

CeI

Ciencia e Investigación

Primera revista argentina de información científica / Fundada en enero de 1945



EL AGUA: UNA SUSTANCIA EXTRAORDINARIA Y SÓLO UNA SIMPLE MOLÉCULA

■ Miguel A. Blesa y
Alicia Fernández Cirelli

COMBATIENDO LA SEQUÍA CON FLAVODOXINA

■ Juan José Pierella Karlusich y
Néstor Carrillo

LA BIODIVERSIDAD ACUÁTICA EN ARGENTINA: PROBLEMÁTICAS Y DESAFÍOS

■ Alejandra V. Volpedo

EL DESIERTO COMO ESPACIO DE OPORTUNIDAD: DESERTIFICACIÓN VERSUS DESARROLLO SUSTENTABLE

■ Elena María Abraham y
Mario Salomon

IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS OASIS DEL OESTE ARGENTINO

■ José A. Boninsegna

COMPROMISO

con el bienestar de todos

HACEMOS
ENERGÍA
NUCLEAR



NUCLEOELÉCTRICA ARGENTINA S.A.

ATUCHA I / ATUCHA II / EMBALSE

Despejá tus dudas sobre la energía nuclear en: www.na-sa.com.ar



Ministerio de
Planificación Federal,
Inversión Pública y Servicios
Presidencia de la Nación

EDITOR RESPONSABLE

Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias (AAPC)

COMITÉ EDITORIAL

Editora

Dra. Nidia Basso

Editores asociados

Dr. Gerardo Castro

Dra. Lidia Herrera

Dr. Roberto Mercader

Dra. Alicia Sarce

Dr. Juan R. de Xammar Oro

Dr. Norberto Zwirner

CIENCIA E INVESTIGACIÓN

Primera Revista Argentina de información científica.

Fundada en Enero de 1945.

Es el órgano oficial de difusión de La Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias.

A partir de 2012 se publica en dos series, Ciencia e Investigación y Ciencia e Investigación Reseñas.

Av. Alvear 1711, 4° piso,
(C1014AAE) Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
Teléfono: (+54) (11) 4811-2998
Registro Nacional de la Propiedad Intelectual
N° 82.657. ISSN-0009-6733.

Lo expresado por los autores o anunciantes, en los artículos o en los avisos publicados es de exclusiva responsabilidad de los mismos.

Ciencia e Investigación se edita on line en la página web de la Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias (AAPC)
www.aargentinapciencias.org

El agua, a pesar de su estructura simple, posee propiedades únicas que la hacen esencial para la vida. Las figuras muestran los puentes de hidrogeno en el agua; el ciclo hidrológico que garantiza su renovación; cómo las especies modificadas genéticamente son más resistentes a la escasez de agua; las especies comerciales que se verían afectadas por el deterioro de su calidad; cómo el cambio climático ha afectado los glaciares, ilustrado con una foto de 1914 y otra de 1982; y la frontera entre tierras secas irrigadas "oasis" y tierras secas no irrigadas "desierto".



SUMARIO

EDITORIAL

Agua y ambiente

Alicia Fernández Cirelli 3

ARTÍCULOS

El agua: una sustancia extraordinaria y sólo una simple molécula

Miguel A. Blesa y Alicia Fernández Cirelli..... 5

Combatiendo la sequía con flavodoxina

Juan José Pierella Karlusich y Néstor Carrillo 23

La biodiversidad acuática en Argentina: problemáticas y desafíos

Alejandra V. Volpedo 33

Impacto del cambio climático en los oasis del oeste argentino

José A. Boninsegna 45

El desierto como espacio de oportunidad: desertificación versus desarrollo sustentable

Elena María Abraham y Mario Salomon 59

INSTRUCCIONES PARA AUTORES 67

... La revista aspira a ser un vínculo de unión entre los trabajadores científicos que cultivan disciplinas diversas y órgano de expresión de todos aquellos que sientan la inquietud del progreso científico y de su aplicación para el bien.

Bernardo A. Houssay

Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias

COLEGIADO DIRECTIVO

Presidente
Dr. Miguel Ángel Blesa

Vicepresidente
Dr. Eduardo H. Charreau

Secretaria
Dra. Alicia Sarce

Tesorero
Dr. Marcelo Vernengo

Protesorero
Dra. Lidia Herrera

Presidente Anterior
Dra. Nidia Basso

Presidente Honorario
Dr. Horacio H. Camacho

Miembros Titulares
Ing. Juan Carlos Almagro
Dr. Alberto Baldi
Dr. Máximo Barón
Dr. Gerardo D. Castro
Dra. Alicia Fernández Cirelli
Ing. Arturo J. Martínez
Dr. Alberto Pochettino
Dr. Carlos Alberto Rinaldi
Dr. Alberto C. Taquini (h)
Dr. Juan R. de Xammar Oro

Miembros Institucionales
Sociedad Argentina de Cardiología
Sociedad Argentina de Farmacología Experimental
Sociedad Argentina de Hipertensión Arterial
Sociedad Argentina de Investigación Bioquímica
Sociedad Argentina de Investigación Clínica
Unión Matemática Argentina

Miembros Fundadores
Dr. Bernardo A. Houssay – Dr. Juan Bacigalupo – Ing. Enrique Butty
Dr. Horacio Damianovich – Dr. Venancio Deulofeu – Dr. Pedro I. Elizalde
Ing. Lorenzo Parodi – Sr. Carlos A. Silva – Dr. Alfredo Sordelli – Dr. Juan C. Vignaux – Dr.
Adolfo T. Williams – Dr. Enrique V. Zappi

AAPC
Avenida Alvear 1711 – 4º Piso
(C1014AAE) Ciudad Autónoma de Buenos Aires – Argentina
www.aargentinapciencias.org

LA BIODIVERSIDAD ACUÁTICA EN ARGENTINA: PROBLEMÁTICAS Y DESAFÍOS

Palabras clave: : biodiversidad acuática, desafíos, Argentina.
Key words: aquatic biodiversity, challenges, Argentina.

La República Argentina posee gran variedad de ecosistemas acuáticos continentales y marinos lo que conlleva a una importante riqueza de especies acuáticas. Sin embargo, en las últimas décadas los ecosistemas acuáticos y la biota asociada a los mismos han sido impactados por diversas problemáticas como la contaminación, la sobreexplotación de especies, la presencia de especies invasoras, la alteración en los corredores de desplazamiento de la biota acuática y los cambios asociados a la variabilidad climática, entre otras. Estas problemáticas influyen sobre las interrelaciones tróficas de los ecosistemas, la pérdida de hábitats, los cambios en la calidad del agua y los usos y servicios ecológicos que brindan estos ambientes a las poblaciones locales. En este trabajo se presentan algunos ejemplos de las problemáticas que afectan la biodiversidad acuática en Argentina en las últimas décadas, se analizan los nuevos desafíos que se presentan en esta temática y se proponen líneas de acción tendientes a realizar un manejo sustentable de la biodiversidad acuática.

Alejandra V. Volpedo

Instituto de Investigaciones en Producción Animal (INPA-CONICET-UBA).
Centro de Estudios Transdisciplinarios del AGUA (CETA-UBA).
Facultad de Ciencias Veterinarias. Av. Chorroarín 280- CP (1427). Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

avolpedo@fvvet.uba.ar / avolpedo@gmail.com

Argentina has a wide variety of continental and marine aquatic ecosystems and a high aquatic biodiversity. However, in recent decades aquatic ecosystems and biota associated with them, have been influenced by several problems such as pollution, overfishing, invasive species, alteration in the ecological corridors of aquatic biota and changes associated with climate variability, among others. These issues influence trophic relationships of ecosystems, habitat loss, changes in water quality and uses of ecological services that provide these environments to the local populations. This paper presents some examples of the problems that affect aquatic biodiversity in Argentina; new challenges on this subject are analyzed and lines of action aiming at sustainable management of aquatic biodiversity are proposed.

INTRODUCCIÓN

La República Argentina posee 15 ecorregiones que representan la diversidad de paisajes y ambientes del país. Estas ecorregiones incluyen los Altos Andes, la Puna, el Chaco Seco y el Húmedo, la Selva Paranaense, los campos y malezales, el Monte de Sierras y Bolsones, los Esteros del Iberá, el monte de Llanos y mesetas, el Espinal, la Pampa, el Delta e Islas de los Ríos Paraná y Uruguay, los bosques patagónicos, la estepa patagónica y el Mar Argentino (Morello et al., 2012).

Las ecorregiones continentales poseen cuerpos de aguas lénticos y lóticos con características propias (parámetros físico-químicos y biológicos, profundidad, morfometría, entre otros) y una biota acuática específica. Esto último es producto de la adaptación, fisiología, morfología y comportamental de las comunidades biológicas a las características fisicoquímicas de los cuerpos de agua, lo que deriva en la organización de ensamblajes de especies y redes tróficas particulares en las diferentes ecorregiones (Menni, 2004; Menni et al., 2005).

Los grupos de invertebrados y vertebrados acuáticos de los cuerpos de agua continentales y marinos de Argentina son diversos, estimándose por ejemplo que existen 580 especies de peces óseos y cartilagosos en aguas continentales y más de 450 especies de peces marinos (Balech y Erlich, 2008, Liotta, 2011).

Muchas de las especies acuáticas cumplen roles ecológicos importantes en el transporte de materia y energía entre ambientes terrestres y acuáticos y además, en

relación al hombre, algunos taxones son una importante fuente de proteína animal para consumo humano, por lo cual son de relevancia económica para la pesca comercial y deportiva. Sin embargo, en las últimas décadas los ecosistemas acuáticos y la biota asociada a los mismos, han sido afectados por diversas problemáticas como la contaminación, la sobreexplotación de especies, la presencia de especies invasoras, la alteración de corredores de desplazamiento (por modificación de caudales hídricos, fragmentación de hábitats, emplazamiento de obras ingenieriles), cambios en la oferta alimentaria y cambios en la variabilidad climática, entre otras. Estas problemáticas influyen sobre las interrelaciones tróficas de los ecosistemas, la pérdida de hábitats, los cambios en la calidad del agua y en los usos y servicios ecológicos que brindan estos ambientes a las poblaciones locales. La biodiversidad acuática es afectada por diversos factores, tanto de origen antrópico como naturales, los cuales influyen en la riqueza de especies de una región, su biomasa, su condición fisiológica, las interrelaciones tróficas y su distribución. Si bien puede predominar un factor de impacto o presión sobre la biodiversidad acuática nativa, generalmente hay sinergias entre diferentes factores y/o presiones, potenciando en muchas ocasiones los efectos negativos sobre las especies y acelerando la reducción de la riqueza específica en una ecorregión.

En este trabajo se presentan algunos ejemplos de las principales problemáticas que afectan la biodiversidad acuática en Argentina en las últimas décadas, se analizan los nuevos desafíos que se presentan en esta temática y se proponen líneas de acción tendientes a realizar un manejo sustentable de la biodiversidad acuática.

■ CONTAMINACIÓN QUÍMICA DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS

Los cuerpos de agua del país poseen diferentes grados de deterioro por la presencia en algunos casos de compuestos orgánicos e inorgánicos en concentraciones superiores a los límites guía de protección a la biota acuática sugeridos a nivel nacional por la Secretaría de Recursos Hídricos de la Nación (2006) o a nivel internacional (USEPA, 2000; CCME, 2002, ATSDR, 2007). Estos elementos algunas veces provienen de fuentes naturales como es el caso del Arsénico (As) y el Flúor (F) (Smedley y Kimmburg, 2002) o bien pueden provenir de efluentes domésticos, agropecuarios e industriales como es el caso de los nutrientes (fósforo y nitrógeno) y agroquímicos o bien por metales pesados como el plomo, mercurio, entre otros.

En el caso del As, las altas concentraciones de este elemento producen en los peces decoloración del tegumento, cambios histológicos en branquias e hígado, retardo en el crecimiento y baja eficiencia en la conversión alimenticia (Russell et al., 2010).

El flúor se encuentra comúnmente en los ecosistemas acuáticos como fluoruro (F⁻) y los altos niveles de este compuesto en agua dulce son perjudiciales para la biota acuática inhibiendo su crecimiento, produciendo cambios en el comportamiento, alteraciones enzimáticas, deformaciones óseas y retraso en la eclosión de los huevos fecundados (Camargo, 2003; Moren et al., 2007; Shi et al., 2008). En Argentina son escasos los trabajos asociados a estos elementos en relación a la biota acuática, nuestro grupo de investigación estudió la presencia de As y F en el agua de más de 40 sistemas

lóticos y lénticos de la provincia de Buenos Aires y la biotransferencia de los mismos a tejidos de peces comerciales (Schenone et al., 2007, Rosso et al., 2011, 2013). Los resultados obtenidos evidenciaron la existencia de dos grupos diferentes de cuencas hidrográficas en relación a las concentraciones de As y F: un grupo con concentraciones de As y F altas (0,124 a 0,198 mg L⁻¹ de As y 0,57 a 1,64 mg L⁻¹ de F) correspondientes al sudoeste bonaerense y otro grupo asociado a las cuencas del Río Salado y otros sistemas lóticos donde las concentraciones son menores (0,073 a 0,114 mg L⁻¹ de As y 0,22 a 0,75 mg L⁻¹ de F) (Figura 1).

Por ejemplo, en el cuerpo de agua más emblemático para la pesca del pejerrey en el sudoeste bonaerense, el Lago Chasicó, nuestro grupo de trabajo (Puntoriero et al., 2012; Volpedo et al., 2012; Volpedo y Fernández Cirelli, 2013) halló que el lago posee concentraciones de As y F importantes (As: 0,058 y 0,413 mg/L; F: 6,58 y 8,54 mg/L). En el caso del F, las concentraciones superaron en casi 4 veces el nivel guía nacional para protección de la biota acuática (1,4 mg/L), según la ley de residuos peligrosos. Estos valores estuvieron en coincidencia con las altas concentraciones de As y F determinadas en tejidos de peces (vértebras, hígado, gónadas, músculo, branquias) de este cuerpo de agua (Puntoriero et al., 2013).

Otros autores (Colombo et al., 2011; Mugni et al., 2010, 2011; Demetrio et al., 2011) hallaron altas concentraciones de compuestos orgánicos en cuerpos de agua bonaerenses y estudiaron la transferencia de los mismos a la biota acuática (invertebrados y peces) determinando altas concentraciones de estos productos con el potencial impacto sobre la cadena trófica.

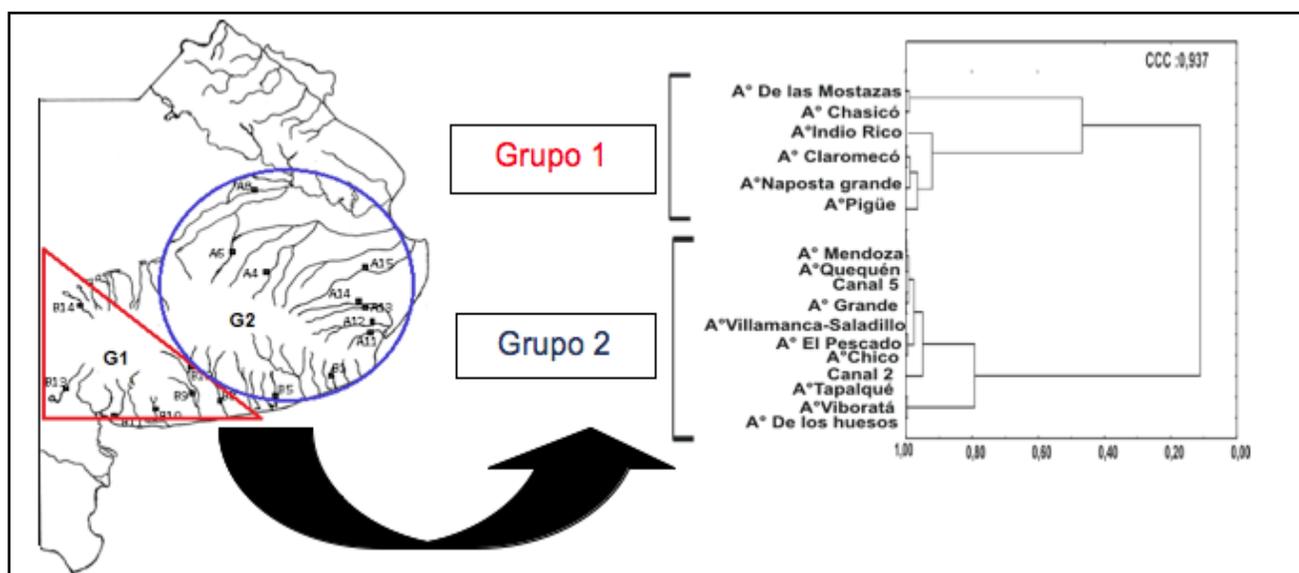


Figura 1: Agrupación de los ecosistemas acuáticos bonaerenses según las concentraciones de As y F halladas por Rosso et al. (2011). Grupo 1 (G1) estuvo conformado por el Ao las Mostazas, Ao Chasicó, Ao Indio Rico, Ao Claromecó, Ao Napostá Grande y Ao Pigüe; el grupo 2 (G2) estuvo integrado por Ao Mendoza, Ao Quequén, Canal 5, Ao Grande, Ao Villamanca-Saladillo, Ao El Pescado, Ao Chico, Canal 2, Ao Tapalqué, Ao Vioratá y Ao De los huesos.

■ **SOBREEXPLORACIÓN PESQUERA**

La captura excesiva de individuos de una especie afecta no sólo a dicha especie sino también a otras especies sean o no comerciales, ya que muchas veces los estadios juveniles de especies comerciales integran en un porcentaje importante el descarte pesquero. Esto disminuye la biomasa de las especies que podrían ser potencialmente capturadas en el futuro y que en el presente ya no están disponibles, por lo que podría afectar a la sustentabilidad de la pesquería a mediano y largo plazo.

En Argentina las especies de peces más explotadas son el sábalo (*Prochilodus lineatus*) en los ambientes dulceacuícolas y la corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) en la zona costera marina y la merluza (*Merluccius hubbsi*) en la plataforma marítima (Figura 2).

El ciclo de vida de estas especies está estrechamente vinculado con las condiciones ambientales (hidro-

metría, temperatura, salinidad etc.) de las masas de agua que habitan (Jaureguizar et al., 2006, Ortega, 2012).

En el caso del sábalo, cuyo ciclo de vida y éxito reproductivo están asociados al aumento del caudal de los grandes ríos mesopotámicos y a la dinámica de la llanura de inundación de los mismos, su captura se ha incrementado a fines de la década del 90 (Figura 3) con un máximo en 2004 de 36.000 toneladas. A fines de 2006, la aplicación de las medidas restrictivas en la exportación de este recurso conllevó a la disminución de la captura a 27.505 toneladas, lo que paulatinamente fue decreciendo hasta 2011 donde se registraron 14.027 t (Figura 3). Este recurso transfronterizo de la Cuenca del Plata es eje de un seguimiento exhaustivo por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca desde 2008. Los resultados de estos seguimientos ponen de manifiesto la importancia del caudal del río en la bioecología de la especie y la relevancia de las condiciones

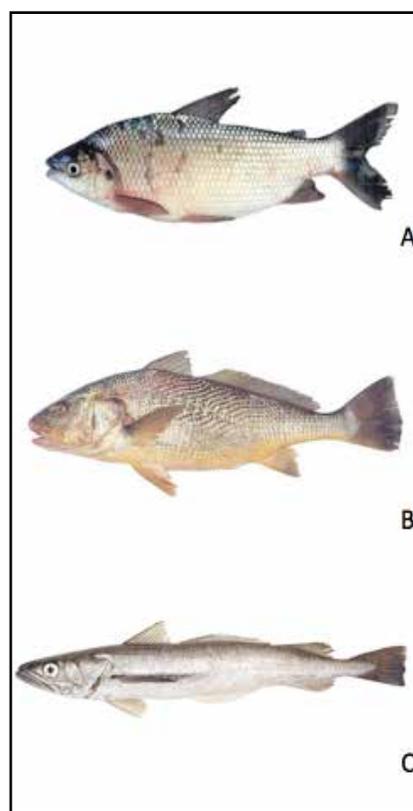


Figura 2: Especies comerciales más importantes de Argentina. a) sábalo (*Prochilodus lineatus*), b) corvina rubia (*Micropogonias furnieri*), c) merluza (*Merluccius hubbsi*).

ambientales en el manejo pesquero. Por ejemplo en los años 1997 y 2010-2011 donde el caudal de los ríos mesopotámicos fue alto, los estadios juveniles de la especie fueron muy abundantes. Lo que permitió en los años subsiguientes tener una situación pesquera favorable con un aumento de la especie. Sin embargo en los años de bajos caudales como 2006-2008 la abundancia de los estadios iniciales o reclutas fue muy baja, repercutiendo esta situación en la pesquería de los años subsiguientes.

Es por ello que el manejo sustentable y el ordenamiento pesquero de este tipo de recurso, que bioecológicamente está tan estrechamente vinculado a las condiciones del ambiente es una prioridad, ya que si en los periodos desfavorables para la pesca se utiliza el mismo o mayor esfuerzo de captura que en los periodos favorables, se podrá producir la sobreexplotación del recurso y la recuperación de los stocks de la especie podría estar en riesgo.

En el ambiente marino existen evidencias de deterioro en las pes-

querías de Argentina. Por ejemplo Jaureguizar y Milesi (2008) y Milesi y Jaureguizar (2013) establecieron que la captura de especies de altos niveles tróficos disminuyó en el periodo 1989-2010 en relación al periodo anterior 1989-2003. Este proceso que ya ha sido identificado en otros mares con sobrepesca (Branch et al., 2010) y denota la presencia del proceso denominado "pesca hacia abajo en las tramas tróficas". Esto conjuntamente con el aumento de porcentaje de juveniles de las especies que integran el descarte pesquero afecta a las pesquerías.

Otros problemas están asociados a la identificación de los stocks pesqueros comerciales ya que al no estar en su mayoría identificados claramente, es difícil plantear una reorientación de las diferentes flotas pesqueras en las aéreas geográficas de pesca a fin de repartir el esfuerzo de captura y no concentrarlo en un área.

En años recientes nuestro grupo de trabajo ha logrado contribuir a conocer el desplazamiento de especies comerciales costeras y de la

Cuenca Baja del Plata (Avigliano y Volpedo, 2011, 2013, Rico et al., 2012, Avigliano et al., 2013) utilizando nuevas metodologías como la composición química de los otolitos (Volpedo y Fernández Cirelli, 2006, Volpedo et al., 2007).

■ ESPECIES INVASORAS

En Argentina la presencia de especies invasoras en los ambientes acuáticos se ha dado históricamente con la introducción de especies por el hombre con fines económicos (acuicultura), deportivos y recreativos y también por introducciones accidentales, asociadas al agua de balastro de embarcaciones o bien a especies incrustadas en los cascos de los buques, entre otras.

Las especies invasoras son difíciles de erradicar y generalmente se adaptan al nuevo ambiente, reproduciéndose con éxito y completando su ciclo de vida, pudiéndose dispersar en un nuevo rango geográfico (Penchazadeh, 2005). Esto lo logran gracias a que poseen diferentes características bioecológicas como: un ciclo de vida corto, un crecimiento

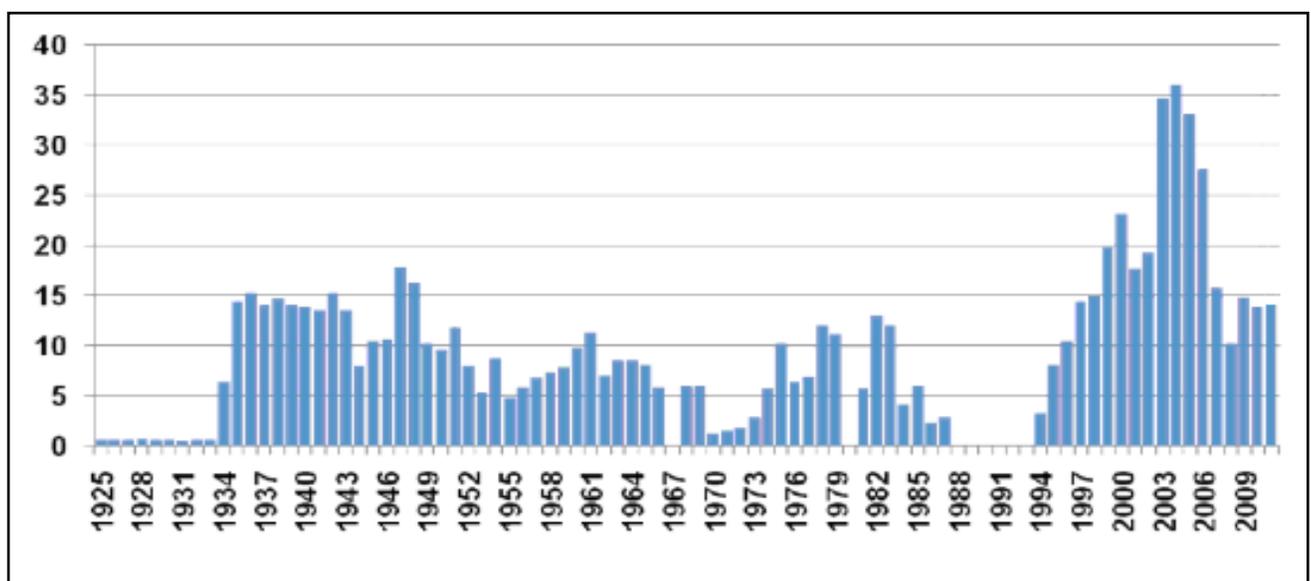


Figura 3: Capturas de sábalo en miles de toneladas entre 1925 y 2011, los datos a partir de 1994 corresponden solamente a las capturas para exportación. (Fuente: Dirección Nacional de Pesca Continental, SENASA y Administración Nacional de Aduanas).

rápido, madurez sexual rápida, alta fecundidad, ser euríocas (alta capacidad de colonizar habitats), ser euritópicas (alto rango de tolerancia fisiológica), ser gregarias, poseer alta variabilidad genética y plasticidad que les permiten aclimatarse rápidamente el nuevo ambiente (Pianka, 1970).

Los invertebrados invasores de los cuerpos de agua de Argentina son varias especies y han sido estudiados por diversos autores (Darrigran y Damborenea, 2005, Penchazadeh, 2005, Strayer, 2010). Estas especies de invertebrados son: el mejillón dorado (*Limnoperma fortunei*), la almeja de agua dulce (*Corbicula fluminea*), el poliqueto (*Ficopomantus enigmaticus*), el caracol (*Rapana venosa*), los dientes de perro o cirripedios (*Balanus* sp.) y la ostra del Pacífico (*Crassostrea gigans*) entre otros.

El mejillón dorado es una especie invasora asiática, introducida accidentalmente incrustada en el casco de buques comerciales que llegaron al puerto de Buenos Aires. Se la detectó en 1991 en el Río de la Plata y cinco años después se la encuentra en países limítrofes (nacientes del Río Paraguay y Paraná, y en ríos de la República Oriental del Uruguay (Darrigran y Domborreneia, 2005, Penchazadeh, 2005). Se calcula que el desplazamiento del mejillón dorado es de 240 a 290 km/año. Esta especie provoca cambios en la comunidad bentónica de macroinvertebrados nativos de la Cuenca del Plata (Darrigran, 2000, 2002). Además ocasiona pérdidas económicas importantes ya que invade tuberías de tomas de agua, filtros de sistemas refrigerantes de industrias, de plantas generadoras de energía y centrales nucleares (Boltoskoy et al., 2006).

En relación a los vertebrados

acuáticos introducidos, estos han sido traídos por el hombre con fines económicos (acuicultura) y luego se escaparon accidentalmente hacia cuerpos de agua próximos, o bien se los introdujo por su rol ecológico a fin de mejorar determinados ecosistemas acuáticos o por su interés deportivo. Desde principio de 1900 se introdujeron salmónidos (Pascual et al., 2002) en la ecorregión de los Andes Patagónicos con fines recreativos, los cuales producen diferentes interacciones y efectos sobre las comunidades locales (Aigo et al., 2008). Otras de las introducciones más emblemáticas de nuestro país son: la carpa (*Cyprinus carpio*), el sogyo (*Ctenophringodon idelles*), y el esturión (*Acipenser borelli*) (Figura 4).

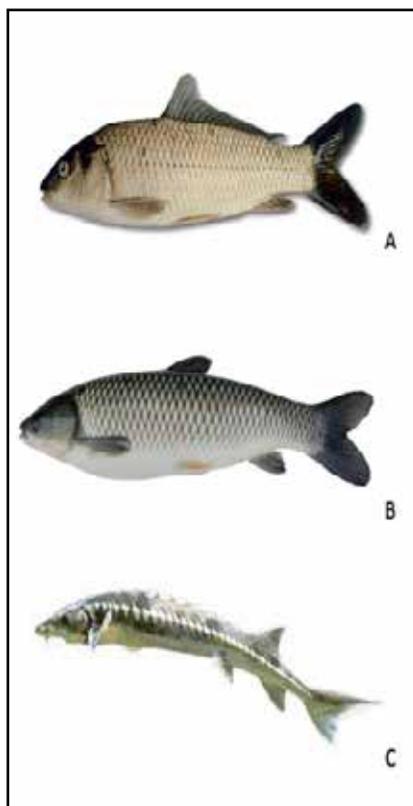


Figura 4: Peces introducidos con fines comerciales. A) carpa (*Cyprinus carpio*), B) sogyo (*Ctenophringodon idelles*), C) esturión (*Acipenser borelli*).

La carpa es de origen asiático y se introdujo con fines comerciales y deportivos en diferentes periodos del siglo XX en el Río de la Plata, en el Río Paraná (en Misiones), en la laguna San Roman (Bragado), el dique San Roque, Los molinos y Río Tercero (Córdoba), la Laguna Dulce y Urre Lauquen (La Pampa) y en el Río Uruguay (Barla e Ituarte, 1987) y además en otros ambientes lacustres y fluviales (Menni, 2004).

En las primeras décadas de 1900, se utilizaba a esta especie para poblar estanques públicos en plazas y parques por ejemplo en el Jardín Japonés y en el Parque Tres de Febrero de la Ciudad de Buenos Aires. En 1932 se la introdujo en los alrededores de la Ciudad de La Plata (Menni, 2005). En 1945 Mac Donagh registró su presencia en el Río de la Plata la cual se extendió hacia ambientes costeros marinos (Bahía Samborombón) y al Río Salado. Esta distribución extendida es producto de los amplios rangos de tolerancia que posee la especie (Barla e Iriart, 1987). Desde estos ambientes, en los distintos periodos de inundación la carpa colonizó diversos cuerpos de agua bonaerenses como la Laguna de Chascomús. Tradicionalmente se asocia a la carpa con los cambios en las comunidades de las lagunas pampásicas y a la disminución de la biomasa del pejerrey en las mismas, sin embargo en 2001, Colautti determina que la existencia de esta especie modifica el ambiente y es una gran competidora por lo que afecta indirectamente a las especies nativas. El área de distribución de la carpa desde su introducción hace 50 años se ha extendido en Sudamérica afectando también a los países límites como Uruguay.

El sogyo es un ciprínido de Asia oriental, fue introducido en Buenos Aires por la Dirección de Recursos

Pesqueros, aunque no prosperó (Aramburu, 1971). Esta especie es herbívora y se alimenta de plantas acuáticas como el camalote, la gambarussa y la cola de zorro por lo que se la introdujo con el fin de controlar macrófitas en cuerpos de agua eutroficados. En Mendoza se lo introdujo exitosamente para el control de las macrófitas en una planta de tratamiento de aguas servidas. El impacto de esta especie ha sido poco estudiado.

Una de las especies exóticas introducidas recientemente es el esturión, el cual procede del norte de Rusia y es criado para acuicultura en el Río Negro (Uruguay) (Azpelicueta y Almirón, 1999), de donde muy probablemente se ha escapado accidentalmente, ya que se lo ha registrado en la zona inferior del Río Uruguay (Gómez com. pers.) y las costas metropolitanas de la Ciudad de Buenos Aires (Volpedo com. pers.). Los ejemplares hallados por estos autores no superaron los 55 cm de longitud total y los mismos no estaban en estado reproductivo. Esta especie si se establece en el Río de la Plata y la zona inferior de la Cuenca del Plata puede causar potenciales problemas ambientales y afectar la composición de las comunidades, por lo que se debiera estimar la cantidad de especímenes presentes, su condición biológica y las áreas de distribución ya que es una problemática que requiere el inicio de monitoreos y estudios sistemáticos sobre su bioecología en los cuerpos de agua de la región.

■ ALTERACIONES EN LOS CORREDORES DE DESPLAZAMIENTO DE LA BIOTA ACUÁTICA

La biota marina y dulceacuícola generalmente utiliza, en los diferentes estadios de su ciclo de vida, diversos ambientes y microambientes a fin de suplir las distintas nece-

sidades de alimentación, refugio y reproducción de la especie. Muchas veces estos ambientes y microambientes están separados espacialmente por lo que los peces deben desplazarse entre ellos. Dichos desplazamientos pueden tener diferentes escalas espaciales, por ejemplo entre ambientes de una laguna somera (orilla, centro) separados por metros o bien ambientes totalmente distintos que poseen disímiles parámetros físicoquímicos y/o masas de agua entre los que los peces deben desplazarse por miles de kilómetros. Entre estos últimos tipos de desplazamientos periódicos, las migraciones alimentarias y reproductivas son las más emblemáticas². Por ejemplo, los grandes siluriformes de la Cuenca del Plata (*Pseudoplatystoma coruscans*, *P. fasciatum*), junto con el dorado (*Salminus maxillosus*) y el sábalo son especies migradoras que no sólo utilizan el cauce principal de los ríos sino también la planicie de inundación. El desplazamiento de especies ha sido afectado por el emplazamiento de represas y centrales hidroeléctricas que en el caso de que no presenten medidas estructurales (escalas de peces, ascensores³, etc.) pueden dividir a las poblaciones en subgrupos, afectando la interconectividad genética de los stocks pesqueros y actuando como una barrera geográfica.

En el caso de las especies cuyos juveniles se crían y refugian en áreas costeras, la fragmentación de hábitats disminuye la posibilidad de supervivencia de los individuos en las primeras etapas de su vida, siendo esto un factor de mortalidad relevante.

Un caso interesante es el del pejerrey de agua dulce que habita la Cuenca Baja del Plata que se desplaza en verano hacia áreas costeras marinas (Avigliano y Volpedo, 2013) o del bagre de mar (*Genides barba*),

un pez anádromo que se distribuye en estuarios y en la plataforma marítima desde Bahía en Brasil hasta San Blas (17°00'S -40°32'S). En época reproductiva los machos remontan el Río Paraná y Uruguay llevando en su cavidad oral los huevos fecundados y liberándolos en áreas dulceacuícolas en la Cuenca Baja del Plata donde las larvas se crían y desarrollan. Los cambios en la calidad del agua de estos ecosistemas, conjuntamente con los cambios físicos en las zonas de dispersión de las larvas de la especie pueden producir diferentes niveles de impacto sobre este recurso transfronterizo, por lo cual debiera profundizarse los estudios sobre estas especies.

■ VARIABILIDAD CLIMÁTICA

La variabilidad climática afecta en diferentes grados a los cuerpos de agua y por ende a la biota acuática. En la ecorregión pampeana los ciclos de inundación y sequía históricos y anuales ejercen una presión estresora sobre la biota acuática. En general los organismos presentes en esta región están adaptados a estos tipos de estrés, sin embargo cuando los cambios son extremos o superan los rangos de tolerancia de las especies, impactan directamente sobre ellas y en algunos casos hasta pueden provocar mortandades masivas de las mismas.

Por ejemplo en el Lago Chasicó, Avigliano et al. (2011) encontraron que la morfología y morfometría de los otolitos de los pejerreyes reflejaban los cambios en los parámetros físico-químicos del agua (aumento de la salinidad y conductividad) por reducción en la superficie del espejo de agua, lo que produce alteraciones en la deposición de carbonato de calcio en los otolitos provocando variaciones morfológicas. Como las condiciones de estrés se han mantenido, en el presente se ha producido

una importante mortandad de especímenes en este cuerpo de agua, que probablemente se deba al aumento extremo de salinidad que supera los 44 g/L (Petersen *com pers*) y que esta reconvirtiéndose nuevamente a este ambiente en una salina (Volpedo *et al.*, 2012, 2013).

Otros efectos de la variabilidad climática evidente en nuestro país se presentaron en las últimas cuatro décadas donde un incremento de las precipitaciones en el noroeste ha generado importantes cambios climáticos e hidrológicos. Los aumentos en la precipitación se vieron reflejados en el desplazamiento de más de 100 km hacia el oeste de la isoyeta de 800 mm (Barros, *et al.*, 2006). Este aumento de las precipitaciones comenzó alrededor de mediados de la década del 70, aparentemente relacionados con una mayor intensidad de El Niño (Barros y Doyle 1996; Barros *et al.*, 2000). Además se ha incrementado el número de episodios de fuertes lluvias, triplicándose la frecuencia de eventos de precipitación que exceden los 100 mm en el Centro y Este de Argentina durante los últimos 40 años (Barros 2004). Esto a su vez conlleva al aumento de los caudales de los ríos porque la evaporación, controlada por la temperatura, se ha mantenido relativamente constante (García y Vargas 1998; Genta *et al.*, 1998; Berbery y Barros, 2002). Esto trae aparejado una mayor frecuencia e intensidad en las inundaciones, tanto en los valles fluviales como en las zonas urbanas, que se refleja en la planicie de inundación de los ríos Paraná y Paraguay, donde las inundaciones se han vuelto más frecuentes desde mitad de la década de 1970 (Camilloni y Barros 2003, Barros *et al.*, 2004). Estos cambios afectaron directamente la cantidad de especies presentes en la región ya que las especies paranoplatenses, cuya tolerancia ambiental es más estrecha, se han

desplazado hacia el oeste debido a que dicha región presenta, en la actualidad, condiciones ambientales que no se daban hace cuarenta años atrás (Volpedo y Fernández Cirelli, 2012).

■ DESAFÍOS PARA EL MANEJO Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD ACUÁTICA ARGENTINA

La República Argentina ha suscripto el Convenio de Biodiversidad Biológica así como diferentes acuerdos internacionales asociados a la conservación de la biota acuática, por lo que se ha comprometido a normatizar e implementar medidas en relación a la conservación de la biodiversidad. Si bien en las últimas décadas ha habido avances en relación al cumplimiento de los compromisos adquiridos internacionalmente por nuestro país, la implementación sistemática de los mismos es muy heterogénea o bien está desarticulada. A tal fin, una de las herramientas que podrían considerarse es la elaboración y aplicación de medidas apropiadas de carácter regional que incluyan el análisis de las sinergias entre los diferentes factores que afectan la biodiversidad teniendo como marco conceptual a las ecorregiones. Esto permitiría fortalecer las medidas, darles solidez y sustento territorial y propiciar su sostenibilidad en el tiempo a fin de no incentivar el desarrollo de medidas puntuales o aisladas sin continuidad.

En relación a la contaminación debieran profundizarse los trabajos relacionados al estudio de la bio-transferencia de contaminantes a las cadenas tróficas acuáticas y sus interacciones con las cadenas tróficas terrestres a fin de analizar su dinámica ambiental en diferentes escalas espaciales. Además se debieran intensificar estos estudios en las es-

pecies de consumo humano, a fin de garantizar su calidad e inocuidad.

Asociado a la problemática de la sobrepesca, el abordaje de este tema debiera darse de manera integral aplicando los principios del manejo ecosistémico postulado por la FAO, donde no sólo se busca entender los requerimientos de producción de proteína animal sino también garantizar la existencia del recurso a largo plazo. Para ello debieran focalizarse los esfuerzos en el estudio de la biología de especies comerciales, la determinación de stocks pesqueros y la validación de los mismos por diferentes metodologías, especialmente en las especies transfronterizas, desarrollar evaluaciones del esfuerzo pesquero más ajustadas, evaluar la selectividad de las artes de pesca, implementar diferentes medidas de conservación de las áreas de cría y reproducción de las especies como áreas de veda móviles y áreas protegidas acuáticas, entre otras. Por otro lado no es viable realizar un manejo sustentable de las especies comerciales si los conocimientos bioecológicos de dichas especies son escasos o desconocidos, ya que no se puede manejar lo que se desconoce. Por lo que la generación de conocimiento de base de las especies comerciales es fundamental y debiera ser promovido este tipo de estudio en los diferentes centros de investigación de nuestro país.

Muchas veces se subestima la producción pesquera por captura y por acuicultura a nivel local, sin embargo, la cantidad de toneladas exportadas de peces, así como las divisas que nuestro país incorpora por este medio y la población asociada al sector pesquero son muy importantes, por lo que se debiera reconsiderar la visión tradicional que se tiene sobre este recurso.

En relación a las especies invaso-

ras acuáticas, debieran por un lado disminuirse las posibilidades de la introducción accidental de las mismas por agua de balastro o incrustaciones en los cascos de los buques aumentando los monitoreos y las medidas de regulación a aplicarse a las embarcaciones que acceden a los puertos de nuestro país, y realizar controles sistematizados a fin de organizar largas series de datos temporales de la distribución de las especies de invertebrados y vertebrados, que ya se han manifestado como invasoras, con el fin de controlar su desplazamiento. Así también, debieran evitarse y desalentarse la introducción de especies con fines comerciales (acuicultura) ya que la fuga de especímenes es una situación común y no eventual y una vez en el medio los especímenes fugados en el caso de adaptarse, se convierten rápidamente en especies invasoras siendo su manejo complejo y costoso y causando en el ambiente y la biota nativa efectos negativos y muchas veces irreversibles.

Por otro lado, debieran ser incluidos los estudios de impacto ambiental en todos los emplazamientos de obras ingenieriles (centrales hidroeléctricas, emplazamiento de puertos, dragado de canales, etc.) ubicados en áreas que actúen como corredores de desplazamiento de la biota acuática. Esto es fundamental ya que en los diferentes estadios del ciclo de vida de las especies, éstas dependen de la realización de desplazamientos y la conectividad entre los diferentes grupos poblacionales, por lo que el cercenar la posibilidad de desplazamiento o bien limitar la interconectividad de las mismas puede afectar a mediano y largo plazo la viabilidad de una población y la existencia de la especie.

En relación a la variabilidad climática, la integración de los estudios climáticos, oceanográficos y

limnológicos y su relación con la biota se ha desarrollado particularmente en las últimas décadas. Sin embargo, son escasos los equipos interdisciplinarios que analizan estos aspectos por lo cual se desaprovecha la riqueza interdisciplinaria en la búsqueda de soluciones y alternativas de manejo ante la variabilidad ambiental presente en la región y más aún en relación a los escenarios de cambio climático previstos. Por lo que la conformación de equipos y proyectos interdisciplinarios, las visiones complementarias de las diferentes disciplinas y la formación de recursos humanos de posgrado en estas líneas pueden contribuir a dar respuestas a muchas de las preguntas que surgen en este sentido.

A nivel ambiental las variaciones en las precipitaciones así como en la temperatura, debido al cambio climático, determinarán la redistribución de muchas especies de peces en las diferentes ecorregiones de Argentina, conllevando esto a la modificación de tramas tróficas y la composición de las comunidades acuáticas. En este contexto, los estudios en esta línea debieran intensificarse a fin de manejar y conservar la biodiversidad íctica de Argentina.

En resumen, Argentina posee una gran riqueza específica en su biodiversidad acuática, sin embargo también posee importantes problemáticas que impactan negativamente en la conservación y manejo sustentable de la misma. Dichas problemáticas debieran ser analizadas y estudiadas en profundidad de manera interdisciplinaria. Las ecorregiones podrían ser utilizadas como escala regional para el estudio integrado de las problemáticas a fin de generar medidas y alternativas de manejo a mediano y largo plazo.

■ GLOSARIO

Ecorregión: es un área de importantes dimensiones relativamente homogénea, en la que hay diferentes comunidades que tienen en común un gran número de especies y condiciones ambientales. Los principales procesos ecológicos que mantienen la biodiversidad y los servicios que los ecosistemas naturales proporcionan a la población se manifiestan en esta escala ecorregional.

Eutrofización: es el proceso por el que un ecosistema acuático se enriquece de nutrientes (P y N) y eso genera el desarrollo de un crecimiento exponencial de algas que en algunos casos pueden liberar toxinas para la biota acuática y para el hombre.

Otolito: estructura constituida principalmente por carbonato de calcio que se encuentra en el oído interno de los peces óseos y funciona como órgano del equilibrio y para la captación auditiva de los peces.

Stock pesquero: unidad poblacional con integridad genética y sobre la cual se realiza algún tipo particular de manejo

■ REFERENCIAS

- Aigo, J., Cussac, V., Peris, S., Ortubay, S., Gómez, S., López, H., Gross, M., Barriga, J., Battini, M. (2008) Distribution of introduced and native fish in Patagonia (Argentina): patterns and changes in fish assemblages. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 18, 387-408.
- Arámburu, R.H. (1971). Introducción del pez "sogyo" en la Argentina. *Bol. Dir. Rec. Pesq., La. Plata, Argentina*, 13, 12-27.

- ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). (2007). Toxicological profile for Benzene. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service.
- Avigliano, E., Tombari, A., Volpedo, A.V. (2011). ¿El otolito de pejerrey (*Odontesthes bonariensis*), refleja el estrés ambiental? *Biología Acuática*, 1-7.
- Avigliano, E., Volpedo, A.V. (2013). Use of otolith strontium:calcium ratio as indicator of seasonal displacements of the silverside (*Odontesthes bonariensis*) in a freshwater-marine environment. *Marine and Freshwater Research* 64, 746-751.
- Avigliano, E., Martínez Riaños, F., Volpedo, A.V. (2013). Combined use of otolith microchemistry and morphometry as indicators of the habitat of the silverside (*Odontesthes bonariensis*) in a freshwater-estuarine environment. *Fisheries Research (in press)*
- Azpelicueta, M.M., Almirón, A. (1999). A sturgeon (Acipenseridae) in temperate waters of the South. Hemisphere, Río de la Plata, Argentina. *Biogeographica*, París, Francia 75, 129-130.
- Balech, E., Ehrlich, M.D. (2008). Esquema biogeográfico del Mar Argentino. *Rev. Invest. Desarr. Pesq.*, 19, 45-75.
- Barla, M.J., Iriart, R. (1987). La presencia de la carpa *Cyprinus carpio* L. (Osteichthyes, Cypriniformes) en Laguna Chascomús y su significado. *Limnobiós* 2, 685-686.
- Barros, V., Doyle, M., (1996). Precipitation trends in Southern South America to the east of the Andes. Center for Ocean-Land-Atmosphere Studies. Report N° 26. Editors J. L. Kinter III and E. K. Schneider. pp. 76-80.
- Barros, V., (2004). Tendencias climáticas en la Argentina: precipitación. Proyecto Agenda Ambiental Regional-Mejora de la Gobernabilidad para el Desarrollo Sustentable PNUD Arg. /03/001. Fundación Torcuato Di Tella y Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable.
- Barros, V., Chamorro, L., Coronel, G., Baéz, J. (2004). The greatest discharge events in the Paraguay River. *J. Hydrometeorology*, 5, 1161-1170.
- Barros, V., González, M., Liebmann, E., Camillioni, I. (2000). Influence of the South Atlantic convergence zone and South Atlantic sea surface temperature on interannual summer rainfall variability in southeastern South America. *Theor. Appl. Meteor.* 67, 123-133.
- Barros, V., Clarke, C., Silva Dias, P. (Eds) (2006). El cambio climático en la Cuenca del Plata. Buenos Aires: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas- CONICET, Buenos Aires, Argentina, 232 pp.
- Berbery, E., Barros, V. (2002). The hydrologic cycle of the La Plata basin in South America. *J. Hydrometeorology*, 3, 630-645.
- Boltovskoy D., Correa N., Cataldo D., Sylvester F. (2006) Dispersion and ecological impact of the invasive freshwater bivalve *Limnoperna fortunei* in the Rio de la Plata watershed and beyond. *Biological Invasions*, 8, 947-963.
- Branch, T.A., Watson, R., Fulton, E.A., Jennings, S., McGilliard, C.R., Pablico, G.T., Ricard, D., Tracey, S.R. (2010). The trophic fingerprint of marine fisheries. *Nature*, 468, 431-435.
- Camargo, J.A., 2003. Fluoride toxicity to aquatic organisms: a review. *Chemosphere*, 50, 251-264.
- Camillioni, I., Barros, V. (2003). Extreme discharge events in the Paraná River. *J. Hidrology*, 278, 94-106.
- Canadian Council of Ministers of Environment (CCME) (2002) Canadian water quality guidelines for protection of aquatic life: inorganic fluorides. 1-4
- Colautti, D.C. (2001). La carpa y el pejerrey ¿enemigos? En: *Fundamentos biológicos económicos y sociales para una correcta gestión del recurso pejerrey*. Astyanax, 91-98.
- Colombo, J.C., Cappelletti, N., Williamson, M., Migoya, M.C., Speranza, E., Sericano, J., Muir, D.C.G. (2011). Risk ranking of multiple-POPs in detritivorous fish from the Río de la Plata. *Chemosphere* 83, 882-889.
- Darrigran, G.A. (2000). Invasive freshwater bivalves of the Neotropical Region. *Dreissena* 11, 7-13.
- Darrigran, G.A. (2002). Potential impact of filter feeding invaders on temperate inland freshwater environments. *Biological Invasions*, 115-143.
- Darrigran G., Damborenea, C. (2005) A South American bioinvasion case history: *Limnoperna fortunei*

- nei (Dunker, 1857), the golden mussel. *American Malacological Bulletin*, 20, 105-112.
- Demetrio, P., Bulus, G., Ronco, A. (2011). Effects of Pesticide Formulations and Active Ingredients on the Coelenterate *Hydra attenuata* (Pallas, 1766). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 88, 15-9.
- Dománico, A., Delfino R. (1998). Pesquerías del sábalo (*Prochilodus lineatus*) en la zona de Environmental Contamination and Toxicology, 86, 23-7.
- García, N., Vargas, W., (1998). The temporal climatic variability in the Rio de la Plata basin displayed by the river discharges. *Climatic Change*, 38, 359-379.
- Genta, J.L., Perez Iribarne, G., Mechoso, C. (1998). Recent increasing trend in the stream flow of rivers in Southeastern South America. *J. Climate*, 11, 2858-2862.
- Jaureguizar, A., Menni, R.C., Lasta, C., Guerrero, R. (2006). Fish assemblages of the northern Argentine coastal system: spatial patterns and their temporal variations. *Fish. Oceanogr.* 15, 326-344.
- Jaureguizar, A.J., Milessi, A.C. (2008). Assessing the sources of the fishing down marine food web process in the Argentinean-Uruguayan Common Fishing Zone. *Scientia Marina* 72, 25-36.
- Liotta, J. (comp.). (2011). Base de Datos sobre Peces de Aguas Continentales de la República Argentina. Publicación electrónica. Fundación Óga.
- Menni, R.C. (2005). Peces y ambientes en la Argentina continental. *Monografías del Museo Argentino de Ciencias Naturales* 5: 1-316.
- Menni, R.C., Miquelarena, A., Volpedo, A.V. (2005). Fishes and environment in northwestern Argentina (South America): from lowland to Puna. *Hydrobiologia* 544, 33-49.
- Milessi, A.C., Jaureguizar, A.J. (2013). Evolución temporal del nivel trófico medio de los desembarques en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya años 1989-2010. *Frente Marítimo* 23, 83-93.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. (2012). Evaluación del recurso sábalo (*Prochilodus lineatus*) en el Río Paraná. Periodo 2008-2011. 45 pp.
- Morello, J., Matteucci, S.D., Rodríguez, A.F., Silva, M.E. (2012). Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos. FADU-GEPAMA, 719 pp.
- Moren M., Malde M.K., Olsen R.E., Hemre G.I., Dahl L., Karlsen O., Julshamn K. (2007). Fluorine accumulation in Atlantic salmon (*Salmo salar*), Atlantic cod (*Gadus morhua*), rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*) and Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) fed diets with krill or amphipod meals and fish meal based diets with sodium fluoride (NaF) inclusion. *Aquaculture*, 269, 525-531.
- Mugni, H., Demetrio, P., Marino, D., Ronco, A., Bonetto, C. (2010). Toxicity persistence following an experimental cypermethrin and chlorpyrifos application in Pampasic surface waters (Buenos Aires, Argentina). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 84, 524-528.
- Mugni, H., Demetrio, P., Bulus, G., Ronco, A., Bonetto, C. (2011). Effect of aquatic vegetation on the persistence of cypermethrin toxicity in water. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 86, 23-27.
- Ortega, L. (2011). Variables ambientales y su influencia en los recursos pesqueros: aplicaciones al manejo. *Frente Marítimo* 22, 329-339.
- Pascual, M., Macchi, P., Urbanski, J., Marcos, F., Riva Rossi, C., Novara, M., Dell'Archiprete, P. (2002). Evaluating potential effects of exotic freshwater fish from incomplete species presence-absence data. *Biological Invasions* 4, 101-113.
- Penchazadeh, P.E. (2005). *Invasores*. EUDEBA.377.
- Pianka, E. (1982). *Ecología Evolutiva*, Ed Omega, Barcelona, 376 pp.
- Puntoriero, M.L., Volpedo, A.V., Fernández Cirelli, A. (2013). Riesgo para la población rural en zonas con alto contenido de arsénico en agua. *Acta Toxicologica Argentina (en prensa)*.
- Rico, M.R., Avigliano, E., Sáez, M.B., Volpedo, A.V. (2012). Discriminación de stocks pesqueros de pez palo (*Percophis brasiliensis*) del Atlántico sudoccidental mediante la utilización de la relación Sr:Ca y Zn:Ca en los otolitos. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP). Informe de Investigación Nº 74. 27/08/2012. 18 p.

- Rosso, J.J., Puntoriero, M.L., Troncoso, J.J., Volpedo, A.V., Fernández Cirelli, A. (2011). Occurrence of Fluoride in Arsenic-rich surface waters: a case study in the Pampa Plain, Argentina. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 87, 409-41.
- Rosso, J.J., Schenone, N., Pérez Carrera, A.L., Fernández Cirelli, A. (2013). Concentration of arsenic in water, sediments and fish species from naturally contaminated rivers. *Environmental Geochemistry and Health*. 35, 201-14.
- Russell, J., Erickson, D.R., Mount, T.L., Highland, J., Russell, Hockett E.N., Leonard, V.R., Mattson, T.D., Dawson Lott, K.G. (2010). Effects of copper, cadmium, lead, and arsenic in a live diet on juvenile fish growth. *Can J Fish Aquat Sci*, 67, 1816-1826.
- Schenone, N.F., Volpedo, A.V., Fernández Cirelli, A. (2007). Trace metal contents in water and sediments in Samborombón Bay wetland, Argentina. *Wetland ecology and management*. 15, 303-310.
- Secretaría de Recursos Hídricos de la Nación (2006) Desarrollo de Niveles Guía Nacionales de Calidad de Agua Ambiente. Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación. Buenos Aires, Argentina.
- Smedley, P.L., Kinniburgh, D.G. (2002). A review of the source, behavior and distribution of arsenic in natural waters. *Applied Geochemistry*. 17, 517-568.
- Strayer, D.L. (2010). Alien species in fresh waters: ecological effects, interactions with other stressors, and prospects for the future. *Freshwater Biology*. 55, 152-174.
- USEPA (United States Environmental Protection Agency) (2000). Human health risk assessment bulletins. Supplement RAGS. Environmental Protection Agency. Office of Health Assessment,. Disponible en: <http://www.epa.gov/region4/waste/ots/healthul.htm>.
- Volpedo, A.V., Avigliano, E., Fernández Cirelli, A. (2013). Influencia de los cambios ambientales sobre las poblaciones de peces en ecosistemas lénticos de la llanura pampeana (Argentina). En: Evaluación de los cambios de estado en ecosistemas degradados de Iberoamerica. L. Fernández Reyes y A.V. Volpedo. Red CYTED.
- Volpedo, A.V, Fernández Reyes, L. (2008). (Eds). Efecto de los cambios globales sobre la biodiversidad. RED CYTED 406RT0285. Efecto cambios globales sobre los humedales de Iberoamérica, 294pp.
- Volpedo, A., Fernández Cirelli, A. (2006). Otolith chemical composition as a useful tool for sciaenids stock discrimination in Southwestern Atlantic. *Scientia Marina* 70, 325-334.
- Volpedo, A.V., Miretzky, P., Fernández Cirelli, A. (2007). Stocks pesqueros de *Cynoscion guatucupa* y *Micropogonias furnieri* de la costa atlántica de Sudamérica: comparación entre métodos de identificación. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales*, 165, 115-130.
- Volpedo, A.V., Fernández Cirelli, A. (2013). El Lago Chasicó: similitudes y diferencias con las lagunas pampásicas. *AUGMDomus (en prensa)*.

■ NOTAS

1 https://www.youtube.com/watch?v=8DQWQSE85q8&list=PLiP-ILBzoQWpj2rVLQchFfF2k3eQ0lvjr&feature=player_detailpage

2 https://www.youtube.com/watch?v=dCXvMvFbjWk&feature=player_detailpage

3 https://www.youtube.com/watch?v=aGZN6SWvt04&feature=player_detailpage