

NOTAS SOBRE EL CAMBIO AMBIENTAL EN ICTIOLOGÍA

S. E. GÓMEZ

Museo Argentino de Ciencias Naturales «Bernardino Rivadavia», Av. Angel Gallardo 470 – CP1405DJR,
Ciudad de Buenos Aires, Argentina. sgomez@macn.gov.ar

«.....la respuesta de la vida a la escala de temperaturas es asimétrica, el calor destruye la organización, el frío simplemente... la inmoviliza...»

Ramón Margalef – 1983.

ABSTRACT. In historical and geologic times significant climatic and topographical changes have taken place, the topographical changes are those where it varies the coordinate «z» that corresponds to the altitude or depth of the environment. The climatic changes can produce topographical changes, and in the other hand, topographical changes more rarely produce climatic changes. The human action generates many of these changes and it accelerates them notably. The dynamic interaction in the time of the three factors, climatic, topographical, and human it is what is denominated «environmental change». Inside this mark the dispersion of *Hypostomus commersoni* is analyzed in the east of the pampasia, from 1957 until the present time. New records for *Crenicichla lepidota* and of some species introduced recently: *Ictalurus cf. punctatctus*, *Acipenser cf. baerii* and *Oreochromis sp.*, are given. Great part of the climatic change perhaps is modelable and predictable, but the topographical changes and the human factor have a high grade of randomness, for what the goods of the environmental change are, for the time being, impredecibles.

Keywords: climatic change, topographic change, environmental change, pampasic and patagonian fishes.

INTRODUCCIÓN

El período histórico de la humanidad, aproximadamente 4 milenios antes de Cristo, se desarrolló bajo condiciones geológicas y climáticas que podemos considerar relativamente estables, donde el cambio antrópico más relevante es la construcción de la Gran Muralla China.

En tiempos históricos y geológicos se han producido cambios climáticos (**CC**) y topográficos significativos, los cambios topográficos (**CT**) son aquellos donde varía la coordenada «z», esta coordenada es normal a la gravedad con valor cero a nivel del mar y corresponde a la altitud, o profundidad en los ambientes acuáticos. Los eventos y **CC** pueden producir **CT**, y viceversa, raramente **CT** producen **CC**, la acción humana genera muchos de estos cambios y los acelera notablemente. El objetivo de esta sinopsis es proveer algunos datos propios (**DP**), observaciones y opiniones que contribuyan a modelar un

concepto de cambio ambiental (**CA**) aplicable en ictiología continental.

La temperatura

Según algunos autores desde 1850 aproximadamente el aumento de consumo de combustibles fósiles, motivado por la revolución industrial, generó la acumulación de dióxido de carbono en la atmósfera y el «efecto invernadero», rápidamente se detectó el fenómeno conocido como «calentamiento global», que conceptualmente en la primera década del s.XXI evolucionó en corto tiempo a «cambio climático global». La ecología y la zoogeografía del s.XX se habían desarrollado dentro de una perspectiva de clima estable con variaciones solo estacionales.

En biología acuática la temperatura es el factor abiótico más importante porque condiciona la vida dentro del estrecho límite de -2 a +50 °C, y siempre está relacionada de manera directa o indirecta con todos los fenómenos biológicos, su impor-

tancia radica en que:

1- el aumento de la radiación solar y de la temperatura favorece las floraciones algales, incluso las de cianofitas que producen compuestos tóxicos.

2- la solubilidad de todos los gases disueltos en agua disminuye con la temperatura, mientras que por evaporación aumenta la salinidad y presión osmótica del medio.

3- la temperatura aumenta el metabolismo de los organismos, sus procesos endógenos son más rápidos y consumen más rápidamente el oxígeno.

4- la materia orgánica se degrada más rápidamente con altas temperaturas consumiendo grandes cantidades de oxígeno.

La situación climática actual

Los **CC** en regiones meridionales como es la latitud de la pampasia (38°S) son: un aumento de la temperatura media ambiente estimado en 1°C para los próximos 20 años, un cambio los de vientos dominantes que ya se estableció en el cuadrante este, en el s.XX el aumento promedio del nivel del mar fue del orden de los 10 a 20 cm, mayor erosión de la línea de costa y un aumento de la pluviosidad, aunque los grandes ríos perderán hasta un 30% de su caudal en verano. El dinamismo es tan alto que, por una reciente convención internacional los datos se compilan como referencia y para comparación cada tres décadas.

Los cambios topográficos modificando el clima

Durante el siglo XX algunos **CT** han sido relevantes como la construcción del Canal de Suez, el Canal de Panamá y las represas de Assuán (río Nilo, Egipto) e Itaipú (río Paraná, Brasil-Paraguay). Estos emprendimientos se realizaron sin considerar las consecuencias ambientales a mediano plazo, y próximamente se inaugurará la represa más grande del mundo «Tres Gargantas» (China) sobre el río Yangtzé, con una superficie de 1000 kilómetros cuadrados que es similar a la de Itaipú.

Muy recientemente se determinó que las 52000 represas en el mundo contribuyen en más del 4% del calentamiento global (Lima Iván, *com. pers.*, ver Lima *et al.*, 2007) debido al metano emitido por procesos de difusión y burbujeo, originado por

la descomposición de la materia orgánica de los embales (Lima *et al.*, 2007).

Un caso singular es documentado por Aust (1994), cuando se produjo la falla de la placa brasilica que originó las Cataratas del Iguazú, por aumento de la fricción la temperatura del agua aumentó en un grado centígrado. Si la ictiofauna que quedó restringida aguas arriba de los saltos, soportó condiciones térmicas distintas a las del Paraná, esto podría explicar el muy alto grado de endemismos que se verifica en el noreste de la Argentina (Menni, 2004).

El concepto de cambio ambiental

El ambiente acuático presenta marcadas diferencias con el terrestre, y los vertebrados que lo habitan explotan ampliamente las tres coordenadas espaciales (x, y, z) presentando distintas estrategias para combatir el frío. Entre éstos, los peces son particularmente sensibles a la temperatura que afecta de manera importante alguno de los tres aspectos básicos de su nicho ecológico, ya sea distribución, alimentación o reproducción, y son particularmente afectados por el cambio ambiental. Se denomina cambio ambiental al producto de la interacción dinámica en el tiempo del cambio climático con el cambio topográfico y con la acción humana.

Los cambios topográficos en la pampasia

La pampasia es un sistema muy alterado desde su descubrimiento, los **CT** antrópicos comenzaron con la construcción de la «Zanja de Alsina» en 1876, una excavación de dos metros de profundidad y tres de ancho, desde Tornquist hasta Italó (sur de Córdoba), destinada a evitar la sustracción del ganado por los indígenas. Del plan original solo se concretaron 374 kilómetros debidos a la tos-cosidad del terreno.

Las tosqueras para la extracción de tierra y fabricación de adobe, utilizado en ranchos y corrales, posteriormente las canteras destinadas a extraer material para los terraplenes de caminos y ferrocarriles alteraron la dirección de la escorrentía y produjeron endicamientos, las represas, los canales que inicialmente desagotaban la baja cuenca del Salado y la desembocadura del río Colorado y los canales más recientes (Mercante, Canal del Oeste y

Ameghino) que conducen al oeste de la pampasia, son una lista de los innumerables **CT**.

Cada zanja o canal implica un terraplén y cada depresión sufre la acción de deflación eólica o la profundización por efecto de los unglados. Estas depresiones se inundan ya sea por alcanzar niveles freáticos, canalizaciones o por el notorio aumento de la pluviosidad, Hoffmann (1989) señala un fuerte desplazamiento hacia el oeste de la isoyeta de 800 mm entre los años 1921-1950 y 1971-1980. Estos cambios en la coordenada z, insignificantes a nivel global alteraron la topografía del ambiente pampásico que actualmente tiene una pendiente promedio del 1%. Un canal que conecta dos cuerpos de agua es un nuevo ambiente acuático de por sí, y una vía por donde se desplaza la fauna. La ictiofauna de los innumerables canales y el curso principal del río Salado casi no se han estudiado.

Algunos cambios topográficos en la Provincia de Buenos Aires

1- las «Canteras de los Talas» (34°58' S, 58° W) excavadas a principios del s.XX para extracción de conchilla se inundaron posteriormente, en la actualidad tienen una rica ictiofauna y comunicación con el Río de la Plata. Han originado publicaciones científicas relevantes, y son un ejemplo claro del **CT** y **CA**, sus rasgos y dinamismo actual han sido estudiados y compilados por Menni (2004).

2- otro **CT** es la Represa Roggero (Partido de Moreno) construida en 1967 sobre el río Reconquista, donde se han registrado varias mortandades masivas de peces atribuibles al manejo inadecuado. La ictiofauna del curso medio y bajo de este río está prácticamente extinta y se conoce a partir de material de colección. (López, 1990) y fotografías periodísticas que documentan mortandades con *Prochilodus* sp. y *Pimelodus* sp. (**DP**).

3- el Embalse Paso de las Piedras (Partido de Tornquist) construido en 1974 en el río Sauce Grande, que parece tener floraciones algales recurrentes, se ha introducido fauna patagónica en 1990 (*Percichthys* sp. y *Salvelinus* sp.) y estas poblaciones actualmente se mantienen, la fauna brasilica está representada por *Oligosarcus* sp., *Astyanax* sp., *Rhamdia* sp. y *Odontesthes* sp. (**DP**).

4- *Crenicichla lepidota*, de distribución parano platense se había documentado en arroyos afluentes del Río de La Plata. Desde el 2000 se encuentra en el lago semi-artificial situado frente a la Cancha Municipal de Golf en los Bosques de Palermo de la CA de Buenos Aires. Este lago tiene conexión con el Río de La Plata y se construyó sobre los antiguos «Bajos de Nuñez». *C. lepidota* originó allí una población estable en la medida que se capturan adultos y juveniles todos los veranos (**DP**). Los únicos cíclidos de éste ambiente previamente eran *Australoheros facetum* y *Gymnogeophagus meridionalis* (**DP**).

Los cambios en Oeste de la Pampasia y Norte de Patagonia

Estas dos regiones están siendo intensamente estudiadas y de hecho son los únicos casos en la Argentina que documentan cambios y movimientos significativos en poblaciones de peces por el **CA**.

En el Oeste de la pampasia entre las encadenadas del Oeste y Gral. Villegas se originaron nuevos cuerpos de agua y otros ampliaron su superficie por **CC** y **CT** y fueron colonizados por un subconjunto de las más euritópicas especies del Salado. Esta región geográficamente es bastante coincidente con el trazado original de la «Zanja de Alsina», el Oeste de la pampasia en el meridiano 64°W ya no es una región seca sin peces, se incluye en la Subregión Brasilica y en sus cuerpos de agua se pueden encontrar hasta 18 especies de peces brasilicos con poblaciones presuntamente en expansión (Gómez *et al.*, 2004; Gómez y Menni, 2005).

Los cambios en Patagonia comenzaron a principios del s.XX con la introducción de salmónidos y posteriormente con la expansión de la ictiofauna brasilica que alcanzó el norte de la Patagonia aparentemente después de 1951 cuando se canalizó la boca del río Colorado.

La situación actual es realmente compleja incluyendo a) la ictiofauna Austral interactuando con salmónidos desde 1904 y sin retrocesos notables hacia el sur, b) **CT** y **CC** significativos desde 1900 y c) un desplazamiento hacia el sur de la ictiofauna Brasilica con al menos nueve especies representadas en o al sur del río Colorado (Ortubay *et al.*, 2004).

La zona litoral de los lagos presenta diferencias térmicas con el epilimnion que

condicionan su uso por parte de los peces. Estas situaciones micro-ambientales de exclusión, tanto espacial como temporal, tendrán repercusión sobre el acceso al alimento, el crecimiento y la depredación. El uso diferencial de la zona litoral es la clave que permite la coexistencia de salmónidos y peces nativos. (Cussac *et al.*, 2005). Es importante el aumento del número de especies brasílicas en Patagonia y hay indicios de deterioro de las poblaciones de salmónidos en su zona norte, se prevé la profundización de la termoclina y la ampliación de las zonas litorales.

Movimientos de peces exóticos

Un efecto humano muy importante es la introducción, transporte y escape de especies exóticas. Las tilapias (*Oreochromis* sp. y *Tilapia* sp.) fueron introducidas durante la década del 90 en Formosa, Corrientes y Misiones, y muy recientemente en el Embalse del Uruguá-í con fines de acuicultura (**DP**), además existe un criadero de *O. niloticus* en el noreste de la Pcia. de Bs. As. (**DP**).

Un caso distinto son los «escapes», recientemente se documentó el esturión, *Acipenser* cf. *baerii*, (Azpelicueta y Almirón, 1999) en la región de Atalaya, y luego un ejemplar de 880 mm en la costanera del Río de La Plata (**DP**-2002). Ejemplares adultos del bagre norteamericano, *Ictalurus* cf. *punctatus*, fueron capturados en el río Alto Iguazú en el 2006 (**DP**, Figura 1). Ambos son casos de introducciones accidentales, no deseadas, producidas presuntamente por escapes de criaderos de países limítrofes, no se sabe si estas especies originarán poblaciones estables. Los escapes de ejemplares adultos de criaderos en general se relacionan con un error en el manejo de compuertas, rotura de tajamares o diseños y canalizaciones más profundas que la cubeta o estanque de cría.

Las especies exóticas son difíciles de identificar por la falta de claves y ejemplares de colección en la Argentina, además *Acipenser* sp. *Oreochromis* sp. y *Tilapia* sp. presentan numerosas formas híbridas de cultivo (Bardach *et al.*, 1990) lo que complejiza su determinación. Las especies introducidas producen nuevas relaciones biológicas, y aunque inicialmente la biodiversidad del ambiente aumenta en general comprimen o fragmentan el nicho de las especies autóctonas.



Figura 1. Único testimonio de la presencia de *Ictalurus* cf. *nebulosus* en territorio argentino. Foto tomada en las cercanías de Colonia Andresito (Misiones), Río Iguazú Superior, 2006.

La Represa de Itaipú fue un **CT** notable sobre el Paraná y posibilitó que *Plagioscion squamosissimus* llegara al Paraná Medio (Bonetto y Maldonado, 1984) extendiéndose actualmente hasta el Delta (López *et al.*, 2003).

Situación de *Hypostomus commersoni* en la pampasia

Estos animales son sedentarios, de tamaño mediano, muy identificables, se capturan fácilmente con las artes comunes de pesca, y no tienen valor deportivo u ornamental, por lo que no son objeto de pesca, cultivo o antropocoria. Si analizamos su distribución en el este de la pampasia vemos que esta citada de manera amplia para «cuenca del río Salado de Buenos Aires» (Ringuelet y Arámburu, 1957) aunque solo se encontraba bien documentada en laguna Vitel (Olivier 1961). Veinte años después se la confirma para laguna Chascomús (Iwaskiw y Sendra, 1981), posteriormente se la encuentra en Lobos (López, 1987), Monte y Yalca (López y Miquelarena, 1991; López *et al.*, 2001), y con **DP** se agrega a las lagunas de Pila, Chis-Chis y Salada de Monasterio. En total esta documentado para 8 lagunas, López *et al.*, 2006 lo encuentran en las cabeceras del río Samborombón. Muy probablemente ya este distribuido en todo el grupo de las Encadenadas del Este y otras localidades de la pampasia (Figura 2).

Considerando que las Encadenadas del

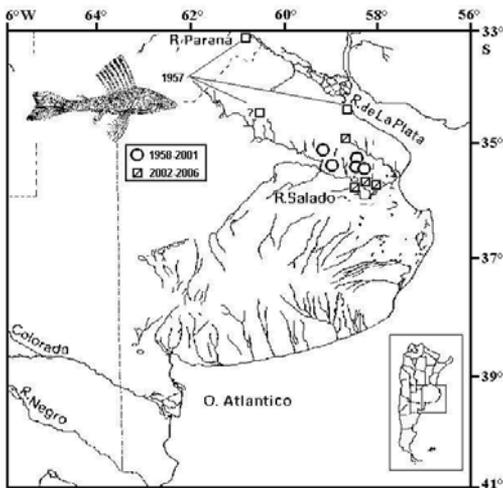


Figura 2. Distribución actual de *Hypostomus commersoni* en la pampasia. En el mapa se han obviado los canales.

Oeste son la región más intensamente muestreada de la Argentina y la poca tolerancia al frío de *H. commersoni*. esta distribución muy incrementada a partir de 1960, puede responder a los numerosos pequeños canales de la baja cuenca del Salado, al aumento de la temperatura y de la pluviosidad.

Las condiciones ambientales actuales de vida de *H. commersoni* y otros peces de la baja cuenca del río Salado son: una temperatura media anual de 14,8°C, una precipitación de 922 mm anuales y una temperatura media para el mes de julio de 4,2 °C considerando la Estación Dolores 36°21'LS, 57°44'W y 9 m.s.n.m.(1961-1991, Servicio Meteorológico Nacional, www@meteofa.mil.gov.ar) Para el estudio de los ambientes y peces de la alta cuenca del río Salado se deben considerar los datos de la Estación Meteorológica Junín.

CONCLUSIONES

Además del aumento de la temperatura, la morfometría y fisiografía características de las lagunas pampeanas va a cambiar por efecto del **CC** y los **CT**, especialmente en las zonas deprimidas como son la Encadenadas del Este y las Encadenadas del Oeste. Las lagunas serán menos numerosas y más grandes. Los peces tendrán períodos de crecimiento más prolongados y la ictiofauna se está desplazando claramente hacia el sur y el oeste. El aumento del nivel del mar aumentará la ero-

sión de la línea de costa y afectará la desembocadura de ríos y arroyos, algunos de los cuales ya están canalizados como el río Colorado y el Samborombón donde se están realizando nuevas obras (Conzono *et. al.*, 2005).

Para peces de aguas templado frías del hemisferio norte se han desarrollado modelos adecuados de respuesta frente al **CA**. Éstos incluyen como factores abióticos básicos el calentamiento, la profundización de la termoclina y la ampliación de la zona litoral que trae aparejado una nueva distribución de los recursos tróficos, las respuestas incluyen el cambio de distribución geográfica, la alteración de parámetros poblacionales como son la temporada reproductiva y el período de crecimiento y las relaciones intra e inter específicas (Shuter y Post, 1990; Jansen y Hesslein, 2004). Este tipo de modelos, con las modificaciones adecuadas, podrían aplicarse en la Argentina a los pejerreyes y salmónidos para su manejo en la actual situación de **CA**.

Los análisis de movimientos de fauna y **CA** necesariamente requieren de datos previos de clima, topografía y distribución de especies. En la Argentina los datos anteriores a 1950 son muy escasos, y estamos limitados al estudio de cambios y situaciones actuales puntuales. Ampliando el concepto de **CC** el de cambio ambiental incluye una importante consideración sobre la topografía y de las interacciones biológicas especialmente las de origen antrópico.

Se propone como norma que en el s.XXI que todos los estudios ictiológicos estén correctamente georeferenciados, incluyan consideraciones topográficas y que una muestra del material se deposite en colecciones ictiológicas reconocidas. Gran parte del cambio climático tal vez sea modelable y predecible, pero los cambios topográficos y el factor humano tienen un alto grado de aleatoriedad, por lo que los efectos del cambio ambiental son, por ahora, impredecibles.

BIBLIOGRAFÍA

- Aust, C. A. 1994. Origen and development of the Iguazu Falls. Posadas, Misiones, 48 pp. (ISBN 950-43-5226-X).
- Azpelicueta, M. M. y A. Almirón. 1999. A sturgeon (Acipenseridae) in temperate waters of the South Hemisphere, Río de la Plata, Argentina.

- Biogeographica*, 75(3): 129-130.
- Bardach, J. E., Ryther J. H. y W. A. McLaren.** 1990. Acuacultura. Crianza y cultivo de organismos marinos y de agua dulce. AGT Editor S.A., México, 741 pp.
- Bonetto, A. A. y G. C. Maldonado.** 1984. La represa de Itaipú y su posible impacto en la ictiofauna paranaense de la Argentina. En: Resúmenes de Comunicaciones VII Jornadas Argentinas de Zoología, Mar del Plata, octubre: 114.
- Conzonno, V., P. Miretzky y A. Fernández Cirelli.** 2005. La teoría de Florentino Ameghino y el plan maestro integral cuenca del río Salado en el tramo de la desembocadura en la Bahía de Samborombón. Propuesta de construcción de un dique de retención. *Biología Acuática*, 22: 71-75.
- Cussac, V., S. Ortubay, S. Gómez, J. Aigo, M. E. Lattuca y M. Battini.** 2005. La importancia de la temperatura para los peces de patagonia. En: Libro de resúmenes del Tercer Congreso Argentino de Limnología, Chascomús, 31 de octubre- 2 de noviembre de 2005, pp 142.
- Gómez, S. E. y R. C. Menni.** 2005. Cambio ambiental y desplazamiento de la ictiofauna en el oeste de la pampasia (Argentina central). *Biología Acuática*, 22: 151-156.
- Gómez, S. E., P. S. Trenti y R. C. Menni.** 2004. New fish populations as evidence of climate change in former dry areas of the pampa region (Southern South America). *Physis Sec. B (136-137)*: 43-44.
- Hoffmann, J. A.** 1989. Las variaciones climáticas ocurridas en la Argentina desde fines del siglo pasado hasta el presente. Servicio Meteorológico Nacional (FAA). Serie Divulgación 15: 1-9.
- Iwaskiw, J. M. y E. D. Sendra.** 1981. Nuevas citas para la ictiofauna de la laguna de Chascomús y análisis de las relaciones merísticas en *Gymnogeophagus australis* (Gosse) (Cichlidae) y *Plecostomus commersoni* (Val.) (Loricariidae). *Limnobiós*, 2(4): 247-252.
- Jansen, W. y R. H. Hesslein.** 2004. Potential effects of climate warming in fish habitats in temperate zone lakes with special reference to Lake 239 of the experimental lakes area (ELA), north-western Ontario. *Environmental Biology of Fishes* 70: 1-22.
- Lima, I. B. T., F. M. Ramos, L. A. W. Bambace y R. R. Rosa.** 2007. Methane Emissions from Large Dams as Renewable Energy Resources: A Developing Nation Perspective. *Mitig. Adapt. Strat. Glob. Change* DOI 10.1007/s11027-007-9086-5.
- López, G. R., E. M. Fernández, R. A. Ferriz y C. A. Bentos.** 2006. Ictiofauna de dos arroyos de la alta cuenca del río Samborombón, Pcia. de Buenos Aires, República Argentina. En: Resúmenes del IV Congreso de Ecología y Manejo de Eco-sistemas Acuáticos Pampeanos, Chascomús, pag 28.
- López, H. L.** 1987. Apuntes ictiológicos de la laguna de Lobos (Pcia. de Bs. As.). *Boletín de la Asociación Argentina de Limnología*, 5: 15-16.
- López, H. L.** 1990. Apuntes ictiológicos del río Reconquista (Pcia. de Buenos Aires). *Boletín de la Asociación Argentina de Limnología*, 7: 25-26.
- López, H. L. y A. M. Miquelarena.** 1991. Los Hypostominae (Pisces: Loricariidae) de Argentina. En: *Fauna de Agua Dulce la República Argentina*, Z. A. de Castellanos (dir.), PROFADU-CONICET, 40(2): 1-64.
- López, H. L., R. C. Menni y A. M. Miquelarena.** 2003. Lista comentada de los peces continentales de la Argentina. Serie Técnica y Didáctica n° 5, ProBiotA. La Plata, Bs. As., 85 pp.
- López, H. L., C. R. M. Baigún, J. M. Iwaskiw; R. L. Delfino y O. H. Padín.** 2001. La cuenca del Salado: uso y posibilidades de sus recursos pesqueros. Editorial de la Universidad de La Plata, Serie Ambiente y Desarrollo, La Plata, Argentina, 75 pp.
- Menni, R. C.** 2004. Peces y ambientes en la Argentina continental. Monografías del Museo Argentino de Ciencias Naturales, N°5, 316 pp.
- Olivier, S. R.** 1961. Estudios limnológicos en la Laguna Vitel (Partido de Chascomús, Bs. As., Arg.). *Agro*, 3(6): 1-128.
- Ortubay, S., V. Cussac, S. Gómez y G. Iglesias.** 2004. Cambio ambiental y peces Brasileños en la Patagonia extrandina. En: Libro de resúmenes de II Reunión Binacional de Ecología, 31 de octubre-5 de noviembre de 2004, pp 130.
- Ringuelet, R. A. y R. H. Aramburu.** 1957. Enumeración sistemática de los vertebrados de la Provincia de Buenos Aires. Ministerio de Asuntos Agrarios, La Plata, Argentina, Publicación 119: 1-94.
- Shuter, B. J. y J.R. Post.** 1990. Climate, population viability, and the zoogeography of temperate fish. *Transactions of the American Fisheries Society* 119: 314-336.