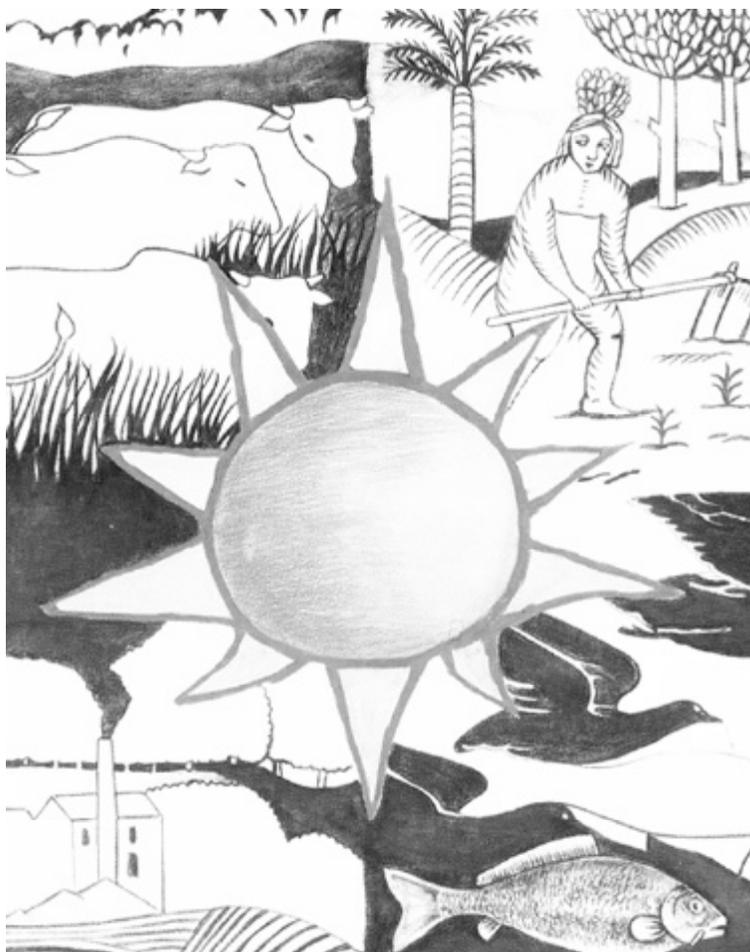


**PATRIMONIO NATURAL ACUÁTICO Y BIOSEGURIDAD EN LOS
HUMEDALES COSTEROS DEL SEMIÁRIDO DE CHILE:
REFLEXIONES PARA UN ESTUDIO DE CASO, EL CARACOL EXÓTICO
*Pomacea canaliculata***

Aquatic natural patrimony and biosecurity in the coastal wetlands of the semiarid of Chile:
reflections for a case study, the exotic snail *Pomacea canaliculata*

*Pedro Báez^{1,2}, Sergio Letelier^{1,2}, Gloria Rojas³, Andrea Rebolledo²,
Andrea Martínez^{1,2} & Priscila Paredes²*



¹Área de Zoología de Invertebrados, Museo Nacional de Historia Natural, Santiago de Chile.
²Sociedad Malacológica de Chile. ³Área de Botánica, Museo Nacional de Historia Natural, Santiago de Chile. Correo electrónico: pbaez@mnhn.cl

RESUMEN

Se prospectaron los humedales costeros ubicados desde Punta Teatinos, Región de Coquimbo, hasta la laguna de Zapallar, Región de Valparaíso (29°48'58.9"-32°37'52.7"S; 71°15'08.7"-71°4'54.3"O) en el semiárido de Chile Central. Esta revisión se efectuó entre el 4 de octubre y el 11 de diciembre de 2012 y tuvo por principales objetivos determinar los componentes de la flora y fauna que integran las comunidades dulceacuícolas de estos humedales y detectar en éstos la posible introducción del caracol invasor *Pomacea canaliculata*. De estos 16 humedales se registró: temperatura, pH, salinidad, exposición al viento y oleaje, además de la variedad de sustratos. Se obtuvieron en total 64 muestras biológicas comparativas de 1 m² de superficie de barrido que se recolectaron con D-Net triangular (1 mm de apertura de malla) desde la Zona Litoral Palustre (ZLP) de cada humedal. La flora acuática estaba integrada por plantas enraizadas y flotantes. La fauna acuática estuvo representada por macroinvertebrados de 35 familias y casi 70 especies, siendo los artrópodos los más abundantes con 21 familias, de las cuales 14 son de insectos. Se registraron ocho familias de moluscos, cuatro de anélidos y sólo una de nemátodos. La familia más abundante en número fue Hydrobiidae (*Heleobia* spp.), seguida de hemípteros Gerridae y Corixidae, coleópteros Hydrophilidae y dípteros: quironómidos, sarcófagidos, asílidos y culícidos, además de anfípodos planctónicos y ostrácodos bentónicos. Organismos típicamente bentónicos registrados fueron nemátodos y anélidos, los gastrópodos Hydrobiidae y Physidae, junto a bivalvos *Pisidium* spp. (Fam. Sphaeriidae). También se observaron peces y anfibios. El caracol exótico *Pomacea canaliculata* estuvo presente sólo en el humedal Conchalí al norte de Los Vilos, donde se encuentra asentado desde hace seis años y no se registró su presencia en los otros 15 humedales prospectados.

Palabras Clave: Patrimonio Acuático Natural, Bioseguridad, Humedales, Semiárido, *Pomacea canaliculata*

ABSTRACT

The wetlands from Punta Teatinos, located northern of Región de Coquimbo, to the Laguna de Zapallar to the north of Región de Valparaíso (29° 48' 58.9"-32°37'52.7" S, 71°15'08.7" - 71°41'54.3" W), in the semiárido of Central Chile, were prospected since October, the 4th, and December the 11th, 2012. The main objectives of the research were to record the flora and fauna species which integrate these wetlands fresh water communities and to detect the exotic snail *Pomacea canaliculata*, introduced already in the Conchalí wetland, in Los Vilos. From these 16 wetlands water temperature, pH, salinity, exposure to wind and coastal waves, and the diversity of substrates were recorded. Comparative biological samples (n=64) were collected (1 m² each sample; D-Net triangular; mesh size: 1 mm) from the Zona Litoral Palustre (ZLP) of every wetland. The aquatic flora was integrated by rooted and floating plants. Aquatic macroinvertebrates were represented by 35 families and nearly 70 species, where the arthropods were the most abundant with 21 families, of which 14 were insects. Eight families belong to molluscs, four to annelids and only one to nematodes. The family more abundant in number of organisms was Hydrobiidae (*Heleobia* spp.), followed by Hemiptera (Gerridae and Coryxidae), beetles Hydrophilidae, and Diptera: chironomids, sarcophagids, asilids and culicids, besides the planktonic amphipods and benthic ostracods. Recorded typical benthic organisms were nematod and annelid worms, some gastropods (Physidae and Hydrobiidae), plus the bivalve *Pisidium* spp (Fam. Sphaeriidae). Also, frogs and fishes were observed. The exotic snail *Pomacea canaliculata* lives only in the Conchalí wetland, where it has been settled for six years already. It was not recorded in the other 15 prospected wetlands.

Key words: Aquatic Natural Patrimony, Biosecurity, Wetlands, Semiárido, *Pomacea canaliculata*

INTRODUCCIÓN

Patrimonio natural acuático amenazado en el semiárido de Chile central

Los humedales costeros de Chile son ecosistemas específicos, que conforman una extensa red que se va extendiendo desde el norte hacia el sur del país. Estos humedales constituyen una parte muy importante del patrimonio natural acuático existente en el territorio chileno. Por el carácter de los servicios ecológicos que aportan, deben ser investigados científicamente, para realizar catastros que permitan conocer a la brevedad cuáles son las especies autóctonas que los componen y cuáles las posibles especies que han sido introducidas y, probablemente, se encuentran asilvestradas (Carvacho 1998). A partir de esta información básica se podrá, en el futuro, determinar la resiliencia o capacidad que tienen las comunidades de estos ecosistemas acuáticos para soportar los cambios, la potencial capacidad de adaptarse y/o recuperarse ante perturbaciones de origen natural, o provocadas, directa o indirectamente, por los seres humanos o por especies introducidas. Se hace necesario precisar además que, se entiende por bioseguridad el conjunto de medidas preventivas para impedir o contrarrestar invasiones, proceso que en un sentido más amplio y directo comprende acciones de distinta intensidad que varían desde la erradicación, control sostenido, mitigación de impacto y conservación *ex-situ* de especies en peligro, hasta el no hacer nada (Saunders et al. 2011).

De los humedales costeros del sector conocido como el semiárido de Chile, que se extiende desde punta Teatinos en la Región de Coquimbo hasta la laguna de Zapallar, en el límite norte de la Región de Valparaíso, se encuentra el humedal Conchalí, ubicado al

norte de los Vilos, y que está conformado por un estero y una laguna. De éstos sólo la laguna es sitio Ramsar y se encuentra bajo la administración de Minera Los Pelambres. El estero atraviesa campos del sector privado.

Ambos sectores del humedal Conchalí han sido colonizados por el gasterópodo de la Familia Ampullaridae, *Pomacea canaliculata*, considerado especie invasora (Carlsson et al. 2004). Aunque hasta ahora es incierta la forma en que este caracol exótico se introdujo en el humedal, la hipótesis más probable es que proviene de huevos que habrían llegado adheridos al plumaje de las aves migratorias de paso por el sector (introducción no intencional y por causas naturales).

Alternativamente, se presume que pudo haber sido incorporado al humedal por vía humana, con el propósito de deshacerse de mascotas de acuario (introducción intencional e ilegal) ignorándose el potencial daño que estos organismos exóticos pudieran causar en el medio acuático al que son introducidos. Es por este tipo de conductas que los seres humanos se han transformado en las especies invasoras por excelencia, debido al acarreo y traslado de especies que hemos venido realizando, quizás, desde los mismos orígenes de la especie humana. Características como una alta velocidad de reproducción, y gran fecundidad, ciclo de vida corto, amplia capacidad para colonizar una gran variedad de hábitats y un amplio rango de tolerancia fisiológica, son algunos de los principales rasgos de vida comunes a todas las especies invasoras, las que consideradas como oportunistas (Erllich 1986, 1989, Noble 1989) ingresan a los sistemas acuáticos, ya sea en forma deliberada o inconsciente. El daño que pueden ocasionar las especies introducidas en los ecosistemas puede llegar a ser muy grande y sobretodo muy difícil de medir, tanto por el deterioro que pueden ocasionar directamente a las comunidades biológicas, como

indirectamente por las proyecciones y consecuencias, expresadas en términos económicos, sobre actividades pecuarias como agricultura, acuicultura, ganadería, pesca, turismo y salud de la población (Penchaszadeh 2005). No obstante, quizás el efecto negativo más importante provocado por una situación de introducción de especies no controlada es el deterioro de la imagen del país, por la poca preocupación sobre estos temas que un descuido de este tipo puede reflejar ante la comunidad internacional. Para una adecuada gestión de los sistemas acuáticos es urgente contar con el conocimiento científico de la diversidad biológica que éstos albergan y que pudiera verse directa o indirectamente afectada por la presencia de especies exóticas invasoras. En base a este conocimiento, se podrá recurrir al principio de precaución. La prevención permitirá ahorrar recursos, optimizar y agilizar la eficiencia en la capacidad de respuesta y evitar o minimizar las alteraciones que las especies introducidas pudiesen ocasionar a las comunidades nativas que conforman el patrimonio natural de Chile. Esto, aún cuando cada vez se hace más difícil determinar la condición prístina de este tipo de ecosistemas, especialmente de los costeros.

El sistema de humedales costeros del semiárido se puede caracterizar como integrado por sistemas lagunares. Estos humedales se localizan en bahías, y desembocaduras de ríos y esteros, y están provistos tanto de aguas marinas como continentales (CAACH 2005). Los humedales predominantes en esta región corresponden al ecotipo de Evaporación, es decir, su balance hídrico está determinado por la interacción entre la precipitación y la temperatura del aire, lo que es común en zonas áridas. Estos humedales poseen un alto contenido salino y bajo volumen o caudal de carácter temporal en épocas con alta evaporación. Además, en la zona costera se encuentran los humedales

de ecotipo Costero, bajo los 10 msm. y que por la influencia del mar tienen un régimen permanente. Los humedales del ecotipo costero reciben aportes desde el mar (hacia el interior del humedal, en la forma de intrusión salina hacia un humedal de aguas continentales) y de sectores dulceacuícolas, que se mezclan y determinan el contenido de sal en el humedal (v.g., Desembocadura del Río Aconcagua) (MMA 2014 <http://www.mma.gob.cl>).

Una amenaza llamada Caracol manzana

Pomacea canaliculata (Lamarck, 1822), comúnmente conocido como «caracol manzana» (Fig. 1 y 2), pertenece a la familia Ampullariidae, que reúne caracoles operculados del orden Mesogastropoda. Los caracoles que constituyen esta familia se caracterizan por la presencia de una «ampulla» o engrosamiento de la aorta anterior ubicada en la cavidad pericardial cuya función es acumular un gran volumen de sangre a elevada presión, así como por la presencia de un doble sistema de respiración formado por una ctenidia (ripidoglosa) y un pulmón. La vida anfibia, la condición de poder vivir en situaciones de desecación o de grandes bajantes, así como ser resistentes a todo tipo de aguas con salinidad variable, son características que hacen de las especies de este grupo un tema de gran interés científico. Los caracoles del género *Pomacea* Perry, 1811, son originarios del continente americano. Se desarrollan en aguas estancadas o lénticas, principalmente, y se distribuyen por casi toda la Región Neotropical.

En Argentina se extienden hacia el sur y se distribuyen hasta la latitud 36°S, alcanzando la cuenca del Plata (Ageitos & Fernández 1976).

Las especies del género *Pomacea* cohabitan con especies de otros géneros



FIGURA 1. *Pomacea Canaliculata*. EJEMPLARES ADULTOS (L=62 mm), RECOLECTADOS EN LAGUNA CONCHALÍ, LOS VILOS.

Pomacea canaliculata. Adult specimens (l=62 mm), collected in laguna Conchalí, Los Vilos, Chile.



FIGURA 2. POSTURAS DE *Pomacea Canaliculata*, OBSERVADAS EN EL HUMEDAL CONCHALÍ, LOS VILOS.

Pomacea canaliculata eggs, observed in the Conchalí wetland, Los Vilos, Chile.

americanos de la familia Ampullariidae tales como *Asolene*, *Felipponea*, *Marisa* y *Pomella*. Las especies de *Pomacea* son utilizadas comúnmente en el comercio de acuarios, por sus características ecológicas.

Pomacea bridgesii (Reeve, 1856) se distribuye en el Amazonas peruano y brasilero, siendo aún una especie poco estudiada (Perera y Walls, 1996); *P. paludosa* (Say, 1829) y *P. canaliculata* (Lamarck, 1822) son consideradas hospedadores intermediarios de *Angiostrongylus cantonensis* (Chen, 1935), nemátodo parásito de roedores. Accidentalmente, pueden infestar seres humanos por ingestión cruda, produciéndole cuadros de meningoencefalitis eosinófila, situación que ha sido observada en Malasia, Asia y Cuba (Thiengo 1995).

En 1980 *Pomacea canaliculata* fue introducida en Taiwán, sureste de Asia, para iniciar una industria caracolera para consumo humano, iniciativa que no tuvo éxito. Ejemplares escapados de esos cultivos se reprodujeron y se convirtieron en una amenaza para los arrozales y otras plantaciones. Actualmente se han extendido por Indonesia, Tailandia, Camboya, Sur de China, Japón y Filipinas. Además, hay indicios de que se han introducido y están actualmente extendiéndose por Australia. Este caracol también fue introducido en Hawai para propósitos culinarios. No obstante, las plantaciones del tubérculo comestible «Taro» (*Colocasia esculenta*), se vieron directamente afectadas cuando este molusco se transformó en plaga con consecuencias económicas muy perjudiciales. Sin embargo, ampuláridos americanos subtropicales han sido introducidos como recurso alimenticio al sureste de Asia donde han tenido éxito en su establecimiento (Mochida 1991).

Pomacea canaliculata presenta sexos separados y es ovípara. Los huevos de color rosado, consistencia gelatinosa y de cáscara calcárea, son puestos en racimos sobre plantas acuáticas emergentes o en superficies sólidas fuera del agua. Este color es una característica determinante de la especie. Su alimentación es herbívora - detritívora. Por todos los

antecedentes mencionados, los objetivos de esta investigación se orientaron tanto a determinar los organismos de la flora y fauna que integran las comunidades de los humedales costeros desde punta Teatinos hasta la laguna de Zapallar, como a detectar la presencia de *Pomacea canaliculata*, invasor biológico potencial en los humedales del semiárido.

MATERIALES Y MÉTODOS

La síntesis de la metodología empleada es la siguiente (Báez et al. 2013). Entre el 4 de octubre y el 11 de diciembre del 2012 se prospectaron 16 humedales costeros ubicados desde punta Teatinos, al norte de la Región de Coquimbo, hasta la laguna de Zapallar al norte de la Región de Valparaíso (29°48'58.9"-32°37'52.7"S; 71°15'08.7"-71°4'54.3"O). En éstos se realizó un registro visual *in-situ*, teniendo especial cuidado en la detección de ejemplares y/o posturas de huevos del gasterópodo exótico *Pomacea canaliculata*, especialmente en aquellos humedales ubicados hacia el norte o situados hacia el sur de la laguna y pozas del estero que componen el humedal Conchalí de Los Vilos, donde este gasterópodo se encuentra asentado. Estas observaciones se complementaron con un amplio registro fotográfico de cada lugar. Se recolectaron en total muestras biológicas comparativas (n=64) de 1 m² de superficie de barrido (D-Net triangular con malla de 1 mm) en la zona litoral palustre (ZLP) de los humedales para determinar los componentes de la flora y fauna que integran las comunidades de cada uno (Tabla 1).

Humedales	Nº de muestras
Saladita, Punta Teatinos	5
Desembocadura rio Elqui	4
Estero Culebrón	3
Tongoy	3
Puerto Aldea	6
Desembocadura rio Limarí	7
Salala	4
Huentelauquén	5
Chigualoco	2
Puente Conchalí	1
Quilimarí	6
Pichidangui	2
Los Molles	3
Pichicuy	4
Pullalli	7
Laguna Zapallar	2
Total	64

TABLA 1. MUESTRAS BIOLÓGICAS COMPARATIVAS (1 m²) OBTENIDAS EN LA ZLP DE LOS HUMEDALES DEL SEMIÁRIDO (PUNTA TEATINOS A LAGUNA DE ZAPALLAR; OCTUBRE A DICIEMBRE 2012).

Comparative biological samples (1 m²) obtained in the semiarid wetlands ZLP (Punta Teatinos to laguna de Zapallar; october to december 2012).

RESULTADOS

Conocer la Biodiversidad para mantener la Bioseguridad

En los humedales del semiárido se observaron distintas alteraciones de origen antrópico como construcciones en los alrededores (casas, huellas de caminos y puentes), constante

acceso de vehículos, animales domésticos y distintas cantidades y calidades de basura (bolsas plásticas, botellas de vidrio y plástico y desechos de todo tipo, escombros y restos de materiales de construcción junto con restos orgánicos, depositados en sus riberas y/o contaminando el agua). En algunos casos estas construcciones han interrumpido o modificado severamente el curso natural de los cuerpos de agua. La mayoría corresponden totalmente a depósitos de agua dulce y muy pocos han mantenido algún grado de conexión con el mar. De modo que los cursos de agua originalmente lóticos se podrían caracterizar ahora como en proceso de transformación a ambientes lénticos, situación en la cual ha gravitado la sequía progresiva a que ha estado sometido el ambiente costero de la zona central de Chile durante estos últimos años (Uribe et al. 2012).

Así, humedales caracterizados como esteros, debido a la sequía se han ido transformando en una secuencia de pozas y lagunas pequeñas. No obstante, pese a las alteraciones detectadas, un poco más de la mitad de los cuerpos de agua analizados conservan aún, desde el punto de vista macroscópico, un paisaje de aspecto general, aparentemente, poco alterado. Se observó que la existencia de áreas protegidas o destinadas a la conservación ecológica en los humedales del semiárido es mínima. Sólo la parte integrada por la laguna del humedal Conchalí, ubicado al norte de Los Vilos, ostenta la categoría de sitio Ramsar. El otro sector de este humedal conformado por el estero no reviste esa categoría. No obstante, contrariamente a lo que se podría pensar en la perspectiva de la bioseguridad de la región este sitio Ramsar, supuestamente el sitio más protegido de esta extensa área, es el único lugar donde el caracol *Pomacea canaliculata* está presente y asentado ya por seis años, tanto en la laguna como en las pozas del estero que componen el

humedal Conchalí (Letelier & Soto-Acuña, 2008, Letelier et al. 2011 y Letelier et al. 2012).

Vegetación

Existe una gran dependencia y concentración de la fauna en la Zona Litoral Palustre, sector donde se distribuye principalmente la flora acuática, constituida casi en igual proporción por plantas enraizadas y por acuáticas flotantes. Las plantas terrestres, acuáticas y/o palustres que integran la flora asociada a cada humedal representan unidades vegetacionales que pueden ser caracterizadas en general como salinas, tifales, carrizos y juncales (Tabla 2).

Macroinvertebrados

Los macroinvertebrados acuáticos obtenidos en las muestras de los humedales del semiárido están representados por 35 familias y alrededor del doble de ese número en cantidad de especies de los Phyla Nematoda, Annelida, Arthropoda, y Mollusca. También se registraron peces y anfibios procedentes de las mismas comunidades. Los artrópodos fueron los más abundantes con 21 familias, de las cuales 14 son de insectos, seguidas por los moluscos con ocho, los anélidos con cuatro y los nemátodos representados por una sola. La Familia más abundante en número de organismos fue aquella de los gasterópodos Hydrobiidae con la(s) especie(s) del género *Heleobia*, actualmente en proceso de determinación específica. En su mayoría son invertebrados típicos de la columna de agua, planctónicos, con una gran cantidad de insectos, algunos totalmente acuáticos (hemípteros Gerridae, Corixidae, y coleópteros Hydrophilidae), junto a algunos de condición anfibia, o terrestre, cuyas larvas y estados

Plantas	Humedales														TOTAL	
	PT	DRE	EC	T	PA	RL	S	H	Ch	Con	Q	P	Pi	LM		Pich
Plantas																
Poaceae	P	P	P	P	P						P				P	6
Arbustos	P	P	P													3
Algas				P	P	P									P	3
<i>Schoenoplectus californicus</i>	P	P	P	P						P						5
<i>Chrysanthemum coronarium</i>	P			P												3
<i>Acacia saligna</i>	P															1
<i>Cotula coronopifolia</i>		P					P			P	P	P			P	6
<i>Ambrosia chamissonis</i>		P				P				P	P	P				5
<i>Azolla filiculoides</i>							P			P						2
<i>Ludwigia peploides</i>		P					P			P	P					4
<i>Sarcocornia fruticosa</i>			P		P	P	P	P	P		P	P	P	P		10
<i>Nolana paradoxa</i>							P									1
<i>Tessaria absinthioides</i>							P					P				4
<i>Brassica rapa</i>							P					P				2
<i>Zinnichellia palustris</i>							P					P				1
<i>Carpobrotus chilensis</i>							P									3
TOTAL	5	6	3	4	4	3	4	4	1	7	5	4	3	1	4	59

TABLA 2. DIVERSIDAD DE PLANTAS PRESENTES (p) EN LOS HUMEDALES DEL SEMIÁRIDO DE CHILE (PUNTA TEATINOS A PICHICUY; OCTUBRE A DICIEMBRE 2012) DESDE EL NORTE DE LA REGIÓN DE COQUIMBO Y HASTA EL NORTE DE LA REGIÓN DE VALPARAÍSO. Humedales: PT: Punta Teatinos; DRE: Desembocadura Río Elqui; EC: Estero Culebrón; T: Tongoy; PA: Puerto Aldea; RL: Río Limarí; S: Salala; H: Huentelauquén; Ch: Chigualoco; Con: Conchalí; Q: Quilimarí; LM: Los Molles; P: Pichidangui; LM: Los Molles; Pich: Pichicuy; LZ: Laguna Zapallar. *Ludwigia peploides* (Kunth) P.H. Raven ssp. *montevicensis* (Spreng.) P.H. Raven, *Sarcocornia fruticosa* (L.) A.J. Scott.

Diversity of the existing plants (p) in the Chilean semi-arid wetlands (Punta Teatinos to Laguna de Zapallar: October to December 2012) from the northern Coquimbo region to the north of the Valparaíso, Chile. Humedales: PT: Punta Teatinos; DRE: Desembocadura Río Elqui; EC: Estero Culebrón; T: Tongoy; PA: Puerto Aldea; RL: Río Limarí; S: Salala; H: Huentelauquén; Ch: Chigualoco; Con: Conchalí; Q: Quilimarí; LM: Los Molles; P: Pichidangui; LM: Los Molles; Pich: Pichicuy; LZ: Laguna Zapallar. *Ludwigia peploides* (Kunth) P.H. Raven ssp. *montevicensis* (Spreng.) P.H. Raven, *Sarcocornia fruticosa* (L.) A.J. Scott.

Taxa	Humedales														LZ TOTAL	
	P	T	EC	DRE.	PA	L	S	H	Ch	Con	Q	P	Pi	LM		Pich
P. NEMATODA																
Tylenchidae	p															2
P. ANNELIDA																
Nephtyidae						p										6
Nereidae							p									3
Haplotaxidae								p								7
Glossiphoniidae	p															3
P. ARTHROPODA																
Cypridae																5
Hyalellidae																3
A. desastrados																2
A. antenas largas y delgadas																3
Corophidae-Ischyoceridae																3
Ligidae																1
Grapsidae																3
Baetidae																5
Sminthuridae																1
O. Trichoptera																2
Libellulidae																5
Gerridae	p															3
Corixidae																5
Hydrophilidae																4
Atericidae																1
Ephydriidae																4
Tabanidae																1
Asilidae																2
Culicidae																2

TABLA 3. DIVERSIDAD DE MACROINVERTEBRADOS PRESENTES (P) EN LOS HUMEDALES DEL SEMIÁRIDO (DESDE EL NORTE DE LA REGIÓN DE COQUIMBO HASTA EL NORTE DE LA REGIÓN DE VALPARAÍSO, CHILE. PT: Punta Teatinos; DRE: Desembocadura Río Elqui; EC: Estero Culebrón; T: Tongoy; PA: Puerto Aldea; RL: Río Limarí; S: Salala; H: Huentelauquén; Ch: Chigualoco; Con: Conchalí; Q: Quilimarí; P: Pullallí; Pi: Pichidanguí; LM: Los Molles; Pich: Pichicuy; LZ: Laguna Zapallar.

Macroinvertebrates existing diversity (p) in the Chilean semiárido wetlands (Punta Teatinos to laguna de Zapallar; october to december 2012) from the north of Region de Coquimbo to the north of región de Valparaíso, Chile. PT: Punta Teatinos; DRE: Desembocadura Río Elqui; EC: Estero Culebrón; T: Tongoy; PA: Puerto Aldea; RL: Río Limarí; S: Salala; H: Huentelauquén; Ch: Chigualoco; Con: Conchalí; Q: Quilimarí; P: Pullallí; Pi: Pichidanguí; LM: Los Molles; Pich: Pichicuy; LZ: Laguna Zapallar.

Taxa	Humedales													LZ TOTAL			
	P.T	DRE.	EC	T	PA	L	S	H	Ch	Con	Q	P	Pi		LM	Pich	
Chironomidae	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	12	
Sarcophagidae							p									3	
Fams. Indet.							p									6	
P. MOLLUSCA																	
Ampullariidae										p						1	
Hydrobiidae	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	14	
Physidae	p	p	p													9	
Limneidae	p															2	
Succinidae																1	
Planorbidae											p					1	
Mytilidae																2	
Sphaeriidae																2	
P. CHORDATA																	
Gambusias																3	
ALPARGATAS																	
Atherinidae																1	
ANFIBIOS																1	
TOTAL	10	13	15	4	2	5	13	11	6	7	12	7	7	13	7	3	135

TABLA 3 continuación. DIVERSIDAD DE MACROINVERTEBRADOS PRESENTES (P) EN LOS HUMEDALES DEL SEMIÁRIDO (DESDE EL NORTE DE LA REGIÓN DE COQUIMBO HASTA EL NORTE DE LA REGIÓN DE VALPARAÍSO, CHILE. PT: Punta Teatinos; DRE: Desembocadura Río Elqui; EC: Estero Culebrón; T: Tongoy; PA: Puerto Aldea; RL: Río Limarí; S: Salala; H: Huentelauquén; Ch: Chigualoco; Con: Conchalí; Q: Quilimarí; P: Pullalí; Pi: Pichidangui; LM: Los Molles; Pich: Pichicuy; LZ: Laguna Zapallar.

Continuation. Macroinvertebrates existing diversity (p) in the Chilean semiárido wetlands (Punta Teatinos to laguna de Zapallar; october to december 2012) from the north of Region de Coquimbo region to the north of región de Valparaíso, Chile. PT: Punta Teatinos; DRE: Desembocadura Río Elqui; EC: Estero Culebrón; T: Tongoy; PA: Puerto Aldea; RL: Río Limarí; S: Salala; H: Huentelauquén; Ch: Chigualoco; Con: Conchalí; Q: Quilimarí; P: Pullalí; Pi: Pichidangui; LM: Los Molles; Pich: Pichicuy; LZ: Laguna Zapallar.

reproductivos son transitoriamente acuáticos (e.g., dípteros: quironómidos, sarcófagidos, asílidos y culícidos). Se agregan a éstos algunos crustáceos como anfípodos planctónicos y ostrácodos bentónicos. La fauna del fondo está integrada en su mayoría por nemátodos y anélidos junto a gastrópodos Hydrobiidae y Physidae, además de bivalvos *Pisidium* spp (familia Sphaeriidae) (Ituarte 2007) (Tabla 3).

Medidas sugeridas y la necesidad de aplicarlas

En términos generales se observó que todos los humedales costeros revisados se encuentran muy alterados por una serie de factores entre los cuales destacan; a) la sequía que ha afectado al norte semiárido, lo que ha representado una modificación significativa de los regímenes de agua o de los aportes de sus tributarios. Esta condición ha sido consecuencia del fenómeno de interacción océano-atmósfera La Niña, estacionada frente al sector Centro Norte de Chile por un largo período; b) la influencia humana manifestada en la acumulación de desechos urbanos, escombros, basuras de todo tipo, orgánicas, plásticas y de vidrio entre las más recurrentes y que, a largo plazo, podrían afectar severamente la biodiversidad local, aumentando la vulnerabilidad y facilitando la introducción de especies exóticas en estos humedales; c) el aumento del turismo; d) la extracción de áridos para la construcción de complejos inmobiliarios cada vez más numerosos y más grandes; e) la contaminación acústica y f) la modificación de la estructura natural de los cursos de agua en estudio. Todo esto ha generado una situación particular sobre la biodiversidad local de cada humedal que crea justamente las condiciones de vulnerabilidad para las comunidades acuáticas que se desarrollan en estos humedales.

De la revisión de cada cuerpo de agua, la presencia hasta la fecha de *Pomacea canaliculata* sólo en el Humedal Conchalí permite aventurar la hipótesis que, posiblemente, la especificidad físico-química y biológica, o el gradiente de reemplazo ecológico que se observa en los humedales existentes desde el norte y hacia el sur del semiárido, pudiera representar una barrera natural para la expansión de este gasterópodo en la zona. Sin embargo, todo este panorama se complica también por el desconocimiento que existe en torno al impacto ambiental que producen en el largo plazo sobre estos ecosistemas las variaciones climáticas ocasionales de interacción océano-atmósfera de El Niño y La Niña, efectos que nunca debieran desestimarse, por cuanto alteran esporádicamente los ambientes costeros facilitando la entrada de especies exóticas, especialmente de aquéllas tropicales. Además, en rigor, se han observado diferencias notorias principalmente entre las comunidades acuáticas existentes en los humedales de punta Teatinos y Tongoy, por ejemplo, pese a la cercanía de ambos. También entre aquéllas de Los Vilos y laguna de Zapallar y, aunque con diferencias en las especies que los integran, existen mayores semejanzas entre la flora y fauna del estuario del río Elqui, Limarí y Huentelauquén (río Choapa) que con aquéllas de los humedales intermedios.

Una acción de seguimiento de la observación en estos humedales y la investigación catastral sistematizada de macroinvertebrados acuáticos, son parte de un modelo preventivo y de control necesarios para la conservación de estos ecosistemas costeros (incluso para la selección y designación de futuros sitios Ramsar). En consecuencia, estas acciones siempre generarán información básica suficiente y necesaria para erradicaciones futuras y serán particularmente muy útiles al considerar

Estudios de Impacto Ambiental en la zona, pues permitirán obtener muestras representativas, como un medio rápido y eficaz de comparación y de detección de especies exóticas.

La revisión de los humedales costeros del semiárido ha permitido constatar que *Pomacea canaliculata* sólo se encuentra en el humedal Conchalí. Sin embargo, a partir de estas observaciones debiera existir un constante monitoreo en la región, como medida preventiva coordinada entre las instituciones locales estatales y las privadas representadas en esta extensa región.

LITERATURA CITADA

- AGEITOS CZ & D FERNÁNDEZ (1976) Fauna de agua dulce de la República Argentina. Mollusca Gasteropoda. Ampullariidae. Volumen XV. Moluscos Gasterópodos, Ampullariidae. Fascículo 1: 7-32.
- BÁEZ P, S LETELIER, G ROJAS, A REBOLLEDO & P PAREDES (2013) Monitoreo de humedales significativos de la Región de Coquimbo y zona norte de la Región de Valparaíso, para la protección del patrimonio natural acuático costero. DIBAM Informes Fondo de Apoyo a la Investigación Patrimonial 2012: 51-76.
- CARLSSON NOL, C BRÖNMARK & LA HANSSON (2004) Invading herbivory: the golden apple snail alters ecosystem functioning in Asian wetlands. *Ecology* 85(6): 1575-1580.
- CARVACHO A (1998) Patrimonio y Biodiversidad: El Dilema de Los Museos de Historia Natural. Págs. 7 a 15. En: «De Patrias, Territorios, Identidades y Naturaleza» Salazar MA y P Videgain, eds. V Seminario de Patrimonio Cultural 147 págs.
- CORPORACIÓN AMBIENTES ACUÁTICOS DE CHILE (CAACH) (2005) Los humedales no pueden esperar: Manual para el Uso Racional del Sistema de Humedales Costeros de Coquimbo. Luna Quevedo D, ed. Santiago, Chile. 136 pp.
- EHRlich PR (1986) Which animal will invade? In: Mooney HA & JA Drake (eds) *Ecology of Biological Invasions of North America and Hawaii*: 79-95. Springer Verlag. New York.
- EHRlich PR (1989) Attributes of invaders and the invading processes: vertebrates. In: DRAKE JA, HA MOONEY, FDICASTRI, RH GROVES, FJ KRUGER, M REJMANEK & M WILLIAMSON (eds) *Biological Invasions: A global perspective*: 315-328. SCOPE 37, John Wiley & Sons, Chichester, UK. 525 pp.
- ITUARTE C (2007) Las especies de *Pisidium* Pfeiffer de Argentina, Bolivia, Chile, Perú y Uruguay (Bivalvia-Sphaeriidae). *Revista Museo Argentino Ciencias Naturales n.s.* 9(2): 169-203.
- LETELIER S & S SOTO-ACUÑA (2008) Registro preliminar de *Pomacea* sp. (Ampullariidae, gastropoda), molusco exótico, en laguna Conchalí, Los Vilos, Sitio Ramsar (31°52'20,25"; 71°29'51,93"O). *Boletín Amici Molluscarum* N° 16: 8-10.
- LETELIER S, A REBOLLEDO, G COLLADO, D JACKSON & S SOTO-ACUÑA (2011) Identificación taxonómica y estudio de variables poblacionales de una nueva especie invasora en Chile: *Pomacea* sp. (Gastropoda: Ampullariidae), en Laguna Conchalí, Los Vilos, Chile. DIBAM Informes Fondo de Apoyo a la Investigación Patrimonial 2010: 55-66.
- LETELIER S, P BÁEZ, G ROJAS, A REBOLLEDO, G COLLADO, D JACKSON & A DÉLANO (2012) Análisis de poblaciones observadas de *Pomacea canaliculata* (Gastropoda: Ampullariidae), caracol exótico presente en la laguna (31°52'20.25"S, 71°29'51.93"O) y estero Conchalí (31°52'15.31"S). DIBAM Informes Fondo de Apoyo a la Investigación Patrimonial 2011: 25-46.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA) (2014) Humedales. [en línea] <<http://www.mma.gob.cl/biodiversidad/1313/w3-article-47524.html>>, <<http://www.mma.gob.cl/biodiversidad/1313/w3-article-47520.html>> [consulta: 26 marzo 2014].
- MOCHIDA O (1991) Spread of freshwater *Pomacea* snails (Pilidae, Mollusca) from Argentina to Asia. *Micronesica (Suppl.)* 3: 51-62.

- NOBLE IR (1989) Attributes of invaders and the invading process: terrestrial and vascular plants. 301-304. En: DRAKE JA, HA MOONEY, F DI CASTRI, RH GROVES, FJ KRUGER, M REJMANEK & M WILLIAMSON (eds) Biological Invasions: A global perspective. SCOPE 37, John Wiley & Sons, Chichester, UK. 525 pp.
- PENCHASZADEHP (2005) Capítulo I, Invasores. 21-33. En: PENCHASZADEHP (coordinador), D BOLTOSVSKOY, MBORGES, D CATALDO, CDAMBORENEA, GDARRIGAN, SOBENAT, G PASTORINO, PE PENCHASZADEH, E SCHWINDT, E SPIVAK & FSYLVESTER (2005) INVASORES Invertebrados Exóticos en el Río de la Plata y Región Marina Aledaña. EUDEBA, Editorial Universitaria de Buenos Aires. Argentina. 377 pp.
- PERERA G & JG WALLS (1996) Apple snails in the Aquarium. T. F. H. Publications. USA. 121 pp.
- SAUNDERS A, A GLEN, K CAMPBELL, R ATKINSON, J SAWYER, E HAGEN & H TORRES (2011) Estudio sobre la factibilidad del manejo de especies invasoras en el Archipiélago de Juan Fernández, Chile, para CONAF e I. M. de Juan Fernández. Island Conservation, Landcare Research, New Zealand. 183 pp.
- THIENGO SC (1995) Género *Pomacea* (Perry, 1810). 53-69. En: Barbosa, F.S. Tópicos em Malacología Médica. Editora FIOCRUZ. Rio de Janeiro. 314 pp.
- URIBE JM, R CABRERA, ADE LA FUENTE & M PANEQUE (2012) Atlas Bioclimático de Chile. Laboratorio de Bioenergía y Biotecnología Ambiental, Depto. De Ciencias Ambientales y Recursos Renovables, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. ANDROS Impresores. Santiago, Chile. 232 pp.

Recibido 21/10/2013; aceptado 5/12/2013