

Tilapia africana en el Lago de Nicaragua: ecosistema en transición

Jeffrey K. McCrary*, Joseph D. Ryan ***, Jay R. Stauffer **, Lorenzo J. López Pérez ***,
Gabriel I. Vega *, Eric P. van den Berghe * y Kenneth R. McKaye *

Resumen.- Los grandes lagos de Nicaragua, son comparables con el sistema de grandes lagos africanos. Contienen una gran diversidad de peces, incluyendo varios peces endémicos de la familia *Cichlidae*. La captura de peces en el Lago de Cocibolca, estandarizada en 100 metros de red, promedió 4.34 kilogramos en el área de Ometepe, en donde la tilapia constituyó el 1.5% del peso total de la captura. Este promedio fue 0.80 kilogramos en la costa septentrional, donde la tilapia constituyó 54% del peso total de la captura. Un estudio ruso efectuado en 1983 y desarrollado en todo el Lago, demostró que el promedio era de 4.66 kilogramos. Los autores del presente artículo recomiendan que en el Lago Cocibolca se implemente un plan de manejo adecuado para controlar la población de tilapia y rescatar un ecosistema en peligro de colapso.

El Lago de Nicaragua contiene más de cuarenta especies de peces, incluyendo 16 especies reconocidas de cíclidos nativos (Thorson, 1976) y otras especies de cíclidos no descritas. El Lago también es habitado por una variedad de grandes depredadores marinos, tales como el Tiburón Toro (*Charchahinus leucas*), el Pez-sierra (*Pristis perotteti*), el Sábalo (*Tarpon atlanticus*), el Roncador (*Pomadasys* spp.) y el Róbalo (*Centropomus parallelus*) (Thorson, 1976). Once de las dieciséis especies de cíclidos están restringidas alrededor del Río San Juan. Los recursos pesqueros más explotados han sido tradicionalmente los cíclidos, y se estima que constituyen el 58% de la biomasa piscívora del Lago de Nicaragua.

El Lago de Nicaragua es el lago tropical más grande (8264 km²), situado fuera del África (Incer, 1976). Se encuentra en una depresión tectónica que se extiende hacia el noroeste de la desembocadura del Río San Juan y luego al Golfo de

Fonseca en el Pacífico. Esta depresión incluye también al Lago de Managua (llamado también Xolotlán). Numerosos ríos desembocan en estos dos lagos, pero solamente el San Juan evacúa este sistema en el Mar Caribe por la costa caribeña de Nicaragua.

Por lo tanto, el ecosistema del Lago de Nicaragua se encuentra íntimamente relacionado con el Mar Caribe y los hábitats costeros adyacentes. La consecuencia más conocida de esta conexión es la presencia del llamado tiburón de agua dulce del Lago de Nicaragua, que en realidad es el tiburón toro del Caribe, *C. leucus*.

La costa caribeña de Nicaragua es, biológicamente, uno de los sistemas más productivos y con mayor cantidad de especies en el mundo (Ryan, 1992; Ryan *et al.*, 1993). Recibe una gran cantidad de precipitación anual, estimada en 4-6 m.

* Investigador asociado de la UCA.

** Pennsylvania State University.

*** University of Maryland.

Catorce ríos primarios, que evacúan el 90% de la cuenca del país (1.17×10^5 km²), desembocan en el Mar Caribe y descargan una gran cantidad de agua dulce (aproximadamente 2.6×10^{11} m³ por año) y sedimentos suspendidos a lo largo de 450 km de costa. Diez estuarios biológicamente ricos, cuyas aguas oscilan de entre dulces, en la estación lluviosa, a moderadamente salinas, durante la estación seca, sirven como áreas de criadero para muchas especies marinas.

Estos criaderos, altamente productivos, sirven como medio de vida a los pobladores de la región. Poblaciones de muchas de las especies de peces, que se crían en los sistemas estuarinos, se extienden hacia el Lago de Nicaragua. Como consecuencia de la comunicación entre sistemas, cualquier perturbación que ocurra en un sistema puede impactar en otro. Por eso, para que un plan de manejo sea efectivo, debe abarcar ambos sistemas: el estuarino y el del Lago de Nicaragua (Ryan *et al.*, 1993).

El ecosistema del Lago está experimentando importantes cambios ecológicos. En 1980, un extensivo programa de reserva introdujo la tilapia africana

(*Genus oreochromis*). Como consecuencia de la invasión de esta especie en el lago, las poblaciones nativas de cíclidos han declinado. Es inminente el colapso de uno de los ecosistemas de agua dulce más importantes en el mundo si no se toman medidas correctivas.

Introducción de la tilapia

Aún sin construir un canal a nivel del mar, el ecosistema del Lago de Nicaragua está experimentando cambios importantes. En un intento por incrementar la pesca y desarrollar un mercado de exportación, durante 1983 y 1984 surgió un extensivo programa de suministros de tilapia no nativa en el Lago de Nicaragua y la cultura del enjaulamiento de la región conocida como "Las Isletas" cerca de Granada. Entre 1987 y 1988, pescadores de la región de Granada empezaron a reportar pescas de tilapia en sus redes, relacionando estas capturas con el declinamiento en la pesca de variedades nativas de cíclidos (ilustración 1). Puesto que las poblaciones de tilapia se están incrementando, su impacto potencial en el ecosistema del Lago de Nicaragua se está convirtiendo en una fuente de interés.

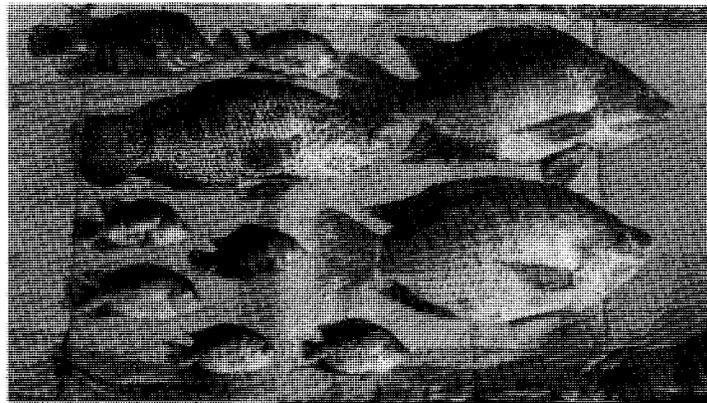
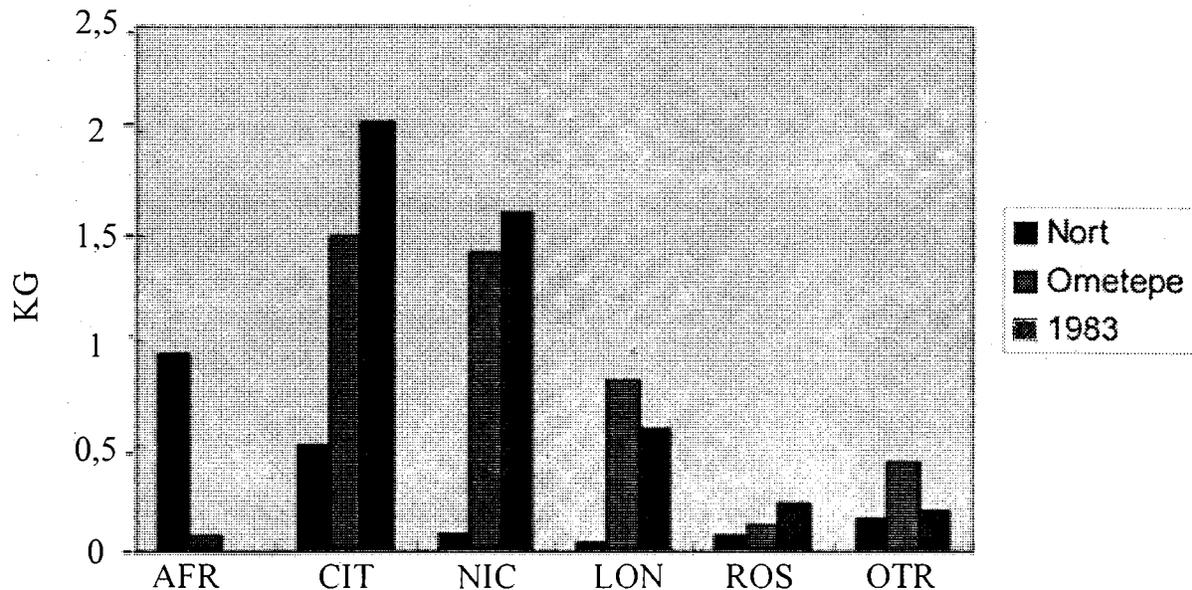


Ilustración 1. Cíclidos comunes del Lago de Nicaragua. Los dos grandes individuos a la derecha son africanos *Oreochromis* sp. Los demás son nativos del Lago de Nicaragua.

Un estudio preliminar efectuado en 1990, reveló que tres especies de tilapia -*Oreochromis aureus*, *Oreochromis mossambicus* y *Oreochromis niloticus*- están siendo capturadas en las regiones poco profundas de la costa del Lago de Nicaragua, incluyendo las islas meridionales de Solentiname y el desagüe en el Río San Juan, cerca de San Carlos. Se recolectaron muestras de tilapia en la región septentrional, en un sitio en Las Isletas, cerca de Granada, donde se presume que fueron introducidas inicial-

mente, y en un lugar cerca del Cabo Mayales (Punta Mollales). Las aguas costeras de la Isla de Ometepe, la región más aislada del Lago, han sido invadidas posteriormente por la tilapia. Como se observa en el gráfico 1, la captura de cíclidos nativos en la Isla de Ometepe está a 4.34 kg por 100 metros de red experimental, un valor comparable con los 4.66 kg (estandarizados por 100 metros) que encontró el equipo soviético en todo el lago siete años antes (MEPURSS, 1983).

Gráfico 1
PESO MEDIANO DE CICHLIDOS EN REDES EXPERIMENTALES



Simbología: Nort=lado septentrional del Lago de Nicaragua, 1991-1992; Ometepe=región central del Lago de Nicaragua, 1991-1992; 1983=datos del estudio MEPURSS (1983, p. 79). AFR=*Oreochromis* spp.; CIT=*Cichlasoma citrinellum*; NIC=*Cichlasoma nicaragiense*; LON=*Cichlasoma longimanus*; ROS=*Cichlasoma rostratum*; OTR=todos los demás cíclidos.

Los resultados del gráfico 1 se obtuvieron a partir de muestreos realizados en tres sitios: 75, 9, y 12 veces respectivamente, por dos períodos de 5 horas (07:00-12:00, 13:00-18:00), y un período de 12 horas (18:00-06:00). El número de individuos, sus largos estándares y

pesos combinados fueron medidos para cada especie. En la costa septentrional (Las Isletas y Punta Mayales), la captura sobre la que se realizó el presente estudio fue sólo 0.80 kg por 100 metros de red. Del total de biomasa de cíclidos capturados a lo largo de la orilla norteña,

el 54% consistió en tilapia, mientras la tilapia constituyó solamente el 1.5% de la captura en Ometepe. Durante el estudio soviético (MEPURSS, 1983), no se recolectó tilapia en el Lago de Nicaragua.

En nuestro estudio, la captura total de peces en Ometepe fue 1.8 veces más grande por lanzamiento que en las áreas con las concentraciones mayores de tilapia. *Cichlasoma citrinellum*, *Cichlasoma nicaragüense* y *Cichlasoma longimanus* fueron capturadas con mayor frecuencia en Ometepe que en la costa septentrional (Mann Whitney U: $P < 0.01$; gráfico 1). Capturas de las

especies, principalmente moradoras de arena, *C. nicaragüense*, *C. longimanus*, *C. rostratum* y *C. citrinellum/labiatum*, fueron inversamente asociadas con las capturas de especies tilapinas.

Estos datos confirman los reportes de carácter informal de los pescadores del Lago de Nicaragua, en el sentido de que desde el establecimiento de la tilapia, se ha bajado la captura de especies nativas. Las tilapias, especies exóticas africanas, poseen los atributos registrados por Ehrlich (1989), que las hacen exitosas como invasoras en casos de introducción (cuadro 1).

Cuadro 1
CARACTERÍSTICAS POSIBLES DE INVASORES POTENCIALES*

Invasores Exitosos	Invasores No Exitosos
Extensión nativa grande	Extensión nativa pequeña
Abundante en extensión nativa	Escaso en extensión nativa
Alta variabilidad genética	Baja variabilidad genética
Asociado con presencia de ser humano	No asociado con presencia de ser humano
Hembra sola capaz de colonizar	Hembra sola no capaz de colonizar
Gregario	Solitario
Vágil	Sedentario
Dieta amplia	Dieta restringida
Tiempo de reproducción corto	Tiempo de reproducción largo
Se alterna entre estrategias de cuidado r y K	No capaz de alternar estrategia de cuidado
Más grande que la mayoría de sus parientes	Más pequeño que la mayoría de sus parientes
Tolera rango amplio de condiciones	Rango estrecho

* Adaptado de Ehrlich (1989).

Muchos de los peces tilapinos tienen grandes extensiones nativas y son abundantes en sus hábitats naturales. Su alto grado de plasticidad morfológica y variabilidad genética se manifiesta por la presencia de varias especies endémicas a áreas particulares (Fryer e Iles 1972; Trewavas, 1983).

Muchas de las especies tilapinas (e.g., *O. mossambicus*) se han adaptado a muy diversos ambientes, ocupando agua dulce tanto como áreas estuarinas en sus rangos nativos (Trewavas, 1983).

Los peces tilapinos son resistentes y pueden medrar en un rango muy amplio de calidades de agua (Phillipart y Ruwet, 1982; Stauffer *et al.*, 1984; Welcomme, 1984). Han sido domesticados y son las especies más usadas en acuicultura en el trópico (Pullin, 1991), ocupando una importancia creciente en acuicultura de clima templado. Por ejemplo, *O. niloticus* ha sido identificada como una especie importante para acuicultura global (FAO, 1980).

Muchos de los atributos que las hacen apropiadas para cultivos intensivos también les permiten colonizar y medrar en ambientes nuevos. Tienen rápidos índices de crecimiento, dietas amplias y resistencia al apiñamiento (Hanley, 1991). La mayoría de peces tilapinos son especies gregarias y diestras para migrar largas distancias (Fryer e Iles, 1972; Stauffer, 1984; Trewavas, 1983). Aunque primariamente herbívoros, los peces tilapinos introducidos se alimentan de insectos, zooplancton, fitoplancton, plantas vasculares y peces larvales/juveniles (Hensley y Courtenay, 1980).

Especies del género *Oreochromis* son incubadoras de la boca materna. Por ello, una sola hembra con sus crías en la boca es capaz de colonizar un nuevo ambiente (Fryer e Iles, 1972). Por esta peculiaridad, no tienen requerimientos estrictos de hábitat para su reproducción. Bajo condiciones de laboratorio, los hemos observado desovar en depresiones de grava, en tiestos de arcilla, fondos de vidrio sin cubierta ninguna y en trozos de piedra. Poblaciones introducidas de estas especies pueden, literalmente, ocupar todos los hábitats disponibles como sitios de desove (ilustración 2). Por otra parte, son más grandes que todos los cíclidos nativos (ilustración 1) y pueden desplazarlos en conflictos territoriales o interferir severamente en la defensa de sus crías (McKaye, 1977, 1984; McKaye y McKaye, 1977). Pueden tener un período de generación de corta duración, alcanzando la madurez reproductora en 6 meses, con múltiples crías cada año (Stauffer, 1984); o, por el contrario, pueden atrasar la reproducción y luego reproducir a tamaños más grandes (Trewavas, 1983).



Ilustración 2. Vista aérea de sitios de desove de *Oreochromis aureus* en un lago en el sur de Florida, EEUU. Los sitios son socavamientos en la arena.

Podemos predecir, entonces, que la tilapia sabrá encontrar condiciones de hábitat y recursos alimenticios apropiados en los arrecifes coralinos, ubicados fuera de la línea costera de Nicaragua. Como evidencia en apoyo de esta predicción observamos que *O. zilli* tiene una población establecida en el Mar del Salton (Hensley y Courtenay, 1980) y que *O. mossambicus* ha invadido un atolón en el Océano Pacífico (Lobel, 1980).

Hay un enorme potencial para un desastre ecológico en el Lago de Nicaragua, tal como el que experimentaron otros ecosistemas tropicales y semitropicales de agua dulce (Barel *et al.*, 1985; Baskin, 1992; Courtenay y Stauffer, 1984; Zaret y Paine, 1973). Si estas especies se trasladan a lo largo del Río San Juan e invaden los hábitats de aguas saladas en la costa caribeña, las productivas pesquerías marinas y los valiosos criaderos estuarinos podrían verse afectados (Ryan, 1992).

La presencia de la tilapia podría afectar directamente no sólo a la comunidad piscívora del Lago de Nicaragua, sino también el ambiente acuático en general (Welcomme, 1984). Por ejemplo, en el Lago Victoria, en Africa, donde la perca nilítica (*Lates* sp.) ha devastado la fauna cíclida nativa, el ecosistema entero ha experimentado cambios profundos (Barel *et al.*, 1991; Baskin, 1992).

La teoría de la cascada trópica (Carpenter *et al.*, 1985) predice que la alteración del ecosistema del Lago de Nicaragua, posiblemente tendrá efectos en la comunidad planctónica y en el resto de la productividad primaria del lago. Además de la destrucción de

poblaciones piscívoras nativas y de la pérdida de diversidad genética, la degradación del Lago de Nicaragua podría tener consecuencias inesperadas.

Nosotros mantenemos todavía la esperanza de que la tragedia del Lago Victoria (Kaufman, 1992) no se repita en los grandes lagos de América Latina. Veinte años pasaron desde la introducción de la perca del Nilo en el Lago Victoria, hasta que comenzó a eliminar las poblaciones cíclidas nativas. Un manejo rápido e intensivo de la tilapia en América Latina aún podría disminuir los impactos negativos de su introducción.

Acciones inmediatas para proteger la fauna nativa en el Lago de Nicaragua podrían incluir: a) el establecimiento de una industria pesquera orientada a la captura de tilapia en regiones costeras; b) el desarrollo de planes de manejo para proteger las especies largas marinas depredadoras que habitan en el Lago de Nicaragua, porque estos peces podrían depredar fácilmente las tilapias adultas que se aventuran en regiones abiertas del lago; y c) el monitoreo del Río San Juan y el establecimiento de una industria pesquera para retardar el movimiento de la tilapia hacia la costa caribeña.

Pocas especies introducidas han sido erradicadas una vez que se han establecido (Courtenay y Stauffer, 1984; Stauffer *et al.*, 1988). Por eso, es importante que los mercados y otros incentivos económicos motiven a los pescadores a capturar las especies tilapias como una forma de mantener los volúmenes poblacionales de estas últimas a niveles que permiten la existencia de las especies cíclidas nativas.

El valor e importancia de un ecosistema único y diverso como el del Lago de Nicaragua es ampliamente reconocido en el mundo (Norton, 1986; Wilson,

1988). La lección del Lago Victoria es sencilla (Baskin, 1992; Kaufman, 1992): actúa ahora. Después será tarde.

Bibliografía

- BAREL, C.D.N. et al., (1985). "Destruction of fisheries in Africa's lakes". *Nature*, 315:6014.
- BAREL, C.D.N. et al., (1991). "The haplochromine cichlids in Lake Victoria: an assessment of biological and fisheries interest", en Keenleyside, MHA (ed.), *Cichlid Fishes: Behaviour, Ecology and Evolution*. Londres, Chapman and Hall.
- BASKIN, Y. (1992). "Africa's troubled waters". *BioScience*, 42:476-81.
- CARPENTER, S.R.; KITCHELL, J.F. y HODGSON, R. (1985). "Cascading trophic interactions and lake productivity". *BioScience*, 35:634-639.
- COURTENAY, W.R. y STAUFFER, J.R. (1984). *Distribution, Biology, and Management of Exotic Fishes*. Baltimore, The Johns Hopkins University Press.
- EHRlich, P. (1989). "Attributes of invaders and the invading processes", en *Ecology of Biological Invasions: A Global Perspective*. Nueva York.
- ESTRADA, E.; MAIRENA, H.; MARTÍNEZ, E. y GARCÍA, D. (1994). "Un canal para Nicaragua?". *Mundo Financiero*, 1(5):16-17.
- FRYER, G. y ILES, T.D. (1972). *The Cichlid Fishes of the Great Lakes of Africa: Their Biology and Evolution*. Edinburgh, Oliver and Boyd.
- FAO, (1980). *Report of the Ad Hoc Consultation on Aquaculture Research*. FAO Fisheries Report 238, Roma.
- HANLEY, F. (1991). "Effects of feeding supplementary diets containing varying levels of lipid on growth, food conversion and body composition of Nile tilapia *O. niloticus* (L.)". *Aquaculture* 93:323-334.
- HENSLEY, D.A. y COURTENAY, W.R. Jr. (1980). "Tilapia mossambica", en Lee, D.S. et al. (eds.), *Atlas of North American Freshwater Fishes*, Museo de Historia Natural del Estado de Carolina del Norte.
- INCER, J. (1976). "Geography of Lake Nicaragua", en Thorson, T.B. (ed.), *Investigations of the Ichthyofauna of Nicaraguan Lakes*. Nebraska, University of Nebraska.
- KAUFMAN, L. (1992). "Catastrophic change in species-rich freshwater ecosystems". *BioScience*, 42:846-858.
- LOBEL, P.W. (1980). "Invasion by the Mozambique tilapia (*Sarotherodon mossambicus*; Pisces; Cichlidae) of a Pacific atoll marine ecosystem". *Micronesica*, 16:349-355.
- MINISTERIO DE CONSTRUCCIÓN Y TRANSPORTE, GOBIERNO DE NICARAGUA (MCT) (1997). *Términos de referencia para los estudios de factibilidad del canal interoceánico de Nicaragua*. Managua, MCT.
- MCKAYE, K.R. (1977). "Competition for breeding sites between the cichlid fishes of Lake Jiloa, Nicaragua". *Ecology*, 58:291-302.
- MCKAYE, K.R. (1984). "Behavioural aspects of cichlid reproductive strategies: Patterns of territoriality and brood defense in Central American substratum spawners versus African mouth brooders", en Wootton, R.J. y Potts, C.W. (eds.), *Fish Reproduction: Strategies and Tactics*. Londres, Academic Press.
- MCKAYE, K.R. y MCKAYE, N.M. (1977). "Communal care and kidnapping of young by parental cichlids". *Evolution*, 31:674-81.
- MINISTERIO DE LA ECONOMÍA PESQUERA DE LA UNIÓN DE REPÚBLICAS SOCIALISTAS SOVIÉTICAS (MEPURSS) (1983). *Investigaciones económicas de pesca de los depósitos de agua interiores de la República de Nicaragua (Lago de Nicaragua)*. Managua.
- NORTON, B.G. (ed.) (1986). *The Preservation of Species: The Value of Biological Diversity*. New Jersey, Princeton University Press.

- PHILLIPART, J.C. y RUWET, J.C. (1982). "Ecology and distribution of tilapia", en Pullin, R.S.V. y Lowe-McConnell, R.H. (eds.), *The Biology and Culture of Tilapia*, v. 7, Manila. International Center for Living Aquatic Resources Management.
- PULLIN, R.S.V. (1991). "Cichlids in aquaculture", en Keenleyside, MHA. (ed.), *Cichlid Fishes: Behaviour, Ecology and Evolution*. Londres, Chapman and Hall.
- RYAN, J. (1992). "Medios ambientes marinos de la Costa Criba de Nicaragua". *Wani* 12:34-47.
- RYAN, J.; GONZÁLES, L. y PARRALES, E. (1993). *Diagnóstico y plan de acción de los recursos acuáticos en Nicaragua. Plan de acción del ambiente Nicaragüense*. Managua, Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA).
- STAUFFER, J.R. (1984). "Colonization theory relative to introduced populations", en Courtenay, W.R. y Stauffer, J.R. (eds.), *Distribution, Biology, and Management of Exotic Fishes*. Baltimore, The Johns Hopkins University Press.
- STAUFFER, J.R.; VANN, D.K. y HOCUTT, C.H. (1984). "Effects of salinity on preferred and lethal temperatures on the blackchin tilapia, *Sarotherodon melanotheron*". *Water Res. Bull.*, 20:771-775.
- STAUFFER, J.R.; BOLTZ, S.E. y BOLTZ, J.M. (1988). "Thermal tolerance of the blue tilapia, *Oreochromis aureus*, in the Susquehanna River". *N. Am. J. Fish. Managemt*, 8:329-32.
- THORSON, T.B. (ed.) (1976). *Investigations of the Ichthyofauna of Nicaragua Lakes*. Nebraska, University of Nebraska.
- TREWAVAS, E. (1983). *Tilapine Fishes of the Genera Sarotherodon, Oreochromis and Danakilia*. Londres, Museo Británico de Historia Natural.
- WELCOMME, R.L. (1984). "International transfers of inland fish species", en Courtenay, W.R. y Stauffer, J.R. (eds.), *Distribution, Biology and Management of Exotic Fishes*. Baltimore, The Johns Hopkins University Press.
- WILSON, E.O. (ed.) (1988). *Biodiversity*. Washington, National Academy Press.
- ZARET, T.M. y PAINE, R.T. (1973). "Species introduction in a tropical lake". *Science*, 182:449-55.