
BASES para la CONSERVACIÓN y el MANEJO de la COSTA URUGUAYA

R. Menafrá
L. Rodríguez-Gallego
F. Scarabino
D. Conde
(editores)



La referencia correcta de este libro es:

Menafra R Rodríguez-Gallego L Scarabino F & D Conde (eds) 2006 Bases para la conservación y el manejo de la costa uruguaya. VIDA SILVESTRE URUGUAY, Montevideo. i-xiv+668pp

Armado y diagramación: Javier González

Fotografía de portada: Faro de Cabo Polonio (Rocha)
Diego Velazco - Aguaclara Fotostock,
www.aguaclara.com.uy

Impreso en GRAPHIS Ltda, en el mes de octubre de 2006
Nicaragua 2234, Montevideo, Uruguay
Tels.: 409 6821-409 9168. E-mail: graphis@adinet.com.uy
Depósito legal: 339.537/06

ISBN: 9974-7589-2-0

Las opiniones e informaciones contenidas en este libro son exclusiva responsabilidad de sus autores, y no reflejan necesariamente aquellas de VIDA SILVESTRE URUGUAY, US Fish and Wildlife Service, Facultad de Ciencias, o de las instituciones a las cuales los autores están vinculados.

Índice

LISTA DE AUTORES PARTICIPANTES	i
PRÓLOGO	
<i>OSCAR IRIBARNE</i>	v
PRÓLOGO	
<i>ULRICH SEELIGER</i>	vii
PREFACIO	viii
AGRADECIMIENTOS	x
Mapa general de la costa platense-atlántica	xi
Mapa de la costa Oeste del Río de la Plata	xii
Mapa del sector centro-Sur de la costa platense-atlántica	xiii
Mapa del sector Este de la costa atlántica	xiv
COSTA PLATENSE-ATLÁNTICA	
Evolución paleogeográfica y dispersión de los sedimentos del Río de la Plata <i>RICARDO N. AYUP-ZOUAIN</i>	1
Geología de la costa uruguaya y sus recursos minerales asociados <i>CÉSAR A. GOSO AGUILAR & ROSSANA MUZIO</i>	9
Dinámica y fuentes de sedimentos de las playas uruguayas <i>DANIEL PANARIO & OFELIA GUTIÉRREZ</i>	21
Geomorfología y procesos erosivos en la costa atlántica uruguaya <i>MARÍA ALEJANDRA GÓMEZ PIVEL</i>	35
Fitoplancton de la zona costera uruguaya: Río de la Plata y Océano Atlántico <i>GRACIELA FERRARI & LETICIA VIDAL</i>	45
El impacto de las floraciones algales nocivas: origen, dispersión, monitoreo, control y mitigación <i>SILVIA M. MÉNDEZ</i>	57
Flora y vegetación de la costa platense y atlántica uruguaya <i>EDUARDO ALONSO-PAZ & MARÍA JULIA BASSAGODA</i>	71
Fauna parasitaria del lobo fino <i>Arctocephalus australis</i> y del león marino <i>Otaria flavescens</i> (Mammalia, Otariidae) en la costa uruguaya <i>DIANA MORGADES, HELENA KATZ, OSCAR CASTRO, DINORA CAPELLINO, LOURDES CASAS, GUSTAVO BENÍTEZ, JOSÉ MANUEL VENZAL & ANTONIO MORAÑA</i>	89
Zooplancton gelatinoso de la costa uruguaya <i>MARÍA GABRIELA FAILLA SIQUIER</i>	97
Zooplancton de ambientes costeros de Uruguay: añadiendo piezas al rompecabezas <i>GUILLERMO CERVETTO, DANILO CALLIARI, LAURA RODRÍGUEZ-GRAÑA, GISSELL LACEROT & RAFAEL CASTIGLIONI</i>	105
Faunística y taxonomía de invertebrados bentónicos marinos y estuarinos de la costa uruguaya <i>FABRIZIO SCARABINO</i>	113

Gasterópodos marinos y estuarinos de la costa uruguaya: faunística, distribución, taxonomía y conservación <i>FABRIZIO SCARABINO, JUAN CARLOS ZAFFARONI, ALVAR CARRANZA, CRISTHIAN CLAVIJO & MARIANA NIN</i>	143
Bivalvos marinos y estuarinos de la costa uruguaya: faunística, distribución, taxonomía y conservación <i>FABRIZIO SCARABINO, JUAN CARLOS ZAFFARONI, CRISTHIAN CLAVIJO, ALVAR CARRANZA & MARIANA NIN</i>	157
Patrones geográficos de diversidad bentónica en el litoral rocoso de Uruguay <i>ALEJANDRO BRAZEIRO, ANA INÉS BORTHAGARAY & LUIS GIMÉNEZ</i>	171
Comunidades bentónicas estuarinas de la costa uruguaya <i>LUÍS GIMÉNEZ</i>	179
Asociaciones de moluscos bentónicos cuaternarios en la costa uruguaya: implicancias paleoecológicas <i>SERGIO MARTÍNEZ & ALEJANDRA ROJAS</i>	189
Los recursos pesqueros de la costa de Uruguay: ambiente, biología y gestión <i>WALTER NORBIS, LAURA PAESCH & OSCAR GALLI</i>	197
Áreas de cría de peces en la costa uruguaya <i>SUSANA RETTA, GUSTAVO MARTÍNEZ & ADRIANA ERREA</i>	211
Características biológicas de la corvina (<i>Micropogonias furnieri</i>) en el Río de la Plata y su Frente Marítimo <i>ERNESTO CHIESA, OSCAR D. PIN & PABLO PUIG</i>	219
Abundancia, capturas y medidas de manejo del recurso corvina (<i>Micropogonias furnieri</i>) en el Río de la Plata y Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya (1975-2003) <i>OSCAR D. PIN, GUILLERMO ARENA, ERNESTO CHIESA & PABLO PUIG</i>	225
Herpetofauna de la costa uruguaya <i>RAÚL MANEYRO & SANTIAGO CARREIRA</i>	233
Biología, ecología y etología de las tortugas marinas en la zona costera uruguaya <i>MILAGROS LÓPEZ-MENDILAHARSU, ANDRÉS ESTRADES, MARÍA NOEL CARACCIO, VICTORIA CALVO, MARTÍN HERNÁNDEZ & VERÓNICA QUIRICI</i>	247
Conservación y manejo de tortugas marinas en la zona costera uruguaya <i>MARTÍN LAPORTA, PHILIP MILLER, MARIANA RÍOS, CECILIA LEZAMA, ANTONIA BAUZÁ, ANITA AISENBERG, MARÍA VICTORIA PASTORINO & ALEJANDRO FALLABRINO</i>	259
Aves de la costa sur y este uruguaya: composición de especies en los distintos ambientes y su estado de conservación <i>JOAQUÍN ALDABE, SEBASTIÁN JIMÉNEZ & JAVIER LENZI</i>	271
La franciscana <i>Pontoporia blainvillei</i> (Cetacea, Pontoporiidae) en la costa uruguaya: estudios regionales y perspectivas para su conservación <i>CAROLINA ABUD, CATERINA DIMITRIADIS, PAULA LAPORTA & MARILA LÁZARO</i>	289
Revisión preliminar de registros de varamientos de cetáceos en la costa uruguaya de 1934 a 2005 <i>DANIEL DEL BENE, VIRGINIA LITTLE, RICARDO ROSSI & ALFREDO LE BAS</i>	297

Distribución, reproducción y alimentación del lobo fino <i>Arctocephalus australis</i> y del león marino <i>Otaria flavescens</i> en Uruguay <i>ALBERTO PONCE DE LEÓN & OSCAR D. PIN</i>	305
Tuberculosis en pinnípedos (<i>Arctocephalus australis</i> y <i>Otaria flavescens</i>) de Uruguay <i>MIGUEL CASTRO RAMOS, HELENA KATZ, ANTONIO MORAÑA, MARÍA INÉS TISCORNIA, DIANA MORGADES & OSCAR CASTRO</i>	315
Interacciones entre lobos marinos y pesca artesanal en la costa de Uruguay <i>DIANA SZTEREN & CECILIA LEZAMA</i>	321
Mamíferos terrestres no voladores de la zona costera uruguaya <i>ENRIQUE M. GONZÁLEZ</i>	329
Vertebrados fósiles de la costa uruguaya <i>ANDRÉS RINDERKNECHT</i>	343
Especies acuáticas exóticas en Uruguay: situación, problemática y manejo <i>ERNESTO BRUGNOLI, JUAN CLEMENTE, GUSTAVO RIESTRA, LUCÍA BOCCARDI & ANA INÉS BORTHAGARAY</i>	351
Ecología de playas arenosas de la costa uruguaya: una revisión de 25 años de investigación <i>OMAR DEFEQ, DIEGO LERCARI, ANITA DE ÁLAVA, JULIO GÓMEZ, GASTÓN MARTÍNEZ, ELEONORA CELENTANO, JUAN PABLO LOZOYA, SEBASTIÁN SAUCO, DANIEL CARRIZO & ESTELA DELGADO</i>	363
Estado actual, propuestas y perspectivas de manejo de las Áreas Protegidas Costeras <i>JUAN CARLOS GAMBAROTTA</i>	371
Bases ecológicas y metodológicas para el diseño de un Sistema Nacional de Áreas Marinas Protegidas en Uruguay <i>ALEJANDRO BRAZEIRO & OMAR DEFEQ</i>	379
COSTA del RÍO de la PLATA	
Evolución de la desembocadura del Arroyo Pando (Canelones, Uruguay): ¿tendencias naturales o efectos antrópicos? <i>OFELIA GUTIÉRREZ & DANIEL PANARIO</i>	391
La Bahía de Montevideo: 150 años de modificación de un paisaje costero y subacuático <i>PIERRE GAUTREAU</i>	401
Monitoreo de cianobacterias en la costa de Montevideo (Uruguay) <i>DANIEL SIENNA & GRACIELA FERRARI</i>	413
Comunidad componente de tremátodos larvales de <i>Heleobia australis</i> (Mollusca, Cochliopidae) en la costa uruguaya del Río de la Plata <i>OSCAR CASTRO, DANIEL CARNEVIA, ALEJANDRO PERRETTA & JOSÉ MANUEL VENZAL</i>	421
Composición y ecología de la fauna epígea de Marindia (Canelones, Uruguay) con especial énfasis en las arañas: un estudio de dos años con trampas de intercepción <i>FERNANDO G. COSTA, MIGUEL SIMÓ & ANITA AISENBERG</i>	427
Ictioplancton costero de la zona de transición estuarina del Río de la Plata (Uruguay) <i>GABRIELA MANTERO, SUSANA RETTA & MARCELO RODRÍGUEZ</i>	437

Ecología de un ensamble de anuros en un humedal costero del sudeste de Uruguay <i>INÉS DA ROSA, ARLEY CAMARGO, ANDRÉS CANAVERO, DANIEL E. NAYA & RAÚL MANEYRO</i>	447
Aves de la costa de Montevideo urbano: variación espacial y estacional <i>MACARENA SARROCA, MATILDE ALFARO, JAVIER LENZI, SEBASTIÁN JIMÉNEZ, CAROLINA ABUD & DIEGO CABALLERO-SADI</i>	457
Contaminación de la Bahía de Montevideo y zona costera adyacente y su relación con los organismos bentónicos <i>PABLO MUNIZ, NATALIA VENTURINI & LETICIA BURONE</i>	467
La pesca artesanal en el Río de la Plata: su presente y una visión de futuro <i>PABLO PUIG</i>	477
 COSTA ATLÁNTICA	
Paleolimnología: desarrollo de las lagunas costeras del sudeste de Uruguay durante el Holoceno <i>FELIPE GARCÍA-RODRÍGUEZ, PETER SPRECHMANN, HUGO INDA, LAURA DEL PUERTO, ROBERTO BRACCO, ADRIANA RODRÍGUEZ, PETER ESTOL & VIRGINIA ACEVEDO</i>	487
Fisonomía y composición florística de Cabo Polonio (Rocha, Uruguay) <i>SILVANA MASCIADRI, ELOISA FIGUEREDO & LILIANA DELFINO</i>	495
Estructura y regeneración del Bosque de Ombúes (<i>Phytolacca dioica</i>) de la Laguna de Castillos (Rocha, Uruguay) <i>MARÍA GABRIELA RODRÍGUEZ-GALLEGO</i>	503
Estructura poblacional y reproducción del tatucito <i>Emerita brasiliensis</i> (Decapoda: Hippidae) en playas de Cabo Polonio (Rocha, Uruguay) <i>ENRIQUE PELUFFO</i>	513
Invertebrados bentónicos de La Paloma (Rocha, Uruguay) <i>MARIO DEMICHELI & FABRIZIO SCARABINO</i>	523
Ecología de comunidades de playas de Cabo Polonio (Rocha, Uruguay) <i>LUIS GIMÉNEZ & BEATRIZ YANNICELLI</i>	535
Transgresiones y regresiones marinas en la costa atlántica y lagunas costeras de Uruguay: efectos sobre los peces continentales <i>MARCELO LOUREIRO & GRACIELA GARCÍA</i>	545
Las pesquerías en las lagunas costeras salobres de Uruguay <i>GRACIELA FABIANO & ORLANDO SANTANA</i>	557
La pesca artesanal en la Paloma (Rocha, Uruguay): período 1999-2001 <i>ELIZABETH DELFINO, GRACIELA FABIANO & ORLANDO SANTANA</i>	567
Situación de la administración del recurso lobos y leones marinos en Uruguay <i>ENRIQUE PÁEZ</i>	577
Ballena franca (<i>Eubalaena australis</i>) en la costa atlántica uruguaya <i>MARIANA PIEDRA, PAULA COSTA, PAULA FRANCO FRAGUAS & RAFAEL ÁLVAREZ</i>	585
Evaluación del turismo de observación de ballenas como una herramienta para la conservación y el manejo de ballena franca austral (<i>Eubalaena australis</i>) <i>RODRIGO GARCÍA & UZI SABAH</i>	591

Biodiversidad y calidad de agua de 18 pequeñas lagunas en la costa sureste de Uruguay <i>CARLA KRUK, LORENA RODRÍGUEZ-GALLEGO, FEDERICO QUINTANS, GISELL LACEROT, FLAVIO SCASSO, NÉSTOR MAZZEO, MARIANA MEERHOFF & JUAN CÉSAR PAGGI</i>	599
Procesos estructuradores de las comunidades biológicas en lagunas costeras de Uruguay <i>SYLVIA BONILLA, DANIEL CONDE, LUIS AUBRIOT, LORENA RODRÍGUEZ-GALLEGO, CLAUDIA PICCINI, ERIKA MEERHOFF, LAURA RODRÍGUEZ-GRAÑA, DANILO CALLIARI, PAOLA GÓMEZ, IRENE MACHADO & ANAMAR BRITOS</i>	611
Efectos del Canal Andreoni en playas de Rocha: deterioro ambiental y su efecto en la biodiversidad <i>DIEGO LERCARI & OMAR DEFEO</i>	631
Interfase de conflictos: el sistema costero de Rocha (Uruguay) <i>DANIEL DE ÁLAVA</i>	637
Importancia de los procesos participativos en la planificación: percepciones de naturaleza y áreas a proteger en Castillos (Rocha, Uruguay) y su zona de influencia costera <i>DIEGO MARTINO & ANDREA SCHUNK</i>	651
Aprovechamiento prehistórico de recursos costeros en el litoral atlántico uruguayo <i>HUGO INDA, LAURA DEL PUERTO, CAROLA CASTIÑEIRA, IRINA CAPDEPONT & FELIPE GARCÍA-RODRÍGUEZ</i>	661

Biodiversidad y calidad de agua de 18 pequeñas lagunas en la costa sureste de Uruguay

CARLA KRUK*, LORENA RODRÍGUEZ-GALLEGO, FEDERICO QUINTANS, GISSELL LACEROT, FLAVIO SCASSO, NÉSTOR MAZZEO, MARIANA MEERHOFF & JUAN CÉSAR PAGGI

*ckruk@yahoo.com



RESUMEN

Las pequeñas lagunas de la costa uruguaya son importantes para la conservación y como fuente de agua potable, debido a la elevada biodiversidad y calidad de agua. Sin embargo, se desconoce la estructura y funcionamiento natural de muchas de ellas. Durante el verano de 2003 se realizó un relevamiento de las características limnológicas, así como de las cuencas de 18 de estos sistemas en Canelones, Maldonado y Rocha, con el objetivo de describirlas y analizarlas en términos de biodiversidad y calidad de agua para generar herramientas para su manejo. Las características morfométricas y de cuenca fueron los factores ambientales más importantes, pero fueron las macrófitas las que determinaron las diferencias entre sistemas. Las macrófitas promovieron la mayor diversidad y fases de agua clara. La mayoría de las lagunas presentaron un estado de mesoeutrófico a eutrófico. A partir de datos biológicos, de estado trófico, de la cuenca y humedal litoral se desarrolló un índice multicriterio basado en la hipótesis de los estados estables. Dicho índice estima la aptitud de los sistemas a pasar o mantenerse en un estado de agua turbia, de menor calidad. Las lagunas que no presentaron humedales litorales y/o vegetación sumergida se estimaron como las más vulnerables al incremento de los usos que se desarrollan en sus cuencas.

Palabras clave: plancton, necton, macrófitas, lagunas someras, cuenca

ABSTRACT

The small coastal lagoons of the Uruguayan coast are relevant for conservation purposes and as a source of drinking water, due to their high biodiversity and good water quality. Nevertheless, their structure and functioning are unknown. During the summer of 2003, 18 lagoons were sampled in Canelones, Maldonado and Rocha. Limnological and catchment area characteristics were surveyed, and biodiversity and water quality analyzed to generate information for their management. Morphometric and catchment characteristics were the most relevant environmental factors, but macrophytes were the main conditioning factor determining differences between systems. Moreover, macrophytes promoted the highest diversity and clear water state. Most systems were meso to eutrophic. A multicriteria index was developed with trophic state, biological variables, littoral wetland and catchment area characteristics, to estimate the suitability of the lagoons to develop or maintain a turbid water phase. The index indicated that the lagoon systems with no wetlands or submerged vegetation would be the most vulnerable to the increasing human uses being developed in their catchment areas.

Key words: plankton, nekton, macrophytes, shallow lagoons, catchment area

INTRODUCCIÓN

Calidad de agua y eutrofización

Las lagunas y/o lagos someros, los ecosistemas acuáticos más abundantes del planeta (Wetzel 2001), representan sitios de recreación, fuente de agua dulce y sustentan pesquerías, entre otros servicios ambientales. Se caracterizan por una profundidad media no mayor a 4 m, amplia cobertura por plantas acuáticas (macrófitas), mezcla continua del agua e importante interacción con el sedimento (Scheffer 1998). Pueden presentar grandes y rápidos cambios y son muy susceptibles a las presiones externas (Huszar *et al.* 1998). Su mayor amenaza es la eutrofización antrópica causada por el aporte de nutrientes, partículas en suspensión y materia orgánica que reciben por escorrentía desde la cuenca. La eutrofización se manifiesta por un deterioro de la calidad del agua, principalmente la proliferación de fitoplancton y en menor medida de macrófitas, disminu-

ción de la transparencia y alteración de la coloración, disminución del oxígeno y generación de malos olores (Ryding & Rast 1992).

En sistemas someros meso a eutróficos pueden ocurrir dos estados estables: uno de agua clara y otro de agua turbia. El primero se caracteriza por alta disponibilidad de luz, baja biomasa fitoplanctónica y dominancia de las macrófitas sumergidas, que proveen hábitat y refugio a peces y zooplancton. Este estado suele presentar mayor heterogeneidad espacial (debido a las macrófitas), biodiversidad y calidad del agua. En el estado de agua turbia, la biomasa fitoplanctónica es alta y hay pocas o ninguna macrófita sumergida (Scheffer 1998). Como consecuencia, disminuye la biodiversidad en todos los niveles tróficos y se deteriora la calidad de agua, desarrollándose por ejemplo cianobacterias potencialmente tóxicas (Moss 1998). Algunos sistemas someros pueden además presentar un enriquecimiento de materia orgánica

disuelta cromofórica (MODC) producto de la descomposición del material vegetal del propio cuerpo de agua, del humedal litoral y de la cuenca. Dicha MODC otorga un color marrón-amarillento al agua, disminuyendo la penetración de la luz y alterando la disponibilidad de nutrientes (Wetzel 2001).

Usos de la cuenca y problemática asociada

El funcionamiento de los sistemas acuáticos está estrechamente ligado a las características de la cuenca y el uso del suelo (Wetzel 2001). En Uruguay, muchas lagunas naturales pequeñas han sido degradadas por cambios en su cuenca, debido a la eutrofización y a alteraciones físicas. A pesar de esto, son poco comunes las investigaciones en dichos sistemas que integren a sus cuencas (ver Mazzeo *et al.* 2003). La escasa información existente incluye análisis y recopilaciones muy generales (PROBIDES 1999; Scasso 2002) o analiza solo algunos sistemas específicamente (Bonomi 1984; Canzani & Varela 1984; Crossa *et al.* 1990; Mazzeo *et al.* 1993, 1995; 2001a; 2001b). Otras fuentes de información como monitoreos parciales de calidad de agua realizados por OSE (Obras Sanitarias del Estado) y DINAMA (Dirección Nacional de Medio Ambiente) son de difícil acceso.

El uso de índices para determinar la calidad del agua es una eficiente manera de sintetizar información. Sin embargo, muchos de ellos fueron diseñados para sistemas profundos, por lo que su aplicación a lagunas someras pueden confundir y omitir procesos importantes (Canfield *et al.* 1984). Este es el caso de la disminución de la transparencia por la abundancia de plantas sumergidas, o la omisión de los nutrientes del sedimento, altamente disponibles en sistemas someros. La utilización de modelos multicriterio son un ejemplo de una metodología sencilla que ayuda a diseñar un único índice que permite tomar decisiones de manejo. Este puede ser confeccionado a partir de un grupo amplio de variables relevantes, permite la incorporación de un marco teórico adecuado y facilita la toma de decisión, combinando variables ecológicas y socioeconómicas. Además, la metodología permite incorporar al proceso de diseño del índice la participación de diversos actores interesados.

Los objetivos del presente estudio incluyen la descripción y análisis integrado simultáneo de: 1) las actividades antrópicas en las cuencas; 2) las características físico-químicas del agua; 3) la estructura de las comunidades e indicadores de biodiversidad; 4) la influencia de 1 y 2 sobre 3 en términos de calidad de agua y estados estables; y 5) el desarrollo de herramientas para el análisis de la información que faciliten la toma de decisiones para el manejo, en 18 lagunas pequeñas de la costa SE de Uruguay.

METODOLOGÍA

Área de estudio

Las lagunas se ubican en los departamentos de Canelones, Maldonado y Rocha (Fig. 1). Se originaron durante transgresiones marinas en el Cuaternario y hoy es-

tán aisladas del océano por una flecha arenosa. Se ubican en zonas de baja pendiente y están rodeadas de bañados. Originalmente, la vegetación de sus cuencas se caracterizó por comunidades herbáceas y arbustivas de las cuales quedan relictos en estado semi-natural, fundamentalmente en Rocha (Scasso 2002).

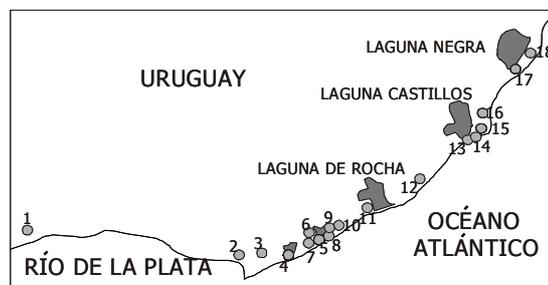


Figura 1. Localización de las lagunas. 1: Cisne; 2: Diario; 3: Blanca; 4: Barro; 5: Escondida; 6: Chica; 7: Techera; 8: Nueva; 9: Mansa; 10: Nutrias; 11: Chaparral; 12: Ponderosa; 13: Clotilde; 14: García; 15: Aguada; 16: Moros; 17: Redonda; 18: Pajarera.

Muestreo y análisis de las muestras

Los muestreos se realizaron durante la estación estival de 2003. En la zona central de cada laguna se determinó la profundidad máxima, la transparencia (como profundidad del Disco de Secchi, DS) y se realizaron perfiles de temperatura (T), oxígeno disuelto (OD), conductividad (K) y radiación fotosintéticamente disponible para calcular el coeficiente de atenuación de luz (K_d). En cada sistema se eligieron al azar tres transectas, incluyendo la zona litoral. Sobre cada una, y en cinco puntos equidistantes, se colectaron submuestras de toda la columna de agua con un tubo de PVC (20 cm de diámetro). Para obtener una réplica por transecta, las submuestras de agua se integraron, y se tomaron muestras para los análisis químicos y comunidades planctónicas. Las variables químicas (Tabla 2) fueron determinadas según métodos estándar (APHA 1991; Arocena & Conde 1999). La MODC se estimó por fluorescencia y se aplicó el índice de fuente de ácidos fúlvicos (F) (McKnight *et al.* 2001).

La abundancia del fitoplancton (fito) fue estimada aplicando el método de Uthermol (Guillard 1978). Se estimó la cobertura de las macrófitas (mac) sumergidas y se calculó el volumen del sistema ocupado por vegetación sumergida (PVI, Canfield *et al.* 1984), sobre transectas equidistantes, cubriendo el sistema. La abundancia zooplanctónica (zoo) fue estimada según Paggi & de Paggi (1974). Los peces (pec) fueron muestreados utilizando dos técnicas: pesca eléctrica y redes de mallas múltiples de 30 m de longitud, en las áreas litoral y pelágica. El bentos no fue considerado y otras comunidades no fueron consideradas en este trabajo.

El estado trófico se estimó según Håkanson (1980), OECD (1983) y Salas & Martino (1990). El análisis de la cuenca se realizó a partir de fotografías aéreas de los años 1998 y 2000. Las fotografías y cartas topográficas

fueron georreferenciadas utilizando las coordenadas del Servicio Geográfico Militar del Uruguay. La cuenca se digitalizó a partir de las curvas de nivel de las cartas, realizando correcciones con las fotografías. Los usos fueron registrados en campo y expresados como variables nominales. El tipo de suelo se tomó de MGAP (1994).

Análisis de datos

Las variables fueron estandarizadas y en caso necesario transformadas ($\log x+1$). Se realizaron análisis de correlación paramétrica (Pearson) y no paramétrica (Spearman), análisis de varianza no paramétrica (Kruskal-Wallis) y análisis de componentes principales (ACP), utilizando el programa CANOCO 4.0. En todos los casos se estandarizó la toma de decisión para valores de significancia de $p < 0.05$ y coeficientes de correlación mayores a 0.5.

Se confeccionó un modelo multicriterio para evaluar la aptitud (A) de cada laguna de desarrollar y mantener un estado de agua turbia, utilizando ocho criterios no redundantes (ver Tabla 6). Por ejemplo, la ausencia de peces piscívoros contribuye al pasaje hacia, o la permanencia en, el estado turbio (utilidad=1), mientras que su presencia no (utilidad=0). Los criterios fueron valorados, transformados con funciones de utilidad, y ponderados utilizando el sistema de Saaty (Banai-Kashani 1989). La aptitud fue calculada mediante una suma lineal ponderada de los criterios (Malczewski 1999) para cada laguna. El cuarto y tercer cuartil de aptitud representan la vulnerabilidad máxima y media a pasar a un estado turbio con el uso actual del suelo, o con una diversificación de usos futuros. Para Pajarera se desarrolló un modelo similar pero sin los criterios de cuenca, debido a la ausencia de datos.

RESULTADOS

Morfometría, características de cuenca y usos

Las lagunas seleccionadas fueron de tamaño pequeño a mediano al igual que sus cuencas (Tabla 1). Todas las variables morfométricas de las cuencas y las lagunas estuvieron correlacionadas positivamente, por lo que se seleccionó el área de la laguna (Alag) y la profundidad máxima (Zmax) como variables morfométricas representativas. El uso del suelo más extendido fue la ganadería, seguido de la forestación y la urbanización. La extracción de agua se observó en al menos cinco lagunas y la agricultura en dos sistemas. La utilización de agua por bomberos no fue considerada. Los usos también se correlacionaron positivamente con las variables antes mencionadas. La mayor cantidad de usos por cuenca aumentó hacia el W.

Características fisicoquímicas y calidad del agua

En general, las lagunas presentaron agua de color marrón-amarillento, debido probablemente a elevados contenidos de MODC. Estos fueron principalmente de origen autóctono, a excepción de Mansa que presentó MODC de origen predominantemente alóctono de acuerdo

con la variable F. Doce sistemas se clasificaron como turbios ($DS < 1$ m) y seis como transparentes ($DS > 1$ m). Las más turbias fueron Cisne y Chica, con el máximo K_d , mientras que las más transparentes fueron Redonda y Clotilde. La transparencia (DS y K_d) estuvo inversamente correlacionada con los sólidos suspendidos (SS). Todas las lagunas presentaron la columna de agua oxigenada, con excepción de Moros. No se observó estratificación térmica. El pH varió entre levemente ácido y neutro. La reserva alcalina (Alc) fue de moderada a baja, aumentando con el área de la cuenca y con K, que correspondió a agua dulce (Tabla 2).

Las concentraciones máximas de nutrientes fueron registrados en Cisne, Mansa y Pajarera para el fósforo total (PT) y en Mansa, Techera y Pajarera para el nitrógeno total (NT). Ambos estuvieron correlacionados positivamente entre sí y con los SS, e inversamente correlacionados con $Z_{máx}$ y DS. El silicato reactivo (SiR) fue más elevado en lagunas con mayor cuenca. Las mayores concentraciones de nutrientes se encontraron en las lagunas que drenan hacia las lagunas costeras y presentan suelos de la Formación Laguna Merín (Fm Lm). La concentración de amonio (NH_4) fue generalmente baja salvo en Pajarera. El fósforo reactivo soluble (PRS) y el nitrato (NO_3) fueron máximos en Cisne (Tabla 2).

La clasificación trófica de los sistemas varió según las variables indicadoras consideradas. Diario, Escondida, García y Redonda fueron clasificadas como oligotróficas por su baja Clo a. Las lagunas clasificadas como hipereutróficas por tres o más índices fueron Chica, Cisne, Techera y Pajarera, mientras que las clasificadas como mesotróficas o hipereutróficas por menos indicadores fueron Chaparral, Clotilde, Escondida, García, Moros, Ponderosa y Redonda. Las que fueron clasificadas como oligo o mesoeutróficas por más indicadores se correlacionaron negativamente con los SS, Clo a, NT y PT. Por el contrario, los sistemas clasificados como hipereutróficos por más indicadores se relacionaron negativamente con $Z_{máx}$ y DS y positivamente con SS, Clo a, K_d , NT, PT y NO_3 .

En el ACP, dos lagunas se separaron del resto: Cisne con alto NO_3 , PRS, K_d , K y PT, y Pajarera con alta Alc, SiR, NT y NH_4 , ambas con alto MODC y SS. Además, se encontraron dos subgrupos de lagunas, uno con valores intermedios de SS y MODC que incluyó a Mansa, Diario, Barro y Chica, y otro con las lagunas restantes (12), mayoritariamente ubicadas en Formación La Angostura, y con la menor MODC y SS y mayor DS y $Z_{máx}$.

Fitoplancton

Clotilde y Blanca presentaron los mínimos y máximos de abundancia de fitoplancton, respectivamente. La riqueza de especies de fitoplancton (Sfito) fue variable, mientras que el número de especies dominantes (Sdom) fue menos variable. La abundancia de fitoplancton ($org\ ml^{-1}$ y $cél\ ml^{-1}$) y la Clo a estuvieron directamente correlacionadas entre sí e inversamente correlacionadas con Sdom. En la mayoría de las lagunas, los grupos

Tabla 1. Parámetros morfológicos de las 18 lagunas y sus cuencas. Se indica la media y desvío estándar (ds) para todas las lagunas. Zmax=profundidad máxima, AC/AL: cociente área cuenca-área total de las lagunas y AL/AHF: cociente área total de las lagunas-área de humedal. Ubicación de las lagunas respecto de la costa (costa) y de las lagunas costeras (Lagcost). Dirección de su eje máximo en relación a la costa y las lagunas costeras: paralelo (pa) y perpendicular (pe). Unidad de suelo: Balmeario Jaurequi (BJ), Laguna Merrin (LM) y Angostura (AN). Usos de los sistemas y su cuenca: ganadería extensiva (GE), agricultura (A), urbanización (U), forestación (F) y extracción de agua para potabilizar (EA).

Sistemas	Origen	Zmax (m)	Cuenca (ha)	Área total (ha)	Perímetro total (m)	Área espejo (ha)	Área humedal (ha)	ACIAL	AL/AH	Nº afluentes	Asociación y dirección eje máximo	Unidad de suelo	GE	A	U	F	EA	Número de usos
AGUADA	Natural	1.4	44.7	7.4	1657	1.1	6.3	6.1	1.2	0	Costa-pa	AN	0	0	0	0	0	2
BARRO	Natural	2	33.8	21.8	2333	13.5	8.3	1.5	2.6	0	Costa-pa	LM	0	0	0	0	0	2
BLANCA	Natural	3.3	540.6	67.7	3536	28.7	39.0	8.0	1.7	2	Costa-pa	AN	0	0	0	0	0	4
CHAPARRAL	Natural	2.2	84.5	3.8	912	1.2	2.7	22.3	1.5	1	Costa-pa	AN	0	0	0	0	0	2
CHICA	Natural	1.7	53.5	2.2	712	2.2	0	24.2	-	1	Lagcost-pe	LM	0	0	0	0	0	2
CISNE	Natural embalsada	3.5	4885.8	200.4	12292	157.2	49.6	24.4	4.6	6	Costa-pa	BJ	0	0	0	0	0	5
CLOTILDE	Natural	3.7	286.7	114.9	8501	17.7	97.2	2.5	1.2	0	Costa-pa	AN	0	0	0	0	0	2
DIARIO	Natural embalsada	1.8	2462.2	207.6	7917	61.8	145.8	11.9	1.4	7	Costa-pe	AN	0	0	0	0	0	2
ESCONDIDA	Natural	5.4	479.9	26.8	3291	10.8	16.0	17.9	1.7	5	Costa-pe	LM	0	0	0	0	0	5
GARCÍA	Natural	2.4	89.0	17.2	3294	5.2	12.0	5.2	1.4	0	Costa-pa	AN	0	0	0	0	0	4
MANSA	Natural	1.2	62.2	12.3	2717	1.8	10.6	12.6	1.6	4	Lagcost-pe	LM	0	0	0	0	0	1
MOROS	Natural	3.2	66.9	9.7	2757	1.0	8.8	6.9	1.1	2	Costa-pe	AN	0	0	0	0	0	2
NUEVA	Natural	0.9	73.8	2.3	997	0.5	1.8	31.8	1.3	0	Lagcost-pa	LM	0	0	0	0	0	2
NUTRIAS	Natural	1.5	44.7	64.0	5342	33.8	30.2	4.2	2.1	4	Lagcost-pe	LM	0	0	0	0	0	1
PONDEROSA	Natural	1.3	33.8	3.7	832	0.6	3.1	26.1	1.2	2	Costa-pa	AN	0	0	0	0	0	2
REDONDA	Natural	3.6	540.6	6.8	1220	4.7	2.1	26.4	3.3	3	Costa-pe	AN	0	0	0	0	0	2
TECHERA	Natural	1.2	84.5	3.0	940	1.0	2.0	14.4	1.5	1	Lagcost-pe	LM	0	0	0	0	0	2
PAJARERA	Artificial	1.2	-	-	-	-	-	-	-	0	-	AN	-	-	-	-	-	2
Media	-	2.3	573.5	45.4	3485	20.2	25.6	14.5	1.8	2	-	-	-	-	-	-	-	2.6
ds	-	1.2	1252.4	67.1	3267	38.9	39.7	9.8	0.9	2	-	-	-	-	-	-	-	1.2

Tabla 2. Medias y desvío estándar (ds) de las características limnológicas de las 18 lagunas. Se indica el estado trófico de acuerdo con DS, Clorofila *a* (Clo *a*) (mg l⁻¹), PT (mg l⁻¹) y NT (mg l⁻¹) de acuerdo con Håkanson (1980) y OECD (1983). Los tonos de gris de menor a mayor indican los estados: oligotrófico, mesotrófico, eutrófico y hipereutrófico. DS (m); SS (mg l⁻¹); K_d (m⁻¹); T (°C); OD (mg l⁻¹); K (mS cm⁻¹); Alc (mEl⁻¹); PRS (mg l⁻¹); NO₃ (mg l⁻¹); NH₄ (mg l⁻¹); SiR (mg l⁻¹) y MODC (nm⁻¹).

Laguna	DS	SS	Clo a	Kd	T	OD	pH	K	Alc	PRS	PT	NO3	NH4	NT	SiR	MODC
AGUADA	0.4	3.7	3.95	3.05	25.8	6.2	7.1	63	0.69	0.28	43.0	69.4	0.0	975	882	4.3
BARRO	0.3	28.0	4.90	7.59	26.3	5.7	6.0	187	0.24	5.96	32.8	156.5	25.6	884	855	5.5
BLANCA	0.7	8.9	3.43	1.41	25.2	8.1	7.5	223	1.21	0.47	51.9	56.7	0.3	1017	3518	3.2
CHAPARRAL	0.7	5.0	8.73	5.52	21.4	3.4	6.6	40	0.41	1.22	47.2	71.0	20.2	598	387	4.9
CHICA	0.1	48.7	46.48	10.77	23.6	9.2	6.5	68	0.25	0.56	90.5	88.4	4.9	1164	77	3.8
CISNE	0.1	30.1	4.17	11.48	25.1	6.2	7.2	327	1.85	328.9	413.0	208.8	36.7	1048	4848	6.0
CLOTILDE	1.8	0.2	4.11	1.66	25.5	5.9	7.0	70	0.70	0.00	27.7	48.8	0.0	451	3219	2.8
DIARIO	0.6	9.2	1.32	3.32	24.4	7.2	6.6	272	1.41	16.28	75.8	116.9	0.1	825	4640	6.3
ESCONDIDA	1.1	1.9	1.12	2.10	24.2	5.1	6.6	215	1.05	2.64	24.2	69.4	15.9	489	3865	5.1
GARCÍA	1.6	1.0	0.00	2.74	26.0	5.8	6.5	129	0.65	0.00	29.8	47.2	0.0	332	2252	3.6
MANSA	1.0	1.5	4.51	3.07	26.5	6.8	6.6	135	0.96	86.91	184.2	161.3	0.0	1534	2275	8.8
MOROS	1.0	1.5	13.98	1.58	24.0	1.2	7.1	180	1.39	10.12	28.7	83.7	11.1	437	3080	7.2
NUEVA	0.6	6.3	6.96	2.97	26.6	6.7	6.1	67	0.72	1.88	60.9	126.4	6.1	1160	305	6.4
NUTRIAS	0.5	8.2	3.34	4.32	24.1	7.1	6.8	30	0.25	16.65	99.8	110.6	12.4	1136	203	4.4
PONDEROSA	0.9	6.3	9.37	2.70	25.1	7.4	6.5	60	0.35	33.60	86.5	107.4	25.8	888	1130	6.1
REDONDA	2.0	0.9	1.55	0.80	27.0	5.9	7.3	73	1.16	0.00	23.9	28.2	7.5	514	2863	2.8
TECHERA	0.7	15.7	13.67	2.34	26.8	7.1	6.4	134	0.55	0.75	37.9	88.4	5.3	1681	203	6.0
PAJARERA	0.3	31.3	13.81	2.92	28.0	6.7	7.1	150	1.55	1.99	179.8	86.8	194.6	2691	4189	6.3
Media	0.8	11.6	8.1	3.9	25.3	6.2	6.8	135	0.9	28.2	85.4	95.9	20.4	990	2155	5.2
ds	0.5	13.8	10.6	3.1	1.5	1.8	0.4	85.0	0.5	77.9	95.0	45.7	44.8	567	1675	1.6

dominantes fueron cianobacterias coccales pequeñas, nanoflagelados y picoplancton. Siete lagunas presentaron una combinación de estos tres grupos, mientras que en otras siete no se observaron las cianobacterias coccales. Sólo en Blanca y Techera dominaron las cianobacterias filamentosas, con algunas clorofitas clorococcales coloniales y picoplancton. Si bien en ningún caso se registró una floración algal, Chica presentó una alta abundancia de *Microcystis* spp. Techera y Clotilde tuvieron la mayor Sfito y menor abundancia, y Pajarera y Blanca la mayor abundancia y menor Sfito. Los mayores Sdom se encontraron en Chica, Escondida, Nutrias, Barro, Ponderosa, Diario y García, presentando valores medios de las otras variables fitoplanctónicas (Tabla 3).

Macrófitas

Se observó un importante gradiente de cobertura de macrófitas entre lagunas. El PVI total fue máximo en Aguada, Techera y Nueva (90-100%), seguidas de Chaparral, Mansa y Ponderosa con muy alta cobertura, mientras que Barro, Chica, Nutrias, Cisne y Pajarera no presentaron plantas sumergidas. Se registraron 18 especies de macrófitas, en su mayoría sumergidas. *Cabomba carolineana* fue la más representada, seguida de *Potamogeton illinoensis* y *Ceratophyllum demersum*. Muchas de las especies ocurrieron sólo en una o dos lagunas. La

máxima riqueza de macrófitas (S_{mac}) fue 5 en Escondida, Nueva y Aguada. Las especies con mayor PVI fueron *C. carolineana* (PVI mayor a 90% en Aguada, Techera y Chaparral, principalmente) y *Potamogeton pusillus* (ca. 70% en Mansa) (Tabla 4).

Zooplankton

La abundancia de zooplankton fue media a baja, con abundancias mínimas en Barro y máximas en Nutrias. Generalmente, el grupo dominante en términos de abundancia fue el de los copépodos, seguido de rotíferos y en tercer lugar cladóceros (en dos lagunas). El estadio larval de copépodos (nauplio) incluyó calanoides y ciclopoides. Se registraron filtradores de materia orgánica en suspensión, herbívoros, herbívoros facultativos y omnívoros y/o carnívoros, siendo los dos primeros grupos los más abundantes. Los hábitat más representados fueron litoral y pelágico, seguidos de bentónico y litoral/bentónico. El número de especies zooplanktonicas (S_{zoo}) fue alto en la mayoría de los casos y estuvo directamente asociado a los grupos taxonómicos. Chica tuvo mayor S_{zoo} (41), fundamentalmente debido a rotíferos y nauplios, mientras que Escondida presentó el mínimo S_{zoo}. Con respecto a las especies dominantes, Pajarera tuvo 13 especies, mientras que Clotilde sólo tres (Tabla 3).

Tabla 3. Características de las comunidades de fitoplancton (fito) y zooplancton (zoo) de las 18 lagunas estudiadas. Se indica la media y desvío estándar (ds) para todas las lagunas. Se indica abundancia de organismos (Org ml⁻¹) y de células (Cél ml⁻¹) de fitoplancton y abundancia de organismos de zooplancton (Org.l¹), número de especies (S), número de especies dominantes en número de organismos (Sdom), número de grupos taxonómicos de zoo (Tax), número de grupos tróficos de zoo (GT), número de hábitat utilizados por zoo (Hab), y grupos y géneros a los que pertenecen las especies dominantes.

Laguna	Fito Org ml-1	Fito Cél ml-1	S fito	Sdom fito	Grupos y géneros dominantes de fitoplancton	Zoo Org l-1	S Zoo	Sdom zoo	Tax zoo	GT zoo	Hab zoo	Grupos y géneros dominantes de zooplancton
AGUADA	119.5	712.6	85	2	Picoplancton	512.7	23	10	6	3	5	<i>Lecane, Macrocyclus, Chydorus</i> , nauplios
BARRO	11.8	16.6	100	5	Picoplancton, flagelados y criptofitas	42.8	18	10	5	4	3	<i>Notodaptornus</i> , nauplios
BLANCA	610.3	2023.2	33	4	Cianobacterias filamentosas y picoplancton	649.3	21	5	5	4	5	<i>Keratella, Notodaptornus</i> , nauplios
CHAPARRAL	142.4	320.2	121	2	Picoplancton	173.3	30	5	7	4	6	<i>Eurycerus</i> , nauplios, ciclopoideos
CHICA	37.8	87.3	67	5	<i>Microcystis, Botryococcus</i> , picoplancton y picoflagelados	287.6	41	8	6	3	4	<i>Keratella, Polyarthra</i> , nauplios, ciclopoideos
CISNE	31.6	32.6	50	3	Picoplancton y picoflagelados	496.7	20	11	5	4	4	<i>Hexarthra, Pompholix, Notodaptornus</i> , <i>Bosmina</i>
CLOTILDE	1.9	5.3	113	4	Cianobacterias coccales pequeñas, pico y nanoplancton	405.7	21	3	6	4	4	<i>Ceratodaphnia</i> , ciclopoideos
DIARIO	10.2	31.8	50	4	Flagelados, criptofitas y crisófitas	88.0	26	9	5	2	4	<i>Ascomorpha, Keratella</i> , nauplios
ESCONDIDA	5.6	8.8	57	5	Picoplancton, picoflagelados, clorofitas pequeñas sin flagelo	209.6	9	6	5	4	3	<i>Diaphanosoma, Notodaptornus</i> y nauplios
GARCÍA	4.0	4.2	80	4	Picoplancton, flagelados y criptofitas	332.2	10	8	5	4	4	<i>Brachionus</i> , ciclopoideos, <i>Ceratodaphnia</i>
MANSA	279.9	646.8	50	3	Picoplancton y cianobacterias coccales pequeñas	143.9	14	9	6	3	4	<i>Conochilus</i> , nauplios
MOROS	147.0	681.3	26	2	Picoplancton	111.8	13	8	3	2	4	<i>Synchaeta</i> , nauplios
NUEVA	194.5	791.3	65	2	Cianobacterias coccales pequeñas y picoplancton	106.5	22	6	4	3	5	Ciclopoideos, nauplios, <i>Macrothrix</i>
NUTRIAS	2.8	13.0	49	5	Cianobacterias coccales pequeñas, clorofitas unicelulares sin flagelo, picoplancton	1811.0	16	9	5	3	3	<i>Brachionus, Conochilus, Hexarthra, Keratella</i> , nauplios, <i>Bosmina, Diaphanosma</i>
PONDEROSA	18.8	44.6	110	5	Cianobacterias coccales pequeñas, chlorococcales y picoplancton	202.9	26	8	7	3	3	Ciclopoideos, nauplios, <i>Chydorus</i>
REDONDA	5.3	7.9	47	3	Picoplancton y picoflagelados	51.8	25	10	6	3	5	Ciclopoideos, nauplios
TECHERA	79.4	213.9	134	4	Cianobacterias filamentosas, <i>Botryococcus</i> y picoplancton	259.3	19	5	6	3	5	<i>Colurella</i> , nauplios, <i>Alona, Chydorus</i> , <i>Ilyocryptus</i>
PAJARERA	602.3	4099.5	46	3	Picoplancton y coccales pequeñas	1070.8	22	13	6	2	3	<i>Brachionus, Pterygura, Filinia, Notodaptornus</i> y nauplios
Media	128.1	541.2	71.3	3.6	-	386.4	20.9	7.9	5.4	3.2	4.1	-
ds	191.2	1023.4	32.2	1.1	-	438.3	7.6	2.5	0.98	0.73	0.90	-

Tabla 4. Especies de plantas acuáticas registradas en las 18 lagunas. El PVI promedio (en rangos) incluye únicamente a aquellas lagunas en las que se registró la especie. Se indican las formas de vida: S: sumergida, SL: sumergida libre, EF: enraizada de hojas flotantes y E: emergente.

Especie	Forma de vida	Lagunas donde fueron registradas	PVI medio (%)
<i>Potamogeton pusillus</i>	S	Diario, Mansa	40-50
<i>Potamogeton gayi</i>	S	Diario, García	10-20
<i>Potamogeton ferrugineus</i>	S	Aguada, Escondida, Techera	10-20
<i>Potamogeton illinoensis</i>	S	Aguada, Clotilde, Diario, Escondida	10-20
<i>Potamogeton montevidensis</i>	S	Nueva	10-20
<i>Potamogeton</i> sp. (hoja ancha)	S	Redonda	30-40
<i>Potamogeton</i> sp. (hoja fina)	S	Escondida	10-20
<i>Egeria densa</i>	S	Blanca	10-20
<i>Myriophyllum quitense</i>	S	Diario	1-10
<i>Myriophyllum aquaticum</i>	S	Nueva, Escondida	20-30
<i>Cabomba carolineana</i>	S	Aguada, Chaparral, Clotilde, Ponderosa, García, Nueva, Redonda, Techera	50
<i>Ceratophyllum demersum</i>	S	Aguada, Blanca, Clotilde, Escondida, Moros	1-10
<i>Chara</i> sp.	S	Aguada, Redonda	10
<i>Nitella</i> spp.	S	Mansa	1-10
<i>Utricularia</i> sp.	SL	Nueva	40-50
<i>Nymphoides indica</i>	EF	Clotilde	1-10
<i>Hydrocleis nymphoides</i>	EF	Mansa	1-10
Gramínea	E	Nueva, Techera	20-30

Peces

Se registró un total de 32 especies de peces. Clotilde presentó el mayor número de especies (Spec) (18). Le siguieron, en orden decreciente, Cisne, Diario y Pajarera (14), García (12), Mansa y Aguada (8), Nutrias (7), Escondida (6) y Techera, Ponderosa y Chaparral (4). Los ambientes con menor Spec fueron Chica con 3 y Blanca con 2, mientras que Nueva careció de peces. Las especies más comunes fueron *Jenynsia multidentata* (overito), *Cnesterodon decemmaculatus* (madrecita) y *Cheirodon interruptus* (mojarra). La mayor parte de las especies pudieron ser clasificadas como omnívoras. Casi todas las lagunas presentaron por lo menos dos tipos de omnívoros, siendo los más comunes los planctívoros e insectívoros. En 13 de las 18 lagunas se registró al menos una especie carnívora. Blanca, García, Techera, Chaparral y Nueva no presentaron este grupo trófico (Tabla 5).

Análisis conjunto

El análisis de correlación entre los distintos indicadores de diversidad y abundancia mostró que la riqueza total (Stotal) estuvo significativamente correlacionada con Sfito. Se observó un aumento (no significativo) de Stotal con el PVI, mientras que Spec disminuyó con esta variable. La Smac estuvo relacionada positivamente con DS y negativamente con SS. El PVI total se relacionó negativamente con SS, y el área y eje máximo del espejo de agua. Alag también se asoció negativamente con Clo a. Se observó una relación negativa entre el número de afluentes que recibe cada laguna y Sfito y Stotal. Zmáx se correlacionó negativamente con Clo a y la abundancia del fitoplancton. Para los peces, los tres

indicadores de diversidad (Spec, número de especies únicas y número de grupos tróficos) tuvieron correlaciones positiva y significativamente con diversos parámetros morfológicos y de la cuenca, así como con Alc y SiR. La Clo a fue menor en aquellos sistemas donde se extrae agua.

Las lagunas con mayor Smac fueron las más transparentes (DS y K_d), las que presentaron mínimos SS, PT y NH_4 . No se encontraron relaciones claras entre PVI y la concentración de nutrientes en el agua. Por otro lado, el nitrógeno inorgánico disuelto (NID) y NT afectaron positivamente a Clo a y la abundancia de fitoplancton. La Zmáx, DS, *P. pusillum*, Smac, *Cichlasoma facetum* y *Synbranchus marmoratus* fueron significativamente mayores en las lagunas transparentes, mientras que SS, K_d , OD, PT, NO_3 , NID, NT, abundancia de células de fitoplancton, peces omnívoros-bentívoros, *C. decemmaculatus* y Szoo fueron significativamente mayores en el estado turbio.

Índice de vulnerabilidad

El modelo multicriterio empleado indicó que el estado trófico, el PVI total, la presencia/ausencia de cladóceros y la relación AH/AL (ver abreviaciones en Tabla 1) fueron los criterios de mayor peso para promover o mantener un estado turbio. Las lagunas que actualmente están en estado turbio y tienen la mayor aptitud para mantenerlo son Chica y Pajarera (A máximo), seguidas de Barro, Blanca, Cisne, Diario, Nutrias y Techera, debido al mayor número de indicadores de hipereutrofia, ausencia o baja cobertura de plantas sumergidas y reducida zona litoral (Tabla 6).

DISCUSIÓN

Características abióticas

Las características abióticas de las lagunas estudiadas fueron organizadas en cinco grupos de mayor a menor variabilidad y efecto en las comunidades biológicas (Fig. 2). Elevado oxígeno disuelto, mezcla y pH levemente ácido a neutro fueron la norma. La MODC, con mayor variabilidad, fue en general elevada y principalmente autóctona, siendo probablemente generada en el humedal litoral de cada ambiente, con excepción de Mansa, donde se hipotetizan aportes terrestres. Con una variabilidad algo mayor se observaron las características asociadas a la turbidez, que fue la condición dominante y que se debió principalmente a SS inorgánicos (particularmente en Cisne), excepto en Chica donde se debió al fitoplancton. Cabe destacar que si bien Techera, Nueva, Aguada, Mansa, Ponderosa y Chaparral presentaron DS menor a 1 m, esto fue debido al efecto de sombreado de las plantas sumergidas, por lo que los índices de estado trófico deben ser analizados con precaución. Entre los factores fisicoquímicos de la columna de agua, la concentración de los nutrientes fue la más variable. Es interesante destacar las altas concentraciones de NH_4 , NT y PT en Pajarera, debido a la abundancia de aves y al desagüe de aguas servidas desde la pajarera del Parque Santa Teresa. Por otra parte, Cisne presentó elevados niveles de NO_3 y PT, pudiéndose relacionar al intenso uso del suelo en su cuenca, al igual que para Mansa, donde las altas concentraciones de PT y NT podrían deberse a un aporte alóctono, como lo indicó el tipo de MODC. Finalmente, los usos, características morfométricas y de cuenca, así como SiR, Alc y K presentaron la mayor variabilidad, formando un gradiente desde valores mínimos en Chica

a mayores en Diario. La clasificación de los sistemas en cuanto a su calidad de agua no fue clara en todos los casos. En este sentido se remarca la necesidad de aplicar un índice de vulnerabilidad.

Comunidades biológicas e indicadores de diversidad

Se encontró que todas las comunidades biológicas estudiadas son importantes para la explicación de la variabilidad de la diversidad total, seleccionándose al menos un índice como indicador de diversidad de cada una. Se incluyeron cinco índices de diversidad (Stotal, Gtro peces, Sdom zoo, Gtro zoo, Gtax zoo) y tres índices de abundancia (Org zoo, Org Fito y PVI total) (ver abreviaciones en Tabla 3). La mayor Sfito en comparación con la riqueza de las demás comunidades condicionó al Stotal. Como era de esperar, las lagunas con mayor abundancia de organismos planctónicos mostraron la menor diversidad, mientras que aquellos con mayor PVI presentaron los mayores valores. La comunidad zooplanctónica fue la más variable por estar afectada por un mayor número de factores y probablemente por ser la más sensible a cambios ambientales. Sus índices varían diferencialmente en las lagunas con mayor abundancia de peces o de plantas. Esto podría permitir la utilización del zooplancton como única comunidad para la evaluación rápida de la diversidad general de estos sistemas, más aún considerando que los índices asociados a otras comunidades también lo estuvieron con los índices de zooplancton seleccionados. Para una mayor confiabilidad en estos resultados y su aplicación sería necesario estudiar además la comunidad zoobentónica y realizar una evaluación temporal.

Figura 2. Esquema que resume las características de cuenca y del agua de las 18 lagunas. Se representa los rangos y formas de variación de las variables ambientales de cuenca y agua en función de su desvío ponderado por su media. En ambos casos, el gradiente de blanco a gris oscuro representa menor a mayor variabilidad. Los factores de cuenca (pirámide) tuvieron la mayor variabilidad, mientras que los factores del agua (círculos concéntricos) presentaron menor variación. A la derecha se ordenan las lagunas de menor a mayor variabilidad estimada de los factores; e.g. de menor a mayor tamaño (excepción Pajarera). Se indica el estado de transparencia (gris: turbio; blanco: claro) y una estimación de su calidad de agua (de buena: blanca, a mala: gris oscuro). Las flechas gruesas indican correlaciones significativas entre los factores ambientales, las finas señalan las lagunas más relevantes para cada factor. * Indica casos no claramente clasificables con la metodología aplicada.

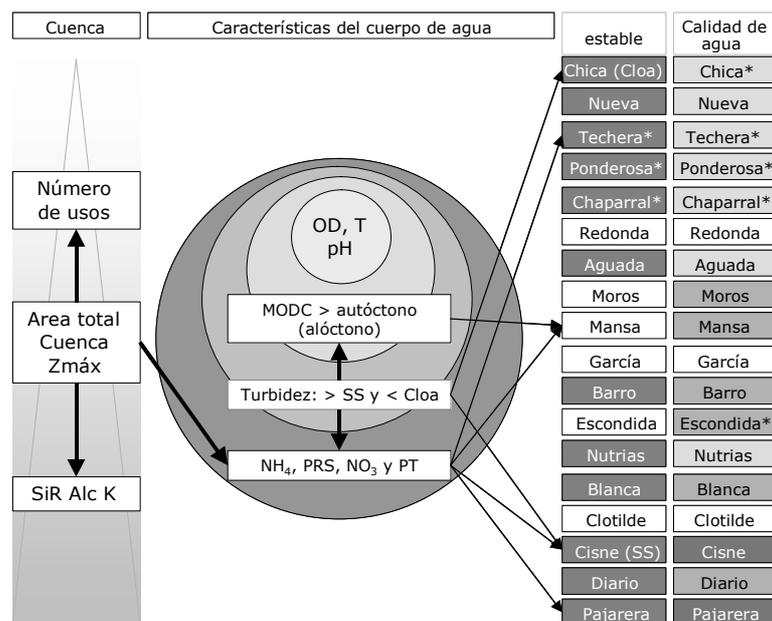


Tabla 5. Lista de las especies de peces registradas. La clasificación en grupos tróficos se basa en los hábitos alimenticios más frecuentes en ambientes de la región para las mismas especies o similares.

Especie	Laguna donde fue registrada	Grupo trófico
<i>Astyanax eigenmanniorum</i>	Clotilde, García, Pajarera	Omn (insectívoro, planctívoro, bentívoro)
<i>Astyanax fasciatus</i>	Cisne	Omn (insectívoro, bentívoro)
<i>Astyanax</i> sp.	Nutrias	Omn (insectívoro, planctívoro, bentívoro)
<i>Bryconamericus iheringi</i>	Diario	-
<i>Callichthys callichthys</i>	Redonda	-
<i>Charax stenopterus</i>	Cisne, Clotilde	-
<i>Characidium rachovii</i>	Diario, Mansa, Clotilde, Redonda, Pajarera	Omn bentívoro
<i>Cheirodon interruptus</i>	Cisne, Barro, Escondida, Techera, Mansa, Nutrias, Chaparral, Ponderosa, Aguada, Redonda, Pajarera	Omn planctívoro
<i>Cheirodon</i> sp.	Cisne, Pajarera	-
<i>Crenicichla scotti</i>	Diario	Carnívoro /omn insectívoro
<i>Cichlasoma facetum</i>	Cisne, Diario, Escondida, Clotilde, García, Aguada, Moros	Omn insectívoro
<i>Cnesterodon decemmaculatus</i>	Diario, Blanca, Escondida, Mansa, Nutrias, Chica, Clotilde, García, Aguada, Moros, Redonda, Pajarera	Omn planctívoro
<i>Corydoras paleatus</i>	Cisne, Diario, Chica, Mansa, Nutrias, Clotilde	Omn (planctívoro, bentívoro)
<i>Cyphocharax voga</i>	Cisne, Techera, Mansa, García, Moros	Detritívoro
<i>Diapoma terofalli</i>	Cisne, Diario	-
<i>Gymnogeophagus</i> sp.	Cisne, Diario, Barro	Omn (planctívoro, bentívoro)
<i>Heptapterus</i> sp.	García, Aguada, Moros	-
<i>Hoplias malabaricus</i>	Escondida, Mansa, Pajarera	Carnívoro
<i>Hyphessobrycon boulengeri</i>	Pajarera	Omn planctívoro
<i>Hyphessobrycon luetkeni</i>	Diario, Clotilde, García, Pajarera	Omn planctívoro
<i>Hyphessobrycon meridionalis</i>	Pajarera	Omn planctívoro
<i>Hyphessobrycon reticulatus</i>	Clotilde, García, Aguada, Moros, Pajarera	Omn planctívoro
<i>Hyphessobrycon</i> sp.	Clotilde	Omn planctívoro
<i>Hypostomus</i> sp.	Cisne, Clotilde	-
<i>Hysonotus maculipinnis</i>	Cisne	-
<i>Jenynsia multidentata</i>	Diario, Blanca, Barro, Escondida, Chica, Techera, Mansa, Nutrias, Chaparral, Ponderosa, Clotilde, García, Redonda	Omn insectívoro
<i>Mimagoniates inequalis</i>	Clotilde	-
<i>Odontesthes bonariensis</i>	Diario	Carnívoro
<i>Oligosarcus jenynsii</i>	Cisne, Diario, Mansa, Nutrias, Clotilde, García	Carnívoro
<i>Parapimelodus valenciennis</i>	Cisne	-
<i>Phalloceros caudimaculatus</i>	Techera, Chica, Clotilde, García, Aguada, Mansa, Redonda, Pajarera	Omn planctívoro
<i>Pimelodella australis</i>	Barro, Clotilde	Omn bentívoro
<i>Platanichthys platana</i>	Diario	-
<i>Pseudocorynopoma doriae</i>	Pajarera	-
<i>Rhamdia quelen</i>	Cisne, Diario, Nutrias, Ponderosa, Clotilde, García, Aguada, Pajarera	Carnívoro/Omn bentívoro
<i>Synbranchus marmoratus</i>	Escondida, Chica, Ponderosa, Clotilde, García, Moros, Redonda, Pajarera	Carnívoro

Relación entre las comunidades y los factores ambientales

Como era de esperar, los sistemas que presentaron un estado de agua clara, con mayor PVI y menores nutrientes, fueron los más diversos y con menor abundancia planctónica. No se encontraron relaciones claras entre PVI y los nutrientes del agua. Se observó que las variables abióticas no aportaron a la explicación de las

biológicas, presentando una variabilidad mucho menor. El PVI parecería ser el principal condicionante. El PVI total promovió la diversidad, probablemente a través del aumento de la heterogeneidad ambiental, generando mayor oferta de nichos y permitiendo la colonización y el crecimiento de distintas especies planctónicas, pero no de peces.

Tabla 6. Matriz de valoración de criterios del modelo multicriterio. Se indican los valores que toman los criterios sin transformar y los pesos relativos (w), resultantes de la ponderación utilizada, para Pajarera y las restantes lagunas. * Indica criterios transformados, los restantes fueron valorados por variables de presencia/ausencia y no debieron ser transformados. A: Aptitud. AC/AL: relación área de la cuenca y de la laguna; AH/AL: relación área del humedal y de la laguna. En gris y negro se indican las lagunas que presentaron aptitud creciente para mantener o cambiar a un estado de agua turbia.

Laguna	Veces clasificada como hipereutrófica*	PVI Total*	Cladóceros	Piscívoros	Cianobacterias	AC/AL*	AH/AL*	Número de usos *	A
AGUADA	2	100	0	0	0	6.1	0.85	2	0.2
BARRO	2	0	1	0	0	1.5	0.38	3	0.6
BLANCA	2	15	1	1	0	8	0.58	4	0.6
CHAPARRAL	1	75	1	1	0	22.3	0.68	2	0.4
CHICA	3	0	1	0	1	24.2	0.00	2	0.8
CISNE	3	0	0	0	0	24.4	0.22	5	0.7
CLOTILDE	0	30	1	0	0	2.5	0.85	3	0.3
DIARIO	2	40	1	0	0	11.9	0.70	2	0.5
ESCONDIDA	0	15	0	0	0	17.9	0.60	5	0.3
GARCIA	0	5	0	1	0	5.2	0.70	4	0.3
MANSA	2	70	1	0	0	12.6	0.64	1	0.4
MOROS	1	20	1	0	0	6.9	0.90	2	0.4
NUEVA	2	90	1	1	0	31.8	0.77	2	0.4
NUTRIAS	2	0	0	0	0	4.2	0.47	1	0.5
PONDEROSA	1	70	1	0	0	26.1	0.83	2	0.3
REDONDA	0	60	1	0	0	26.4	0.31	2	0.3
TECHERA	3	95	1	1	0	14.4	0.66	2	0.5
PAJARERA	4	0	1	0	0	-	-	1	0.8
w Pajarera	0.47	0.23	0.15	0.02	0.04	-	-	0.09	
w restantes lagunas	0.36	0.22	0.12	0.02	0.04	0.02	0.15	0.07	

Una baja $Z_{máx}$, menor tamaño de laguna y cuenca, y un alto número de afluentes favorecieron la diversidad general y el desarrollo de las macrófitas. Sin embargo, la diversidad de los peces se comportó en forma inversa, ya que fue favorecida por mayor área y cuenca y por tanto con menor PVI. En las lagunas más grandes, el viento ejerce mayor fricción y la columna de agua es más turbulenta, dificultando el establecimiento de plantas sumergidas (Scheffer 1998). Además, en sistemas más profundos, las plantas sumergidas se restringen a zonas litorales someras, disminuyendo el PVI total. Si bien los sectores litorales y las áreas vegetadas en general presentan mayor riqueza y abundancia de peces, la mayor abundancia y cobertura de macrófitas no favoreció la riqueza de dicha comunidad.

Vulnerabilidad: usos actuales y potenciales

La influencia del uso de la cuenca en las características ecológicas fue variable, no evidenciando relaciones claras. Las relaciones encontradas se asociaron a las características de las cuencas como tamaño y tipo de suelo. Esto podría deberse en parte al tipo de análisis realizado (descriptivo, sin cuantificación de los usos) y probable-

mente a la importancia relativa del agua subterránea que alimenta a estas lagunas, en relación al agua superficial. Las lagunas pequeñas y poco profundas con pocos usos serían las menos afectadas y las más afectadas las de mayor tamaño y profundidad, más adecuadas para un mayor número de usos.

En la aplicación del índice multicriterio, los índices de estado trófico fueron los que presentaron mayor peso, condicionando una mayor aptitud al pasaje a un estado turbio. Un mayor aporte de nutrientes desde la cuenca por un cambio del uso del suelo, podría disminuir la calidad del agua de estos ambientes. Las alteraciones en el PVI y del humedal litoral (segunda y tercera variable de mayor peso en el modelo, respectivamente) presentaron gran importancia en la resistencia al pasaje a una fase de agua turbia. Esto es muy importante al considerar los intereses de los administradores de plantas de potabilización (Blanca) y de vecinos (Diario) de disminuir o eliminar las macrófitas, así como el desarrollo urbano que promueve la desecación y relleno de los humedales litorales, disminuyendo su función de amortiguador de los impactos desde la cuenca. En cuarto lugar se ubicaron los criterios de trama trófica (presencia

de cladóceros y piscívoros), que dependieron fuertemente del PVI y por tanto de manera indirecta de los cambios de uso en la cuenca. Alteraciones en la comunidad de peces podrían tener consecuencias ecológicas en cascada, favoreciendo un estado turbio (Scheffer 1998), aspecto relevante ya que la introducción de peces es cada vez más común tanto por vecinos (Escondida) para "enriquecer" la comunidad y por empresas potabilizadoras para "controlar" la vegetación acuática con carpas herbívoras (Blanca, acción no concretada).

Es importante destacar que de las lagunas con mayor aptitud para desarrollar fases de agua turbia, dos no presentan humedal litoral y cinco no tienen vegetación sumergida. El elevado valor de A de Techera podría deberse a una sobrestimación del índice de estado trófico en función del DS, dado la abundancia de plantas sumergidas que atenuarían la luz. Dicho índice debe ser analizado con precaución en lagunas con gran abundancia de plantas y SS inorgánicos (Wetzel 2001). De las ocho lagunas con mayor A, tres son utilizadas para extracción de agua, por lo que deben tomarse medidas de prevención del pasaje a un estado turbio y el desarrollo de floraciones algales potencialmente tóxicas (la presencia de dichas algas ya fue registrada en Blanca por Mazzeo *et al.* 2001b). Esto se vuelve más crítico para Cisne, dado que la concentración de PT, PRS y NO₃ al menos se duplicó desde 1987-1989 (comparación realizada a partir de Mazzeo *et al.* 1995).

Según las crecientes demandas de agua en la costa, principalmente en verano, se requieren nuevas fuentes de agua para potabilización. En tal sentido Clotilde, Escondida, García, Nutrias y Redonda son fuentes potenciales, debido a su tamaño, profundidad, calidad del agua y baja A. Algunas de estas ya son utilizadas o están consideradas por OSE. Sin embargo, estas deberían contar con estudios más completos de su funcionamiento natural, que permitan implementar medidas de manejo para evitar el deterioro de su calidad de agua.

PRIORIDADES Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

Se debería cuantificar la importancia de estos ambientes como reservorio y refugio de especies y evaluar su conectividad con otros sistemas acuáticos, para conocer el grado de amenaza del desarrollo humano sobre las especies costeras. Con ciertas restricciones, la extracción de agua podría ser compatible con la conservación de la biodiversidad. En este sentido, se debería determinar y mantener un volumen mínimo que permita satisfacer la demanda y el funcionamiento natural de los ecosistemas. Para disminuir los costos y mejorar la calidad del servicio de agua potable se deberían determinar los efectos de la MODC en los procesos de potabilización e iniciar procesos de restauración en algunos sistemas (e.g. Cisne y Blanca). Finalmente, el monitoreo de estos ecosistemas es fundamental, tanto para determinar su funcionamiento natural como para evaluar los cambios asociados a sus usos.

IMPLICANCIAS PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO

Comúnmente, los sistemas destinados a abastecimiento de agua potable son seleccionados únicamente en función de su adecuación al uso específico, sin considerar las implicancias para la conservación de la biodiversidad o de otros usos potenciales. Cisne y Chica presentaron indicadores de deterioro de la calidad del agua determinados por SS y presencia de algas potencialmente tóxicas, respectivamente; en el primer caso por efecto del embalsado del sistema y en el segundo por una aceleración de la sedimentación por caminería inadecuada. Por otra parte, en la Laguna Blanca como resultado de la extracción de agua para su potabilización, se han registrado alteraciones importantes del volumen de agua, con efectos en sus comunidades biológicas (Mazzeo *et al.* 2001a; 2001b). La pérdida del humedal litoral debido a la urbanización en zonas inundables es un problema inminente y amenaza a varias lagunas (e.g. Diario, Techera, Blanca).

La conservación de la biodiversidad y de la calidad del agua implican una planificación de las actividades en la cuenca y en las lagunas, excluyendo o regulando a la agricultura intensiva, evitando la introducción de especies exóticas e impidiendo el drenado de bañados. Estas lagunas son los últimos relictos de biodiversidad en extensos tramos de costa, por lo que su conservación debe ser una prioridad.

AGRADECIMIENTOS

Al Fondo Clemente Estable por la financiación brindada, a Aguas de la Costa S.A. por permitirnos utilizar sus instalaciones y a la familia Gambarotta y Uriarte por permitirnos transformar sus casas en estaciones de campo. A quienes colaboraron en las salidas de terreno: Juan Clemente, Lucía Boccardi, Diego Larrea, Franco Teixeira de Mello, Marcelo Loureiro, Maximiliano Clavijo, Roberto Ballabio, Héctor Caimaris (Guardaparque de Las Garzas), Dermot McKee y Gabriela Meerhoff. A Silvana Masciadri por la identificación taxonómica de las macrófitas. A los implementos que permitieron desenterrar la camioneta en numerosas ocasiones.

REFERENCIAS

- APHA** 1985 Standard methods for the examination of water and wastewater. APHA/AWWA/WPCF, Washington D. C. 1268 pp
- Arocena R & D Conde** (eds) 1999 Métodos en ecología de aguas continentales con ejemplos de Limnología en Uruguay. DI.R.A.C., Facultad de Ciencias, Montevideo. 233 pp
- Banai-Kashani R** 1989 A new method for site suitability analysis: The Analytic Hierarchy Process. *Environmental Management* 13(6):685-693
- Bonomi A** 1984 Estudio taxonómico de algunas Desmidiaceae de la "Laguna Clotilde", Departamento de Rocha, ROU. Tesis de Licenciatura en Ciencias Biológicas, Facultad de Humanidades y Ciencias (Universidad de la República), Montevideo (Inédita)
- Canfield DE Jr Shireman JV Colle DE & WT Haller** 1984 Prediction of chlorophyll a concentrations in Florida lakes: importance of aquatic macrophytes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 41:497-501

- Canzani G & R Varela** 1984 Introducción al estudio ecológico del zooplancton de la Laguna Briozzo (Dpto de Rocha). Tesis de Licenciatura en Ciencias Biológicas, Facultad de Humanidades y Ciencias (Universidad de la República), Montevideo. 157 pp (Inédita)
- Crosa D Gorga J Ferrando J & N Mazzeo** 1990 Aspectos morfológicos del embalse Del Cisne (Canelones, Uruguay) Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral 21(1):81-90. Santa Fe
- Guillard RR** 1978 Counting Slides. Pp 182-189 *In*: Sournia (ed) Phytoplankton Manual. Unesco, Paris
- Hakanson L** 1980 An ecological risk index for aquatic pollution control, a sedimentological approach. Winter Research 14: 975-1101
- Huszar VL Silva LH Domingos P Marinho M & S Melo** 1998 Phytoplankton composition is more sensitive than OECD criteria to the trophic status of three Brazilian tropical lakes. Hydrobiologia 369-370:59-71
- Malczewski J** 1999 GIS and multicriteria decision analysis. Wiley & Sons, Canada. 392 pp
- Mazzeo N Crosa D & R Sommaruga** 1993 Productividad y variación estacional de la biomasa de *Pistia stratiotes* L. en el embalse Del Cisne, Uruguay. Acta Limnológica Brasileña 6:186-195
- Mazzeo N Gorga J Crosa D Ferrando J & W Pintos** 1995 Spatial and temporal variation of physicochemical parameters in a shallow reservoir seasonally covered by *Pistia Stratiotes* L. in Uruguay. Journal of Freshwater Ecology 10(2):141-149
- Mazzeo N García F Gorga J Kruk C Lacerot G Larrea D Loureiro M Meerhoff M Quintans F & L Rodríguez-Gallego** 2001a Is the infestation by *Egeria densa* detrimental for water quality? Proceeding del 9th International Conference on the Conservation and Management of Lakes (Shiga,) 4BO05:171-174
- Mazzeo N Kruk C Meerhoff M Quintans F Lacerot G Gorga J Rodríguez-Gallego L Loureiro M García F Scharf B & D Larrea** 2001b Evaluación de la calidad del agua de la Laguna Blanca: sus causas y respuestas. Financiamiento: Aguas de la Costa y CSIC. (Inédito)
- Mazzeo N Rodríguez-Gallego L Kruk C Meerhoff M Gorga J Lacerot G Quintans F Loureiro M Larrea D & F García-Rodríguez** 2003 Effects of *Egeria densa* Planch. beds on a shallow lake without piscivorous fish. Hydrobiologia (506-509): 591-602
- McKnight DE Boyer P Westerhoff P Doran T Kulbe Alfred-Wegener & D Andersen** 2001 Spectrofluorometric characterization of dissolved organic matter for indication of precursor organic material and aromaticity. Limnology and Oceanography 46(1):38-48
- MGAP** 1994 Compendio actualizado de información de suelos del Uruguay (1:1.000.000).
- Moss B** 1998 Shallow lakes, biomanipulation and eutrophication. Scope Newsletter (29). 40 pp
- OECD** 1982 Eutrophication of waters. Monitoring, assessment and control. OECD, Paris
- Paggi JC & J de Paggi** 1974 Primeros estudios sobre el zooplancton de aguas lólicas del Paraná Medio. Physis (Sección B) 33:94-114
- PROBIDES** 1999 Plan Director. Reserva de Biosfera Bañados del Este/Uruguay. Rocha, 159 pp
- Ryding S O & W Rast** 1992 El control de la eutrofización en lagos y pantanos. Ediciones Pirámide, Madrid. 375 pp
- Salas H & P Martino** 1990 Metodologías simplificadas para la evaluación de eutrofización en lagos cálidos tropicales. CEPIS/HPE/OPS. 51 pp
- Scasso F** 2002 Ambientes acuáticos de la zona costera de los humedales del este. Estado actual y estrategias de trabajo. PROBIDES, Documentos de Trabajo (43) 40 pp. Rocha
- Scheffer M** 1998 Ecology of shallow lakes. Population and Community Biology. Series 22. Chapman & Hall, Lelystad. 384 pp
- Wetzel RG** 2001 Limnology. Lake and River Ecosystems. Third Edition. Elsevier Science, 1006 pp