, G.; ACEVEDO, S.; MACHADO, I.; MAZZEO, N. Diagnóstico del Estado Ambiental de los Sistemas Acuáticos Superficiales del Departamento de Canelones. Canelones: 2009, III. Laguna del Cisne: 33 pp.
- GOYENOLA, G.; ACEVEDO, S.; MACHADO, I.; MAZZEO, N. Diagnóstico del Estado Ambiental de los Sistemas Acuáticos Superficiales del Departamento de Canelones. Canelones: Intendencia Municipal de Canelones, 2011, Volumen I: Ríos y Arroyos: 60 pp.
- IGLESIAS, CARLOS; MAZZEO, NÉSTOR; MEERHOFF, MARIANA; LACEROT, GISSELL; CLEMENTE, JUAN M.; SCASSO, FLAVIO; KRUK, CARLA; GOYENOLA, GUILLERMO; GARCÍA-ALONSO, JAVIER; AMSINCK, SUSANNE L.; PAGGI, JUAN C.; JOSÉ DE PAGGI, SUSANA; JEPPESEN, ERIK. High predation is of key importance for dominance of small-bodied zooplankton in warm shallow lakes: evidence from lakes, fish enclosures and surface sediments. En: *Hydrobiologia*. 2011, 667:133-147.
- MAZZEO, N.; GARCÍA-RODRÍGUEZ, F.; RODRÍGUEZ, A.; MÉNDEZ, G.; IGLESIAS, C.; INDA, H.; GOYENOLA, G.; GARCÍA, S.; FOSALBA, C.; MARRONI, S.; CRISCI, C.; DEL PUERTO, L.; CLEMENTE, J.; PACHECO, J. P.; CARBALLO, C.; KRÖGER, A.; VIANNA, M.; MEERHOFF, M.; STEFFEN, M.; LAGOMARSINO, J. J.; MASDEU, M.; VIDAL, N.; TEIXEIRA DE MELLO, F.; GONZÁLEZ BERGOZONI, I.; LARREA, D. *Estado trófico de Laguna del Sauce y respuestas asociadas*. En: *Bases técnicas para el manejo integrado de Laguna del Sauce y cuenca asociada*. M. Steffen, H. Inda Eds. Montevideo: Universidad de la República y South American Institute for Resilience and Sustainability Studies (SARAS), 2010.
- OECD. *Eutrophication of waters. Monitoring, assessment and control*. Paris: OECD, 1982.
- OSE. Informe del comportamiento de las cianobacterias en el agua bruta de Fray Bentos. Montevideo: Obras Sanitarias del Estado, 2009, 26 pp.
- PÍRIZ, P. 2007. Grupos funcionales de fitoplancton en lagos artificiales del Uruguay. Tesis de Licenciatura en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias, Universidad de la República.
- RODRÍGUEZ-GALLEGO, LORENA. 2010. Eutrofización de las lagunas costeras de Uruguay: impacto y optimización de los usos del suelo. Tesis de Doctorado - PEDECIBA Biología. Facultad de Ciencias, Universidad de la República.
- RODRÍGUEZ-GALLEGO, LORENA; MEERHOFF, ERIKA; CLEMENTE, JUAN M.; CONDE, DANIEL. Can ephemeral proliferations of submerged macrophytes influence zoobenthos and water quality in coastal lagoons? En: *Hydrobiologia*. 2010, 646:253-269.
- RODRÍGUEZ, ADRIANA; MÉNDEZ, GUSTAVO; INDA, HUGO; LAGOMARSINO, JUAN JOSÉ; STEFFEN, MANFRED. *Características y problemática de la Laguna del Sauce*. En: *Bases técnicas para el manejo integrado de Laguna del Sauce y cuenca asociada*. M. Steffen, H. Inda Eds. Montevideo: Universidad de la República y South American Institute for Resilience and Sustainability Studies (SARAS), 2010.
- SALAS, H.; MARTINO, P. *Metodologías simplificadas para la evaluación de eutrofización en lagos cálidos tropicales*. Lima: CEPIS/HPE/OPS, 1990.
- SOMMARUGA, R.; CROSA, D.; MAZZEO, N. Study on the decomposition of *Pistia stratiotes* L. (Araceae) in Cisne Reservoir, Uruguay. En: *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 1993, 78:263-272.
- VIDAL, L.; BONILLA, S.; RODRÍGUEZ-GALLEGO, L.; CONDE, D.; MARTÍNEZ-LÓPEZ, M. Biomass of autotrophic picoplankton in subtropical coastal lagoons: Is it relevant? En: *Limnetica*. 2007, 26:441-452.
- VIDAL, L.; FABRE, A.; GABITO, L.; KRUK, C.; GRAVIER, A.; BRITOS, A.; PÉREZ, M. C.; AUBRIOT, L.; BONILLA, S. *Fichas de identificación de las especies, orden CHROOCOCCALES, orden OSCILLATORIALES y orden NOSTOCALES*. En: *Cianobacterias planctónicas del Uruguay*:



*Manual para la identificación y medidas de gestión.* . S. Bonilla Eds.  
Montevideo:UNESCO,2009.

VIDAL, L.;KRUK, C. *Cylindrospermopsis raciborskii* (Cyanobacteria) extends its distribution to Latitude 34°53'S: taxonomical and ecological features in Uruguayan eutrophic lakes. En: *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*. 2008, 3:142-151.