

**ProBiota**

ISSN 1666-731X

**FCNyM, UNLP**

Recopiladores

Hugo L. López  
Justina Ponte Gómez

**Serie Documentos n° 06**  
**Cursos de Ictiología**

**Biología pesquera de agua dulce**  
**Curso 1990**

**Ictiología Continental Argentina**  
**Curso de Posgrado 2000**

**Ictiología Continental Argentina**  
**Curso de Posgrado 2002**

**Indizada en la base de datos ASFA S. C. A.**

**La Plata, 2009**

LÓPEZ, H. L. y J. PONTE GÓMEZ (Comp.). 2009. Cursos de Ictiología: Biología pesquera de agua dulce, curso 1990; Ictiología Continental Argentina, curso de posgrado 2000; Ictiología Continental Argentina, curso de posgrado 2002. *ProBiota*, FCNyM, UNLP, La Plata, Argentina, *Serie Documentos* nº 6: 1-147. ISSN 1666-731X.

# ProBiota

*(Programa para el estudio y uso sustentable de la biota austral)*

Museo de La Plata  
Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP  
Paseo del Bosque s/n, 1900 La Plata, Argentina

Serie Documentos Versión electrónica  
ISSN 166-731X

Directores

Dr. Hugo L. López  
[hlopez@fcnym.unlp.edu.ar](mailto:hlopez@fcnym.unlp.edu.ar)

Dr. Jorge V. Crisci  
[crisci@fcnym.unlp.edu.ar](mailto:crisci@fcnym.unlp.edu.ar)

Dr. Juan A. Schnack  
[js@netverk.com.ar](mailto:js@netverk.com.ar)

**Indizada en la base de datos ASFA C.S.A.**

**Versión on line, composición y diseño de tapa Justina Ponte Gómez**

*Suplementos Especiales*



**ECOGNICION**

Edición Compilativa de Obras de Ecología

ISSN 0327-2931

# **BIOLOGIA PESQUERA**

# **DE AGUA DULCE**

**GABINETE DE ECOLOGIA**  
DEPARTAMENTO de Cs. BIOLÓGICAS  
UNIVERSIDAD CAECE

***Alberto Espinach Ros/Hugo L. López/Ruben Iriart/  
Sergio E. Gomez/Ricardo Delfino/Norberto O. Oldani/  
Juan M. Iwaszkiw/Oscar H. Padin/Luis Romano***

---

**BIOLOGIA** Pesquera de Agua Dulce/  
ECOGNICION, *Suplemento Especial nro.1*. Universidad  
CAECE, Bs.As., Argentina. Diciembre 1990.

# ECOGNICION

Edición Compilativa de Obras de Ecología  
*Suplementos Especiales*

---

Directores:

**Alejandro D. Scataglini**

**N. Luis Jácome**

Gabiente de Ecología, Dep. Cs. Biológicas,  
Universidad CAECE  
Av. de Mayo 1400 4to. piso (1085) Capital  
Federal, Argentina

Derechos Reservados,

Registro de la Propiedad Intelectual (en  
Trámite), ISSN Nro. 0327-2931. 1990.

---

# BIOLOGIA PESQUERA DE AGUA DULCE

---

*Lic. Alberto Espinach Ros*

*Dr. Hugo L. López*

*Lic. Ruben Iriart*

*Dr. Sergio E. Gómez*

*Lic. Ricardo Delfino*

*Prof. Norberto O. Oldani*

*Lic. Juan M. Iwaszkiw*

*Lic. Oscar H. Padin*

*Dr. Luis Romano*

---

**ECOGNICION**

*Suplemento Especial Nro. 1*



● Diciembre 1990

Selección de artículos realizada por ECOGNICION del Curso de "Biología Pesquera de Agua Dulce" efectuado entre los días 5 y 16 de noviembre de 1990, en la Universidad CAECE, Bs. As., Argentina.

# Biología Pesquera de Agua Dulce.

## Introducción

**Alberto Espinach Ros**

INIDEP, Buenos Aires

Las estadísticas pesqueras mundiales muestran que las capturas de peces de agua dulce representan aproximadamente el 10% de la producción pesquera global. Sin embargo, la importancia social y económica de las pesquerías continentales, en términos de empleo, provisión de alimentos y recreación, es indudablemente mayor de lo que refleja su participación en la captura pesquera total.

En algunas regiones como América Latina y el Sudeste Asiático, donde los lagos de gran tamaño son relativamente escasos, la mayor parte de la captura proviene de los ríos y sus llanuras de inundación. En Argentina, las capturas nominales provenientes de lagos y lagunas son casi insignificantes. Esta situación se debe en parte a la distribución geográfica y a la menor intensidad de explotación de estos ambientes.

El manejo de las pesquerías, entendidas como el complejo de interacciones en y entre las poblaciones de peces explotadas, las poblaciones de pescadores, y los ambientes de ambas (Everhart, 1975), requiere un enfoque multidisciplinario.

Kesteven (1973) reconoce cuatro ramas principales de la ciencia pesquera:

Biología pesquera,  
Tecnología pesquera  
(tecnología de  
captura y productos  
pesqueros),

Economía pesquera (con un  
i m p o r t a n t e  
c o m p o n e n t e  
socioeconómico en  
el caso de las  
pesquerías de agua  
dulce, generalmente  
artesanales), e

Investigación de operaciones  
(este campo incluye  
la evaluación de  
cursos de acción  
a l t e r n a t i v o s ,  
considerando el  
conjunto de los  
f a c t o r e s  
intervinientes).

El objetivo básico de la biología pesquera es proporcionar a los pescadores y a los administradores de la pesca respuestas a las preguntas de dónde, cuándo y cómo pescar, y cuánto puede extraerse. Las tareas del biólogo pesquero incluyen por lo tanto, entre otras, la identificación de los recursos, la descripción de su distribución, la estimación de su abundancia; el estudio de las relaciones entre la distribución y la abundancia con las características ambientales; el comportamiento de los recursos ante la explotación pesquera;

el estudio de la biología, la estructura y la dinámica de ciertas poblaciones, para obtener estimaciones más precisas de los niveles de explotación que permitan maximizar los rendimientos de manera sostenible en el tiempo; y, eventualmente, el desarrollo de prácticas para la potenciación de los recursos pesqueros, tales como el manejo del habitat y el repoblamiento.

Otro aspecto importante, especialmente crítico en el caso de las pesquerías de agua dulce, es la evaluación del impacto del desarrollo de otros usos de los recursos hídricos y los ecosistemas asociados sobre las poblaciones de peces (construcción de represas, navegación, riego, contaminación, etc.), y la formulación de medidas para su compensación o mitigación.

Idealmente las actividades mencionadas deberían acompañar el desarrollo de nuevas pesquerías desde sus comienzos, a fin de proveer las respuestas requeridas en el momento oportuno.

### Evaluación del rendimiento pesquero

La evaluación del rendimiento pesquero constituye una de las aplicaciones básicas de la biología pesquera. Las estimaciones de la captura que puede obtenerse de una población o una comunidad de peces determinadas son esenciales para la planificación, establecimiento y manejo de una pesquería. Con este fin se han desarrollado diversos métodos, adecuados a las necesidades de predicción y a la información disponible.

De manera muy general, las características ambientales determinan, dentro de ciertos límites, el rendimiento potencial de los cuerpos de agua. Esto ha llevado a establecer modelos que relacionan características limnológicas con el rendimiento pesquero total. Se trata de modelos del tipo "caja negra" en los que la relación entre las variables ambientales y el rendimiento se estima

empíricamente mediante análisis de regresión simple o múltiple con datos provenientes de series de ambientes relativamente homogéneos en cuanto a sus rasgos limnológicos y a las comunidades de peces que los habitan. Estos modelos pueden utilizarse luego para predecir el rendimiento, dentro de ciertos límites (generalmente amplios), en ambientes con características similares a las de aquellos incluidos en la regresión.

En el caso de lagos y embalses, los modelos basados en el índice morfo-édáfico (IME) (Ryder et al., 1974; Ryder, 1982), que relacionan el rendimiento pesquero (Y) con el cociente entre los sólidos totales disueltos (STD) y la profundidad media (P), se encuentran entre los más difundidos por su sencillez y eficiencia relativa.

En general, las características físico-químicas parecen tener importancia secundaria en la determinación del rendimiento pesquero en los ríos. Los factores ambientales que mejor explican las variaciones de las capturas, al menos en ríos de llanura tropicales y subtropicales, son características morfológicas como el área de la cuenca de drenaje y la superficie de la llanura de inundación (Welcomme, 1985).

Este tipo de modelos es especialmente útil para la evaluación de rendimientos potenciales en regiones con numerosos cuerpos de agua, con características similares, en los que no sería factible realizar evaluaciones individuales de las poblaciones de peces.

### Evaluación de poblaciones

Cuando la situación y la importancia del recurso lo justifican, se pueden obtener estimaciones más precisas del rendimiento, así como predicciones de los efectos de cambios en el régimen de pesca, mediante la aplicación de modelos de evaluación de poblaciones.

El propósito básico de la evaluación de poblaciones es aconsejar sobre la

explotación óptima de un recurso pesquero. Este objetivo se ilustra en la Figura 1. En el eje horizontal se representan niveles crecientes de esfuerzo, expresados, por ejemplo, en días-hombre de pesca por año; y en el eje vertical los rendimientos correspondientes (captura en peso). Puede verse que, hasta cierto nivel, un incremento del esfuerzo produce un aumento de la captura, pero que más allá de ese punto la intensificación de la explotación lleva a una reducción del rendimiento. El nivel de esfuerzo pesquero que a largo plazo proporciona el rendimiento máximo se indica en la figura como  $F_{RMS}$ . El rendimiento correspondiente se denomina "rendimiento máximo sostenible (RMS)". Durante lapsos cortos pueden obtenerse rendimientos superiores al RMS mediante un incremento brusco del esfuerzo, pero posteriormente el rendimiento se equilibrará en niveles más bajos, que resultarán en un rendimiento total inferior.

El proceso real que lleva de un cierto nivel de esfuerzo pesquero a una determinada captura es extremadamente complejo. Sin embargo, ciertos principios básicos se conocen lo suficiente como para construir modelos predictivos.

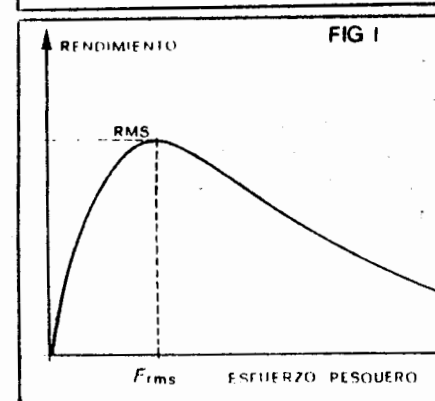
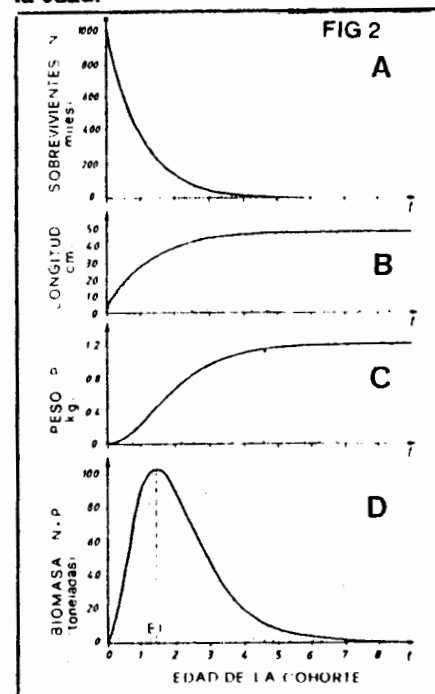
Los modelos de evaluación de poblaciones de peces pueden agruparse en dos tipos principales: los modelos "holísticos" y los modelos "analíticos". Los modelos holísticos son más simples, se basan en principios generales y utilizan menos información que los modelos analíticos. Los modelos analíticos se fundamentan en una descripción más detallada de la población y, por lo tanto, requieren datos de entrada en mayor cantidad y calidad. Como contrapartida, proporcionan predicciones supuestamente más confiables (Sparre et al., 1989).

### Modelos analíticos

Los modelos analíticos tienen en cuenta la estructura de edades (o longitudes) de la población y utilizan nociones

tales como las tasas de mortalidad y las tasas de crecimiento corporal individual.

El concepto básico en este tipo de modelos es el de "cohorte" (conjunto de todos los peces de la misma edad pertenecientes a la población). La Figura 2 ejemplifica la dinámica de una cohorte mediante gráficos en función de la edad. La curva (A) muestra la caída en el número de sobrevivientes de la cohorte con el paso del tiempo. Las curvas (B) y (C) representan, respectivamente, las variaciones en la longitud media y en el peso medio de los individuos debidas al crecimiento. La curva (D), obtenida multiplicando el número de sobrevivientes por el peso medio corporal individual, muestra la biomasa total de la cohorte en función de la edad.





Puede verse que la curva (D) presenta un máximo (a la edad E1). El rendimiento máximo en peso de la cohorte (hipotético) se obtendría entonces pescando a todos los peces en el momento exacto en que ésta alcanzara la edad E1. Esto, por supuesto, no es posible en la práctica. Resulta evidente, sin embargo, que para optimizar el rendimiento los peces no deben capturarse ni demasiado jóvenes ni demasiado viejos. La captura de peces demasiado jóvenes lleva a la llamada "sobrepesca respecto del crecimiento".

Utilizando a su vez modelos de crecimiento individual y de mortalidad, los modelos analíticos proporcionan soluciones al problema de la optimización del rendimiento, con regímenes realistas de pesca, en términos de esfuerzo pesquero y edad de entrada en la captura. Algunos modelos consideran el efecto de la disminución del ingreso de nuevos individuos a la población explotada por reducción excesiva del número de reproductores ("sobrepesca respecto del reclutamiento").

### Modelos holísticos

Como se ha dicho, los modelos holísticos son relativamente simples, y requieren menos información que los modelos analíticos. Para la descripción de las poblaciones no tienen en cuenta su estructura de edades o longitudes, sino que las consideran como una biomasa homogénea. Característicos de este grupo son los llamados "modelos de producción excedente".

Estos modelos se basan en el concepto de que las poblaciones apartadas de su tamaño de equilibrio natural (en el que la producción de biomasa compensa exactamente a las pérdidas) por efecto de la pesca, responden generando una producción excedente, con una tasa que es función del tamaño de la población, que tiende a llevarlas nuevamente a su tamaño inicial.

Si el esfuerzo de pesca se regula para mantener constante el tamaño de la población, se tendrá una situación de equilibrio en la que el rendimiento será igual a la producción excedente. Suponiendo una función determinada para la tasa de incremento de la población, los modelos permiten estimar el esfuerzo de pesca que produce el rendimiento máximo sostenible, a partir de series de datos históricos de captura y esfuerzo de la pesquería.

### Otros enfoques

Una limitación importante de los modelos tradicionales de evaluación de poblaciones es que no consideran adecuadamente las interacciones con las poblaciones de otras especies de la comunidad, sometidas o no a explotación, y, en general, con el contexto ecológico del que forman parte.

El desarrollo de enfoques integrales para la evaluación y manejo de los complejos sistemas en que se desenvuelven las pesquerías multi-específicas, constituye un campo de investigación activa en la actualidad.

### Manejo de pesquerías

El manejo de una pesquería implica mantener un equilibrio entre dos objetivos fundamentales que, si son llevados al extremo, pueden aparecer como contrapuestos. Uno es preservar el recurso, que en una posición excesivamente conservacionista puede significar no pescar, o pescar muy poco, y el otro es obtener el máximo beneficio de la explotación del recurso, lo que en el caso extremo puede llevar a la sobreexplotación y exterminio de ciertos recursos.

En realidad, es frecuente que estos objetivos se complementen, ya que si no se preservan los recursos pesqueros estabilizando la abundancia de las poblaciones de peces en un nivel lo suficientemente alto como para que la explotación pueda mantener su rentabilidad a largo plazo, el objetivo

de obtener el máximo beneficio no podrá lograrse. En el caso de las pesquerías multispecíficas, sin embargo, la explotación óptima de ciertos recursos a menudo implica la sobrepesca de otros.

Por otra parte, la obtención del máximo beneficio de la explotación de un recurso puede tener diferentes significados de acuerdo con las condiciones de cada pesquería, cada país, cada lugar y cada recurso; y sobre este particular se pueden presentar diversas alternativas. En algunos casos, el objetivo puede ser obtener volúmenes de captura altos, lograr un mejor precio por la venta de los pescados capturados (lo que por la ley de la oferta y la demanda puede significar pescar menos para obtener mejores beneficios), mantener una captura por unidad de esfuerzo alta (lo que sólo se consigue a niveles altos de densidad de población), mantener una relación alta entre el costo de la extracción y el valor del producto, proveer más fuentes de trabajo, etc. Es frecuente, además, que haya intereses conflictivos entre diferentes grupos de usuarios de un recurso, como en el caso de los pescadores artesanales y los deportivos.

El manejo de una pesquería o de un conjunto de pesquerías es por lo tanto una actividad compleja que requiere la consideración de numerosos factores de carácter biológico, económico, social y político. Además de los temas directamente relacionados con la pesca, el manejo de las pesquerías de agua dulce tiene que tener en cuenta los otros usos de los recursos hídricos, y debe integrar los aspectos pesqueros a los programas de desarrollo a nivel de cuencas.

### Medidas de manejo del recurso

Cuando una pesquería se desarrolla y se definen sus objetivos, llega un momento en que resulta necesario introducir medidas de manejo con la finalidad básica de conservar el recurso y permitir que la población o las poblaciones se estabilicen en los niveles

deseados. Las herramientas disponibles incluyen medidas de regulación de la pesca, tendientes normalmente a disminuir el efecto de la pesca sobre toda o sobre una parte de la población (regulación del tamaño de las mallas, aplicación de vedas temporales y/o espaciales, imposición de cuotas de captura, limitación del ingreso a la pesquería, etc.), medidas de protección o manejo del ambiente, y aplicación de técnicas de repoblamiento.

En el caso de recursos compartidos por varias provincias o países, como ocurre con nuestros principales recursos pesqueros fluviales, el éxito de las medidas de manejo depende de la compatibilización de los objetivos, y de la existencia de mecanismos que permitan el intercambio de informaciones y la coordinación de las actividades de investigación y administración.

## Bibliografía

- Cairke, J., 1980. Introducción a la dinámica de poblaciones de peces. FAO, Doc.Tec.Pesca, (192):82 p.
- Everhart, W.H., Eipper, A.W., Youngs, W.D., 1976. Principles of fishery science. Cornell University Press, 288
- Gulland, J.A. (Ed.), 1977. Fish population dynamics. John Wiley & Sons, 372 p.
- Kesteven, G.L., 1973. Manual de ciencia pesquera. Parte 1. Una introducción a la ciencia pesquera. FAO, Doc.Tec.Pesca, (118): 45 p.
- Quirós, R., 1988. Resultados del Simposio Internacional sobre Grandes Ríos y su aplicabilidad a los grandes ríos de América Latina. FAO COPESCAL Documento Ocasional No. 5, 34 p.
- Ricker, W.E. (Ed.), 1968. Methods for assessment of fish production in fresh waters. IBP Handbook No. 3, 313 p.
- Ricker, W.E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada, (191): 382 p.
- Ryder, R.A., Kerr, S.R., Loftus, K.H., Regier, H.A., 1974. The morpho-odaphic index, a fish yield estimator- Review and evaluation. Journal of the Fisheries Research Board of Canada. 31: 663-688.
- Ryder, R.A., 1982. The morphoedaphic index. Use, abuse and fundamental concepts. Transactions of the American Fisheries Society, 111: 154-164.
- Sparre, P., Ursin, E., Venema, S.C., Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual. FAO Fisheries Technical Paper. No. 306.1. 337 p.
- Welcomme, R.L., 1985. River fisheries. FAO Fisheries Technical Paper, (262): 330 p.

# Ictiogeografía de la República Argentina

**Dr. Hugo López**

*Instituto de Limnología "Dr. R.A. Ringuelet", La Plata*

El esquema básico de la ictiogeografía continental de la región Neotropical es el de C. H. Eigenman (1909). Este ha sido aceptado por casi todos los ictiólogos y los aportes posteriores no lo han modificado de manera excesiva. La distribución de la fauna argentina de peces de aguas continentales puede esquematizarse como punto de partida siguiendo el planteamiento de éste autor.

No podemos dejar de mencionar, al naturalista germano-brasileño Herman von Ihering que a partir de 1891, expone su teoría sobre la distribución de la fauna de América del Sur, basada especialmente en la geonemia de almejas de agua dulce y otros organismos

**Período 1930-1990**

**Emiliano Mac Donagh** - Este autor en un lapso de siete años da a conocer varios trabajos referidos a la ecología y distribución geográfica de peces argentinos en ambientes lóticos y lénticos. Su trabajo se enfocó principalmente en el ámbito de dispersión de la fauna paranense al sur y al oeste del territorio argentino, dando características y extensión de la ictiofauna patagónica y cuyana.

**Aurelio Pozzi** - Realizó un esquema fundamentalmente hidrográfico, en el cual diferencia tres áreas o territorios.

**Paul Gery** - Este esquema publicado en 1969, ubica el problema de la fauna

íctica de América del Sur con más claridad que otros autores. Por otra parte posee ciertas inexactitudes en cuanto al ámbito de dispersión de ciertas familias y géneros.

**Raul A. Ringuelet** - Propone para América del Sur dos subregiones: Brasílica y Austral, con siete dominios y diecinueve provincias. Este autor aclara hechos de carácter faunístico, ecológicos y biogeográficos. El territorio argentino dentro de su propuesta abarcaría dos subregiones, la Brasílica con los dominios Andino y Paranaense y la Austral en lo que corresponde a la provincia Patagónica, ya que ésta última no posee dominios. (Fig. 1).

**Gloria Arratia y col.** - Realizan un estudio biogeográfico de las diferentes cuencas del oeste de Argentina, analizando la diversidad de peces de aguas continentales de la vertiente suroriental de los Andes y Tierra del Fuego y su distribución altitudinal y latitudinal. Proponen la modificación de la Provincia Sud-Andino Cuyana de Ringuelet (1975) por la de Andino Cuyana.

**Composición de la ictiofauna**

Los peces con alrededor de 20.000 especies son el grupo de vertebrados más antiguo y numeroso, distribuidos y adaptados en el curso de su evolución a diferentes ambientes que van desde las profundidades marinas a los arroyos

de alta montaña.

El número aproximado de especies de peces continentales de la Región Neotropical, oscila en alrededor de 3000 especies. El territorio argentino posee aproximadamente 380 especies (Lópe et al., 1987) distribuidas en los siguientes órdenes: Cypriniformes 45,6%, siluriformes 38,7%, perciformes 7,3%, Atheriniformes 6,5% y el resto se distribuye entre Myliobatiformes, Clupeiformes, Synbranchiformes y Lepidosireniformes.

Los Cypriniformes (de acuerdo a la clasificación de Greenwood et al., (1966) se dividen en tres S. órdenes: a) S.O. Cyprinoidei (propios del hemisferio norte, introducidos en nuestro país a principios de siglo, ej. carpas) b) S.O. Characoidei (distribuidos en las regiones etíopica y neotropical, ej. mojarras); c) S.O. Gymnotoidei (exclusivos de la región Neotropical, ej. pez bombilla). Este orden junto con el gran orden de los siluriformes forma el gran grupo de los Osteriofisos que en su gran mayoría son propios de aguas continentales, con algunos representantes marinos dentro de los siluriformes ej. bagre de mar.

Estos órdenes responden en general a las características de organización malacopterigia, es decir: aletas con radios blandos sin espinas, aletas ventrales de posición abdominal, pectorales bajas, fisóstomos, escamas cicloides, quijada superior formada por premaxilar y maxilar inclusive.

Por otra parte los perciformes son típicamente Acantopterigios: dos dorsales, la primera siempre espinosa, aletas ventrales de posición torácica, yugular o mentoniana, pectorales altas, fisoclistos, quijada superior con maxilar excluido. Son formas principalmente marinas.

**Ictiofauna de las grandes cuencas hidrográficas**

El ámbito de influencia de la cuenca del Plata de acuerdo a Mazza (1961), abarca territorio de varios países: Brasil en su parte sud, casi la totalidad de la porción suroriental de Bolivia; Uruguay y Paraguay en su totalidad y la

mesopotamia y parte del extremo norte de la República Argentina.

Entre los principales cursos de esta cuenca en territorio argentino, se encuentran: los ríos Pilcomayo, Bermejo, Paraguay, Paraná, Uruguay, estos dos últimos son los dos grandes afluentes del Río de la Plata. La cantidad aproximada de especies en algunos de ellos y su porcentaje en los principales órdenes es la siguiente:

Paraná.- 222 especies: Characoidei (Cypriniformes) 101 (45%); siluriformes 83 (37%); Gymnotoidei (Cypriniformes) 10 (4,5%); Perciformes 15 (6,5%).

Uruguay.- 130 especies: Characoidei (Cypriniformes) 40 (39%); Siluriformes 50 (41%); Gymnotoidei (Cypriniformes) 5 (3,8%); Perciformes 15 (11,5%).

Bermejo.- 83 especies: Characoidei (Cypriniformes) 41 (49,3%); Siluriformes 38 (45,7%); Gymnotoidei (Cypriniformes) 3 (3,6%).

Paraguay.- 165 especies: Characoidei (Cypriniformes) 74 (44,8%); Siluriformes 63 (38,1%); Perciformes 10 (6,0%); Gymnotoidei (Cypriniformes) 7 (4,2%).

Río de La Plata.- 119 especies: Siluriformes 51 (42,8%); Characoidei (Cypriniformes) 43 (36,1%); Atheriniformes 7 (5,8%); Perciformes 3 (5,7%).

#### Cuencas endorreicas

Se dará como ejemplo la cuenca del Río Salí-Dulce. Esta incluye la provincia de Tucumán, parte de Salta y Catamarca, sus principales tributarios provienen de las sierras Calchaquies y Aconquija. En la provincia de Santiago del Estero el río toma el nombre de Dulce.

Total de especies" 52; Siluriformes 23 (44,2%); Characoidei (Cypriniformes) 21 (40,3%); Perciformes 3 (5,7%).

#### Pampasia bonaerense

Esta zona corresponde a la provincia de Buenos Aires. Mc Donagh (1934) trazó los límites reales de la ictiofauna parano-platense hacia el sur, hasta las sierras meridionales de la provincia y Bahía Blanca. Por lo menos 6 ó 7 familias del sistema Paraná-Plata y la

de sus afluentes, faltan en absoluto en las aguas interiores interiores de la provincia. Ej. Doradidae, Potamo-trigonidae.

Total de especies: 39; Characoidei (Cypriniformes) 16 (41%); Siluriformes 12 (30,7%); Cyprinodontiformes 4 (10,2%).

#### Patagonia e Islas Malvinas

Arratia et al., (1983), consideran que la Patagonia se encuentra dividida por el río Chubut en dos regiones faunísticas.

1) región Norte o Patagonia Antigua (Provincias de Neuquén, Río Negro y Chubut, incluyendo las mesetas extracordilleranas de Somuncurá y Canquel), y 2) región sur o región de Santa Cruz desde los 45°S hasta el estrecho de Magallanes.

Total de especies: 14; Perciformes 4 (28,5%); Salmoniformes 4 (28,5%); Siluriformes 3 (21,4%); Atheriniformes 2 (14,2%) y Characoidei (Cypriniformes) 1 (7,1%).

Ringuelet (1961) considera que desde el punto de vista zoogeográfico "el archipiélago de las Islas Malvinas constituye por sí sólo un distrito malvinense o malvinero. Sólo se encuentran dos especies de Salmoniformes: *Galaxias maculatus* y *Aplochiton zebra*.

#### Factores que influyen en la distribución

La distribución de la ictiofauna puede verse afectada por diferentes causas:

- Barreras geográficas. Un clásico ejemplo son las cataratas del Iguazu en territorio misionero (70 metros de altura), este salto impide normalmente el libre intercambio de faunas. ñosa de las Sierras Grandes de la provincia de Córdoba. La región este de dichas sierras presenta menor cantidad de especies (Menni et al., 1984).

- Modificación del hábitat por acción antropogénica:

- La construcción de un embalse, afectando principalmente las especies migradoras. Ej. *Prochilodus platensis*, *Salminus maxillosus*.

- Efectos de contaminantes sobre cursos de un área determinada, provocando la desaparición de especies

comunes en otros tiempos.

- Introducción de especies exóticas. Estas especies en general con mayor potencial biótico, restringen el área de dispersión de las especies nativas. Ej. Salmoniformes del hemisferio norte. En los primeros dos ejemplos, también pueden verse alteradas las poblaciones de la comunidad afectada.

- Barreras fisiológicas. La pauperización íctica de la Pampasia bonaerense. Ringuelet (1975) indica que son dos los factores responsables: temperatura (por defecto) y tenor de sales disueltas (por exceso). Estos juegan el papel de barrera ecológica.

- Presencia de una o más especies en un solo tramo del mismo curso de agua. Ej. *Gymnocharacinus bergi* (Cypriniformes: Characidae) su presencia está asociada a las aguas transparentes y suavemente termales (22°S) de sus nacientes (Miquelarena y Aramburu, 1983).

El Río de la Plata y su fauna de penetración.

El Río de la Plata es un inmenso cuerpo de agua con una longitud cercana a los 300 km y un ancho que va desde los 40 km a 200 km. Su superficie se estima en 30.000km<sup>2</sup> (Boschi, 1988). A través de éste, algunas especies marinas penetran accidental o esporádicamente en ambientes del limnóbios o remontan el curso de los ríos, entran en los estuarios y en las albuferas. Ringuelet (1975) cita die especies para la zona cercana al puerto La Plata, Buenos Aires y los ríos Paraná y Uruguay. Boschi (1988) da una lista de treinta especies de peces marinos eurihalinos de la zona del Río de la Plata.

#### Medios de dispersión

Ringuelet (1975) clasifica los medios de dispersión en: a) Dispersión Activa y b) Dispersión pasiva.

a) Migraciones. Mucho de lo que ahora es conocido sobre migraciones ha sido obtenido a través de los estudios realizados sobre capturas de especies de interés económico. Ej. Salmoniformes

del hemisferio norte.

Petere junior (1985) menciona entre los primeros estudios sobre migraciones en la región Neotropical a Von Ihering (1929, 1930). En nuestro país, las primeras investigaciones fueron realizadas por Bonetto (1963), y Bonetto et al. (1969, 1971).

b) zoocoria.- Es posible considerar casos de zoocoria a los peces ectoparásitos, con varios hospedadores. Ej. *Homodiaetus maculatus* (Siluriformes: Trychomycteridae) sobre *Luciopimelodus pati* (Siluriformes: Pimelodidae). Apparently no existe especificidad.

antropocoria.- Los trasplantes de ciertas especies, ej. *Odontesthes bonariensis* (Atheriniformes: Atherinidae).

### Peces indicadores

Son aquellos que indican la persistencia o continuidad de diferentes ictiofaunas. Ringuelet (1975) menciona como indicadores de la ictiofauna topical-templada a:

Cypriniformes, Characoidea: *Astyanax fasciatus*, *Cheirodon interruptus*, *Hoplias malabaricus*.

Perciformes: *Cichlaurotus facetus*.

### Especies endémicas

Un aspecto importantísimo para trazar un cuadro completo de la biogeografía ictiológica es el saber cual es el origen de los grupos representados (Ringuelet, 1975). Este autor menciona lugares de origen o genocentros de diversos grupos, entre ellos:

Siluriformes: *Diplomystidae* (*Oliveichthys vielmensis*) confinado a la subregión austral.

Characoidei: *Characidae* (*Gymnocharacinus bergi*) meseta de Somuncurá, Pcia. de Río Negro.

### BIBLIOGRAFIA

- ARRATIA, G.; PENAPORT, M.B.; MENU-MARQUE, S. 1963. Peces de la región sureste de los Andes y sus probables relaciones biogeográficas actuales. *Deserta*, 7:48-107.
- BONETTO, A.A. 1963. Investigaciones sobre migraciones de

peces en los ríos de la Cuenca del Plata. *Cienc. Invest.*, 19(1-2):12-26.

BONETTO, A.A.; PIGNALBERDI, G. 1964. Nuevos aportes al conocimiento de las migraciones de peces en los ríos mesopotámicos de la República Argentina. *Comun. Inst. Nac. Limnol.*, 1:1-14.

BONETTO, A.A.; CORDIVIOLA DE YUAN, E.; PIGNALBERDI, G.; OLIVEROS, O. 1969. Informaciones complementarias sobre migraciones de peces en la cuenca del Plata. *Physis*, 30(81):505-520.

BOSCHI, E.E. 1988. El ecosistema estuarial del Río de la Plata (Argentina y Uruguay). *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Auton. Mexico*, 15(2):159-182.

EIGENMANN, C.H. 1909. The fresh water fishes of Patagonia and an examination of the Archiplata-Archeleis theory. *Rep. Princeton Univ. Exp. Patagonia 1896-1899*, 3. part.2, ool.:225-374.

GERY, J. 1969. The fresh-water fishes of South America. In: FITTKAU, E.J.; ILMES, J.; KINGLE, H.; SCHWABE, G.H.; SKOLI, H., edit., *Biogeography and Ecology of South America*, 11:828-848.

IHERING, R. von. 1891. The geographical distribution of the fresh water Mussels. *The New Zealand Journ. Sci.* 1:151-154.

... 1929. Da vida dos peixes. *Ensaio e scans de Pescarias*. Sao Paulo, Brasil. *Comp. Melhor*. 149 p.

... 1930. La "Piracoma" ou montée du poisson. *C.R. Séances Soc. Biol. Paris*, 103:1336-8.

LOPEZ, H.L.; MENNI, R.C.; MIQUELARENA, A.M. 1987. Lista de los peces de agua dulce de la República Argentina. *Biología Acuática*, 12, 50pp.

MAC DONAGH, E. 1934. Nuevos conceptos sobre la distribución geográfica de los peces argentinos basados en expediciones del Museo de La Plata. *Rev. Mus. La Plata*, 34:21-170.

MAZZA, G. 1961. Recursos hidráulicos superficiales. Serie Evaluación de los Recursos Naturales de la Argentina (Primera Parte), VII:267-328.

MENNI, R.G.; LOPEZ, H.L.; CASCIOTTA, J.R.; MIQUELARENA, A.M. 1984. Ictiología de áreas serranas de Córdoba y San Luis (Argentina). *Biología Acuática*, n°5:1-63.

MIQUELARENA, A.M.; ARAMBURU, R.H. 1963. Osteología y lepidología de *Gymnocharacinus bergi* (Pisces, Characidae). *Limnobiología*, 2(7):419-512.

PETRERE Jr., M. 1985. Migraciones de peces de agua dulce en América Latina: algunos comentarios. *COPESCAL Doc. Ocas.* (1):17p.

POZZI, A. 1945. Sistemática y distribución de los peces de agua dulce de la República Argentina. *GAEA*, 7(entr. 2da.):239-292.

RINGUELET, R.A. 1961. Rasgos fundamentales de la zoogeografía de la Argentina. *Physis*, 22(63):151-170.

... 1975. zoogeografía y ecología de los peces de aguas continentales de la Argentina y consideraciones sobre las áreas ictiológicas de América del Sur. *Ecosur*, 2(3):1-122.

SCHUBART, O. 1943. A pesca na Cachoeira das Emas durante a piracoma de 1942-43. *Rev. Ind. Anim.*, Sao Paulo, 6:95-116.

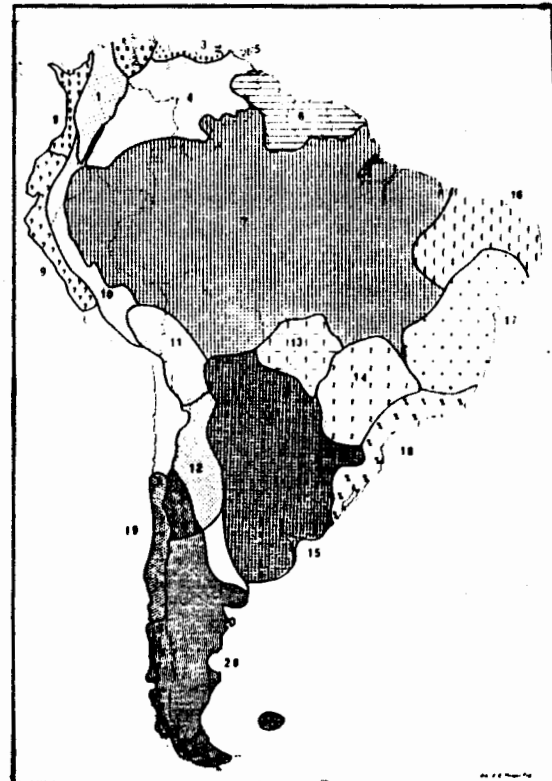


Fig.1: Áreas ictiológicas de América del Sur. 1: Dominio Magdalena. 2: Pcia. Maracaibo. 3: Pcia. Costa del Caribe. 4: Pcia. Orinoquia. 5: Pcia. Trinidad. (Pcias. 2-5 pertenecen al Dominio Orinoco-Venezolense). 6: Pcia. Guayana. 7: Pcia. Amazonas (ambas corresponden al Dominio Guayano-Amazónico). 8: Pcia. Nor. Pacífica. 9: Pcia. Guayas (ambos forman el Dominio del Pacífico o Trasandino). 10: Pcia. Nor. andina. 11: Titicaca. 12: Sud-andino Cuyano (de 10 a 12 corresponden al Dominio Andino). 13: Pcia. Alto Paraguay. 14: Pcia. Alto Paraná. 15: Pcia. Parano-Platense (de 13 a 15 corresponden al Dominio Paranoense). 16: Pcia. Nordeste de Brasil. 17: Pcia. Rio San Francisco. 18: Pcia. ríos costeros S.E. de Brasil. (16 a 18 pertenecen al Dominio Este de Brasil). Todos los Dominios antedichos se incluyen en la Subregión Brasileña. La Subregión Austral comprende 19: Pcia. Chilena y 20: Pcia. Patagónica.

# Taxonomía

**Lic. Ruben Iriart**

*Ministerio de Asuntos Agrarios y Pesca de  
la Provincia de Buenos Aires*

Por más criterios naturales y bases filogenéticas que se adopten, una clasificación no deja de ser un ordenamiento más o menos arbitrario, y como tal extiende su vigencia hasta allí donde la limitan nuevas revisiones. Esto es particularmente cierto en el caso de los peces, palabra con la que la Academia designa un "Vertebrado acuático, poiquiloterma y de respiración branquial", y a la que los ictiólogos no han logrado agregarle demasiado. Prueba de ello son los cambios históricos de categoría que ha tenido el fonema considerado como Clase, Superclase, Serie o Rama; y la aparición de categorías intermedias en los esquemas. Con todo, la separación entre Agnatos y Gnatostomados nos conduce como primera aproximación, a la Serie Peces, en oposición a Tetrápoda; aunque la separación no es tan tajante como podría parecer oponiendo una mojarra a un venado, si se tiene en cuenta que los primeros Gnatostomados (pisciformes) fueron los Acantoideos del Silúrico Superior, que se supone constituyen el tronco primero de todos los Vertebrados con mandíbulas; y que de los "peces" Devónicos relacionados con Dipnoos y Crosopterigios, han derivado los primeros Vertebrados con miembro quírido (Tetrápodos). Y así como entre estos se incluyen formas tan dispares como un sapo, un elefante o un tero, algo parecido ocurre con la Serie Peces, en la que la gran diversidad, la enorme cantidad de especies, las diferentes

líneas evolutivas, las variadas radiaciones adaptativas, y la escasez relativa de fósiles, han hecho que la taxonomía del grupo sea un problema complicado. Todavía se sigue discutiendo sobre ubicación de Ordenes, y aun de grupos de Ordenes, y el problema, ciertamente, está lejos de ser resuelto. En muchos casos, incluso, se ha elegido aquel esquema que más se adaptara al tipo de fauna y -sobre todo- al estado de los conocimientos con respecto a la misma.

Paralelamente, nuestra ictiofauna comienza a ser estudiada por especialistas de otras tierras que comenzaron a elaborar listas y catálogos en base a colecciones de expediciones diversas. Baste recordar que una de las especies más conspicuas de nuestros ríos, *Pseudoplatystoma fasciatum*, data de 1766 y pertenece a Linneo; y que, más modernamente, el primer pejerrey descrito con el nombre que ostentó hasta hace poco -*Basilichthys*- y oriundo de la laguna de Chascomús, fue conocido para la ciencia por nosotros a través de una publicación de especialistas norteamericanos.

Otro punto importante para el conocimiento acabado de nuestra fauna, es el origen de los grupos. Según Ringuelet (1975), a comienzos del Terciario, los diversos grupos de peces de agua dulce ya estaban restringidos a su hábitat actual; y no existirían dudas en cuanto al paleoendemismo de los más representativos, como Familias y

Subfamilias de Characiformes, Gymnotiformes y Siluriformes. Quizá fuera menester, no obstante, que la paleontología siga aportando para que nuestros especialistas puedan contar con más herramientas para darles mejores aportes filogenéticos a los esquemas en uso, por lo general adoptados de cuadros trazados para otras latitudes.

Durante mucho tiempo se usó entre nosotros el esquema de Berg (1940), con cuatro Clases de peces actuales y tres fósiles.

Cuadro 1 (Berg, 1940)

SERIE	CLASE
PISCES	+ ANTIARCHI
	+ ARTHRODIRA
	+ ACANTHODII
	Elasmobranchii
	Holocephali
	Dipnoi
	Teleostomi

Y un poco después del cuadro de Bertin (1958), del Tratado de zoología de P. P. Grassé, que considera a Peces como Superclase, con cuatro Clases subordinadas, dos de ellas vivientes.

Cuadro 2 (Bertin, 1958)

SUPERCLASE	CLASE
PISCES	+ ACANTHODII
	+ PLACODERMI
	Chondrichthyes
	Osteichthyes

Este esquema, para las formas actuales, es el que sigue. Con siete Subclases y nueve Superórdenes.

Ver Cuadro 3 (Esquema de Bertin para los Peces vivientes) pag. siguiente

Otra cuestión importante ha sido, ya avanzada la segunda mitad de este siglo, la falta de un trabajo monográfico general sobre nuestra ictiofauna. Podrían

ser excepciones, en algunos aspectos, la "Ictiofauna del Río Uruguay Medio", de Devicenzi y Teague (1942), y lo publicado por Von Ihering "O Travassos" para el Brasil, con aplicación a nuestra fauna Parano-Platense. A lo que habría que agregar la extensa lista de trabajos de Eigenmann a partir de 1901, que incluyen aspectos biogeográficos y catálogos; y algunos grupos tratados por Lahille, entre nosotros.

continentales. A más de veinte años de la publicación del trabajo de Ringuélet et al. (1967).

Es importante el trabajo de actualización bibliográfica que continúa realizando Hugo López.

Ultimamente la tendencia de los ictiólogos ha sido adoptar la clasificación de Greenwood et al. (1966) para los Teleósteos, pero siguiendo a Gery (1972) en lo referente a Characoidei.

Cualquiera que haya trabajado siquiera a nivel de relevamiento faunístico en una zona rica en diversidad, con relativa frecuencia de hallazgos que obligan a actualizar las distribuciones, y con apariciones esporádicas de especies nuevas para la ciencia, sabe de las dificultades que presenta el análisis bibliográfico cuando se tropieza con descripciones basadas en pocos ejemplares, cuando no solo, y diagnósticos referidos a caracteres externos de dudosa interpretación. Los estudios osteológicos con técnicas adecuadas, sobre todo de ciertas estructuras como dientes, aparato opercular, branquias, o esqueleto caudal, permiten contar con diagnósticos seguros y a la vez, como en el caso del estudio comparado del esqueleto caudal, permiten determinar "tipos" particulares de complejos (Miquelarena, 1982). El análisis posterior de esas estructuras posibilita la comparación con las clasificaciones en vigencia, y proporciona bases serias para especulaciones de tipo filogenético en torno de esos esquemas. Hubo importantes precursores, como Whitehouse (1910), que se ocupó de la aleta caudal de los Teleósteos, Hollister (1934) que proporcionó además una interesante técnica de tinción y dedicó varios trabajos al estudio del esqueleto caudal (1936-1940); o Weitzman (1954-1962), autor de un trabajo fundamental sobre la osteología de *Brycon meeki* (1962). Entre los más modernos de la literatura extranjera, merecen citarse los trabajos de Tyson Roberts (1967-1974), y la compleja publicación de Monod (1968) sobre el complejo uroforal de los peces Teleósteos.

En nuestro país, pueden considerarse pioneros algunos trabajos de Lahille (1929), Thormalen de Gil (1949) que describió el esqueletocaudal de *Brycon orbignyanus*; y Fuster de Plaza (1950) que trabajó con *Salminus maxillosus*. En los últimos años, apartecen nuevos aportes. Azpelicueta et al. (1981) estudian la osteología craneana y las cinturas de los *Luciopimelodinae* argentinos con aplicación sistemática. A partir de 1977, comienza a dar a conocer sus trabajos Amalia Miquelarena, con una serie de

Los ocho Ordenes de Teleósteos de la Clasificación de Greenwood et al., presentes en las aguas dulces argentinas, están indicados con una cruz en el cuadro 4. Y las equivalencias con el esquema de Eigenmann usado por Ringuélet et al. en 1967, se dan en detalle en el cuadro 5.

Como los Characoidei agrupados por Greenwood en once Familias, que representan las tres Familias de uno de los Ordenes más importantes de Eigenmann (Characiformes), con 24 Subfamilias de amplísima distribución, creemos conveniente presentar las equivalencias de estos dos modelos con el de Gery (1972), en la actualidad adoptado por muchos ictiólogos al ocuparse de los Charácidos. Ver Cuadro 6 adjunto.

Superclase	clase	subclase	superorden
PISCES	CHONDRICHTHYES	SELACHII	Protoselechi Euselechi
		BRADIODONTII	Holocephali
	OSTEICHTHYES	ACTINOPTERYGII	Chondrostei
			Holostei
			Teleostei
		BRACHIOPTERYGII	
		DIPNEUSTI	Dipteri
			Ceratodi
	CROSOPTERYGII	Actinistii	

CUADRO 3. Esquema de Bertin (1959) para los PISCES vivientes.

Recién en 1962, Ringuélet y Aramburu publican el primer trabajo sistemático global para nuestros peces de agua dulce, con claves de reconocimiento y caracterización de Familias y Subfamilias. Y en 1967, Ringuélet, Aramburu y Alonso de Aramburu publican "Los peces argentinos de Agua Dulce", con claves y descripciones a nivel específico incluyendo datos biológicos y de distribución, y una completísima actualización bibliográfica a la fecha. Sobre la base del esquema de Bertin para las formas vivientes, en los Teleosteos sigue a Eigenmann en cuanto a la distribución de Ordenes, Familias y Subfamilias. Por ser este trabajo el primero en abordar exhaustivamente toda la fauna de agua dulce, la mayoría de los investigadores adoptaron este esquema en los trabajos y las listas sistemáticas que aparecieron luego. Más recientemente se han adoptado otras clasificaciones, pero sigue faltando la actualización que considere nuevamente a la totalidad de la ictiofauna argentina de aguas

estudios de esqueletos caudales que han permitido analizar, en base a los "tipos descriptos", las clasificaciones de Eigenmann usada por Ringuet et al. (1967), de Greenwood et al. (1966), y de Gery (1972). Y con aportes importantes en descripciones en torno de novedades (Miquelarena y Casciotta, 1984). Es de destacar también el trabajo de Miquelarena y Aramburu (1983), sobre *Gymnochacinus bergi*. Menni (1983) señala que "si bien con los peces no se ha generalizado ninguna clasificación de los biotipos, nótese que en realidad su uso está implícito en varias referencias comunes, como cuando se usa el término anguiliforme"...Y Ringuet (1975) llega a hablar, al referirse concretamente a tipos ecológicos, de "rajiforme", "loricariidae", "dorádidos", "pleuronectiformes", "sorubiminos de río abierto" y "Crenicicla y Batrachops" entre otros, términos que ponen al lector ante un conjunto de características evocadas inmediatamente por la referencia sistemática.

Por otra parte, y al tratar de los peces marinos de la República Argentina, Ringuet y Aramburu (1960) expresan que conforme al tipo general de ambiente que frecuentan y por las características que poseen en consonancia con ese ambiente, tanto morfológicas como de comportamiento, es posible diferenciar con discreta claridad varios tipos ecológicos de peces. En 1975, y para peces de agua dulce, Ringuet describe más de una quincena de tipos ecológicos diferentes en base a un máximo de siete parámetros, no siempre constantes. tales como hábitat, tamaño, forma, color, dientes, alimentación, y hábitos. Hace poco tiempo, como parte de un trabajo de ecología de peces en ambientes isleños del Paraná, y sobre la base de los tipos descriptos por Ringuet, habíamos desarrollado (Iriart y Mazzucchelli, 1987) un esquema nuevo para la fauna Parano Platense, con especial atención al río Paraná y sus ambientes aledaños. Los distintos tipos ecológicos fueron establecidos y clasificados en base a: tamaño, forma, color, dientes, régimen alimentario, y

ambientes característicos. Se propone así un esquema en el que se definen 28 tipos ecológicos, agrupados en 8 grupos mayores. La coincidencia de los mismos con categorías sistemáticas se da sobre todo a nivel familiar (Potamotrygonidae, Loricariidae, Achiridae, Doridae, etc.) y con estas categorías unidas al tamaño (Grandes Siluriformes, Pequeños Serrasálmidos, etc.)

## BIBLIOGRAFIA CITADA EN EL TEXTO

- GREENWOOD, ROSEN, WEITZMAN, Y MYERS. 1966. Phyletic studies of teleostean fishes, with a provisional classification of living forms. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.*, 131(4):341-455.
- GERY, J. (1972) Poissons Characoides des Guayanas. I. Generalités. *zool. Verhand.*, 122:1-33.
- HOLLISTER, G. 1934. Clearing and dyeing fish for bone study. *zool. N.Y.* 13(10):81-101.
- IRIART, R. Y MAZZUCHELLI, S. 1987. Ensayo de clasificación por tipos ecológicos de los peces de la cuenca Parano-Platense. III Jornadas de Ciencias Naturales del Litoral, Corrientes. Resúmen.
- MENNI, R. 1983. Los peces en el medio marino. *Estudio Sigma*, ed., 169 pp.
- MIQUELARENA, A. 1982. Estudio comparativo del esqueleto caudal en peces Characoides de la República Argentina. *Limnobiós*, 2(5):275-353.
- MIQUELARENA, A Y ARAMBURU, R. 1983. Osteología y Lepidología de *Gymnochacinus bergi* (Pisces Characidae). *Limnobiós*, 2(7):491-512.
- MONOD, T. 1967. Le complexe urophere des poissons teleostéens. *Mém. Inst. Pr. Afr. Noire*, 81:1-705.
- RINGUELET, R. 1975. zoogeografía y ecología de los peces de aguas continentales de la República Argentina y consideraciones sobre las áreas ictiogeográficas de América del Sur. *Ecosur*, 2(3):1-12.
- RINGUELET, R. Y ARAMBURU, R. 1962. Peces argentinos de agua dulce. *AGRO*, III (7):1-98.
- RINGUELET, R., ARAMBURU, R. Y ALONSO DE ARAMBURU, A. 1967. Los peces de agua dulce de la República Argentina. C.I.C.:602 pp.
- THORMALEN DE GIL, A. 1949. Una contribución al estudio del pirapitá (*Brycon orbignyus*). *Rev. Mus. La Plata(n.s.)*, *zool.*, 5:351-440.
- WEITZMAN, S. 1962. The osteology of *Brycon mosoti*, a generalized Characid fishes, with osteological definition of the family. *Stamf. Ichth. Bull.*, 4(4):213-263.
- WHITEHOUSE, R. 1910. The caudal fin of the Teleostomi. *Proc. zool. Lond.* 3:590-626.

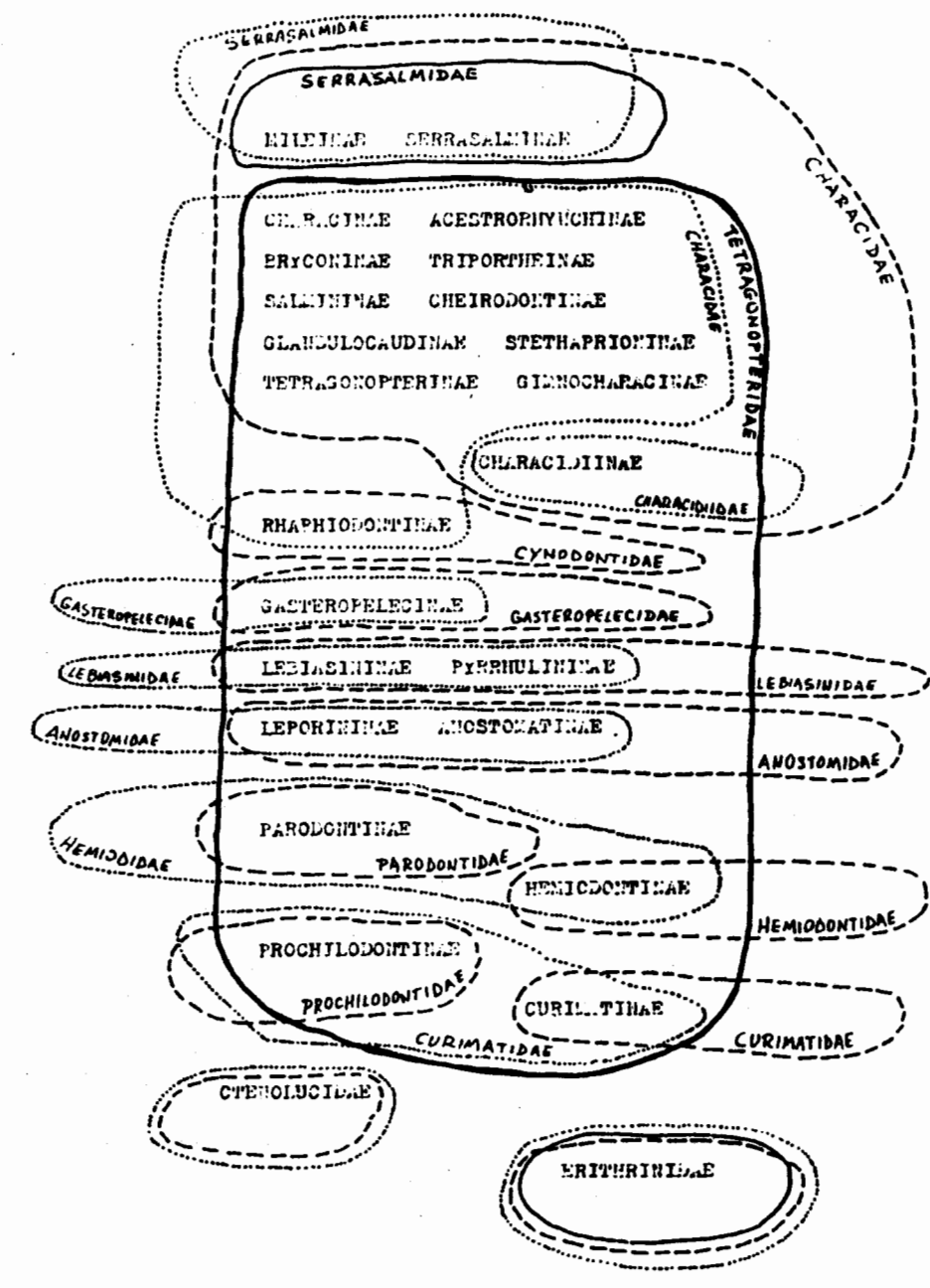


# CUADRO 4

TELEOSTEOS	ELOPEZOIDEA	ELOPEZOIFORMES ARGILIFORMES NOTACANTHIFORMES
	CLUPEOIDEA	CLUPEIFORMES (+)
	OSTEOGLOSSOIDEA	OSTEOGLOSSIFORMES MOMYRIDIFORMES
	PROTACANTHOPTERICII	SALMONIFORMES (+) CTENIMINIFORMES CTENOTRISIFORMES GOSWORTHYIFORMES
	OSTARIOPEISI	CYPRINIFORMES (+) SILURIFORMES (+)
	PARACANTHOPTERICII	PERCOPSIFORMES BATRACHOIDIFORMES GOBIESOCIFORMES LOPHIIFORMES GADIFORMES
	ATHERINOIDEA	ATHERINIFORMES (+)
	ACANTHOPTERICII	SYMBRANCHIFORMES (+) BERYCIDIFORMES ZEIIFORMES LAMPRIDIFORMES GASTROPEIFORMES SCORPAENIFORMES PENCIFORMES (+) PLURONECTIFORMES (+)

Distribución de Superórdenes y Ordenes de TELEOSTEOS según Greenwood et al., 1966. Los señalados (+) están representados en las aguas dulces argentinas.

# CUADRO 5



— EIGENMANN  
 - - - GREENWOOD  
 ..... GERY

**Sergio Enrique Gómez**

*Instituto de Limnología "Dr. R. A. Ringuelet", La Plata*

Una de las contribuciones más importantes a la ecología y zoogeografía de peces dulceacuícolas de la región Neotropical ha sido publicada por RINGUELET (1975). Este autor señaló que las cuencas marginales de la pampasia, vinculadas o no al sistema hidrográfico Parano-Platense, muestran diferentes formas de empobrecimiento íctico que en general no están acompañadas de fenómenos de especiación. Si bien las diferencias de distribución geográfica obedecen a un conjunto de causas históricas, ecológicas y de genética de poblaciones, en estas zonas que pueden calificarse de "ecotonales" la disminución en el número de especies parece estar fundamentalmente determinada por causas ecológicas.

En situaciones como la descripta Ecología, Biogeografía y Fisiología están íntimamente relacionadas si se considera que: los organismos con márgenes más amplios de tolerancia para todos los factores ambientales son los que tienen más probabilidades de estar extensamente distribuidos. Para cada especie y para cada factor ambiental existe un nivel óptimo fisiológico (PIANKA, 1982), donde la eficacia biológica es máxima; en distintas especies estos niveles pueden o no ser coincidentes, por lo cual, y debido a que los peces son capaces de percibir los cambios ambientales y responder a ellos de manera adaptativa, las distintas respuestas frente a niveles no letales de algún factor pueden

producir segregación ecológica entre especies que aparentemente tienen un hábitat similar.

De esta manera, las distintas respuestas frente a factores letales o limitantes pueden influir o determinar la distribución geográfica y/o producir segregación ecológica en diversas especies. La biología experimental es la única forma de cuantificar la respuesta de los peces a estos factores ambientales, y cuando se trabaja con los diseños apropiados ha demostrado ser una herramienta útil para la interpretación causal de fenómenos ecológicos y zoogeográficos.

Existen una variedad de conceptos y técnicas utilizables en estudios ecofisiológicos experimentales (FRY, 1971). Para una dada variable ambiental existen niveles letales (o dosis letales) superiores e inferiores entre los cuales el animal puede vivir, este intervalo constituye su zona de tolerancia; fuera de éstos límites el organismo es afectado y morirá después de un cierto tiempo de resistencia. El nivel letal que separa la zona de resistencia por convención es aquel que produce la muerte de la mitad de los individuos mientras que el resto sobrevive indefinidamente; éste valor se denomina nivel letal para el 50% o dosis letal para el 50% (DL50). De esta manera la mortalidad en la zona de resistencia depende de dos factores: la magnitud del factor letal y el tiempo de exposición a ese factor.

En el caso particular de la temperatura, los niveles letales no son fijos sino que

dependen de la historia térmica del animal, este fenómeno se denomina aclimatación y es interpretado como el acostumbramiento fisiológico a una dada temperatura no letal fija llamada temperatura de aclimatatación ( $T_a$ ). Para una dada  $T_a$  existe una temperatura letal superior y una temperatura letal inferior, en general si se aumenta la  $T_a$  las temperaturas letales también aumentan y viceversa. Por este motivo la  $T_a$  es una variable fundamental en los estudios de tolerancia térmica. Muchas otras respuestas fisiológicas, además de la letalidad, dependen de la  $T_a$  por lo que debe ser prefijada y controlada en la mayoría de los estudios experimentales.

Existen básicamente tres tipos de diseños experimentales distintos para evaluar la susceptibilidad a factores ambientales extremos: 1- Experiencias de cambio agudo (máximo o mínimo crítico): se parte de una condición inicial en la que el grupo de peces se encuentra a un nivel no letal de la variable en estudio dentro de su zona de tolerancia, luego el nivel de la variable ambiental se altera gradualmente a una velocidad predeterminada, de modo que su valor no es fijo, sino que aumenta (o disminuye) en el tiempo y los animales mueren a distintos niveles de la misma; en estos experimentos se utiliza como estimador el promedio aritmético de los valores individuales de muerte. 2- Dosificación de mortalidad: consiste en exponer repentinamente distintos grupos de peces a distintos niveles de la variable letal durante un tiempo prefijado (24, 48 ó 96 hs), transcurrido éste en cada grupo se ha producido un determinado porcentaje de mortalidad, y la dosis letal para el 50% de los individuos (DL50) se calcula mediante una transformación probit de la curva dosis-mortalidad. 3- Tiempo de resistencia: se transfiere repentinamente a un grupo de peces desde un nivel no letal, en su zona de tolerancia, a un nivel letal fijo y preestablecido. En estas condiciones a medida que el tiempo transcurre los animales van muriendo, y se utiliza como estimador el "tiempo de resistencia del 50%"

(TL50) calculado como el promedio geométrico de los tiempos individuales de muerte. Con repeticiones de este método también se puede estimar la DL50.

En peces estas técnicas han sido aplicadas al estudio de numerosas variables, tales como: temperatura, pH, concentración de oxígeno, concentración de alimento, salinidad, etc. Entre otros ejemplos de trabajos experimentales pueden comentarse que: la ausencia de pirañas (*Serrasalmus* sp.) en los estuarios de los grandes ríos del noreste de Brasil está determinada por su muy baja resistencia a la salinidad (BRAGA, 1975). Por otra parte, peces que se reproducen en "aguas negras" de la llanura de inundación amazónica son resistentes a bajos niveles de pH. Los estudios sobre nivel letales de oxígeno (PARMA DE CROUX, 1987) son de importancia particular cuando la construcción de represas, vertido de desechos, usinas térmicas, etc. puedan cambiar la distribución de esta variable.

Como ya se ha indicado la temperatura letal para el 50% (TL50) cambia en función de la temperatura de aclimatación (Ta), de manera que a Ta crecientes le corresponden TL50 también crecientes. Por lo tanto, y en función de las Ta, se puede definir una curva de TL50 máximas y otra de TL50 mínimas. El área comprendida entre ambas curvas se denomina zona de tolerancia térmica (ZTT) y su extensión, expresada en °C<sup>2</sup>, es una medida de la euritermicidad del organismo. Este modelo que vincula las Ta con las TL50 delimitando una ZTT fue desarrollado inicialmente para *Carassius auratus* por FRY et al. (1942), quienes determinaron para esta especie una ZTT de 1220°C<sup>2</sup>. Dado que el método provee una medida estricta de la euritermicidad ha sido adoptado por numerosos autores. En *Cnesterodon decemmaculatus*, un ciprinodóntido subtropical de amplia distribución, la ZTT tiene un valor de 1028°C<sup>2</sup> (GOMEZ, 1988); mientras que en un cíclido tropical de menor distribución

(*Geophagus brasiliensis*) es de 703°C<sup>2</sup>. La ecofisiología tiene una importancia relevante cuando se considera la distribución de los peces en la llanura pampeana meridional. En el Río de la Plata la ictiofauna neotropical de aguas templado-cálidas se encuentra representada por aproximadamente 140 especies. Al sur de este punto se observa una importante disminución en el número de especies, 28 de éstas son de presencia permanente en la cuenca del Río Salado, y solo 3 alcanzan el valle inferior del Río Colorado.

RINGUELET (1975) ha señalado que el notable empobrecimiento íctico en la pcia. de Buenos Aires, se debe a que las bajas temperaturas y alta salinidad son factores limitantes para la distribución de los peces de tipo paranaense, para los cuales juegan el papel de barrera ecológica.

Existe suficiente evidencia de campo como para sostener la hipótesis que factores ambientales extremos pueden ser limitantes para la distribución de ciertas especies. En la Argentina y el sur de Brasil se han registrado como mínimo 25 casos de mortandad de peces dulceacuícolas, que se han atribuido a factores ambientales extremos. El análisis crítico de estos 25 casos indica que 18 (72%) se han producido básicamente por acción del frío (entre otros, FREYRE, 1967; DIONI et al., 1975), y 2 (8%) por salinización excesiva debida a la evaporación. Las mortandades por acción del calor parecen ser un fenómeno mucho menos frecuente (GOMEZ, 1986) y no se han registrado en la Pcia. de Buenos Aires. Para contrastar la hipótesis zoológica de RINGUELET (1975), ya comentada, se realizó un trabajo experimental para verificar si los peces más resistentes al frío y/o salinidad tienen una distribución meridional más amplia (GOMEZ, 1988). Los resultados experimentales de ese trabajo permitieron establecer un orden relativo de resistencia a las bajas temperaturas, y un orden relativo de resistencia a la salinidad, entre nueve especies de presencia común en la Pcia. de Buenos

Aires. Comparando estos ordenamientos con los respectivos límites de distribución geográfica, mediante tests de correlación ordenada, se ha verificado estadísticamente que: el límite austral de distribución geográfica es independiente de la resistencia a la salinidad, mientras que está directamente asociado con la resistencia al frío establecida en laboratorio. Esta verificación experimental de que los peces más resistentes al frío tienen, en la Pcia. de Buenos Aires, una distribución más amplia, es un primer paso para la interpretación integral y causal de la ictiogeografía de la región. Los estudios ictiofisiológicos son de importancia básica, y aplicada cuando se previenen alteraciones del ecosistema que produzcan la modificación de variables ambientales. En particular, el estudio de factores limitantes y rangos de tolerancia en peces es de interés en biología pesquera y manejo de recursos naturales, toda vez que se pretenda dar una interpretación causal a la presencia y abundancia de una especie en determinado tiempo y lugar. Adicionalmente las técnicas descriptas pueden aplicarse prácticamente sin modificación en cualquier organismo acuático, y emplearse en la resolución de otros problemas aplicados como testeo de drogas, contaminación o acuicultura.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

- BRAGA, R.A.A., 1975. Ecología y etología de piranhas no noreste do Brasil (*Pisces-Serrasalmus*, Lacopede, 1803). Boletim Coarano de Agronomia, vol. 15/16: 1-268.
- DIONI, W Y REARTES, J. 1975. Susceptibilidad de algunos peces del Paraná Medio expuestos a temperaturas extremas en condiciones de campo y laboratorio. Physis, B.A.A., soc.B 34(89):129-137.
- FREYRE, L.R., 1967. Consecuencias de la mortandad de peces por las temperaturas extremas de junio de 1967 en Laguna Chascomús. Agro IX (15):35-46.
- FRY, F.E.J., BRETT, J.R. Y CLAWSON, G.H., 1942. Lethal limits of temperature for young goldfish. Rev. Can. Biol. 1:50-56.
- FRY, F.E.J., 1971. Effects of the environmental factors on the physiology of fish. Eze Fish Physiology. Vol. VI (1): 1-97. Ed. Hoar, W.S. & Randall, Academic Press, New York.

GOMEZ, S.E., 1986. Mortandad de peces por acción del calor en el Río Iguazú (Misiones, Argentina). *Spheniscus (B.Blanca)*:25-30.

GOMEZ, S.E., 1988. Susceptibilidad a diversos factores ecológicos extremos, en peces de la Pampesia Bonariense, en condiciones de laboratorio. Tesis Doctoral N°502, Facultad de Ciencias Naturales. Univ. Nacional de La Plata, La Plata, 308 pp.

PARMA DE CROUX, M.J., 1987. Nivel de oxígeno letal y mínimo de tolerancia en *Pimelodus albicans* (Pisces, Pimelodidae). *Rev.Asoc. Cienc.Nat. del Litoral* 18(1):85-91.

PLANKA, E.R., 1982. *Ecología evolutiva*. Ed. Omega, Barcelona, 365 pp.

RINGUELET, R.A., 1975. Zoogeografía y ecología de los peces de las aguas continentales de la Argentina y consideraciones sobre las áreas ictiológicas de América del Sur. *Ecosur* 2(3):1-122.

# Métodos y Artes de Pesca. Parámetros Poblacionales.

Lic. Ricardo Delfino  
INIDEP, Buenos Aires

## La muestra. Planeamiento, obtención y tratamiento.

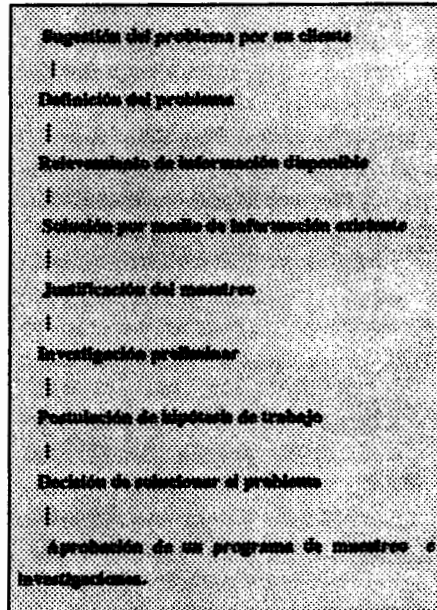
El objetivo de esta charla es introducir a las personas relacionadas con temas pesqueros en la forma en que estos tipos de datos son colectados. La idea es suministrar una rápida revisión que cubra la mayoría de las metodologías que un técnico pesquero probablemente encuentre durante su carrera.

Las técnicas descriptas pueden ampliarse en libros específicos y simplemente, dado el espacio disponible, dará una síntesis de los temas. La idea es describir, para cada técnica, su base de utilización, las opciones metodológicas y de equipamiento y algunas ventajas y desventajas de cada una de ellas, que sirvan como claves para su uso eficiente. El propósito no es dar una receta standar para la colección de datos, sino más bien describir los criterios para seleccionar un método determinado para su recolección. Se trata en definitiva no de mostrar el manejo de una pesquería sino solo como se colectan los datos y un primer tratamiento de los mismos.

- La muestra, su obtención

La colección de los datos es solo una parte de un proceso mayor. Antes de coleccionar los datos las razones por las cuales se los recaba y el planeamiento de su obtención deben estar definidos explícitamente. Luego, los resultados deben ser analizados, procesados y sintetizados en la forma apropiada.

Así los pasos a seguir podrían ser:



A partir de este momento queda entonces el planeamiento de las investigaciones que más allá de la situación particular, implican una serie de pasos a seguir:

- 1) Definir una meta.
- 2) Elegir los objetivos que nos lleven a esa meta.
- 3) Establecer las estrategias que permitan alcanzar esos objetivos.
- 4) Identificar las actividades que permitan implementar las estrategias.
- 5) Desarrollar un cronograma de trabajo.
- 6) Calcular costos.
- 7) Solicitar los recursos necesarios.

## - Muestreo.

El propósito de cualquier muestreo es realizar un juicio de valores acerca del total, a través de una mirada a una porción del mismo. En el caso de datos pesqueros la realización de muestreos es casi ineludible ya que es imposible observar totalmente cualquier aspecto de una pesquería. La muestra será entonces una colección de escamas, un conjunto de peces o un muestreo de hábitat, etc.

La forma y calidad en que estas muestras son colectadas determinarán cuan bien los datos colectados ayudarán para alcanzar los objetivos de determinada actividad. Al mismo tiempo para que estos datos sean de mayor utilidad, deben ser obtenidos de acuerdo a procedimientos estadísticos estrictos (diseño experimental, diseño de muestreo, análisis de datos). En este sentido hay que prestar especial atención a dos características de los datos muestrales: precisión y exactitud, los cuales determinan la calidad de los mismos.

**Localidad de muestreo.** El lugar donde serán colectados los datos es una decisión que afecta la calidad y la facilidad con que estos serán obtenidos.

**Diseño del muestreo.** Una vez decidida la ubicación de la localidad de muestreo, se debe seleccionar una submuestra o muestra propiamente dicha de acuerdo a un diseño muestral.

Este, básicamente puede corresponder a uno de los siguientes tipos: muestreo al

azar  
estratificado  
agrupado  
sistemático

Además del tipo de muestreo a ser realizado deben tenerse en cuenta la cantidad y tamaño de las unidades de muestreo necesarias, estableciéndose también un compromiso entre costos y precisión. Generalmente, más unidades de muestreo significan menor varianza de los datos, por lo tanto más precisión.

## - Información recolectada

Que información recolectar, se desprende del tipo de estudio en cuestión. Sin embargo hay que tener en cuenta que la obtención de una dada información, tiene un costo asociado. Colectar poca información en unidades no adecuadas puede hacer peligrar la utilidad del muestreo (y del proyecto), mientras que la colección de información excesiva o demasiado precisa reduce la capacidad del personal de recabar lo necesario. Ambas situaciones resultan en una relación costo beneficio no adecuada.

- Manejo de los datos. Planillas de muestreo.

No existen planillas de muestreo generales para todo tipo de trabajos. Para cada estudio en particular debe tratarse de diseñar formas preimpresas con el máximo de información ya escrita, para eliminar olvidos u equivocaciones en el campo y al mismo tiempo un máximo de sencillez, que no exija personal entrenado. Conviene que el diseño tome en cuenta la forma en que se llenarán en el campo, y también un formato compatible con el futuro almacenamiento de los datos. Deben considerarse asimismo planillas a prueba de agua.

- Almacenamiento y recuperación de datos.

Si los datos colectados no están disponibles para cuando es necesario tomar decisiones, la colección de los mismos fue algo fútil. En la actualidad se recomienda el uso de sistemas de computación para archivar datos. Estos sistemas implican poco espacio, facilidad de búsqueda y edición, intercambio, confiabilidad etc.

- Logística de los muestreos.

Planificar detalladamente los muestreos pensando en todos los aspectos logísticos. Escribir un protocolo de muestreo que incluya:

- consulta y copia de mapas del lugar en una escala apropiada

- Comunicar y solicitar colaboración

anticipadamente a todas las entidades involucradas de una u otra forma de las actividades que se van a desarrollar (Prefectura, Intendencia, etc.)

- prueba de equipos y puesta a punto previo a la partida (vehículos, instrumental)

- disponer de una lista de material usual para ese tipo de muestreo (planillas, frascos, soluciones fijadoras, etiquetas, etc.)

Estos aspectos son en general desatendidos pero son de crucial importancia en la práctica. Dado el espacio disponible sólo diré que la Leyde Murphy no pierde vigencia: *"Si algo puede salir mal, saldrá mal"*.

Disponer de la cantidad suficiente de gente para desarrollar las actividades intensivamente de la forma más eficiente, evitando la sobrepoblación. Explicar a cada agente el conjunto de actividades a desarrollar, de forma de poder dar respuestas a sí mismo y otros acerca de que se hace y por qué. Nadie es irremplazable, considerar siempre personal de remplazo.

Que haya un jefe que supervise las tareas y anticipe lo que se va a desarrollar. Que cumpla la misión "política" de ir "abriendo el camino". Que tenga amplitud de criterio para escuchar las sugerencias de los demás, pero que sea él quien tome las decisiones.

Designar responsables de tareas, en especial, una persona encargada de recabar y guardar en forma segura y ordenada todos los datos.

- Comunicación de los resultados de muestreo.

Es deseable, que la responsabilidad profesional del personal involucrado en las tareas de muestreo no termine con la colección de los datos. Una campaña en particular termina cuando todo el personal participante asegura el almacenamiento, reparación y orden del material utilizado en dicha campaña.

Al responsable del proyecto, le quedará aun la responsabilidad de asegurar el almacenamiento de los datos colectados y su análisis posterior. Finalmente el proyecto quedará concluido el día en que la información producida sea comunicada por un medio apropiado a los interesados. En este sentido se debe tener en cuenta que todas las audiencias no son iguales y preparar distintos tipos de presentaciones de acuerdo a los intereses de un cliente en particular. Como modelo general: Sinopsis, Enunciación del problema, Introducción, Métodos, Resultados, Discusión, Resumen y Recomendaciones.

#### Artes de pesca

A diferencia del medio marino mucho más homogéneo los cuerpos de agua continentales lénticos o lóxicos, presentan una gran variedad tipológica. Esta heterogeneidad torna imposible aplicar una técnica de muestreo igualmente eficaz en todos los ambientes. La presencia de distintos factores, vegetación, morfología, corrientes, etc., determinan la imposibilidad de usar un solo tipo de arte de pesca en todas las circunstancias, debiéndose adaptar a cada situación un tipo de arte particular, más aun, desarrollar alguno de ellos de acuerdo a los objetivos determinados de un proyecto.

Como norma general, cualquier evaluación, necesita el uso de más de un tipo de arte o técnica de captura. No se trata de que uno sea mejor a otro, sino más bien que los distintos tipos o técnicas utilizables tienden a complementarse en la porción de la comunidad o población de peces que se esté muestreando.

Las técnicas de muestreo son muy variadas, pero desde la vastedad del tema, haremos incapié en la utilización de redes como arte de pesca, fundamentalmente porque incluye a las técnicas más utilizadas y que más atención han tenido en nuestro país. Sólo mencionaremos la utilización de ictiotóxicos o electropesca, que aunque son técnicas válidas y en algunas situaciones poco menos que

irreemplazables, el costo de los equipos, accesibilidad u experiencias anteriores las dejan relegadas a un segundo plano en este resumen.

No hay acuerdo en la clasificación de los distintos artes de pesca, pero en términos generales, de acuerdo a la forma de acción, se pueden dividir en artes de pesca pasivas y activas.

El primer grupo a su vez suele dividirse en tres grupos según el modo de captura, esto es, enredamiento, atrapamiento, enganchamiento. Los dispositivos que actúan por enredamiento son las redes agalleras, trasmallos, etc.

Las redes de atrapamiento son aquellas que capturan los organismos que entran a un recinto y luego no pueden escapar. Ejemplos de ellos serían las nasa, "pop nets" y otras trampas.

Dentro de los dispositivos que actúan por enganchamiento podemos citar a los espineles.

Artes de pesca activa son aquellos que capturan a los peces por la intercepción de estos en el medio acuático a través de paneles o mallas. Aquí se incluye usualmente a las redes de arrastre y las redes de cerco o lámparas y tarrafas o esparaveles.

Estos grupos a su vez suelen dividirse en otros según la pesca se realice en superficie media agua o fondo, si las redes se encuentran fijas o a la deriva.

Estudios poblacionales. Características de la población.

Para el estudio completo de una población es necesario seguir varios pasos:

- 1 - Muestreo de la población, captura de peces.
- 2 - Identificación de los peces y del stock en estudio
- 3 - Determinación de su distribución y tamaño poblacional
- 4 - Establecer su tasa de crecimiento
- 5 - Calcular la tasa de mortalidad en sucesivos momentos o estadios de vida.
- 6 - Conocer su tasa de reproducción
- 7 - Conocer la tasa de reclutamiento

La concreción de todas estas etapas

constituye desde ya un enfoque del tipo de los modelos analíticos y presenta un costo elevado tanto en tiempo como en dinero. Además, teniendo en cuenta el número de especies presentes en la Cuenca del Plata por ejemplo, un enfoque de este tipo para el manejo del total por especie resulta impensable en términos prácticos.

Sin embargo la determinación de los distintos parámetros para algunos stocks puede resultar de utilidad, sobre todo en cálculos de producción, que permitan manejar con bastante precisión una pesquería en particular

- Edad y crecimiento.

Los datos de edad, conjuntamente con medidas de longitud y peso pueden dar información acerca de la composición del stock, edad de primera madurez, periodo fértil (life span), mortalidad y producción, todos datos que pueden proveer una buena base para el manejo de una pesquería.

Para calcular la edad, es necesario definir una fecha de eclosión de la larva del huevo (cumpleaños, edad cero).

Para el cálculo puede recurrirse a distintos métodos:

a) a partir de las partes duras, como ser escamas, opérculos, otolitos, vértebras, espinas, radios, etc. En ellos se pueden contar los "anillos de crecimiento" formados a consecuencia de la interrupción o disminución del crecimiento. Esto se visualiza por la interrupción de la deposición de  $\text{CaCO}_3$  en las distintas estructuras, ocasionada por variaciones en la temperatura, enfermedades, reproducción, migración, etc. Esta deposición diferencial de  $\text{CaCO}_3$  suele ser estacional.

b) por el análisis de distribución de tallas, mediante técnicas que permiten la separación de grupos de longitudes y la conversión de los mismos en grupos de edad. Estos métodos en sus variadas versiones pueden ser gráficos (Petersen 1892, Harding, 1949, Cassie, 1950; 1954, Tanaka, 1962, Battacharya, 1967) o computarizados (McNew y Summerfelt 1978, Yong y Skillman

1975, Schmute y Fournier 1980, Pauly y David 1981).

c) la observación de peces mantenidos en cautiverio o de peces marcados y luego recapturados.

en particular haremos referencia a los métodos a) y b), dejando de lado el método empírico c) por ser de los menos utilizados, por su alta relación costo-beneficio.

Así, los procedimientos habituales en los estudios de edades incluyen:

1 - Obtención de una muestra al azar de la población en estudio, que incluya a todas las clases de edad (y tallas) de la población.

2 - Registro de especie, fecha y lugar de captura, arte de pesca utilizado.

3 - Determinación y registro de longitud, peso, sexo, estadio de madurez, contenido y replección estomacal.

4 - Estracción de estructuras de aposición adecuadas para utilizar en la determinación de edad.

5 - Asignación de edad a cada individuo, en lo posible con más de un método, y/u observación de más de una estructura. Es además aconsejable la lectura por más de una persona.

6 - Cálculo del crecimiento en relación con la edad, por cada sexo por separado y en conjunto. Determinar diferencias significativas.

7 - Determinación de la relación longitud-peso por cada sexo y en conjunto.

8 - Cálculo de condición del pez en la población y determinación de los cambios con la edad, wsexo y estación anual, etc.

9 - Cálculo de las tasas instantáneas de crecimiento en longitud y peso.

Toda esta información es relevante en el caso de tratar con problemas relacionados al manejo de una dad pesquería, ya que a través de ellos se pueden calcular mortalidad natural o por pesca, reclutamiento, talla media a la primera y última madurez, etc.

#### - Modelos de crecimiento

Se suelen construir modelos que tratan de describir el crecimiento generalizado de los peces. Estos modelos o curvas

de crecimiento contienen parámetros que se utilizan en la evaluación de pesquerías. El modelo tal vez más conocido es el de Von Bertalanffy (1938), que basa su formulación en consideraciones fisiológicas. Habitualmente se expresa como:

$$L_t = L \cdot (1 - e^{-k \cdot (t - t_0)})$$

donde  $L_t$  = longitud del pez al tiempo  $t$

$L$  = máxima longitud o longitud asintótica

$k$  = medida a la cual la tasa de crecimiento se hace asintótica.

$t_0$  = tiempo hipotético al cual el pez tiene tamaño cero.

Para hacer el cálculo de los tres últimos parámetros es necesario haber hecho una asignación de la longitud correspondiente a cada edad.

Otros modelos de crecimiento menos utilizados pero de utilidad son el de Gompertz, Brody, Knight y Baranov.

#### - Relación longitud-peso.

El crecimiento puede ser también medido en peso. En los peces es usual medir la longitud (por permitir una mayor exactitud en el campo) y luego relacionar a ésta con los valores de peso correspondientes. La relación correspondiente se expresa como:

$$W = a \cdot L^b$$

donde  $a$  y  $b$  son constantes y  $b$  con valores extremos entre 2 y 4.

#### - Tasa de mortalidad

Para la determinación de la mortalidad es necesario estimar el número de peces para cada cohorte en la población. La mortalidad de una cohorte está compuesta por la mortalidad por pesca,  $F$  (puede ser 0) y la mortalidad natural,  $M$  (predación, enfermedad, vejez). Se la define como tasa instantánea de mortalidad  $Z$ , en el modelo exponencial como:

$$Z = (F + M)$$

donde:

$$N_t = N_0 \cdot S^t = N_0 e^{-[(F + M) \cdot t]}$$

con:

$S$  = tasa de sobrevivencia.

Se suele asumir que:

$$E/F = (1 - S) / (F + M)$$

con:

$$E = \text{tasa de explotación.}$$



# Evaluación Acústica de Recursos Pesqueros

**Norberto O. Oldani**

*Instituto Nacional de Limnología  
Jose Maciá 1933 (3061) Sto. Tome  
Santa Fe, Argentina*

## Introducción

Los problemas que enfrentan los estudios de dinámica de poblaciones de peces, muy necesarios cuando se plantean manejo de recursos, ó se proyectan obras hidroeléctricas, están relacionados con la falta de conocimiento básico de la biología de las especies (principalmente comportamiento y reproducción) y también de metodologías apropiadas para abordar los estudios.

Tradicionalmente las pesquerías (en el mundo) se manejaron en base al análisis estadístico de la información proveniente de las capturas comerciales de la misma pesquería que se pretendía ordenar. En la Argentina, la estadística oficial de pesca de las aguas interiores, es de baja calidad y en muchísimos ambientes directamente no existe. Esta es la razón primera por la que cobran importancia los métodos directos de evaluación de los recursos pesqueros y los muestreos biológicos pesqueros que se realizan principalmente con batería de redes enmalladoras.

Ultang (1977) reconoce cinco métodos directos de evaluación: Reconocimiento por pesca (área barrida), evaluaciones acústicas, reconocimiento de huevos y larvas, observaciones visuales y experiencias de mercado (captura y recaptura). De hecho que de acuerdo a las características propias de los ambientes, de las poblaciones en estudio y de la disponibilidad de recursos económicos, cada uno de estos métodos

tendrá mayor o menor gravitación. En este caso nos ocuparemos del método acústico en su modalidad más simplificada de la cual derivaron otras versiones más complejas. Para la implementación del método, es necesario contar con una ecosonda de bajo costo y una embarcación de uso deportivo.

Básicamente consiste en producir un ecograma a partir del cual se estima el número de peces presentes en el área estudiada. Dependiendo de las características de la ecosonda utilizada y de las condiciones ambientales, se puede optar por dos alternativas. Una denominada recuento de ecos y otra recuento de trazas.

El desarrollo alcanzado por la electrónica en estos últimos años, se traduce en menores costos y confiabilidad de los equipos. Actualmente es posible encontrar en el mercado una considerable cantidad de marcas y modelos de pequeñas ecosondas, del tipo que se usan en embarcaciones deportivas, con las que es posible aplicar la metodología que se describe. Adaptada a ecosistemas de aguas continentales esta técnica fue introducida al país en 1979 por el Dr. A.G. Poddubny, del Instituto de Aguas Interiores de la Academia de Ciencias de la URSS, para evaluar el número de peces en las probables rutas de migración del valle aluvial del Río Paraná Medio, con motivo del Proyecto Paraná Medio. Actualmente la emplean en: Instituto Nacional de Limnología (INALI), Proyecto Paraná Medio (AyE),

Instituto Nacional de Investigaciones y Desarrollo Pesquero (INIDEP) y en la Universidad del Comahue. Constituye una forma directa de medir la abundancia de peces y es más eficaz cuando los peces se presentan como blancos individuales. También permite determinar con precisión el lugar donde se encuentran los peces y puede ser empleada como herramienta para estudiar algunas pautas de comportamiento (desplazamientos diarios entre biotopos, migraciones verticales) (Burczynski y Ben-Yami, 1985) y permite decidir dónde y cuándo pescar.

## FUNCIONAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS DE LAS ECOSONDAS

Las principales características a tener en cuenta en la elección de los equipos, son las que hacen posible discriminar blancos individuales en los ecogramas. Es muy importante tener en cuenta: escalas de profundidad, frecuencia, longitud de pulso, ángulo del haz de ultrasonido del traductor y velocidad de papel.

Aunque existen diversos tipos de ecosondas registradoras prácticamente todas se reducen a casi el mismo esquema. En general constan del equipo propiamente dicho que está integrado por: un registrador, un trasmisor y un amplificador, y del transductor, que convierte los pulsos eléctricos en sonidos concentrados en un haz. Posteriormente el transductor recoge sus ecos y los convierte en una señal eléctrica.

El registrador tiene una plumilla llamada estilo y una cinta de papel electrosensible (en rollo) que se mueve transversalmente. Cada vez que el estilo pasa por la línea de cero el registrador envía una señal hacia el trasmisor y otra al estilo que la graba en el papel. Luego comienza a leer la profundidad y cada vez que recibe una eco señal la registra ya sean peces o el fondo.

El trasmisor recibe señales eléctricas del registrador (en el momento en que el estilo marca la línea de cero) y envía al transductor descargas eléctricas breves pero fuertes.

El amplificador recibe del transductor

ecosignales eléctricas débiles, las aumenta y las envía al registrador.

### Transductores

Aunque en algunos equipos hay transductores que emiten y transductores que reciben, es normal que sea uno solo el que emite y recibe. Un transductor puede ser descrito como un traductor de energía, que convierte energía eléctrica en ultrasonido y viceversa.

El transductor debe ser montado en el casco de la embarcación con un ángulo de 3 a 5 grados hacia adelante o en un paraban (Fig. 1). Esto último tiene la ventaja de que se evitan interferencias (burbujas), que produce el casco de la embarcación, posibilita cambiar el equipo de una embarcación a otra sin mayores problemas, en mal tiempo tienen mayor estabilidad, se reducen al mínimo otras interferencias del barco y si hiciera falta se podría hacer descender el transductor a profundidades considerables. Además hay otras interferencias producidas por la hélice lo que obliga a cambiar de lugar el transductor, remolcarlo o reemplazar la embarcación.

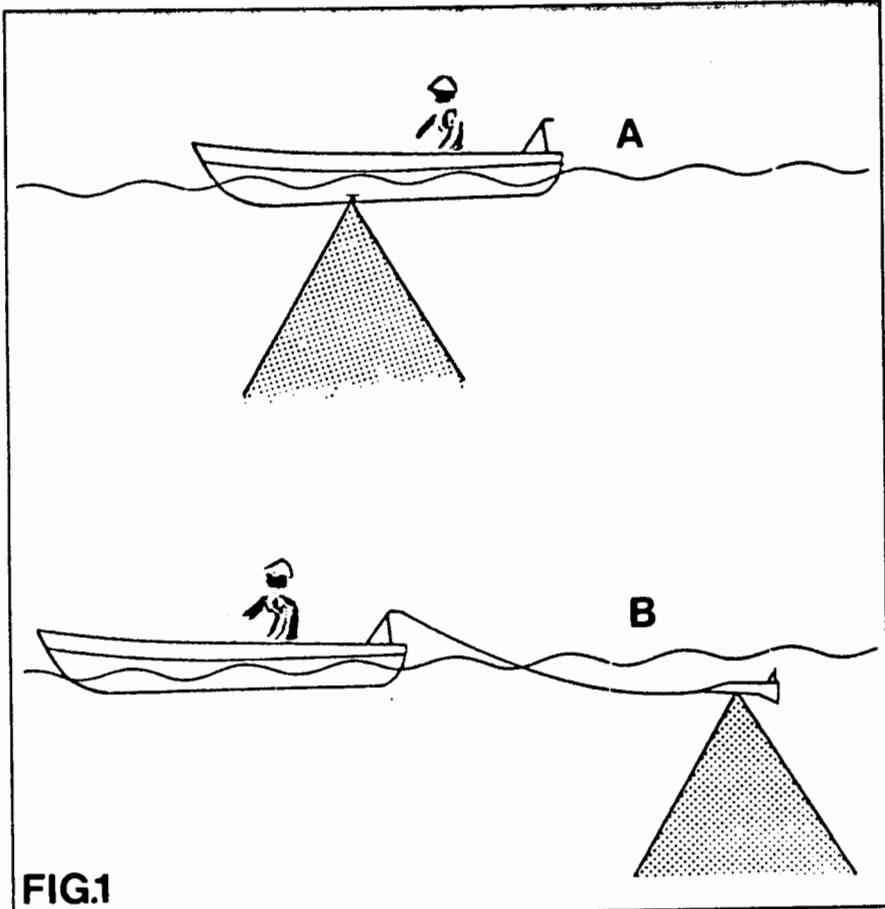


FIG.1

### Mandos y funciones

En la mayoría de las ecosondas, el interruptor de encendido está incorporado en el mando de ganancia. La ecosonda es un equipo que trabaja con dos escalas independientes, una de distancia que es proporcional al recorrido y velocidad de la embarcación y la otra a la profundidad. En cuanto a esta última (Fig. 2), en algunas ecosondas hay dos mandos, uno de profundidad máxima (A, B, C), y otro para las escalas de ajuste de fases (1, 2, 3), que permite seleccionar estratos de la columna de agua que se desea observar.

La longitud del pulso está dada por el tiempo que vibra el transductor y puede variar según los equipos, o las intenciones del operador, entre 0,1 ms y 1 ms. Constituye un punto clave para la discriminación de los peces. En general los pulsos cortos se utilizan en agua poco profundas. La velocidad de propagación del sonido en el agua

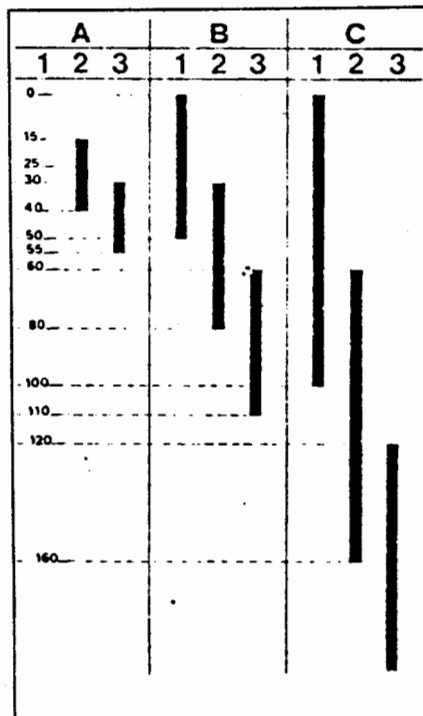


FIG.2

es de aproximadamente 1500 m/seg que según la duración del pulso genera longitudes de pulso, o tren de ondas, de 0,15 a 1,5 m. En consecuencia dos peces que están a una profundidad menor o igual a la longitud del pulso, dentro del mismo tren de ondas devolverán, un único eco. De aquí que es preferible disponer de equipos de corta longitud de pulso.

La ganancia: Equivale prácticamente al volumen de una radio común, o "tinta sobre el papel". Si usted aumenta la ganancia, el estilo trazará marcas más oscuras, pero habrá más ruido. El ajuste de ésta función es un compromiso para lograr un registro con una imagen limpia.

La mayoría de las ecosondas tienen una función denominada línea blanca que marca automáticamente una LINEA BLANCA inmediatamente debajo del fondo. Esto permite diferenciar un pez de una roca, y también peces que quedaron en la zona oscura.

El control de ganancia cronovisible o T.V.G. (Time Varied Gain) es un amplificador de ecos variable en el tiempo. Es decir que los ecos que demoran más, (porque los peces están profundo), son amplificados más que los que están próximos. De ese modo dos peces de igual tamaño ubicados a distintas profundidades se nos representan idénticos.

Las ecosondas también disponen de una función marcador lo que permite hacer líneas verticales en el papel del registro. Esto es particularmente útil para señalar el comienzo de un registro, la posición de algún objeto sumergido, la hora, etc.

### CALCULO DE VOLUMEN MUESTREADO

El concepto de volumen muestreado por una ecosonda depende del modo como se la utiliza. Para esto hay dos procedimientos básicos: el primero considera a cada transmisión como una muestra independiente de la población, donde cada pez devuelve solo un eco, de ahí el nombre de recuento de ecos. En este caso el volumen muestreado corresponde al de una transmisión por el número de transmisiones, en el cual los ecos de una intensidad determinada superan el nivel mínimo detectable. La otra alternativa se basa en el solapamiento de las sucesivas transmisiones y por lo tanto un pez puede devolver más de un eco, por eso se denomina recuento de trazas. La emisión de un pulso de sonido "insonifica" una figura cónica que al desplazarse la embarcación, la sucesión de estos pulsos describe un prisma cuya base está apoyada en el fondo de la transección.

La primera alternativa, en el caso de las pequeñas ecosondas donde el operador no puede modificar la tasa de repetición de pulsos, requiere condiciones más estables (poco viento), ambientes de escasa profundidad y poblaciones de peces pelágicos. Tiene la gran ventaja que para estimar el volumen de agua muestreado no es necesario el dato de la distancia recorrida por la embarcación y la velocidad de

desplazamiento puede variar. Debe cumplir con la condición que las transmisiones del haz de ultrasonido no se solapen (Forbes y Nakken, 1974). La densidad de peces por hectárea (p/ha) se calcula, computando los ecos de los peces (Np) de los registros y determinando el volumen de agua muestreado por la ecosonda (V) multiplicando el volumen de cada transmisión (Vi) por el número de transmisiones realizadas. Las que se pueden deducir del tiempo empleado o de la longitud del papel utilizado.

$$p/ha = Np/V.Ve/Supe$$

$$V = \sum Vi$$

$$Vi = (R2 - R1) \Omega / 3$$

$$\Omega = 2(1 - \cos \Theta)$$

$$\Theta = h/2$$

donde Ve es el volumen y Supe, la superficie de la estación, Vi el volumen de una transmisión, es el ángulo de ultrasonido del transductor, R2 es la profundidad del estrato inferior y R1 la del estrato superior.

La segunda, permite trabajar en condiciones más rigurosas, en ambientes profundos, con poblaciones próximas al fondo y es imprescindible para los cálculos conocer la distancia recorrida por la embarcación. La velocidad de la embarcación, debe permanecer constante respecto al fondo. Para que un pez pueda ser correctamente registrado, debe ser muestreado unas tres veces (Oldani, 1986).

En la práctica, una vez realizado el ecograma se reconocen los distintos ambientes y luego a cada ambiente se lo divide de modo tal que a pesar de las rugosidades del fondo, cada porción pueda ser aproximada a un pequeño prisma. La sumatoria de los volúmenes de cada una de esas porciones es el volumen muestreado en cada ambiente y la suma de todos los ambientes es el de la transección.

La densidad de peces por hectárea

(p/ha) se obtiene, computando visualmente las trazas de los peces (Np) y determinando el volumen de agua muestreado por la ecosonda (V) de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$p/ha = Np/V.Ve/Supe$$

$$V = \sum Vi$$

$$Vi = (1/3) Di.tg(\theta/2). (Hi1. Hi1+Hi2. Hi2 + Hi1. Hi2)$$

donde Ve es el volumen y Supe, la superficie que corresponde a la estación, Vi es el volumen parcial, Di la distancia parcial recorrida por la embarcación, el ángulo el haz de ultrasonido del transductor, Hi1 la profundidad inicial y Hi2 la profundidad final. El dato de distancia, puede obtenerse a partir de un mapa, descomponiendo la fórmula de velocidad o por medición directa. La escala de profundidad, puede ser ajustada de modo que utilice la mayor parte del ancho del papel, para toda la columna de agua.

### ESTRATEGIAS DE MUESTREO

El diseño del muestreo y la preparación de la campaña, son en sí mismo, puntos en el que se debe tener extremos cuidados para que el esfuerzo que significan los trabajos de campo no sean en vano y además debe estar adecuado a los objetivos propuestos. La evaluación acústica comparada con lo que es la pesca de arrastre, capturas con redes enmalladoras u otro medio de evaluación (por lo menos para la mayoría de los ambientes de aguas interiores de la Argentina) es muchísimas veces más rápida. Solo hay que tener en cuenta que una evaluación de un lago de unas 3000 ha. se puede realizar en unas 10 ó 12 horas.

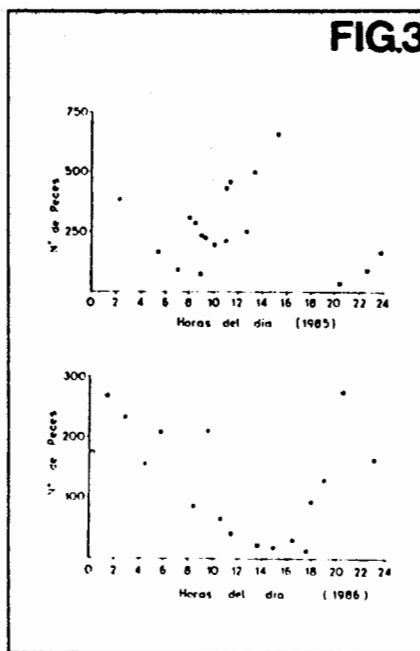
Tomando en consideración esto y el costo del ecosonda (aproximadamente igual a una batería de redes) nos permite optimizar el esfuerzo y esperar el tiempo necesario a que se den buenas condiciones ambientales para los trabajos. Resulta necesario disponer de información relativa a los ritmos de actividad de los peces, ya sea de toda

la comunidad o de alguna especie o grupo en particular (Fig. 3). Para esto resulta recomendable implementar una transecta de control (que abarque distintos biotopos) y se procede a realizar registros acústicos a distintas horas del día, durante 24 ó 48 horas. Es decir que cada 1 ó 2 horas se obtiene un registro de esta transecta. Todos los registros acústicos deben realizarse bajo las mismas condiciones, para que el volumen de agua muestreado permanezca constante. Así en cada registro se debe emplear el mismo tiempo, la sensibilidad de la ecosonda permanecer constante y por supuesto que el recorrido debe ser aproximadamente el mismo en cada oportunidad.

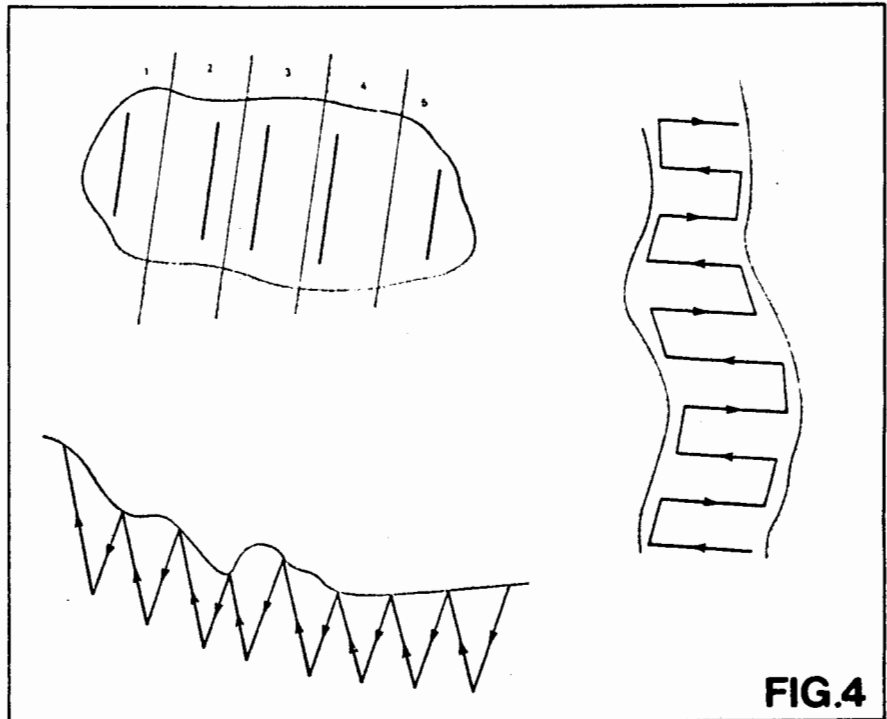
Al mantener fijas todas estas condiciones lo que varía es el horario y la cantidad de peces que se detectan son proporcionales a la densidad. Este trabajo se evalúa en campaña y se limita a computar los ecos de los peces en los registros acústicos, a confeccionar una tabla y un gráfico con la distribución de los puntos. Esto se realiza en el menor tiempo posible y sin complicaciones de cálculos matemáticos. Además permite acotar el mejor período para la evaluación, realizar alguna segregación ecológica y decidir donde capturar los peces.

Dependiendo de la morfología del sistema, intuitivamente se adopta pasar con la ecosonda en zig-zag o bien realizando transecciones perpendiculares al eje principal (Fig. 4), abarcando la mayor cantidad posible de biotopos. Kimura and Lemerg (1981) demostraron que las transecciones en zig-zag son más eficientes cuando se presentan bajas densidades de peces y transecciones simples, en el caso de altas densidades. En lagos y embalses por ejemplo se pueden estudiar por separado el cuerpo principal y los brazos.

Además es conveniente establecer estratos para acotar errores. En las transecciones acústicas la velocidad de desplazamiento de la embarcación, debe estar ajustada con la tasa de repetición de pulsos de la ecosonda. Teniendo en cuenta las condiciones ambientales, la profundidad



modalidades de distribución de los peces, basadas en algunos rasgos fisonómicos tales como la geomorfología, distribuciones de velocidades de corriente y temperatura. Esto permite, una vez conocido el comportamiento de dichos parámetros en la generalidad del ambiente, extrapolar la información obtenida en los puntos de estudio. Por otra parte el establecimiento de biotopos es útil para acotar errores de estimación debido a las afinidades particulares entre algunas especies con las características del ambiente. Además de establecer biotopos, resulta útil considerar estratos, lo que permite estudiar migraciones verticales y eliminar de los cálculos los estratos donde no se detectaron peces y la zona superficial perturbada por la embarcación.



**FIG.4**

del ambiente y las poblaciones en estudio se pueden adoptar algunas de las alternativas de evaluación antes comentadas.

#### Biotopos

Dependiendo del tipo de ambiente que se desea evaluar se definen distintos biotopos que responden a las

Obviamente cuanto más divisiones se realicen de estos biotopos, mayor será la precisión lo que permitirá acotar pautas de comportamiento. Estas divisiones del ambiente obedecen a la distribución espacial de los peces, pero deben ser dinámicas y adaptarse a las fluctuaciones estacionales de dicha distribución, cuando ello ocurra.

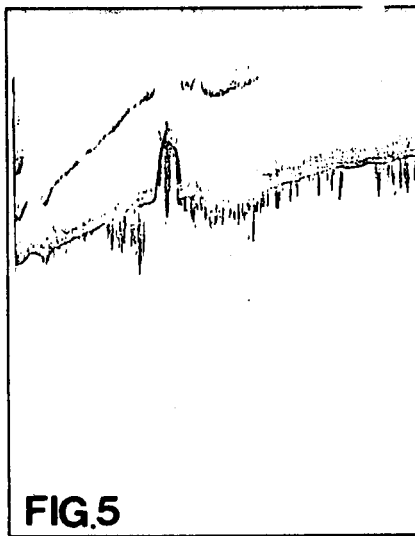
Tanto en el cauce principal del río Paraná como en los secundarios es un perfil transversal se pueden reconocer distintos ambientes o biotopos. Estos están asociados a distancia a la costa, profundidades y velocidades de corriente que según Poddubnyi et al., (1981) reconocen a los siguientes: zonas litorales: desde la línea de la costa hasta 2 m de profundidad y en el cauce principal de Paraná 5 m. b) zona pendientes: bordes del cauce. c) zonas planas profundas: centro del cauce.

## REGISTROS ACUSTICOS

En términos generales no existen normas para la evaluación de los registros acústicos, aunque se puede obtener mucha información mediante un examen detenido del papel registrador. La naturaleza de los ecos registrados está determinada por los distintos tipos de blanco y de las características y condiciones de funcionamiento de los equipos. La mayor información se puede obtener después de largos períodos de experiencia.

Como habíamos comentado la ecosonda es un equipo que trabaja con dos escalas independientes. Una es proporcional a la distancia recorrida y la otra a la profundidad. Si se altera la velocidad del papel registrador o de la embarcación, se altera la escala de distancia. Además de la profundidad la ecosonda proporciona información sobre el tipo y características del fondo. Es decir si está limpio o sucio, si es duro o blando y de la pendiente. En la Fig. 5 se observa un registro del lago Cabra Corral (Salta) realizado en setiembre de 1985, donde se detectaron restos de árboles y sobre un fondo duro con algunas depresiones correspondientes al antiguo valle. En aguas someras y siempre que la escala utilizada lo permita, se puede obtener más de un eco de fondo, luego en la superficie, nuevamente en el fondo produciéndose así un nuevo eco que es detectado por el transductor.

En los registros aparecen también los ecos de peces aislados o en cardúmenes que pueden superponerse ó combinarse para formar ecos múltiples. En el primer caso varía mucho el aspecto de los



registros según la alternativa de muestreo seleccionada. En el caso de recuento de ecos cada pez está representado por un solo eco y en el caso de recuento de trazas por varios. En esta última alternativa las trazas tienen la forma de una "v" invertida dependiendo el tamaño de la velocidad de la embarcación y del ángulo del haz de ultrasonido (Fig. 5). Cuando la densidad de peces es superior a la capacidad de resolución de la ecosonda, en el registro aparecen trazas de ecos múltiples que pueden tener la forma de una capa o una traza definida y sólida. Existe una transición continua desde las capas o bandas dispersas en que pueden aún identificarse los ecos procedentes de muchos peces aislados hasta capas y bancos de gran densidad.

Debe señalarse que los registros de papel no proporcionan, por sí mismos, la información adecuada sobre la densidad de los peces en dichas capas o bancos. Una característica habitual en este tipo de registros es que suelen producirse ecos o trazas de peces aislados en los límites de estas capas.

Algunas especies de peces forman cardúmenes hacia el atardecer o noche y se dispersan con la luz del día (Fig. 6). Estos registros diurnos y nocturnos realizados en el lago Buenos Aires en agosto de 1984, permiten observar migraciones diarias de larvas de puyen. En los registros también se detectaron peces individuales que en este caso se asociaron a la presencia de depredadores.

Entre las principales ventajas que se desprenden de la aplicación de esta técnica se destacan las siguientes:

- La técnica acústica aquí descrita provee una estimación inmediata del tamaño de una población o comunidad.
- Los trabajos pueden realizarse rápidamente y brindar una idea concreta de la distribución espacial del recurso.
- Las investigaciones pueden realizarse en múltiples intervalos de profundidades.
- Las técnicas acústicas son amigables no destructivas y no producen disturbios en el ambiente.
- Las técnicas acústicas permiten "observar" puntos básicos del comportamiento de los peces.
- Reducen costos.

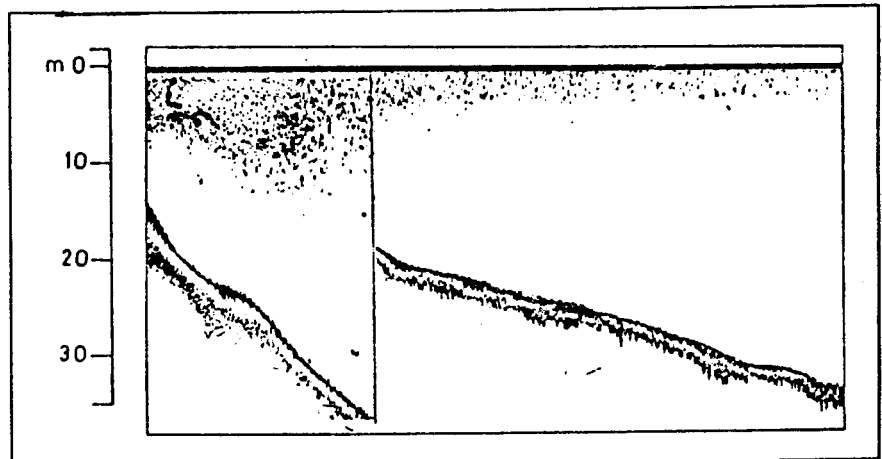


FIG.6

Los principales inconvenientes de la metodología, son los propios de la evaluación acústica y los relacionados con la obtención y evaluación manual de los ecogramas.

Con el empleo de una ecosonda, no es posible realizar identificaciones taxonómicas, si bien un operador con experiencia puede asociar algunas ecomarcas a ciertas especies y en caso de ambientes someros, puede ayudarse realizando observaciones directas.

El reconocimiento de cardúmenes o peces cercanos a la superficie, puede estar subestimado principalmente por el desplazamiento lateral de los peces. En el caso que estén muy próximos al fondo o apoyados en él, también son subestimados a pesar que las ecosondas tienen dispositivos especiales (línea blanca) para superar ese inconveniente.

Para la aplicación de la metodología es necesario disponer de personal capacitado y familiarizado con el método.

## CONSIDERACIONES FINALES

De lo expuesto surge la necesidad de implementar simultáneamente muestreos que aporten datos concretos acerca de la estructura de la población. El complemento de ésta técnica, es la pesca de control realizada con artes de baja selectividad y alta eficiencia como son las redes de arrastre o de cerco. Es así mismo recomendable, en el caso de ser posible realizar censos de la pesca comercial.

En muestreos realizados en 1982 por Tablado, et al., 1988, en la laguna "La Cuarentena", (250 ha) del valle de inundación del Río Paraná, se combinaron evaluaciones acústicas y pesca de control con redes enmalladoras. El análisis de correlación entre la densidad y la captura por unidad de esfuerzo, arrojó un alto valor ( $r = 0,8$ ) con lo que es de esperar que los peces detectados con la ecosonda, correspondan a los de las capturas.

Las principales ventajas de esta

metodología están dadas por el gran volumen de agua muestreado y la rapidez con que se obtienen datos cuantitativos de peces. Es especialmente apta para ambientes pequeños y someros y además la implementación es económicamente posible.

## BIBLIOGRAFIA

- Burczynski (J.), 1982. - Introducción al uso de sistemas sonar para la estimación de la biomasa de peces. *FAO Doc. Tec. Pesca*. (191) Rev. 1:74 pp. Publicado también en inglés y francés. Versión española preparada por D. Bertone.
- Burczynski (J.) y Ben-Yami (M.), 1985. - Búsqueda de peces con ecosonda. *FAO: Capacitación* (7):100pp.
- Edgell (J.A.), 1935. - False echoes in deep water. *Int. Hydrogr. Rev.*, 12(1):19-20.
- Forbes (S.T.) y Naldon (O.), 1974. - Manual de métodos para el estudio de la evaluación de recursos pesqueros. *FAO Manual de Ciencias Pesqueras* (5):144pp.
- Johannsson (K.A.) and Mitson (R.B.), 1983. - Fisheries acoustics. A practical manual for aquatic biomass estimation. *FAO Fish Tech. Pap.* (24):249pp.
- Kimura (K.), 1929. - On the detection of fish-groups by an acoustic method. *J. Imp. Fish. Inv.*, Tokyo, 24(2):41-45.
- Kimura (K.) and Lernberg (N.A.), 1981. - Variability of line intercept density estimates (A simulation study of the variance of hydroacoustic biomass estimates). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 38:141-152.
- Mathison (O.A.), 1980. - Acoustic stock assessment. *EIFAC Tech. Pap.*, (33):115-41.
- Oldani (N.O.), 1986. - Evaluación acústica de peces por recuento de ecos. En Vila y Faguetti (Eds.) *COPESCAL Doc. Tec.* (4):115-120.
- Pedín (O.H.), Oldani (N.O.) y Iriart (R.N.). - Número y biomasa de peces en la Laguna de Chascomús (Prov. de Buenos Aires, Argentina). *Acta del taller "Enfoques integrados para el estudio de lagos y reservorios como base para su gestión"*, Santiago (Chile), 28 de septiembre al 2 de octubre de 1987 (en prensa).
- Poddubnyi (A.G.), Espinach Ros (A.), Oldani (N.O.), 1981. - Problemas de la economía pesquera del Paraná Medio en relación con la construcción de obras hidráulicas. *Memoria y recomendaciones Inf. Tec. AyE código 710*.
- Sund (O.), 1935. - Echo sounding in fishery research. *Nature, Lond.*, 135 (3423):935.
- Tablado (A.), Oldani (N.O.), Ulibarrie (L.) y Pignalberi (C.), 1988. - Dinámica temporal de la taxocenosis de peces en una laguna del valle aluvial del río Paraná (Argentina). *Rev. Hidrobiol. Trop.*, 21(4):335-348.
- Ulltang (O.), 1977. - Determinación de la abundancia de las poblaciones por métodos que no se basan en los datos sobre capturas comerciales y esfuerzo de pesca. *FAO Doc. Tec. Pesca*. (176):25pp.

# Biología Reproductiva

Juan Miguel Iwaszkiw

Instituto de Limnología "Dr. R.A. Ringuelet", La Plata

## INTRODUCCION

El estudio de la reproducción de los peces es característico para las distintas especies, encontrándose cierta regularidad en el desarrollo del ciclo gonadal para los peces de zonas frías, y aspectos particulares en especies de latitudes templadas y tropicales. Estos ciclos se ven reflejados por las variaciones pronunciadas en el aumento del tamaño de las gónadas (masculinas y femeninas) que resultan ser más considerables en las hembras en el momento del desove. El cálculo de la fecundidad reviste especial importancia en la temática de la dinámica de las poblaciones de peces, dando una idea del potencial reproductivo de las distintas especies, permitiendo obtener datos acerca de la estabilidad de las poblaciones.

## MUESTREO, DISEÑO Y METODOLOGIA

Para el estudio de la reproducción de peces se deberán tener en cuenta ciertas pautas para la captura de los ejemplares y considerar la metodología a emplear en los muestreos de campo.

La periodicidad de los muestreos será de forma mensual en la época de reposo o inactividad y quincenal o semanal en el momento de mayor actividad gonadal. La captura de los machos y hembras (ovarios) con motivo de determinar la proporción de sexos (relación macho-hembra). Se extraerán un número de gónadas previamente

establecido para trasladar al laboratorio y establecer el estado de madurez gonadal. Las gónadas extraídas podrán ser fijadas en distintos preservadores (Bagenal & Braun, 1968):

- fluido de Gilson
- formalin
- Bouin
- Cocción-formalin

Durante las campañas se tomarán fotografías de testículos y ovarios que permitan corroborar las observaciones del material fresco con la del material fijado y poder detectar características estructurales del órgano a fin de poder determinar el estado de maduración gonadal, su ubicación en la cavidad del cuerpo, etc. en lo posible a lo largo de un ciclo anual.

Existen diversos métodos para observar la evolución del desarrollo gonadal, que podemos resumir en tres tipos de observaciones:

- observaciones macroscópicas (de campo)
- observaciones microscópicas
- observaciones histológicas

Respecto a la extracción de alícuotas de ovarios para recuentos de fecundidad, Bagenal & Braun (1968) describen los siguientes métodos:

- por volumen
- por área
- por secado

A estos podemos agregar la homo-

geinización del ovario total, que considera la importancia de la distribución espacial de los ovocitos sobre todo en ovarios en distinto estado de madurez gonadal (Freyre y Iwaszkiw, 1982).

## TAMAÑO DE PRIMERA MADUREZ SEXUAL

El tamaño de primera madurez representa la longitud a partir de la cual puede considerarse que las hembras están en condiciones de participar en la actividad sexual por primera vez. Para determinarlo se representa el porcentaje de hembras en actividad sexual (III, IV, V, VI) en función de la talla, respecto a los estadios II y VII (inactividad y reposo) (Fig. 1). El punto medio (50%) representa el tamaño medio para el cual las hembras de la población han entrado en actividad sexual. (Iwaszkiw et al., 1983).

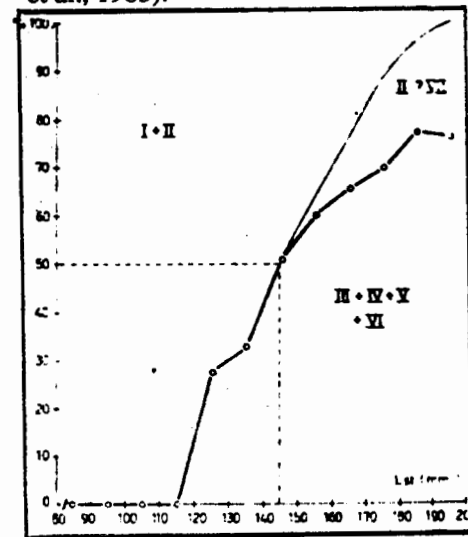


FIG 1

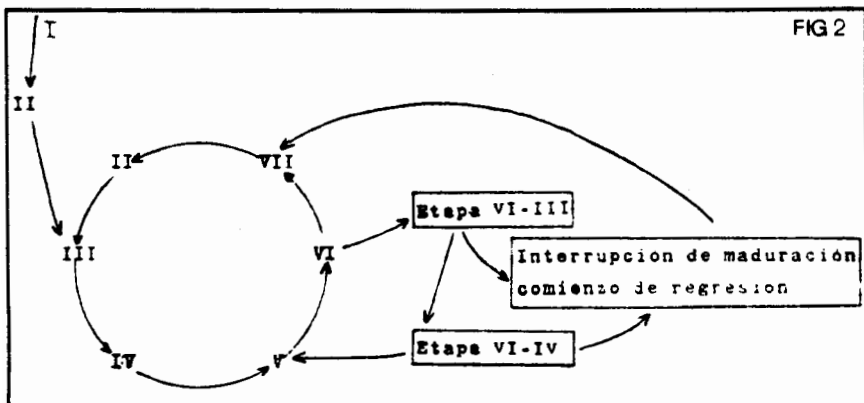
## MADURACION GONADAL

La maduración gonadal de los peces comprende una serie de procesos que afectan a las gónadas (masculina y femeninas) tales como: los cambios de forma, color, posición en la cavidad general del cuerpo, etc., y conducen a través de la maduración a la producción de gametas (espermatozoides y óvulos). Refiriéndonos a una escala de maduración gonadal general de peces, podemos citar la propuesta por Nikol'ski

(1963) que considera los siguientes estadios:

- I premadurez virginal o inmadurez
- II inactividad gonadal
- III en maduración
- IV maduración avanzada
- V maduración total, reproducción y desove
- VI agotamiento
- VII inactividad o receso

Dadone y Calvo (1965) distinguen dos procesos distintos de la maduración: el primero comprende el desarrollo de las gónadas de los juveniles hasta alcanzar la primera madurez sexual, siendo un proceso irreversible y lineal. El segundo consiste en la manifestación de ciclos sexuales periódicos de los adultos, con las gónadas en distintos estadios de madurez en diferentes épocas del año. Esta es una evolución cíclica y reversible. En el caso del pejerrey (*Odonesthes bonaerensis*) la relación entre los estadios de maduración y las etapas de remaduración está representada en el siguiente esquema (Fig.2) (Calvo y Dadone, 1972).



### HISTOGRAMA DE FRECUENCIA OVOCITARIA

Una de las formas más precisas utilizadas para determinar el estado de maduración y el comportamiento de los ovarios de los peces, es obtener la distribución de los distintos diámetros de ovocitos que permiten reconocer la o las camadas de ovocitos madurantes hacia el proceso de la maduración total (Christiansen, 1971). Es para ello

importante contar con la secuencia anual de los procesos de la maduración, con motivo de analizar en detalle los modos o camadas de ovocitos hasta llegar a los de mayor tamaño, que serían liberados en el momento del o los desoves, permitiendo establecer datos acerca de la modalidad reproductiva. Para el sábalo *Prochilodus lineatus* del río Paraná, (Entre Ríos) (Gosso, 1990) describen los histogramas de frecuencia para tres grandes estadios: en maduración avanzada (Fig.3), maduración total (Fig.4) y desovado (Fig.5).

### FECUNDIDAD

La fecundidad absoluta o total es el número de ovocitos maduros presentes en el ovario del pez, momentos previos al desove. El cálculo de la fecundidad se realiza generalmente en los peces sobre la base del recuento de ovocitos maduros efectuados a partir de una alícuota del ovario total (ver muestreo) (Ricker, 1968; Ciechowski, 1967). Otras técnicas alternativas han sido propuestas por Christiansen y Brodsky, (1975) basada en el método estereométrico mediante cortes por congelación.

una alícuota del ovario, según la zona elegida (Ciechowski y Cassia, 1974) y luego referida al ovario total, mediante la expresión:

$$F = \frac{N \times PG}{PS}$$

Donde F es la fecundidad, N es el número de huevos recontado, PG es el peso de las gónadas y Ps es el peso de la submuestra recontada.

La fecundidad total suele ser correlacionada con diversos caracteres merísticos como la longitud del pez (o edad), el peso del pez y el peso de las gónadas, llamándose fecundidad relativa. La búsqueda de una mejor ecuación de ajuste para los datos de fecundidad y algún parámetro son expresados mediante las ecuaciones lineales o exponenciales como (Gerking, 1969):

$$F = ax + b \quad (y) \quad F = A b^n$$

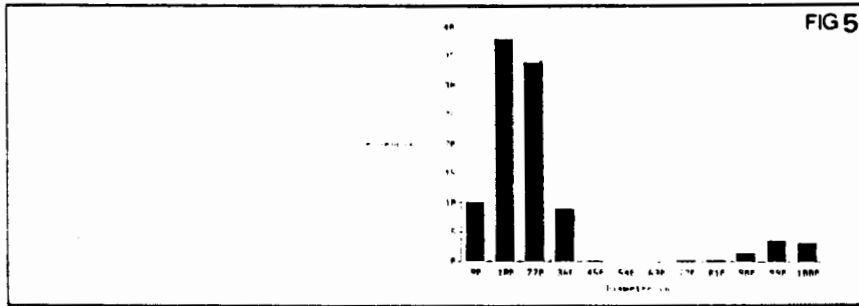
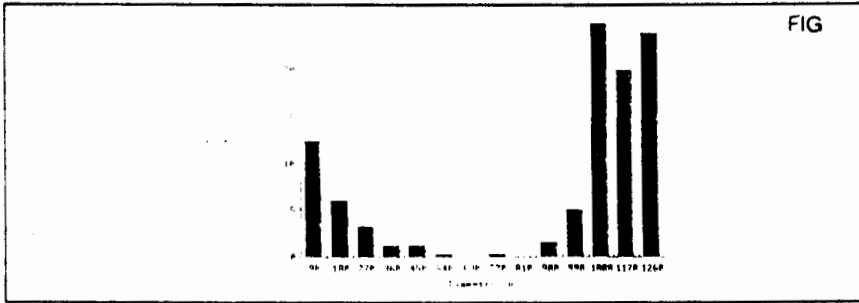
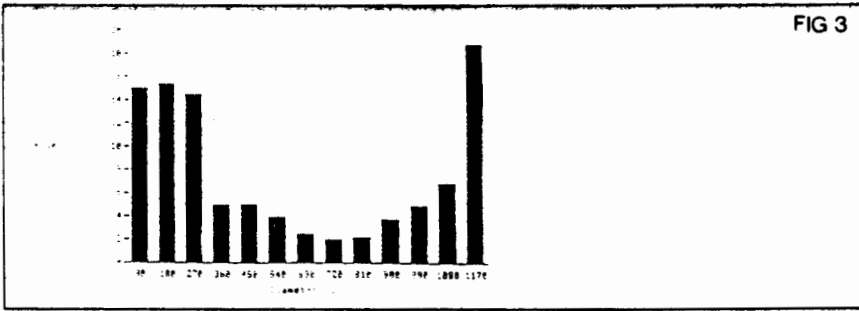
donde F es la fecundidad, x representa la longitud del pez (u otra variable) y a, b y A son constantes de proporcionalidad. El grado de ajuste es dado por el coeficiente r. (Iwaszkiw & Padín, 1990) (Fig.6)

### VARIACIONES INDIVIDUALES.

Las variaciones individuales deben ser consideradas en las estimaciones finales de la fecundidad. El caso radica en valores de fecundidad diferentes para individuos de igual tamaño. Esa variación es propia del estado fisiológico con que el pez llega a madurar en esa temporada reproductiva y seguramente atribuibles a factores abióticos (temperatura, fotoperíodo, etc.) o bióticos (alimentación, etc.) que condicionan al pez en el proceso de la maduración. Esto suele ser marcado en peces desovadores totales o en los desovadores parciales, a pesar de la maduración sincrónica y asincrónica de los ovocitos, en cada caso; y no tan frecuente en peces con cuidados parentales.

Algunos autores han adoptado técnicas fotográficas de conteo rápido (Lillie et al., 1975), un contador foto-eléctrico (Tanasichuk, et al., 1985) o mediante un contador automático de huevos (Withames & Walker, 1987). Iwaszkiw y Freyre (1980) proponen el conteo en una cuadrícula por un método computarizado al azar. Sin embargo, uno de los métodos tradicionales más utilizado para el cálculo de la fecundidad es a partir de





preferentemente ovarios, las que seguramente darán un mejor indicio de la temporada de desove.

**MIGRACIONES**

El fenómeno de las migraciones de peces compromete un número importante de especies, tanto fluviales, anfibióticos y pelágicos marinos, etc. Es un proceso biológico que consiste en el desplazamiento masivo y periódico de las poblaciones en forma total o parcial desde el lugar de desove o reproducción hacia otro ámbito al cual pueden concurrir por diversos factores como alimentación, temperatura del agua, salinidad, etc., o viceversa. Considerando el tipo de reproducción de los peces, respecto al hábitat en que viven, los podemos dividir en dos grandes grupos: sedentarios y migradores (Bonetto y Castello, 1985). Los sedentarios son aquellos que pueden realizar sus funciones vitales (alimentación, crecimiento, reproducción, etc.) en aguas lénticas como lagos, lagunas o embalses, que presentan características limnológicas estables en su extensión. Sin embargo, los peces migradores requieren recorrer grandes distancias en los ríos en que viven (ambientes lóticos) para cumplir con las actividades fisiológicas, entre las que se destacan las de alimentación y reproducción, que éstos no pueden realizar en ambientes léticos. En este último caso, y en relación con los grandes ríos de nuestro país, debemos tener en cuenta las distintas características ambientales que acompañan a los fenómenos reproductivos de los peces migradores como son las variaciones térmicas y la calidad del agua (componentes nutritivos), y en especial los cambios en el régimen hidrológico que suelen ser los desencadenantes de los procesos reproductivos. Las referencias sobre estos fenómenos realizados en la región son escasas y sobre el río Paraná están entre otros los trabajos de Pereyra de Godoy (1954, 1959, 1962, 1967) y Bonetto y colaboradores (1963, 1964, 1971, y 1981). Sobre las migraciones, Bonetto (197y

**INDICE GONADO-SOMATICO**

Un método comunmente utilizado para interpretar las variaciones del desarrollo gonadal (ciclo sexual) a lo largo del ciclo anual e indicador de los cambios es la relación porcentual entre el peso del pez y el peso de las gónadas, conocida como índice gonado-somático (IGS) considerado en forma individual:

$$IGS = \frac{PG}{PT} \times 100$$

donde PG es el peso de las gónadas y PT es el peso del pez. Este índice es usado por la mayoría de los autores (Calvo y Dadone, 1972 y Vazzoler, 1982).

**TEMPORADA Y TIEMPO DE DESOVE**

La determinación de la temporada de

desove de los peces de zonas templadas y tropicales requiere un muestreo que abarque todo el año. Observando macroscópicamente las gónadas (femeninas o masculinas) para las distintas tallas se obtiene la frecuencia de distribución porcentual entre los diferentes estados de maduración gonadal en función de la época del año. (Fig.7)

Se puede observar el proceso de maduración a partir del aumento porcentual desde las estadios de inactividad (II) hasta los de maduración(III), maduración avanzada(IV), total(V) y desove(VI). En base al aumento de ejemplares desovados(VI) se pueden deducir las temporadas y tiempo del o de los desoves. Es importante realizar en la época coincidente con la mayor frecuencia de individuos desovados, cortes histológicos de gónadas,

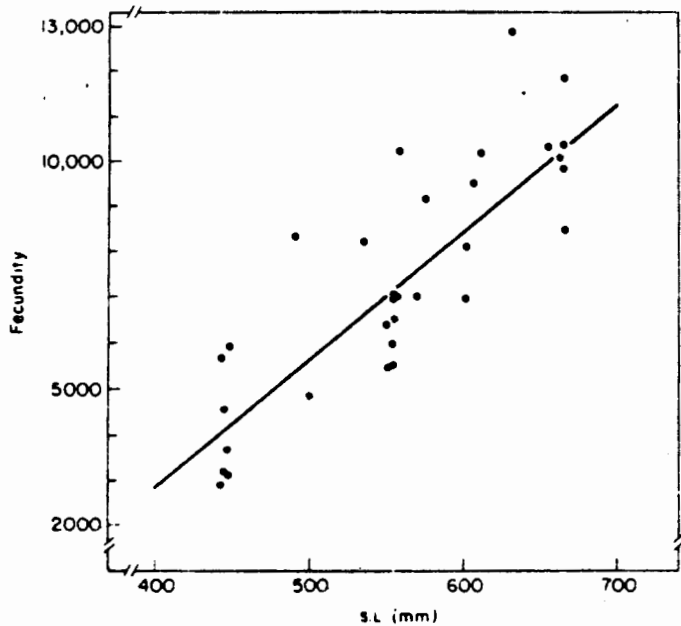
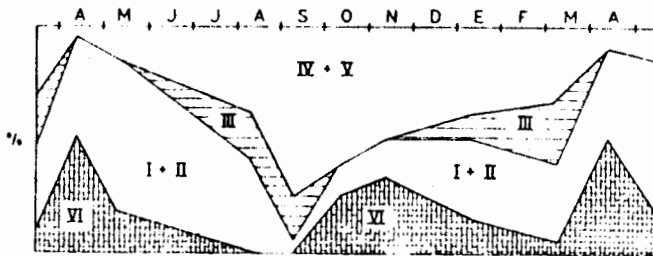


FIG 6



Representación gráfica de la distribución porcentual de los diversos estados de madurez de los óvulos a lo largo del ciclo anual para *Oligoneurus lentus*.

FIG 7

1980) comenta de la importancia de las grandes represas construidas en el río Paraná superior, donde existen un número variado de embalses destinados a la producción de energía, constituyendo a los grandes ríos en embalses o lagos de represa. Estas obras si bien han establecido dispositivos para el paso de los peces (de variada combinación) su eficacia es muy escasa comprometiendo las migraciones o los desplazamientos (tróficos o reproductivos) de las grandes especies migradoras como el sábalo o el dorado.

## PISCICULTURA

La piscicultura o cultivo de peces está obteniendo cada vez mayor aceptación, tanto para la cría para consumo o para la preservación de los recursos (piscicultura de repoblamiento). En ambos casos es de suma importancia la elección del pez y debe tenerse en cuenta: 1) carne de buena calidad. 2) rusticidad y facilidad de manejo. 3) de fácil reproducción y 4) de un rápido crecimiento (Iwaszkiw, 1989). En este sentido podemos hablar de dos tipos de piscicultura: intensiva y

extensiva. La primera se denomina a la producción importante de peces en un cuerpo de agua cuya superficie y volumen sean lo menos reducidos posible (estanque, arrozal, etc.) Mientras que la piscicultura extensiva es la utilización piscícola de los embalses, lagunas, lagos, etc. creados con fines diversos como: Producción de electricidad, regadíos, bebederos para ganado, etc. (Tabla 1).

## BIBLIOGRAFIA

- Bagenal, T.B. and Braum, E. 1968. Methods for assessment of fish production in fresh water. In: I.B.P. Handbook 3, Blackwell Sc. Public. Oxford 313 pp.
- Calvo, J. y Dadone, L. 1972a. Fenómenos reproductivos en el pejerrey (*Basilichthys bonaerensis*) I. Escala y tabla de madurez. Rev. Mus. de La Plata. Tomo XI N°102.
- Ciechowski, J. de y Cassia, M.C. 1974. Reproducción y fecundidad del besugo *Pagrus pagrus* (Linne) en el Mar Argentino (Pisces, Sparidae). Physis A. 33(87):443-452.
- Christiansen, H.E. 1971. La reproducción de la merluza en el Mar Argentino (*Merluccius merluccius hubssi*). Bol. Inst. Biol. Mar. N°20:44-74.
- Christiansen, H.E. y Brodsky, S.R. 1975. Determinaciones porcentuales y número de ovocitos en ovarios de anchoíta (*Engraulis anchoita*) calculados por medio de ocular integrador. Informe CIC N°17 Pcia. de Bs. As.
- Dadone, L. y Calvo, J. 1965. Estudios ictológicos. Desarrollo gonadal del pejerrey. Conv. Est. Riq. Ictícola. Direcc. Rec. Pesq. Minist. Asunt. Agrarios. Pcia. de Bs. As. (ed. mimeografiada)
- Freyre, L.R. y Iwaszkiw, J.M. 1982. Importancia de la distribución espacial de ovocitos en ovarios de peces para determinaciones de fecundidad. Limnobiós 2,5:305-310.
- Gerking, S.D. 1968. The biological basis of freshwater fish production. Blackwell Scientific publications. Oxford and Edimburg, 495 pp.
- Gosso, M.C. 1989. Aportes a la reproducción de peces del Río Paraná Medio (Paraná, Entre Ríos). El sábalo (*Prochilopus lineatus*) y el armado (*Pterodoros granulatus*). Seminario Licenciatura en Ciencias Biológicas. Univ. CAECE.
- Iwaszkiw, J.M. y Freyre, L.R. 1980. Fecundidad del pejerrey *Basilichthys bonaerensis bonaerensis* (Pisces Atherinidae) del embalse Río Tercero, Córdoba. Limnobiós 2, 1:36-49.
- Iwaszkiw, J.M.; Freyre, L.R. y Sendra, E.D. 1983.

# Bioenergética

Oscar H. Padín

Instituto de Limnología "Dr. R.A. Ringuelet", La Plata

Estudio de la maduración, época de desove y fecundidad del diablado *Oligosarcus jenynsi* (Pisces Characidae) del embalse Río Tercero, Córdoba, Argentina. *Limnobiós* 2,7:518-525.

Iwaszkiv, J.M. y Padín, O.H. Fecundity of rainbow trout, *Salmo Gairdneri* Richardson, from Buenos Aires Lake (Santa Cruz Province, Argentina). *J. Fish. Biology*, 36:97-98.

Lillie, W.R.; Hobden, B.R.; Everts, B.A. y Klaverkamp, J.F. 1975. A rapid counting technique for Zebra-fish eggs. *Fish. and Marine Serv. Technical Report N°583*. Canada.

Nikolsky, G.V. 1963. *The ecology of fishes*. Acad. Press. Inc. London and New York.

Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish population. *Bull. Fish. Res. Board. Can.* 191:382pp.

Tanzsichuck, R.W.; Armstrong, C. and Ware, D.M. 1985. An improved photo-electric fish egg counter. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, vol. 42:1255-1258.

Vazzoler, A.E.A. de M. 1982. Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes. Reprodução e crescimento. CNPQ. Programa Nacional de Zoologia, Brasília, 108 pp.

Withames, P.R. and Walker, M.G. 1987. An automated methods for counting and sizing fish eggs. *J. Fish. Biol.*, 30:225-235.

## INTRODUCCION

La palabra bioenergética fue creada originalmente para los cambios ocurridos en el interior de la célula. En este contexto, la fisiología energética o bioenergética animal procura describir y cuantificar las tasas de consumo de energía, las pérdidas y ganancias y las eficiencias en la transformación de la energía a nivel individual. Para referirnos al flujo energético de un nivel trófico a otro, es decir a nivel poblacional, es más apropiado hablar de ecología energética.

El ingreso de energía en una población se produce a través de la alimentación, la modalidad adoptada se corresponde con los tipos ecológicos y en cada caso se puede verificar la presencia de adaptaciones o especializaciones que tienden a optimizar el costo energético de la captura del alimento. Este concepto de optimización está presente en la mayoría si no en todos los procesos biológicos apuntalado por mecanismos de homeostasis (Hardy, 1979) y es evidente que la eficiencia energética está fuertemente ligada a los sucesos evolutivos (Hemingsen, 1960).

## TASA METABOLICA

Los procesos fisiológicos de intercambio de energía en un organismo se pueden medir a través de la tasa metabólica, esto es el metabolismo energético por unidad de tiempo. En los peces se pueden definir tres niveles de metabolismo (Fry, 1957), que se corresponden con el grado de actividad

y los procesos biológicos involucrados:

- **Metabolismo estandar.** Corresponde al valor mínimo de consumo de energía, en reposo y sin proceso de digestión o absorción. Es equivalente al concepto de Metabolismo basal de los homeotermos.

- **Metabolismo de rutina.** Se mide en actividad normal, con el pez realizando solamente movimientos espontáneos, es el más utilizado en trabajos de carácter ecológico (Teal, 1971).

- **Metabolismo activo.** Se refiere a la energía requerida durante los desplazamientos de carácter defensivo, reproductivo o trófico.

Para medir la tasa metabólica se pueden utilizar básicamente tres metodologías (Gessaman, 1973; Eckert et al., 1990):

- **Balance entre la ganancia y pérdida de energía global en el organismo.** Esto puede determinarse conociendo el valor energético del alimento ingerido y de los productos de excreción. Este método resulta complicado pues excluye los cambios que puedan producirse en el organismo durante el período de mediciones (como las variaciones en el peso).

- **Calorimetría directa.** De acuerdo a la ley de Hess (1940) es posible determinar la tasa metabólica midiendo la cantidad de energía liberada en forma de calor por un organismo. Sin embargo esta técnica resulta complicada por las determinaciones complementarias que requiere, además del equipamiento costoso.

- **Calorimetría indirecta.** En la oxidación aeróbica, al degradarse un sustrato

TAREA 1.

**PISCICULTURA INTENSIVA**  
Objetivo principal producción de pescado  
Alimentación del agua controlada  
Piscicultura con peces seleccionados  
Los peces son alimentados o se utiliza abono  
Peces de cultivo protegidos de los predadores  
Producción de pescado es elevada por unidad de superficie

**PISCICULTURA EXTENSIVA**  
Objetivo principal diferente a la producción de pescado  
Alimentación del agua no controlada, y si lo está no considera necesidades piscícolas  
Se hace piscicultura con peces de población natural.  
Generalmente los peces no son alimentados  
Peces no protegidos  
Producción de pescado es baja por unidad de superficie.

alimenticio, la cantidad de calor producido a partir de un volumen dado de oxígeno es constante, no importa el tipo de alimento consumido. Es decir que la cantidad de calor producido por un litro de oxígeno utilizado en el organismo es casi constante independientemente del sustrato oxidado (lípidos, glúcidos o proteínas). Para los cálculos referidos a peces carnívoros se acepta un valor de 4.8 Kcal por litro de oxígeno consumido, lo que involucra un error normalmente insignificante, en el caso de peces con otros regímenes tróficos, es importante definir los componentes de la dieta para determinar el valor de transformación adecuado.

### TECNICAS RESPIROMETRICAS

Estas técnicas se basan en el principio anteriormente expuesto por el cual podemos medir los dispendios energéticos a través del consumo de oxígeno. Para ello (Freyre et al., 1980) han diseñado un circuito cerrado de material acrílico transparente (fig.1) consistente en varias cámaras donde se aloja el pez, la bomba centrífuga y un electrodo galvánico. Este recibe un flujo de agua constante sobre su cara sensible lo que permite realizar un registro continuo de la concentración de oxígeno disuelto en el interior del sistema (Teal, 1971).

Para las larvas de peces se puede utilizar un microespirómetro con buzo cartesiano sumergible cuyo diseño ha sido adaptado por Rodríguez Capítulo y Freyre (1979) a partir de los respirómetros gasométricos que se emplean comúnmente en fisiología (fig.2). Este equipo permite trabajar con huevos y larvas de pocos días de vida aunque su operación correcta es bastante dificultosa.

El consumo de oxígeno por unidad de tiempo es proporcional a la tasa metabólica y se puede correlacionar con variables de la población (peso, sexo, alimentación) o del ambiente (temperatura, fotoperíodo) (Brown, 1957).

Los factores más importantes a tener en cuenta son sin duda la temperatura y el peso del pez que condicionan

fuertemente la tasa metabólica. Para las especies estudiadas, el mejor ajuste de la función trivariada que relaciona el consumo de oxígeno con la temperatura experimental y el peso del pez, es del tipo exponencial logarítmica (fig.3).

### TEMPERATURA Y TASA METABOLICA

La temperatura es uno de los factores más importantes en la regulación de la velocidad de las reacciones enzimáticas por lo que influye directamente en todos los procesos fisiológicos (Paloheimo and Dickie, 1966; Peterson and Anderson, 1969). Este principio ha sido descrito por Van't Hoff en 1884 considerando que la velocidad de una reacción se duplica o triplica al aumentar diez grados la temperatura, como surge de la ecuación:

$$Q_{10} = \frac{10^{n_2/(t_2-t_1)}}{n_1}$$

donde  $n_1$  y  $n_2$  son las tasas metabólicas a las temperaturas  $t_1$  y  $t_2$  respectivamente (Eckert, et al., 1990).

Este valor de  $Q_{10}$  es totalmente empírico y variable según el rango de temperatura para el que se calcula por lo que siempre debe aclararse. Para crustáceos se ha intentado ajustar una ecuación más precisa (Dezi et al., 1987) y para peces bonaerenses los valores obtenidos oscilan entre 1,57 a 2,60 para un rango de temperaturas de 15 a 25 grados centígrados (Protogino y Padin, inédito).

### TAMAÑO CORPORAL Y TASA METABOLICA

La tasa metabólica es una función exponencial de la masa corporal descrita por la ecuación:

$$O_2 = a W^b$$

donde  $O_2$  es la tasa metabólica,  $W$  es el peso del pez en gramos,  $a$  es una constante de proporcionalidad y  $b$  es un exponente determinado empíricamente que define la tasa de cambio del

metabolismo al variar el peso del pez.

La tasa metabólica por unidad de masa corporal se obtiene dividiendo ambos términos por el peso en gramos quedando:

$$O_2 W^{-1} = a W^{(b-1)}$$

Si representamos estas funciones podemos verificar que mientras la tasa metabólica total aumenta al aumentar masa corporal, la tasa metabólica por unidad de masa disminuye.

El valor del exponente  $b$  y su significado biológico ha sido extensamente discutido (Paloheimo and Dickie, 1966, Schmidt Nielsen, 1976) aceptándose en general un valor de 0,75 que se ubica entre 0,67 (corresponde a una relación directa de pesos).

### MODELOS BIOENERGETICOS

El objetivo principal de un modelo debe ser resaltar y clarificar las vías críticas de circulación de la energía y tener capacidad predictiva como los propuestos por Ursin (1967) o Conway (1977). Un planteo sencillo de esta problemática se puede expresar como:

$$C = R + ADE + F + E + \text{delta } B$$

donde:

$C$  = Alimento consumido

$R$  = Metabolismo

$ADE$  = Acción dinámica específica

$F$  = Egestión

$E$  = Excreción

$\text{delta } B$  = Crecimiento (positivo o negativo)

Más allá de la complejidad de estos modelos, el verdadero problema que se plantea para su implementación es a menudo la falta de índices de conversión oxalóricos que permitan ajustar los cálculos. En este sentido hay algunos trabajos que aportan una valiosa información (Slobodkin and Richman, 1961; Cummins and Wuycheck, 1971; Elliot and Davison, 1975). Sin embargo en la mayoría de los casos esta

información es poco aplicable a nuestras necesidades y se deben realizar las determinaciones respectivas. Para ello la técnica más precisa se basa en la utilización de una bomba calorimétrica (Phillipson, 1964).

Las características de esta publicación no permiten más que un tratamiento telegráfico de los puntos salientes del programa, sin embargo deseo rescatar aquí la importancia de la simplicidad en la formulación de las hipótesis de trabajo y hasta donde las circunstancias lo permitan, en las respuestas obtenidas.

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

BROWN, M. E. 1957. The Physiology of Fishes. Vol. 1, Metabolism. Academic Press, N. Y. 447 p.

CONWAY, G. A. 1977. Mathematical models in applied ecology. *Nature*, 269: 291-297

CUMMINS, K. W. and WUYCHECK, J. C. 1971. Caloric equivalents for investigations in ecological energetics. *Int. Am. Theor. App. Limnology*, 18: 1-158.

DEZI, R. E.; RODRIGUEZ E. M. y LENGE, M. E. 1987. Estudios del metabolismo energético en especies del congrejal de la provincia de Buenos Aires. I. Tasa metabólica en machos de *Uca trugayensis* y *Chasmagnathus granulata* (Crustacea, Decapoda, Brachyura). *Physis (Bs. As.)*, 45 (109): 47-60.

BCKERT, R.; RANDALL, D. and AUGUSTINE, G. 1990. Fisiología animal. Mecanismos y adaptaciones. Interamericana - Mc Graw-Hill, 3ra. ed. 683 pp.

ELLIOT, J. M. and DAVISON, W. 1975. Energy equivalents of oxygen consumption in animal energetics. *Oecología (Berl.)* 19: 195-201.

RODRIGUEZ Y FREYRE, L. R. 1979. Metabolismo energético del camarón de agua dulce *Palaemonetes argentinus* Nobili (Decapoda Natantia Caridea Palaemonidae de la laguna Chasicó. *Limnobiós*, 1 (9): 337-345.

FREYRE, L. R.; ROMERO, M. C. y PADIN, O. H., 1980. Metabolismo energético del peces dulcícolas I. Metodología. *Metabolismo de Bryconamericus livingi* Boul (Pisces, Characiformes). *Limnobiós*, 1 (10): 411-421.

FREYRE, L. R.; PADIN, O. H., DENEGRI, M. A. 1981. Metabolismo energético de peces dulcícolas II. El pejerrey (*Basilichthys bonariensis bonariensis* cisur y valencianus (Pisces sterbenidae). *Limnobiós*, 2(4): 227-232.

FRY, F. E. 1957. The aquatic respiration of fish. En BROWN, M. E., *The physiology of fishes*. Vol. 1, Metabolism. Academic Press, N. Y.: 1-63.

GESSAMAN, J. A. 1973. Methods of estimating the Energy Cost of Free Existence. En: GESSAMAN, J.A. (ed.), *Ecological Energetics of Homeotherms*. Utah State Un. Press, Utah Vol 20, 3-31.

HARDY, R. N. 1979. Homeostasis, Omega, 61 pp.

HEMINGSEN, A. M. 1960. Energy metabolism as related to body size and respiratory surfaces and its evolution. *Rep. Stat. Mus. Hosp. Nord. Insulin. Lab. (Copenhagen)* 9: 3-110.

PALOHHEIMO, J. E. and DEKIE, L. M. 1966. Food and Growth of Fishes. II Effects of Food and Temperature on the Relation Between Metabolism and Body Weight. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 23 (6): 869-908.

PETERSON, R. H. and ANDERSON, J. M. 1969. Influence of Temperature Change on Spontaneous Locomotor Activity and Oxygen Consumption of Atlantic Salmon, *Salmo Salar*, Acclimates to Two Temperatures. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 26 (1): 93-109.

PHILLIPSON, J. 1964. A miniature bomb calorimeter for small biological samples. *Oikos* 15: 130-139.

SCHMIDT-NIELSEN, K. 1976. Fisiología Animal, Adaptación y Medio Ambiente. Barcelona: Omega, 449 pp.

SCHMIDT -NIELSEN, K. Como Funcionan los Animales. Barcelona: Omega, 113 pp.

SLOBODKIN, L. B. and RICHMAN, S. 1961. Calorías/gm. in species of animals, *Ecology*, 41 (4): 299.

TRAL, J. M. 1971. Respiration and energy flow. En EDMONSON, W. T. and WIMBERG, G.G.A., *Manual of Methods for the Assessment of Secondary Productivity in Fresh Waters*. (D. B. P. Handbook 13), Blackwell, Oxford, 270-276.

URSIN, E. 1977. A mathematical model of some aspects of fish growth, respiration and mortality. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 24 (11): 2355-2453.

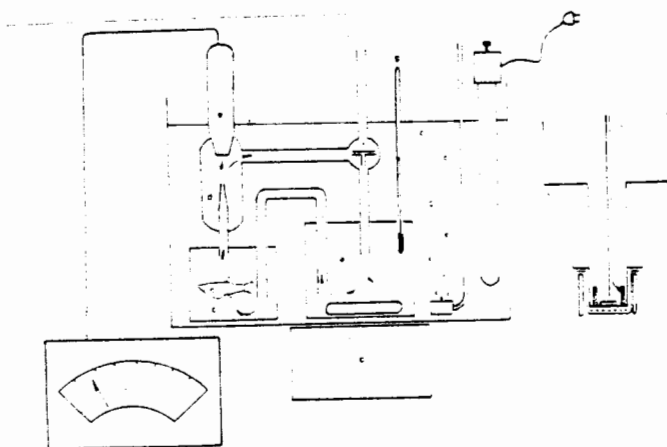


Fig. 1. - Equipo utilizado en las experiencias.

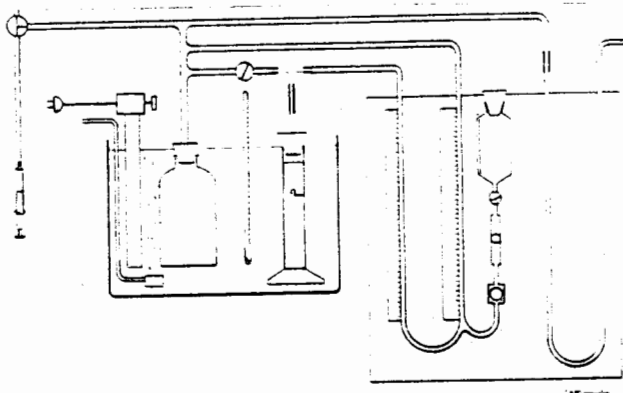


Fig. 2. - Esquema del microrespirometro con bazo cartilageno sumergible.

**Luis Alberto Romano**

*Departamento de Biopatología y Ultraestructura, CIMAE*

## Introducción

En los últimos años se incrementó en el mundo el interés por parte de instituciones privadas o estatales de evaluar el estado de salud de peces tanto marinos como de agua dulce que tengan una significativa importancia económica 1.

Varias enfermedades están asociadas a polución, análisis estadísticos serios y muchos trabajos experimentales en laboratorios así lo demuestran, de todas formas es difícil trasladar estas observaciones a trabajos de campo 2. Podemos evaluar la toxicidad del amonio en un acuario, tenemos la ventaja de saber su concentración, la temperatura del agua, el Ph, la dureza, el OD, la conductividad y el estado de nutrición de los animales. Podemos evaluar secuencialmente el efecto tóxico sobre uno o varios tejidos, el amonio produce daño del epitelio branquial, con hiperplasia de células respiratorias de las laminillas secundarias y un aumento de la producción de mucinas, pero carecemos de control sobre factores que ocurren en medios naturales, diferentes concentraciones del tóxico durante el año, alteraciones de la temperatura, Ph y otros elementos que pueden modificar su toxicidad, ignoramos el estado de nutrición (por lo menos con la exactitud que en el modelo experimental) y seguramente se nos escapan otros tóxicos potenciadores como el hierro y/o detergentes

contribuyen al daño del epitelio branquial aumentando la hipoxia. Un ejemplo claro, en cuanto al amonio, es la temperatura, cuando es baja la solubilidad del oxígeno aumenta y los peces no tienen manifestaciones clínicas, pero cuando aumenta la solubilidad de este gas disminuye y la hipoxia se manifiesta clínicamente. En ambas situaciones si se hace un estudio histopatológico de las branquias observará las mismas modificaciones. De esta forma las lesiones tisulares en el caso de agua con baja temperatura indican la presencia del tóxico antes de que se genere hipoxia y daño irreversible del pez.

El examen histopatológico no desplaza a los métodos de estudio del medio ambiente, sino que define los efectos finales de contaminantes, determina la prevalencia de algunas enfermedades, indica las lesiones residuales que nos permite reconstruir en lo posible la historia de las enfermedades sufridas y entre otras cosas permite detectar tempranamente la presencia de una noxa. Por último es importante registrar datos ictiopatológicos basales en una población que va a sufrir alguna modificación.

## ENFERMEDADES VIRALES

Los virus representan los agentes infecciosos más pequeños, su tamaño varía entre 20 y 300 nanómetros, se

encuentran extensamente difundidos en toda la naturaleza, casi siempre patógenos para el hombre, animales y plantas.

La partícula viral o virión está formada por un centro donde se aloja el material genético, ADN o ARN, rodeado por unidades estructurales proteicas (capsómetros) que constituyen la cápside. Toda la estructura está envuelta por una membrana lipo-proteica que le da la antigenicidad específica para cada tipo de virus.

El material genético es utilizado para su replicación endocelular, lo que hace que estas partículas sean parásitos celulares obligados.

Hasta la fecha más de 50 virus se han descrito en peces teleosteos y existen 12 familias bien establecidas; últimamente en Austria se han aislado 2 tipos de reovirus en Tinca tinca.

El estudio de las enfermedades virales en éstos animales no está del todo desarrollada en nuestro medio, básicamente porque el diagnóstico, el aislamiento y la tipificación de los virus requieren técnicas costosas como: inmunofluorescencia directa o indirecta sobre tejido de peces, microscopía electrónica, inoculación en cultivo de tejido de peces, en líneas celulares permanentes y cultivos primarios de diversas células de animales poiquilotérmicos, estudios de neutralización, inmunofluorescencia para determinación cualitativa de antígenos virales en células cultivadas y técnicas de inmunoperoxidasa. Recientemente se ha utilizado el test de ELISA (Enzyme-linked immunosorbent assay) para la detección de rabdovirus y virus de la necrosis pancreática infecciosa. Los virus se han clasificado de diferentes maneras, nosotros adoptamos la propuesta en 1963 por el International Sub-Committee of Virus Nomenclature que los divide en virus ADN y ARN.

## A) ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS ADN

1) Enfermedad viral del cat-fish del canal (Chanel cat-fish virus disease). Es una enfermedad viral de curso agudo que afecta a *Ictalurus punctatus*. En

piscifactorias se presentan grandes epidemias que afectan peces recién nacidos hasta los 4 meses de edad. La enfermedad se desarrolla en verano donde la temperatura del agua alcanza aproximadamente los 30 C.

## 2) Enfermedad linfocítica.

Es una enfermedad crónica que afecta a diversos peces, tanto de agua dulce como de agua salada. Está producida por un virus ADN, que característicamente origina un crecimiento gigante de las células donde se duplica.

## 3) Infección por virus herpes en salmónidos.

Los virus herpes producen en salmónidos una infección sistémica que ocasiona la muerte a casi el 50 % de las truchas jóvenes afectadas. Cinco tipos de virus herpes se aislaron en salmónidos, 3 en Japón y 2 en Estados Unidos de Norte América. En principio se pensó que se trataba de virus semejantes, pero estudios recientes llevados a cabo en Tokio han demostrado que los virus japoneses son serológicamente diferentes a los norteamericanos.

## B) ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS ARN

### 1) Septicemia vírica hemorrágica (Enfermedad de Egtved)

Es una enfermedad altamente contagiosa que afecta tanto a truchas de arroyo. Cuando la temperatura del agua es inferior a 8 C se observa una elevada mortalidad en peces jóvenes y crías

### 2) Necrosis pancreática infecciosa.

Es una enfermedad altamente contagiosa de curso agudo que afecta a crías y animales jóvenes, y solo excepcionalmente a animales adultos (Figs. 1 y 2).

### 3) Necrosis hemato-poyética infecciosa.

Esta infección viral afecta a salmónidos sexualmente maduros previamente no infectados. Es en realidad una infección latente que se mantiene en forma subclínica, desarrollándose cuando la temperatura del agua es inferior a 10 C, alcanzando una mortalidad del 80% en las dos primeras semanas.

## ENFERMEDADES BACTERIANAS

Las bacterias representan una de las noxas biológicas que más frecuentemente producen enfermedades en los peces, observándose alta mortalidad en peces silvestres o cultivados infectados por estos microorganismos.

La primera enfermedad bacteriana se describió en anguilas en el año 1718 por Bonaveri, denominada por este autor "peste roja"; las anguilas provenían del lago Cammachio en las costas italianas del Mar Adriático; sin embargo las bacterias productoras de esta afección fueron recién aisladas en el año 1893 por Canestrini.

En este siglo se aislaron un considerable número de ellas, se perfeccionó su conocimiento taxonómico, sus métodos de cultivo, se desarrollaron modelos experimentales de enfermedades bacterianas y sobre todo en los últimos 50 años se incorporó el conocimiento de los antibióticos que representaron el arma más efectiva para combatir a las bacterias.

El tratamiento con antibióticos y quimioterápicos debe realizarse con sumo cuidado, es indispensable utilizar el antibiótico más adecuado para cada enfermedad, con las dosis correctas para evitar el desarrollo de resistencia bacteriana. Por otra parte, los peces destinados al consumo humano no deben recibir quimioterápicos por lo menos durante los 15 días previos a su sacrificio; los residuos de las diferentes drogas mantienen en algunos casos su principio activo y originan resistencia en bacterias productoras de enfermedades humanas.

La respuesta de los tejidos a la infección bacteriana es muy variable, oscilando entre escasos infiltrados inflamatorios hasta extensas áreas de necrosis con

lesiones ulcerosas cutáneas y/o forunculosis. Esta reacción tisular depende tanto del grado de patogenicidad o virulencia del germen, como de la capacidad de reacción del huésped. Por el tipo de reacción tisular podemos clasificar a las enfermedades bacterianas en:

- 1) No proliferativas.
- 2) Proliferativas.

## A) ENFERMEDADES CAUSADAS POR BACTERIAS GRAM POSITIVAS.

### 1) Miopatía infecciosa por *Streptococcus faecalis*.

El *Streptococcus faecalis* puede infectar a diversas especies de peces y manifestarse por peritonitis con ascitis, septicemia o miopatía. (Figuras 3 y 4).

### 2) Enfermedad renal por *Corynebacterium*.

Es una enfermedad de curso crónico, pero en aguas con temperaturas altas se presentan brotes agudos con gran mortalidad.

### 3) Micobacteriosis.

La micobacteriosis de los peces, mal llamada tuberculosis, es una enfermedad sistémica, granulomatosa, producida por bacilos gram positivos ácido-alcohol-resistentes, que miden entre 1 y 12 micrones de longitud. (Figuras 5 y 6).

### 4) Nocardiosis.

La *Nocardia asteroides* es un actinomiceto ampliamente conocido en patología humana. Es una enfermedad granulomatosa sistémica; en Argentina se describieron casos en *Hypessobrycon innesi* provenientes de acuarios comerciales.

## B) ENFERMEDADES CAUSADAS POR BACTERIAS GRAM NEGATIVAS.

### 1) Peritonitis bacteriana.

El término ascitis infecciosa es confuso, se denomina sí a la ascitis producida en carpas por infección viral

de la vejiga natatoria, que además de la distensión abdominal presenta trastornos de la pigmentación, exoftalmos y disminución de los reflejos. (Figuras 7 y 8).

## 2) Enfermedad columnaris.

Es una afección extensamente difundida entre los peces de agua dulce, producida por un bacilo gram negativo el *Flexibacter columnaris*, que se desarrolla en aguas con temperaturas superiores a 18°C.

## 3) Septicemia hemorrágica bacteriana.

Esta enfermedad de curso agudo o crónico, producido por la *Pseudomona fluorescens*, afecta a una variedad de peces especialmente tropicales que están sujetos a una situación de stress.

## 4) Vibriosis.

Es una enfermedad aguda sistémica producida por la bacteria *Vibrio anguillarum*, primeramente aislado como agente etiológico de la peste roja de las anguilas. Posteriormente se comprobó que afecta a gran número de especies tanto de agua dulce como salada.

## 5) Forunculosis de salmónidos.

Es una enfermedad de muy variada evolución, ocasionada por *Aeromona salmonicida*, que pertenece al grupo de gérmenes capaces de producir septicemias. (Fig.9).

## 6) Infección por *Aeromona hydrophila*.

Es una infección bacteriana asociada a septicemia hemorrágica, en peces que soportan estados de stress. Estas bacterias pueden producir infecciones en anfibios, mamíferos y humanos.

## ENFERMEDADES MICOTICAS.

Los hongos afectan a diversas especies de peces en forma primaria o como oportunistas en aquellos animales que tienen alguna inmunodeficiencia ya sea por trastornos de la nutrición, por stress o por otras enfermedades infecciosas. Los hongos guardan íntima relación con las bacterias, sin embargo las micosis difieren de las enfermedades

bacterianas por su cronicidad y por su resistencia a los quimioterápicos habituales.

Los agentes micóticos no producen endotoxinas ni exotoxinas y tienen un poder antigénico débil, las lesiones tisulares aparecen como una reacción progresiva por sensibilización a sus constituyentes proteicos.

### A) MICOSIS EXTERNAS.

#### 1) Saprolegniasis.

Los hongos del género *Saprolegnia* son frecuentes parásitos de las más variadas especies de peces, pertenecen a la clase de los phicomycetos. Con el microscopio se observan hifas no septadas, éstas hifas en conjunto forman estructuras blanquecinas, algodonosas, que se adhieren a la superficie cutánea o branquial del hospedador. Esta micosis puede ser considerada oportunista ya que afecta secundariamente a peces sometidos a los más diversos factores de stress, con heridas traumáticas o lesiones cutáneas o branquiales por bacterias o virus.

### B) MICOSIS INTERNAS.

#### 1) Ichthiosporidiasis.

Es una enfermedad sistémica granulomatosa causada por la especie fúngica *Ichthyophonus hoferi*, que afecta muchas especies de peces tanto marinos como de agua dulce.

#### 2) Branquiomicosis.

Es una enfermedad que se caracteriza por infartos branquiales secundario a la trombosis que ocasionan el crecimiento intravascular de 2 especies de *Branchiomyces*: *B. sanguinis* y *B. demigrans*.

## ENFERMEDADES PARASITARIAS.

Cuando uno examina secciones histológicas de peces es muy frecuente encontrar zooparásitos de diversas tipos. Los parásitos seguramente son los agentes patógenos más importantes de los peces, solamente basta mencionar que en el libro de Yamaguti "Systema helminthum" en su volumen I se dedican

366 páginas a describir disgenesias en peces, en el II 150 páginas para cestodos, en el III 74 páginas para nematodos, en el IV 318 páginas para monogeneas y en el volumen V 150 páginas para acantocéfalos.

Por razones obvias no podemos incluir en este manual todas las parasitosis, por lo tanto nos remitiremos a las más importantes y con las que mayor frecuencia nos hemos encontrado para su estudio. No describiremos los ciclos biológicos de los parásitos y le daremos mayor importancia a las alteraciones clínicas e histopatológicas como así también a sus posibles tratamientos.

### A) ECTOPARASITOSIS.

#### 1) Enfermedad del punto blanco.

Es una de las enfermedades parasitarias externas más frecuentes, producida por un protozooario ciliado el *Ichthyophthirius multifiliis* que afecta a todas las especies de peces de agua dulce. (Fig. 10).

#### 2) Otras ectoparasitosis producidas por protozoarios

Los diagnósticos diferenciales de los protozoarios que afectan la piel y branquias solo puede hacerse por el examen microscópico en fresco con contraste de fase.

#### 3) Ectoparasitosis producidas por Artrópodos y Crustáceos.

##### ("Piojos de los peces")

Entre los crustáceos, parásitos de los peces, el género *Argulus* es el más conocido. No existe prácticamente ninguna especie de pez que no pueda ser parasitado por este crustáceo. Se han descrito 3 especies: *A. japonicus*, *A. coregoni* y *A. foliaceus*. (Fig. 11).

### B) ENDOPARASITOSIS

#### 1) Protozoosis.

##### Coccidiosis de los peces.

Entre los coccidios que afectan a los peces uno de los más importantes y conocidos en las piscifactorías son las eimeras. Muchas especies han sido descritas como agentes patógenos de



los peces, sin embargo 2 son las más representativas: *E. subepithelialis* y *E. carpelli*. (fig.12)

Enfermedad del torneo. ("Whirling disease").

Esta enfermedad producida por el *Myxosoma cerebralis* ocasiona grandes pérdidas con un marcado deterioro económico en piscifactorías europeas y norteamericanas. Algunos casos de esta enfermedad se hallaron en salmónidos de la Argentina. (Fig. 13 y 14).

## 2) Metazoarios.

Metacercarias de Trematodes.

Diplostomiasis ocular.

Es una infección ocular producida por una metacercaria de Trematodes de la familia Diplostomatidae: *Diplostomum flexicaudum*, que afecta a varios tipos de peces de aguas dulces incluyendo peces ornamentales. En Argentina se observaron casos en trucha arco iris. (Fig. 15).

Diplostomiasis cerebral.

En pejerreyes se observa una infección cerebral por una metacercaria de Trematodes de la familia Diplostomatidae: *Diplostomum mordax*.

En la laguna de Chascomús hemos observado una alta incidencia de ésta parasitosis (70-80% de pejerreyes examinados). (Fig. 16).

Helmintos que afectan el tubo digestivo.

En el cuadro n 2 se puede observar las diferencias morfológicas entre los distintos helmintos.

Cestodes.

Los cestodes adultos son parásitos intestinales de los peces, generalmente son grandes y numerosos. Los más importantes son: *Caryophyllaeus fimbriceps* y *Khawia sinensis*.

Nematodes.

Los nematodes son gusanos redondos, las formas adultas son visibles a simple vista y la mayoría se encuentran en el intestino; también se los puede encontrar en hígado, cavidad abdominal, músculo, vasos sanguíneos, branquias

y vejiga natatoria.

Acanthocephalos.

Los acanthocephalos son parásitos del sistema alimentario, constituyen una grave amenaza para el desarrollo de peces, tanto silvestres como cultivados. Las especies más frecuentes de agua dulce son: *Pomphorhynchus laevis*, *Neoechinorhynchus rutili*, *A. lucii* y *Metechinorhynchus truttae*.

## HIPOVITAMINOSIS Y ENFERMEDADES METABOLICAS

En algunas ocasiones la falta de algún tipo de vitamina en la dieta puede producir graves trastornos incluso la muerte. Las deficiencias vitamínicas pueden manifestarse en forma típica pero comparten manifestaciones generales.

A) VITAMINAS LIPOSOLUBLES. Hipovitaminosis A, D, E y K.

B) VITAMINAS HIDROSOLUBLES. Hipovitaminosis B1, B2, B6 y C. (Fig. 17). Deficiencia de Ácido Pantoténico y Biotina.

DEGENERACION GRASA HEPATICA.

La metamorfosis grasa hepática es el resultado de una dieta rica en lípidos o atribuible a una deficiencia de vitamina E (alfa tocoferol) o como consecuencia de tóxicos hepatocelulares. En los peces que ingieren alimentos ricos en lípidos se observa un agrandamiento de la vesícula biliar que se encuentra llena de bilis clara (Fig.18). Histológicamente en los hepatocitos se encuentran abundantes vacuolas lipídicas que en casos extremos se fusionan formando quistes adiposos. Con técnicas histoquímicas especiales como el Sudán III se puede demostrar la presencia de lípidos hepatocelulares. (Fig.19).

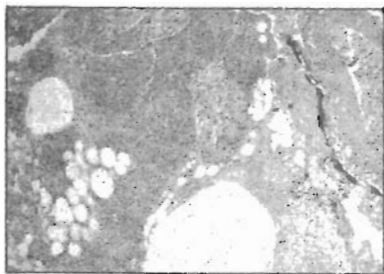
DIABETES.

Yokote en 1970 informó sobre la existencia de un tipo nutricional de diabetes en carpas. La entidad se caracteriza por engrosamiento difuso de la membrana basal glomerular y

tubular renal, retinopatía con dilatación de los capilares vítreos, degranulación de las células beta de los islotes de Langerhans y telangiectasias de las laminillas branquiales secundarias por ruptura de las células pilares. (Fig.20). Esta entidad si bien se le atribuye un origen nutricional tiene muchas características similares a la diabetes mellitus del humano.

## BIBLIOGRAFIA

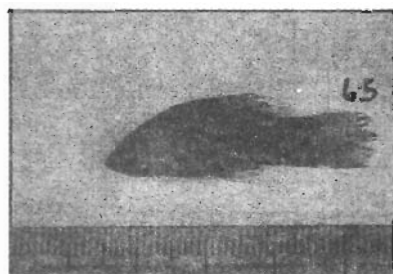
- Moller, H. and Anders, K., 1986. Diseases and parasites of marine fishes. Kiel: Moller, 365 p.
- Murchelano, R.A., 1982. Some pollution associated disease and abnormalities of marine fishes and shellfishes: A ecological stree and the New York Bigth: Science and Management: 327-346. Estuar. Res. Fed. Columbia.
- Murchelano, R.A.; Depres-Pantajo, L. and Ziskowski, J., 1986. A histopathologic of gross lesions excised from commercially important North Atlantic marine fishes. NOAA Technical Report NMFS 37
- Roberts, R.J., 1978. Fish pathology. Roberts (ed.) Bailliere Tindall. London, 318 pp
- Romano, L.A., 1987. Estudio histopatológico de los peces. Documental Veter. 8:7-9.
- , 1987. Histología e histofisiología del bazo de los peces. Documental Veter. 4:8-10.
- Romano, L.A. y Cueva, O., 1989. Lesiones branquiales vinculables a tóxicos químicos en *Odontheistes bonae-rensis*. Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral (en prensa.)
- Romano, L.A. y Schuldt, M., 1985. Lesiones residuales de la enfermedad del torneo en *Salmo gairdneri* (Pisces Salmonidae). Estudio óptico y ultraestructural. II Congreso argentino de Ciencias Morfológicas. Tucumán, Argentina.
- Wolke, E.R., et al., 1985. Preliminary evaluation of use of macrophage aggregates (MA) as fish health monitors. Bull Environ. Contam. Toxicol. 35:222-227



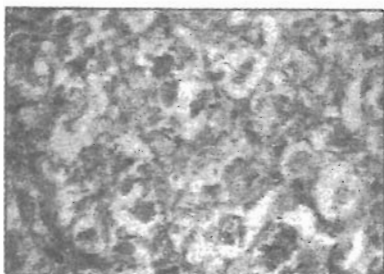
**Figura 1 (2064)**



**Figura 2 (2065)**



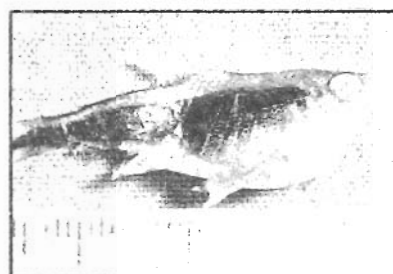
**Figura 3 (1957)**



**Figura 6 (2019)**



**Figura 8 (2067)**



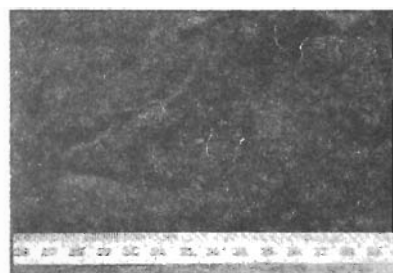
**Figura 7 (2066)**



**Figura 11 (1471)**



**Figura 12 (2068)**



**Figura 15 (1636)**



**Figura 16 (1690):**



**Figura 17 (16387)**



**Figura 18 (1495)**

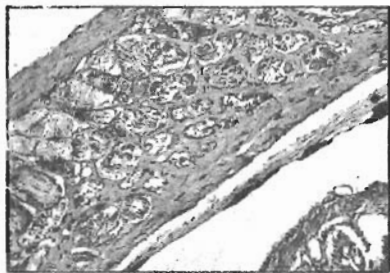


Figura 4 (1763)

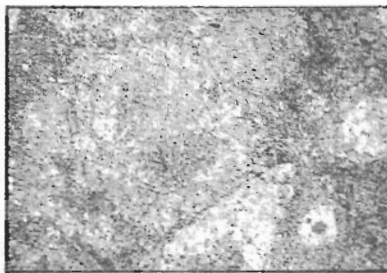


Figura 5 (2014)

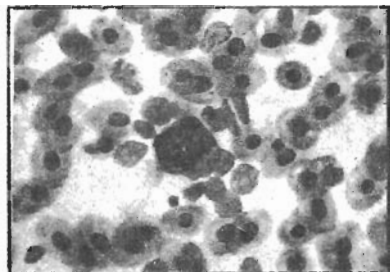


Figura 9 (1775)

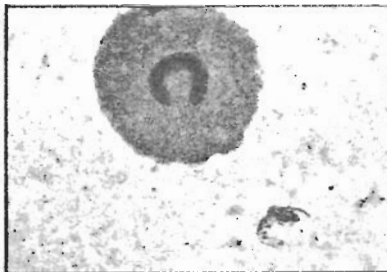


Figura 10 (1374)

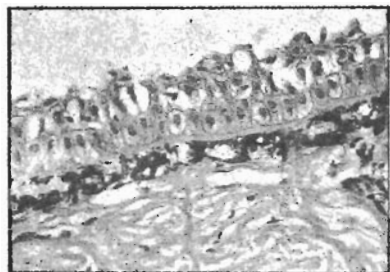


Figura 14 (1843)

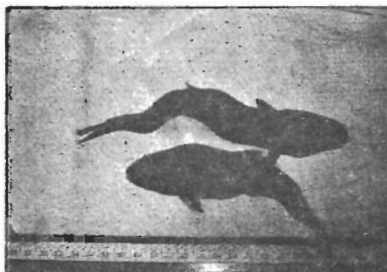


Figura 13 (1118)

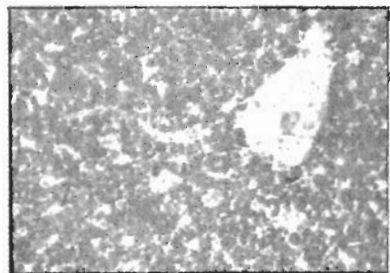


Figura 19 (2069)



Figura 20 (2070)

## FIGURAS

**Figura 1 (2064):** Páncreas de trucha arco iris con necrosis extensa. Obsérvase la indemnidad del islote de Langerhans. H-E x 70.

**Figura 2 (2065):** Mucosa intestinal de trucha arco iris con necrosis pancreática infecciosa. Infiltrados inflamatorios en el corion, plicosis nuclear y fragmentos celulares eosinófilos. H-E x 300

**Figura 3 (1957):** *Xiphophorus maculatus* macho con atrofia muscular secundaria infección por *Sireptococcus faecalis*.

**Figura 4 (1763):** Pared muscular abdominal de *Xiphophorus maculatus* infectado por *S. faecalis*. Fibras musculares reemplazadas por tejido conectivo colágeno. Tricrómica de Masson x 70

**Figura 5 (2014):** Bazo de *Sichalaurus facetus* con granulomas producidos por micobacterias. H-E x 90

**Figura 6 (2019):** Bazo de *Sichalaurus facetus* con *Mycobacterium* ácido-alcohol-resistente. Ziel-Neelsen x 500.

**Figura 7 (2066):** Neón negro con ascitis por peritonitis bacteriana.

**Figura 8 (2067):** Neón negro. Infiltrados inflamatorios en el peritoneo entre las asas intestinales. H-E x 60

**Figura 9 (1775):** Sangre periférica de trucha arco iris con forunculosis. Pigmento melánico en un melanomacrófago circulante. May Grünwald Giemsa x 500.

**Figura 10 (1374):** *Ichthyophthirius multifiliis*. Papanicolaou x 70.

**Figura 11 (1471):** Carpa japonesa con *Argulus japonicus*.

**Figura 12 (2068):** Gústos de *Eimeria* en la serosa intestinal de un Betta. H-E x 60.

**Figura 13 (1118):** Trucha arco iris con ciflo-lordosis-escoliosis e hiperpigmentación cutánea por lesión residual de enfermedad del torneo.

**Figura 14 (1843):** Piel de trucha arco iris con aumento de los melanóforos por lesión residual de enfermedad del torneo. H-E x 200.

**Figura 15 (1636):** Trucha arco iris con catarata por *Diplostomum flexicaudum*.

**Figura 16 (1690):** *Diplostomum mordax* en cerebro de pejerrey H-E x 70

**Figura 17 (16387):** Crías de trucha arco iris con deformidades vertebrales, hiperpigmentación y exoftalmos por hipovitaminosis C

**Figura 18 (1495):** *Parapimelodus valenciennesi* con agrandamiento de la vesícula biliar

**Figura 19 (2069):** Hígado de pejerrey con severa metamorfosis grasa. Sudán III x 70

**Figura 20 (2070):** Lesión telangiectásica en una laminilla secundaria bronquial perteneciente a *Cyprinus carpio* de origen diabético PAS x 300

CURSO:  
**BIOLOGIA  
 PESQUERA  
 DE  
 AGUA  
 DULCE**

**COMITE DE ORGANIZACION**

Lic. Juan M. Iwaszkiw  
 Lic. N. Luis Jacome  
 Lic. Alejandro D. Scataglini  
 Srta. Paola C. Yannielli

**PARTICIPANTES**

**EXPOSITORES**

*Lic. Alberto Espinach Ras*  
 Instituto Nacional de Investigaciones y  
 Desarrollo Pesquero INIDEP

*Lic. Hugo L. López*  
 Instituto de Limnología Dr. Raúl Ringuélet  
 UNLP-CIC

*Lic. Ruben Iriart*  
 Ministerio de Asuntos Agrarios y Pesca de  
 la Provincia de Buenos Aires

*Dr. Sergio E. Gómez*  
 Instituto de Limnología Dr. Raúl A.  
 Ringuélet  
 UNLP-CONICET

*Lic. Ricardo Delfino*  
 Instituto Nacional de Investigaciones y  
 Desarrollo Pesquero  
 INIDEP

*Prof. Norberto O. Oldani*  
 Instituto Nacional de Limnología  
 INALI

*Lic. Juan M. Iwaszkiw*  
 Instituto de Limnología Dr. Raúl A.  
 Ringuélet  
 UNLP-CONICET

*Lic. Oscar H. Padín*  
 Instituto de Limnología Dr. Raúl A.  
 Ringuélet  
 UNLP-CONICET

*Dr. Luis Romano*  
 Fundación Centro de Investigaciones  
 Médicas Dr. Albert Einstein  
 CIMAE

*Heimsath, Sergio* LABINE  
 Los Aromos 257 El Palomar (1684) Arg.

*Torres, Velazco Luis* Universidad Técnica de  
 Beni  
 C.C. 109 Trinidad Beni Bolivia

*Vasques Perez, René* Universidad Técnica de  
 Beni  
 C.C. 109 Trinidad Beni Bolivia

*Otaegui, Alejandro* Entidad Binacional Yaciretá  
 EBY Huzaingo Corrientes (3302) Arg.

*Martinez Peck, Lorena* Universidad Nac.  
 Patagonia  
 Alvear 1021 Esquel (9200) Arg.

*Rescia, Flavio* Universidad Nac. Patagonia  
 Alvear 1021 Esquel (9200) Arg.

*Pelozo, Carlos* Universidad Nac. Formosa  
 Av. Gutinsky 3200 Formosa (3600) Arg.

*Alvarez, Marcela* Universidad Buenos Aires  
 Campana 4564 Cap. Fed. (1419) Arg.

*Salzmann, Cecilia* Universidad CAECE  
 Pacheco de Melo 2549 Cap. Fed. Arg.

*Bordone, Susana* Fundación P. Cassará  
 Caruá 1069 (1408) Liniers Arg.

*Cassará, Horacio* Fundación P. Cassará  
 Caruá 1069 (1408) Liniers Arg.

*Cunningham, Mónica* Universidad Nac. La Plata  
 calle 44 N 768 2do. B La Plata (1900) Arg.

*Pacheco, Lucila* Universidad Nac. La Plata  
 Calle 15 N 888 1/2 La Plata (1900) Arg.

*Wohlen, Otto* Universidad Mar del Plata  
 INIDEP Mar del Plata Arg.

*Péjaro, Marcelo* Universidad Mar del Plata  
 C.I.C. (INIDEP Mar del Plata) Arg

*Carboni, Graciela* Casa de Santa Cruz  
 Córdoba 1345 14 Cap. Fed. (1055) Arg.

*García Romero, Nicolas* Universidad Nac. La  
 Plata  
 Calle 86 N 113 La Plata (1900) Arg.

*Macchi, Patricio* Universidad Nac. Comahue  
 C.C. 1336 San Carlos de Bariloche Arg.

*Lippolt, Gustavo* Universidad Nac. Comahue  
 C.C. 1336 San Carlos de Bariloche Arg.

*Colautti, Dario* Universidad Nac. La Plata  
 Calle 40 N 734 La Plata (1900) Arg.

*Borghi, Leonardo* Fund. Vida Silvestre  
 Defensa 241 Cap. Fed. Arg.

*Rey, Gustavo* Centro Reg. Universitario  
 Bariloche  
 Tucuman 309 San Carlos de Bariloche (8400) Arg

*Gutierrez, Pablo* Universidad CAECE  
 Av. Mayo 1400 Cap. Fed. (1085) Arg.

*Marrá, Andrés* Universidad CAECE  
 Av. Mayo 1400 Cap. Fed. (1085) Arg.

*Knell, Maria* Universidad Buenos Aires  
 FCEyN  
 Entre Rios 1360 Olivos (1636) Arg.

*Zito Freyer, Ingrid* U.N.C.  
 Piedras 727(8) Cap. Fed. Arg.

*Ravaglia, Mario* Universidad Buenos Aires  
 Malabia 2089 Cap. Fed. (1425) Arg.

*Reali, Pablo* Universidad Buenos Aires  
 Paraná 976 Cap. Fed. (1017) Arg.

*Gil, Laura A.* Univ. Nac. del Centro Prov.  
 Bs. As.  
 Paraje Arrollo seco Tandil (7000) Arg.

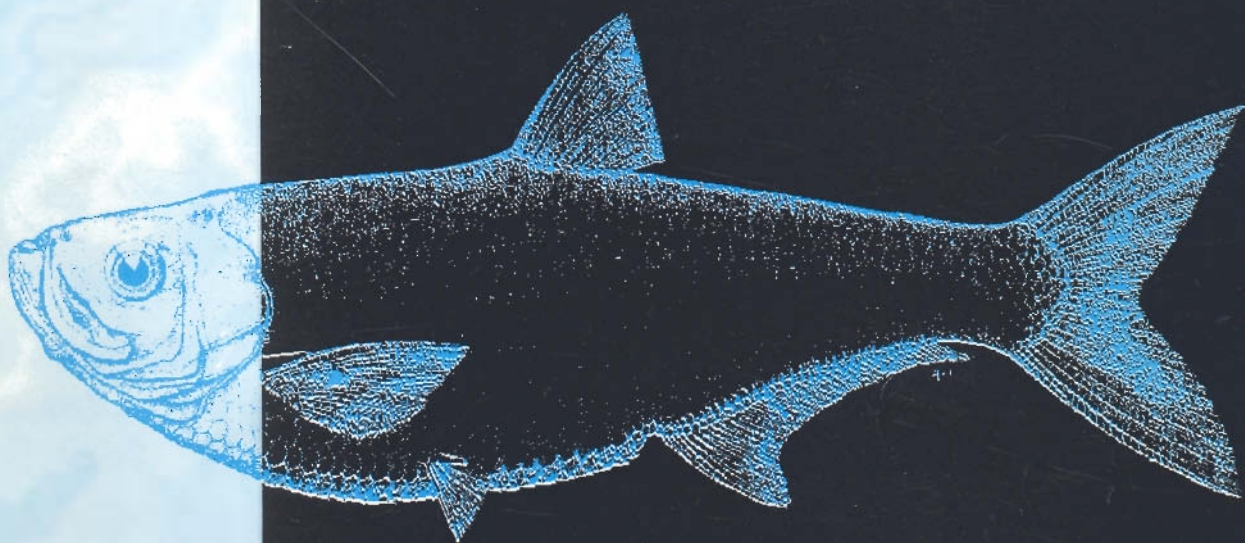
*Matkovic, Mario* Universidad Buenos Aires  
 F.C.E.y N. 4to piso Laboratorio de Embriología Arg.

*Lima, Javier* Universidad Nac. Córdoba  
 Duarte Quiroz y Velez Sarfield Córdoba (5000)  
 Arg.

*Gosso, Maria C.* Universidad CAECE  
 Av. de Mayo 1400 Cap. Fed. (1085) Arg.

*Petracchi, Cristian* Universidad Buenos Aires  
 Tacuari 336 2do A Cap. Fed. Arg.

# ICTIOLOGÍA CONTINENTAL ARGENTINA



*Pellona flavipinnis: modificado de A. Alonso de Aramburu*

## Curso de Posgrado

20 de noviembre al 1 de diciembre de 2000



UNIVERSIDAD CAECE

## **AUTORIDADES DEL CAECE**

### **Rector**

*Prof. Jorge Bosch*

### **Vice-Rector**

*Ing. Nicolás Patetta*

### **Vice-Rector General Académico**

*Prof. Roberto J. P. Hernández*

### **Directora de Depto. Cs. Biológicas**

*Dra. Silvia Copelli*

## **COORDINADORES**

*Lic. Juan M. Iwaszkiw*

*Dr. Hugo L. López*

*Lic. Carolina R. Beltrami*

# ICTIOLOGÍA CONTINENTAL ARGENTINA

---

## Curso de Posgrado

EDITORES

*Lic. Juan M. Iwaszkiw &*

*Dr. Hugo L. López*



**UNIVERSIDAD CAECE**

# INDICE

## PECES Y AMBIENTES EN ARGENTINA CONTINENTAL

R. C. MENNI ..... 1-4

## PECES NEOTROPICALES DE AGUA DULCE

A. M. MIQUELARENA ..... 5-8

## ECOLOGÍA DE PECES: ALGUNOS CASOS DE ESTUDIO

V. E. CUSSAC ..... 9-11

## PRINCIPIOS BÁSICOS DE ECOFISIOLOGÍA DE PECES

### DULCEACUÍCOLAS

S. E. GÓMEZ ..... 12-14

## BIOLOGÍA PESQUERA

C. BAIGUN Y R. DELFINO ..... 15-18

## BIOLOGÍA REPRODUCTIVA

J. M. IWASZKIW ..... 19-23

## EVALUACIÓN ACÚSTICA DE RECURSOS PESQUEROS

N. O. OLDANI ..... 24-27

## RELACIONES TRÓFICAS DE PECES CONTINENTALES

R. A. FERRIZ ..... 28-30

## ICTIOPATOLOGÍA

H. A. DOMITROVIC ..... 31-37

## MANEJO DE HUMEDALES Y USO SUSTENTABLE DE LOS

### RECURSOS ACUÁTICOS

O. H. PADIN Y L. BENZAQUÉN ..... 38-43

## EXPOSITORES

..... 44-50



# PECES Y AMBIENTES EN ARGENTINA CONTINENTAL

R. C. MENNI\*

## ZOOGEOGRAFÍA DE LA ARGENTINA

El esquema zoogeográfico más general disponible, fue propuesto por Ringuélet en 1961, y reconoce la influencia de Mello Leitao, Eigenmann, Frenzüelli, Cabrera, Yepes, y en un sentido más restringido, de Mac Donagh. Está basado en la distribución de muchos grupos de organismos, vertebrados e invertebrados, sobre los que Ringuélet realizó investigación original.

Este esquema considera tres subregiones de la Región Neotropical. *Guayano Brasileña*, con los Dominios Subtropical y Pampásico, *Andino Patagónica*, con los dominios Andino, Patagónico y Central o Subandino y *Araucana*, con el Dominio Austral Cordillerano. Esta visión zoogeográfica implica una caracterización ecológica de la fauna de las diferentes regiones. Distingue una fauna septentrional subtropical, formada por elementos de clima húmedo y cálido o templado cálido, que en sentido estricto llega a la altura de Magdalena, con diversas facies regionales. En un sentido más amplio, y para los peces, alcanza los ríos Colorado y Negro. Con algunas modificaciones, relacionadas con un tipo distinto de clima, se incluyen aquí componentes de la fauna del Noroeste y centro del país. Hay una fauna andina u orófila, con un límite inferior a los 3.000 m s.n.m. Hay una fauna higrofila, estenoterma del frío,

en las áreas boscosas de la cordillera patagónica - fueguina, y finalmente, hay una fauna mesófila y erémica relativamente pobre, que ocupa la llanura pampásica, sujeta a gradientes Norte-Sur y Este-Oeste, que en los peces son explicados por la disminución de la temperatura. En el Sur, una fauna patagónica corresponde a clima seco y frío.

La distribución de los peces escapa un poco a este sistema en que la ictiofauna es homogénea al Sur del río Colorado, es decir, no valen para ellos un Dominio Austral Cordillerano y otro Patagónico separados, y en la marcada superposición que hay entre la fauna paranoplatense y la patagónica, o parte de la andino patagónica, a lo largo de un eje NW-SE.

En 1975 Ringuélet desarrolló un sistema para los peces, con dos subregiones. La subregión *Brasilica* y la subregión *Austral*. En la Argentina la primera incluye el Dominio Andino, con la Provincia Surandino Cuyana, y el Dominio Paranense, con la Provincia Paranoplatense. La segunda incluye la Provincia Patagónica. En 1983, Arratia y colaboradores propusieron dos modificaciones a este sistema. La primera es una extensión hacia el Oeste de la Provincia Paranoplatense, que llegaría prácticamente a los Andes al Norte de los 28°S. La segunda es que considera la Provincia Surandino cuyana (o Andino Cuyana), parte de la Subregión Austral. Es posi-

ble que cuando se conozca la filogenia de los peces de la Argentina, haya cambios en estos modelos, pero corresponden a patrones muy evidentes, y constituyen una generalización útil para situar organismos y procesos. Son también muy consistentes con las divisiones fitogeográficas.

## ALGUNOS TRABAJOS ECOLÓGICOS EN DIFERENTES REGIONES DE LA ARGENTINA

En ambientes lacustres de Patagonia se han estudiado aspectos morfológicos y biológicos de tres especies de percas que habitan los embalses de Alicurá (aguas arriba) y Piedra del Aguila (aguas abajo) del río Limay. Estos lagos de embalse tienen 67,5 y 305 km<sup>2</sup> de superficie, profundidades mayores de 100 m, y son oligotróficos. Las temperaturas del agua son muy parecidas, pero Piedra del Aguila es más seco. Las percas o truchas criollas *Percichthys colhuapensis*, *P. trucha* y *P. vinciguerrai* se superponen parcialmente en su área de distribución. La perca de boca grande, *P. colhuapensis* está prácticamente ausente en Alicurá. Las percas de boca chica, *P. trucha* y *P. vinciguerrai* tienen marcadas diferencias morfológicas intraespecíficas, tanto entre hábitats como dentro de ellos. Estas diferencias se relacionan con el tamaño de las presas, y también con la influencia de la presencia de *P. colhuapensis* sobre las otras dos. Las tres especies se alimentan de larvas y pupas de quironómidos. Cuando la perca de boca grande está presente, las de boca chica predan en mayor proporción sobre presas menores de 25 mm, en tanto la perca de boca grande lo hace sobre presas mayores de 25 mm, incluyendo peces juveniles y cangrejos. En Alicurá, donde *P. colhuapensis*

es rarísima, las percas de boca chica extienden su dieta a presas de mayor tamaño. Estos cambios morfológicos y de régimen alimentario, que se producen en las percas de boca chica en presencia de la de boca grande, probablemente se deben a competencia interespecífica.

Se han estudiado en Argentina tres ambientes acuáticos influenciados por fuentes termales. Dos están ubicados en extremos geográficos opuestos. Uno en Patagonia, aislado y con una sola especie endémica, y otro en el Noroeste, multi-específico y relacionado con el resto de la cuenca. El primero son las cabeceras del arroyo Valcheta, en la meseta de Somuncurá. Allí la mojarra desnuda *Gymnocharacinus bergi*, puede vivir porque la temperatura del arroyo (20-22°C), es independiente del clima del área. Las características químicas del agua son semejantes a las de una laguna de la Pampasia. Muchos caracteres anatómicos de esta especie implican reducciones de estructuras, y se relacionan con la oligotrofia del ambiente.

El arroyo de Aguas Calientes, en Jujuy, tiene temperaturas mayores (hasta 59°C), y la zona termal es del orden del centenar de metros. Allí viven 16 especies de peces paranenses, que muestran aclimatación a las temperaturas dominantes en diferentes sectores del arroyo, y temperaturas de pérdida de equilibrio muy cercanas a las letales. Hay menos siluriformes de lo que se esperaría por la localización. Las especies más abundantes son una mojarra y un cíclido. Entre los cíclidos hay otros ejemplos de especies que viven en condiciones extremas; en cambio, es llamativa la ausencia de cyprinodontoideos, que también pueden tener ese carácter.

Las lagunas son los ambientes dominantes en la pampasia. Aunque la movilidad de los peces en ambientes leníticos es mucha y la comunidad es poco

estructurada, se ha demostrado la asociación de las especies con lugares particulares caracterizados por el tipo de fondo, el tipo de vegetación y la turbulencia. Tipos funcionales se han establecido basándose en la alimentación. Un arroyo de la provincia de Buenos Aires, libre de la polución que afecta a la mayor parte de los demás, tiene una elevada riqueza específica (55 especies, más del doble que una laguna rica), resultante de la combinación de especies comunes en las lagunas y otras procedentes del Río de la Plata. También muestra una considerable resistencia a los cambios producidos por inundaciones, recuperando rápidamente la estructura de las comunidades cuando el clima cede.

En el Noreste de Argentina se han estudiado peces y ambientes en la llanura aluvial del río Paraguay en Formosa, y comparativamente, en ambientes de clima seco cercanos al Pilcomayo. Se observó una marcada disminución en el número de especies de Este a Oeste; 79 y 41 especies respectivamente, con 31 en común. Estas diferencias se deben en parte a las condiciones hidrológicas actuales, pero quizá también a factores históricos que no han sido examinados. En esta zona los colectores de primer y segundo orden se expanden repetidamente en amplias áreas inundadas localmente llamadas bañados, esteros y cañadas. El tipo predominante de ambiente, de tamaño reducido y poca profundidad, con amplia cobertura vegetal y sujeto a variaciones temporales del nivel del agua, explica la dominancia de caracoideos, cíclidos y siluriformes de pequeño tamaño, en una fauna muy rica. Los peces relacionados con la vegetación en ambientes dependientes del Paraná forman comunidades semejantes y tienen con los de Formosa una similitud del 76%.

En el extremo Noroeste de Argentina, es posible establecer una relación

entre la composición taxonómica de los peces, su abundancia relativa y la diversidad, y el aumento de la sequedad con la altura, desde zonas bajas de Yunga a altas de Puna.

## REFERENCIAS

- ARRATIA, G.; M. B. PEÑAFORT y S. MENU MARQUE. 1983. Peces de la región Sureste de los Andes y sus probables relaciones biogeográficas actuales. *Deserta* 7: 48-107.
- CUSSAC, V. E.; D. RUZZANTE; S. WALDE; P. J. MACCHI; V. OJEDA; M. F. ALONSO y M. A. DENEGRI. 1998. Body shape variation of three species of *Percichthys* in relation to their coexistence in the Limay River basin, in northern Patagonia. *Environmental Biol. Fishes* 53: 143-153.
- MENNI, R. C. y A. E. ALMIRON. 1994. Reproductive seasonality in fishes of manmade ponds in temperate South America. *Neotropica*, 40 (103-104): 75-85.
- MENNI, R. C. y S. E. GÓMEZ. 1995. On the habitat and isolation of *Gymnocharacinus bergi* (Osteichthyes: Characidae). *Env. Biol. Fishes* 42: 15-23.
- MENNI, R. C.; S. E. GÓMEZ y M. F. LÓPEZ ARMENGOL. 1996. Subtle relationships: freshwater fishes and water chemistry in southern South America. *Hydrobiologia* 328: 173-197.
- MENNI, R. C.; LÓPEZ, H. L. y R. H. ARAMBURU. 1988. Ictiofauna de Sierra de la Ventana y Chasicó (Provincia de Buenos Aires, Argentina). Zoogeografía y parámetros ambientales. *An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso* 19: 75-84.
- MENNI, R. C., H. L. LÓPEZ, J. R. CASCIOTTA y A. M. MIQUELARENA. 1984. Ictiología de áreas serranas de Córdoba y San Luis (Argentina). *Biol. Acuática* 5: 1-63.
- MENNI, R. C.; A. M. MIQUELARENA y S. E. GÓMEZ. 1998. Fish and limnology of a thermal water environment in subtropical South America. *Environ. Biol. Fishes* 51: 265-283.
- MENNI, R. C.; A. M. MIQUELARENA; H. L. LÓPEZ; J. R. CASCIOTTA, J. R.; A. E. ALMIRON y L. C. PROTOGINO. 1992. Fish fauna and environments of the Pilcomayo-Paraguay basins in Formosa, Argentina. *Hydrobiologia* 245: 129-146.
- RINGUELET, R. A. 1953. Geonemia de los escorpiones en la Argentina y las divisiones

- zoogeográficas basadas en su distribución. *Rev. Mus. La Plata* (NS) 6, Zool.: 277-284.
- RINGUELET, R. A. 1955a. Panorama zoogeográfico de la provincia de Buenos Aires. *Notas Mus. La Plata* 18, Zool. (156): 1-15.
- RINGUELET, R. A. 1955b. Vinculaciones faunísticas de la zona boscosa del Nahuel Huapi y el dominio zoogeográfico Austral Cordillerano. *Notas Mus. La Plata* 18, Zool. N° 160: 81-121.
- RINGUELET, R. A. 1955c. Ubicación zoogeográfica de las islas Malvinas. *Rev. Mus. La Plata* (NS) 6, Zool.: 419-464.
- RINGUELET, R. A. 1961. Rasgos fundamentales de la zoogeografía de la Argentina. *Physis* 22 (63): 151-170.
- RINGUELET, R. A. 1962. Ecología acuática continental. Eudeba, i-xi, 1-138.
- RINGUELET, R. A. 1962. Rasgos faunísticos de las reservas naturales de la provincia de Buenos Aires. *Physis* 23 (64): 83-92.
- RINGUELET, R. A. 1972. Ecología y biocenología del hábitat lagunar o lago de tercer orden de la región Neotrópica templada (Pampasia sudoriental de la Argentina). *Physis* 31 (82): 55-76.
- RINGUELET, R. A. 1974. Breves comentarios sobre un pez cavernícola de Bolivia (*Pygidium chaberti* Durand, 1968). *Neotropica* 20 (62): 67-68.
- RINGUELET, R. A., 1975. Zoogeografía y ecología de los peces de aguas continentales de la Argentina y consideraciones sobre las áreas ictiológicas de América del Sur. *Ecosur* 2 (3): 1-122.
- RINGUELET, R. A. 1978. Dinamismo histórico de la fauna Brasileña en la Argentina. *Ameghiana* 15 (1-2): 255-262.
- RINGUELET, R. A. 1981. El ecotono faunístico Subtropical Pampásico y sus cambios históricos. En: Symposia, IV Jornadas Arg. Zool., II Biogeografía: 75-80.
- RINGUELET, R. A.; A. SALIBIAN; E. CLAVÉRIE y S. ILHERO. 1967b. Limnología química de las lagunas pampásicas (Provincia de Buenos Aires). *Physis* 27 (74): 201-221.

# PECES NEOTROPICALES DE AGUA DULCE

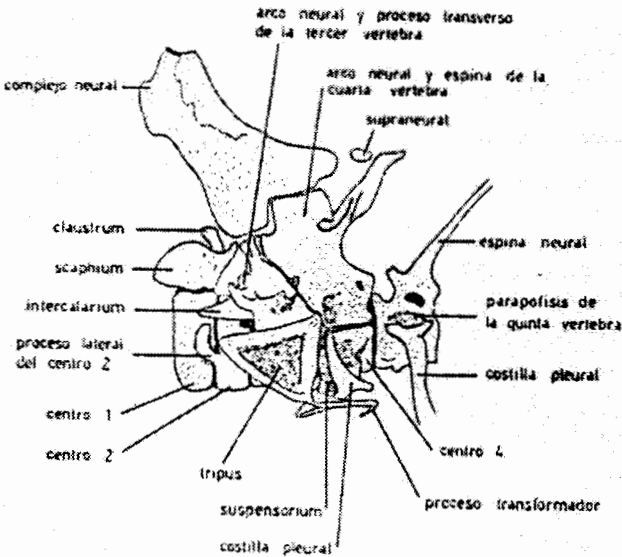
A. M. MIQUELARENA\*

El principal grupo de peces neotropicales es el de los ostariofisos, que comprende las tres cuartas partes de los peces de agua dulce del mundo. Es un conjunto sumamente diverso morfológica y ecológicamente, que abarca desde las carpas del Hemisferio Norte hasta los peces acorazados de la Región Neotropical. Posee como carácter específico una compleja conexión entre la vejiga gaseosa y el oído interno, que involucra una serie de estructuras derivadas de la modificación de las cuatro o cinco primeras vértebras de la columna vertebral, sus arcos neurales, costillas pleurales y

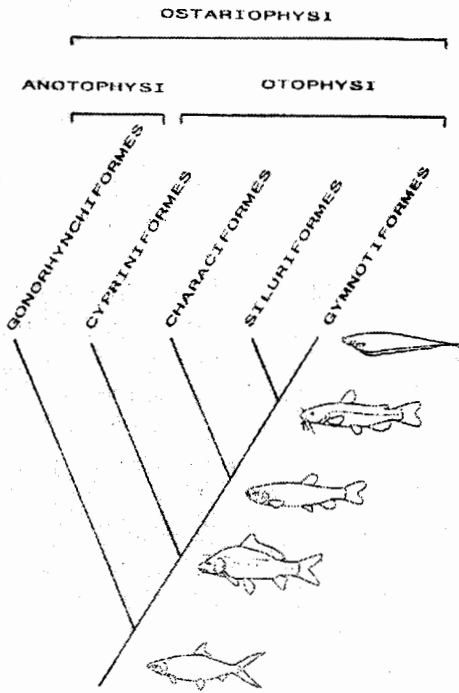
parapófisis, y que se llama aparato de Weber.

Por esta especialización única los Ostariophysi, incluyendo los Gonorhynchiformes (Rosen y Greenwood, 1970) representan una agrupación diferenciada de todos los demás Euteleostei. Un segundo carácter que los define es que los peces de este grupo poseen una reacción de miedo producida por una sustancia de alarma. Esta sustancia es una feromona, químicamente similar o idéntica en todos los Ostariophysi.

Actualmente los Ostariophysi comprenden cinco linajes: Gonorhynchifor-



Tomado de Miquelarena y Arámburu, 1983: 504



mes, Cypriniformes, Characiformes, Siluriformes y Gymnotiformes.

Según Fink y Fink (1981) estos órdenes se dividirían en dos series: los Anotophysi, que son los Gonorhynchiformes, y los Otophysi, que incluyen los restantes órdenes de los Ostariophysi. La hipótesis de estos autores sobre las relaciones filogenéticas entre los ostariofis postula a los Gymnotiformes como el grupo hermano especializado de los Siluriformes, los Characiformes como el grupo hermano primitivo de esta asociación, y los Cypriniformes como el grupo hermano de los Characiformes + Siluriformes + Gymnotiformes. Finalmente los Gonorhynchiformes serían el grupo hermano primitivo de todos.

Otros caracteres anatómicos que definen al superorden Ostariophysi son los siguientes: basiesfenoides ausente; orbitoesfenoides presente, excepto en

Gonorhynchiformes; mesocoracoide usualmente presente; dermopalatino ausente; poscleitrum ausente en Gonorhynchiformes y Siluriformes, uno en la mayoría de los Cypriniformes, y tres generalmente en Characiformes y Gymnotiformes; vejiga gaseosa presente excepto en *Gonorhynchus*, y usualmente dividida internamente en una pequeña cámara anterior, la cual está parcialmente o completamente cubierta por una túnica peritoneal plateada, y una cámara más grande posterior, que puede estar reducida o ausente en algunos grupos; pequeñas proyecciones córneas unicelulares denominadas "unculi" sobre varias partes del cuerpo (Roberts, 1982); tubérculos córneos multicelulares (= tubérculos nupciales o de reproducción u órganos perliformes) con una capa queratinosa bien desarrollada, no limitada a una película delgada como en otros Euteleosteos (Wiley y Collette, 1970; Roberts, 1982); quijada superior protractil en muchas especies; aletas pélvicas si están presentes abdominales.

Según Nelson (1994) los Ostariophysi se reúnen en cinco órdenes, 59 familias, 960 géneros y cerca de 6507 especies. Incluyen el 27 % de las especies conocidas en el mundo, y el 64 % de las especies de agua dulce. Ellos están distribuidos en todos los continentes y en la gran mayoría de las grandes masas de tierra excepto en Antártida, Groenlandia y Nueva Zelanda. El continente australiano posee unos pocos siluriformes derivados secundariamente de grupos marinos. En la Región Neotropical están muy bien representados y en Argentina constituyen la mayor parte de la ictiofauna continental, aproximadamente unas 315 especies que se distribuyen en todos los biotopos que conforman los sistemas hidrográficos de nuestro país. Su mayor presencia la encontramos en el área paranoplatense, mientras que en la

región andino-patagónica se destacan los endemismos del carácido *Gymnocharacinus bergi* y del bagre aterciopelado de la familia Diplomystidae. Esta última compartida con Chile.

## REFERENCIAS

- ARRATIA, G. 1987. Description of the primitive family Diplomystidae (Siluriformes, Teleostei, Pisces): morphology, taxonomy and phylogenetic implications. *Bonn. Zool. Monogr.* 24: 1-120.
- ARRATIA, G. & L. HUAQUIN. 1995. Morphology of the lateral line system and of the skin of diplomystid and certain primitive lorincaroid catfishes and systematic and ecological considerations. *Bonner Zoologische Monographien* 36: 1-109.
- ARRATIA, G.; M. B. PEÑAFORT Y S. MENUMARQUE. 1983. Peces de la región sureste de los Andes y sus probables relaciones biogeográficas. *Deserta* 7: 48-107.
- ESCHEMEYER, W. N. (Ed.). 1998. *Catalog Fishes. Vol. I. Introductory materials. Species of Fishes (A -L)*. Special Publ. N° 1, Center for Biodiv. Research and Information, Calif. Acad. of Sci., 958 pp.
- 1998. *Catalog Fishes. Vol. II. Introductory materials. Species of Fishes (M -Z)*. Special Publ. N° 1, Center for Biodiv. Research and Information, Calif. Acad. of Sci., 959-1820.
- 1998. *Catalog Fishes. Vol. III. Genera of Fishes. Species and Genera in a classification. Literature cited. Appendices*. Special Publ. N° 1, Center for Biodiv. Research and Information, Calif. Acad. of Sci., 1821-2950.
- FINK, S. V. & W. L. FINK. 1981. Interrelationships of ostariophysan fishes (Teleostei). *Zool. J. Linn. Soc.* 72(4): 297-353.
- GÉRY, J. 1977. *Characoids of the world*. T. F. H. Publ., 672 pp.
- LUNDBERG, J. G.; M. KOTTELAT; G. R. SMITH; M. L. J. STIASSNY & A. C. GILL. 2000. So many, so little time: an overview of recent ichthyological discovery in continental waters. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 87: 26-62.
- MAGO LECCIA, F. 1994. *Electric fish of the continental waters of America*. FUDECI, XXIX, Caracas, Venezuela, 206 pp.
- MALABARBA, L. R.; R. E. REIS, R. P. VARI, Z. M. S. LUCENA & C. A. S. LUCENA. 1998. *Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes*, EDIPUCRS, Porto Alegre, Brasil, 603 pp.
- MIQUELARENA, A. M. 1982. Estudio comparado del esqueleto caudal en peces characoideos de la República Argentina. II. Familia Characidae. *Limnobiós* 2 (5): 277-304.
- 1984. Estudio comparado del esqueleto caudal en peces characoideos de la República Argentina. III. Familias Serrasalminidae, Gasteropelecidae, Erythrinidae, Anostomidae, Hemiodidae, Curimatidae y Characidiidae. *Limnobiós* 2(8): 613-628.
- 1986. Estudio de la dentición en peces characoideos de la República Argentina. *Biol. Acuática* 8: 1-60.
- MIQUELARENA, A. M. Y R. H. ARÁMBURU. 1983. Osteología y lepidología de *Gymnocharacinus bergi* (Pisces, Characidae). *Limnobiós* 2(7): 419-512.
- NELSON, J. S. 1994. *Fishes of the world*. Wiley-Interscience Publ., 416 pp.
- RINGUELET, R. A. 1975. Zoogeografía y ecología de los peces de aguas continentales de la Argentina y consideraciones sobre las áreas ictiológicas de América del Sur. *Ecosur* 2(3): 1-122.
- RINGUELET, R. A.; R. H. ARÁMBURU Y A. ALONSO DE ARÁMBURU. 1967. Los peces argentinos de agua dulce. *Com. Inv. Cient. Prov. Bs. As.*, La Plata, 602 pp.
- ROBERTS, T. R. 1982. Unculi (horny projections arising from single cells), an adaptive feature of the epidermis of ostariophysan fishes. *Zool. Scripta*. 11(1): 55-76.
- 1973. Interrelationships of ostariophysans. *Zool. J. Linn. Soc.* 53 (Suppl. 1): 373-395.
- ROSEN, D. E. & P. H. GREENWOOD. 1970. Origin of the Weberian apparatus and the relationships of the ostariophysan and gonorynchiform fishes. *An. Mus. Novit.* 2428, 25 pp.
- SCHAEFER, S. A. 1987. Osteology of *Hypostomus plecostomus* (Linnaeus) with a phylogenetic analysis of the loriciid subfamilies (Pisces: Siluroidei). *Contributions in Sciences, Natural History Museum of Los Angeles County* 394: 1-31.
- 1997. The Neotropical cascudinhos: Systematics and biogeography of the *Otocinclus* catfishes (Siluriformes: Loriciidae). *Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia* 148: 1-120.
- VARI, R. P. 1988. The Curimatidae, a lowland neotropical fish family (Pisces: Characiformes); distribution, endemism, and phylogenetic biogeography. *En: Proceedings of a Workshop on Neotropical Distribution Patterns,*

- W. R. Heyer y P. E. Vanzolini (eds.), Academia Brasileira de Ciencias, Rio de Janeiro: 343-377.
- WEITZMAN, S. H. 1962. The osteology of *Brycon meeki*, a generalized characid fish, with osteological definition of the family. *Stanford Ichthyol. Bull.* 8 (1): 1-77.
- WEITZMAN, S. H. & S. V. FINK. 1985. Xenobryconin Phylogeny and Putative Pheromone Pumps in Glandulocaudine Fishes (Teleostei: Characidae). *Smithsonian Contributions to Zoology* 421: 1-121.
- WEITZMAN, S. H. & W. L. FINK. 1983. Relationships of the Neon Tetras, A Group of South American Freshwater Fishes (Teleostei, Characidae), with Comments on the Phylogeny of New World Characiforms. *Bulletin Museum of Comparative Zoology* 150 (6): 339-395.
- WILEY, M. L. & B. B. COLLETTE. 1970. Breeding tubercles and contact organs in fishes: their occurrence, structure, and significance. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 143 (3): 143-216.



# ECOLOGÍA DE PECES: ALGUNOS CASOS DE ESTUDIO

V. E. CUSSAC\*

Hablar de ecología de peces de agua dulce significa referirse a una disciplina que ha ocupado los esfuerzos de una enorme cantidad de científicos. En esta exposición se consideran un pequeño conjunto de casos de estudio como una manera razonable y sólida de aproximarlos al tema. Se trata de estudios realizados por nuestro grupo de trabajo, todos ellos correspondientes a peces de Patagonia.

La ecología de las larvas de peces de agua dulce presenta dos aspectos fundamentales, por una parte sus efectos sobre la estructura del plancton y por otra las restricciones que impone al futuro reclutamiento. En ese sentido las formas tempranas de vida de nuestras especies son un universo apenas transitado.

En lo que hace a la ecología trófica, se ha intentado aquí una aproximación centrada en las consecuencias de las disponibilidades alimentarias y las relaciones de competencia sobre la biología de las especies y sus adaptaciones.

La depredación ha sido analizada comparando las relaciones de piscivoría entre peces nativos e introducidos, como una manera de inferir sobre la situación previa a la introducción.

Las bajas presiones de selección merecen un comentario especial. Si bien para la mayor parte de la literatura atinente a los peces neotropicales se trata de una situación poco frecuente, no ocurre lo mismo en los cuerpos de agua templado-fríos donde la relativa juventud de

los ambientes postglaciares genera la existencia de nichos laxamente ocupados. Un caso extremo de estas bajas presiones de selección lo representa el arroyo Valcheta, en la meseta de Somuncurá.

Se indica aquí alguna bibliografía general, bibliografía relevante para cada tópico y aquella correspondiente a resultados propios.

## *Ecología de larvas*

Las interacciones bióticas y abióticas como fenómenos dependientes de la talla y de la ontogenia. Los límites del período larval. Crecimiento y alometría. Condición nutricional de larvas. Cambios ontogenéticos de nicho espacial y trófico. El refugio litoral y el recurso limnético. Identificación taxonómica a través del análisis multivariado de la morfología. El caso de *Galaxias* y *Odontesthes*.

## *Ecología trófica*

Forma corporal, morfología de la cavidad bucal y de la faringe. Disponibilidad de nicho e interacciones inter o intraespecíficas. Desplazamiento ecológico de caracteres. Polimorfismo por recursos. Pares de especies. Dieta y especiación simpátrica. Dependencia con las condiciones particulares de cada cuerpo de agua. El caso de *Percichthys* y *Galaxias*.

## *Predación*

Interacciones tróficas y piscivoría. La introducción de salmónidos. Sus efectos en relación con la anterior ocupación

\*CONICET-UNC

de nichos. Ontogenia de la piscivoría. Importancia del refugio litoral y del hábitat bentónico. Lagos y embalses de la cuenca del Limay.

### Bajas presiones de selección

Estabilidad de las variables abióticas. Consecuencias sobre los rangos vitales. Adaptaciones a las bajas presiones de depredación. Reducciones estructurales y adaptaciones comportamentales. El caso de *Gymnocharacinus bergi*.

## REFERENCIAS

- JOBLING, M. 1995. Environmental biology of fishes. *Chapman & Hall, NY*. 455 pp.  
 MATTHEWS, W.J. 1998. Patterns in freshwater fish ecology. *Chapman & Hall, NY*. 756 pp.  
 WOOTTON, R.J. 1998. Ecology of teleost fishes. *Kluwer Academic Publ.* 386 pp.

### Ecología de larvas

- BALON, E. K. 1990. Epigenesis of an epigeneticist: the development of some alternative concepts on the early ontogeny and evolution of fishes. *Guelph Ichthyol. Rev.* 1: 1-48.  
 BARRIGA, J. P. 1999. Las larvas del género *Galaxias* (Pisces, Galaxiidae) del lago Gutiérrez, Parque Nacional Nahuel Huapi, Argentina. *Tesis de Licenciatura. Centro Regional Universitario Bariloche, Universidad Nacional del Comahue*.  
 BATTINI, M. A. 1997. Los estadios de vida tempranos de *Percichthys trucha* (Cuvier & Valenciennes), *Galaxias maculatus* (Jenyns) y *Odontesthes microlepidotus* (Girard), con especial referencia a su alimentación y crecimiento. *Tesis Doctoral. Centro Regional Universitario Bariloche, Universidad Nacional del Comahue*.  
 BATTINI, M. A., M.F. ALONSO Y V. E. CUSSAC. 1995. Growth and nutritional condition of the larvae of *Odontesthes microlepidotus* (Atherinidae): An experimental approach. *Environ. Biol. Fish.* 42: 391-399.  
 CERVellini, P. M., M. A. BATTINI Y V. E. CUSSAC. 1993. Ontogenetic shifts in the feeding of *Galaxias maculatus* (Galaxiidae) and *Odontesthes microlepidotus* (Atherinidae).

*Environ. Biol. Fish.* 36(3): 283-290.

- CUSSAC, V. E., P. M. CERVellini Y M. A. BATTINI. 1992. Intralacustrine movements of *Galaxias maculatus* (Galaxiidae) and *Odontesthes microlepidotus* (Atherinidae) during their early life history. *Environ. Biol. Fish.* 35: 141-148.

### Ecología trófica

- BARSI, J. C. 2000. Significado biológico de los caracteres polimórficos de *Percichthys trucha* (Pisces, Percichthyidae). *Tesis de Licenciatura. Centro Regional Universitario Bariloche, Universidad Nacional del Comahue*.  
 CUSSAC, V. E., D. RUZZANTE, S. WALDE, P. J. MACCHI, V. OJEDA, M. F. ALONSO & M. A. DENEGRI. 1998. Body shape variation of three species of *Percichthys* in relation to their coexistence in the Limay river basin, in Northern Patagonia. *Environ. Biol. Fish.* 53: 143-153.  
 LOGAN, M. S., S. J. IVERSON, D. E. RUZZANTE, S. J. WALDE, P. J. MACCHI, M. F. ALONSO & V. E. CUSSAC. 2000. Long term diet differences between morphs in trophically polymorphic *Percichthys trucha* (Pisces: Percichthyidae) populations from the southern Andes. *Biol. J. Linn. Soc.* 69:599-616.  
 OJEDA, V. S. 1996. Diversidad morfológica en especies del género *Percichthys* (Girard 1854) en relación con su coexistencia en la cuenca del Rio Limay. *Tesis de Licenciatura. Centro Regional Universitario Bariloche, Universidad Nacional del Comahue*.  
 RUZZANTE, D. E., S. J. WALDE, V. E. CUSSAC, P. J. MACCHI & M. F. ALONSO. 1998. Trophic polymorphism, habitat and diet segregation in *Percichthys trucha* (Pisces: Percichthyidae) in the Andes. *Biol. J. Linn. Soc.* 65: 191-214.  
 SKÚLASON, S AND T. B. SMITH. 1995. Resource polymorphisms in vertebrates. *Trends in Ecology and Evolution* 10: 366-370.  
 TAYLOR, E. B. 1999. Species pairs in north temperate freshwater fishes: Evolution, taxonomy and conservation. *Rev. Fish. Biol. Fisheries* 9: 299-324.

### Predación

- CROWL, T. A., TOWNSEND, C. R. & MCINTOSH, A. R. 1992. The impact of introduced brown and rainbow trout on native fish: the case of Australasia. *Reviews in Fish Biology and*

*Fisheries* 2: 217-241.

- FERRIZ, R. A. 1988. Relaciones tróficas de trucha marrón, *Salmo fario* Linné, y trucha arco iris, *Salmo gairdneri* Richardson, (Osteichthyes, Salmoniformes) en un embalse norpatagónico. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 23: 123-131.
- FERRIZ, R. A. 1993/1994. Algunos aspectos de la dieta de cuatro especies icticas del río Limay (Argentina). *Revista de Ictiología* 2/3: 1-7.
- MACCHI, P. J., V. E. CUSSAC, M. F. ALONSO & M. A. DENEGRI. 1999. Predation relationships between introduced salmonids and the native fish fauna in lakes and reservoirs in Northern Patagonia. *Ecology of Freshwater fishes* 8: 227-2360.
- MCDOWALL, R. M. 1990. When galaxiid and salmonid fishes meet-a family reunion. New Zealand. *Journal of Fish Biology* 37: 35-43.
- MCINTOSH, A. R., CROWL, T. A. & TOWNSEND, C. R. 1994. Size-related impacts of introduced brown trout on the distribution of native common river galaxias. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 28:135-144.

### *Bajas presiones de selección*

- LOZADA, M., S. ORTUBAY & V. CUSSAC. 2000. Fright reaction in *Gymnocharacinus bergi* (Pisces, Characidae), a relic fish from Patagonia. *Environ. Biol. Fish.* 58: 227-232.
- ORTUBAY, S. & V. CUSSAC. 2000. Threatened fishes of the world: *Gymnocharacinus bergi* Steindachner, 1903 (Characidae). *Environ. Biol. Fish.* 58: 144-144.
- ORTUBAY, S. 1999. Biología de *Gymnocharacinus bergi* Steindachner 1903 (Pisces, Characidae). *Tesis Doctoral. Centro Regional Universitario Bariloche, Universidad Nacional del Comahue.*
- ORTUBAY, S. G., S. E. GÓMEZ & V. E. CUSSAC. 1997. Lethal temperatures of a Neotropical fish relic in Patagonia, the scale-less characine *Gymnocharacinus bergi* Steindachner 1903. *Environ. Biol. Fish.* 49: 341-350.
- PETERS, N. 1990. Evolution without selection: quantitative aspects of the eye rudimentation in cave fishes. *Mém. Biospéol.* 17: 43- 48.
- PETERS, N. & G. Peters. 1983. Genetic problems in the regressive evolution of cavernicolous fish. Pp. 187-201. In: *Genetics and Mutagenesis of Fish.* Springer-Verlag, Berlin.

# PRINCIPIOS BÁSICOS DE ECOFISIOLOGÍA DE PECES DULCEACUÍCOLAS

S. E. GÓMEZ\*

Los peces son capaces de percibir cambios o gradientes en las variables ambientales y responder a estos de forma adaptativa, estas respuestas básicamente son: sobrevivencia, crecimiento y reproducción. La biología experimental es la única forma de cuantificar el grado de tolerancia de los organismos a factores extremos. Esta disciplina constituye una herramienta útil para el tratamiento de problemas básicos, como son la interpretación causal de fenómenos ecológicos y zoogeográficos. Además es de directa aplicación en distintos problemas de índole práctica como el control de calidad de agua, toxicidad de xenobióticos, bioacumulación, etc.

Para cada especie y para cada factor ambiental existe un nivel óptimo fisiológico (Pianka, 1982; Jobling, 1995), donde la eficiencia biológica es máxima; en distintas especies estos niveles pueden o no ser coincidentes, por lo cual, las distintas respuestas a niveles no letales de algún factor pueden producir segregación ecológica (temporal o espacial) entre especies que aparentemente tienen un hábitat similar. Además las distintas respuestas frente a factores letales o limitantes pueden influir o determinar la distribución geográfica de las especies (Ringuelet, 1975; Ortubay *et al.*, 1997).

Para una dada variable ambiental existen niveles letales superiores e inferiores entre los cuales el animal puede vivir, este intervalo constituye su "zona de tolerancia"; fuera de estos límites el

organismo es afectado y morirá después de un cierto tiempo de resistencia. Los animales con zonas de tolerancia más amplias, tienen mayor probabilidad de estar ampliamente distribuidos (Gómez, 1996).

En el caso particular de la temperatura, los niveles letales no son fijos sino que dependen de la historia térmica del animal, este fenómeno se denomina aclimatación y es interpretado como el acostumbramiento fisiológico a una dada temperatura no letal fija llamada "temperatura de aclimatación" (TA). Para una dada TA existe una temperatura letal superior y una temperatura letal inferior, en general si se aumenta la TA las temperaturas letales también aumentan y viceversa. Por este motivo la TA es una variable fundamental en los estudios de tolerancia térmica. Muchas otras respuestas fisiológicas, además de la letalidad, dependen de la TA por lo que debe ser prefijada y controlada en la mayoría de los estudios experimentales. Se considera que los peces son capaces de aclimatarse a una velocidad de 1°C/día (Brett, 1946).

Se han registrado numerosos casos de mortandades masivas de peces por temperaturas extremas en Argentina y el extranjero. Entre otras, mortandades por calor han sido citadas por Bailey (1955), Gómez (1986) y debidas al frío por Bergamin (1954) Bonetto *et al.* (1967) Dioni y Reartes (1975). Existen mortandades masivas de peces por factores antrópicos que alteran variables naturales, también

\*CONICET-UNLP

como en los casos señalados el cambio de variables naturales puede ser aleatorio o espontáneo, las que más usualmente alcanzan valores letales son la temperatura, oxígeno disuelto, salinidad y pH. En el caso de contaminantes los más comunes son combustibles y metales pesados existiendo numerosos ejemplos de antagonismos o antidotismos (Bradley & Sprague, 1985; Cassará *et al.*, 1999).

Existen muy diversos diseños experimentales para evaluar la susceptibilidad a factores ambientales extremos, los más comunmente usados son: técnicas del máximo o mínimo crítico, dosificación de mortalidad y tiempo de resistencia.

### 1 - Máximo o mínimo crítico

Se parte de una condición inicial en la que el grupo de peces se encuentra a un nivel no letal de la variable en estudio dentro de su zona de tolerancia, luego el nivel de la variable ambiental se altera gradualmente a una velocidad predeterminada, de modo que su valor no es fijo, sino que aumenta (o disminuye) en el tiempo y los animales mueren a distintos niveles de la misma; en estos experimentos se utiliza como estimador el promedio aritmético de los valores individuales de muerte, y se lo denomina máximo (o mínimo) crítico (CM). En el caso de la temperatura Dioni y Reartes (1975) utilizaron una velocidad de cambio de 1°C/hora, posteriormente Becker y Genoway (1979) lo estandarizaron a 18°C/hora para impedir aclimatación durante la experiencia, para el pH se ha utilizado una unidad/día (Gómez, 1998) y para contaminantes o tóxicos 1 cc/hora (Cassará *et al.*, 1999). Este método es particularmente útil para la rápida comparación entre especies o compuestos.

### 2 - Dosificación de mortalidad

Consiste en exponer repentinamente distintos grupos de peces a dis-

tintos niveles de la variable letal durante un tiempo prefijado (24, 48 ó 96 hs), transcurrido éste en cada grupo se ha producido un determinado porcentaje de mortalidad, y la concentración letal para el 50% de los individuos (CL50) se calcula mediante una transformación probit de la curva concentración-mortalidad. Esta técnica fue aplicada originariamente en peces por Fry *et al.* (1942) y puede verse en Ward y Parrish (1982) o Sprague (1990).

### 3 - Tiempo de resistencia

Se transfiere repentinamente a un grupo de peces desde un nivel no letal, en su zona de tolerancia, a un nivel letal fijo y preestablecido. En estas condiciones a medida que el tiempo transcurre los animales van muriendo, y se utiliza como estimador el «tiempo de resistencia del 50%» (tR50) calculado como el promedio geométrico de los tiempos individuales de muerte. Con repeticiones de este método también se puede estimar la CL50 (Fry *et al.*, 1946, Fry 1971, Gómez 1998).

## BIBLIOGRAFÍA

- BAILEY, R. M. 1955. Differential mortality from high temperature in a mixed population of fishes in southern Michigan. *Ecology* 36: 526-528.
- BECKER, C. D. & R. G. GENOWAY. 1979. Evaluation of the critical thermal maximum for determining thermal tolerance of freshwater fish. *Env. Biol. Fish* 4(3): 245-246.
- BERGAMIN, F. 1954. Morte de peixes nos rios motivada pelo frio. *Sec. da Agrc. do Estado de Sao Paulo. Notas Agrícolas* 9: 15-16.
- BONETTO, A. A., C. PIGNALBERI & E. CORDIVIOLA. 1967. Las palometas o pirañas de las aguas del Paraná Medio. *Acta Zool. Lilloana* 23: 45-66.
- BRADLEY, R. W & J. B. SPRAGUE. 1985. The influence of pH, water hardness, and alkalinity on the acute lethality of zinc to rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 42: 731-736.

- BRETT, J. R. 1946. Rate of gain of heat-tolerance in goldfish (*Carassius auratus*). Univ. of Toronto Studies Biol. Ser. 53: 1-28.
- CASSARA, C., GOMEZ S., GIUSTO A., FERRIZ R. & V. ASIKIAN. 1999. Resistencia a diversos tóxicos y anestésicos en *Poecilia reticulata*, Peters, 1859. Bioikos, Campinas, 13 (1/2): 29-39.
- FRY, F. E. J. 1971. Effects of environmental factors on the physiology of fish. En: Fish Physiology Vol VI (1): 1-97. Ed. HOAR W.S. & D. J. RANDALL. Academic Press, New York.
- DIONI, W. y J. L. REARTES. 1975. Susceptibilidad de algunos peces del Paraná Medio expuestos a temperaturas extremas en condiciones de campo y laboratorio. Physis, Bs.As., sec. B 34 (89): 129-137.
- FRY, F. E. J., J. R. BRETT & G. H. CLAWSON, 1942. Lethal limits of temperature for young goldfish. Rev. Can. Biol. 1: 50-56.
- FRY, F. E. J., J. HART & K. WALKER, 1946. Lethal temperature relations for a sample of young speckled trout *Salvelinus fontinalis*. Univ. Toronto Studies Biol. Ser. 54: 9-40.
- GOMEZ, S. E. 1986. Mortandad de peces por acción del calor en el Río Iguazú (Misiones, Argentina). Spheniscus (Bahía Blanca) 4: 25-30.
- GOMEZ, S. E. 1996. Resistenza alla temperatura e salinitá in pesci della provincia di Buenos Aires (Argentina), con implicazioni zoografiche. In: Atti 4 Convegno Nazionale Assoc. Ital. Ittiol. Acque dolci, Trento, Italy: 171-192.
- GOMEZ, S. E. 1998. Niveles letales de pH en *Odontesthes bonariensis* (Atheriniforme, Atherinidae). *Iheringia*, Ser. Zool. (85): 101-108.
- JOBLING, M. 1995. Environmental Biology of fishes. Chapman and Hall, Fish and Fisheries Series 16. London, 455 pp.
- ORTUBAY, S. G., S. E. GOMEZ & V. E. CUSSAC, 1997. Lethal temperatures of a Neotropical fauna relict in Patagonia, the scale-less characinid *Gymnocharacinus bergi* Steindachner 1903. Env. Biol. Fish. 49: 341-350.
- PIANKA, E. R., 1982. Ecología evolutiva. Ed. Omega, Barcelona. 365 pp.
- RINGUELET, R. A. 1975. Zoogeografía y ecología de los peces de aguas continentales de la Argentina y consideraciones sobre las áreas ictiológicas de América del Sur. Ecosur 2(3): 1-122.
- WARD, G. S. & P. R. PARRISH. 1982. Manual de métodos de investigación del medio acuático. Parte 6. Ensayos de Toxicidad. FAO, Doc. Téc. Pesca, (185) 25 pp.
- SPRAGUE, J. B. 1990. Aquatic toxicology. 15: 491-528. In: C. B. Schreck & P. B. Moyle (Eds.), Methods for fish biology. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, 684 pp.

# BIOLOGÍA PESQUERA

C. BAIGUN\* y R. DELFINO\*\*

Los ambientes continentales poseen recursos pesqueros de menor tamaño que los marinos por los que es fundamental diseñar muestreos apropiados. Exactitud y precisión constituyen dos características muy importantes. Resulta asimismo crítico definir los sitios de muestreos, ya que los ambientes de agua dulce exhiben a menudo, gradientes ambientales marcados que definen distintas características de los recursos (talla, edad, composición de especies etc.). Un aspecto central es definir si el diseño del muestreo será al azar, estratificado o sistemático. También resulta importante determinar a priori el tamaño de la muestra. Para ello es necesario disponer de alguna medida de variabilidad, sea la varianza o el coeficiente de variación de la variable y establecer cual es el nivel de precisión aceptado para detectar un cierto porcentaje de diferencia de una variable dada entre poblaciones, sexos, edades etc, con un cierto nivel de error.

El conocimiento del tamaño de la población es una información que a menudo se requiere para tomar decisiones de manejo. Existen tres enfoques básicos generales que pueden utilizarse: conteo de individuos en un área definida, experimentos de marca y recaptura y cambios en la abundancia por declinación de la captura por unidad de esfuerzo. El primer método simplemente extrapola el número de individuos determinados en un área, sector del río etc a todo el área del sistema multiplicándose por el número

de animales encontrados. El método más simple de marca y recaptura es el de Petersen que requiere de marcar individuos en un momento dado, liberarlos en la población y luego obtener una segunda muestra y examinar cuantos individuos marcados aparecen. Si los peces marcados y recapturados son a su vez remarcados y liberados nuevamente se da lugar a experimentos de marca o y recaptura múltiples como el de Schnabel. Entre los métodos que se basan en la disminución del número de peces capturados en cada muestra, el método de Leslie establece que el número de peces capturados por unidad de esfuerzo (CPUE) durante un cierto período de tiempo, es proporcional al número de peces presentes al comienzo del intervalo. Si la fracción de individuos que se obtiene en cada muestra es pequeña respecto al total, el método de De Lury es entonces más apropiado. Los métodos de Leslie y De Lury presuponen que el esfuerzo de muestro varía entre períodos, pero si son iguales, entonces los métodos basados en la remoción de peces en períodos sucesivos son aplicables.

Los métodos de captura de peces se dividen en pasivos y activos. Las artes pasivas, a su vez, se clasifican en base a si la modalidad de captura es por enganche o por atrape. En la primera modalidad se ubican las enmalladoras y trasmallos y en la segunda, las trampas. Las artes pasiva son simples de construir y pueden ser utilizadas para muestrear

\*CONICET-CENPAT

\*\*SDSPA-MDSMA

peces en una gran variedad de hábitats. Generan información sobre abundancia relativa, y si son aplicadas de manera estandarizadas, son útiles para detectar cambios en densidad de stock. Su mayor desventaja es la selectividad. Entre este tipo de arte, las enmalladoras sobresalen por sus versatilidad. Estas redes se clasifican en redes de deriva y fijas, y de acuerdo a la profundidad de calado, en superficiales de media agua y de fondo. Los trasmallos son redes formadas por tres paños de red adyacentes, siendo el paño de red interior el de malla mas pequeña. Son utilizadas preferentemente en ríos en la modalidad de deriva.

#### *Las trampas poseen varios diseños*

Las de aro están constituidas por varios aros situados en forma consecutiva portando redes cónicas. Se utilizan en varios hábitats fundamentalmente en canales de ríos. Las trampas con alas, son similares a las de aro pero poseen paneles en forma de alas que orientan a los peces hacia la trampa. Son aplicadas en aguas someras o ambientes lóticos de baja corriente. Finalmente las trampas de marco son completar.

Las arte activas son desplazadas para capturar los peces que intercepta en su recorrido. Las redes mas comunes de este tipo son las de arrastre, que pueden ser de media agua, superficie y fondo. Se trata de un arte de forma cónica que es usualmente traccionada desde una embarcación. En evaluaciones de pesca continental las redes activas mas comunes son las de arrastre playero. Las dragas se utilizan para organismos de fondo y utilizan un marco rígido que arrastra sobre el fondo depositando los peces en una red cónica. Finalmente las redes de cerco se utilizan para pesca superficial y operan cerrando un área, generalmente en forma circular o semicircular. Están conformadas por un panel con una bolsa

en su parte media.

Otro método activo muy común en agua dulce para capturar peces es la pesca eléctrica que consiste en aplicar un campo eléctrico de modo de atraer e inmovilizar a los peces. Este método es muy utilizado en ríos de pequeñas dimensiones, mediante el empleo de un equipo portátil, pero también en lagos recurriendo a embarcaciones especialmente diseñadas. Por último, la captura de peces mediante tóxicos es también usual en aguas continentales, particularmente en lagos y embalses. Los tóxicos mas comunes son rotenona y antimicina, los cuales se vierten en áreas preferentemente litorales, cerradas por redes. Este método se considera como uno de los mas eficiente para evaluar biomasa.

Todos los artes mencionados exhiben cierto grado de selectividad, por lo que las capturas pueden diferir en composición de especies, tamaño y sexo utilizando diferentes artes. La selectividad de un arte se define como la proporción de peces de cada clase de longitud que son capturados del total de la población en una unidad operativa de pesca. La selectividad puede determinarse directamente comparando el tamaño de distribución de las capturas de las redes con el de una población cuya tamaño se conoce, o bien con otro arte de pesca de selectividad conocida. También indirectamente presuponiendo la forma de la distribución de las curvas de selección.

Los muestreos para evaluación de pesquerías comerciales y recreativas usualmente se realizan aplicando muestreos estratificados. La evaluación de una pesquería comercial requiere disponer de información sobre esfuerzo, el cual es función de los sitios de desembarco, unidades de pesca (numero de redes, botes etc.) y del tiempo de pesca y de estimaciones de captura (peso y número). La pesquería recreativa puede ser mues-



treadas mediante métodos aéreos, por correo, por teléfono, registros o mediante de entrevistas personales. Este método es el más común y los pescadores son contactados durante la pesca o al finalizar la misma debiéndose obtener información sobre las capturas y el número de horas de pesca. En ambos casos es muy importante determinar la captura por unidad de esfuerzo ya que la permite obtener un índice de la abundancia de los stocks y de la calidad de las pesquerías.

Las poblaciones de peces se modifican fuertemente si están sujeta o no a explotación y si existen procesos regulatorios denso independientes o denso dependientes. Los stocks no explotados poseen una alta proporción de peces viejos, de crecimiento lento y baja mortalidad total anual. La pesca aumenta la mortalidad total y un cambio en la estructura etaria y de tallas, pero además genera un aumento del crecimiento si la población esta regulada por procesos denso-dependientes. Entre los criterios de diagnóstico mas usuales se encuentran las relaciones longitud-peso, los índices morfométricos y fisiológicos de condición, índices de composición de especies (predador/presa), índices de estructuras de tallas y parámetros poblacionales.

Los parámetros poblacionales mas utilizados son el crecimiento y la mortalidad. En los peces el tamaño del cuerpo está relacionado con la edad pero no de manera constante. Esta relación es descrita por la ecuación de von Bertalanffy que describe la relación entre la longitud a un tiempo  $t$  y la edad del pez. La ecuación describe un curva de tipo exponencial en promedio pero que presenta un comportamiento sinusoidal en latitudes templadas, donde existen periodos del año donde el crecimiento se detiene o desacelera. La mortalidad total en una población puede ser debida a la mortalidad natural y a la ocasionada por la pes-

ca. En una población conteniendo una estructura estable de edades, los cambios en numerosidad quedan descriptos según una relación exponencial decreciente.

Para estimar los rendimientos pesqueros se dispone de diferentes enfoques. Para grandes ríos existen modelos que relacionan las capturas con las características morfológicas, e hidrológicas así como con los esfuerzos de pesca en los ríos. En lagos templados son comunes las estimaciones mediante modelos empíricos que tratan de identificar aquellas variables ambientales que pueden ser consideradas determinantes de la productividad de un cuerpo de agua, y en última instancia, de la producción pesquera. Estas variables suelen agruparse en tres categorías fundamentales: climáticas, edáficas y morfométricas. Estos modelos son de baja precisión pero aplicables cuando no existe una buena información pesquera.

Por su parte, los modelos dinámicos se basan en considerar una población como un conjunto de cohortes que crecen y soportan una mortalidad progresiva a lo largo de su existencia. En este modelo, el rendimiento por recluta es meramente una función de la abundancia de la clase anual reclutada a la pesquería, de la tasa de explotación, de la relación del largo de primera captura respecto al largo infinito y de la relación entre la mortalidad natural y la tasa de crecimiento ( $K$ ), cuando los individuos de la población crecen siguiendo el *modelo de von Bertalanffy*. Por último, se deben mencionar a los denominados modelos de producción excedente que operan sobre información poblacional (biomasa virgen, mortalidad natural y tasa intrínseca de crecimiento). El modelo asume que las poblaciones exhiben un crecimiento logístico y donde el máximo rendimiento se logra cuando la poblaciones reduce a

la mitad del tamaño en estado virgen.

## BIBLIOGRAFÍA

- BAIGUN, C. 1989. Redes enmalladoras: Características y aplicaciones dirigidas a la evaluación de los recursos pesqueros de agua dulce. *Climax* 7, 79 p.
- BACKIEL, T. Y R.L. WELCOMME. 1980 (eds.). Guidelines for sampling fish in inland waters. EIFAC Technical Paper 33, 176 p.
- BAZIGOS, G. P. 1975. Esquema de encuestas sobre estadísticas de pesca-Aguas continentales. FAO Documentos Técnicos sobre la pesca N° 133.
- HAMLEY, J. 1975. Review of gill net selectivity. *Journal of Fisheries research Board of Canada* 32: 1943-1969.
- KOHLER, C. Y W. A. HUBERT. 1993. Inland Fisheries management in North America. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland
- NIELSEN, L. A. Y D. J. JOHNSON. 1989 (eds.). 1989. Fisheries Techniques. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.
- POLLOCK, K. H., JONES Y T. L. BROWN. 1994. Angler survey methods and their applications in fisheries management. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.
- RICKER, W. E. 1975. Computations and interpretation of biological statistics of fish populations. Fisheries Research Board of Canada Bulletin 191.
- RYDER, R. A., S. R. KERR, K. H. LOFTUS Y H. A. REGIER. 1974. The morphoedaphic index, a fish yield estimator. Review and Evaluation. *Journal of Fisheries Research Board of Canada* 31: 663-588.
- SPARRE, P., E. URSIN Y S. C. VENEMA. 1989. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1 - manual. FAO Fisheries Technical Paper 306, FAO, Roma, 337 p.
- WELCOMME, R. L. 1982. Pesquerías fluviales. FAO Documento Técnico de Pesca 262, FAO, Roma.

# BIOLOGÍA REPRODUCTIVA

J. M. IWASZKIW\*

## INTRODUCCIÓN

La reproducción en los peces es un fenómeno de carácter ciclico, donde en ocasiones las posturas acontecen una sola vez o mas de dos veces al año. Es por esto, que el ciclo reproductivo sea característico para las diferentes especies, destacándose una marcada regularidad en los peces de zonas frías y con particularidades en peces de zonas templadas o tropicales. Podríamos decir entonces, que la actividad reproductiva suele ser el resultado de la adaptación a los cambios ocurridos en el medio ambiente.

Estos ciclos, que permiten la perpetuidad de las especies se destacan por las variaciones en sus órganos reproductivos a lo largo de los procesos de maduración de las gonadas (masculinas y femeninas), manifestados en el aumento en el tamaño, particularmente en los momentos previos al desove.

En relación a la capacidad reproductiva, reviste suma importancia las estimaciones de la fecundidad, vinculada con los procesos de la maduración de las gonadas y el tipo de desove y cuyas variaciones se manifiestan por el tamaño y el número de los ovocitos, dando una idea del potencial reproductivo y de la estabilidad de las poblaciones

## ESTUDIO DEL CICLO REPRODUCTIVO

El estudio de la reproducción de los peces requiere, en virtud de los objeti-

vos del estudio, una planificación y diseño de los muestreos, dirigidos a la optimización de la junta de datos, relacionada con la periodicidad y extensión de las épocas y tiempo del o de los desoves de las diferentes especies. En el caso de peces de zonas templadas, se requiere en todos los casos, que el muestreo abarque un ciclo anual, que permitan registrar la variación de los diferentes estados de desarrollo gonadales.

Para el conocimiento del ciclo reproductivo se requiere de una periodicidad en los muestreos vinculados a la modalidad de desove de la especie. Los mismos, se realizarán en forma mensual, en la época de reposo o inactividad, intensificánselos de forma quincenal o semanal en los momentos de mayor actividad gonadal o momentos previos al desove. En el caso de la determinación del estado de desarrollo gonadal aplicada a la gestión de manejo de los recursos, como el establecimiento de la época de veda, los muestreos resultan ser puntuales debiendo considerar la captura de la mayor variedad de tallas que contemplan las posibles variaciones de la maduración gonadal y permitan determinar el estado reproductivo de la población.

Los peces capturados deben ser medidos y pesados previo a determinar el estado de desarrollo gonadal. Para determinar el grado de madurez sexual, son extraídas las gonadas masculinas y femeninas, las cuales una vez pesadas y fijadas serán trasladadas al laboratorio. Las gónadas deberán ser fijadas según

---

\*CONICET-UNLP

los distintos preservadores, de acuerdo a los estudios a que fueran destinados (Bagenal y Braun, 1968):

- a) formol
- b) Bouin
- c) fluido de Gilson

Es sumamente importante que durante el desarrollo de las campañas de muestreo, se registren la características externas de los peces, las cuales suelen ser indicadoras del estado gonadal. Se deben tomar fotografías de los ovarios y testículos en fresco que permitan registrar posibles cambios en la estructura con relación de los órganos a fijar.

Para la determinación de los estados de madurez gonadal se pueden utilizar distintos métodos, basados en el tipo de observación, de acuerdo a los objetivos preestablecidos:

- 1) observ. macroscópicas
- 2) observ. microscópicas
- 3) observ. histológicas

## MADURACION GONADAL

La maduración gonadal de los peces comprende un ciclo anual e involucra una serie de procesos generalmente regidos por las variaciones estacionales de las condiciones del medio. Estos, se manifiestan a través de cambios en las gónadas como forma, color, posición en la cavidad del cuerpo, etc., los cuales conducen a lo largo del ciclo, a la producción de gametas (espermatozoides y óvulos).

Las escala de maduración de los peces responde en general a la descripta por (Nikolsky, 1963) que consta de los siguientes estadios:

- I premadurez virginal o inmadurez
- II inactividad gonadal
- III en maduración
- IV maduración avanzada

V maduración total, reproducción y desove

VI agotamiento

VII inactividad o receso

Los distintos estados de maduración gonadales descriptos suelen variar en la denominación y numeración, de acuerdo al tipo de escala propuesta (macroscópica o histológica) y a las características de los ovarios en relación con la maduración de los ovocitos.

Calvo y Dadone (1972) distinguen dos procesos distintos en la maduración: el primero comprende el desarrollo de las gonadas de los juveniles hasta alcanzar la primera madurez sexual, siendo este un proceso irreversible y lineal y el segundo, consiste en la manifestación de los ciclos sexuales periódicos de los adultos, a través de los diferentes estados de madurez a lo largo del año.

## HISTOGRAMAS DE FRECUENCIA OVOCITARIA

En base al análisis de la estructura del ovario de los peces, es posible distinguir los diferentes grados de madurez gonada. Una de las formas más precisas para su determinación es a partir de la distribución de los distintos diámetros de los ovocitos, los cuales permiten reconocer la o las camadas de ovocitos madurantes hacia el proceso de la maduración total (Christiansen, 1971).

Para ello, es sumamente importante contar con la secuencia de ovarios en distinto grado de madurez que permitan registrar en detalle los procesos de la maduración de los ovocitos desde los estadios primarios hasta los ovocitos maduros, los cuales serán liberados en el momento del desove. Un análisis posterior, permitirá a partir del histograma de frecuencia ovocitaria en los ovarios en distinto grado de madurez permitirá es-

tablecer aspectos de la modalidad reproductiva.

Para el sábalo (*Prochilodus lineatus*) del río Paraná, Gosso (1989) describe los histogramas de frecuencia de los ovocitos para los estados de maduración avanzada, maduración total y desovado, que indican de la modalidad de desovador total de la especie.

Gosso e Iwaszkiw (1993) describen para el armado (*Pterodoras granulosus*) un desove fraccionado considerando en la maduración ovarios en maduración, maduración avanzada, un ovario maduro, parcialmente desovado y desovado (Fig. 5), destacando el desove fraccionado de esta especie.

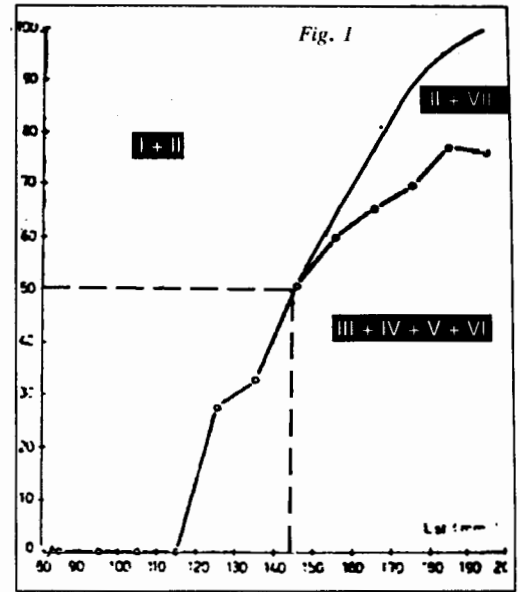
## TAMAÑO DE PRIMERA MADUREZ SEXUAL

El tamaño de primera madurez sexual representa la longitud a partir de la cual los peces están en condiciones de participar en la reproducción por primera vez. Vazzoler (1962) lo define como el momento en que el 50% de los individuos constituyentes de la población entran en los procesos de maduración gonadal.

Su estudio comprende el análisis de un ciclo de maduración anual completo, abarcando la mayoría de las tallas de la población y determinando para cada caso, los distintos estados de madurez de la especie. Iwaszkiw *et al.* (1983) la determina para el dientado (*Oligosarcus jenynsii*) del embalse Río Tercero (Córdoba), representando el porcentaje de hembras en actividad sexual (III, IV, V y VI) respecto a los estadios (II y VII) en inactividad o reposo (Fig. 1).

## FECUNDIDAD

La capacidad reproductiva de los peces tiene gran importancia en el estu-



dio de la dinámica de las poblaciones. La fecundidad absoluta o total se define como el número de ovocitos maduros presentes en el ovario del pez momentos previos al desove. El cálculo de la fecundidad se realiza en los peces sobre la base del recuento de ovocitos maduros efectuados a partir de una alícuota del ovario total. (Ricker, 1968).

La extracción de las alícuotas de los ovarios maduros para los recuentos de fecundidad, se pueden realizar mediante los métodos, según Bagenal y Braun (1968):

- por volumen
- por área
- por secado

En cada uno de los casos, debemos considerar para las estimaciones de fecundidad, el distinto grado de desarrollo de los ovocitos en relación al grado de maduración gonadal, de acuerdo a la especie a estudiar.

Otras técnicas alternativas han sido propuestas por Christiansen y Brodsky, (1975) basada en el método esteométrico mediante cortes por congelación.

Iwazkiw y Freyre (1980) proponen el conteo en una cuadrícula por un método computalizado al azar.

Sin embargo, el métodos más utilizado para el cálculo de la fecundidad es a partir de una alicuota del ovario, luego referida al ovario total.

La fecundidad está fuertemente relacionada con la longitud del pez (fecundidad relativa), utilizándose para su cálculo las ecuaciones del tipo:

$$F = ax + b$$

y

$$F = a Lb$$

## VARIACIONES INDIVIDUALES

Las variaciones individuales se refieren a los diferentes valores estimados para la fecundidad en individuos de igual tamaño. Estas son propias del estado fisiológico de presenta el pez durante la temporada reproductiva y seguramente serían atribuibles a factores bióticos (alimentación, parasitismo, etc.) o abióticos (temperatura, fotoperíodo, etc) que condicionan al pez en el proceso de la maduración.

Esto suele ser mas evidente en peces desovadores totales o parciales, a pesar de los distintos procesos de la maduración de los ovocitos y no tan marcada en los peces con cuidados parentales.

## TEMPORADA Y TIEMPO DE DESOVE

La determinación del ciclo reproductivo en peces de zonas templadas o tropicales, requiere que el muestreo abarque todo el año. Asimismo, su extensión y las variaciones del medio hacen que se presenten variaciones importantes durante el ciclo, sobre todo en especies de desove fraccionado, lo que no suele ocurrir en peces de la región neártica (Nikolsky, 1963).

La temporada reproductiva se establece a partir del análisis de la distribución porcentual de los distintos estados gonadales detectados para las distintas longitudes del pez en las distintas fechas de los muestreo, durante un ciclo anual. Este metodo fué utilizado por Iwazkiw, *et al.* (1983) para el estudio de la temporada reproductiva de *Oligosarcus jenynsii* del embalse Río Tercero, Córdoba.

## MODALIDAD REPRODUCTIVA

En los peces marinos, existe una estrecha relación entre la estrategia reproductiva y las características del medio en que viven. Las especies se las divide en dos grandes grupos: las de tipo continuo y las de tipo discontinuo. Estas últimas corresponden a peces de aguas frías, donde las distribuciones ovocitarias muestran gradualmente distribución bimodal, mientras que las de tipo continuo se presenta en especies que habitan en zonas templadas. En especies de desove continuo, la frecuencia de los distintos tamaños de los ovocitos, suele presentar picos estacionales, seguramente atribuidas a lo prolongado de la época de la reproducción.

En el caso del pejerrey de agua dulce (*O. bonariensis*) (Calvo y Dadone, 1972) describen la presencia de varias camadas ovocitarias, sugiriendo para la especie la existencia de desoves múltiples. Este hecho esta relacionado con la modalidad reproductiva típica de los peces de agua dulce de zonas templado calidas, dentro de las especies denominadas desovadoras parciales.

## MIGRACIONES

El fenómeno de las migraciones de peces trata un número importante de especies tanto fluviales, anfibióticas y marinas. Es un proceso biológico que

comprende el desplazamiento masivo y periódico de las poblaciones en forma total o parcial desde el lugar de reproducción o desove hacia otro ámbito al cual pueden concurrir por diversos factores como alimentación, temperatura del agua, salinidad, etc. o viceversa.

Los peces migradores de los grandes ríos (Bonetto y Castello, 1985) suelen recorrer largas distancias para cumplir con las actividades fisiológicas, entre las que se destacan la alimentación y la reproducción, que estos no pueden realizar en los ambientes lénticos. En nuestro país, resultan de gran relevancia los cambios en el régimen hídrico, que suelen ser los desencadenantes de los procesos reproductivos.

Bonetto (1980), comenta sobre la importancia de las grandes represas construidas en el Paraná superior, las que a pesar de los sistemas de transferencia de peces, ven comprometida la reproducción de estas especies.

## PISCICULTURA

La piscicultura representa en los últimos tiempos una alternativa para las demandas de consumo y para la preservación de los recursos pesqueros. En este sentido, podemos referirnos a dos tipos de prácticas comunes de piscicultura: la *piscicultura intensiva* que es aquella destinada a la producción de peces cuyas superficies y volúmenes de agua son reducidos y la *piscicultura extensiva* que es aplicada al repoblamiento de cuerpos de agua naturales y está más relacionada con la utilización de los recursos.

Con relación a esta última práctica, resulta de suma importancia la implementación de planes de piscicultura destinados a la preservación y el manejo sustentable de los recursos pesqueros, considerando las diferentes alternativas que presentan los ambientes acuáticos

continentales a nivel regional y provincial.

## BIBLIOGRAFÍA

- BAGENAL, T. B. Y E. BRAUN. 1968 Methods for assessment of fish production in fresh water. In: I.B.P. Handbook 3, Blackwell Sc. Public. Oxford 313 pp.
- BONETTO, A. A. Y H. P. CASTELLO. 1985 Pesca y piscicultura en aguas continentales de América Latina. Monogr. OE A. Serie Biológica (31): 118 pp.
- CHRISTIANSEN, H. E. 1971 La reproducción de la merluza en el Mar Argentino (*Merluccius m. Hubbsi*). Bol. Inst. Biol. Mar. 20: 44-74
- CHRISTIANSEN, H. E. Y S. R. BRODSKY. 1975 Determinaciones porcentuales y número de ovocitos en ovarios de anchoita (*Engraulis anchoita*) calculados por medio de ocular integrador. Informe CIC, 17. Prov. Bs.As.
- CALVO, J. Y L. DADONE. 1972 Fenómenos reproductivos del pejerrey (*Basilichthys bonariensis*). Escala y tabla de madurez. Rev. Mus. de La Plata. Tomo XI: 121-137
- GOSSO, M. C. 1989 Aportes a la reproducción de peces del Río Paraná Medio (Paraná, Entre Ríos). El sábalo (*Prochilodus lineatus*) y el armado (*Pterodoras granulosus*). Sem. Licenciatura. Univ. CAECE.
- GOSSO, M.C. Y J. M. IWASZKIW. 1993 Aportes al estudio de la reproducción del armado *Pterodoras granulosus* (Fam. Doradidae) del Río Paraná Medio, Entre Ríos, Argentina: Fecundidad y maduración ovocitaria. Acta Limnológica Brasiliensis (VI): 133-143.
- IWASZKIW, J. M. Y L. R. FREYRE. 1980 Fecundidad del pejerrey *Basilichthys bonariensis* (Pisces: Atherinidae) del Embalse Río Tercero, Córdoba. Limnobiós 2, 1: 36-49.
- IWASZKIW, J. M., L. R. FREYRE Y E. D. SENDRA. 1983 Estudio de la maduración, época de desove y fecundidad del dienteado *Oligosarcus jenynsii* (Pisces: Characidae) del Embalse Río Tercero, Córdoba, Argentina. Limnobiós 2, 7: 518-525.
- NIKOLSKY, G.V. 1963 The ecology of fishes. Acad. Press. Inc. London and New York. 656pp
- RICKER, W. E. 1975 Computation and interpretation of biological statistics of fishes population. Bull. Fish. Res. Board. Can. 191: 382 pp.
- VAZZOLER, A. E. A. de M. 1982 Manual de métodos para estudios biológicos de poblaciones de peixes. Reproducao e crescimento. CNQP. Programa Nacional de Zoología. Brasilia. 108 pp.

# EVALUACIÓN ACÚSTICA DE RECURSOS PESQUEROS

N. O. OLDANI\*

Las evaluaciones acústicas utilizan el sonido y sus propiedades en los estudios de dinámica de poblaciones de peces. El objetivo principal es estimar directamente la abundancia de peces y constituye un ensayo no destructivo. Un aspecto ideal de la técnica es trabajar con poblaciones monoespecíficas y de una misma talla. Sin embargo a menudo se presentan situaciones más complejas. Los métodos acústicos proveen escasa información sobre la estructura de la población que se investiga (especies y tallas) por lo tanto se deben realizar muestreos complementarios con batería de redes enmalladoras, trawl, hoop nets, trampas, etc. Este curso es la continuación de otro dictado anteriormente, publicado en la revista *Ecognición Suplemento Especial* (1) 1990, donde se especificaba el funcionamiento de las ecosondas, se describía como se determinaban las densidades de peces y se brindaban pautas para las estrategias de muestreos. Las principales limitaciones de las técnicas acústicas se encuentran en la interface aire-agua, cuando los peces están muy cerca o apoyados sobre el fondo o cuando no tienen vejiga natatoria. La presencia en el agua, de burbujas de aire, como consecuencia generalmente de la descomposición de la materia orgánica o como consecuencia de fenómenos de sobresaturación gaseosa, dificultan y complican la interpretación de los registros. El comportamiento de los peces se relaciona directamente con la estrategia de muestreo. La presencia de varias es-

pecies y diversas tallas complican la interpretación de los registros. Existen dos tipos básicos de ecosondas: las primeras de haz simple y las segundas de haces múltiples que a su vez se dividen en otros dos tipos de dos haces (dual beam) y de cuatro o más haces (split beam). Básicamente permiten investigar la dirección de los movimientos y la talla de los peces. Las ecosondas consisten de un transmisor, un receptor y un procesador de señal. La energía eléctrica del transmisor es convertida en energía acústica por el transductor, luego es proyectada en el agua y reflejada (en peces, plancton, u otros blancos o directamente el fondo), retorna y es nuevamente convertida en energía eléctrica por el transductor, procesada y mostrada.

## ECUACIÓN DEL SONAR

La ecuación del sonar relaciona las propiedades físicas del agua, el transductor y los organismos que se investigan. Se expresa en términos logarítmicos llamados decibeles (dB) debido al amplio rango de las variables. Además permite utilizar las propiedades de los logaritmos. Asumiendo que no hubiera ruido, los parámetros, un pez localizado dentro del haz de ultrasonido son los siguientes:

$$V_1 = 20 \log \text{ volt}$$

$$V_1 = SL + TS + RS - 2TL - 2\alpha R + 2B(\theta) + G + TVG$$

donde

\*CONICET-CERIDE



**SL:** Es el nivel de energía proyectado por el transductor medido a un metro de distancia.

**αR:** Pérdida por absorción, causadas por el intercambio de energía, debido a propiedades físicas del agua (principalmente viscosidad) y la composición química.

**TL:** Pérdida de la energía proyectada y reflejada por dispersión de las ondas.

**TS:** Fuerza de blanco, talla acústica o reflectividad del blanco, usualmente peces individuales.

**NL, NF:** niveles de ruido del ambiente y del equipo electrónico.

**E:** Eficiencia del transductor para convertir las señales eléctricas en acústicas y viceversa que obviamente no es del 100%.

**RL:** Niveles de reverberación es una adición a los niveles de reflexión del sonido debido a la presencia de organismos biológicos y no biológicos.

**G:** Ganancia

**TVG:** Ganancia cronovariable, ampliificaciones de la señal debidas a las pérdidas o atenuación de la señal.

**DI:** Patrón de directividad del transductor.

**V:** Nivel de voltaje.

**DT:** Umbral de detección o umbral de excitación, es el nivel de voltaje por encima del cual un blanco (target) es considerado como un pez por el procesador.

## SISTEMA DE COORDENADAS

Se utiliza para representar puntos en dos o tres dimensiones a menudo llamado Sistema Cartesiano. Actualmente existe una gran cantidad de sistemas basados en una variedad de planos de referencia geodésicos (datum), unidades

y proyecciones. El mas ampliamente utilizado hace referencia a latitud y longitud, tomando como planos de referencia al primer meridiano (Greenwich) y el Ecuador. Las transformaciones de un sistema a otro, implican fórmulas algebraicas complejas y propias de cada sistema pudiéndose cometer errores de interpretación. En las evaluaciones nosotros utilizamos el elipsoide de referencia WGS1984 (Sistema Geodésico Mundial), pero en la Argentina también se utiliza otro llamado Campo Inchauspe. En cuanto a la proyección o representación gráfica empleamos UTM (Universal Transversal Mercator) que se extiende desde los 80° de latitud sur hasta los 84° de latitud norte. Este plano se divide en 1200 zonas (20 fajas por 60 husos de 8° de latitud y 6° de longitud cada uno), referenciados con letras y números. Comenzando con la C en el extremo sur y 01 en el meridiano de 180° de longitud oeste.

## DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS DATOS

La densidad de peces se calcula para cada uno de los pulsos que emite la ecosonda y el análisis permite expresar los datos en celda, definidas por una cierta cantidad de pulsos y estratos de profundidades. Las celdas están georreferenciadas a través de una conexión de la ecosonda con un GPS (Sistema Global de Posicionamiento). Esto nos permite establecer la distribución espacial de los datos utilizando distintos interpoladores. El más utilizado es la potencia inversa y el programa Surfer. De este modo se construyen curvas de isodensidades o se preparan imágenes para implementar Sistemas de Información Geográficos (GIS). Esto permite asociar áreas de distribución de los peces con caracterís-

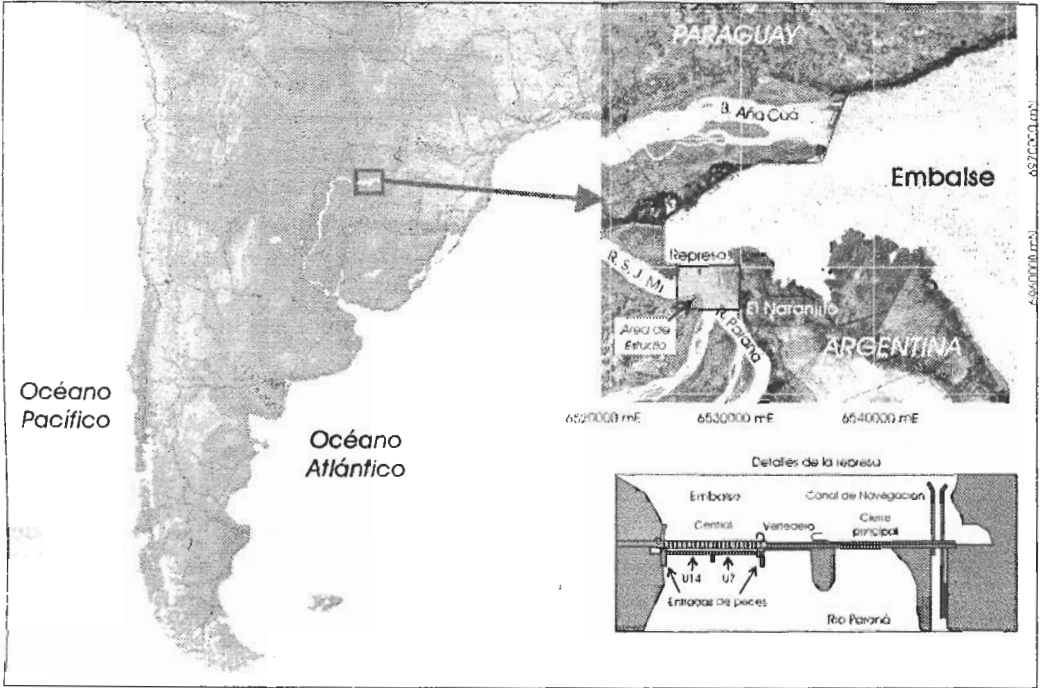


Figura 1. Ubicación y detalle del área de estudio en la represa Yacireta (río Paraná)

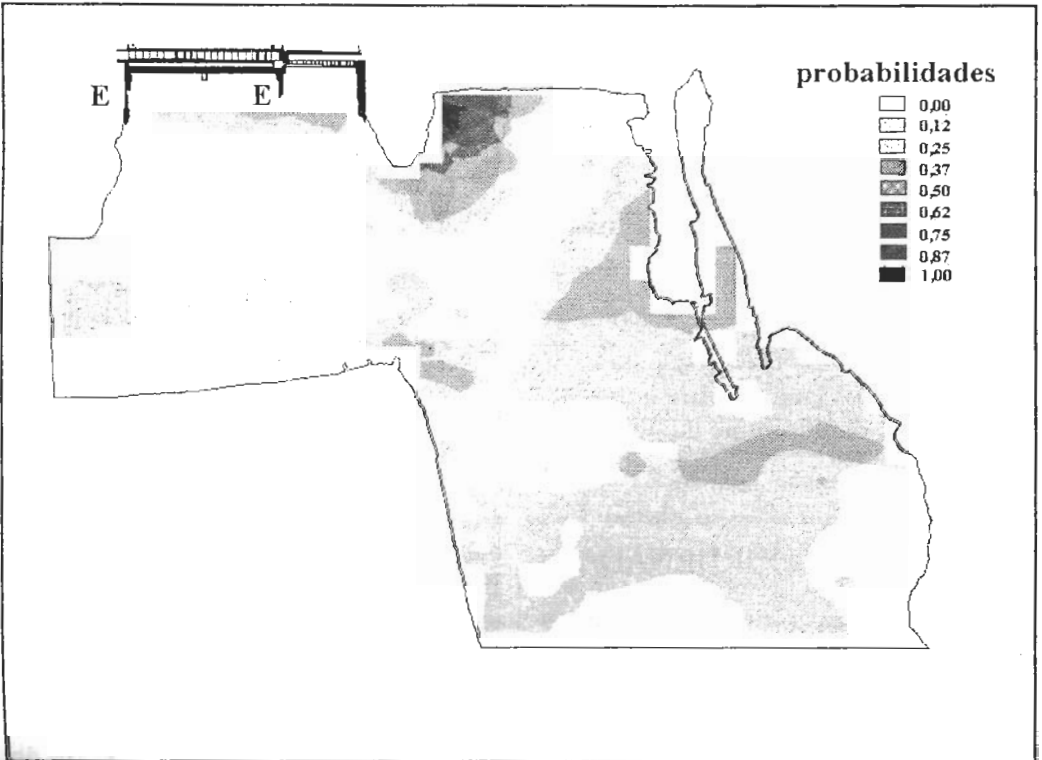


Figura 2. Distribución de áreas de altas densidades de peces con probabilidades E (entrada de peces a los elevadores).

ticas ambientales y espacios de tiempo para determinar hábitats, pautas de comportamiento o establecer alguna características particulares de las poblaciones. Procediendo de un modo similar al descripto pero seleccionando profundidades en lugar de densidades de peces se preparan mapas batimétricos.

## CASO DE ESTUDIO

Siguiendo la metodología descripta, Oldani *et al.*, 2000 determinaron la incidencia de los factores ambientales que afectan la abundancia y distribución de los peces del río Paraná inmediatamente aguas abajo de la represa de Yacyretá. Esto abre el camino para establecer la eficiencia del sistema de trans-

ferencia y valorar el impacto ambiental de la obra (Fig.1 y 2)

## REFERENCIAS

- HEDGEPEETH, J. B., V. F. GALLUCCI, R. E. THORNE and J. CAMPOS. 1996. The application of some acoustic methods for stock assessment for small-scale fisheries. En Gallucci V. F., S. B. Saila, D. J. Gustafson and B. J. Rothschild (ed). Stock Assessment. Quantitative Methods and Applications for Small-Scale Fisheries. CRC Press, Boca Raton, (FI) EE.UU. (6): 271-353.
- OLDANI, N. 1990. Evaluación acústica de peces. Ecognición Suplemento Especial (1): 19-24.
- OLDANI, N., MINOTTI, P., RODRIGUEZ, R., DELFINO, R. y C BAIGÚN. 2000. Incidencia de factores ambientales en la abundancia y distribución de peces del río Paraná y su relación con los sistemas de transferencia de Yacyretá. *Natura Neotropicalis* (en prensa).

# RELACIONES TRÓFICAS DE PECES CONTINENTALES

R. A. FERRIZ\*

## INTRODUCCIÓN

Los estudios sobre hábitos alimentarios y relaciones tróficas de peces suministran información práctica para el manejo de la dinámica de las poblaciones ícticas y de esta forma poder sugerir recomendaciones para una adecuada administración de los recursos pesqueros.

La nutrición es un factor fisiológico fundamental, constituyendo un aspecto básico en la biología de las especies. La calidad y cantidad de alimento influyen sobre las funciones más importantes de un organismo, ya que intervienen modificando la velocidad del crecimiento, fecundidad, longevidad y mortalidad de los peces. Dado que el alimento es la única fuente de energía disponibles para los animales, en consecuencia, aquel se convierte en un factor limitante para el desarrollo de los seres vivos.

Como señala Wootton (1998), la morfología, anatomía, hábitat, distribución, migraciones, etc., están íntimamente ligadas a la dieta, cumpliéndose que cada especie está adaptada para la captura de unos tipos determinados de alimentos; por lo que desarrolla una serie de caracteres diferenciales respecto de las restantes especies.

Dentro de una misma especie, pueden observarse los cambios que experimenta la dieta y la diversidad a lo largo del año y relacionarlos con la mayor o menor abundancia del recurso trófico.

Asimismo existen otros tipos de ritmos tróficos como el horario más o menos caracterizado y los cambios ontogénicos de la dieta (Boujard, 1999).

Comparaciones de la dieta de peces de agua dulce realizadas por Lowe-McConnel (1999) y otros autores, muestran las siguientes características: (1) la importancia del material vegetal alóctono; (2) el importante papel que tienen los estadios preimaginales y los imagos de insectos en la dieta de los peces, como así también los insectos terrestres caídos a la película del agua; (3) la importancia del lodo y de los detritos; (4) el número de especies piscívoras presentes en la comunidad.

## METODOLOGÍAS

Para el estudio de las relaciones tróficas se deben tener en cuenta ciertas pautas: como ser, elección del arte de pesca, captura mensual o bimensual de ejemplares, obtener una representación de tallas adecuada de la población, toma de datos ambientales, etc.

Los tractos digestivos de los peces capturados deben ser rápidamente fijados para su posterior análisis en una solución de formol al 5 ó 10% y al cabo de una semana transferirlos a alcohol etílico al 70%.

Los métodos de análisis de los contenidos digestivos son numerosos, Berg

---

\*SCyT-MACN

(1979), Hyslop (1980) y González y Hernández (1991) han llevado a cabo importantes revisiones críticas de tales métodos. Las principales técnicas son: método frecuencial o de presencias, método numérico, método ponderal o gravimétrico, método volumétrico y métodos subjetivos. Dado que el uso de cualquiera de estos métodos, por sí sólo, no es suficiente para completar el cuadro de importancia de las diversas categorías de una dieta, se sugiere la combinación de métodos que midan la cantidad y otro la biomasa, es así como surge el uso de coeficientes o índices que indican la importancia de cada presa.

Cualquiera sea el índice utilizado el análisis final de los datos puede realizarse mediante: análisis de la varianza, a través de coeficientes de asociación, correlación y distancia, técnicas de agrupamiento (cluster analysis) o de ordenación (PCA) (Crisci y Armengol, 1983).

## MODALIDADES TRÓFICAS

Los peces prácticamente cumplen con casi todos los roles tróficos posibles, se han desarrollado múltiples clasificaciones, dado que la capacidad trófica de las especies es muy flexible, éstas no tienen que ser vistas como estructuras rígidas ni definitivas. La diversidad y la flexibilidad de la dieta genera complejas redes tróficas, ejemplo de esto son los 1200 eslabones o vínculos tróficos identificadas por Winemiller (1990) para peces de Venezuela. Una clasificación general de las modalidades tróficas es la siguiente:

*detritívoros*: consumidores de sedimento orgánico, bacterias, hongos y algas incrustantes.

*herbívoros*: consumidores de hidrofítia, frutos, vegetales terrestres, fitoplanc-

ton y microalgas.

*omnívoros*: consumen vegetales y animales

*carnívoros*: consumidores de alimento animal - piscívoros, planctófagos, bentófagos, consumidores de epifauna,

*parásitos*: ectoparásitos incluidos los consumidores de escamas.

Para cada uno de estos hábitos tróficos se observan adaptaciones especiales particularmente en su dentición, ancho y orientación de la boca, presencia de placas faríngeas, largo y espacio entre los rastrillos branquiales, dimensiones del tubo digestivo, forma del cuerpo, etc. (Gatz, 1979; Winemiller, 1991). Sin embargo, la mayoría de los peces muestran una considerable plasticidad en su dieta; la tendencia a la eurifagia permite a estas especies, las cuales poseen una mayor distribución, explotar cabalmente distintos ambientes a través de sus especializaciones alimentarias (Lowe-McConnell, 1999).

## CAMBIOS EN LA DIETA

La mayoría de los peces muestran una considerable plasticidad en su dieta. Los predadores pueden cambiar sus presas preferidas a medida que crecen o cambian de hábitat, el sustancial incremento en la talla de un pez durante la ontogenia implica cambios en la interacción de las especies. En general especies que cuyos juveniles compiten no lo hacen de adultos y viceversa (Crowder, 1990), dado que coincide con cambios en sus hábitat.

Los cambios anuales y estacionales se dan en virtud de la oferta trófica ambiental la cual depende de los ciclos ambientales y de la biología de las especies presas.

Los ciclos horarios en la alimenta-

ción de los peces puede darse por una adaptación temporal a los ritmos de disponibilidad de las presas o bien a fuerzas endógenas producidas por el cambio hormonal (Boujard, 1999).

## RELACIONES TRÓFICAS

La estructura trófica indica un aspecto del flujo de energía, muestra el nivel de relaciones entre productor-consumidor y depredador-presa, e indica las relaciones ecológicas de los organismos. El significado de las interacciones tróficas pone de manifiesto la variación del control que ejercen diferentes organismos sobre la dinámica de otros.

Una de las formas de expresar estas relaciones es a través de los diagramas de las tramas tróficas, las cuales representan un verdadero mapa de las interacciones entre los peces y el flujo de energía dentro de la comunidad. Estas herramientas permiten interpretar en una forma adecuada la dinámica de la comunidad y así poder sugerir recomendaciones para una correcta administración de los recursos acuáticos.

## BIBLIOGRAFÍA

- BERG, J. 1979. Discussion of methods of investigating the food of fishes, with reference to a preliminary study of the prey of *Gobiusculus flavescens* (Gobiidae). *Mar. Biol.*, 50: 263-273.
- BOUJARD, T. 1999. Les rythmes circadiens d'alimentation chez les téléostéens. *Cybiurn*, 23(1): 89-112.
- CRISCI, V. C. y M. F. LOPEZ ARMENGOL. 1983. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. OEA, Ser. Biol., Monografía n° 26: 132 pp.
- CROWDER, L. B. 1990. Community ecology. *En: Methods for fish biology*. Schreck, C.B. and P.B. Moyle (edt.) 609-632.
- HYSLOP, E. J. 1980. Stomach contents analysis: a review of methods and their application. *J. Fish Biol.*, 17: 411-429.
- GATZ, A. J. 1979. Ecological morphology of freshwater stream fishes. *Tulane Stud. Zool. Bot.*, 21: 91-124.
- GONZALES, J. A. y C. M. HERNANDEZ. 1991. Estudio de la dieta de peces bentófagos: metodología para el análisis de sus contenidos digestivos. *Actas V Simp. Ibér. Estud. Bentos Mar.*, T 1, enero-1991: 133-150.
- LOWE-McCONNEL, R. H. 1999. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. Editora da Universidade de Sao Paulo. 534 pp.
- WINEMILLER, K. O. 1990. Spatial and temporal variation in tropical fish trophic networks. *Ecol. Monogr.*, 60: 331-367.
- WINEMILLER, K. O. 1991. Ecomorphological diversification in lowland freshwater fish assemblages from five biotic regions. *Ecological Monographs*, 61: 343-365.
- WOOTTON, R. J. 1998. Ecology of teleost fishes. Kluwer Academic Publishers. Sec. Edit. 386 pp.

# ICTIOPATOLOGÍA

H. A. DOMITROVIC\*

La patología de los peces es una de las especialidades cuya expansión estuvo ligada a la piscicultura, con un crecimiento exponencial en la última década. Las enfermedades estudiadas abarcan un amplio espectro que va desde las no infecciosas (genéticas, nutricionales, ambientales, físicas, etc.) hasta las enfermedades víricas, bacterianas y parasitarias.

Las alteraciones de los tejidos son el resultado final de cambios bioquímicos y fisiológicos adversos en un organismo, y pueden ser empleadas para predecir los efectos de tales cambios sobre procesos como crecimiento, reproducción y poblaciones, los que ocurren a un nivel más alto de organización biológica. Los principales órganos de los peces en los que la respuesta histopatológica al stress puede ser observada incluyen al tegumento, hígado, branquias, riñón, y esqueleto.

Las estructuras histológicas generales del cuerpo y órganos de los peces son fundamentalmente las mismas que las de los vertebrados superiores. Sin embargo, los peces presentan características morfológicas y fisiológicas específicas que faltan en los animales terrestres; por lo tanto, sus tejidos son algunas veces diferentes de los de otros grupos animales.

El *tegumento* de los peces es la primera barrera de defensa contra el medio ambiente. Hay grandes diferencias interespecies en el tegumento de los teleosteos, algunas especies no tienen escamas, mientras que otras tienen en

la epidermis numerosas células claviformes o células de la sustancia de alarma; incluso puede haber gran variación del tegumento dentro de una especie y aún entre las diferentes zonas en el mismo pez.

Aunque las lesiones tegumentarias son comunes en los peces, la variedad de cambios patológicos es más limitada que en los mamíferos. Muchas causas producen lesiones en el tegumento, donde en algunos casos puede haber escasa reacción del huésped, mientras que en otros hay inflamación, congestión, aumento de la producción de mucus, e infiltración leucocitaria. Además, las lesiones iniciales son contaminadas por invasores secundarios, como lesiones bacterianas invadidas por hongos, o lesiones por crustáceos invadidas por bacterias.

La epidermis es avascular, y tiene en general un rango limitado de respuesta. El primer signo de una respuesta inflamatoria descrito en la epidermis es la espongirosis, que en general acompaña a las etapas iniciales de muchas lesiones parasitarias y bacterianas. La hiperplasia es un fenómeno mucho más generalizado en la epidermis de los peces que en los animales superiores, y acompaña la irritación crónica por parásitos protozoarios y metazoarios, bacterias, y agentes físicos y químicos. Los cambios dérmicos en la respuesta inflamatoria incluyen el edema superficial, la dilatación vascular, la migración de leucocitos, y la ruptura de células pigmentarias. Estos cambios pueden estar acompañados por

\*INICNE-UNNE

necrosis de la epidermis y ulceración, como ocurre en las infecciones micóticas y bacterianas. Las dermatitis micóticas de los peces son producidas por hongos considerados saprófitos, y el desarrollo de la infección está asociado a condiciones adversas en el medio ambiente y con lesiones que provocan disrupción de la cubierta tegumentaria.

Representantes de todos los grupos principales de protozoarios parásitos pueden ser hallados en el tegumento de los peces; muchos son simplemente ectocomensales que utilizan el tegumento como sustrato, pero cuando son numerosos pueden interferir con sus funciones; mientras que otros son parásitos obligados y pueden causar lesiones agudas y muerte. Protozoarios ciliados de la subclase Peritrichia, de los géneros *Trichodina*, *Scyphidia* y *Epistylis*, forman colonias en la superficie de áreas del tegumento previamente lesionadas, y también se desarrollan en condiciones de alta concentración de materia orgánica en el agua; aunque no invaden la epidermis, producen lesiones superficiales con erosión del tegumento. Este grupo fue caracterizado como ectocomensal, que en determinadas condiciones proliferan y producen hiperplasia, erosión y dermatitis. El protozoario ciliado holotrico *Ichthyophthirius multifiliis*, que es un parásito obligado, produce la enfermedad conocida como "punto blanco", que es reconocida como la patología más importante producida por protozoarios en los peces en cultivo en agua dulce. La infección por *Ichthyophthirius multifiliis* produce una dermatitis aguda o subaguda, cuyas lesiones en las etapas avanzadas causan destrucción de la barrera epidérmica, lo que finaliza con un desequilibrio osmótico y la muerte del pez.

Las metacercarias de numerosos trematodes digeneos se enquistan en el tegumento y las aletas de los peces, don-

de a menudo se deposita pigmento alrededor del quiste, produciendo la patología conocida como "punto negro".

Sobre el tegumento se pueden hallar crustáceos parásitos que producen hiperplasia epidérmica, erosión epitelial, inflamación y necrosis del tegumento en los sitios de fijación. Además de estas lesiones, los crustáceos isópodos por su acción hematofágica pueden producir anemia en los peces parasitados.

En las *branquias* los filamentos y laminillas branquiales están organizados para producir grandes áreas de contacto entre el agua y las superficies donde se realiza el intercambio gaseoso. Los filamentos están recubiertos por un epitelio plano estratificado con células mucosas y células cloruro, y en su interior tienen un radio osteocartilaginoso y las arterias aferentes y eferentes. Las laminillas están compuestas por una red de capilares cubiertos por las células pilares, y revestidos externamente por una doble capa de células aplanadas. Las branquias están entre las estructuras más delicadas de los teleósteos en razón de su localización externa; el contacto con el agua las expone a un gran número sustancias y organismos; además, cualquier organismo infeccioso o parásito encuentra un sitio favorable con buen aporte de nutrientes.

El rango de respuesta patológica de las branquias es relativamente limitado. Probablemente los cambios más frecuentemente observados reflejan alteraciones en la permeabilidad de membrana a nivel celular y tisular, los que se manifiestan como tumefacción de las células epiteliales o como edema del espacio subepitelial. Usualmente esta respuesta es la primera que se produce con niveles bajos de sustancias irritantes, determinando un incremento del espesor de las laminillas secundarias. Si el estímulo es más severo el proceso puede continuar con



hiperplasia y fusión laminillar, aunque el resultado final es generalmente una combinación de varias lesiones.

En las branquias se producen cambios histopatológicos elementales, como: edema laminillar, congestión laminillar, telangiectasia, hemorragias, hiperplasia epitelial, hipertrofia epitelial, fusión laminillar, atrofia laminillar, metaplasia escamosa, hiperplasia mucosa, metaplasia mucosa, inflamación, y necrosis. Estas alteraciones afectan las funciones respiratorias y osmorregulatorias de las branquias, y pueden ser subletales o letales.

Las patologías branquiales causadas por etiologías específicas pueden ser: 1- *Saprolegniasis*, es producida por colonización micótica desde la superficie externa y ocasiona necrosis masivas con efectos letales en un corto tiempo; 2- *Ichthyophthiriasis*, o "enfermedad del punto blanco", es causada por el protozoo ciliado holotrico *Ichthyophthirius multifiliis*; ocasiona primariamente una hiperplasia epitelial muy intensa e inflamación, y en las etapas más avanzadas las lesiones tienen consecuencias letales; 3- *Myxosporidiosis*, los myxosporidios producen tres formas de plasmidios: intralaminillares, interlaminillares e intralaminares. Los plasmidios interlaminillares son los que ocasionaron mayores lesiones histopatológicas, mientras que éstas son escasas con las otras dos formas; 4- *Protozoarios ciliados peritrichidos*, ocasionalmente causan lesiones hiperplásicas, fusión laminillar e inflamación; 5- *Trematodes monogeneos*, habitualmente se localizan en las branquias sin ocasionar lesiones cuando están en un número reducido, pero al aumentar su cantidad causan hiperplasia epitelial intensa, fusión laminillar e inflamación, con metaplasia escamosa y erosión epitelial en los sitios de fijación; 6- *Crustáceos copépodos ergasilidos*, tienen modificado el segundo par de antenas en un sistema

de pinzas que actúa como órgano de fijación en los filamentos branquiales, donde ocasionan una respuesta muy intensa con hiperplasia epitelial, inflamación, fusión y atrofia laminillar, y metaplasia mucosa; y 7- *Crustáceos isópodos*, localizados en la cavidad bucal y en la cámara branquial causan atrofia y deformación de los filamentos, con una notable proliferación epitelial que produce fusión de los filamentos y reducción del área respiratoria.

El tubo digestivo posee las siguientes características histológicas: (1) la cavidad oral, la faringe y el esófago tienen un epitelio plano estratificado no queratinizado con células mucosas, donde hay corpúsculos gustativos, (2) el estómago tiene un epitelio superficial prismático secretor de mucus que forma pequeñas criptas o fositas gástricas donde desembocan las glándulas gástricas compuestas por células oxíntico-pépticas, (3) la capa mucosa del intestino está tapizada por epitelio cilíndrico simple absortivo y células mucosas intercaladas, y no hay glándulas intestinales. Entre las lesiones histopatológicas del tubo digestivo con etiología parasitaria, se encuentran: 1- *Coccidiosis intestinal*, con los parásitos localizados en forma epicelular o intracelular en el epitelio; 2- *Helmintos parásitos*, están fijos a la mucosa entérica por sus ventosas, y realizan una acción expoliatriz mediante la succión del tejido epitelial, con cambios degenerativos en el epitelio y acumulación de células eosinófilas granulares en la lámina propia; 3- *Granulomas parasitarios*, con metacercarias necróticas en su interior, y una reacción conectivo-inflamatoria, con infiltración de melanomacrófagos y células eosinófilas granulares; y 4- *Quistes de nematodes*, con larvas en su interior, tienen una pared fibrosa y reacción inflamatoria de intensidad variable.

En la mayoría de los peces el tejido

pancreático exócrino se localiza dentro del hígado formando el *hepatopáncreas*, donde los hepatocitos constituyen la mayor parte del órgano y el páncreas se distribuye focalmente. En el parénquima hepático no hay estructuras lobulillares y los hepatocitos se disponen en **forma** tubular. Las variaciones en el tamaño y las características **tintoriales** de los hepatocitos podrían estar asociadas con el estado funcional y con las diferencias en el contenido de glucógeno y lípidos en el citoplasma. Los centros melanomacrófagos del hepatopáncreas forman estructuras esféricas u ovoides, y la pigmentación presenta variaciones entre el amarillo-dorado hasta el marrón oscuro. El tejido hepático puede presentar las siguientes lesiones histopatológicas: congestión capilar y venosa, tumefacción celular, degeneración vacuolar, degeneración hialina, degeneración pigmentaria, necrosis focal, hepatitis, quistes parasitarios, y granulomas parasitarios. El páncreas tiene lesiones como: degeneración hialina, degeneración vacuolar, y necrosis.

El *bazo* es usualmente un órgano único, aunque en algunas especies pueden haber varios nódulos. Está recubierto por una cápsula sin fibras musculares y sin estructuras trabeculares, y tiene una pulpa esplénica compuesta por pulpa roja, pulpa blanca y centros melanomacrófagos. En la pulpa roja se encuentran sinusoides esplénicos, cordones esplénicos y elipsoides; la pulpa blanca esta compuesta por acumulaciones de linfocitos dispuestos en forma difusa sin formar nódulos ni centros germinativos. Los elipsoides tienen un endotelio axial rodeado por células reticulares sostenidas por fibras de reticulina. La pared externa de los sinusoides está rodeada por espacios sanguíneos sinusoidales revestidos de epitelio, incluyendo posiblemente linfáticos. Una pocas especies no tie-

nen elipsoides.

En ausencia de ganglios linfáticos, el bazo representa en los teleósteos uno de los filtros mayores en el sistema vascular, eliminando los antígenos circulante y **las células** sanguíneas envejecidas. Como una consecuencia, cualquier enfermedad infecciosa sistémica involucra el bazo en alguna medida. En muchas especies, tales como la trucha arco iris, el bazo es la mayor fuente de eritrocitos. Por lo tanto, enfermedades como la necrosis hemopoyética infecciosa (IHN), que destruye la pulpa roja esplénica, puede afectar la capacidad del pez para responder a la pérdida de eritrocitos por hemorragias o por un mayor nivel de destrucción.

Los *centros melanomacrófagos* son estructuras pigmentadas características del tejido hemopoyético de los teleósteos superiores, y su función es remover por fagocitosis las partículas extrañas o productos de degradación celular. Los estudios comparados demostraron variaciones en el número, tamaño y contenido pigmentario de estos centros con relación al estado sanitario y a cambios ambientales por contaminación. En consecuencia, los centros melanomacrófagos fueron propuestos como indicadores del estado sanitario de los peces y las condiciones del medio ambiente. Además del bazo, los CMM se hallan en riñón, hígado, y ocasionalmente en otros sitios como gónadas y tiroides.

## MUESTREO Y ENVÍO DE MUESTRAS AL LABORATORIO

Las muestras pueden ser tomadas de peces moribundos y de peces asintomáticos del mismo lote. Los peces tienen que estar vivos cuando son muestreados y procesarse inmediatamente. Si no se pueden mantener vivos deben

guardarse en recipientes con formol al 10% o en bolsas de plástico mantenidas a 4°C (nunca deben congelarse) para su remisión inmediata al laboratorio.

### *Recopilación de datos*

Las muestras deben acompañarse de un historial completo, donde se especificará: origen de las muestras, fecha de muestreo, tipo de alimentación, sintomatología que se presenta en el acuario, estanque o ambiente natural, especies afectadas, porcentaje de mortalidad, características físico-químicas del agua, manipulaciones recientes de los peces, introducciones de ejemplares nuevos, descripción y esquema de las instalaciones de cultivo (estanques, tomas de agua, desagües, etc.), informe de enfermedades sufridas anteriormente y tratamientos aplicados. Todo otro dato adicional que se considere de interés será también detallado.

### *Técnica de necropsia*

La necropsia tendrá por objeto la recolección de datos y la toma de muestras de tejidos para su remisión al laboratorio. La necropsia comprenderá: 1- *Examen macroscópico externo*: se anotarán todas las anormalidades del tegumento, aletas, ojos, branquias; los parásitos externos serán colectados en frascos; muestras de tejidos lesionados y sanos serán colocadas en recipientes con formol al 10 % (las muestras de los tejidos no deben tener más de 1 cm de espesor); 2- *Examen interno*: para la apertura de la cavidad abdominal se hará una incisión en la parte media ventral y con dos cortes adicionales se levantará la pared lateral; seguidamente se observarán y anotarán las anomalías de los órganos internos (tubo digestivo, hígado, bazo, vejiga natatoria, gónadas, riñón); muestras de tejidos lesionados y sanos serán colocadas en un recipiente con formol al 10 %;

3- *Examen microscópico en fresco*: de contarse con un microscopio pueden tomarse frotis del tegumento y de las branquias, los que se examinarán para detectar la presencia de parásitos.

### *Técnicas de laboratorio*

Según las afecciones pueden realizarse procedimientos adicionales como: exámenes de sangre, técnicas de diagnóstico bacteriológico, parasitológico, micológico y viral. Para los mismos se requieren técnicas y medios específicos en la toma de las muestras.

## PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO DE LAS ENFERMEDADES

### *Medidas Preventivas*

1- *Utilización de Asesoramiento Profesional*: para el desarrollo de programas sanitarios destinados al control de las enfermedades y el entrenamiento del personal que asumirá esta tarea; 2- *Prevención o Reducción del Stress*: el traslado de los peces deberá efectuarse en condiciones óptimas, con niveles de oxígeno y temperatura adecuados. Controlar el mantenimiento de condiciones óptimas de la calidad del agua, p.e. temperatura, pH, NH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, y salinidad. Prevenir la superpoblación de los estanques; 3- *Alimentación Adecuada*: asegurarse de contar con una provisión de alimento adecuado y que el mismo sea producido bajo rígidos controles de calidad; 4- *Selección de las Poblaciones*: para el desarrollo y uso de clones resistentes a las enfermedades, a través de reproductores seleccionados o la selección de poblaciones naturales. Exigir a los proveedores de alevinos que el stock de reproductores que utilicen estén libre de enfermedades.

### *Programa de Acción*

Estará destinado a facilitar la cua-

rentena y las medidas preventivas que se apliquen, y comprende: 1- *Planificación*: la explotación deberá planificarse para reducir riesgos de contaminación o el contacto con fuentes potenciales de enfermedades, p.e. separar otras operaciones de acuicultura; transportes de **proveedores** de alimentos; **animales** y aves salvajes, insectos. Los **estanques** o acuarios permitirán reducir la densidad de las poblaciones y **minimizar** las agresiones; 2- *Higiene*: La provisión de agua deberá **realizarse** con un rígido control sanitario (p.e. filtración, esterilización, etc.). Efectuar una limpieza completa y desinfección de los estanques o acuarios antes de que cada nueva población de peces sea introducida. Mantener los equipos de manejo de los peces limpios y desinfectados (redes, baldes); 3- *Manejo de las poblaciones*: Los stocks de peces deberán ser adecuadamente tratados para prevenir heridas utilizando el equipamiento correcto. Seleccionar el tamaño de los peces para tener poblaciones homogéneas, lo que disminuirá las agresiones e incrementará la eficiencia de conversión alimentaria. Realizar una remoción rápida de los animales enfermos, moribundos o muertos, estableciendo medidas convenientes en estos casos; 4- *Alimentación*: deberá realizarse para facilitar el máximo crecimiento, producción y eficiencia del alimento utilizado. Asegurar una adecuada remoción y eliminación de los restos de alimento de los acuarios; 5-

### *Observación Regular*

Realizar observaciones de los estanques al menos cuatro veces por día; brindando atención a los detalles, (p.e. comportamiento, natación, alimentación, detección de enfermos). La calidad del agua será chequeada regularmente. Examinar los peces enfermos y tomar apropiadamente las muestras para realizar los diagnósticos.

### *Cuarentena*

1- *Población de peces a introducir*: Se recomienda el chequeo de los antecedentes de enfermedades en la población de peces introducidos, requiriendo reproductores libres de patologías al proveedor. Realizar una inspección cuidadosa del stock antes de la entrega. Los peces introducidos estarán en cuarentena hasta que su aclimatación y el buen estado sanitario sean comprobados (2-4 semanas). Realizar los estudios para determinación de parásitos y enfermedades, tratándolos convenientemente mientras están en cuarentena. Los ejemplares enfermos se pondrán en un sistema aislado hasta que el tratamiento o las medicaciones se completen satisfactoriamente; 2- *Agua*: El mantenimiento de la calidad del agua es de suprema importancia en todo sistema de acuicultura. Esto se aplica tanto al abastecimiento de agua a tanques como a estanques. Se debe tener cuidado cuando otras explotaciones de acuicultura tengan instalaciones aguas arriba de la empresa. El agua deberá tratarse entre ciclos o en un momento determinado; 3- *Instalaciones*: Las actividades dependerán del sistema de cultivo (estanques, tanques, acuarios). Los mismos serán desagotados, limpiados, rasqueteados o barridos; y luego desinfectados (p.e. encalado, de 100-400kg/ha en un estanque seco); 4- *Adquisición de elementos*: Las compras de los diferentes elementos (equipos, alimentos, peces, etc.) deberán ser solicitadas que se envíen por separado. Al adquirir equipamiento considerar las necesidades de sistemas independientes.

### *Eliminación o Despoblación*

Es una medida que consiste en la eliminación de todo el stock de peces enfermos o en contacto con los mismos, que es utilizada por algunos países para la erradicación de enfermedades conta-

gias o exóticas. En muchas situaciones su aplicación puede ser antieconómica o impracticable.

### *Uso de Vacunas*

La vacunación puede proteger al huésped contra los efectos adversos de los agentes de enfermedades. Puede emplearse para la erradicación una enfermedad infecciosa, en combinación con una cuarentena efectiva y la eliminación de los peces que presenten signos crónicos de la enfermedad.

### *Tratamiento*

El aspecto más simple e importante de un protocolo de tratamiento es hacer un diagnóstico correcto. Sobre la conveniencia de un tratamiento debe considerarse: los peces moribundos, la justificación económica, y el stress del tratamiento que puede causar un incremento de la mortalidad. El uso de agentes terapéuticos requiere conocimientos previos y precaución.

## BIBLIOGRAFÍA

- AHNE, W. 1980. Fish diseases: Third COPRAQ-Session. Ed. Springer Verlag (Berlin): 252 p.
- AUSTIN, B. y D. A. AUSTIN. 1987. Bacterial fish pathogens: disease in farmed and wild fish. Ed. Ellis Horwood Ltd. (Chichester, England): 364 p.
- CARNEVIA, D. 1993. Enfermedades de los peces ornamentales. Editorial Agro-Vet (Buenos Aires): 319 p.
- CONROY, D.A. y G. A. CONROY. 1987. Manual de métodos de diagnóstico en ictiopatología, con especial referencia a los salmónidos. FAO/GCP/RLA/075/ITA (4): 56 p.
- EIRAS, J. C. 1994. Elementos de ictioparasitología. Fundação Eng. Antonio de Almeida (Porto, Portugal): 339 p.
- ESPINOSA DE LOS MONTEROS, J. y U. LABARTA. 1988. Patología en acuicultura. Ed. Mundi-Prensa S.A. (Madrid): 550 p.
- FERGUSON, H. W. 1992. Systemic pathology of fish. Iowa State University Press (USA): 263 p.
- GHITTINO, P. 1985. Técnica e patologia in acquacoltura: Vol. 2 Patologia. Ed. Tipografia E. Bono (Torino): 444 p.
- HIBIYA, H. 1982. An atlas of fish histology - Normal and pathological features. Ed. Kodansha Ltd. (Tokyo, Japon): 147 p.
- LOM, J. & Y. DYKOVA. 1992. Protozoan parasites of fishes. Development in Aquaculture and Fisheries Science, Vol. 26, Elsevier (Amsterdam): 315 p.
- PAPERNA, I. 1980. Parasites, infections and diseases of fish in Africa. CIFA Tech. Pap. 7: 216 p.
- POST, G. 1987. Textbook of fish health. T.F.H. Publications, USA: 288 p.
- REICHENBACH-KLINKE, H. H.; W. AHNE; R. D. NEGELE; B. OLLENSCHLAGER; W. POPP; O. H. SPIESER y K. WOLF. 1982. Enfermedades de los peces. Ed. Acribia (Zaragoza): 507 p.
- RIBELIN, W.E. y G. MIGAKI. 1975. The pathology of fishes. Ed. Univ. Wisconsin Press (Madison, Wisconsin): 1004 p.
- ROBERTS, R.J. 1989. Fish pathology. 2nd. Ed., Bailliere Tindall (London): 467 p.
- STOSKOPF, M.K. 1993. Fish Medicine. W.B. Saunders Co. (Philadelphia, USA): 882 p.
- YASUTAKE, W. T. y J. H. WALES. 1983. Microscopic anatomy of salmonids: an atlas. U.S. Fish Wildlife Serv., Res. Publ. 150: 190 p.

# MANEJO DE HUMEDALES Y USO SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS ACUÁTICOS

O. H. PADIN\* Y L. BENZAQUÉN\*

Qué son los humedales?

El término humedales engloba una amplia variedad de ambientes, que comparten una propiedad que los diferencia de los ecosistemas terrestres: la presencia del agua como elemento característico. Ésta juega un rol fundamental en la determinación de su estructura y funciones ecológicas.

Existen muchas definiciones del término *humedal*, algunas basadas en criterios principalmente ecológicos y otras orientadas a cuestiones vinculadas con su manejo. La *Convención sobre los Humedales* los define en forma amplia como: "*las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de agua, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros*". Esta definición incluye a todos los ambientes acuáticos interiores y la zona costera marina.

Por qué es importante conservar los humedales?

Los humedales juegan un papel muy importante en el ciclo del agua: reciben agua por precipitaciones (lluvia, nieve o granizo), agua subterránea o a través de ríos y arroyos, y la liberan ya sea a otros cursos de agua superficiales, por infiltración a través del suelo constituyendo depósitos de agua subterránea o por evaporación y transpiración de las plantas nuevamente a la atmósfera.

Como en general el agua se acumula

o su circulación es más lenta en los humedales, su liberación ocurre lentamente, y esto tiene importantes efectos: los humedales funcionan como reguladores de los excesos y deficiencias hídricas, favorecen la mitigación de crecientes y la recarga y descarga del agua subterránea. Además, a través de la retención, transformación y transporte de sedimentos, nutrientes y contaminantes, juegan un papel fundamental en los ciclos de la materia y en el mantenimiento de la calidad de las aguas. Dado que la disponibilidad de agua dulce se evidencia como uno de los problemas ambientales más significativos de los próximos años, la conservación de los humedales tiene una importancia vital para la humanidad.

Los humedales sustentan una importante diversidad biológica y en muchos casos constituyen hábitats críticos para especies seriamente amenazadas. Asimismo, dada su alta productividad, pueden albergar poblaciones muy numerosas de animales. Muchas especies están asociadas a los humedales ya sea en una etapa de su ciclo de vida, para alimentarse, nidificar o descansar. Un ejemplo emblemático de la importancia de los humedales para la diversidad biológica está dado por la aves playeras migratorias, que viajan todos los años, en algunos casos hasta miles de kilómetros desde sus áreas de nidificación en el Hemisferio Norte, hasta diversos humedales de nuestro país en los que se concentran en grandes números, por ejem-

\* SDSPA-MDSMA

plo la Bahía San Sebastián en Tierra del Fuego.

Los recursos naturales provistos por los humedales son necesarios para el desarrollo de numerosas actividades humanas, como la pesca, el aprovechamiento de fauna silvestre, el pastoreo, la agricultura, la actividad forestal, el transporte, la recreación y el turismo.

A pesar de todos estos beneficios, durante siglos los humedales fueron considerados tierras marginales que debían ser drenadas o "recuperadas", ya sea para mejorar las condiciones sanitarias o para su afectación a la producción, principalmente la ampliación del área agrícola o urbana. Se estima que debido a la actividad humana se ha perdido más del 50% de la superficie de humedales de todo el mundo.

La pérdida de los humedales puede tener otras causas además de las acciones directas para drenarlos y "recuperarlos". Las alteraciones que producen las grandes obras realizadas en las cuencas hidrográficas (como represas y canalizaciones), la extracción de agua para consumo, las modificaciones ambientales que provoca la deforestación y la contaminación, entre otros factores, también afectan seriamente a los humedales.

Si bien en los últimos años la idea de que los humedales deben ser conservados por los beneficios que representan para la humanidad se ha extendido, debe profundizarse en el conocimiento de estos ambientes para valorarlos adecuadamente.

## CONCEPTOS IMPORTANTES EN RELACIÓN CON EL MANEJO DE LOS HUMEDALES

Los humedales proporcionan recursos naturales de gran importancia para la so-

ciudad. A fin de conservarlos, su aprovechamiento debe enmarcarse en el *uso sostenible*. Este concepto implica "el uso que produzca mayor beneficio continuo para las generaciones presentes, manteniendo al mismo tiempo su potencial para satisfacer las necesidades y aspiraciones de las generaciones futuras".

Dado que el agua fluye naturalmente, existe una estrecha vinculación entre los ecosistemas acuáticos permanentes, los temporariamente húmedos y los terrestres adyacentes. Esto determina que frecuentemente los humedales son vulnerables al impacto de acciones que ocurren fuera de ellos. Por tal motivo, la conservación y el uso sustentable de los humedales deben desarrollarse a través de un *enfoque integrado* que considere los distintos ecosistemas asociados. Para el caso de los humedales continentales, resulta esencial referirse a las cuencas hidrográficas como unidad ambiental. Asimismo éstas se relacionan con las zonas costeras marinas donde desembocan.

La herramienta más eficaz para lograr una gestión de humedales que promueva su conservación y utilización sustentable a través de un manejo integrado, es el desarrollo de *planes de manejo*. Estos pueden realizarse a diferentes escalas según el objetivo perseguido. Deben tener un enfoque interdisciplinario que, a través del conocimiento profundo de las características y funciones del humedal y los aspectos socio-económicos propios del área, examine los diferentes usos posibles del ambiente. Con el fin de que los planes de manejo sean realmente eficaces, deben dar importancia a la participación de los diferentes sectores involucrados en la utilización de los recursos naturales y la comunidad local. Finalmente, dado que los humedales son zonas dinámicas que presentan variabilidad temporal, los planes de manejo deben someterse a análisis y revisión permanentes.

## LA CONVENCIÓN SOBRE LOS HUMEDALES

La Convención sobre los Humedales es un tratado intergubernamental aprobado el 2 de febrero de 1971 en la ciudad iraní de Ramsar, relativo a la conservación y el uso racional de los humedales. A pesar de que el nombre oficial de la Convención de Ramsar se refiere a los *Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas*, con los años su enfoque se ha ampliado y actualmente se utiliza apropiadamente el nombre de *Convención sobre los Humedales*. La Convención entró en vigor en 1975 y en la actualidad más de 100 países de todo el mundo han adherido a la misma (Partes Contratantes)<sup>1</sup>.

Compromisos asumidos por los países que adhieren a la Convención de Ramsar:

- *Designación de humedales para ser incluidos en la Lista de Humedales de Importancia Internacional (Sitios Ramsar)*. Las Partes Contratantes deben designar humedales de su territorio (por lo menos uno) para ser incluidos en la Lista, y promover su conservación y uso racional. La selección de sitios para la Lista debe basarse en criterios ecológicos, botánicos, zoológicos, limnológicos o hidrológicos. Actualmente han sido designados aproximadamente 900 humedales, con una superficie de unas 65 millones de hectáreas. Las Partes Contratantes deben *monitorear las condiciones ecológicas* de los humedales incluidos en la Lista, y en el caso de producirse modificaciones en las mismas, informar a la Oficina permanente

de la Convención.

- *Uso racional de los humedales de su territorio*. Las Partes Contratantes tienen el deber general de incorporar consideraciones relativas a la conservación de los humedales en su planificación nacional del uso del suelo. En este sentido, deben elaborar y aplicar su planificación de forma que promueva, en la medida de lo posible, el uso racional de los humedales en su territorio.
- *Creación de reservas naturales en humedales y capacitación*. Las Partes Contratantes deben crear reservas naturales que incluyan a humedales, figuren o no en la Lista. Asimismo deben promover la capacitación en los campos de la investigación, el manejo y gestión y la vigilancia de los humedales.
- *Cooperación internacional*. Las Partes Contratantes han acordado consultar a otras Partes Contratantes respecto de la aplicación de la Convención, especialmente en lo que atañe a los *humedales transfronterizos, los sistemas hídricos compartidos y las especies compartidas*.

## LOS HUMEDALES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA

La gran extensión de nuestro país y su variación latitudinal y altitudinal determinan la existencia de una gran diversidad y riqueza de humedales. Sin embargo la distribución no es regular en todas las regiones. Por ejemplo en el noroeste del país hay una gran abundancia de ambientes acuáticos; en cambio, en

<sup>1</sup> Para más información sobre la Convención de Ramsar se recomienda consulta su página web: [www.ramsar.org](http://www.ramsar.org).



zonas áridas y semiáridas como la Puna, el agua suele ser un limitante para el desarrollo de la vida y las actividades humanas. A continuación se describen someramente algunos ejemplos de humedales de la Argentina<sup>2</sup>.

La Cuenca del Plata, que en territorio argentino incluye aproximadamente 1.034.000 km<sup>2</sup>, engloba una gran variedad de humedales. Esta región se encuentra bajo una fuerte influencia de actividades humanas; los ambientes acuáticos permanentes y temporarios son utilizados para la navegación, el abastecimiento de agua dulce, la pesca comercial y deportiva y la recreación. También constituyen una fuente importante de recursos forrajeros. En esta región se encuentran los centros urbanos más grandes de nuestro país, así como importantes zonas de desarrollo agrícola e industrial.

Como ejemplo de humedales vinculados a la Cuenca del Plata están los asociados a la llanura de inundación de los Ríos Paraná, Pilcomayo y Bermejo, un mosaico de ambientes derivados de la dinámica de los ríos, tales como selvas marginales, pajonales, esteros, lagunas y bañados, que proporcionan una gran variedad de hábitats para numerosas especies. Otro ejemplo está dado por los Esteros de Iberá, que constituyen un extenso conjunto de lagunas poco profundas, esteros con abundante vegetación flotante, ríos, arroyos y bosque fluvial asociado.

La Cuenca del Salado en la Provincia de Buenos Aires es de mucha menos extensión pero tiene igualmente gran importancia regional. Constituye la columna vertebral de los ecosistemas pampeanos, con numerosas lagunas y

bañados que componen regiones de abundante y singular biodiversidad e interactúan estrechamente con las tierras de producción agropecuaria, asociados con los ciclos multianuales del régimen pluviométrico. El Río Salado desemboca en la Bahía Samborombón, que constituye una extensa zona intermareal, en el estuario del Río de la Plata, caracterizada por la presencia de pantanos salobres y de agua dulce, y cangrejales.

Otro tipo de humedales muy diferentes se observan en las lagunas de alta montaña, desde la Provincia de Jujuy hasta Neuquén. Por ejemplo, las Lagunas de Pozuelos y Vilama (Jujuy) situadas a 3.500 y 4.400 metros de altura respectivamente en zonas áridas, presentan amplias variaciones en el nivel y la salinidad del agua durante la estación seca y albergan grandes poblaciones de aves acuáticas.

Las zonas costeras marinas constituyen asimismo humedales de gran importancia. En la Provincia de Buenos Aires se destacan la albufera de Mar Chiquita, una laguna costera de agua salada conectada con el mar; el estuario de Bahía Blanca, formado por varios ríos de pequeño tamaño, con extensas zonas intermareales, islas, playas de arena y pantanos de agua salobre; y la Bahía Anegada en la desembocadura del Río Colorado, que también presenta una zona intermareal amplia, bañados de agua salada, islas y playas de arena. La costa patagónica presenta numerosas áreas de interés, como la Península Valdés (Chubut), la Bahía Bustamante (Chubut), el estuario del Río Deseado (Santa Cruz) y la Bahía San Sebastián (Tierra del Fuego), entre otras.

<sup>2</sup> Para una descripción más detallada de los humedales de la Argentina, se sugiere consultar en: "*Los Humedales de la Argentina. Clasificación, situación actual, conservación y legislación*", Canevari, P., Blanco, D., Bucher, E., Castro, G. y Davidson I. (eds.), 1998, Wetlands International Publ. 46, Argentina.

## IMPLEMENTACIÓN DE LA CONVENCIÓN DE RAMSAR EN LA REPÚBLICA ARGENTINA

La República Argentina aprueba la Convención sobre los Humedales en el año 1991 a través de la sanción de la Ley 23.919, y entra en vigor en setiembre del año 1992 luego de depositado el instrumento de ratificación.

Existen dos líneas de acción básicas para la aplicación de la Convención de Ramsar en nuestro país:

### A NIVEL NACIONAL

Nuestro país cuenta con un Régimen Federal de gobierno y la Constitución establece que el Dominio Originario sobre los recursos naturales corresponde a las provincias, por lo que resulta fundamental la coordinación entre autoridades nacionales y provinciales. El Consejo Federal del Medio Ambiente y el Comité Nacional Ramsar son dos ámbitos de reunión con estos fines. Desde 1992 se ha avanzado en los siguientes aspectos:

#### *Inclusión de Sitios en la Lista de Humedales de Importancia Internacional*

La participación de nuestro país en la Convención se inició con la inclusión de tres Sitios en la Lista: los *Parques Nacionales Río Pilcomayo* (Formosa) y *Laguna Blanca* (Neuquén) y el *Monumento Natural Laguna de los Pozuelos* (Jujuy). Dado el carácter federal de nuestro país, la designación de humedales que se encuentran en jurisdicción provincial, debe proponerse por solicitud de los gobiernos locales. En este sentido, y en base a las Fichas Técnicas elaboradas por las Provincias respectivas, en el año 1995 se incluyeron en la Lista los siguientes

Sitios: la *Reserva Costa Atlántica Tierra del Fuego* (Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur); y la *Reserva Provincial Laguna de Llanquanelo* (Mendoza); en 1997 la *Bahía Samborombón* (Buenos Aires); en 1999 las *Lagunas de Guana-cache* (Mendoza y San Juan) y recientemente se ha solicitado la inclusión de la *Laguna de Vilama* (Jujuy).

#### *Inventario y diagnóstico de humedales*

Se ha promovido y brindado apoyo para la publicación y distribución del libro "*Los Humedales de la Argentina. Clasificación, situación actual, conservación y legislación*", Canevari, P., Blanco, D., Bucher, E., Castro, G. y Davidson I. (eds.), 1998, Wetlands International Publ. 46, Argentina. Este material constituye una importante herramienta para la gestión de los humedales, ya que contribuye a mejorar el conocimiento y valoración de los humedales de nuestro país a partir de información relevada por destacados especialistas.

#### *Fortalecimiento de capacidades locales de Gestión*

Algunas de las actividades desarrolladas en este sentido son:

- *Reunión del Comité Nacional Ramsar - Laguna de Llanquanelo, Malargüe, Pcia. de Mendoza* (octubre 1996).
- *Curso sobre Conservación y Uso Sustentable de Humedales* (octubre 1998); organizado por Dirección de Recursos Ictícolas y Acuícolas, dirigido a administradores y técnicos nacionales y provinciales vinculados al manejo de humedales.
- *Difusión y extensión sobre Conservación y Uso Sustentable de humedales*: A través de la realización de folletería, talleres y conferencias sobre el tema. Asimismo se administra el Foro sobre Humedales de la Argentina vía correo

electrónico, para facilitar el intercambio de información relativa a la conservación y uso sustentable de los humedales de la Argentina entre los técnicos y profesionales que trabajan en estos temas.

#### A NIVEL INTERNACIONAL

En esta área se lleva a cabo el Programa de Humedales Altoandinos entre Perú, Chile, Bolivia y Argentina, en cuyo marco se desarrollan censos simultáneos, talleres de capacitación y elaboración de estrategias de conservación conjuntas. Además, en 1999 la Argentina fue designada Representante Regional por el Neotrópico ante el Comité Permanente de la Convención, el cual se reúne todos los años para avanzar en su aplicación a nivel internacional.

## HACIA LA 8<sup>VA</sup>. CONFERENCIA DE LAS PARTES CONTRA-TANTES, ESPAÑA 2002

Como Coordinadora de la Región del Neotrópico ante el Comité Permanente de la Convención, la Argentina ha sido propuesta como sede de la próxima reunión preparatoria de la COP 8 para la subregión de América del Sur, a celebrarse durante el mes de octubre de 2001. Durante la misma, además de la discusión de la documentación preparatoria para la COP, se espera fortalecer los vínculos entre los países de la región a fin de definir una estrategia común para afrontar el desafío de la plena aplicación de los objetivos de la Convención.

# EXPOSITORES

## ROBERTO C. MENNI

- Se doctoró en Ciencias Naturales en la UNLP en 1972. - Desde 1973 es investigador del CONICET, donde es Investigador Principal desde 1991. - Ha publicado 67 trabajos de investigación en publicaciones periódicas, 2 libros y 4 capítulos de libros, y más de 21 publicaciones misceláneas incluyendo bibliografías, comentarios bibliográficos y claves. - Ha presentado trabajos en 29 congresos en Uruguay, Perú, Méjico, en Japón, Hong Kong, Estados Unidos, Thailandia e Irlanda. - Ha sido y fue hasta 1997 miembro de la Comisión Asesora en Ciencias Biológicas del CONICET. - En 1991 recibió la medalla «Miguel Lillo» por su obra científica, y fue nombrado miembro honorario de la Sociedad de Biología de Tucumán. - En 1998 recibió el Segundo Premio Nacional de Ciencias (Zoología) correspondiente a la producción 1993-1996. - Desde 1998 es Associate Member (invitado) de la Japanese Society for Elasmobranch Studies. - Desde 1988 es profesor titular ordinario por concurso (Semidedicación A) de Biología Marina en la Universidad Nacional de La Plata. Fue ayudante de cátedra y Jefe de Trabajos Prácticos en la cátedra de Vertebrados de la Universidad Nacional de La Plata, profesor de Vertebrados Marinos en la Universidad Nacional del Sur y de Biología Marina en el Instituto Universitario de Trelew. - Es miembro del Shark Research Panel. En 1992-93 fue Vice-chairman para Sudamérica del *Shark Specialist Group* de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. - Ha recibido subsidios para investigación y de viaje del CONICET, de la CIC, de la National Science Foundation de USA, de la Deutscher Akademischer Austauschdienst de Alemania y del Gobierno y otras instituciones de Brasil. - En 1993 y 1994 fue Investigador Visitante de Categoría A en el Conselho Nacional de Pesquisas de Brasil y profesor visitante en el Departamento de Pesca de la Universidad de Pernambuco. - Ha realizado tareas de campo en el país y en Brasil, y participó en dos cruces de investigación internacionales. - Revisor del Animals Committee of the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES), Febrero de 1997. - En dos oportunidades fue miembro del jurado para el premio «Raúl Ringuelet». - Ha dirigido 6 tesis de doctorado y dirige actualmente 4. Ha sido jurado de 32 tesis en el país y de 6 en Brasil, jurado de concursos y evaluador de proyectos. - Ha representado al Museo de La Plata en diversos eventos. - Ha sido miembro de la Comisión de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de La Plata y es árbitro de numerosas revistas nacionales y extranjeras, incluyendo el *Journal of Fish Biology* (Inglaterra), *Marine and Freshwater Research* (Australia), *Revista de Biología Marina* (Chile) y otras.

## AMALIA MARÍA MIQUELARENA

Dra. en Ciencias Naturales orientación Zoología, título otorgado por la Universidad Nacional de La Plata en 1980. Ejerce los cargos de: Profesor Titular Ordinario en la Cátedra de Ictiología, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata; Investigador Categoría 1 de la Universidad Nacional de La Plata, dentro del Programa de Incentivos del Ministerio de Educación de la Nación; Investigador Independiente CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas); Jefe de la Sección Ictiología, por concurso de antecedentes, Departamento Científico Zoología Vertebrados, Museo de La Plata y Responsable de la Sección Ictiología (Taxonomía), Instituto de Limnología «Dr. Raúl A. Ringuelet», UNLP-CONICET. Fue miembro Titular de Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata, UNLP (1989-1992) y miembro Titular del Consejo Científico Asesor del Instituto de Limnología «Dr. Raúl A. Ringuelet» (UNLP-CONICET) (1993). Hasta 1984 participó en varios proyectos de investigación. A partir del año 1985 y hasta la actualidad ha dirigido y co-dirigido cinco proyectos de investigación PID-CONICET y CIC, sobre Ecología, Zoogeografía y Biodiversidad de peces continentales sudamericanos, y ha dirigido y dirige investigadores (1 CONICET, 1 CIC, 1 UNLP), becarios (3 CONICET), 9 tesis (5 aprobadas, UNLP y UNT), profesionales (2 CONICET), técnicos (1 CONICET) y pasantes (3 UNLP, 3 UNT, 1 UNL) relacionados con temas ictiológicos. Ha recibido subsidios de instituciones del país para proyectos de investigación, revisión de colecciones o para asistir a congresos nacionales e internacionales. Ha sido subsidiada por Smithsonian Institution, Washington, D.C., para realizar investigaciones so-

bre los peces de la región Neotropical en el National Museum of Natural History. Fue investigador visitante para realizar tareas de investigación y examinar las colecciones ictiológicas en las siguientes instituciones: Instituto del Mar del Perú, Museo Javier Prado, Lima, Perú (X/1983); Museo de Ciencias Naturales y Facultad de Humanidades y Ciencias de Montevideo, Uruguay (III/1985); Museum of Zoology, University of Michigan, Ann Arbor, USA (VI/1988); American Museum of Natural History, New York, USA (VII/1988); National Museum of Natural History, Washington, D.C., USA (X-XI/1990); Museo de Zoología de Sao Paulo, Brasil (VII/1995); Museo de Ciencias y Tecnología, PUCRS, Porto Alegre, Brasil (VII/1997); Museo de Ciencias Naturales de Madrid, Facultad de Biología de la Universidad de Barcelona y Universidades de Salamanca y León, España (III-IV/1998); Universidad de Guelph, Canadá y American Museum of Natural History, New York, USA (VII-VIII/1998); Zoologisches Institut und Zoologisches Museum, Universidad de Hamburgo, Alemania (VIII-IX/1999) y Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, B.C.S., Méjico. Participó y participa como Miembro Informante en Comisiones Asesoras para el CONICET, la CIC y la UNLP. Actuó y actúa como Evaluador de proyectos de la Universidad Nacional de La Pampa, Universidad Nacional del Comahue, Universidad Nacional de Buenos Aires, Universidad Nacional de La Plata y Consejo Interuniversitario Nacional (CIN). Fue Jurado de 15 Tesis en las Universidades Nacionales de La Plata, Tucumán, Córdoba, Mar del Plata, del Litoral y Comahue. Participó en 23 Simposios y Congresos en Argentina, Brasil, Perú, Uruguay, Estados Unidos, Canadá y Méjico, en los que comunicó 31 trabajos. Publicó 44 trabajos científicos y un libro sobre Sistemática, Anatomía y Distribución de Peces Continentales argentinos. Actuó y actúa como Asesor Científico en temas de su especialidad en diversos organismos gubernamentales y privados, en el país y en el exterior. Dictó cursos de postgrado (3), seminarios (2), pasantías (7), entrenamientos (8) y conferencias (2) sobre « Sistemática y Anatomía ósea de peces de agua dulce » en distintos centros del país. Realizó viajes de campaña e investigación a diferentes cuencas hidrográficas de Argentina y ha desarrollado tareas técnicas relacionadas con Programas de Investigación y con la conservación, ordenamiento y clasificación de material ictiológico en la Colección Ictiología del Museo de la Plata e ILPLA. Su especialidad abarca la sistemática y anatomía de peces de agua dulce, la conservación de la diversidad de peces, la biogeografía y el entrenamiento de recursos humanos en Ictiología.

### VÍCTOR E. CUSSAC

Estudios universitarios y de postgrado: Licenciado y Doctor en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Universidad de Buenos Aires (UBA). Argentina. Posición actual: Profesor adjunto regular, dedicación exclusiva. Centro Regional Universitario Bariloche (CRUB), Universidad Nacional del Comahue (UNC). Investigador Universitario Categoría 2 de la Secretaría de Políticas Universitarias del Ministerio de Educación. Investigador Adjunto sin Director; del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Formación de Recursos Humanos: Dirección de Tesis de Licenciatura: 6 (+ 1 en realización). Dirección de Tesis de Maestría: 2 en realización. Dirección de Tesis de Doctorado: 3 (+ 1 en realización). *Publicaciones*: 23 (+ 6 trabajos enviados para su publicación). *Comunicaciones a Congresos, Reuniones y Simposios*: 46. *Consultoría*: En relación con las siguientes empresas HIDROSERVICE-HIDRENED, HIDROELECTRICA ALICURA S.A. e HIDROELECTRICA PIEDRA DEL AGUILA S.A. Otras actividades académicas: Evaluador de manuscritos presentados para su publicación a las revistas *Natura Neotropicalis*, *Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral*, *Neotrópica* y *Environmental Biology of Fishes*. Evaluador de proyectos de investigación de CONICET, FONCYT, Universidad Nacional de Cuyo, Universidad Nacional del Litoral y Universidad Nacional de Salta. Evaluador de becas internas de formación de postgrado y de ingreso a Carrera del Investigador Científico y Tecnológico, de CONICET. Integrante de tribunales evaluadores de tesis de la Licenciatura en Ciencias Biológicas, jurado en concursos de cargos docentes auxiliares (interinos y regulares) y de cargos de profesor interino e integrante de la Comisión de Doctorado en Biología del CRUB-UNC.

## SERGIO E. GÓMEZ

Investigador Adjunto sin director, del CONICET. Especialidad Ictiología: ecofisiología de peces dulceacuícolas. Licenciado en Ciencias Biológicas (Orientación Zoología, Suborientación Hidrobiología). (UBA, 1982). Promedio general: 7,87. Doctor en Ciencias Naturales (Zoología). UNLP 1988. Tesis Doctoral N° 502 (UNLP) titulada: Susceptibilidad a diversos factores ecológicos extremos, en peces de la Pampasia Bonaerense, en condiciones de laboratorio (308 págs., 1988). Director de tesis: Raúl H. Arámburu. Calificación: Sobresaliente 10 con recomendación para su publicación, y mención especial unánime del jurado. 9 cursos, y materias de postgrado, con evaluación final, 7 cursos sin evaluación final, asistencia a 11 reuniones científicas, 19 comunicaciones a reuniones científicas, 12 Informes Técnicos, amplia experiencia de campaña en el norte argentino. Desde 1984 se cuenta con 42 trabajos publicados o en prensa, se indican los más relevantes: -Gómez S.E., 1993. Concentración letal de oxígeno disuelto para *Corydoras paleatus* y *Pimelodella laticeps* (Pisces, Siluriformes). Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales «Bernardino Rivadavia», Hidrobiología, Tomo VII (2): 31-45. -Menni R.C. and S.E.Gómez, 1995. On the habitat and isolation of *Gymnocharacinus bergi* (Pisces, Characidae). Environmental Biology of Fishes, Dordrecht, 42: 15-23. -Gómez S.E., 1996. Resistenza alla temperatura e salinitá in pesci della Provincia di Buenos Aires (Argentina), con implicazioni zoogeografiche. En: Atti Congressuali, IV Convegno Nazionale Associazione Italiana Ittiologi Acque Dolci, Trento, Italia (1991): 171-192. -Menni, R.C., S.E.Gómez and F.López Armengol, 1996. Subtle relationships: freshwater fishes and the chemistry of water in southern South America. Hydrobiologia 328: 173-197. -Ortubay S.G., Gómez S.E. & V.E. Cussac, 1997. Lethal temperatures of a Neotropical fish relict in Patagonia, the scale-less characinid *Gymnocharacinus bergi* Steindachner 1903. Environmental Biology of Fishes, Dordrecht, 49: 341-350. -Gómez S.E., Villar C. and C. Bonetto, 1998. Zinc toxicity on *Cnesterodon decemmaculatus* (Jenyns, 1842), (Pisces, Atheriniformes) in the Paraná River and Río de La Plata Estuary. Environmental pollution 99(2): 159-165. -Menni R.C., Miquelarena A.M. and S.E.Gómez, 1998. Fish and limnology of a thermal water environment in subtropical South-America. Environmental Biol. Fishes, 51: 265-283. -Gómez S.E. y N.I. Toresani, 1998. Las Pampas. En: Evaluación de los humedales de América del Sur. (Pag. 97-113) Canevari P, D. Blanco, E. Bucher, G. Castro y I. Davison (eds.), Wetlands International Publ 46 (ISBN 987-97187-1-2). Buenos Aires, 208 pp. -Gómez S.E. 1998. Niveles letales de pH en el pejerrey *Odontesthes bonariensis* (Pisces, Atheriniformes). Iheringia, (Porto Alegre) Ser. Zool. (85): 101-108. -Giusto A, Gómez S.E., Cassará C. & R.A. Ferriz, 1998. Resistencia a la temperatura y salinidad en *Poecilia reticulata* Peters, 1859. Bioikos (Campinas) 12(2):45-52. -Cassará C., Gómez S.E., Giusto A., Ferriz R.A. y V. Asikian, 1999. Resistencia a diversos tóxicos y anestésicos en *Poecilia reticulata* Peters. Bioikos (Campinas) 13(1/2): 29-39. -Ferriz R.A., Bentos C.A. y S.E. Gómez, (en prensa). Fecundidad en *Jenynsia lineata* y *Cnesterodon decemmaculatus* (Cyprinodontiformes) de la pampasia argentina. Acta Biológica Venezolana, Caracas, 19(4): 33-39. -Villar C.A., S.E. Gómez & C.A. Bentos, 2000 (en prensa). Lethal concentration of Copper in the neotropical fish *Cnesterodon decemmaculatus* (Cyprinodontiformes). Bull. Environ. Contam. Toxicol., New York, October 65(4).

## CLAUDIO R. M. BAIGÚN

Estudios Cursados: Licenciatura en Ciencias Biológicas (Univ. de Bs. As) y Maestría en Ciencias pesquera (Oregon State University, USA). Antecedentes en Investigación: - Investigador del INIDEP. Fecha: 11/79 - 9/92. - Jefe del Laboratorio de Recursos Pesqueros de Lagos y Embalses del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero. Fecha: 1/1983 - 9/90. - Investigador del Department of Fish and Wildlife, Oregon State University, USA. Fecha 1/91- 12/94. - Investigador Independiente del CONICET. Fecha 4/97- Trabajos Publicados: Minotti, P, C. Baigún y R. Delfino. 1983. Determinación de las curvas de selectividad de redes agalleras para *Ageneiosus valenciennesi* (Bleeker, 1864) en el embalse de Salto Grande. Physis 43(104):11-16. Quirós, R. y C. Baigún. 1985. Marcaciones de peces en el embalse de Salto Grande, Río Uruguay (Argentina-Uruguay). Revista de Ciencias Naturales del Litoral 16(1):85-93. Quirós, R. y C. Baigún. 1985. Fish abundance related to organic matter in the Plata River Basin, South America. Transactions of the American Fisheries Society 114: 377-387. Quirós, R. y C. Baigún. 1986. Prospección pesquera en 33 lagos y embalses. En: Taller Internacional

sobre ecología y manejo de peces en lagos y embalses (I. Vila y E. Fagetti eds.). FAO, COPESCAL. Doc. Téc. (4): 159-179. Quirós, R.; S. Cuch y C. Baigún. 1986. Relaciones entre abundancia de peces y ciertas propiedades físicas químicas y biológicas en lagos y embalses patagónicos. En: Taller Internacional sobre ecología y manejo de peces en lagos y embalses (I. Vila y E. Fagetti eds.). FAO, CÔPESCAL. Doc. Téc. (4): 180-202. Delfino, R. y C. Baigún. 1989. Cambios en la comunidad de peces en el embalse de Salto Grande. En: I. Vila (ed.) Segundo simposio internacional de ecología de peces de lagos y embalses. FAO COPESCAL Tech. Doc. 9: 110-117. Prenski, B. y C. Baigún. 1988. Resultados entre ensayos de captura y factores ambientales en el embalse de Salto Grande (Febrero 1980-Febrero 1981). Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero 6: 77-102. Baigún, C. 1988. Evaluación de recursos pesqueros en aguas continentales mediante el uso de redes enmalladoras. Clímax 7: 79 p. Baigún, C. y R. O. Anderson. 1994. The use of structural indices for the management of pejerrey (*Odontheistes bonariensis*, Atherinidae) in Argentine lakes. Journal of North American Fisheries Management 13: 600-608. Baigún, C y R. Delfino. 1994. Relationship between environmental factors and relative pejerrey biomass in warm water lakes and reservoirs of Argentina. Acta Biol. Venez. 15: 47-57. Baigún, C. and C. Marinone. 1995. Cold temperate lakes of South America: do they fit northern hemisphere models?. Arch. Hidrobiol. 135: 23-51. Baigún, C y R. Delfino. 1994. Relationship between environmental factors and relative pejerrey biomass in warm-temperate lakes and reservoirs of Argentina. Acta Biol. Venez. 15: 47-57. Baigún, C., J. Sedell and G. Reeves. Use of cool pools by summer steelhead (*Oncorhynchus mykiss*) in Steamboat Creek, Oregon. Journal of Freshwater Ecology (en prensa).

### RICARDO L. DELFINO SCHENKE

· Licenciado en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, 1982. · Más de 50 trabajos sobre biología pesquera, ecología de peces y manejo de los recursos naturales. Ha participado en numerosos Seminarios y Talleres en la Argentina y en el exterior, en los que ha presentado más de 30 trabajos científicos en la temática relativa a biología pesquera, ecología de peces y manejo de los recursos naturales. Actualmente desarrolla su actividad en la Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable como consultor Senior en manejo y gestión de recursos pesqueros (1997 a la fecha). Entre 1980 y 1996, en el Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Departamento de Pesquerías Demersales y Fluviales. Area Aguas Continentales (1980-1996) como investigador. Responsable del Proyecto «Evaluación de los Recursos Pesqueros de la Cuenca del Plata» (1992-1996). Consultor de agencias internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), y en proyectos del Banco Mundial (WB) en temas relativos a biología pesquera y ecología de peces, desarrollando su actividad en Argentina, Uruguay y Paraguay. Consultor de varias empresas del sector privado en proyectos aplicados sobre conservación y manejo de los recursos naturales. Se desempeñó en las siguientes universidades: · Profesor Asociado de Ecología Acuática. Departamento de Biología. Universidad CAECE, Centro de Altos Estudios en Ciencias Exactas. (1998 a la fecha). · Profesor asociado de Biología y Técnica Pesquera. Universidad ITBA, 1991 a 1996. · Profesor Adjunto de la Cátedra de Piscicultura. Universidad Católica Argentina, 1982-1984. Ha sido instructor de numerosos cursos de Evaluación de Pesquerías para profesionales en la región.

### JUAN M. IWASZKIW

Lic. en Zoología de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata en 1978. Actualmente se desempeña como Miembro de la Carrera del Personal de Apoyo a la Investigación y Desarrollo del CONICET en el Instituto de Limnología Dr. Raúl A. Ringuelet (UNLP-CONICET). Investigador invitado del Departamento Científico Zoología Vertebrados de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP Profesor Asociado de la Cátedra de Ecología Acuática de la Universidad CAECE. Fue Profesor Asociado de la Cátedra de Ictiología. Universidad CAECE (1985-1988). Asesor del Programa para la preservación de la fauna ictícola del Embalse de Salto Grande conjuntamente con el personal Científico y Técnico del INAPE (Uruguay), INIDEP (Argentina) y la Comisión Técnica Mixta de Salto Grande (1988). Asesor Externo Ad-honorem del Programa Protección de la fauna íctica. Biología y reproducción de peces del Alto Paraná, en el área de afectación de la represa de Yacyretá, Corrientes, Argentina. Entidad Binacional Yacyretá (1988-1992). Director de Desarrollo Pesquero. Subsecretaría de Pesca y Recursos Naturales. Ministerio de Asuntos Agrarios. Provincia de Buenos Aires (1996 - 1997). Consultor Nacional del Banco Mundial - BIRF Sub Componente B3 Ambiental. PASMA I. Area: Flora, Vegetación y Fauna. Subsecretaría de Minería de la Nación. Unidad de Gestión Ambiental Nacional

(UGAN) en las provincias de Salta, Catamarca, La Rioja, San Juan, San Luis, Mendoza, Tucumán y Jujuy (1998 – 1999). Consultor Nacional. Banco Mundial - BIRF Sub Componente B3 Ambiental. PASMA II – NORESTE. Area: Flora, Vegetación y Fauna en las provincias de Misiones, Corrientes, Formosa, Chaco, Santiago del Estero, Santa Fe y Entre Ríos y del PASMA II - SUR. Area: Flora, Vegetación y Fauna. Provincias de Neuquén, Río Negro, Chubut, Santa Cruz y Tierra del Fuego (1999-2000). Ha dirigido seminarios de Licenciatura en Ciencias Biológicas y dictado pasantías relacionados con la temática de la reproducción de peces de agua dulce, en universidades de Buenos Aires y del Interior del país. Ha dictado cursos sobre Acuicultura, Biología Pesquera y Conferencias sobre pesca deportiva y manejo de los recursos pesqueros. Se encuentra dirigiendo Seminarios de Licenciatura sobre el estudio de la temporada reproductiva de peces Siluriformes y Characiformes de la laguna Chascomús, Pcia de Bs. As. Cátedra de Ecología Acuática. Universidad CAECE. Ha elaborado aproximadamente 23 informes técnicos y 20 trabajos científicos relacionados con la reproducción de peces, biología pesquera y manejo de los recursos pesqueros de distintos ambientes y regiones del país.

### NORBERTO O. OLDANI

Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química INTEC. Güemes 3450, 3000 Santa Fe, ARGENTINA. TITULO PROFESIONAL: 1975 Profesor en Ciencias Naturales. 1997 Master en Ecología Acuática Continental. (Universidad Nacional del Litoral). EMPLEOS: 1976 Becario del CONICET. Instituto Nacional de Limnología. 1980 Biólogo Pesquero. Proyecto Hidroeléctrico Paraná Medio. 1983 Investigador Asistente del CONICET. Instituto Nacional de Limnología. 1987 Biólogo Pesquero. Hidrened S.A. Proyecto Garabí. 1988 Consultor. Entidad Binacional Yacyreta. 1991 Investigador Asistente del CONICET. Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química (INTEC). 1992. Investigador Adjunto del CONICET. Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química. (INTEC). 1994. Representante Técnico Acta 5 Convenio SECYT-CONICET-EBY. 1995 Representante Técnico Estudios ambientales HINISA e HIDISA. 1997. Representante Técnico Acta 9 Convenio SECYT-CONICET-EBY. PUBLICACIONES: Tablado, A. y N. Oldani. Consideraciones generales sobre las migraciones de peces en el río Paraná. Bol. Asoc. Cienc. Nat. del Litoral, 4(3): 31-34 (1984). Oldani, N. y O. Oliveros. Estudios limnológicos en una sección transversal del tramo medio del río Paraná. XII: Dinámica temporal de peces de importancia económica. Rev. Asoc. Cienc. Nat. del Litoral, 15(2): 175-183 (1984). Oldani, N. y A. Tablado. Dinámica temporal de pequeños peces de agua libre en la laguna «La Cuarentena» (Isla Carabajal, río Paraná medio). Studies on Neotropical Fauna and Environment, 20(1): 49-58 (1985). Oldani, N. Evaluación acústica de peces por recuento de ecos. En Vila, I. y E. Fagetti (Eds) Trabajos presentados al Taller Internacional sobre Ecología y manejo de peces en lagos y embalses. Santiago, Chile, COPESCAL DOC. TEC., (4):115-120 (1986). Tablado, A; Oldani, L. Ulibarrie y C. Pignalberi de Hassan. Cambios estacionales de la densidad de peces en una laguna del valle aluvial del río Paraná (Argentina). Rev. Hydrobiol. trop., 21(4):335-348 (1988). Oldani, N. Variaciones de la abundancia de peces del valle del río Paraná. Revue D'Hydrobiologie trop., 23(1)90: 67-76 (1990). Padín, O; N. Oldani y R. Iriart. Número y biomasa de peces en la laguna Chascomús (Provincia de Buenos Aires, Argentina). en Vila, I (ed) Trabajos presentados al Segundo Taller Internacional sobre Ecología y Manejo de Peces en Lagos y Embalses. Santiago (Chile), 3 de octubre de 1987. COPESCAL Doc. Téc. 9: 196 pp. (1991). Oldani, N.O; J.Iwaszkiw; O. Padín y A. Otaegui. Fluctuaciones de la abundancia de peces en el alto Paraná (Corrientes, Argentina). Actas del II Seminario El río Uruguay y sus recursos. Serie Técnico-Científica Vol 1(1): 43-53 (1992). Oldani (N.O.).- General considerations on productivity of fish in the Paraná River. Environmental and Social Dimensions of Reservoir Development and Management in the La Plata River Basin. UNCRD Nagoya: 59-65 (1994). Baigún, C.; Oldani, N.- The HIDROVIA Project: Should We Be Concerned for Fish Resources?; Engineering Approaches to Ecosystem Restoration; Hayes, D. F.; ASCE American Society of Civil Engineers; Denver, Colorado EEUU, 1998. Oldani, N.; Baigún, C. And R. Delfino. Fishway Performances in South American Regulated Rivers; Engineering Approaches to Ecosystem Restoration; Hayes, D. F.; ASCE American Society of Civil Engineers; Denver, Colorado EEUU, 1998.

### RICARDO A. FERRIZ

Profesor de Ciencias Naturales, Instituto Nacional Superior del Profesorado «Joaquín V. González». Promedio general: 8,04. *Ocupación actual*: Investigador científico de la sección Ictología del MACN, desde el año 1988; categoría actual C6 (SINAPA). *Especialidad*: Ictología, ecología trófica y biología



de peces patagónicos de aguas continentales. Amplia experiencia de campañas en ambientes léxicos y lóticos de patagonia y cordillera. Nueve comunicaciones en reuniones científicas. Seis trabajos de divulgación científica. Once Informes Técnicos. Asistencia a siete reuniones científicas. Desde el año 1984 al presente se cuenta con veintinueve trabajos publicados o en prensa de los cuales se indican los más relevantes: - FERRIZ, R.A. 1987. Biología del puyen *Galaxias maculatus* (Jenyns) (Teleostei, Galaxiidae) en un embalse norpatagónico. Ciclo de vida, ciclo gonadal y fecundidad. *Rev. Mus. Arg. Cienc. Nat.*, Buenos Aires, Hidrobiología, 6(5):20-38. - FERRIZ, R.A. 1988. Relaciones tróficas de Trucha marrón, *Salmo fario* Linné, y Trucha arco iris, *Salmo gairdneri* Richardson, (Osteichthyes, Salmoniformes) en un embalse norpatagónico. *Stud. Neotrop. Fauna & Envir.*, Lissé, 23(3): 123-131. - FERRIZ, R.A. 1989. Alimentación de *Percichthys colhuapiensis* (Mac Donagh, 1955) y P. trucha (Girard, 1854) (Osteichthyes, Percichthyidae), en el embalse Ramos Mexía, Provincia del Neuquén, Argentina. *Iheringia*, Porto Alegre, 69:109-116. - FERRIZ, R.A. 1993. Algunos aspectos de la dieta de cuatro especies icticas del Río Limay (Argentina). *Revista de Ictiología*, 2/3(1/2):1-7, 1993-94. - FERRIZ, R.A. y W. SALAS ARAMBURU. 1996. Dieta de *Galaxias maculatus* (Jenyns, 1842) (Salmoniformes:Galaxidae) en un embalse norpatagónico. *Boll. Mus. reg. Sci. nat. Torino*, 14(1):249-257. - FERRIZ, R.A. 1996. Aporte al conocimiento de la ictiofauna de la provincia de San Luis, Argentina. *Bioikos*, 9(1/2):32-34. FERRIZ, R.A. 1998. Alimentación de *Trichomycterus corduvense* Weyenberg, 1879 (Teleostei:Trichomycteridae) en dos ríos serranos de San Luis, Argentina. *Rev. Mus. Arg. Cienc. Nat.*, Hidrobiología, 8(5):43-49. - FERRIZ, R.A.; H.L. LOPEZ y S.E., GOMEZ. 1998. *Bibliografía de los peces continentales patagónicos. Aquatec*, 6:1-12. -FERRIZ, R.A. y G.R. LOPEZ. 1998. Dieta de *Lycengraulis olidus* (Günther, 1874) (Pisces:Engraulidae) en el río Uruguay Inferior. *Bioikos*, 12(1):69-71. -CASSARA, C.; S.E.GOMEZ; GIUSTO, A.; R.A.FERRIZ y ASIKIAN, V. 1999. Resistencia a diversos tóxicos y anestésicos en *Poecilia reticulata*. *Bioikos*, 13(1/2):29-39. -FERRIZ, R.A.; C.A. BENTOS y GOMEZ, S.E. 1999. Fecundidad en *Jenynsia lineata* y *Cnesterodon decemmaculatus* (Pisces, Cyprinodontiformes) de la pampasia argentina. *Acta Biológica Venezuelica*. 19(4):33-39. -FERRIZ, R.A. 2000. Alimentación de *Percichthys colhuapiensis* Mac Donagh, 1955 (Percichthyidae) en la alta cuenca del río Negro, Argentina. *Bioikos*, 14(1):44-48. - GOMEZ, S. E. y R.A. FERRIZ. Algunos aspectos de la ecofisiología del pejerrey. En: *Fundamentos biológicos, económicos y sociales para una correcta gestión del recurso pejerrey*. F. Grosman (ed.). En prensa, junio de 1998.

## HUGO A. DOMITROVIC

Titulación de grado: Médico Veterinario, egresado de la Facultad de Ciencias Veterinarias (UNNE), 1977. Titulación de posgrado: Doctor de la Universidad de Buenos Aires, egresado de la Fac. Cs. Veterinarias (UBA), 1997. Cargo docente: Profesor Titular dedicación exclusiva por concurso, de Histología y Embriología. Otros cargos actuales: Vicedecano, de la Facultad de Ciencias Veterinarias – UNNE. Docente-Investigador categoría I, del Programa de Incentivos a los Docentes Investigadores. Director del Instituto de Ictiología del Nordeste, Facultad de Ciencias Veterinarias-UNNE. Director de la «Revista de Ictiología». Especialidad (Disciplina científica): Patología de peces. Publicaciones: Más de 60 trabajos publicados sobre temas de histología, histopatología, toxicología y patología en peces. En los mismos se caracterizan las estructuras histológicas normales de peces autóctonos de la región nordeste argentina, se describen lesiones y patologías de peces en ambientes naturales y en condiciones de piscicultura, y se analizan los efectos producidos por diferentes contaminantes sobre los tejidos de los peces y sus niveles de toxicidad. Subsidios para Investigación: Subsidios otorgados por organismos y entidades de financiamiento a la investigación y desarrollo como CONICET, C.A.F.P.T.A., Secretaría General de Ciencia y Técnica-UNNE, FOMEC, y Entidad Binacional Yaciretá. Comunicaciones a Congresos y Reuniones Científicas: Más de 100 trabajos presentados en Congresos y Reuniones Científicas nacionales e internacionales sobre temas de ictiología e ictiopatología. Formación de recursos humanos: Dirección de becarios de pregrado, iniciación y perfeccionamiento en la investigación. Dirección de investigadores de la universidad. Dirección de investigadores y personal de apoyo a la investigación del CONICET. Dirección de Proyectos de investigación.

## OSCAR H. PADÍN

**Título Universitario:** Licenciado en Zoología, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Univ. Nac. de La Plata. Año 1987. Formación de Postgrado: Ha realizado 20 cursos de especialización en el país y 7 en el exterior sobre temas atinentes a sus actuales funciones. **Cargos y Actividades Actuales:** Director de Recursos Ictícolas y Acuícolas (B2 - F.Ej. IV, Resolución SRNyAH N° 587/94). Ministerio de Desarrollo Social y Medio Ambiente de la Nación. Miembro Alternativo del Consejo Federal Pesquero (creado por Ley 24.922/98). (Res. SRNyDS N° 247/98). Miembro Consultor de la Delegación Argentina ante la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo (Argentina - República Oriental del Uruguay). Responsable Técnico del Proyecto "Prevención de la Contaminación Costera y Gestión Sustentable de la Biodiversidad Marina y Costera". Banco Mundial (PPG 28491 AR). Representante Alternativo ante el Comité Coordinador del "Convenio sobre Conservación y Desarrollo de los Recursos Ictícolas en los tramos compartidos de los Ríos Paraná y Paraguay". (Res. SRNyDS N°961/99) Miembro Titular ante el Comité Permanente de la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Iran, 1971), y Miembro del Subgrupo de Finanzas del citado Comité. (Res. SRNyDS N°996/99). Profesional Adscrito al Dpto. Científico Zoología Vertebrados, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata. **Cargos y Actividades Anteriores:** Desde el 1 de marzo de 1977 hasta el 28 de febrero de 1995 se desempeñó como Miembro de la Carrera del Personal de Apoyo a la Investigación y Desarrollo del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), en el Instituto de Limnología, "Dr. Raúl A. Ringuelet". Entre los años 1980 y 1995 se desempeñó como Consultor realizando monitoreos de campo y estudios de impacto ambiental para distintas empresas y organismos públicos, produciendo como autor o coordinado más de 40 informes técnicos sobre limnología, biología pesquera, educación, evaluación de impacto de emprendimientos hidroeléctricos, minería y explotación hidrocarburífera. Desde el año 1991 hasta el 1 de abril de 1997, se desempeñó como Profesor Adjunto de la Cátedra de Ecología Acuática en la Universidad CAECE. Ha publicado 29 trabajos científicos, técnicos y de divulgación ambiental.

# Ictiología Continental Argentina

La Plata, 18 al 22 de noviembre de 2002

Carrera de Doctorado en Ciencias Naturales, Cat. "A" - CONEAU

Departamento de Postgrado  
Facultad de Ciencias Naturales y Museo  
Universidad Nacional de La Plata  
[posgrado@museo.fcnym.unlp.edu.ar](mailto:posgrado@museo.fcnym.unlp.edu.ar)  
[www.fcnym.unlp.edu.ar](http://www.fcnym.unlp.edu.ar)

## Profesor responsable

Dr. Hugo L. López

## Profesores participantes

Dr. Claudio Baigún  
Lic. Ricardo Delfino  
Dr. Hugo A. Domitrovic  
Dr. Alberto Fenocchio  
Lic. Juan M. Iwaszkiw

Dr. Roberto C. Menni  
Dra. Amalia M. Miquelarena  
Msc. Norberto Oldani  
Lic. Oscar H. Padín  
Msc. María J. Parma de Croux

Msc. Liliana M. Rossi

## Bibliografía

- Anónimo. 2001. *Estrategia Nacional de Desarrollo Sustentable*. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Ministerio de Desarrollo Social. Argentina. 23 pp.
- Anónimo. 2002. *Plan de aplicación de las decisiones de la Cumbre Mundial sobre el desarrollo sostenible*. 26 de agosto al 4 de septiembre de 2002 - Documento: A/CONF.199/L.3/Add.1-13. Johannesburgo, Sudáfrica. 4 pp.
- López, H. (En prensa) *Aspectos históricos y estado del conocimiento de la ictiofauna continental argentina*. Ed. Proteger, Univ. Nac. del Litoral. 10 pp.
- López, H. 2001. *Estudio y uso sustentable de la biota austral: Ictiofauna continental argentina*. Rev. Cubana Invest. Pesq. Supl. especial versión electrónica: Resúmenes del II Taller Internacional Contaminación y protección del Medio Ambiente, La Habana, Cuba. 39 pp.
- López, H., A. A. Bonetto, S. E. Gómez y L. C. Protogino. 1993. *Bibliografía argentina del género Prochilodus (Pisces: Curimatidae)*. Biología Acuática 17. 19 pp.
- López, H., C. C. Morgan y M. J. Montenegro. 2002. *Icthyological ecoregions of Argentina*. Probiota, Serie Documentos N° 1. 69 pp.
- López, H., R. C. Menni y L. C. Protogino. 1994. *Situación ambiental de la Provincia de Buenos Aires. A. Recursos y rasgos naturales en la evaluación ambiental. Bibliografía de los peces de agua dulce de Argentina Suplemento 1993*. Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, Año IV (26). 10 pp.
- Oldani, N. O. y C. R. M. Baigún. 2002. *Performance of a fishway system in a major South American dam on the Parana River (Argentina-Paraguay)*. River Res. Aplic. 18: 171-183
- Oldani, N. O., C. R. M. Baigún y R. Delfino. (En prensa). *Consideraciones sobre los sistemas de transferencia para peces en las represas de los grandes ríos de la Cuenca del Plata en la Argentina*. Actas de la Tercera Jornada sobre Conservación de la Fauna Ictica del Río Uruguay. Paysandú, R. O. U., 2002. 8 pp.
- Pascual, M., P. Macchi, J. Urbanski, F. Marcos, C. Riva Rossi, M. Novara y P. Dell Arciprete. 2002. *Evaluating potential effects of exotic freshwater fish from incomplete species presence-absence data*. Biological Invasi
- Zagarese, H. E. y C. E. Williamson. 2001. *The implications of solar UV radiation exposure for fish and fisheries*. Fish and fisheries 2: 250-260.

## ICTIOLOGIA CONTINENTAL ARGENTINA: CONTEXTO HISTORICO

Hugo L. López (\*)

### Indígenas, Jesuitas y Naturalistas

El descubrimiento de América, causa una conmoción en los ambientes científicos del viejo continente, provocando cambios dentro de las bases y estructuras del pensamiento europeo. En otro orden, lamentablemente, marca el comienzo de la destrucción a gran escala de la vida silvestre del nuevo mundo. A partir de Cristóbal Colón, a quién puede considerarse el primer naturalista que llega a nuestro continente, le suceden otros conquistadores, exploradores y aventureros, en su inmensa mayoría en la búsqueda de poder, fama y riquezas. De esta manera, toman contacto con la naturaleza y, a través de los indígenas y sus propias experiencias, comienzan con crónicas y relatos, que a menudo estaban cargados de fantasías generadas por ignorancia y los propios misterios del nuevo mundo que enfrentaban.

Los aborígenes sudamericanos fueron los primeros en transmitir los conocimientos ictiológicos de la región, quienes por propia experiencia pudieron diferenciar propiedades y conducta de los peces que capturaban. Entre los autores de los primeros relatos sobre fauna y flora de la América Meridional pueden mencionarse a Ulrico Schmidel, Diego García y Gonzalo Fernández de Oviedo y Valdéz, éste último considerado el primer cronista de las Indias. En cuanto a los misioneros, se destaca la labor de los jesuitas, pudiendo nombrar, dentro del tema de este artículo, a Miguel Marimón, Pedro Lozano, José Sánchez Labrador y Florián Paucke.

El interés de las naciones europeas por las riquezas naturales del nuevo continente, se refleja en la inclusión de naturalistas en las expediciones, en general, dirigidas al norte de América del Sur. Los primeros antecedentes sobre peces continentales de nuestro territorio, corresponden a las expediciones de Louis Antoine de Bouganville, Isidore Dupery, Alcides d'Orbigny y el Capitán Fitz Roy. En esta etapa no se puede dejar de destacar la labor realizada por el militar ingeniero español Félix de Azara.

### Siglo XIX. Los comienzos. Consolidación constitucional

Los comienzos de la ictiología como disciplina en Argentina estuvo sujeta al ordenamiento institucional del país. Es así que, en los primeros cincuenta años del siglo XIX, para la ciencia local podemos señalar la creación del Museo Público en 1823 por impulso de Bernardino Rivadavia, los viajes de A. d'Orbigny y C. Darwin, y la tarea de F. J. Muñiz. En 1854, Paraná adquiere estatus de centro científico con la fundación del Museo Nacional de la Confederación Argentina, actualmente Museo de Ciencias Naturales y Antropológicas "Prof. Antonio Serrano". El ámbito adecuado para el crecimiento científico del país se genera a partir de 1861 con la política científica implementada por Domingo F. Sarmiento, la contratación de Herman Burmeister como Director del Museo Público y la creación de la Academia Nacional de Ciencias y Observatorio Astronómico de la ciudad de Córdoba. Como consecuencia de este último, se conforma el llamado "grupo Córdoba", en el que se contrató a H. Weyenbergh, quién representa al inicio formal de la ictiología en el país. Sin embargo, el primer zoólogo nativo en publicar sobre el tema fue E. L. Holmberg, sin dejar de mencionar los comentarios del militar naturalista L. Fontana. A fines de este siglo dos acontecimientos, dan impulso a esta disciplina, la construcción del Museo de La Plata por iniciativa de F. P. Moreno, quién contrata al zoólogo francés F. Lahille, y la asunción de C. Berg a la dirección del Museo de Historia Natural de Buenos Aires (hoy Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia). En este período, es importante destacar el comienzo de la influencia del ictiólogo estadounidense C. Eigenmann sobre los estudios de la ictiología neotropical.

### Siglo XX. El ordenamiento regional

En el siglo veinte prosigue la tarea de los ya mencionados F. Lahille y C. Berg, a los que se agregan L. Valette, G. J. Devincenzi, C. Marelli, E. Mac Donagh, M. L. Fuster, A. Thormalen, T. Marini, A. Pozzi, E. Siccardi, F. Gneri, V. Angelescu, A. Nani, R. López, J. Cordini, E. Boschi, V. Mastrarrigo, A. Alonso, R. H.

---

(\*) División Zoología Vertebrados, Instituto de Limnología "Dr. Raúl A. Ringuelet"  
(FCNyM, UNLP), CIC  
Paseo del Bosque s/n, (1900) La Plata, Argentina  
e-mail: hlopez@museo.fcnym.unlp.edu.ar

Arámburu y R. A. Ringuelet. En la década del sesenta el Consejo Federal de Inversiones (CFI) da un importante estímulo a la ictiología nacional publicando en la serie "*Evaluación de los recursos naturales de la Argentina*" dos tomos referidos al tema en los que intervienen T. Marini, R. López y V. Mastrarrigo. Además, da apoyo económico al Convenio Estudio Riqueza Ictícola dirigido por Raúl A. Ringuelet, con el que se inicia una importante etapa de estudios de los ambientes lóticos y lénticos bonaerenses. En 1967, se suma un aporte fundamental con la obra "*Los peces argentinos de agua dulce*" de R. A. Ringuelet, R. H. Arámburu y A. Alonso de Arámburu, editada por la Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires (CIC). Esta obra marca un hito en la disciplina, no sólo a nivel nacional sino también regional, constituyéndose en el marco de referencia para el inicio de cualquier línea de investigación. Durante esta década, la creación del Instituto Nacional de Limnología (INALI) en Santo Tomé (Santa Fe) impulsada por A. Bonetto y la del Instituto de Limnología de La Plata, actual Instituto de Limnología "Dr. Raúl A. Ringuelet" (ILPLA), por R. A. Ringuelet, permitiendo el desarrollo de líneas de investigación dirigidas al conocimiento general de los ambientes acuáticos del Paraná medio y sistemas lóticos y lénticos de la provincia de Buenos Aires. A mitad de los setenta, se establece el Centro de Ecología Aplicada (CECOAL) en la ciudad de Corrientes y el interés creciente por la Ictiología contribuyó a la creación de la primera Cátedra sobre la especialidad en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la UNLP, dictada por el Prof. R. H. Arámburu. En esta etapa, R. A. Ringuelet publica su propuesta zoogeográfica para los peces continentales de América del Sur, logrando nuevamente un trabajo de base para las futuras líneas de investigación en el tema y aquellas referidas a biodiversidad y conservación. Los setenta también marcan el inicio de megaproyectos binacionales sobre los ambientes acuáticos de la cuenca del Plata, por lo que entes binacionales y nacionales dieron apoyo, aunque en forma dispar y discontinua, a diversas líneas de investigación que ampliaron el conocimiento de la ictiofauna.

A pesar del escaso apoyo de los gobiernos de turno, los últimos veinticinco años muestran el desarrollo y consolidación de grupos regionales, principalmente los relacionados a diferentes universidades nacionales, contribuyendo al desarrollo de la ictiología continental en Argentina. A través de éstos y algunos aportes individuales, se han logrado avances significativos en diversos campos, los que han sido proyectados internacionalmente y que, en muchos casos, no son debidamente reconocidos por los organismos evaluadores nacionales.

En esta etapa, no podemos dejar de mencionar los aportes de ictiólogos extranjeros, quienes contribuyeron al avance del conocimiento de la biodiversidad de diversas regiones del Neotrópico.

## Siglo XXI. Proyecciones y desafíos

Ante las dificultades del sistema, el desafío en los próximos años requerirá de la imaginación y del esfuerzo mancomunado de los profesionales de la disciplina buscando, en primer lugar, consolidar la frágil estabilidad de los grupos de trabajo y, en segundo lugar, afianzar las relaciones internas y externas, en particular, las regionales. En otro orden, debemos tener una actitud de compromiso desde nuestra profesión, siendo capaces de generar información que pueda ser utilizada por los diferentes actores de nuestra sociedad, con el objeto de lograr la protección de nuestros recursos puesto que conforman elementos propios de la soberanía nacional.

## BIBLIOGRAFIA DE REFERENCIA

- CAMACHO, H. H. 1971. *Las ciencias naturales en la Universidad de Buenos Aires. Estudio histórico*. Ed. Universitaria de Buenos Aires, 150 pp.
- CASTEX, M. N. 1968. *Sanchez Labrador: Peces y Aves del Paraguay Natural. ilustrado, 1767*. Cia. Fabril Editora, S. A., Buenos Aires, 511pp
- FURLONG, G. 1969. *Historia social y cultural del Río de la Plata 1536-1810. El trasplante cultural: Ciencia*. Tipográfica Editora Argentina, Buenos Aires, 420pp.
- FONTANA; L. J. 1977. *El Gran Chaco*. Solar/Hachette, Buenos Aires, 200pp. XII tab.
- LÓPEZ, H. L. Aspectos históricos y estado del conocimiento de la ictiofauna continental argentina. *Fundación Proteger*, Santa Fe (En prensa).
- LÓPEZ, H. L. y A. E. AQUINO. 1998. Ictiología Continental Argentina: Una aproximación histórica. *Revista Museo* 2(11):77-82.
- LÓPEZ, H. L. y M. L. GARCÍA. 2001. Aspectos históricos e importancia regional de pejerrey bonaerense:15-20. **En:** *Fundamentos biológicos, económicos y sociales para una correcta gestión del recurso pejerrey*, Ed. Astyanax, Azul, Buenos Aires, 212 pp.

- LÓPEZ, H. L. & A. A. MARIAZZI. 1994. Limnology in Argentina: an historical account. *Freshwater Forum* 4(3):69-178.
- MONES, A. y M. A. KLAPENBACH. 1997. Un ilustrado aragonés en el virreinato del Río de la Plata: Félix de Azara (1742-1821). Estudios sobre su vida, su obra y su pensamiento. *Anales del Museo Nacional de Historia Natural de Montevideo* 2(9):231pp.
- NANI, A. 1961. Panorama zoológico argentino: peces. *Physis* 22(63):05-112.
- RINGUELET, R. A. 1967. Historia, estado actual y futuro de la Zoología en la República Argentina. *Acta Zool Lilloana* 23:5-43.
- SEELSTRANG, A. 1977. *Informe de la Comisión Exploradora del Chaco*. EUDEBA, 102 pp, 1 mapa.
- SERRANO, A. 1970. Paraná, centro científico. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias*, Córdoba, 48:57-59.

## Hugo Luis Lòpez

DOMICILIO PARTICULAR: Calle 12, Nº 2073 e/ 511 y 512, 1901 Ringuelet, Bs. As.

DOMICILIO LABORAL: Laboratorio de Sistemática, ILPLA, Av. Calchaquí km 23,5, 1888 Florencio Varela  
Departamento Científico Zoología Vertebrados, Museo de La Plata, UNLP, Paseo del Bosque s/n, 1900 La Plata

DOCUMENTOS DE IDENTIDAD: L.E.7.761.007 ; C.I.(Policía Federal) 5.082.140.

MATRICULA PROFESIONAL: B - 2025 Consejo Profesional de Ciencias Naturales de la Provincia de Buenos Aires.

TE particular: 54-0221-471-2683 ; TE laboral: 54-0221-423-4917 ; Fax: 54-0221-425-7527  
e-mail: [hlopez@museo.fcnym.unlp.edu.ar](mailto:hlopez@museo.fcnym.unlp.edu.ar)

Doctor en Ciencias Naturales, UNLP. Sus líneas de trabajo comprenden la biodiversidad y conservación de peces continentales de la Argentina. Ha publicado más de 50 trabajos científicos, publicó tres libros y colaboró en la edición de otros tres.

Ha participado en diversas reuniones científicas nacionales e internacionales como expositor, conferencista y panelista. Realizó viajes campaña e investigación a diferentes cuencas hidrográficas de Argentina y países limítrofes, Mar Argentino y Antártida. Ha sido evaluador y asesor de organismos gubernamentales y no gubernamentales. Ocupó la Dirección del Instituto de Limnología "Dr. Raúl A. Ringuelet" y de la revista *Biología Acuática*; la vicepresidencia de la Asociación Argentina de Limnología y fue Presidente de la II Reunión Argentina de Limnología (RAL'91).

Actualmente, es Profesor Adjunto Ordinario de la Cátedra de Ictiología, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP; Investigador Independiente de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC); Jefe del Departamento Científico Zoología Vertebrados, Museo de La Plata y Director Conjunto del Programa para el estudio y uso sustentable de la biota austral (ProBiota) (FCNyM, UNLP).

## Principios generales aplicados al manejo de recursos pesqueros continentales

Claudio Baigún <sup>(1)</sup> y Ricardo Delfino <sup>(2)</sup>

Los recursos pesqueros continentales son altamente dependientes de los procesos naturales y antrópicos que ocurren en las cuencas, por lo que su manejo debe enmarcarse necesariamente dentro del ámbito que propone la ecología pesquera. Históricamente el manejo de los recursos pesqueros de agua dulce en Argentina se ha limitado fundamentalmente a la siembra y regulación de las capturas sin haberse incorporado estas acciones dentro de un proceso de gestión ordenado.

En ambientes continentales es fundamental diseñar muestreos apropiados. Exactitud y precisión constituyen dos características muy importantes que están relacionadas con las escalas espaciales y temporales que ofrecen los recursos que se desea evaluar. Resulta asimismo crítico definir los sitios de muestreo, ya que los ambientes de agua dulce exhiben, a menudo, gradientes ambientales marcados que definen distintas características de los atributos que se desea evaluar (talla, edad, composición de especies etc.). Ello obliga a tomar decisiones entre el tamaño de la muestra, su alcance espacial y la frecuencia de los muestreos y en relación con ello un aspecto central es definir si el diseño del muestreo será al azar, estratificado o sistemático. También resulta importante determinar *a priori* el tamaño de las muestras para ello es necesario disponer de alguna medida de variabilidad la que debe obtenerse de muestreos pilotos específicamente diseñados.

Contrastando con la mayor homogeneidad de los ambientes lénticos, los ambientes lóticos poseen como característica una gran diversidad de hábitats de complejidad variable. En grandes ríos el canal principal y la llanura de inundación definen los macrosistemas y su complejidad. En ríos de bajo orden, la velocidad de la corriente y los factores estructurales dados por la morfometría y la cobertura son aspectos críticos que pueden ser fuertemente alterados por las cargas de sedimentos, deforestación, ganadería, desarrollo de obras, etc.. La evaluación de hábitats para los peces puede llevarse a cabo mediante el empleo de curvas de adecuabilidad e índices de electividad.

El conocimiento del tamaño de la población es una información que a menudo se requiere para tomar decisiones de manejo. Existen diversos enfoques que pueden utilizarse: conteo de individuos en un área definida, experimentos de marca y recaptura y cambios en la abundancia por declinación de la captura por unidad de esfuerzo. Los métodos de captura de peces se dividen en pasivos y activos. Las artes pasivas más usuales son las enmalladoras que generan información sobre abundancia relativa, y si son aplicadas de manera estandarizadas, son útiles para detectar cambios en la densidad de stocks. Su mayor desventaja es la selectividad. La captura de peces mediante tóxicos es también una técnica valiosa particularmente en lagos y embalses. Las artes activas capturan peces al ser desplazadas, siendo las redes de arrastre costero y las trampas las más utilizadas. Otro método activo muy común en agua dulce para capturar peces es la pesca eléctrica. Este método es muy utilizado en ríos de pequeñas dimensiones.

Para estimar los rendimientos pesqueros se dispone de diferentes enfoques. Para grandes ríos existen modelos que relacionan las capturas con las características morfológicas, e hidrológicas así como con los esfuerzos de pesca en los ríos. En lagos templados son comunes las estimaciones mediante modelos empíricos que tratan de identificar aquellas variables ambientales que pueden ser consideradas determinantes de la productividad de un cuerpo de agua, y en última instancia, de la producción pesquera. Estos modelos son de baja precisión pero aplicables cuando no existe una buena información pesquera.

Por su parte, los modelos dinámicos, rara vez utilizados en agua dulce, se basan en considerar una población como un conjunto de cohortes que crecen y soportan una mortalidad progresiva a lo largo de su existencia. En estos modelos, el rendimiento por recluta es meramente una función de la abundancia de la clase anual reclutada a la pesquería, de la tasa de explotación, de la relación del largo de primera captura respecto al largo infinito y de la relación entre la mortalidad natural y la tasa de crecimiento (K), cuando los individuos de la población crecen siguiendo el modelo de von Bertalanffy. Por último, se deben mencionar a los denominados modelos de producción excedente que operan sobre información poblacional (biomasa virgen, mortalidad natural y tasa intrínseca de crecimiento). El modelo asume que las poblaciones exhiben un crecimiento logístico y donde el máximo rendimiento se logra cuando la poblaciones reduce a la mitad del tamaño en estado virgen.

Los muestreos para evaluación de pesquerías comerciales y recreativas usualmente se realizan aplicando muestreos estratificados. La evaluación de una pesquería comercial requiere disponer de información sobre esfuerzo, el cual es función de los sitios de desembarco, unidades de pesca (numero de redes, botes etc.) y del tiempo de pesca y de estimaciones de captura (peso y numero). La pesquerías recreativas pueden ser muestreadas mediante métodos aéreos, por correo, por teléfono, registros o mediante de entrevistas personales. Cada uno de estos métodos ofrece

ventajas y limitaciones que es necesario considerar. Las evaluaciones de pesquerías recreativas pueden complementarse con análisis socio-económicos.

Las poblaciones de peces se modifican fuertemente si están sujetas o no a explotación y si existen procesos regulatorios denso independientes o denso dependientes. Entre los criterios de diagnosis más usuales se encuentran las relaciones longitud-peso, los índices morfométricos y fisiológicos de condición, índices de composición de especies (predador/presa), índices de estructuras de tallas y parámetros poblacionales.

Los parámetros poblacionales mas utilizados para diagnosticar el estado de explotación de una población son el crecimiento y la mortalidad. En los peces el tamaño del cuerpo está relacionado con la edad pero no de manera constante y usualmente es descripta por la ecuación de von Bertalanffy. La ecuación describe una curva de tipo exponencial en promedio pero que presenta un comportamiento sinusoidal en latitudes templadas, donde existen periodos del año donde el crecimiento se detiene o desacelera. La mortalidad total en una población puede ser debida a la mortalidad natural y a la ocasionada por la pesca.

La introducción de peces es una practica común en ambientes continentales y cuyo éxito o fracaso no es ajeno a la teoría ecológica, en este caso basado en el concepto de nicho y el principio biogeográfico de islas. Existen protocolos diseñados para evaluar el impacto de introducir una especie. La ordenación de las pesquerías continentales se basa en aplicar medidas de gestión y manejo acordes a la producción real o potencial que exhiben los ambientes, su tipología y las características de la cuenca. Se puede evaluar la factibilidad de desarrollo de una pesquería mediante pasos secuenciales. Entre los tipos de aspectos más usuales que atañen al manejo de una pesquería se encuentran la perdida de clases anuales, estructura de tallas inadecuada, crecimiento reducido, baja condición de los peces, problemas de hábitats (contaminación, anoxia), conflictos de uso, baja captura por unidad de esfuerzo, escasa motivación de los pescadores, etc. Las pesquerías de embalses requieren de análisis espacio-temporales específicos.

#### Bibliografía General de Referencia

- Baigun, C. 1989. Redes enmalladoras: Características y aplicaciones dirigidas a la evaluación de los recursos pesqueros de agua dulce. *Climax* 7, 79 p.
- Backiel, T. y R.L. Welcomme, 1980 (eds.). Guidelines for sampling fish in inland waters. EIFAC Technical Paper 33, 176 p.
- Bazigos, G.P. 1975. Esquema de encuestas sobre estadísticas de pesca-Aguas continentales. FAO Documentos Técnicos sobre la pesca N0 133.
- Hamley, J.. 1975. Review of gill net selectivity. *Journal of Fisheries research Board of Canada* 32: 1943-1969.
- Kohler, C. y W.A. Hubert. 1993. *Inland Fisheries management in North America*. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland .
- Nielsen, L.A. y D.J. Johnson 1989 (eds.). 1989. *Fisheries Techniques*. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.
- Pollock, K.H., Jones y T.L. Brown. 1994. *Angler survey methods and their applications in fisheries management*. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.
- Ricker, W.E. 1975. Computations and interpretation of biological statistics of fish populations. *Fisheries Research Board of Canada Bulletin* 191.
- Ryder, R.A., S.R. Kerr, K. H. Loftus y H.A. Regier. 1974. The morphoedaphic index, a fish yield estimator. *Review and Evaluation. Journal of Fisheries Research Board of Canada* 31: 663-588.
- Sparre, P., E. Ursin y S.C. Venema. 1989. *Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1 - Manual*. FAO Fisheries Technical Paper 306, FAO, Roma, 337 p.
- Stephenson, R. L. y D. E. Lane. 1995. Fisheries management science: a plea for conceptual change. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 52: 2051-2056.
- Welcomme, R.L. 1982. *Pesquerías fluviales*. FAO Documento Técnico de Pesca 262, FAO, Roma.



## Dr. Claudio Baigún

Fue investigador del INIDEP, habiendo dirigido el Laboratorio de Recursos Pesqueros de Lagos y Embalses. Realizó una Maestría en Oregon State University sobre Pesquerías y su doctorado en Ciencias Biológicas en la Universidad de Buenos Aires. Actualmente se desempeña como investigador independiente del CONICET.

Se ha desempeñado como consultor de diversos organismos nacionales e internacionales como la Comisión Técnica Mixta de Salto Grande, FAO, Entidad Binacional Yacyreta, Provincia de Chubut así como de consultoras privadas en temas vinculados con la ecología acuática, biología pesquera de peces de agua dulce, construcción de represas, evaluación de pesquerías e impacto ambiental. Su área de investigación comprende la ordenación de lagos según su potencial pesqueros, manejo y evaluación de recursos pesqueros, y aspectos vinculados con la ecología pesquera en aguas continentales.

A dirigido y participado en numerosos proyectos de investigación en ríos, lagos y embalses de diferentes áreas geográficas de la Argentina. En el área docente ha tomado en parte en el dictado cursos de grado y postgrado en la Universidad Nacional del Centro, Universidad Nacional de Litoral y Universidad Nacional de la Patagonia. Es autor de trabajos publicados en diferentes revistas nacionales y extranjeras y ha realizado presentaciones en congresos nacionales y en el exterior, así como dictado diferentes conferencias en instituciones científicas de Estados Unidos.

## Lic. Ricardo Luis Delfino Schenke

Fecha de Nacimiento 05-marzo-1954 Nacionalidad Argentina

E-mail [Rqdelfin@yahoo.com](mailto:Rqdelfin@yahoo.com)

Titulo Principal : Licenciado en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, 1982

Ha publicado mas de 30 trabajos en revistas nacionales y extranjeras y numerosos informes técnicos en el tema de fauna íctica y ecología de peces. Asimismo ha participado en Seminarios y Talleres en la Argentina y en el exterior, en los que ha presentado numerosos trabajos científicos en la temática relativa a la fauna íctica y ecología de peces.

La actividad profesional la ha desarrollado en vinculación a la problemática ambiental producida por grandes obras como Salto Grande, Yacyreta, Corpus, Hidrovía. En lo relativo a la evaluación de recursos pesqueros, ha realizado su actividad tanto en el ámbito de las aguas continentales como marinas.

Actualmente coordina el proyecto Prevención de la Contaminación y Gestión de la Biodiversidad en la patagonia, financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF), e implementado por el Banco Mundial en la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.

En relación a la actividad desarrollada, los principales organismos en los que ha trabajado son:

- Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable como consultor Senior en manejo y gestión de recursos pesqueros (1997 a la fecha).
- Entre 1980 y 1996, en el Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Departamento de Pesquerías Demersales y Fluviales (1980-1996) como investigador. Responsable del Proyecto "Evaluación de los Recursos Pesqueros de la Cuenca del Plata" (1992-1996).
- Ha sido consultor de organismos nacionales e internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO) y el Banco Mundial (BIRF), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), y en la actividad privada, desarrollando su actividad en Argentina, Uruguay y Paraguay.

En cuanto a actividad docente, se desempeño en las siguientes universidades

- Profesor Asociado de Ecología Acuática. Departamento de Biología. Universidad CAECE, Centro de Altos Estudios en Ciencias Exactas (1998 a la fecha).
- Profesor asociado de Biología y Técnica Pesquera. Universidad ITBA, 1991 a 1996.
- Profesor Adjunto de la Cátedra de Piscicultura. Universidad Católica Argentina, 1982-1984.

Además ha sido instructor de cursos de Evaluación de Pesquerías para profesionales en la región.

## ICTIOPATOLOGIA: ALTERACIONES Y ENFERMEDADES DE ORIGEN INFECCIOSO Y NO INFECCIOSO

**Dr. Hugo A. DOMITROVIC**

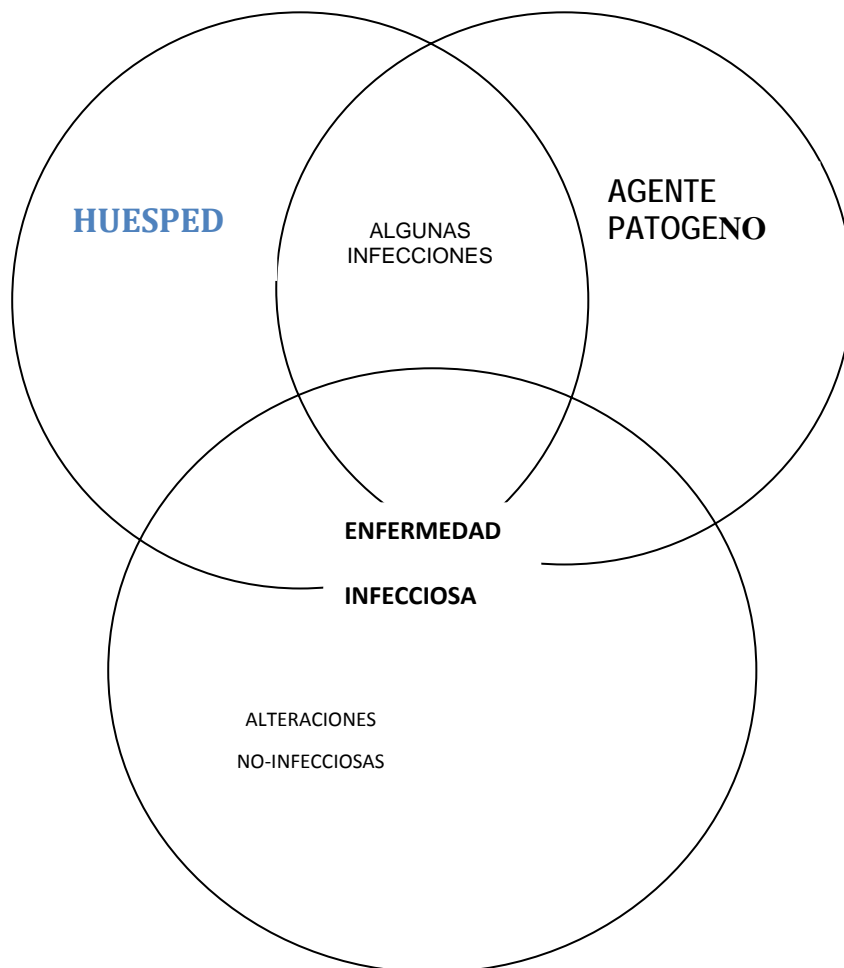
Instituto de Ictiología del Nordeste - Fac. Ciencias Veterinarias – UNNE

La patología de los peces es una de las especialidades cuya expansión estuvo ligada a la piscicultura, con un crecimiento exponencial en la última década. Las enfermedades estudiadas abarcan un amplio espectro que va desde las no infecciosas (genéticas, nutricionales, ambientales, físicas, etc.) hasta las enfermedades víricas, bacterianas y parasitarias.

Los peces como animales poiquiloterms tienen una temperatura corporal que depende del medio ambiente, la cual influencia su metabolismo corporal, incluyendo sus sistemas de defensa contra las infecciones.

Los agentes patógenos se transmiten más fácilmente a través del ambiente acuático que en el aire. La salud de los peces depende fundamentalmente de la calidad del agua, ya que ellos son capaces de sobrevivir en presencia de múltiples agentes patógenos específicos si los factores ambientales están en orden. Las alteraciones en el medio ambiente colocan a los peces en situación de estrés, que en principio es un mecanismo fisiológico con cambios adaptativos para mantener la homeostasis, pero cuando estos mecanismos son superados se evidencian signos de patologías o enfermedades que si son irreversibles terminan en la muerte del individuo.

La interacción del huésped, los agentes patógenos y los factores estresantes del medio ambiente pueden inducir enfermedades infecciosas, la interacción entre el medio ambiente adverso y el huésped pueden determinar alteraciones no-infecciosas, mientras que algunas enfermedades de los peces pueden ocurrir por el simple contacto entre huésped y patógeno. El clásico modelo de los tres anillos muestra estas interacciones y sus efectos.



**MEDIO AMBIENTE**

La severidad de una infección por virus, bacterias, hongos o parásitos en los peces dependerá de una suma de factores ambientales. El brote de enfermedades con síntomas clínicos manifiestos está claramente asociado con el deterioro del medio ambiente acuático o del estado de salud del pez, ya que a menudo es posible aislar agentes patógenos de peces sanos sin la menor manifestación clínica de enfermedad. Las alteraciones que no son causadas por agentes patógenos pueden deberse a una situación ambiental, carencial o metabólica, que favorecen la aparición de estas patologías.

Las estructuras histológicas generales del cuerpo y órganos de los peces son fundamentalmente las mismas que las de los vertebrados superiores. Sin embargo, los peces presentan características morfológicas y fisiológicas específicas que faltan en los animales terrestres; por lo tanto, sus tejidos son algunas veces diferentes de los de otros grupos animales.

El tegumento de los peces es la primera barrera de defensa contra el medio ambiente. Hay grandes diferencias interespecies en el tegumento de los teleósteos, algunas especies no tienen escamas, mientras que otras tienen en la epidermis numerosas células claviformes o células de la sustancia de alarma; incluso puede haber gran variación del tegumento dentro de una especie y aún entre las diferentes zonas en el mismo pez.

Aunque las lesiones tegumentarias son comunes en los peces, la variedad de cambios patológicos es más limitada que en los mamíferos. Muchas causas producen lesiones en el tegumento, donde en algunos casos puede haber escasa reacción del huésped, mientras que en otros hay inflamación, congestión, aumento de la producción de mucus, e infiltración leucocitaria. Además, las lesiones iniciales son contaminadas por invasores secundarios, como lesiones bacterianas invadidas por hongos, o lesiones por crustáceos invadidas por bacterias.

En las branquias los filamentos y laminillas branquiales están organizados para producir grandes áreas de contacto entre el agua y las superficies donde se realiza el intercambio gaseoso. Los filamentos están recubiertos por un epitelio plano estratificado con células mucosas y células cloruro. Las laminillas están compuestas por una red de capilares cubiertos por las células pilares, y revestidos externamente por una doble capa de células aplanadas. Las branquias están entre las estructuras más delicadas de los teleósteos en razón de su localización externa; el contacto con el agua las expone a un gran número de sustancias y organismos; además, cualquier organismo infeccioso o parásito encuentra un sitio favorable con buen aporte de nutrientes.

El rango de respuesta patológica de las branquias es relativamente limitado. Probablemente los cambios más frecuentemente observados reflejan alteraciones en la permeabilidad de membrana a nivel celular y tisular, los que se manifiestan como tumefacción de las células epiteliales o como edema del espacio subepitelial. Usualmente esta respuesta es la primera que se produce con niveles bajos de sustancias irritantes, determinando un incremento del espesor de las laminillas secundarias. Si el estímulo es más severo el proceso puede continuar con hiperplasia y fusión laminillar, aunque el resultado final es generalmente una combinación de varias lesiones.

Tanto la piel como las branquias están recubiertas por una capa de mucus secretada por las células epiteliales mucosas, la que sirve como primera barrera de defensa ya que contiene anticuerpos y otros componentes humorales. Muchas sustancias irritantes y agentes parasitarios estimulan una producción excesiva de mucus, la cual puede ser colonizada por agentes bacterianos.

Los centros melanomacrófagos son estructuras pigmentadas características del tejido hemopoyético de los teleósteos superiores, y su función es remover por fagocitosis las partículas extrañas o productos de degradación celular. Los estudios comparados demostraron variaciones en el número, tamaño y contenido pigmentario de estos centros con relación al estado sanitario y a cambios ambientales por contaminación. En consecuencia, los centros melanomacrófagos fueron propuestos como indicadores del estado sanitario de los peces y las condiciones del medio ambiente.

Al analizar las enfermedades de los peces debemos tener en cuenta algunos principios básicos como los siguientes: (1) El ambiente acuático facilita el acceso o la penetración de los agentes patógenos, (2) La concentración de peces facilita la aparición o transmisión de enfermedades, (3) Los ambientes leníticos son más favorables para la transmisión de enfermedades que los ambientes lóticos, (4) En la naturaleza los peces enfermos o débiles sobreviven poco tiempo, por lo que no es fácil observar muchos peces enfermos, (5) Los peces obtenidos de ambientes naturales pueden estar infectados por un gran número de parásitos, (6) Una gran mayoría de las mortalidades de peces son consecuencia de condiciones deficientes de calidad de agua, (7) Muchos peces muertos o moribundos no muestran síntomas más allá de una secreción excesiva de mucus, y (8) Los peces son huéspedes intermediarios de muchos parásitos,

La identificación de las causas de enfermedad o mortalidad es únicamente posible con un adecuado procedimiento de muestreo previo y de una correcta remisión al laboratorio.

Las muestras pueden ser tomadas de peces moribundos y de peces asintomáticos del mismo lote. Los peces tienen que estar vivos cuando son muestreados y procesarse inmediatamente. Si no se pueden mantener vivos deben

guardarse en recipientes con formol al 10% o en bolsas de plástico mantenidas a 4°C (nunca deben congelarse) para su remisión inmediata al laboratorio.

Recopilación de datos: Las muestras deben acompañarse de un historial completo, donde se especificará: origen de las muestras, fecha de muestreo, tipo de alimentación, sintomatología que se presenta en el acuario, estanque o ambiente natural, especies afectadas, porcentaje de mortalidad, características físico-químicas del agua, manipulaciones recientes de los peces, introducciones de ejemplares nuevos, descripción y esquema de las instalaciones de cultivo (estanques, tomas de agua, desagües, etc.), informe de enfermedades sufridas anteriormente y tratamientos aplicados. Todo otro dato adicional que se considere de interés será también detallado.

Técnica de necropsia: La necropsia tendrá por objeto la recolección de datos y la toma de muestras de tejidos para su remisión al laboratorio. La necropsia comprenderá: 1- Examen macroscópico externo: se anotarán todas las anomalías del tegumento, aletas, ojos, branquias; los parásitos externos serán colectados en frascos; muestras de tejidos lesionados y sanos serán colocadas en recipientes con formol al 10 % (las muestras de los tejidos no deben tener más de 1 cm de espesor); 2- Examen interno: para la apertura de la cavidad abdominal se hará una incisión en la parte media ventral y con dos cortes adicionales se levantará la pared lateral; seguidamente se observarán y anotarán las anomalías de los órganos internos (tubo digestivo, hígado, bazo, vejiga natatoria, gónadas, riñón); muestras de tejidos lesionados y sanos serán colocadas en un recipiente con formol al 10 %; 3- Examen microscópico en fresco: de contarse con un microscopio pueden tomarse frotis del tegumento y de las branquias, los que se examinarán para detectar la presencia de parásitos.

Técnicas de laboratorio: según las afecciones pueden realizarse procedimientos adicionales como: exámenes de sangre, técnicas de diagnóstico bacteriológico, parasitológico, micológico y viral. Para los mismos se requieren técnicas y medios específicos en la toma de las muestras.

## Bibliografía

- AHNE, W. 1980. Fish diseases: Third COPRAQ-Session. Ed. Springer Verlag (Berlin): 252 p.
- AUSTIN, B. y D.A. AUSTIN. 1987. Bacterial fish pathogens: disease in farmed and wild fish. Ed. Ellis Horwood Ltd. (Chichester, England): 364 p.
- CARNEVIA, D. 1993. Enfermedades de los peces ornamentales. Editorial Agro-Vet (Buenos Aires): 319 p.
- CONROY, D.A. y G. A. CONROY. 1987. Manual de métodos de diagnóstico en ictiopatología, con especial referencia a los salmónidos. FAO/GCP/RLA/075/ITA (4): 56 p.
- EIRAS, J.C. 1994. Elementos de ictioparasitología. Fundação Eng. Antonio de Almeida (Porto, Portugal): 339 p.
- ESPINOSA DE LOS MONTEROS, J. y U. LABARTA. 1988. Patología en acuicultura. Ed. Mundi-Prensa S.A. (Madrid): 550 p.
- FERGUSON, H.W. 1992. Systemic pathology of fish. Iowa State University Press (USA): 263 p.
- GHITTINO, P. 1985. Técnica e patologia in acquacoltura: Vol. 2 Patologia. Ed. Tipografía E. Bono (Torino): 444 p.
- HIBIYA, H. 1982. An atlas of fish histology - Normal and pathological features. Ed. Kodansha Ltd. (Tokyo, Japan): 147 p.
- LOM, J. & Y. DYKOVA. 1992. Protozoan parasites of fishes. Development in Aquaculture and Fisheries Science, Vol. 26, Elsevier (Amsterdam): 315 p.
- PAPERNA, I. 1980. Parasites, infections and diseases of fish in Africa. CIFA Tech. Pap. 7: 216 p.
- POST, G. 1987. Textbook of fish health. T.F.H. Publications, USA: 288 p.
- REICHENBACH-KLINKE, H.H.; W. AHNE; R.D. NEGELE; B. OLLENSCHLAGER; W. POPP; O.H. SPIESER y K. WOLF. 1982. Enfermedades de los peces. Ed. Acribia (Zaragoza): 507 p.
- RIBELIN, W.E. y G. MIGAKI. 1975. The pathology of fishes. Ed. Univ. Wisconsin Press (Madison, Wisconsin): 1004 p.
- ROBERTS, R.J. 1989. Fish pathology. 2nd. Ed., Bailliere Tindall (London): 467 p.
- STOSKOPF, M.K. 1993. Fish Medicine. W.B. Saunders Co. (Philadelphia, USA): 882 p.
- YASUTAKE, W.T. y J.H. WALES. 1983. Microscopic anatomy of salmonids: an atlas. U.S. Fish Wildlife Serv., Res. Publ. 150: 190 p.

**Domitrovic, Hugo Alberto**

Domicilio Particular: Lamadrid 836, 3400-Corrientes.

Domicilio Laboral: Instituto de Ictiología del Nordeste, Facultad de Ciencias Veterinarias (UNNE), Sargento Cabral 2139, 3400-Corrientes

**DIRECCIONES**

**Particular** Teléfono: 03783 – 421805 E-mail: *hdomitrovic@arnet.com.ar*

**Laboral** Teléfono: 03783 – 425753 E-mail: *hdomitro@vet.unne.edu.ar*

**Titulación de grado**

Médico Veterinario, egresado de la Facultad de Ciencias Veterinarias (UNNE), 1977.

**Titulación de posgrado**

Doctor de la Universidad de Buenos Aires, egresado de la Fac. Cs. Veterinarias (UBA), 1997.

**Cargo docente**

Profesor Titular dedicación exclusiva por concurso, de Histología y Embriología.

**Otros cargos actuales**

Vicedecano, de la Facultad de Ciencias Veterinarias – UNNE.

Docente-Investigador categoría I, del Programa de Incentivos a los Docentes Investigadores.

Director del Instituto de Ictiología del Nordeste, Facultad de Ciencias Veterinarias-UNNE.

Director de la "Revista de Ictiología"

**Especialidad (Disciplina científica)**

Patología de peces

**Publicaciones**

Más de 60 trabajos publicados sobre temas de histología, histopatología, toxicología y patología en peces. En los mismos se caracterizan las estructuras histológicas normales de peces autóctonos de la región nordeste argentina, se describen lesiones y patologías de peces en ambientes naturales y en condiciones de piscicultura, y se analizan los efectos producidos por diferentes contaminantes sobre los tejidos de los peces y sus niveles de toxicidad.

**Subsidios para Investigación**

Subsidios otorgados por organismos y entidades de financiamiento a la investigación y desarrollo como CONICET, C.A.F.P.T.A., Secretaría General de Ciencia y Técnica-UNNE, FOMECA, y Entidad Binacional Yaciretá.

**Comunicaciones a Congresos y Reuniones Científicas**

Más de 100 trabajos presentados en Congresos y Reuniones Científicas nacionales e internacionales sobre temas de ictiología e ictiopatología.

**Formación de recursos humanos**

Dirección de becarios de pregrado, iniciación y perfeccionamiento en la investigación. Dirección de investigadores de la universidad. Dirección de investigadores y personal de apoyo a la investigación del CONICET. Dirección de Proyectos de investigación.

## Genética y Citogenética de Peces Neotropicales: Aspectos Básicos y Aplicados

Alberto Fenocchio\*

### Peces Neotropicales: complejidad de la fauna.

En las últimas décadas hubo un significativo incremento de las informaciones filogenéticas acerca de la fauna íctica Neotropical, a pesar de esto, muchos aspectos continúan no resueltos en todos los niveles taxonómicos e inclusive en algunos grupos aún se carece de cualquier tipo de información sistematizada. Recientemente y en parte debido a la gran cantidad de estudios de descripción y re-descripción, han sido revisadas las estimaciones relacionadas a la cantidad de especies que pueblan las diversas cuencas hidrográficas sudamericanas, sugiriéndose que la diversidad a nivel específico sea notablemente mayor de lo que se supone y que pueda llegar a un total de alrededor de 8.000 especies, lo que representaría cerca del 25% de toda la diversidad de peces mundial (Vari & Malabarba, 1998).

### Diversidad Biológica y Diversidad Cariotípica.

La diversidad biológica comentada antes está acompañada por una igualmente extensa variabilidad cariotípica. En la fauna íctica Neotropical han sido descriptos números cromosómicos en el intervalo comprendido entre  $2n=24$  y  $2n=132$ .

No solamente existen diferencias numéricas, sino también en la composición de los complementos cromosómicos, encontrándose especies o grupos de especies con cariotipos más homogéneos (simétricos), compuestos por cromosomas del mismo tipo (metacéntricos o acrocéntricos, por ejemplo) y otros más heterogéneos (asimétricos).

En el primer grupo mencionado se pueden citar diversas familias de peces del Orden Characiformes (Anostomidae, Curimatidae, Parodontidae, Chilodontidae) que comparten las mismas características citogenéticas, en ese caso específico  $2n=54$  cromosomas, todos de tipo meta – submetacéntricos.

Dentro del mismo Orden se encuentra el caso de la familia Erythrinidae, muy característica por la extensa variabilidad cariotípica que presenta en los tres géneros que la componen, números cromosómicos que van desde  $2n=39/40$  hasta  $2n=54$ .

Como se expresó antes, la variabilidad cariotípica es evidenciada no solamente por las características citogenéticas básicas o generales, sino también por algunos sistemas cromosómicos especiales que pueden ser encontrados en diferentes grupos, como por ejemplo casos de **sistemas de cromosomas sexuales**, simples o múltiples, con heterogamia femenina o masculina. Casos bien estudiados de estos sistemas se encuentran en los géneros *Hoplias*, *Eigenmannia*, *Leporinus*, *Apareiodon*, entre otros.

Igualmente, otro tipo de sistema cromosómico que puede reflejar la diversidad biológica de los peces Neotropicales está dado por los cromosomas supranumerarios, extensamente estudiados en especies de los géneros *Prochilodus*, *Astyanax* o *Rhamdia*, por ejemplo.

### Estudios Biológicos, Sistemáticos y Taxonómicos.

Los estudios biológicos y sistemáticos están tomando gradualmente mayor cantidad de informaciones aportadas por la Genética (especialmente Citogenética) de Peces, ya que las mismas pueden colaborar en la denominación correcta de un determinado individuo o grupo de individuos, asignándolos a una dada especie. Igualmente estas informaciones permiten, en ciertos casos, establecer mejor las relaciones filogenéticas existentes entre integrantes de diversos taxa específicos o supraespecíficos.

Entre los ejemplos más evidentes donde la citogenética puede colaborar en la asignación de un individuo o grupo de individuos a una determinada entidad taxonómica se encuentra el caso de *Leporinus obtusidens* y *L. elongatus*, que en la cuenca del Alto río Paraná se encuentran en simpatría y cuyas características morfológicas muchas veces no permiten su correcta identificación.

Asimismo, los datos cariotípicos han sido definitorios en recientes actualizaciones taxonómicas del género *Gymnotus*.

Por otra parte, interesantes abordajes han sido propuestos con base en la integración de datos morfológicos y cromosómicos, permitiendo el establecimiento de relaciones entre diversos géneros de una familia (Callichthyidae) y la elaboración de árboles filogenéticos.

### Técnicas y Métodos de Estudio.

#### Obtención de Preparaciones Cromosómicas

---

\* e-mail: afenocch@uol.com.ar

Las preparaciones cromosómicas en peces pueden ser obtenidas mediante técnicas directas (**Bertollo *et al.*, 1978**) y de cultivos de células (**Fenocchio & Bertollo, 1988; Fenocchio *et al.*, 1991**).

El órgano de elección en este grupo animal está representado por el riñón, que presenta actividad hematopoyética. El mismo se encuentra en posición retroperitoneal, puede ser encontrado adosado a la columna vertebral y presenta en general dos porciones, una posterior (dorsal) y otra anterior (cefálica). Algunos estudios indican que la porción anterior muestra mayor actividad proliferativa (**Moreira F° & Bertollo, 1991**).

### **Regiones Organizadoras de Nucléolos (NORs)**

Las NORs son los sitios de transcripción del rDNA y estos se localizan dentro del nucléolo de células eucarióticas. Las NORs en peces generalmente están ubicadas en constricciones secundarias en los cromosomas y son identificadas, de forma indirecta, a través de la técnica de impregnación por sales de plata ( $\text{AgNO}_3$ ), pues el material coloreado no es el DNA, sino proteínas ácidas asociadas a él, tales como la nucleolina asociada a la estructura fibrilar del nucléolo y el pré-RNA naciente. De acuerdo con **Miller *et al.* (1976)**, la impregnación de las NORs por sales de plata se restringe a aquellas regiones que estuvieron activas en la interfase precedente.

Estudios sobre las regiones organizadoras nucleolares han revelado que su localización es especie-específica para varios grupos de peces (**Vênere & Galetti, 1989; Feldberg *et al.*, 1992; Galetti *et al.*, 1984; 1991**).

### **Bandeo C**

La técnica de bandeos C se ha mostrado muy útil en los estudios citogenéticos de peces permitiendo la identificación de las regiones de heterocromatina constitutiva, formadas por DNA altamente repetitivo. El método comúnmente usado ha sido el de Sumner (1972), en el cual son utilizados el hidróxido de bario, la solución salina (2XSSC) y Giemsa, siendo que todas las bandas (Bandas C) producidas por esta técnica son compuestas de heterocromatina.

Esta técnica posibilita el reconocimiento de los patrones de distribución de la heterocromatina constitutiva que se observan como bandas oscuras sobre los cromosomas y frecuentemente aparecen en las regiones pericentroméricas y teloméricas, pudiendo ser encontradas también, en algunos casos, en regiones intersticiales y a veces, asociadas a las regiones organizadoras de nucléolos (NORs).

Esta heterocromatina no contiene genes mendelianos, no es transcrita y se replica tardíamente en la fase S, lo que explica el hecho de que variaciones en las bandas C parecen no afectar el fenotipo. Las bandas C son, por lo tanto, importantes marcadores cromosómicos debido a su universalidad, diversidad y variabilidad, posibilitando la identificación de cromosomas homólogos en el cariotipo, la identificación de patrones diferenciales de heterocromatina constitutiva entre individuos, poblaciones y/o especies. Además representan una técnica simple para diferenciar los cromosomas del complemento A de los supranumerarios.

### **Enzimas de Restricción**

En vista de las dificultades que, de una manera general, presentan para su aplicación en peces los bandeos C (en menor medida) G (principalmente), en algunas especies se vuelve necesaria la utilización de otras metodologías para detectar la microestructura (bandas múltiples) cromosómica para lo cual una alternativa puede ser la utilización de enzimas de restricción.

Las endonucleasas de restricción son enzimas que reconocen y clivan el DNA en sitios específicos. Cuando son utilizadas sobre preparaciones cromosómicas, pueden producir patrones de bandeos altamente específicos para cada tipo de enzima. El análisis de estos patrones facilita la clasificación cromosómica, la diferenciación de la heterocromatina y el estudio de los polimorfismos cromosómicos.

### **Fluorocromos**

Otras técnicas más avanzadas han sido utilizadas, como los tratamientos de las preparaciones cromosómicas mediante fluorocromos (Quinacrina, DAPI, Cromomicina A<sub>3</sub> y Mitramicina). Estos colorantes permiten identificar regiones ricas en A-T (DAPI, quinacrina) o G-C (Cromomicina A<sub>3</sub>, mitramicina), dependiendo de su especificidad.

Fluorocromos base-específicos, tales como Mitramicina y Cromomicina A<sub>3</sub> (CMA<sub>3</sub>) fueron ampliamente utilizados en el estudio de NORs en peces, ya que la asociación de regiones ricas en CG y genes ribosomales es considerada común en teleosteos (**Amemiya y Gold, 1986**).

### **Hibridación *in situ* por Fluorescencia**

La Hibridación *in situ* por Fluorescencia (**FISH**) es una técnica que permite la detección directa en una preparación cromosómica, a través de sondas específicas de DNA, de un cromosoma determinado, de una región cromosómica, de un gen o grupo de genes o aún de secuencias específicas.

Como se expresó en apartados anteriores, algunas de las técnicas convencionales permiten detectar regiones específicas en los cromosomas, como por ejemplo las NORs, sin embargo, el único procedimiento capaz de revelar su exacta localización y la cantidad de cromosomas portadores de genes ribosomales es la hibridación “*in situ*”, en este caso, con sondas de DNAr (18S o 5S).

Utilizando esta técnica en peces neotropicales, han sido localizadas secuencias de DNA satélite en *Hoplias malabaricus* (Haaf *et al.*, 1993), secuencias repetitivas en *Astyanax scabripinnis* (Mestriner *et al.*, 1996), DNAr en *Brycon* (Wasko & Galetti-Jr, 2000), entre otras.

### Algunas Aplicaciones de los Estudios Citogenéticos

Los estudios citogenéticos no solamente pueden auxiliar en estudios taxonómicos o evolutivos sino que también resultan de suma utilidad en proyectos de cría de peces, ya que algunas características cromosómicas, junto con otras aportadas por ejemplo por la genética bioquímica, pueden constituir buenos marcadores poblacionales que permitan determinar el origen de stocks de peces utilizados en programas de cultivo.

En la acuicultura actual también se han producido híbridos y poliploides experimentales, casos en los cuales, conociendo la constitución cromosómica de las especies parentales pueden determinarse los orígenes así como los niveles de ploidía.

Además, recientemente, con el desenvolvimiento de la genética toxicológica (estudios de mutagénesis) comenzaron a ser desarrollados proyectos de monitoreo ambiental en los que fueron incluidos los peces como modelo experimental. Estos organismos atrajeron la atención de los investigadores ya que los contaminantes ambientales afectan en primer lugar los cursos de agua y a través de los peces estos elementos nocivos, productos de desechos industriales o urbanos pueden llegar al tope de la cadena trófica.

Actualmente, entre los estudios de genética aplicada en Peces se incluyen también investigaciones que tienden a la producción de peces transgénicos. Estos proyectos se están llevando a cabo en peces de interés económico y tienden a inducir la mejora de algunas cualidades productivas (por ej.: crecimiento, resistencia a enfermedades, tolerancia a temperatura) a través de la transferencia al genoma de los peces de DNA exógeno.

### Bibliografía

- Amemiya, C.T. & Gold, J. (1986) Chromomycyn A<sub>3</sub> stains nucleolus organizer regions of fish chromosomes. *Copeia*, 1: 226-231.
- Bertollo, L.A.C.; Takahashi, C.S. & Moreira F<sup>o</sup>, O. (1978) Cytotaxonomic considerations on *Hoplias lacerdae* (Pisces, Erythrinidae). **Brazil. J. Genet.**, 1: 103-120.
- Feldberg, E.; Porto, J.I.R. & Bertollo, L.A.C. (1992) Karyotype evolution in Curimatidae (Teleostei, Characiformes) of the Amazon Region. I. Studies on the genera *Curimata*, *Psectrogaster*, *Steindachnerina* and *Curimatella*. *Brazil. J. Genet.* 15: 369-382.
- Fenocchio, A.S. & Bertollo, L.A.C. (1988) A simple method for fresh-water fish lymphocyte culture. **Braz. J. Genet.** 11: 847-852.
- Fenocchio, A.S.; Venere, P.C.; Cesar, A.C.G.; Dias, A.L. (1991). Short term culture from solid tissues of fishes. **Caryologia** 44:161-166.
- Galetti Jr, P. M.; Foresti, F.; Bertollo, L. A. C. & Moreira-Filho, O. (1984). Characterization of eight species of Anostomidae (Cypriniformes) fish on the basis of the nucleolar organizing regions. **Caryologia**, 37: 401-406.
- Galetti, P.M.; César, A.C.G. & Venere, P.C. (1991) Heterochromatin and NORs variability in *Leporinus* fish (Anostomidae, Characiformes). **Caryologia**, 44: 287-292.
- Haaf, M.; Schmid, M.; Steinlein, C; Galetti, P.M. & Huntington, W. (1993) Organization and molecular cytogenetics of a satellite DNA family fro *Hoplias malabaricus* (Pisces, Erythrinidae). **Chrom. Res.** 1: 77-86.
- Mestriner, C.A.; Bertollo, L.A.C. & Galetti, P.M. (1995) chromosome banding and synaptonemal complex in *Leporinus lacustris* (Pisces, Anostomidae): analysis of a sex system. **Chrom. Res.** 3: 440-443.
- Miller, D.A.; Dev, V.G.; Tantravahi, R. & Miller, O.J. (1976) Suppression of human nucleolus organizer activity in mouse-human somatic hybrids cells. **Exptl. Cell Res.** 101: 235-243.
- Moreira F<sup>o</sup>, O. & Bertollo, L.A.C. (1991). Extraction and Use of the Cephalic Kidney for Chromosome Studies in Small Fish. **Brazil. J. Genet.** 14: 1085-1090.
- Vari, R.P. & Malabarba, L.R. (1998) Neotropical Ichthyology: an Overview. *Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes*, Eds. Malabarba, L.R.; Reis, R.E.; Vari, R.P.; Lucena, Z.M.S. & Lucena, C.A. EDIPUCRS, Porto Alegre, Brasil.



Venere, P.C. & Galetti, P.M. (1989) Chromosome relationships of some Neotropical Characiformes of the family Curimatidae. **Braz. J. Genet.** 12:17-25.

Wasko, A. & Galetti, P.M. (2000) Mapping 18S ribosomal genes in fish of the genus *Brycon* (characidae) by fluorescence in situ hybridization (FISH). **Genetics and Mol. Biol.** 23: 135-138.

## Alberto Sergio Fenocchio

NACIONALIDAD: Argentina  
 DOCUMENTOS: D.N.I. 12.327.050 ; Pasaporte 12.327.050  
 FECHA DE NACIMIENTO: 10-02-58  
 LUGAR DE NACIMIENTO: Posadas, Misiones, Argentina  
 DIRECCION PARTICULAR: Rivadavia 2846  
 3300 Posadas, Misiones  
 TE: (03752) 422513

### **DIRECCION LABORAL: Félix de Azara 1552, 3300. Posadas, Misiones, ARGENTINA**

TE: (03752) 422186 int. 105 ; (03752) 427498 int. 105 ; FAX: 00-54-3752-425414  
 e-mail [afenocch@fceqyn.unam.edu.ar](mailto:afenocch@fceqyn.unam.edu.ar) ; [afenocch@uol.com.ar](mailto:afenocch@uol.com.ar)

Es Master y Doctor en Ciencias Biológicas, con orientación en Genética y área de concentración en Citogenética Animal, títulos otorgados por la Facultad de Medicina de Ribeirao Preto, Universidade de Sao Paulo (Brasil).

Ejerce el cargo de Profesor Regular de las cátedras de Citogenética General y Planeamiento del Trabajo Científico (Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Misiones.

Director del Laboratorio de Citogenética y Genética Humana de la Universidad Nacional de Misiones.

Es Profesor Visitante de Post-grado del Departamento de Genética de la Universidade Federal do Paraná (Curitiba, Brasil)

Investigador Categoría II de la Secretaría de Políticas Universitarias del Ministerio de Educación de la Nación.

Es Director de Proyectos de Investigación y contribuye a la formación de Recursos Humanos a través de la orientación de trabajos de Grado y Tesis de Post-graduación, principalmente en el área de Citogenética Evolutiva de Peces Neotropicales.

Ha publicado diversos trabajos científicos en revistas especializadas indexadas, participado presentando varias contribuciones en Congresos y Reuniones Científicas, así como dictado cursos y conferencias de su especialidad en el país y en el exterior.

Es Evaluador externo de diversos Proyectos de Investigación del Sistema de Incentivos a Docentes – Investigadores, miembro de Comisiones Asesoras, árbitro de revistas científicas.

Mantuvo convenios con Universidades extranjeras (Brasil, España) participando de viajes de intercambio y expediciones de colecta de material.

## BIOLOGÍA REPRODUCTIVA

**J. M. IWASZKIW\***

### INTRODUCCIÓN

La reproducción en los peces es fenómeno de carácter cíclico, donde en ocasiones las posturas acontecen una vez o más veces al año. Es por esto, que el ciclo reproductivo sea característico para las diferentes especies, destacándose una marcada regularidad en los peces de zonas frías y con particularidades sobre la modalidad de puesta en peces de zonas templadas o tropicales. Podemos decir entonces, que la actividad reproductiva es el resultado del desarrollo gonadal y se encuentra íntimamente ligada a los cambios acontecidos en el medio ambiente.

Estos ciclos anuales que permiten la perpetuidad de las especies se destacan por las variaciones en los órganos reproductivos a lo largo de los procesos de maduración, tanto en las gónadas masculinas como femeninas, manifestados en el aumento sustancial en su tamaño en las hembras, particularmente en los momentos previos al desove.

Con relación a la capacidad reproductiva, revisten suma importancia las estimaciones de la fecundidad mediante el recuento de ovas maduras, vinculadas a los procesos de la maduración de los ovarios y el tipo de desove. Las variaciones de la fecundidad en las distintas especies se manifiestan por el tamaño y el número de los ovocitos maduros, dando una idea del potencial reproductivo y de la estabilidad de las poblaciones.

### ESTUDIO DEL CICLO REPRODUCTIVO

El estudio de la reproducción de los peces requiere, en virtud de los objetivos, una planificación y diseño de los muestreos, dirigido a la optimización en la colecta de datos con motivo de establecer la periodicidad y extensión de la época y el tiempo del o de los desoves. En el caso de peces de zonas templadas o tropicales, el muestreo debe abarcar un ciclo anual completo, que permita registrar con mayor detalle la evolución y de los diferentes estados de maduración gonadales.

En virtud de los objetivos, vinculados a la modalidad de desove de las distintas especies, los muestreos deben realizarse en forma mensual, en la época de reposo o inactividad gonadal, intensificándose de forma quincenal o semanal en los momentos de mayor actividad y previos al desove. Para el caso de la determinación del estado de maduración gonadal, aplicada al manejo y gestión de los recursos (establecer la época de veda), los muestreos deben realizarse puntualmente desde los comienzos de la maduración, hasta los momentos previos al desove y después de acontecido el mismo. La captura debe considerar la mayor variedad de tallas de peces que permitan registrar los cambios en el proceso de la maduración de los ovarios y testículos y determinar el estado reproductivo de la población.

Los peces muestreados deben ser medidos y pesados previo a determinar el estado de desarrollo gonadal. Para determinar el grado de madurez sexual, las gónadas extraídas deben ser pesadas y fijadas para luego trasladadas al laboratorio. Las mismas deberán ser fijadas en distintos preservadores, de acuerdo a los estudios a que fueran destinados como formol, solución de Bouin o fluido de Gilson (Bagenal y Braun, 1968).

Es importante durante las campañas de muestreo, registrar posibles cambios que se manifiesten en características externas de los peces, como son el aumento del abdomen, mayor irrigación en las papilas urogenitales, coloración en el cuerpo y en las aletas, etc., los cuales suelen ser indicadores del estado de madurez. Simultáneamente, se deben tomar fotografías de los peces y de los ovarios y testículos en fresco, para registrar variaciones en la estructura a fijar, como tamaño, color, consistencia, etc.

Para la determinación de los estados de madurez gonadales se pueden utilizar distintos métodos, basados en el tipo de observación y de acuerdo a los objetivos preestablecidos, destacándose las observaciones macroscópicas, microscópicas e histológicas.

### MADURACION GONADAL

La maduración gonadal durante un ciclo anual involucra una serie de procesos en el desarrollo las gónadas y están relacionados con las variaciones estacionales de las condiciones del medio. Estos procesos se manifiestan a través de cambios en la estructura de las gónadas como tamaño, forma, color, posición en la cavidad del cuerpo, etc., los cuales conducen al final del ciclo, a la producción de gametos (óvulos y espermatozoides).

---

\* Instituto de Limnología "Dr. Raúl A. Ringuelet" (ILPLA-CONICET-UNLP)  
 CC 712, (1900) La Plata  
 e-mail: jiwaszkiw@yahoo.com

Las escalas de maduración generales de los peces, responden a distintos estados de madurez, que según Nikolsky (1963), podemos describirlos como:

I premadurez virginal o inmadurez

II inactividad

III en maduración

IV maduración avanzada

V maduración total o reproducción

VI desove o agotamiento

VII inactividad o receso

Los distintos estados de maduración descriptos, suelen variar en la denominación y el número para las distintas especies, de acuerdo al tipo de escala de madurez propuesta (macroscópica, microscópica o histológica) y a las características de los ovarios en relación con la maduración de los ovocitos.

La descripción de los diversos estadios ovocitarios resulta importante de acuerdo al tipo de maduración sincrónica o asincrónica de los ovocitos y en están relación con la extensión del período de desove, sobre todo en peces de zonas templadas o tropicales, que suelen poseer mas de un desove durante un ciclo anual.

Para el pejerrey (*O. bonariensis*) Calvo y Dadone (1972) distinguen dos procesos diferentes en la maduración, los cuales pueden ser aplicables a las diferentes especies: el primero comprende el desarrollo de las gonadas de los juveniles hasta alcanzar la primera madurez sexual, siendo este un proceso irreversible y lineal y el segundo, consiste en la manifestación de los ciclos sexuales periódicos de los adultos, a través de los diferentes estados de madurez a lo largo del año.

#### HISTOGRAMAS DE FRECUENCIA OVOCITARIA

El análisis del ovario de los peces, permite determinar diferentes grados de madurez gonadales durante el ciclo anual. Una de las formas más precisas para su determinación es a partir de la distribución de los diámetros de los ovocitos, los que permite reconocer las distintas camadas madurantes hacia el proceso de la maduración total (Christiansen, 1971).

Para esto, se debe contar con ovarios en distinto grado de madurez que permitan registrar en detalle los procesos de la maduración de los ovocitos desde los estadios primarios hasta los ovulos maduros, liberados en el momento del desove. Un análisis posterior, permitirá confeccionar histogramas de frecuencia ovocitarias en ovarios en distinto desarrollo y establecer la modalidad de desove de la especie.

Para el sábalo (*Prochilodus lineatus*) de Paraná, Entre ríos (Gosso,1989) y para (*Prochilodus scrofa*) de Posadas, Corrientes (Hirt de Kunkel y Flores, 1994) describen los histogramas de frecuencia de ovocitaria para los estados de maduración avanzada, maduración total y desovado, que indican para el género la modalidad de desovador total. Gosso e Iwaszkiw (1993) describen para el armado común (*Pterodoras granulosus*) en Paraná, un desove fraccionado mediante un análisis en ovarios en maduración, maduración avanzada, maduro, parcialmente desovado y desovado.

#### TAMAÑO DE PRIMERA MADUREZ SEXUAL

El tamaño de primera madurez sexual representa la longitud a partir de la cual los peces están en condiciones de participar en la reproducción por primera vez. Vazzoler (1962) y lo define como el momento en que el 50% de los individuos constituyentes de la población entran en los procesos de maduración gonadal.

Su determinación comprende el análisis de un ciclo de maduración anual abarcando la totalidad o la mayoría de las tallas de la población y determinando en cada caso, los distintos estados de madurez de la especie. Iwaszkiw et al. (1983) lo determinan para el dientado (*Oligosarcus jenynsii*) del embalse Río Tercero (Córdoba), a partir del porcentaje de hembras en actividad sexual (III, IV, V y VI) respecto a los estadios (II y VII) en inactividad o reposo.

#### FECUNDIDAD

La capacidad reproductiva de los peces tiene gran importancia en el estudio de la dinámica de las poblaciones. La fecundidad absoluta o total se define como el número de ovocitos maduros presentes en los ovarios del pez momentos previos al desove.

El cálculo de la fecundidad se realiza sobre la base del recuento de ovocitos maduros efectuados a partir de una alícuota del ovario total. (Ricker, 1968). La extracción de las alícuotas de los ovarios maduros para los recuentos de fecundidad, se suelen realizar mediante diversos métodos: volumen, área o secado (Bagenal y Braun,1968).

Debemos considerar para las estimaciones el tamaño de la muestra a analizar, la cual deberá variar de acuerdo al grado de desarrollo de los ovocitos y a la maduración gonadal de la especie en estudio.

La fecundidad total es relacionada con la longitud y el peso del pez (fecundidad relativa) utilizándose para su cálculo las ecuaciones del tipo:

$$F = ax + b$$

$$y \quad F = aLb$$

donde a y b son constantes de proporcionalidad (Iwaszkiw y Padin, 1990).

## VARIACIONES INDIVIDUALES

Las variaciones individuales se refieren a los diferentes valores estimados para la fecundidad en individuos de igual tamaño. Estas son propias del estado fisiológico del pez durante la temporada reproductiva y seguramente serían atribuibles a factores bióticos de los peces como el estado de condición, la alimentación, el grado de parasitismo, etc. o abióticos como la calidad del agua, la temperatura, el fotoperíodo, entre otros, los que condicionan al pez en el proceso de la maduración (Menni y Almirón, 1994). En peces del río Paraná sobre todo en aquellos migradores, se agregan otros factores como las variaciones del nivel hidrométrico, que resultan ser factor desencadenante de los procesos reproductivos.

Las variaciones de la fecundidad suelen ser mas evidentes en los peces de desove total o parcial y estan en relación a los distintos procesos de maduración de los ovocitos y no es tan marcada en los peces con cuidados parentales.

## TEMPORADA Y TIEMPO DE DESOVE

La determinación del ciclo reproductivo en peces de zonas templadas o tropicales, requiere que el muestreo abarque todo el año. Asimismo, su extensión y los cambios en el medio hacen que se presenten variaciones importantes durante el ciclo, sobre todo en especies de desove total o fraccionado, lo que no suele ocurrir en peces de la región neártica (Nikolsky, 1963).

La extensión de la temporada reproductiva se establece a partir del análisis de la distribución porcentual de los estados de maduración gonadales detectados para las diferentes longitudes del pez en las distintas épocas del año (Oldani et al, 1992). Por tal motivo, resulta importante realizar simultáneamente con los estudios de reproducción, muestreos de huevos y larvas, para establecer fehacientemente la época de reproducción de los peces.

## MODALIDAD REPRODUCTIVA

La modalidad reproductiva representa el número de desoves que realiza una especie durante un ciclo anual. En base al número y el tipo de desove, se las divide en dos grandes grupos: continuo y discontinuo. Estas últimas, corresponden a peces de aguas frías, donde las distribuciones ovocitarias muestran gradualmente distribución bimodal. Las especies de desove continuo habitan en aguas templadas o cálidas, donde la frecuencia de distintos tamaños de los ovocitos, suele presentar picos estacionales, seguramente atribuidas a lo prolongado de la época de la reproducción (Hartz et al, 1999).

En el caso del pejerrey de agua dulce (*O. bonariensis*) (Calvo y Dadone, 1972) describen la presencia de varias camadas ovocitarias, sugiriendo para la especie la existencia de desoves múltiples. Gosso e Iwaszkiw (1993) describen para el armado común (*P. granulosus*) varias camadas de ovocitos maduros y que definen a la especie como desovadora parcial. Este hecho, esta relacionado con la modalidad reproductiva de peces de zonas templado y cálidas, dentro del grupo de las especies denominadas desovadoras parciales o fraccionadas.

## MIGRACIONES

El fenómeno de las migraciones de peces se realiza en general con fines tróficos o reproductivos y trata un número importante de especies tanto fluviales, anfibióticas o marinas. Es un proceso biológico que comprende el desplazamiento masivo y periódico de las poblaciones de peces, en forma total o parcial desde el lugar de reproducción o desove hacia otro ámbito al cual pueden concurrir por diversos factores como alimentación, temperatura del agua, salinidad, etc. o viceversa.

Los peces migradores de los grandes ríos como el Paraná, suelen recorrer largas distancias para cumplir con las actividades de alimentación y reproducción, que estos no pueden realizar en los ambientes lénticos (Bonetto y Castello, 1985). En nuestro país, los cambios en el régimen hídricos, resultan de gran relevancia y suelen ser los desencadenases de los procesos reproductivos.

Bonetto (1980) comenta sobre la importancia de los impactos negativos de las grandes represas construidas en el Paraná Superior, las que a pesar de los sistemas de transferencia de peces, ven comprometida la reproducción de estas especies.

## PISCICULTURA

La piscicultura representa en los últimos tiempos una alternativa valida para las demandas de consumo y la preservación de los recursos pesqueros. En este sentido, podemos referirnos a dos tipos de prácticas comunes de esta

actividad: la piscicultura intensiva que es aquella destinada a la producción de peces cuyas superficies y volúmenes de agua son reducidos (cría para consumo) y la piscicultura extensiva aplicada al repoblamiento de cuerpos de agua naturales o artificiales (lagos, lagunas, embalses, ríos) que está más relacionada con la explotación regional de los recursos.

Con relación a esta última, es de gran importancia la implementación de planes de piscicultura de especies autóctonas destinados a la preservación y el manejo de los recursos pesqueros, considerando las diferentes alternativas que presentan los distintos ambientes acuáticos continentales a nivel de cuenca, regionales y provinciales.

#### BIBLIOGRAFIA

- BAGENAL, T. B. y E. BRAUN. 1968 Methods for assessment of fish production in fresh water: III: I.B.P Handbook 3, Blackwell Sc. Public. Oxford 313 pp.
- BONETTO, A.A. y P. CASTELLO. 1985 Pesca y piscicultura en aguas continentales de América Latina. Mongol. OE A. Serie Biológica (31): 118 pp.
- CHRISTIANSEN, H. E. 1971 La reproducción de la merluza en el Mar Argentino (*Merluccius m. hubssi*). Bol. Inst. Biol. Mar. 20: 44-74
- CALVO, J. y L. DADONE. 1972 Fenómenos reproductivos del pejerrey (*Basilichthys bonariensis*). Escala y tabla de madurez. Rev. Mus. de la Plata. Tomo XI: 121-137
- GOSSO, M. C. 1989 Aportes a la reproducción de peces del Río Paraná Medio (Paraná, Entre Ríos). El sábalo (*Prochilodus lineatus*) y el armado (*Pterodoras granulosus*). Seminario de Licenciatura. Universidad CAECE. Bs. As.
- GOSSO, M. C. y J. M. IWASZKIW. 1993 Aportes al estudio de la reproducción del armado *Pterodoras granulosus* (Fam. Doradidae) del Río Paraná Medio, Entre Ríos, Argentina: Fecundidad y maduración ovocitaria. Acta Limnológica Brasiliensis (VI): 133-143.
- HARTZ, S.A., A. C. PERET & G. BARBIERI 1999 Reproduction of *Gymnogeophagus lacustris*, a cichlid endemic to southern Brazil. Ichthyol. Explor. Freshwaters. Vol. 10, No. 3 : 247-253
- HIRT de KUNKEL, L. y S. A. FLORES 1994 Reproducción de *Prochilodus scrofa* (STEINDACHNER, 1881) OSTEICHTHYES, PROCHILODONTIDAE: histología y maduración de ovarios. B. Inst. Pesca 21 (único): 83-94
- IWASZKIW, J. M. y L. R. FREYRE. 1980 Fecundidad del pejerrey *Basilichthys bonariensis* (Pisces: Atherinidae) del Embalse Río Tercero, Córdoba. Limnobiós 2, 1: 36-49.
- IWASZKIW, J. M., L. R. FREYRE y E. D. SENDRA. 1983 Estudio de la maduración, época de desove y fecundidad del dienteado *Oligosarcus jenynsii* (Pisces: Characidae) del Embalse Río Tercero, Córdoba, Argentina. Limnobiós 2. 7: 518-525.
- IWASZKIW, J. M. y O. H. PADIN 1990 Fecundity of rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson, from Buenos Aires Lake (Santa Cruz Province, Argentina). J. Fish. Biol. 36: 87-98
- MENNI, R. C. y A. E. ALMIRÓN 1994 Reproductive seasonality in fishes of manmade ponds in temperate South America. Neotrópica, 40 (103-104): 75-85
- NIKOLSKY, G.V. 1963 The ecology of fishes. Acad. Press. Inc. London and New York. 656pp
- OLDANI, N. A., J. M. IWASZKIW, O. H. PADIN y A. OTAEGUI 1992 Fluctuaciones de la abundancia de peces en el Alto Paraná (Corrientes, Argentina). Public. Com. Adm. Río Uruguay (CARU). Serie Técnico-Científica 1: 43-55
- RICKER, W. E. 1975 Computation and interpretation of biological statistics of fishes population. Bull. Fish. Res. Board. Can. 191: 382 pp.
- VAZZOLER, A. E. A. de M. 1982 Manual de métodos para estudios biológicos de poblaciones de peixes. Reproducao e crescimento. CNQP Programa Nacional de Zoología. Brasilia. 108 pp.

**Iwaszkiw, Juan Miguel**

Lugar y fecha de nacimiento: Avellaneda, 26 de septiembre de 1952.

Domicilio: French 745, Avellaneda. Prov. de Buenos Aires, Argentina.

Te: 011-4201-1168

Documento de Identidad: DNI: 10.514.058

CI: 6.827.869

Lugar de trabajo: Instituto de Limnología Dr. Raúl A. Ringuelet (UNLP-CONICET)

Avda. Calchaqui Km. 23,5 Florencio Varela Bs. As.

Te: 011-4275-8564

Fax: 011-4275-7799

[jiwas@ilpla.edu.ar](mailto:jiwas@ilpla.edu.ar) ; [Jiwaszkiw@yahoo.com](mailto:Jiwaszkiw@yahoo.com)

Título: Lic. en Zoología de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata (1978).

Actualmente se desempeña como: Profesional Principal de la Carrera del Personal de Apoyo a la Investigación y Desarrollo del CONICET en el Instituto de Limnología Dr. Raúl A Ringuelet (UNLP-CONICET); Investigador Invitado del Departamento Científico Zoología Vertebrados de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo. UNLP; Profesor Asociado de las Cátedras de Ecología Acuática y Estudios de Impacto Ambiental de la Universidad CAECE.

Fue Profesor Asociado de la Cátedra de Ictiología. Universidad CAECE (1985-1988).

Asesor del Programa para la preservación de la fauna íctica del Embalse de Salto Grande conjuntamente con el personal Científico y Técnico del INAPE (Uruguay), INIDEP (Argentina) y la Comisión Técnica Mixta de Salto Grande (1988). Asesor Externo Ad-honorem del Programa Protección de la fauna íctica. Biología y reproducción de peces del Alto Paraná, en el área de afectación de la represa de Yacyreta, Corrientes, Argentina. Entidad Binacional Yacyretá (1988-1992). Director de Desarrollo Pesquero. Subsecretaría de Pesca y Recursos Naturales. Ministerio de Asuntos Agrarios. Provincia de Buenos Aires (1996 – 1997). Consultor Nacional del Banco Mundial - BIRF Sub Componente B3 Ambiental. Subsecretaría de Minería de la Nación. Unidad de Gestión Ambiental Nacional (UGAN) PASMA I. Área: Flora, Vegetación y Fauna. Provincias de Salta, Catamarca, La Rioja, San Juan, San Luis, Mendoza, Tucumán y Jujuy (1998 – 1999). Consultor Nacional. Banco Mundial - BIRF Sub Componente B3 Ambiental. PASMA II – NORESTE. Área: Flora, Vegetación y Fauna. Provincias de Misiones, Corrientes, Formosa, Chaco, Santiago del Estero, Santa Fe y Entre Ríos y PASMA II - SUR. Área: Flora, Vegetación y Fauna. Provincias de Neuquén, Río Negro, Chubut, Santa Cruz y Tierra del Fuego (1999-2000). Experto. Consejo Federal de Inversiones (CFI). Proyecto Pesquerías Continentales del Tramo Argentino de la Cuenca del Plata (02/01 al 05/01).

Ha dirigido seminarios de Licenciatura en Ciencias Biológicas y dictado pasantías relacionados con la biología reproductiva de peces de agua dulce, en universidades de Buenos Aires y del Interior del país. Ha dictado cursos sobre Acuicultura, Biología Pesquera y Conferencias sobre pesca comercial y deportiva y su implicancia en manejo de los recursos pesqueros. Se encuentra dirigiendo Seminarios de licenciatura sobre el estudio de la temporada reproductiva de peces Siluriformes y Characiformes de la laguna Chascomús, Pcia de Bs. As. Cátedra de Ecología Acuática. Universidad CAECE.

*Ha elaborado aproximadamente 30 informes técnicos y mas de 20 trabajos científicos relacionados con la reproducción de peces, biología pesquera y manejo de los recursos pesqueros de distintos ambientes continentales del país.*

## ECOLOGÍA TROFICA

L. M. Rossi\*

Como se ha reconocido desde hace mucho tiempo los peces presentan una amplia radiación adaptativa en sus hábitos alimentarios. El repertorio de sus estrategias alimentarias es muy variado y estos vertebrados ocupan diversos roles tróficos en las comunidades acuáticas.

El estudio de sus hábitos, de las interacciones tróficas entre especies y de aspectos relativos a su ecomorfología trófica constituye el objeto de la Ecología Trófica. Estos estudios contribuyen al desarrollo de modelos que explican cuestiones relativas a los flujos de materia y energía dentro de las comunidades y sistemas acuáticos (Power, 1990; Power, et al. 1995).

Un análisis básico sobre alimentación podría responder a las siguientes preguntas: ¿Qué comen los peces?, ¿cuándo realizan esta actividad?, ¿cuánto comen? y ¿dónde comen? (Wootton, 1991). El análisis de la composición de la dieta generalmente implica la descripción de los organismos que la integran y la determinación de su importancia relativa. El espectro trófico así obtenido, posibilita su asignación a una categoría trófica (detritívoro, herbívoro, carnívoro -bentófago, zooplanctívoro, insectívoro, piscívoro). Pero las generalizaciones sobre la ecología alimentaria enfrentan el problema de la flexibilidad en la utilización de recursos, que muestran muchas especies, bajo distintas condiciones. Esta flexibilidad, que se relaciona en muchos casos con cambios en la abundancia relativa de las presas, puede reflejar variaciones en características fisiológicas y morfológicas, e incluye los cambios temporales de la dieta.

Con el desarrollo ontogenético también se producen cambios en la composición de la dieta, y en la susceptibilidad de los peces a la depredación, y estos cambios son centrales para comprender su ecología (Weatherley y Gill, 1987). El primer año de vida es un tiempo de rápido crecimiento, y es generalmente durante el período larval, cuando los cambios en la alimentación se suceden rápidamente. Muchos de estos son producidos por cambios morfológicos y de maduración, particularmente el incremento en el tamaño de la boca y el mejoramiento de la capacidad locomotora.

También durante el crecimiento inicial de muchas especies se producen cambios de hábitat, que involucran cambios en la disponibilidad de recursos (Merigoux, y Ponton, 1998). Entre las especies parano-platenses se presentan numerosos ejemplos de esta dinámica, ya que en muchas especies (especialmente las migradoras) el desarrollo ontogenético se inicia en aguas lólicas y el crecimiento avanza en los ambientes leníticos asociados. En estos ambientes la riqueza de las comunidades planctónicas, de invertebrados asociados a las macrófitas y de las comunidades bentónicas, favorecen el crecimiento.

Los cambios estacionales en la dieta, se asocian generalmente a cambios en la disponibilidad de alimento, los que a su vez pueden ser producidos por cambios en los patrones de historia de vida de las presas, modificaciones en la disponibilidad de hábitats para alimentación, y cambios en la actividad alimentaria de los mismos peces. En los grandes ríos con llanura aluvial, como el río Paraná o el río Amazonas, el patrón estacional de inundación posibilita el acceso a nuevas áreas inundadas que ofrecen un amplio repertorio de recursos que las especies explotan intensamente (Junk, et al, 1989).

Para realizar una descripción cuantitativa de la dieta, se utilizan métodos que analizan su composición sobre la base del número, el peso y/o el volumen de los organismos presa. Una revisión detallada de estos se encuentra en los trabajos de Berg, 1979, Hyslop, 1980, Windell, 1971. Sin embargo, existen dificultades para lograr un análisis cuantitativo riguroso a partir de los contenidos estomacales y cada uno de estos métodos tiene limitaciones, por lo que su empleo en forma aislada no es muy satisfactorio (Wootton, 1991).

Por otra parte, la tasa de consumo es determinada por la disponibilidad del alimento y por el estado motivacional del pez. Esta tasa es afectada por la temperatura y otros factores abióticos, por el tamaño del cuerpo y por las condiciones fisiológicas del pez. La estimación de la tasa de consumo en poblaciones naturales, puede ser obtenida a partir de cálculos basados sobre la tasa de evacuación intestinal o a partir de la estimación de la cantidad de alimento necesaria para proveer los requerimientos de energía y nutrientes a los peces.

### **Selectividad alimentaria:**

---

\* Instituto Nacional de Limnología (INALI-CONICET)  
 José Maciá 1933  
 (3016) Santo Tomé  
 e-mail: loyrossi@arnet.com.ar



La presencia de los distintos organismos en la dieta depende de su disponibilidad en el ambiente, su detección por el pez y su selección como alimento. Por ello al analizar este proceso se han considerado diversas características de los depredadores y las presas, tales como el tamaño y movimiento de la presa, la distancia de reacción y la experiencia del depredador, etc. La selección puede también depender de la ganancia que la presa significa, y en tal sentido la teoría del forrajeo óptimo ha sido usada con relativo éxito para predecir la composición de la dieta de algunas especies ( Gerking, 1994).

Para evaluar selección se han desarrollado diversos índices a partir del trabajo pionero de Ivlev (1961), que comparan la oferta ambiental con los contenidos de la dieta. Precisamente entre las principales dificultades que presenta la determinación de comportamientos selectivos, se halla la adecuada cuantificación de los recursos disponibles en el ambiente. Un análisis crítico de los diversos índices puede hallarse en los trabajos de Lechowicz (1982) y Lazzaro (1987). Al respecto, es importante considerar que estas herramientas no aportan información sobre los mecanismos responsables de la selección, sino que permiten identificar situaciones en las cuales la selección puede producirse.

#### **Adaptaciones morfológicas para la alimentación:**

Una investigación completa de los hábitos y preferencias alimentarias debe incluir también consideraciones sobre la morfología del tracto digestivo.

Generalmente se presenta una correlación entre la tendencia morfológica y el rol trófico, ya que la morfología determina como el pez puede comer. Los peces consumen como alimento aquellos organismos que la especialización estructural de sus mandíbulas y tubo digestivo le permite capturar, obtener y por ende manipular. Por tanto, la forma y posición de la boca, la dentición en las mandíbulas y de la región bucofaríngea, y la conformación de los rastrillos branquiales están correlacionados con los hábitos alimentarios (Wootton,1991). El tamaño de presas, por ejemplo, está generalmente limitado por la abertura de la boca, por el ancho de las mandíbulas o algunas veces por el diámetro de la faringe.

La morfología funcional y la especialización de el sistema alimentario puede cambiar a medida que el animal crece. Así, en la mayoría de las especies durante el desarrollo temprano el tracto digestivo tiene la forma de un simple tubo y luego cambia para asumir la configuración general que es propia de la etapa adulta.

Los peces presentan una gran variedad de formas en sus estructuras tróficas y en muchos casos estas son asociadas a hábitos especializados. Pero muchas especies son más plásticas en su comportamiento que lo que su anatomía sugiere, presentando hábitos oportunistas, que demuestran que no están completamente condicionadas por su diseño morfológico.

#### **Contenidos del módulo**

Entre los contenidos que se serán abordados se considerará especialmente los referidos a la ecología trófica de las especies Parano-platenses. Se analizarán diversos aportes, y se discutirá el estado actual del conocimiento en este campo de investigación, orientando el debate sobre algunas preguntas como las que se presentan a continuación:

¿Cuál es el uso de los recursos tróficos que realizan los peces del río Paraná?

¿Qué relaciones se presentan entre la dinámica hidrológica, las estrategias de vida y la utilización de esos recursos?

¿Qué secuencia de cambio ontogenético se presenta en la dieta de las especies parano-platenses?

¿Cómo han sido modificadas las tramas tróficas a partir de fenómenos de contaminación biológica?

¿Cuáles son las especies que presentan mayor plasticidad en sus hábitos alimentarios?

#### **BIBLIOGRAFÍA:**

Berg, J. 1979. Discussion of methods of investigating the food of fishes, with reference to a preliminary study of the prey of *Gobiusculus flavescens* (Gobiidae). *Mar. Biol.* 50: 263-273.

**Dettmers, J. M.; D. H. Wahl; D. A. Soluk y S. Gutreuter. 2001.** Life in the fast lane: fish and foodweb structure in the main channel of large rivers. *J.N. Am. Benthol. Soc.* 20 (2): 255 – 265.

Fernando, C. H. 1994. Zooplankton, fish and fisheries in tropical freshwaters. *Hydrobiologia* 272: 105 – 123.

Gerking, S. D. 1994. *Feeding Ecology of Fish*. Academic Press. 416p.

Hyslop, E.J. 1980. Stomach contents analysis – a review of methods and their application. *J.Fish. Biol.*, 17: 411-429.

Ivlev, V. 1961. *Experimental Ecology of the feeding of fishes*, Yale University Press, New Haven, Conn.

- Junk, W.J.; P.B. Bayley y R. E. Sparks. 1989 The flood pulse concept in river- floodplain system. In: Dodge D.P. ed.). Proc. Int. Large River Symp (LARS). Can. Spec. Publ. Fish Aquat. Sci. 106: 110 –127.
- Lazzaro, X. 1987. A review of planktivorous fishes: Their evolution, feeding behaviours, selectivities and impacts. *Hydrobiologia* 146: 97 – 167.
- Lechowicz, M. J. 1982. The sampling Characteristics of electivity indices. *Oecologia* 52: 22 – 30.
- Merigoux, S. y D. Ponton. 1998. Body shape, diet and ontogenetic diet shift in young fish of the Sinnamary River, French Guiana, South America. *Journal of Fish Biology* 52: 556 - 569
- Motta, P. J.; S. F. Norton y J.J. Luczkovich. 1995. Perspectives on the ecomorphology of bony fishes. *Environmental Biology of Fishes* 44: 11 –20.
- Power, M.E. 1990. Effects of fish in river food webs. *Science* 250: 411 – 415.
- Power, M.E.; a. Sun; G. Parker; W. E. Dietrich y J. T. Wootton. 1995. Hydraulic Food- Chain Models. An approach to the study of food-web dynamics in large rivers. *BioScience* 45 (3): 159 – 167.
- Schiemer, F. y M. Zalewski. 1992. The importance of riparian ecotones for diversity and productivity of riverine fish communities. *Netherlands Journal of Zoology* 42 (2-3): 323 – 335.
- Simenstad, Ch. A. y G. M. Caillet (ed.) 1986. Contemporary studies on fish feeding. *Developments in environmental biology of fishes* 7. Series Ed. E.K. Balon. Dr. W. Junk Publishers.334 p.
- Wainwright, P.C. y B. A. Richard. 1995. Predicting patterns of prey use from morphology of fishes. *Environmental Biology of Fishes* 44: 97 – 113.
- Weatherley , A. H. y H.S. Gill. 1987. *The Biology of Fish Growth*. Academic Press. 443 p.
- Winemiller, K.O. 1989. Ontogenetic diet shifts and resource partitioning among piscivorous fishes in the Venezuelan Llanos. *Env. Biol. Fish.* 26: 177 – 199.
- Winemiller, K.O. y D. B. Jepsen. 1998.** Effects of seasonality and fish movement on tropical river food webs. *Journal of Fish Biology* 53 (Supplement A) 267 – 296.
- Windell, J.T. 1971. Food analysis and rate of digestion in Fish Production in freshwaters (ed. W.E.Ricker), Blackwell, Oxford, pp215-226.
- Wootton, R.J. 1991. *Ecology of teleost Fishes*. Fish and Fisheries Series 1. Chapman & Hall. 404 p.

## Liliana Rossi

Domicilio: Av. Gral. López 3046 2do."A" Ciudad: Santa Fe

Documento de Identidad: D.N.I.: 14.538.094

Nacionalidad: Argentina

Dirección electrónica: [loyrossi@arnet.com.ar](mailto:loyrossi@arnet.com.ar)

Ha realizado su formación de grado (Profesorado en Biología) y postgrado (Master en Ecología Acuática Continental) en la Universidad Nacional del Litoral. Ha obtenido becas de Iniciación y Perfeccionamiento en el CONICET, y una beca para Jóvenes Investigadores en la U.N.L.

Es docente investigadora de la U.N.L., desempeñando su actividad en las cátedra de Ecología y en el Seminario de investigación de la Licenciatura en Biodiversidad y el Profesorado en Biología de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la U.N.L., y en el Seminario de Investigación de la Lic. Saneamiento ambiental de la Facultad de Bioquímica de la U.N.L. Ha participado en cursos de postgrado organizados por la U.N.L., el Instituto Nacional de Limnología y la Universidad Estadual de Maringa (Brasil).

Se ha especializado en el estudio de la ecología trófica de peces neotropicales durante su ontogenia temprana.

Ha realizado asesoramiento a otros equipos de investigación del país y del extranjero, y ha participado en diversos proyectos del Conicet, Universidades nacionales, y del Ministerio de Educación de la Provincia de Santa Fe. Ha publicado trabajos de investigación en el país y en el extranjero; y ha orientado la formación de numerosos becarios, tesistas y pasantes.

Forma parte del comité académico de la Maestría en Gestión Ambiental de la U.N.L.

## PECES Y AMBIENTES EN ARGENTINA CONTINENTAL

Roberto C. Menni\*

### Zoogeografía de la Argentina

El esquema zoogeográfico más general utilizado en ictiología fue propuesto por Ringuelet en 1960, y reconoce la influencia de Mello Leitao, Eigenmann, Frengüelli, Cabrera, Yepes, y en un sentido más restringido, de Mac Donagh. Está basado en la distribución de muchos grupos de organismos, vertebrados e invertebrados, sobre los que Ringuelet realizó investigación original.

Este esquema considera tres subregiones de la Región Neotropical. *Guayano Brasileña*, con los Dominios Subtropical y Pampásico, *Andino Patagónica*, con los dominios Andino, Patagónico y Central o Subandino y *Araucana*, con el Dominio Austral Cordillerano. Esta visión zoogeográfica implica una caracterización ecológica de la fauna de las diferentes regiones. Distingue una fauna septentrional subtropical, formada por elementos de clima húmedo y cálido o templado cálido, que en sentido estricto llega a la altura de Magdalena, con diversas facies regionales. En un sentido más amplio, y para los peces, alcanza los ríos Colorado y Negro. Con algunas modificaciones, relacionadas con un tipo distinto de clima, se incluyen aquí componentes de la fauna del Noroeste y centro del país. Hay una fauna andina u orófila, con un límite inferior a los 3.000 m s.n.m.. Hay una fauna higrófila, estenoterma del frío, en las áreas boscosas de la cordillera patagónica – fueguina, y finalmente, hay una fauna mesófila y erémica relativamente pobre, que ocupa la llanura pampásica, sujeta a gradientes Norte-Sur y Este-Oeste, que en los peces son explicados por la disminución de la temperatura. En el Sur, una fauna patagónica corresponde a clima seco y frío.

La distribución de los peces escapa un poco a este sistema en que la ictiofauna es homogénea al Sur del río Colorado, es decir, no valen para ellos un Dominio Austral Cordillerano y otro Patagónico separados, y en la marcada superposición que hay entre la fauna paranoplatense y la patagónica, o parte de la andino patagónica, a lo largo de un eje NO-SE. Muchas de las zonas de Ringuelet subsisten en el esquema general propuesto por Morrone (1996, 2000).

En 1975 Ringuelet desarrolló un sistema para los peces, con dos subregiones. La subregión *Brasilica* y la subregión *Austral*. En la Argentina la primera incluye el Dominio Andino, con la Provincia Surandino Cuyana, y el Dominio Paranense, con la Provincia Paranoplatense. La segunda incluye la Provincia Patagónica. En 1983, Arratia y colaboradores propusieron dos modificaciones a este sistema. La primera es una extensión hacia el Oeste de la Provincia Paranoplatense, que llegaría prácticamente a los Andes al Norte de los 28°S. La segunda es que considera la Provincia Surandino cuyana (o Andino Cuyana), parte de la Subregión Austral. Es posible que cuando se conozca la filogenia de los peces de la Argentina, haya cambios en estos modelos, pero corresponden a patrones muy evidentes, y constituyen una generalización útil para situar organismos y procesos. Son también muy consistentes con las divisiones fitogeográficas.

### Algunos trabajos ecológicos en diferentes regiones de la Argentina.

En ambientes lacustres de Patagonia se han estudiado aspectos morfológicos y biológicos de tres especies de percas que habitan los embalses de Alicurá (aguas arriba) y Piedra del Aguila (aguas abajo) del río Limay. Estos lagos de embalse tienen 67,5 y 305 km<sup>2</sup> de superficie, profundidades mayores de 100 m, y son oligotróficos. Las temperaturas del agua son muy parecidas, pero Piedra del Aguila es más seco. Las percas o truchas criollas *Percichthys colhuapensis*, *P. trucha* y *P. vinciguerrai* se superponen parcialmente en su área de distribución. La perca de boca grande, *P. colhuapensis* está prácticamente ausente en Alicurá. Las percas de boca chica, *P. trucha* y *P. vinciguerrai* tienen marcadas diferencias morfológicas intraespecíficas, tanto entre hábitats como dentro de ellos. Estas diferencias se relacionan con el tamaño de las presas, y también con la influencia de la presencia de *P. colhuapensis* sobre las otras dos. Las tres especies se alimentan de larvas y pupas de quironómidos. Cuando la perca de boca grande está presente, las de boca chica predan en mayor proporción sobre presas menores de 25 mm, en tanto la perca de boca grande lo hace sobre presas mayores de 25 mm, incluyendo peces juveniles y cangrejos. En Alicurá, donde *P. colhuapensis* es rarísima, las percas de boca chica extienden su dieta a presas de mayor tamaño. Estos cambios morfológicos y de régimen alimentario, que se producen en las percas de boca chica en presencia de la de boca grande, probablemente se deben a competencia interespecífica.

---

\* Sección Ictiología, División Zoología Vertebrados, Museo de La Plata, UNLP  
Paseo del Bosque s/n, (1900) La Plata  
e-mail: guiomar@infovia.com.ar

Se han estudiado en Argentina tres ambientes acuáticos influenciados por fuentes termales. Dos están ubicados en extremos geográficos opuestos. Uno en Patagonia, aislado y con una sola especie endémica, y otro en el Noroeste, multiespecífico y relacionado con el resto de la cuenca. El primero son las cabeceras del arroyo Valcheta, en la meseta de Somuncurá. Allí la mojarra desnuda *Gymnocharacinus bergi*, puede vivir porque la temperatura del arroyo (20-22°C), es independiente del clima del área. Las características químicas del agua son semejantes a las de una laguna de la Pampasia. Muchos caracteres anatómicos de esta especie implican reducciones de estructuras, y se relacionan con la oligotrofia del ambiente.

El arroyo de Aguas Calientes, en Jujuy, tiene temperaturas mayores (hasta 59°C), y la zona termal es del orden del centenar de metros. Allí viven 16 especies de peces paranenses, que muestran aclimatación a las temperaturas dominantes en diferentes sectores del arroyo, y temperaturas de pérdida de equilibrio muy cercanas a las letales. Hay menos siluriformes de lo que se esperaría por la localización. Las especies más abundantes son una mojarra y un cíclido. Entre los cíclidos hay otros ejemplos de especies que viven en condiciones extremas; en cambio, es llamativa la ausencia de cyprinodontoideos, que también pueden tener ese carácter.

Las lagunas son los ambientes dominantes en la pampasia. Aunque la movilidad de los peces en ambientes leníticos es mucha y la comunidad es poco estructurada, se ha demostrado la asociación de las especies con lugares particulares caracterizados por el tipo de fondo, el tipo de vegetación y la turbulencia. Tipos funcionales se han establecido basándose en la alimentación. Un arroyo de la provincia de Buenos Aires, libre de la polución que afecta a la mayor parte de los demás, tiene una elevada riqueza específica (55 especies, más del doble que una laguna rica), resultante de la combinación de especies comunes en las lagunas y otras procedentes del Río de la Plata. También muestra una considerable resistencia a los cambios producidos por inundaciones, recuperando rápidamente la estructura de las comunidades cuando el clima cede.

En el Noreste de Argentina se han estudiado peces y ambientes en la llanura aluvial del río Paraguay en Formosa, y comparativamente, en ambientes de clima seco cercanos al Pilcomayo. Se observó una marcada disminución en el número de especies de Este a Oeste; 79 y 41 especies respectivamente, con 31 en común. Estas diferencias se deben en parte a las condiciones hidrológicas actuales, pero quizá también a factores históricos que no han sido examinados. En esta zona los colectores de primer y segundo orden se expanden repetidamente en amplias áreas inundadas localmente llamadas bañados, esteros y cañadas. El tipo predominante de ambiente, de tamaño reducido y poca profundidad, con amplia cobertura vegetal y sujeto a variaciones temporales del nivel del agua, explica la dominancia de caracoideos, cíclidos y siluriformes de pequeño tamaño, en una fauna muy rica. Los peces relacionados con la vegetación en ambientes dependientes del Paraná forman comunidades semejantes y tienen con los de Formosa una similitud del 76%.

En el extremo Noroeste de Argentina, es posible establecer una relación entre la composición taxonómica de los peces, su abundancia relativa y la diversidad, y el aumento de la sequedad con la altura, desde zonas bajas de Yunga a altas de Puna.

## REFERENCIAS

- ARRATIA, G.; M.B. PEÑAFORT y S. MENU MARQUE. 1983. Peces de la región Sureste de los Andes y sus probables relaciones biogeográficas actuales. *Deserta*, 7:48-107.
- CUSSAC, V.E.; D. RUZZANTE; S. WALDE; P.J. MACCHI; V.OJEDA; M.F. ALONSO y M.A. DENEGRI. 1998. Body shape variation of three species of *Percichthys* in relation to their coexistence in the Limay River basin, in northern Patagonia. *Environmental Biol. Fishes*, 53:143-153.
- MENNI, R.C. y A.E. ALMIRON. 1994. Reproductive seasonality in fishes of manmade ponds in temperate South America. *Neotropica*, 40 (103-104):75-85.
- MENNI, R.C. y S.E. GÓMEZ. 1995. On the habitat and isolation of *Gymnocharacinus bergi* (Osteichthyes: Characidae). *Env. Biol. Fishes*, 42:15-23.
- MENNI, R.C.; S.E. GÓMEZ y M.F. LÓPEZ ARMENGOL. 1996. Subtle relationships: freshwater fishes and water chemistry in southern South America. *Hydrobiologia*, 328:173-197.
- MENNI, R.C.; LÓPEZ, H.L. y ARAMBURU, R.H. 1988. Ictiofauna de Sierra de la Ventana y Chasicó (Provincia de Buenos Aires, Argentina). *Zoogeografía y parámetros ambientales*. *An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso*, 19:75-84.
- MENNI, R.C., H.L. LÓPEZ, J.R. CASCIOTTA y A.M. MIQUELARENA. 1984. Ictiología de áreas serranas de Córdoba y San Luis (Argentina). *Biol. Acuática* 5:1-63.
- MENNI, R.C.; A.M. MIQUELARENA y S.E. GÓMEZ. 1998. Fish and limnology of a thermal water environment in subtropical South America. *Environ. Biol. Fishes*, 51:265-283.

- MENNI, R.C.; A.M. MIQUELARENA; H.L. LÓPEZ; J.R. CASCIOTTA, J.R.; A.E. ALMIRON y L.C. PROTOGINO. 1992. Fish fauna and environments of the Pilcomayo-Paraguay basins in Formosa, Argentina. *Hydrobiologia*, 245:129-146.
- MORRONE, J.J. 1996. The biogeographical Andean subregion: a proposal exemplified by arthropod taxa (Arachnida, Crustacea and Hexapoda). *Neotropica*, 42 (107-108):113-114.
- MORRONE, J.J. 2000. What is the Chacoan subregion?. *Neotropica*, 46:51-68.
- RINGUELET, R.A. 1953. Geonemia de los escorpiones en la Argentina y las divisiones zoogeográficas basadas en su distribución. *Rev. Mus. La Plata (NS)*, 6, Zool.:277-284.
- RINGUELET, R.A. 1955a. Panorama zoogeográfico de la provincia de Buenos Aires. *Notas Mus. La Plata*, 18, Zool. (156):1-15.
- RINGUELET, R.A. 1955b. Vinculaciones faunísticas de la zona boscosa del Nahuel Huapi y el dominio zoogeográfico Austral Cordillerano. *Notas Mus. La Plata*, 18, Zool. N° 160:81-121.
- RINGUELET, R.A. 1955c. Ubicación zoogeográfica de las islas Malvinas. *Rev. Mus. La Plata (NS)* 6, Zool.:419-464.
- RINGUELET, R.A. 1961. Rasgos fundamentales de la zoogeografía de la Argentina. *Physis*, 22 (63):151-170.
- RINGUELET, R.A. 1962. Ecología acuática continental. Eudeba, i-xi, 1-138.
- RINGUELET, R.A. 1962. Rasgos faunísticos de las reservas naturales de la provincia de Buenos Aires. *Physis*, 23 (64):83-92.
- RINGUELET, R.A. 1972. Ecología y biocenología del hábitat lagunar o lago de tercer orden de la región Neotrópica templada (Pampasia sudoriental de la Argentina). *Physis* 31 (82):55-76.
- RINGUELET, R.A. 1974. Breves comentarios sobre un pez cavernícola de Bolivia (*Pygidium chaberti* Durand, 1968). *Neotropica*, 20 (62):67-68.
- RINGUELET, R.A., 1975. Zoogeografía y ecología de los peces de aguas continentales de la Argentina y consideraciones sobre las áreas ictiológicas de América del Sur. *Ecosur*, 2 (3):1-122.
- RINGUELET, R.A. 1978. Dinamismo histórico de la fauna Brasílica en la Argentina. *Ameghiniana*, 15 (1-2):255-262.
- RINGUELET, R.A. 1981. El ecotono faunístico Subtropical Pampásico y sus cambios históricos. En: *Symposia, IV Jornadas Arg. Zool., II Biogeografía*:75-80.
- RINGUELET, R.A.; A. SALIBIAN; E. CLAVERIE y S. ILHERO. 1967b. Limnología química de las lagunas pampásicas (Provincia de Buenos Aires). *Physis* 27 (74):201-221.

## Dr. Roberto C. Menni

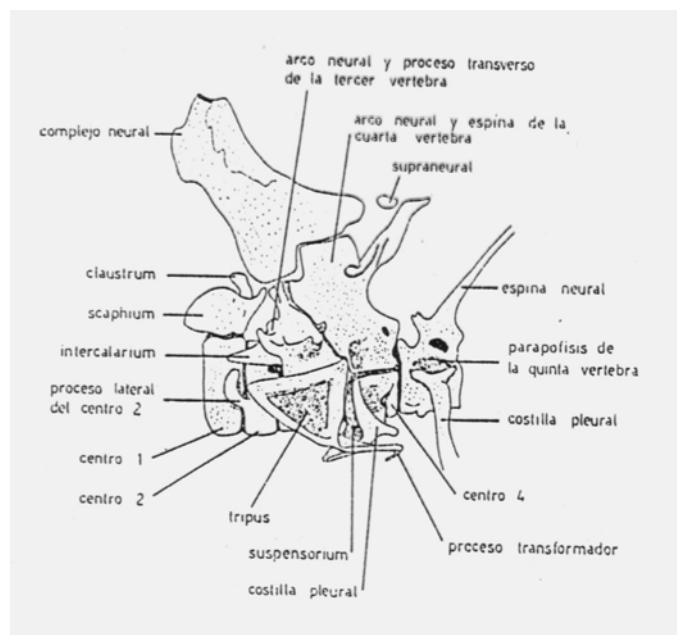
- Se doctoró en Ciencias Naturales en la UNLP en 1972.
- Desde 1973 es investigador del CONICET, donde es Investigador Principal desde 1991.
- Ha publicado 71 trabajos de investigación en publicaciones periódicas, 2 libros y 4 capítulos de libros, y más de 22 publicaciones misceláneas incluyendo bibliografías, comentarios bibliográficos y claves.
- Ha presentado trabajos en 31 congresos en Uruguay, Brasil, Perú y Méjico, y en Japón, Hong Kong, Estados Unidos, Tailandia e Irlanda.
- Ha sido y fue hasta 1997 miembro de la Comisión Asesora en Ciencias Biológicas del CONICET.
- En 1991 recibió la medalla "Miguel Lillo" por su obra científica, y fue nombrado miembro honorario de la Sociedad de Biología de Tucumán.
- En 1998 recibió el Segundo Premio Nacional de Ciencias (Zoología), correspondiente a la producción 1993-1996.
- Desde 1998 es Associate Member (por invitación) de la Japanese Society for Elasmobranch Studies.
- Desde 1988 es profesor titular ordinario por concurso (Semidedicación A) de Biología Marina en la Universidad Nacional de La Plata. Fue ayudante de cátedra y Jefe de Trabajos Prácticos en la cátedra de Vertebrados de la Universidad Nacional de La Plata, profesor de Vertebrados Marinos en la Universidad Nacional del Sur y de Biología Marina en el Instituto Universitario de Trelew.
- Es miembro del Shark Research Panel. de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

- Ha recibido subsidios para investigación y de viaje del CONICET, de la CIC, de la National Science Foundation de USA, de la Deutscher Akademischer Austauschdienst de Alemania y del Gobierno y otras instituciones de Brasil.
- En 1993 y 1994 fue Investigador Visitante de Categoría A en el Conselho Nacional de Pesquisas de Brasil y profesor visitante en el Departamento de Pesca de la Universidad de Pernambuco.
- Ha dirigido 6 tesis de doctorado y dirige actualmente 4. Ha sido jurado de 33 tesis en el país y de 6 en Brasil, jurado de concursos y evaluador de proyectos. Participó en dos cruceros de investigación internacionales.
- Ha sido árbitro para numerosas revistas nacionales y extranjeras, incluyendo Journal Fish Biology (Inglaterra), Marine and Freshwater Research (Australia) y Revista de Biología Marina (Chile).

# Ostariofisos de Argentina: Bases para su conocimiento

Amalia M. Miquelarena\*

El principal grupo de peces neotropicales es el de los ostariofisos, que comprende las tres cuartas partes de los peces de agua dulce del mundo. Es un conjunto sumamente diverso morfológica y ecológicamente, que abarca desde las carpas del Hemisferio Norte hasta los peces acorazados de la Región Neotropical. Posee como carácter específico una compleja conexión entre la vejiga gaseosa y el oído interno, que involucra una serie de estructuras derivadas de la modificación de las cuatro o cinco primeras vértebras de la columna vertebral, sus arcos neurales, costillas pleurales, parapófisis, ligamentos, y músculos, que se llama **aparato de Weber**.



Tomado de Miquelarena y Arámburu, 1983:504

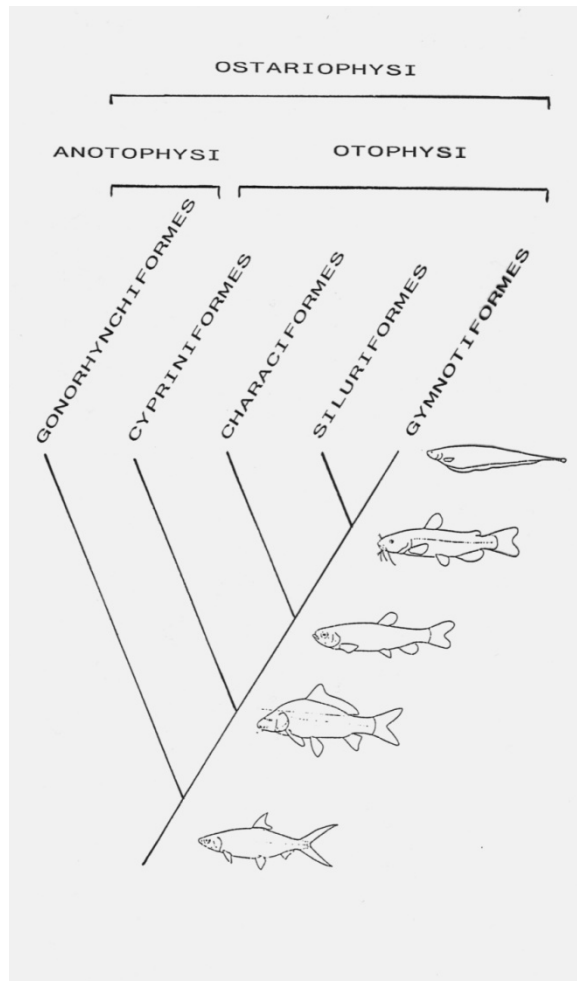
Un segundo carácter que los define es que los peces de este grupo poseen una **reacción de miedo** producida por una sustancia de alarma. Esta sustancia es una feromona, químicamente similar o idéntica en todos los Ostariophysii. En 1970 Rosen y Greenwood ubican a los Gonorrhynchiformes, a quienes les falta la conexión otofisa, como el grupo Anotophysii y los ostariophysios restantes, con una conexión otofisa, como Otophysii.

La posesión de la respuesta de alarma fue el factor que contribuyó a la inclusión de los Gonorrhynchiformes dentro de los Ostariophysii.

Fink y Fink (1981) presentan el primer análisis filogenético de las interrelaciones de los Ostariophysii y llegan a la siguiente clasificación dentro de los Otophysii: Cypriniphysii que incluye a los Cypriniformes (las carpas) y que es el grupo hermano de los Characiphysii. Estos últimos, incluyen a los Characiformes (carácidos o tetras) y es el grupo hermano de los Siluriformes ( peces eléctricos y bagres).

Actualmente los Ostariophysii comprenden cinco linajes: Gonorrhynchiformes, Cypriniformes, Characiformes, Siluriformes y Gymnotiformes.

\* Sección Ictiología, División Zoología Vertebrados, Museo de la Plata, UNLP  
Paseo del Bosque s/n (1900) La Plata  
e-mail: miquelar@museo.fcnym.unlp.edu.ar



Otros caracteres anatómicos que definen al superorden Ostariophysi son los siguientes: basiesfenoides ausente; orbitoesfenoides presente, excepto en Gonorhynchiformes; mesocoracoide usualmente presente; dermopalatino ausente; poscleitrum ausente en Gonorhynchiformes y Siluriformes, uno en la mayoría de los Cypriniformes, y tres generalmente en Characiformes y Gymnotiformes; vejiga gaseosa presente excepto en Gonorhynchus, y usualmente dividida internamente en una pequeña cámara anterior, la cual está parcialmente o completamente cubierta por una túnica peritoneal plateada, y una cámara más grande posterior, que puede estar reducida o ausente en algunos grupos; pequeñas proyecciones córneas unicelulares denominadas "unculi" sobre varias partes del cuerpo (Roberts, 1982); tubérculos córneos multicelulares (= tubérculos nupciales o de reproducción u órganos perliformes) con una capa queratinosa bien desarrollada, no limitada a una película delgada como en otros Euteleosteos (Wiley y Collette, 1970; Roberts, 1982); quijada superior protractil en muchas especies; aletas pélvicas si están presentes abdominales.

Según Nelson (1994) los Ostariophysi se reúnen en cinco órdenes, 59 familias, 960 géneros y cerca de 6507 especies. Incluyen el 27 % de las especies conocidas en el mundo, y el 64 % de las especies de agua dulce. Ellos están distribuidos en todos los continentes y en la gran mayoría de las grandes masas de tierra excepto en Antártida, Groenlandia y Nueva Zelanda. El continente australiano posee unos pocos Siluriformes derivados secundariamente de grupos marinos. En la Región Neotropical están muy bien representados y en Argentina constituyen la mayor parte de la ictiofauna continental, más de 320 especies que se distribuyen en todos los biotopos que conforman los sistemas hidrográficos de nuestro país. Su mayor presencia la encontramos en el área paranoplatense que incluye la mayor variedad de ambientes lóticos y lénticos de la Argentina (López, 2001). En ella se destacan, entre otros, los grandes ríos de la cuenca del Plata, la planicie aluvial y el delta del Paraná, el estuario del Plata, cuencas endorreicas, los esteros del Iberá, el sistema de lagunas bonaerenses y las lagunas altoandinas presentes en la región puneña. La ictiofauna se caracteriza principalmente por la presencia de los grandes caraciformes y siluriformes migradores, entre los cuales podemos mencionar al dorado (*Salminus maxillosus*) de alto valor deportivo, al sábalo (*Prochilodus lineatus*) que constituye la especie de mayor biomasa del sistema y los surubíes y manguruyúes de los géneros *Pseudoplatystoma* y *Paulicea* respectivamente. También encontramos los peces presentes en esteros, bañados, madrejones, riachos, planicies de meandros, etc., con



estrategias adaptativas diversas. En esta área además cobra importancia la presencia de los llamados “peces ornamentales” (numerosas mojarra de los géneros *Astyanax*, *Hyphessobrycon*, *Gymnochorymbus*, *Cheirodon*, *Moenkhausia*, *Hemigrammus*, etc.) que son objeto de comercialización intensiva, y los “peces miniaturas”, cuyos adultos no exceden unos pocos mm de L St (ej.: *Trichomycterus johnsoni*); mientras que en la región andino-patagónica sólo se destacan los endemismos del carácido *Gymnocharacinus bergi* que habita aguas termales en las cabeceras del arroyo Valcheta en el norte de la Patagonia y del bagre aterciopelado de la familia *Diplomystidae*; esta última también compartida con Chile.

## Bibliografía de referencia

- AQUINO, A. E. & A. M. MIQUELARENA. 2000(2001). Redescription of *Hypoptopoma inexpectata* (Holmberg, 1883), with notes on its anatomy (Siluriformes: Loricariidae). *Physis, Sec. B*, 58(134-135): 1-18.
- ARRATIA, G. 1987. Description of the primitive family *Diplomystidae* (Siluriformes, Teleostei, Pisces): morphology, taxonomy and phylogenetic implications. *Bonn. Zool. Monogr.* 24: 1-120.
- ARRATIA, G. & L. HUAQUIN. 1995. Morphology of the lateral line system and of the skin of diplomystid and certain primitive loricaroid catfishes and systematic and ecological considerations. *Bonner Zoologische Monographien* 36: 1-109.
- ARRATIA, G.; M. B. PEÑAFORT y S. MENU-MARQUE. 1983. Peces de la región sureste de los Andes y sus probables relaciones biogeográficas. *Deserta* 7: 48-107.
- ESCHEMEYER, W. N. (Ed.). 1998. *Catalog Fishes. Vol. I. Introductory materials. Species of Fishes (A -L)*. Special Publ. N° 1, Center for Biodiv. Research and Information, Calif. Acad. of Sci., 958 pp.
- 1998. *Catalog Fishes. Vol. II. Introductory materials. Species of Fishes (M -Z)*. Special Publ. N° 1, Center for Biodiv. Research and Information, Calif. Acad. of Sci., 959-1820.
- 1998. *Catalog Fishes. Vol. III. Genera of Fishes. Species and Genera in a classification. Literature cited. Appendices*. Special Publ. N° 1, Center for Biodiv. Research and Information, Calif. Acad. of Sci., 1821-2950.
- FINK, S. V. & W. L. FINK. 1981. Interrelationships of ostariophysan fishes (Teleostei). *Zool. J. Linn. Soc.* 72(4): 297-353.
- FINK, S. V. & W. L. FINK. 1996. Interrelationships of ostariophysan fishes (Teleostei). In: *Interrelationships of Fishes* (M. Stiassny, L. Parenti & G. Johnson, eds.) 496 pp.
- GÉRY, J. 1977. *Characoids of the world*. T. F. H. Publ., 672 pp.
- HELFMAN, G. S.; B. B. COLLETTE & D. E. FACEY. 1997. *The Diversity of Fishes*. Blackwell Science, U.S.A., 528 pp.
- LÓPEZ, H. 2001. Estudio y Uso Sustentable de la Biota Austral: Ictiofauna Continental Argentina. *Rev. Cubana Invest. Pesq. (supl. especial, versión electrónica)* ISSN CUB 0138-8452.
- LUNDBERG, J. G.; M. KOTTELAT; G. R. SMITH; M. L. J. STIASSNY & A. C. GILL. 2000. So many, so little time: an overview of recent ichthyological discovery in continental waters. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 87: 26-62.
- MAGO LECCIA, F. 1994. *Electric fish of the continental waters of America*. FUDECI, XXIX, Caracas, Venezuela, 206 pp.
- MALABARBA, L. R.; R. E. REIS, R. P. VARI, Z. M. S. LUCENA & C. A. S. LUCENA. 1998. *Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes*, EDIPUCRS, Porto Alegre, Brasil, 603 pp.
- MIQUELARENA, A. M. 1982. Estudio comparado del esqueleto caudal en peces characoideos de la República Argentina. II. Familia *Characidae*. *Limnobiós* 2(5): 277-304.
- 1984. Estudio comparado del esqueleto caudal en peces characoideos de la República Argentina. III. Familias *Serrasalimidae*, *Gasteropelecidae*, *Erythrinidae*, *Anostomidae*, *Hemiodidae*, *Curimatidae* y *Characidiidae*. *Limnobiós* 2(8): 613-628.
- 1986. Estudio de la dentición en peces characoideos de la República Argentina. *Biol. Acuática* 8: 1-60.
- MIQUELARENA, A. M. y R. H. ARÁMBURU. 1983. Osteología y lepidología de *Gymnocharacinus bergi* (Pisces, *Characidae*). *Limnobiós* 2(7): 419-512.
- NELSON, J. S. 1994. *Fishes of the world*. Wiley-Interscience Publ., 416 pp.
- RINGUELET, R. A. 1975. Zoogeografía y ecología de los peces de aguas continentales de la Argentina y consideraciones sobre las áreas ictiológicas de América del Sur. *Ecosur* 2(3): 1-122.

- RINGUELET, R. A.; R. H. ARÁMBURU y A. ALONSO DE ARÁMBURU. 1967. Los peces argentinos de agua dulce. *Com. Inv. Cient. Prov. Bs. As.*, La Plata, 602 pp.
- ROBERTS, T. R. 1982. Unculi (horny projections arising from single cells), an adaptive feature of the epidermis of ostariophysan fishes. *Zool. Scripto.* 11(1): 55-76.
- 1973. Interrelationships of ostariophysans. *Zool. J. Linn. Soc.* 53(Suppl. 1): 373-395.
- ROSEN, D. E. & P. H. GREENWOOD. 1970. Origin of the Weberian apparatus and the relationships of the ostariophysan and gonorynchiform fishes. *An. Mus. Novit.* 2428, 25 pp.
- SCHAEFER, S. A. 1987. Osteology of *Hypostomus plecostomus* (Linnaeus) with a phylogenetic analysis of the loricariid subfamilies (Pisces: Siluroidei). *Contributions in Sciences, Natural History Museum of Los Angeles County* 394: 1-31.
- 1997. The Neotropical cascudinhos: Systematics and biogeography of the *Otocinclus* catfishes (Siluriformes: Loricariidae). *Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia* 148: 1-120.
- VARI, R. P. 1988. The Curimatidae, a lowland neotropical fish family (Pisces: Characiformes); distribution, endemism, and phylogenetic biogeography. **En:** *Proceedings of a Workshop on Neotropical Distribution Patterns*, W. R. Heyer y P. E. Vanzolini (eds.), Academia Brasileira de Ciencias, Rio de Janeiro: 343-377.
- WEITZMAN, S. H. 1962. The osteology of *Brycon meeki*, a generalized characid fish, with osteological definition of the family. *Stanford Ichthyol. Bull.* 8(1): 1-77.
- WEITZMAN, S. H. & S. V. FINK. 1985. Xenobryconin Phylogeny and Putative Pheromone Pumps in Glandulocaudine Fishes (Teleostei: Characidae). *Smithsonian Contributions to Zoology* 421: 1-121.
- WEITZMAN, S. H. & W. L. FINK. 1983. Relationships of the Neon Tetras, A Group of South American Freshwater Fishes (Teleostei, Characidae), with Comments on the Phylogeny of New World Characiforms. *Bulletin Museum of Comparative Zoology* 150(6): 339-395.
- WILEY, M. L. & B. B. COLLETTE. 1970. Breeding tubercles and contact organs in fishes: their occurrence, structure, and significance. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 143(3): 143-216.

## Dra. Amalia M. Miquelarena

Dra. en Ciencias Naturales orientación Zoología, título otorgado por la Universidad Nacional de La Plata en 1980.

Ejerce los cargos de: Profesor Titular Ordinario en la Cátedra de Ictiología, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata; Investigador Categoría 1 de la Universidad Nacional de La Plata, dentro del Programa de Incentivos del Ministerio de Educación de la Nación; Investigador Independiente CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas); Jefe de la Sección Ictiología, por concurso de antecedentes, Departamento Científico Zoología Vertebrados, Museo de La Plata y Responsable de la Sección Ictiología (Taxonomía), Instituto de Limnología "Dr. Raúl A. Ringuelet", UNLP-CONICET.

Fue miembro Titular de Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata, UNLP (1989-1992) y miembro Titular del Consejo Científico Asesor del Instituto de Limnología "Dr. Raúl A. Ringuelet" (UNLP-CONICET) (1993).

Hasta 1984 participó en varios proyectos de investigación. A partir del año 1985 y hasta la actualidad ha dirigido y codirigido cinco proyectos de investigación PID-CONICET y CIC, sobre Ecología, Zoogeografía y Biodiversidad de peces continentales sudamericanos, y ha dirigido y dirige investigadores (1 CONICET, 1 CIC, 1 UNLP), becarios (3 CONICET, 1 SubSecr. de Cultura de la Prov. de Santa Fe), 11 tesis (5 aprobadas, UNLP y UNT), profesionales (2 CONICET), técnicos (1 CONICET) y pasantes (3 UNLP, 3 UNT, 1 UNL) relacionados con temas ictiológicos.

Ha recibido subsidios de instituciones del país para proyectos de investigación, revisión de colecciones o para asistir a congresos nacionales e internacionales.

Ha sido subsidiada por Smithsonian Institution, Washington, D.C., para realizar investigaciones sobre los peces de la región Neotropical en el National Museum of Natural History. Fue investigador visitante para realizar tareas de investigación y examinar las colecciones ictiológicas en las siguientes instituciones: Instituto del Mar del Perú, Museo Javier Prado, Lima, Perú (X/1983); Museo de Ciencias Naturales y Facultad de Humanidades y Ciencias de Montevideo, Uruguay (III/1985); Museum of Zoology, University of Michigan, Ann Arbor, USA (VI/ 1988); American Museum of Natural History, New York, USA (VII/1988); National Museum of Natural History, Washington, D.C., USA (X-XI/ 1990); Museo de Zoología de Sao Paulo, Brasil (VII/1995); Museo de Ciencias y Tecnología, PUCRS, Porto Alegre, Brasil (VII/1997); Museo de Ciencias Naturales de Madrid, Facultad de

Biología de la Universidad de Barcelona y Universidades de Salamanca y León, España (III-IV/1998); Universidad de Guelph, Canadá y American Museum of Natural History, New York, USA (VII-VIII/1998); Zoologisches Institut und Zoologisches Museum, Universidad de Hamburgo, Alemania (VIII-IX/1999) y Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, B.C.S., México.

Participó y participa como Miembro Informante en Comisiones Asesoras para el CONICET, la CIC y la UNLP. Actuó y actúa como Evaluador de proyectos de la Universidad Nacional de La Pampa, Universidad Nacional del Comahue, Universidad Nacional de Buenos Aires, Universidad Nacional de La Plata, Consejo Interuniversitario Nacional (CIN) y Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (SEPCyT).

Fue Jurado de 16 Tesis en las Universidades Nacionales de La Plata, Tucumán, Córdoba, Mar del Plata, del Litoral, Comahue y Buenos Aires..

Participó en 23 Simposios y Congresos en Argentina, Brasil, Perú, Uruguay, Estados Unidos, Canadá y México, en los que comunicó 31 trabajos. Publicó 45 trabajos científicos en revistas nacionales e internacionales, un libro y tres capítulos de libros sobre Sistemática, Anatomía y Distribución de Peces Continentales argentinos.

Actuó y actúa como Asesor Científico en temas de su especialidad en diversos organismos gubernamentales y privados, en el país y en el exterior: Departamento de Ecología de la Comisión Técnica Mixta de Salto Grande (CTM); Programa Estudios Limnológicos Regionales, UNaM, Misiones; Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC); Dirección Provincial de Ecología y Forestación (Recursos Naturales y Ecología) San Luis; Museo Provincial de Ciencias Naturales "Florentino Ameghino" , Santa Fe; Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile; Instituto de Ictiología del Nordeste, Facultad de Ciencias Veterinarias (UNNE); IATASA S.A.; Museo de Ciencias Naturales de Salta; Museo de Ciencias Naturales "Reverendo Padre Antonio Scasso" Bs.As.; Instituto Nacional de Limnología (INALI); Delegación Regional Nordeste, Administración Parques Nacionales; Academy of Natural Sciences, Philadelphia, USA; University of Nebraska, Lincoln, USA.

Dictó cursos de postgrado (3), seminarios (2), pasantías (7), entrenamientos (8) y conferencias (2) sobre " Sistemática y Anatomía ósea de peces de agua dulce" en distintos centros del país.

Realizó viajes de campaña e investigación a diferentes cuencas hidrográficas de Argentina y ha desarrollado tareas técnicas relacionadas con Programas de Investigación y con la conservación, ordenamiento y clasificación de material ictiológico en la Colección Ictiológica del Museo de la Plata e ILPLA.

Su especialidad abarca la sistemática y anatomía de peces de agua dulce, la conservación de la diversidad de peces, la biogeografía y el entrenamiento de recursos humanos en Ictiología.

## Consideraciones generales sobre la construcción de represas y sus impactos en las comunidades acuáticas

Norberto O. Oldani\*

### Introducción

Los estudios de biología o ecología de peces del río Paraná en su amplia mayoría, están referidos a aspectos particulares de las poblaciones. En general, se realizaron antes del represamiento de los ríos o en áreas donde aún no se construyeron las obras, siendo relativamente poco lo que se sabe del comportamiento y hábitats de los peces necesarios para el diseño de sistemas de transferencia y minimizar el impacto ambiental de las obras hidroeléctricas. Los trabajos que involucran aspectos a nivel de cuenca e incluyen planteos teóricos del comportamiento de los peces son los de Bonetto, 1976; Oldani, 1990; Godoy, 1975; Welcomme, 1985; Lowe-McConnell, 1987.

Las represas producen un importantísimo impacto ambiental debido principalmente a las modificaciones de los pulsos de agua y a las pérdidas de áreas inundables. En el caso de la ictiofauna, los embalses modifican la estructura de la comunidad y contribuyen a la pérdida de hábitats para la reproducción, el desove y la cría de larvas y juveniles. Aguas abajo, alteran el régimen hidrológico, el transporte de sedimentos, la concentración de gases, la temperatura modificando los hábitats que utilizan los peces para orientarse en los desplazamientos. La mayoría de las represas en Sudamérica carecen de sistemas de transferencias, pasos o facilidades para peces lo que constituye un severo impacto sobre las especies que se conocen con el nombre de objetivos. Es decir, especies de un gran valor ecológico: sábalo (*Prochilodus lineatus*), considerada clave en la cuenca del Plata y los grandes migradores de interés deportivo y comercial: surubíes (*Pseudoplatystoma coruscans* y *P. fasciatum*), dorado (*Salminus maxillosus*), manguruyú (*Paulicea litkeni*), tres puntos (*Hemisorubim platyrhynchos*), manduve, mandubé o mandubí (*Ageniosus brevifilis* y *Ageneiosus valenciennesi*) pira pita (*Brycon orbignyanus*), boga (*Leporinus obtusidens*), pacú (*Piaractus mesopotamicus*), mandubé cucharón (*Sorubim lima*), armados (*Pterodoras granulosus* y *Oxidoras kneri*), manguruyú de las piedras (*Pimelodus zungaro*), bagre en general, amarillo (*Pimelodus maculatus*), moncholo (*Pimelodus albicans*), etc.

### Estudios en el área de emplazamiento de Corpus, en el Paraná Superior y en los afluentes de la alta cuenca en BRASIL

**Pereira de Godoy (1975)**, demostró que los desplazamientos periódicos de los peces, principalmente de los géneros *Prochilodus* (curimatá (*Prochilodus scrofa*), congénere del sábalo (*Prochilodus platensis* = *Prochilodus lineatus*), bogas, dorados y bagres se realizan entre lugares que denomina "lar de alimentação" y "lar de reprodução". Considera que los peces se desplazan hacia el "lar de reprodução" situado entre Cachoeira de Emas y Salto de Pinhal cuando se producen las lluvias y en coincidencia con el período de máximas temperaturas (noviembre-febrero). A esta migración se la conoce vulgarmente con el nombre de "piracema", que significa período de subida y de abundancia de peces. Después de la reproducción los peces se desplazan hacia el "lar de alimentação", situado en la parte media del río Grande entre Cachoeira de Marimondo y la represa de la usina de Porto Colombia (1972). Aquí, los peces permanecen de enero a agosto y se dispersan en la cuenca donde encuentran alimento y mejores condiciones ambientales para el crecimiento y engorde. A partir de agosto-setiembre, los peces dejan de comer, se reúnen en cardúmenes y comienzan a migrar hacia el río Pardo, continuando hasta el río Mogi-Guassu. Hacia fines de setiembre, comienzan a llegar a Cachoeiras de Emas, atraviesan la escala de 5 m de altura y continúan hasta el Salto del Pinhal. El número de peces de estos cardúmenes varían entre 100 y 160 mil ejemplares; en las migraciones ascendentes pueden realizar entre 10 y 15 km por día.

**Ransom et al., (1986)**, realizaron los trabajos entre noviembre de 1984 y febrero de 1985, en el área ubicada desde aguas abajo del eje de las localidades de Posadas-Encarnación (Paraguay) hasta Pto. San Juan determinaron que:

- Los peces se orientaban hacia la costa, donde la velocidad de la corriente es menor y cerca del fondo, cuando la profundidad cae bruscamente.
- Los mayores desplazamientos se produjeron sobre la costa Argentina a la altura de los arroyo San Juan y Candelaria.
- Sugieren que las costas son rutas de migración de los peces.
- El pico de mayor abundancia fue de 70,1 peces/m<sup>2</sup>.

---

\* INTEC (UNL-CONICET), Güemes 3450, (S3000GLN) Santa Fe  
e-mail: gbio@ceride.gov.ar

- Las fuertes lluvias que se produjeron, pudieron haber inducido migraciones.
- Los desplazamientos, aguas arriba y abajo, diurnos y nocturno, son similares.
- La velocidad de desplazamiento de los peces aguas abajo es mayor que aguas arriba.
- La talla media de los peces que se desplazan aguas abajo  $-48,7$  dB (6,0 cm de longitud total), es menor que los que se desplazan aguas arriba  $-41,9$  dB (13,1 cm).

**Agostinho et al., (1993)**, estudió aguas arriba del embalse de Itaipú, en la región de Porto Rico (Brasil) el comportamiento migratorio y la ocupación estratificada de distintos ambientes en relación con el desarrollo y ciclo reproductivo del curimatá. Evidenció los desplazamientos de los adultos en el cuerpo del embalse, con movimientos descendentes entre marzo y agosto y ascendentes a partir de setiembre. En octubre, parte de los adultos se desplazan aguas arriba hacia las áreas de reproducción localizadas en el río Paraná y sus tributarios. En el sistema de lagunas, el 73% corresponden a individuos jóvenes, de hasta 2 años y tallas inferiores a L50 (18,9 cm), con gónadas inmaduras. En los arroyos y ríos el 60% son jóvenes, con tallas que corresponden a 1 y 2 años y gónadas que no iniciaron el desarrollo. En el cauce del río Paraná, el 82% son adultos, con tallas correspondientes a 2 años o más y gónadas que evidencian actividad reproductiva. En el embalse todos los ejemplares son adultos, de más de 2 años, muestran actividad reproductiva inminente. Los ambientes leníticos y semileníticos naturales, son áreas de alimentación y cría de juveniles de hasta 2 años de edad, mientras que estos mismos ambientes, en el embalse, son áreas de alimentación y recuperación de adultos. Los ambientes lóticos son principalmente áreas de reproducción.

### Estudios en el área de la represa Yacyretá.

**Oldani (1992)**, entre 1988 y 1989 a la altura del cierre principal de Yacyretá, caracterizó las fluctuaciones de la abundancia de las principales especies y las relacionó con los fenómenos reproductivos y el comportamiento migratorio en base a cambios en la estructura de tallas utilizando redes enmalladoras. Las mayores densidades (por recuentos de trazas) las detectaron casi siempre en la zona litoral, pero cuando las densidades fueron mayores en el borde del talweg, se produjeron variaciones de acuerdo al período del día: hacia el mediodía estuvo asociado a sábalos y bogas, mientras que al amanecer y atardecer a armados y amarillos. La tendencia se manifestó con mayor claridad a partir de noviembre cuando se presentaron altos valores de índices gonadosomáticos. Aunque los peces estuvieron en condiciones de desovar desde octubre, la reproducción se desencadenó en enero, coincidiendo con un aumento sostenidos del caudal. El desove se produjo en un periodo de baja densidad de peces, lo que determinó una escasa producción de larvas, debido probablemente a la falta de estímulo (ascenso del nivel hidrométrico).

**Oldani et al., (2001)**, establecieron las áreas de concentración de peces aguas abajo de Yacyretá y determinaron las rutas de aproximación a los sistemas de transferencia entre julio de 1997 y junio de 1998. Utilizaron metodologías acústicas y desarrollaron un sistema de información geográfico. El área que presentó siempre las mayores concentraciones de peces se ubicó en la zona más profunda (mas de 7 m) del antiguo cauce del río Paraná, con mínimas velocidades de corriente, aguas abajo del cierre principal. El área inmediatamente aguas abajo del vertedero no pudo ser convenientemente investigada, pero probablemente reúna características ambientales similares a las del antiguo cauce principal.

### Estudios en el área del emplazamiento de Salto Grande y el río Uruguay.

**Oldani y Leites (2001)**, determinaron en noviembre y diciembre de 2000 aguas abajo de la represa de Salto Grande (río Uruguay), las áreas de concentración y abundancia de peces, en función de las profundidades y las velocidades de corrientes. Utilizaron metodologías acústicas y desarrollaron un sistema de información geográfico. Consideran áreas de altas concentraciones de peces, a las densidades de más de 1 pez /m<sup>2</sup> y de tallas superior a 5 cm.

El estudio, preliminar, permitió concluir que la disponibilidad de hábitat para los peces es muy dinámica porque está asociada principalmente a las variaciones del nivel hidrométrico. Reconocen, para el tramo del río que se extiende desde la represa hasta la “tortuga alegre” de acuerdo con Poddubnyi *et al.*, (1981a) y Oldani, (1990, 1992), los siguientes hábitats: a) litoral, b) con pendientes, c) pelágico, cp) pelágico profundo, d) pozo o remansos y e) elevaciones del fondo.

El hábitat a) litoral: ocupa el 12,7% del área total y se encuentran desde la línea de ribera hasta profundidades de 2 m. Es considerado zona de descanso para los peces de tallas medianas y grandes, pero todos los peces fueron de tallas pequeñas.

El hábitat b) con pendiente: tiene el 22,7% y se encuentran a continuación del anterior, donde el río se profundiza, en este caso hasta los 4 m. Se considera muy importante para la orientación de las migraciones de los peces, pero prácticamente no se detectaron.

El hábitat c) pelágico: es el más amplio con el 51,6% del total. Ocupa la porción central del río con profundidades de 4 a 7 m, es el mas seleccionado por los peces. Esto ya había sido observado por Delfino y Baigún (1986) en este mismo sitio y Oldani *et al.*, 2001, en el río Paraná agua abajo del cierre principal de la represa de Yacyretá.

El hábitat cp) pelágico profundo: tiene el 13,5% con profundidades de 7 a 9 m. El hábitat d) pozo: es el mas reducido con el 0,2% del total de la superficie localizado dentro de la pileta del vertedero, con profundidades mayores de 9 m estando casi totalmente ocupado por peces.

Con respecto a las velocidades de corrientes en general se cumple que los hábitats a) litorales y d) pozo tienen las menores velocidades de corriente mientras que el hábitat c) pelágico, es el que tiene la mayor distribución de velocidades.

Además, consideran al tramo del río Uruguay entre la represa de Salto Grande y el paraje “la tortuga alegre” es el de mayor stress ambiental debido a:

- Grandes y permanentes variaciones del nivel de restitución, producidos por el apuntalamiento de la central.
- Altas velocidades de corrientes, generadas por el funcionamiento de la central que alcanzan valores de hasta 2,8 m/s.
- Funcionamiento del vertedero.
- Cambios en la calidad del agua como por ejemplo la transparencia.

Estos impactos ambientales producen una permanente pérdida de ambientes y contribuirían a que los peces se desplacen río abajo, evitando la llegada masiva hasta el pie de la obra. Los grandes migradores tienen dificultades para encontrar las entradas a los sistemas de transferencia debido a la ubicación. Además, los stocks pesqueros de aguas abajo probablemente hayan disminuidos debido a la sobreexplotación en el ecosistema del SW de la provincia de Entre Ríos.

## Estudios en el área del proyecto cierre chapetón y en el tramo medio del río Paraná

**Oldani (1990)** analiza nuevamente la información de Poddubnyi *et al.*, (1981a), juntamente con los relevamientos que continuaron hasta 1984, todos los trabajos de migraciones del río Paraná, información disponible de censos de capturas de pescadores comerciales y la abundancia de huevos y larvas, en función de los aspectos más relevantes de la geomorfología del valle aluvial del río Paraná y las variaciones históricas del nivel hidrométrico y de la temperatura. Plantea que:

- La abundancia y distribución de peces del ecosistema del río Paraná están afectadas por factores ambientales, como los estrechamientos del valle aluvial, la elevación de los albardones del cauce principal y la longitud de los cauces secundarios. La confluencia de los cauces secundarios con el cauce principal se da solamente en los estrechamientos del valle o cuando el cauce principal cruza el valle de inundación. Los cauces secundarios, como el San Javier y el Coronda (de 200, 300 o más kilómetros) pueden ser considerados como subsistemas, debido a que los albardones del cauce principal son más elevados y todo el sistema de lagunas del valle de inundación desagua por los cauces secundarios.
- Otra de las características más saliente del ecosistema, son las variaciones periódicas del nivel hidrométrico y que en años normales se corresponden con las de la temperatura. Sobre el ciclo de crecientes normales, están sobreimpreso otros de intervalos irregulares de crecientes extraordinarias, debido a que alcanzan niveles máximos y un período de inundación de mayor duración. Las crecientes extraordinarias cuando se manifiestan en verano-otoño, están asociadas al fenómeno El Niño y en invierno a la latitud alcanzada por el frente frío. Cuando todo el valle queda cubierto por agua, se pierden los límites de los subsistemas, se produce un arrastre de la materia orgánica y de la vegetación (fuente del detritus) y disminuye la concentración de fitoplancton.
- El objetivo de las migraciones es mantener la posición geográfica de los reproductores. La magnitud de las migraciones de los peces, estaría ajustada a la velocidad de la corriente y a la longitud de los cauces secundarios. La reproducción de los peces migradores se da solamente en primavera-verano en el cauce de los ríos.
- Las crecientes extraordinarias también inducen el desplazamiento de los peces, pero no se sabe si alcanzan a reproducirse. Se supone que aumentaría el período crítico de las larvas por falta de áreas de refugio y de alimento. Las crecientes extraordinarias aumentan la pérdida natural de peces adultos.
- La especie más importante es *Prochilodus lineatus* (sábalo), detritívoro, del que se considera que hay unos 500 kg/ha (la mitad de la biomasa total de peces). El 50 % son hembras que desarrollan hasta el 30% de su peso como gónadas. Prácticamente toda esta energía, durante la migración pasiva de las larvas, río abajo, es puesta a

disposición de larvas y juveniles de surubíes, dorados, bagres, mandubíes y otros depredadores que tienen altas tasas de crecimiento. En algunos casos desarrollaron una estrategia reproductiva que les permite desovar aguas arriba de las poblaciones de sábalo, para sincronizar y aprovechar la disponibilidad del recurso. Las larvas de sábalo durante la migración pasiva prácticamente no se alimentan.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las especies migradoras constituyen el rasgo más característico de las comunidades de peces de los ríos de la cuenca del Plata, sobresaliendo por su importancia, los géneros *Prochilodus*, *Salminus*, *Leporinus*, *Luciopimelodus*, *Pseudoplatystoma*, etc. Las especies de estos grupos realizan varias y repetidas migraciones a lo largo de su vida con el objetivo de mantener la posición geográfica de los reproductores (Bayley, 1973; Bonetto, 1963; Bonetto & Pignalberi, 1964; Bonetto *et al.*, 1971; Bonetto *et al.*, 1981; Tablado & Oldani, 1984; Oldani, 1990; Delfino & Baigún, 1985; Espinach Ros *et al.*, 1998). En el río Paraná, todo el ecosistema está finamente adaptado a esta característica y a diferencias de la mayoría de los salmónidos del hemisferio norte, los desplazamientos migratorios pueden ocurrir prácticamente en cualquier época del año y en ambas direcciones (Oldani y Tablado 1986, Petre, 1985). En Brasil, la interrupción de los procesos migratorios por la construcción de obras hidroeléctricas parece ser el desencadenante de la declinación de los stocks pesqueros (Machado, 1976; Milward de Andrade, 1976).

Las especies migradoras de los ríos de la cuenca del Plata difieren en varios aspectos importantes a las del hemisferio norte, en particular de los salmónidos, para los que se han diseñado y construido la mayoría de los sistemas de transferencia. Entre las diferencias más notables, se destaca la capacidad de realizar varias migraciones a lo largo del ciclo de vida, seguidas de desoves (especies iteroparas) y la ausencia de procesos de smoltificación en los peces juveniles.

En la cuenca del Plata los pocos sistemas de transferencia o facilidades para peces que se construyeron, principalmente en los ríos de la alta cuenca en Brasil corresponden al tipo de escalón pileta (pool-weir). Un sistema de modesta eficiencia que permite el paso de especies de Characiformes como sábalo, bogas y dorados y que tiene previsto unos orificios para el pasaje de Siluriformes. El sistema Borland construido en Salto Grande y los elevadores para peces instalados en Yacyretá, limitan el paso de peces migradores atribuido principalmente a una inapropiada ubicación geográfica de las entradas para peces y una escala relativamente pequeña al tamaño de los stocks migradores.

## Bibliografía

- Agostinho, A.A.; Vazzoler, A.E.A.de M.; Gomes, L.C. y E.K. Okada, 1993. Estratificación espacial y comportamiento de *Prochilodus scrofa* en distintas fases del ciclo de vida, en la planicie de inundación del alto río Paraná y embalse de Itaipu, Paraná, Brasil. *Rev.Hydrobiol.trop.*26(1):79-90.
- Angelescu, V. y F. Gneri, 1949. Adaptaciones del aparato digestivo al régimen alimenticio en algunos peces del río Uruguay y río de la Plata I. Tipo omnívoro e iliofago en representantes de la familia Loricariidae y Anostomatidae. *Rev. Inst. Nac. Invest. Cs. Nat. Ciencias Zoológicas* 1(6):161-272.
- Bayley, P.B., 1973. Studies on the migratory Characin, *Prochilodus platensis* Holmberg, 1889, (Pisces, Characoidei) in the River Pilcomayo, South America. *J. Fish. Biol.* 5:25-40.
- Bonetto A.A., 1963. Investigaciones sobre migraciones de peces en los ríos de la cuenca del Plata. *Ciencia e Investigación XIX* (1-2) Buenos Aires.
- Bonetto, A.A., 1976. Calidad de las aguas del río Paraná. Introducción a su estudio ecológico. *Dir.Nac.de Const. Portuarias y Vías Navegables. Inst. Nac. Cienc. Hídricas (INCYTH), Argentina*, 202 pp.
- Bonetto, A.A. 1986. Fish of the Paraná System. En B.R. Davies y K.F. Walker (eds.): *The Ecology of River Systems*. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, Netherlands. pp. 573-588.
- Bonetto A.A. y S.Hurtado, 1988. Cuenca del Plata. Capítulo 6 en: Canevari, P., Davidson, I., Blasco, D. E., Casto, G. y E. H. Bucher (Ed), *Los Humedales de América del Sur. Una agenda par la conservación de la biodiversidad y las políticas de desarrollo*. Wetlands International.
- Bonetto, A.A. y C. Pignalberi, 1964. Nuevos aportes al conocimiento de las migraciones de los peces en los ríos mesopotámicos de la República Argentina. *Inst. Nac. de Limnología Comunicaciones Nro 1: 1-14* Santo Tome (Santa Fe).
- Bonetto, A.A; Pignalberi, C; Cordiviola de Yuan, E. y O. Oliveros, 1971. Informaciones complementarias sobre migraciones de peces en la cuenca del Plata. *Physis XXX*(81):505-520.
- Bonetto, A.A; Wais, J.R. and H.P Castello, 1989. The increasing damming of the Paraná basin, and its effects on the lower reaches. *Regulated Rivers: Research and Management*, vol 4: 333-346.

- Bowen, S.H., Bonetto, A y M.O. Ahlgren, 1984. Microorganisms and detritus in the diet of a typical neotropical riverine detritivore, *Prochilodus platensis* (Pisces, Prochilodontidae). *Limnol. Oceanogr.* 29(5):1120-1122.
- Delfino, R. y C. Baigún, 1985. Marcaciones de peces en el embalse de Salto Grande, río Uruguay (Argentina-Uruguay). *Rev. Asoc. Cienc. Nat. del Litoral* 16(1):85-93.
- Delfino R; Baigún, C y R. Quirós, 1986. Esclusas de peces en la represa de Salto Grande. Consideraciones acerca de su funcionamiento. *Inst. Nac. Inves. y Des. Pesquero. Aguas Continentales, Informe Técnico* (3): 55p.
- Delfino, R. y C. Baigún, 1991. Comunidad de peces en el embalse de Salto Grande: 7-30. In Vila (I.) (Ed). *Trabajos presentados al segundo Taller Internacional sobre Ecología y Manejo de Peces en Lagos y Embalses*. Santiago, Chile, 28 Sep - 3 Oct de 1987. COPESCAL Doc. Tec. 9, 196 pp.
- Elgue, J.C. y G. Fabiano, 1991. Diversidad específica en inventarios de peces en el embalse de Salto Grande durante 1984:31-46. In Vila (I.) (Ed). *Trabajos presentados al segundo Taller Internacional sobre Ecología y Manejo de Peces en Lagos y Embalses*. Santiago, Chile, 28 Sep - 3 Oct de 1987. COPESCAL Doc. Tec. 9, 196 pp.
- Espinach Ros, A.; Sverlij, S; Amestoy, F. and M. Spinetti, 1998. Migration pattern of the sábalo *Prochilodus lineatus* (Pisces, Prochilodontidae) tagged in the lower Uruguay River. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*(26):2234-2236.
- Fernando, C.H. and J. Holcík, 1991. Fish in reservoirs. *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 76(2):149-167.
- FUEN-ITAIPU, 1987. Ictiofauna e biología pesqueira. Marzo/85 - Fevereiro/86. Fundacao Universidade Estadual de Maringá, 2 vol., 638 p.b
- Gneri, F. y V. Angelescu, 1957. La nutrición de los peces iliófagos en relación con el metabolismo general del ambiente acuático. *Rev. Inst. Nac. Invest. Cs. Nat. Ciencias Zoológicas* II(1):1-47.
- Pereyra de Godoy, M., 1975. Peixes do Brasil, suborden Characoidei. Ed. Franciscana. Vol.I-IV.
- Lowe-McConnell, R., 1987. *Ecological studies in tropical fish communities*. Cambridge University Press: 382 pp.
- Oldani, N., 1990. Variaciones de la abundancia de peces del valle del río Paraná (Argentina). *Rev. Hydrobiol. trop.*, 23 (1):67-76.
- Oldani, N.; Baigún, C. and R. Delfino, 1998. Fishway Performances in South American Regulated Rivers; Engineering Approaches to Ecosystem Restoration, Session M-6; Hayes, D. F.; ASCE American Society of Civil Engineers; Denver, Colorado EEUU.
- Oldani, N.; Iwaszkiw, J; Padín, O. y A. Otaegui, 1992. Fluctuaciones de la abundancia de peces en el alto Paraná (Corrientes, Argentina). *Actas del II Seminario El río Uruguay y sus recursos*. 1(1):43-53.
- Oldani, N; Minotti, P; Rodríguez, R; Delfino, R. y C. Baigún 2001. Incidencia de factores ambientales en la abundancia y distribución de peces del río Paraná y su relación con los sistemas de transferencia de la represa de Yacyretá. *Natura Neotropicalis* 32(1):41-48.
- Oliveros, O y R. Occhi, 1972. Estudio de la cavidad bucofaringea del sábalo (*Prochilodus platensis* Holmberg) con especial referencia a las estructuras dentarias y el aparato filtrador branquial. *Acta Zool. Lilloana* 29:121-140.
- Padín, O; Oldani, N. y R. Iriart, 1991. Número y biomasa de peces en la laguna Chascomús (Provincia de Buenos Aires, Argentina): 154-162, en Vila I, (ed) *Trabajos presentados al Segundo Taller Internacional sobre Ecología y Manejo de peces en Lagos y Embalses*. Santiago, Chile, 28 septiembre - 3 octubre 1987 COPESCAL Doc. Téc. 9: 196.
- Paoli, C. y M. Schreider, 2000. El río Paraná en su tramo medio. Contribución al conocimiento y prácticas ingenieriles en un gran río de llanura. *Universidad Nacional del Litoral, tomo 1:309 pp.*
- Poddubnyi, A.G.; Espinach Ros, A y N. Oldani, 1981a. Problemas de la economía pesquera del Paraná medio en relación con la construcción de obras hidráulicas. *Memoria y recomendaciones Inf. Tec. AyE Código 710.*
- Poddubnyi, A.G; Oldani, N; Malinin, L; Arguello, M y V. Saranchev, 1981b. Primeros resultados obtenidos en los estudios biotelemetricos del comportamiento de peces de importancia económica del río Paraná medio. *Inf. Tec. AyE Código 710.*
- Poddubnyi, A.G; Espinach Ros, A; Oldani, N; Arguello, M y C. Baigún, 1981c. Evaluación acústica de la abundancia de peces en el embalse de Salto Grande. *Inf. Tec. AyE Código 710.*
- Quirós, R. and S. Cuch, 1986. The fisheries and limnology of the lower Plata basin: 429-443. In D.P.Dodge (ed) *Proceedings of the International Large River Symposium*. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 106.
- Ramage, C.S, 1986. El Niño. *Investigación y Ciencia* (119):40-48.



- Ramson B.H., Neelson P.A. and P. A. Tappa, 1986. Evaluación hidroacústica de la migración de peces en la vecindad del emplazamiento del dique Corpus en el río Paraná. BioSonics, Inc. para Comisión Mixta Argentino Paraguaya del río Paraná.
- Ringuelet, R; Aramburu, R. y A. Alonso de Aramburu, 1967. Los peces argentinos de agua dulce. Com. Inv. Cient., La Plata 602 p.
- Steig, T.W; Raemhild G.A. and J.J. Burczynski, 1985. Evaluación hidroacústica de la migración de peces en las adyacencias del proyecto dique Yacyretá, sobre el río Paraná. BioSonics, Inc. para Entidad Binacional Yacyretá.
- Tablado, A; Oldani, N., 1984. Consideraciones generales sobre las migraciones de peces en el río Paraná. Bol.Asoc.Cienc.Nat.Litoral, 4(3):31-34.
- Tablado, A; Oldani, N; Ulibarrie, L. y C. Pignalberi de Hassan, 1988. Cambios estacionales de la densidad de peces en una laguna del valle aluvial del río Paraná (Argentina). Rev.Hidrobiol. trop. 21(4):335-348.
- Welcomme, R., 1985. River fisheries. FAO Fish. Tech. Pap;(262): 330 p.

## Norberto Oscar Oldani

DNI 8280523

Es Master en Ecología Acuática Continental, título otorgado por la Universidad Nacional del Litoral y miembro de la Carrera del Investigador Científico del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de la Argentina.

Trabaja, en el Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química INTEC, Güemes 345, 3000 SANTA FE (ARG). TE: +54 0342 455 9175, Fax:+54-0342 455 0944, e-mail: gbio@ceride.gov.ar.

Se especializa en la ecología de peces de aguas continentales, biología pesquera, biodiversidad, conservación y manejo de ambientes acuáticos. También en la identificación y desarrollo de huevos y larvas, evaluaciones acústicas y estudios de comportamiento.

Participa y dirige proyectos de investigaciones del CONICET, SECYT, ONG'S, Entidades Binacionales como Yacyretá, Salto Grande y Corpus Christi, y también empresas privadas.

Realizo más de 30 trabajos científicos y 50 informes técnicos, tomó parte en la publicación de 2 libros y fue invitado a dictar conferencias y cursos nacionales e internacionales. Participó en Simposios, Congresos y dictó cursos de postgrado. Realizó viajes y campaña de investigación a diversas cuencas hidrográficas de la Argentina, Paraguay, Brasil y Chile.

Entre otras actividades, asesora a organismos gubernamentales y no gubernamentales, evalúa proyectos de investigación y contribuye a la formación de recursos humanos dentro de su especialidad.

## ASPECTOS INSTITUCIONALES DE LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS ACUÁTICOS (O POR DONDE COMENZAR)

Lic. Oscar H. Padin

Dirección de Recursos Ictícolas y Acuícolas Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiente  
Ministerio de Desarrollo Social y Medio Ambiente

Si bien en nuestro país el consumo anual promedio de pescado ha sido históricamente bajo, ubicado para la provincia de Buenos Aires entre 1,52 kg por persona y por año (Toresani et al., 1989) hasta 6,2 Kg/hab./año (Sosa et al., 1985), y en general de origen marino. De acuerdo a datos de la Dirección Nacional de Pesca y Piscicultura, el consumo a nivel nacional, ha experimentado un incremento importante, alcanzando actualmente los 13 Kg/hab.año. Asimismo hay un segmento de la población que valora y consume especies de agua dulce con asiduidad, la pesca deportiva de las especies dulceacuícolas moviliza importantes recursos económicos y genera fuentes de trabajo de indudable interés que aún no han sido adecuadamente cuantificados. Con la restante fauna acuática, se presenta un panorama aún más complejo. En este contexto y tratándose de recursos naturales renovables, cobra particular relevancia la normativa que regula las actividades extractivas y los mecanismos administrativos y para la adecuada fiscalización con que cuenta la correspondiente autoridad de aplicación, a fin de asegurar su uso equilibrado y sustentable.

### 1. Administración de los recursos acuáticos

El dominio primario sobre los recursos naturales en general corresponde a las provincias, debiendo la Nación fijar los presupuestos mínimos para su utilización, como se establece en el artículo 41 de la Constitución Nacional. En este sentido, la Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental, dependiente del Ministerio de Desarrollo Social y Medio Ambiente de la Nación, esta haciendo un importante esfuerzo para contar con la tan postergada “Ley de Presupuestos Mínimos” o “Ley Nacional Ambiental”. Queda a las respectivas administraciones provinciales, con arreglo a lo establecido en la normativa vigente, emitir las correspondientes licencias de caza y pesca deportiva o comercial, implementar medidas de manejo tales como establecer los cupos, tamaños mínimos de captura para la pesca, la aplicación de periodos de veda, asegurar la producción de alevinos para siembra y repoblamiento, regular el funcionamiento de criaderos y establecimientos de acuicultura, recopilar información producida por el sistema científico, realizar monitoreos de campo y, sobre todo, fiscalizar la captura, el transporte y la comercialización de productos de la flora y la fauna en el ámbito provincial.

Lamentablemente, la grave crisis de la pesquería de merluza común *Merluccius hubbsi* y de otras especies costeras de relevancia para los puertos bonaerenses como la corvina rubia *Micropogonias furnieri*, ha determinado que el foco de atención de la autoridades nacionales se centrara los últimos años en el 2 creciente conflicto social y económico en que se encuentra la flota pesquera costera y de altura. Este factor, sumado probablemente al desconocimiento sobre el valor de los recursos dulceacuícolas en los niveles de decisión, han determinado la falta de políticas consistentes para el sector, situación que, con contadas excepciones se repite en el ámbito provincial, en particular para el estímulo de emprendimientos de uso sustentable pesquero y turístico.

El rol histórico de los Municipios ha sido el de observadores, en general pasivos, de las decisiones del organismo provincial o nacional competente, con algunas intervenciones esporádicas relacionadas principalmente con la provisión de infraestructura turística y caracterizado por un poco efectivo control de las descargas contaminantes sobre los cuerpos acuáticos o avalando el drenaje de humedales en zonas de interés inmobiliario. Sin embargo, durante los últimos años se ha producido un cambio gradual en este aspecto, con la creación de áreas de gobierno específicas y una creciente calificación de los funcionarios responsables del tema, ante la necesidad de ordenar el territorio y desarrollar emprendimientos productivos que generen puestos de trabajo e impulsen el crecimiento de las economías regionales. En este aspecto, si bien existen algunas iniciativas aisladas, el desarrollo del potencial de la caza y pesca deportiva y el turismo de recreación en los humedales, constituyen una alternativa concreta que todavía requiere un fuerte apoyo gubernamental.

### 2. La gestión sustentable de los recursos acuáticos

Los ajustes que requiere el sistema de administración no pueden analizarse fuera de la “red de gestión” que enlaza la administración pública nacional con las administraciones regionales, los grupos empresarios y las organizaciones de la sociedad civil. Es necesario también para las Provincias, con la asistencia de las áreas específicas del gobierno nacional, explorar los mecanismos de cooperación internacional que pueden apuntalar las iniciativas solventadas con inversión local.

Las debilidades que se enfrentan para introducir modificaciones de fondo en el sistema de administración de los recursos naturales radican en una fuerte tradición en el manejo de dichos recursos desde las áreas de gobierno

vinculadas a la producción agropecuaria. Tal asociación se vincula históricamente con el desarrollo de la acuicultura y la introducción en el país de especies exóticas de reconocido valor peletero, para el control de plagas o para la caza y pesca deportiva, acompañado de una marcada desvalorización de nuestras especies autóctonas. Situación que se extendió a numerosas especies y que produjo, como se ha comprobado en algunos casos, fenómenos de competencia en detrimento de la flora y la fauna local.

Esta concepción, con algunas honrosas excepciones, no consideró en modo alguno la visión ecosistémica y el conjunto de complejas relaciones interespecíficas que determinan la producción acuática. Asimismo tampoco se valoraron adecuadamente las relaciones energéticas de los sistemas acuáticos con el entorno terrestre sino que, mas bien, se consideraron los humedales como áreas sin valor y un obstáculo para la producción agropecuaria y para el desarrollo urbano. Esta desvalorización también explica la descarga de todo tipo de 3 efluentes contaminantes y desperdicios en los humedales, en su proximidad a los centros urbanos e industrias.

Para enfrentar un verdadero cambio de los modelos de gestión en un contexto “racionalista y natural” abandonando el escenario de las “políticas de coyuntura”, merece aquí una reflexión especial la necesidad de integrar la razón (consecuencia del mejor análisis posible de la información disponible) con la intuición (Senge, 1995). Tal vez de esto se trate la verdadera política y no estaría nada mal que nuestros dirigentes desarrollaran este talento para apreciar el valor de administrar los escasos recursos disponibles de manera más equitativa.

En la “Organización Autoritaria Tradicional“ el dogma es “administrar, organizar y controlar”, mientras que en la “Organización Inteligente” la clave se encuentra en la “visión, valores y modelos mentales”. A estos fines la gestión debe apoyarse en la reflexión, la indagación y la persuasión como herramientas para la acción (Goleman, 1999). Asimismo, ante la necesidad de tomar decisiones, en muchos casos con información insuficiente o parcial, se requiere una responsable planificación de la contingencia y una buena dosis de intuición en la orientación inicial de las acciones. Esta “intuición” no es otra cosa que la manifestación de la aptitud natural del administrador, sumada a su experiencia profesional en un campo determinado. De esta última reflexión se desprende que una brillante militancia no acredita por si sola para la toma de decisiones acertadas ni generar políticas que promuevan el desarrollo.

Durante los últimos años, independientemente de las marchas y contramarchas en la organización de la estructura del Estado Nacional, se advierte una tendencia a la concentración de las decisiones respecto del manejo de los recursos naturales separada del área de producción, con la excepción de la pesca marina que, a partir del año 1998, esta regulada por la Ley 24.922, y cuya autoridad de aplicación sigue siendo la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación.

### 3. El rol del Estado en una economía de desarrollo

El actual proceso de cambio que experimenta la Administración Pública Nacional debe alcanzar también a las administraciones provinciales y municipales, en principio orientado a explorar los mecanismos para la adquisición de nuevas habilidades y competencias que faciliten la “reingeniería” del sistema. Para ello resulta menester establecer una estrategia institucional y personal que permita la revisión y ajuste de las conductas habituales en la gestión sin perder de vista ni vulnerar el marco normativo vigente.

Desde las áreas administrativas con competencias específicas en la gestión de recursos naturales se debe, asimismo, generar un ámbito adecuado de interacción profesional que promueva un cambio en la “cultura organizacional”,

atempere el impacto emocional y facilite la adaptación de los recursos humanos a este nuevo contexto. También se debe contribuir al desarrollo de políticas, procedimientos, normas institucionales y estilos de conducción, para hacerlos compatibles con las demandas del nuevo paradigma.

El análisis precedente no puede ser ajeno al proceso de descentralización y achicamiento del estado bajo los parámetros de la economía global y en el marco de una fuerte competencia regional por el control de los mercados. Se abandona el modelo de gestión “mecanicista”, caracterizado por estructuras administrativas rígidas determinadas por niveles jerárquicos de carácter piramidal. En su lugar se advierte una tendencia a la adopción de un modelo de “máxima flexibilidad”, alimentado por “dispositivos provisorios”, como “programas”, desarrollados por personal contratado o “tercerizados”, que reemplazan gradualmente las antiguas estructuras burocráticas. Esto significa literalmente el abandono (por lo menos en forma parcial) de la dependencia de “estructuras jerárquicas tradicionales” a favor de un sistema de “redes de comunicación no formales”. En este mismo sentido, según Reich (en Gore, 1996) “las organizaciones dejarán de ser pirámides sólidas para ser finas redes de conocimientos” que se limitan a conectar “necesidades” con “recursos” en cualquier lugar del planeta.

Resulta evidente que este nuevo paradigma debe necesariamente desarrollarse sobre la base de recursos humanos adecuadamente preparados para escenarios con alta entropía y movilidad laboral, entrenados en el trabajo en “redes expertas” (Goleman, 1996). Esta modalidad se ve favorecida en la actualidad por el rápido acceso a la información

relevante para la resolución de un problema y a la posibilidad de participar en “foros técnicos” sin fronteras espaciales, con el único requisito de dominar un idioma común.

Como nos dice Drucker (1993) “mejorar la productividad de los trabajadores del saber y los servicios exigirá cambios fundamentales en la estructura de las organizaciones, inclusive exigirá organizaciones totalmente nuevas” y, probablemente, “la eliminación de la mayoría de los niveles de dirección”. Asimismo la experiencia demuestra que se puede actuar en forma innovadora y obtener buenos resultados en la gestión dentro de un nuevo orden que privilegia la visualización de los problemas y posibles soluciones, “desde las bases hacia la dirigencia”; sólo se deben diseñar mecanismos más efectivos para relevar el interés común

La visión estratégica debe asimismo coincidir con el concepto de “empowerment”, dado que trasciende los conceptos de delegación, descentralización y gestión participativa hacia un verdadero ensamble con el propósito y misión del Organismo (Ford y Fottler, 1996). La riqueza de factores que intervienen y la complejidad de un proceso de esta naturaleza en relación a las características de la organización en proceso de cambio ha sido tratado en detalle por Séríeyx (1994).

Se puede concluir que los sistemas de administración de recursos naturales deben romper ligaduras con las estructuras burocráticas tradicionales a favor de una visión natural y ecosistémica de la gestión, en el marco de una nueva valoración de los humedales (Berbieri et al., 1997).

Esta nueva visión sobre la gestión ambiental se irá extendiendo a la administración de los estados provinciales y, tarde o temprano, las decisiones al respecto serán centralizadas en una oficina de gobierno específica en las distintas jurisdicciones, interconectadas y compartiendo una misma base de datos ambiental que facilite el proceso de toma de decisiones y acciones conjuntas. Por ahora dichos cambios, con relación al manejo de los recursos naturales, tienen la particularidad de expresarse de manera diversa, acorde con las características del organismo estatal que analicemos, conformando sectores con distinta “velocidad normativa”, desde los más “dinámicos” (medio ambiente, energías alternativas, turismo) hasta otros más “conservadores” (agricultura, recursos forestales, pesca).

Tal enfoque requiere contar con personal técnico capacitado en el manejo de la flora y la fauna, entrenado y equipado para responder en tiempo y forma a los requerimientos de la administración. También se requieren políticas de promoción y respaldo a los programas de investigación sobre biodiversidad, ecología de poblaciones y comunidades así como la adopción de tecnología limpia en los sistemas de producción industrial y agropecuario. Pero sobre todo, dirigentes que abandonen las políticas de coyuntura y se comprometan en una profunda reforma del sector a favor del uso sustentable de los recursos acuáticos, que permita combatir la pobreza, el fortalecimiento de las economías regionales a través de la generación de empleo y el impulso de nuevos emprendimientos productivos bajo los principios del desarrollo sustentable.

#### 4. Aspectos socioeconómicos, culturales y la participación pública.

La incorporación del concepto ambiental en el desarrollo sustentable puede aportar soluciones innovadoras al integrar el conocimiento de las complejas relaciones entre los sistemas naturales y los sistemas productivos que aprovechan sus recursos acuáticos, dando alternativas racionales a los esquemas meramente extractivos que requirieron de un gran endeudamiento y dejaron sin perspectivas a bastos sectores de la producción, como es el caso de la retracción de los stocks pesqueros en la última década.

A este respecto los resultados de la reciente Cumbre de Johannesburgo establecen como requisitos esenciales del desarrollo sustentable:

- La erradicación de la pobreza;
- La modificación de las modalidades insostenibles de producción y consumo; y
- La protección y ordenación de la base de recursos naturales.

Estos temas son multidimensionales y transectoriales, pero cada Área de Gobierno puede contribuir a su implementación desde su problemática sectorial.

Las soluciones que se propongan, deben no solo encontrar salidas tecnológicas para mejores prácticas de producción, con menores costos ambientales y mayor valor agregado, sino además favorecer formas de ejecución insertas en una verdadera “red de gestión” que enlace la administración pública nacional con las administraciones regionales, los grupos empresarios y las organizaciones de la sociedad civil.

El fortalecimiento de las economías regionales y el impulso de nuevos emprendimientos productivos bajo los principios del desarrollo sustentable son una base firme para combatir la pobreza a través de la generación de empleo y la distribución más justa del beneficio de uso de la biodiversidad.

En una situación como la actual, de desequilibrios entre las economías regionales, alta demanda fiscal, grandes bolsones de pobreza y déficit de inversión, la diversificación de producciones a baja escala (microempresas) son una demanda urgente para la reactivación de las fuentes de trabajo y la satisfacción de necesidades básicas. La inserción

de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable en el área de gobierno responsable de las políticas sociales, es una adecuada plataforma de integración de la sustentabilidad ambiental, económica y social en las acciones de desarrollo con participación de la comunidad.

## BIBLIOGRAFÍA

- BARBIERI, E.; ACREMAN, M. y D. KNOWLER, 1997. Valoración económica de los humedales: Guía para decisores y planificadores.
- CANEVARI, P.; BLANCO, D., BUCHER, E.; CASTRO, G. e I. DAVIDSON, 1999. **Los Humedales de la Argentina: Clasificación, situación actual, conservación y legislación**. Wetlands Internacional, Pub. 46 (2da. Edición), Buenos Aires. 208 pp.
- CANEVARI, P.; BLANCO, D. y E. BUCHER, 1999. **Los Beneficios de los Humedales de la Argentina: Amenazas y propuesta de soluciones**. Wetlands Internacional, Buenos Aires, Argentina. 64 pp.
- CANEVARI, P.; DAVIDSON, I; BLANCO, G. CASTRO y D., BUCHER, 2001. **Los Humedales de América del Sur: Una agenda para la Conservación de la Biodiversidad y las Políticas de Desarrollo**. Wetlands Internacional. 49 pp.
- DRUCKER, P., 1993. **La Sociedad Postcapitalista**. Ed. Sudamericana.
- DRUCKER, P., 2001. **La Gerencia, tareas, responsabilidades y práctica**. Ed. El Ateneo.
- FORD, R. y M. FOTTLER, 1996. Empowerment, **Gestión**, 1(5): 102-109.
- GOLEMAN, D., 1996. Manejarse con el Corazón, en: **La Inteligencia Emocional**, Capítulo 10: 179-196 Buenos Aires, Ed. Vergara.
- GOLEMAN, D., 1999. **La Inteligencia Emocional en la Empresa**. Ed. Vergara.
- GORE, E., 1996. **La Educación en la Empresa**. Ed. Granica.
- SCOTT, D. y M. CARBONELL (Compiladores), 1986. **Inventario de Humedales de la Región Neotropical**. IWRB Slimbridge y UICN Cambridge.
- SERIEYX, H., 1994. **El Big Bang de las Organizaciones**. Ed. Granica.
- SENGE, P., 1995. **La Quinta Disciplina**. Ed. Granica.
- SOSA, J.C.; GIL DE MURO, J.F.; ISSEL, A.J. Y D.H. RODRÍGUEZ, 1985. **Referencias sobre el consumo de productos pesqueros en la Provincia de Buenos Aires**. Inf. Téc. N° 26, DARN, MAA, Prov. de Buenos Aires. 22 pp.
- STEWART, J., 1992. Métodos para el cambio individual y desarrollo, en: **Gerencia para el Cambio** Capítulo 10: 192-225. Bogotá, Legis Ed.
- TORESANI, N.I.; IRIART, N.R. Y S.E. GOMEZ, 1989. **Observaciones sobre el consumo de pescado fresco en la Provincia de Buenos Aires**. DECNT, MAA, Prov. De Buenos Aires. 39 pp.

## Lic. Oscar Horacio Padin

La formación de grado y posgrado del postulante abarca una amplia gama de disciplinas relacionadas con su título profesional que lo califican para la planificación y dirección de proyectos de investigación referidos a la pesca, la flora y la fauna silvestre, la gestión y administración de recursos naturales, la extensión y la educación ambiental.

Sobre la base de una educación media orientada a la enseñanza (es Maestro Normal Nacional, egresado en el año 1969), su formación de grado universitario se ha desarrollado en el ámbito de la Carrera “Doctorado en Ciencias Naturales” con orientación “Zoología”, de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata, donde ejerció como auxiliar docente y técnico. En los claustros de esta Facultad, además de una sólida formación académica, el postulante ha cimentado su profesión en los principios éticos de la “Escuela de Naturalistas” fundada sobre la base de los trabajos y las colecciones del Perito Francisco P. Moreno.

La formación de posgrado ha fortalecido su currícula profesional en el campo de la ecología teórica, taxonomía, biología pesquera, biogeografía y epistemología. Asimismo se ha capacitado en el uso de herramientas operativas como modelos matemáticos, técnicas de teledetección, utilización de imágenes satelitales, aerofotointerpretación y manejo de bases de datos.

Entre las capacidades adquiridas, es importante señalar la especialización en educación y extensión recibida en el “Curso Internacional sobre Programación y Didáctica en Instituciones de Capacitación Agropecuaria”, realizado en el ámbito del Ministerio de Agricultura del Estado de Israel y las bases para la valoración de nuestros

recursos naturales adquiridas en el curso “*Gestión Económica de los Recursos Naturales y Medioambientales*” en la Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares, España. Así también se destaca el entrenamiento en la aplicación de la metodología requerida para la valoración del impacto ambiental de proyectos sobre pesca y piscicultura, adquirido en el curso sobre “*Contaminación y Medio Ambiente*” realizado en el Centro de Investigaciones Pesqueras dependiente del Ministerio de la Industria Pesquera, en Ciudad Habana, Cuba y sobre los principios para el ordenamiento territorial y la asistencia socioeconómica a comunidades de pescadores, tratado en el “*IV Curso Internacional de Manejo Integrado de Zonas Costeras*” realizado en el Instituto Politécnico del Litoral en Guayaquil, Ecuador.

Una intensa actividad de campo relativa al relevamiento ecológico basal y la evaluación del impacto ambiental en el campo de los proyectos hidroenergéticos, la minería y la explotación hidrocarbúrfica han facilitado al postulante la comprensión de los complejos mecanismos de equilibrio que caracterizan los distintos ecosistemas del país.

La experiencia previa en la dirección de proyectos de investigación, el ejercicio de las responsabilidades de su cargo actual, con 18 personas a cargo, y la capacitación específica en Alta Gerencia Pública recibida a través de los programas del INAP, durante 7 años, han permitido adquirir al postulante, los conocimientos y habilidades requeridos para la ejecución de las políticas de investigación, la interpretación y promoción de la legislación específica, la planificación de metas, la administración del presupuesto y la dirección de los recursos humanos asignados.

El postulante se desempeña como Director de Recursos ictícolas y Acuícolas de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable del Ministerio de Desarrollo Social desde el año 1995 a la actualidad. Asimismo es Director Nacional del Proyecto “Prevención de la Contaminación Costera y Gestión Sustentable de la Biodiversidad Marina y Costera”. Banco Mundial (PPG 28491 AR), así como Representante de los países del Neotrópico y Miembro Titular del Comité Permanente de la Convención sobre Humedales (Ramsar, Iran, 1971).

Por último merece destacarse que el postulante se desempeña como miembro del Consejo Federal Pesquero creado por la Ley 24.922, en representación de la ex Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable y del Ministerio de Desarrollo Social y Medio Ambiente, desde el año 1998 hasta la actualidad.

Buenos Aires, 15 de marzo de 2002

## ADAPTACIONES A CONDICIONES EXTREMAS DEL AMBIENTE Y EFECTOS DE LA CONTAMINACION.

M. Julieta Parma de Croux(\*)

### Adaptaciones a condiciones extremas del ambiente

Los ecosistemas acuáticos de los grandes ríos presentan, en determinado momento, condiciones físicas o químicas extremas que requieren adaptaciones especiales (etológicas, anatómicas y fisiológicas) por parte de los peces que los habitan. La naturaleza de las respuestas adaptativas dependerá de la escala de tiempo de las modificaciones ambientales. Los cambios de corto tiempo pueden ser evitados o sus efectos atenuados por una respuesta de comportamiento. Si los cambios persisten, son necesarios mecanismos de adaptación bioquímicos y fisiológicos y si la escala de tiempo es aún mayor, pueden ocurrir modificaciones en las tasas de crecimiento, edad, madurez y otros rasgos de la historia de vida de los peces

La **temperatura** es quizás, por su efecto sobre las reacciones químicas, el más importante de los factores abióticos. Los cambios de temperatura ocurren menos abruptamente en el agua que en el aire debido al alto calor específico de la misma. Los peces pueden sobrevivir dentro de un rango de temperatura entre el nivel letal incipiente superior e inferior. Los peces euriérmicos cubren un amplio rango (ej. algunos entre 0 y 40 C), en tanto que los estenotermos tienen un estrecho rango de tolerancia.

Los cambios de temperatura en el agua son relativamente lentos, de tal modo que los peces pueden efectuar desplazamientos buscando condiciones favorables y evitando los efectos letales. La excepción está dada cuando los peces no pueden escapar, o los mecanismos están bloqueados (como por ej. cuando se secan los ambientes o quedan desconectados del cauce principal). En estas condiciones, los veranos muy intensos pueden provocar grandes mortandades y, en estos casos, a las altas temperaturas debe agregarse la menor solubilidad del oxígeno.

Debido a que la disponibilidad de **oxígeno** limita la actividad de los peces, aún en niveles de saturación, el oxígeno ha sido categorizado como un factor limitante. Ciertos procesos, que son determinantes de la distribución de los peces dentro del río y en el sistema de la llanura aluvial, pueden llevar los niveles por encima de la saturación (sobresaturados), muy por debajo (hipoxia) o a puntos extremos (anoxia).

Las principales categorías de respuestas de los peces a las disminuciones de oxígeno son: 1) Cambios en la actividad: la frecuencia ventilatoria es el cambio de actividad mejor documentado en respuesta a los reducidos niveles de oxígeno. Típicamente, los respiradores acuáticos aumentan la frecuencia y amplitud respiratoria en desmedro de otras actividades. 2) Uso de la respiración aérea: la respiración a base de oxígeno atmosférico se ha desarrollado en los peces como una adaptación a la falta o disminución peligrosa del oxígeno disuelto en el agua. Una minoría de peces son capaces de utilizar el aire atmosférico y se denominan respiradores bimodales, si bien no necesariamente utilizan ambos modos simultáneamente. Las modificaciones respiratorias se han centrado en torno a tres principales sistemas anatómicos: la boca y el tracto digestivo, las branquias y la cámara branquial, y los pulmones o la vejiga gaseosa.; 3) Respiración acuática de superficie: en especies en las que faltan las adaptaciones físicas o fisiológicas es muy común la utilización de las capas de la superficie del agua mejor oxigenada. Modificaciones anatómicas que incluyen la boca pequeña orientada dorsalmente y la cabeza aplanada dorsoventralmente hacen capaces a ciertas especies a usar la película superficial oxigenada del agua. Algunas han desarrollado protuberancias dérmicas (tejido esponjoso altamente vascularizado) en los labios y 4) Cambios horizontales y verticales del hábitat: constituyen una respuesta de comportamiento cuando la heterogeneidad espacial le permite a los peces variar la disponibilidad de oxígeno por movimientos horizontales o verticales.

La **sobresaturación de gases** en el agua es una condición que resulta de procesos naturales o provocados por el hombre, que determinan la aparición de la patología conocida con el nombre de "enfermedad de las burbujas" en una amplia variedad de peces e invertebrados. La misma se desarrolla debido a que los fluidos corporales entran en equilibrio con los gases sobresaturados en el agua, por difusión a través de las branquias hacia la sangre. Las burbujas desencadenan un "efecto cascada" que termina produciendo émbolos gaseosos en los vasos, lo que finalmente lleva a una embolia gaseosa masiva. Estas burbujas pueden ser observadas en las aletas, piel y en los capilares de las branquias.

Unas pocas especies están adaptadas a sobrevivir a la **deseccación** y las pérdidas anuales en cuerpos de agua temporarios son enormes. Algunas especies sin embargo, sobreviven el período de sequía por encapullamiento, otros son anuales, es decir que completan sus ciclos de vida en un corto tiempo (pocas semanas) y poseen adaptaciones como huevos de resistencia a la sequía, diapausa embrionaria y respuestas de eclosión rápida en caso de lluvia, lo cual los adapta a tolerar una prolongada deseccación.

Ciertas algas **verde-azuladas** y algunos **dinoflagelados** segregan toxinas que pueden matar o inhibir otras algas. Cuando la competencia por los nutrientes es, el nivel de toxinas se eleva. Las algas más susceptibles desaparecen y una única especie se hace dominante. El agua comienza a ser tóxica para los peces, el zooplancton, los insectos y muchas veces para los animales que beben el agua. El fenómeno está estrictamente vinculado al proceso fotosintético, de modo tal que las mayores mortandades se registran entre las 9 y las 16 hs. Las especies más comunes en estos episodios son *Anabaena*, *Gymnodinium* y *Microcystis* (algas verde-azuladas, cianobacterias).

Se ha puesto atención sobre la necesidad de los peces de tener ojos completamente adaptados a los ambientes en los cuales ellos viven y a su propia posición en el ambiente. La calidad y cantidad de **luz** dentro de los sistemas fluviales varía considerablemente de acuerdo al hábitat. Los receptores visuales varían enormemente en los peces. En muchos casos son muy grandes y telescópicos y en otros extremadamente pequeños o atrofiados. Con buena iluminación, los ojos generalmente se desarrollan normalmente y en los peces de fondo, los receptores visuales generalmente pierden su rol primario y los ojos están reducidos. En los peces de fondo o de aguas turbias, están más desarrollados otros órganos de los sentidos como los de la línea lateral y los táctiles como las barbillas

## Efectos de la contaminación

La Ecotoxicología es una disciplina basada en el estudio de las acciones y los efectos nocivos de agentes físicos y químicos sobre los constituyentes vivos de los ecosistemas. La evaluación cuantitativa de los cambios biológicos causados por las sustancias químicas, consiste en establecer relaciones dosis-efecto, de importancia para la evaluación de riesgos. Se utilizan procedimientos experimentales como los *bioensayos* o *test de toxicidad*, que se definen como la medición experimental de cualquier perturbación de un sistema biológico causado por un agente químico o físico. En forma más precisa, se los puede definir como la cuantificación de la relación concentración-efecto de un xenobiótico o una combinación de ellos, que causan efecto adverso o lesión sobre un sistema biológico, bajo condiciones controladas de terreno o laboratorio.

Dado que la muerte es la respuesta más evidente, los tests de toxicidad más empleados son los de *letalidad aguda*. Los criterios para determinar la muerte son la ausencia de movimientos (especialmente las branquias) y la falta de reacción a estímulos. Los más utilizados son los de 48, 72 y 96 horas de duración. Se han realizado numerosos estudios a los efectos de normalizar los protocolos, proporcionar relaciones concentración-respuesta y determinar LC50. El hecho de que una sustancia química no produzca un efecto adverso en un test de toxicidad aguda, no necesariamente indica que no sea tóxico para un determinado organismo.

Los efectos subletales de los contaminantes en los peces están asociados a tiempos de exposición de mediano y largo plazo y se conocen como tests de toxicidad crónica. Los tiempos de exposición varían mucho de acuerdo al objetivo del estudio y a la especie en cuestión; en general se manejan tiempos entre 21 y 300 días.

Dentro del enorme rango de fuentes de polución y modos de contaminación, los efectos de los tóxicos sobre los organismos acuáticos, en especial los peces, son extremadamente variables, dependiendo del nivel seleccionado para el análisis: población, individuo, órgano, célula, molécula; o el criterio considerado: letalidad, crecimiento, reproducción, comportamiento.

Los efectos de los contaminantes pueden ser evaluados sobre la reproducción y los ciclos de vida de los peces, a través del estudio sobre gametas, tasa de fertilización, desarrollo embrional, eclosión, saco vitelínico, estados de desarrollo de larvas, ocurrencia de larvas anormales.

Las principales respuestas empleadas para monitorear los efectos de los contaminantes sobre el comportamiento incluyen respuestas individuales (locomoción, comportamiento alimentario y reproductivo) e interindividuales (relación predador-presa, territorialidad, dominancia, etc.)

La gran mayoría de los efectos crónicos y subletales causados por tóxicos en los organismos son bioquímicos a nivel molecular (por ej. inhibición de enzimas) o a nivel celular (por ej. alteración de membranas) incluyendo aquí las alteraciones hematológicas.

Los efectos de los contaminantes sobre las estructuras tisulares y celulares se basan en estudios histopatológicos que consisten en la descripción y evaluación de estructuras anormales en órganos y tejidos: inflamaciones, necrosis, neoplasia, tumores, etc. El examen de los tejidos después de la muerte de un organismo puede ser de mucha utilidad para identificar la causa y el agente.

Las principales fuentes y modos de contaminación que pueden de una manera u otra producir alteraciones en la comunidad de peces puede sintetizarse en:

*Contaminación orgánica:* La principal fuente es el tratamiento de los residuos domésticos o de los derivados de industrias procesadoras de alimentos. La intensidad de estos efluentes es medida comúnmente por medio del DBO (demanda bioquímica de oxígeno), que indica la cantidad de oxígeno empleado en la degradación de la materia orgánica.



**Pesticidas:** Empleados para destruir o controlar determinados organismos, especialmente plagas, que pueden producir costosas pérdidas en el agua. De acuerdo a su composición y características se los agrupa en insecticidas (organoclorados, organofosforados, piretroides y carbamatos), herbicidas y fungicidas y otros.

**Metales pesados.** La toxicidad de los metales pesados se evidencia a través de un amplio rango de efectos, desde la disminución del crecimiento hasta la muerte. Los principales por su interés como contaminantes son: el zinc, cobre, cromo, mercurio, cadmio, níquel y plomo.

**Derivados del petróleo (Hidrocarburos):** La cantidad de estos derivados presentes en los ambientes acuáticos, es significativamente menor que la estimada para los ambientes terrestres y la atmósfera. Generalmente estas sustancias permanecen cerca del punto de derrame y las concentraciones decrecen con la distancia al origen. Estos compuestos son menos sensitivos a la fotoxidación y por lo tanto más persistentes en el agua que en el aire. Incorporados a los sedimentos anóxicos, pueden persistir por muy extensos períodos de tiempo. Son rápidamente incorporados por la biota acuática.

**Cloro:** conocido veneno respiratorio. El cloro libre abandona rápidamente el agua. Sin embargo, con bajas temperaturas puede permanecer por más tiempo.

**Detergentes:** Se cuentan entre las sustancias más tóxicas. Se desdoblán con facilidad y producen daños por su acción tóxica como por sus propiedades tensoactivas. Destruyen las capas protectoras de mucus, anulando la función de los epitelios de las branquias.

## Bibliografía

- Adams, S.M. 1990. Status and use of biological indicators for evaluating the effects of stress on fish. In: Adams, S.M (Eds.). Biological indicators of stress in fish. *Amer.Fisheries Symp.*, 8: 1-8.
- Boudou, A & F. Ribeyre. 1989. Aquatic Ecotoxicology Fundamental Concepts and Methodologies. Vol.II. *CRC Press*. 314 pp.
- Dioni, W y J.L. Reartes. 1975. Susceptibilidad de algunos peces del Paraná Medio expuestos a temperaturas extremas en condiciones de campo y laboratorio. *Physis*, 34 (89): 129-137.
- Gómez, S. 1986. Mortandad de peces por acción del calor en el río Iguazú (Misiones, Argentina). *Spheniscus*, 4: 25-30.
- Heath, A.G. 1987. Water Pollution and Fish Physiology. *CRC Press*. 245 p.
- Hellawell, J.M. 1989. Biological indicators of freshwater pollution and environmental management. *Elsevier Applied Science*. 546 p.
- Kramer, D.L. 1987. Dissolved oxygen and fish behaviour. *Env.Biol.Fish.*, 18.
- Meyer, F.P & L.A. Barclay (eds.). 1990. Field manual for the investigation of fish kills. *U.S.Fish and Wildlife Service. Resour.Publ. 177*. 120 p.
- Muller, R & R. Lloyd. (Eds.) 1994. Sublethal and Chronic effects of pollutants on freshwater fish. *Fishing News Books*. 371p.
- Parma de Croux, M.J. 1983c. Nivel de oxígeno letal y mínimo de supervivencia en *Hoplias malabaricus malabaricus* (Bloch, 1794) (Pisces, Erythrinidae) *Iheringia.Sér.Zool.Porto Alegre* (63): 91-101.
- Parma de Croux, M.J. 1989. Low oxygen tolerance limits of *Pimelodus clarias maculatus* (Pisces, Pimelodidae). *J.Aquac.Trop.*, 4: 189-194.
- Parma de Croux, M.J.; P. Arquiel; H. Ortega y J.A. Lorente. 1999. Acute toxicity of paraquat to a commonly neotropical fish species (*Apareiodon affinis*) (Pisces, Hemiodidae). *Pol.Arch. Hydrobiol.*, 46 (1): 57-62.
- Parma de Croux, M.J.; A. Loteste y J. Cazenave. 2002. Inhibition of plasma Cholinesterase and Acute Toxicity of Monocrotophos in a Neotropical Fish *Prochilodus lineatus* (Pisces, Curimatidae). *Bull.Envirón.Contam.Toxicol.*, 69: 356-363.
- Rand, G.M & S.R. Petrocelli. 1985. Fundamentals in Aquatic Toxicology. Hemisphere Publishing Corporation. 666 p.
- Wester, P.W & J.G. Vos. 1994. Toxicological pathology in laboratory fish. An evaluation with 2 species and various environmental contaminants. *Ecotoxicology* 3 (1): 21-44.

## María Julieta Parma de Croux

Domicilio Particular: General López 1815. Santo Tomé, Santa Fe.

Domicilio Laboral: Instituto Nacional de Limnología (INALI-CONICET). José Maciá 1933. 3016 Santo Tomé, Santa Fe.

Documento de Identidad: DNI 11720252.

TE Part. 0342-4742669 ; TE Laboral. 0342- 4748715 – 4740723 ; FAX 0342- 4750394

e-mail: [inali@arnet.com.ar](mailto:inali@arnet.com.ar)

Es Profesora en Ciencias Naturales y Magister en Ecología Acuática Continental, posgrado que realizara en la Universidad Nacional del Litoral. Fue Becaria de Iniciación y Perfeccionamiento del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y actualmente es Investigador Adjunto de la Carrera del Investigador del citado organismo. Desarrolla sus actividades en el Instituto Nacional de Limnología (INALI) donde se desempeñó, en distintas oportunidades como Jefa de los Departamentos de Nutrición de Peces y Piscicultura y de Servicios a Terceros, ocupando la Vice-Dirección desde Marzo de 2000 a Octubre 2001. Participó en numerosos proyectos de investigación y en la promoción y ejecución de actividades científicas. Actualmente es Directora de la citada institución.

Sus principales líneas de investigación han estado orientadas hacia el estudio de la biología y fisiología de peces autóctonos y al desarrollo de técnicas de cultivo. Actualmente trabaja en la evaluación de los efectos letales y subletales producidos por la acción de ciertos agroquímicos sobre la fauna de peces.

Es autora de más de 30 trabajos de investigación y divulgación científica, publicados en el país y mayoritariamente en el extranjero, habiendo participado como expositora en diversos congresos nacionales e internacionales.

Ha dictado cursos de grado y posgrado en su especialidad y contribuye a la formación de recursos humanos mediante la dirección de tesis, becas y pasantías.

Versión Electrónica

**Justina Ponte Gómez**

División Zoología Vertebrados

FCNyM

UNLP

[Jpg\\_47@yahoo.com.mx](mailto:Jpg_47@yahoo.com.mx)