
INVENTARIO RAP DE LA ICTIOFAUNA DEL RÍO AURRA Y SUS TRIBUTARIOS EN SAN JERÓNIMO, ANTIOQUIA

RAP INVENTORY OF THE ICHTHYOFAUNA OF THE AURRA RIVER AND ITS TRIBUTARIES IN SAN JERÓNIMO, ANTIOQUIA

Fabio León García¹, Luis Alberto Urán² y Brian C. Bock³

Resumen

Se realizó un inventario RAP (rapid assessment procedure) sobre la ictiofauna de la cuenca del río Aurra (San Jerónimo, Antioquia). El diseño de la selección de los sitios de muestreo tiene como fin evaluar posibles impactos antrópicos sobre la ictiofauna local. Empleamos la técnica de electropesca, que nos permitió muestrear ocho sitios el mismo día, colectando 374 individuos pertenecientes a diecisiete especies de cinco familias diferentes. Tres de las especies colectadas representan registros nuevos para la cuenca media del río Cauca. Encontramos una relación significativa negativa entre la diversidad íctica y la distancia del sitio al río Cauca. Aunque no detectamos un efecto de la granja de piscicultura, sí encontramos que los sitios más cercanos al casco urbano de San Jerónimo presentan valores menores de diversidad íctica, en comparación con otros sitios del estudio con distancias similares al río Cauca. Este estudio ilustra que los inventarios rápidos de la ictiofauna colombiana pueden aportar información valiosa sobre sus rangos de distribución dentro del país y sobre los efectos de las actividades antrópicas.

Palabras clave: inventarios RAP (rapid assessment procedure), ictiofauna, electropesca, río Aurra, efectos antrópicos.

Abstract

A RAP (rapid assessment procedure) inventory of the ichthyofauna of the Aurra river watershed (San Jerónimo, Antioquia) was conducted. The design for the selection of study sites attempted to permit an evaluation of possible human impacts on the local ichthyofauna. Electrofishing techniques were employed, permitting the sampling of eight sites during the same day, yielding a total of 374 individuals belong to seventeen species from five different families. Three of the species collected have not been reported previously for the middle Cauca drainage. A significant negative relationship between ichthyological diversity and the distance of the sites to the Cauca river was documented. Although no effects of a pisciculture facility were detected, the sites near the town of San Jerónimo demonstrated lower diversity values, as compared to other study sites of similar distances from the Cauca river. This study shows that rapid inventories of the freshwater ichthyofauna of Colombia may provide valuable information on distributional ranges within the country and on the impact of human activities.

Keywords: RAP (rapid assessment procedure) inventories, ichthyofauna, electrofishing, Aurra river, human impacts.

INTRODUCCIÓN

Recientemente se ha generado un gran interés en documentar la diversidad biológica de los países tropicales, en donde habitan más de la mitad de las especies del planeta (Brady, 1988;

Ehrlich, 1988; Pimm *et al.*, 1995; Conroy y Noon, 1996; Gaston y Williams, 1996; Bawa y Seidler, 1998). Infortunadamente, esta alta biodiversidad frecuentemente está acompañada de una tasa

Recibido: septiembre de 2002; aprobado para publicación: enero de 2003.

1 Estudiante de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional, sede Medellín. E-mail: flgarcia2002@yahoo.com.mx.

2 Profesor jubilado, Instituto de Biología, Universidad de Antioquia, apartado 1226, Medellín. E-mail: luisalbertou@epm.net.co.

3 Departamento de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, apartado 658, Medellín. E-mail: bbock@unalmed.edu.co.

igualmente alta de alteración de los hábitat naturales debido a las actividades antrópicas, lo cual ha repercutido en la disminución de la densidad o aun en la eliminación de muchas especies. Esta situación ha llevado al desarrollo de varias técnicas RAP (rapid assessment procedures; Goombridge y Jenkins, 1996) en varios taxones para facilitar la adquisición rápida de información preliminar sobre los niveles de biodiversidad en áreas naturales poco conocidas o amenazadas, sobre todo las que enfrentan intervenciones humanas inminentes.

Colombia es un país conocido como “megadiverso” (Mittermeier *et al.*, 1997; Instituto Humboldt, 1998, 2000), porque a pesar de poseer una extensión menor del 1% de la superficie continental mundial, se estima que contiene 10% de la diversidad biológica del planeta. Sin embargo, la literatura sobre la biodiversidad colombiana casi siempre desglosa la evidencia sobre su alta diversidad en términos del número de especies de plantas vasculares y tetrápodos (Instituto Humboldt, 2000), excluyendo en gran parte la ictiofauna, aunque se reconoce la alta diversidad de la clase Peces en Colombia (Mittermeier *et al.*, 1997; Gutiérrez, *et al.*, 1998; Mojica, 1999). Por ejemplo, en una lista preliminar recientemente publicada sobre los peces dulceacuícolas de Colombia, Mojica (1999) registró 838 especies conocidas, señalando que todavía faltan muchas especies por describir científicamente y que la información sobre la distribución geográfica de la ictiofauna colombiana conocida, aún es fragmentaria.

En el presente estudio empleamos la técnica de electropesca para obtener un muestreo rápido de la diversidad de peces dulceacuícolas de la cuenca del río Aurra (tributario del río Cauca) alrededor de la municipalidad de San Jerónimo, departamento de Antioquia (Ecorregión Montañosa Andina del Norte de Olson *et al.*, 1998). En la actualidad hay dos sitios que posiblemente podrían estar afectando la distribución y diversidad de peces de la cuenca: el casco urbano de San Jerónimo y la granja de piscicultura del Poli-

técnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. Además, se espera que con la terminación del túnel de Occidente y las vías anexas que conectarán la zona con la ciudad de Medellín se aumente de manera significativa la demanda humana por agua dulce (Blandón *et al.*, 2001) y se desencadenen consecuencias drásticas para la ictiofauna nativa. El diseño de muestreo del presente estudio intentó examinar los efectos de los dos posibles sitios de efecto antrópico actuales, con el fin de obtener una línea base a partir de la cual se puedan evaluar los efectos de cambios antrópicos futuros.

METODOLOGÍA

La cuenca del río Aurra posee un rango altitudinal de entre 450 y 3.000 msnm, pero los ocho sitios muestreados en el presente estudio tienen elevaciones de entre 540 y 860 msnm (tabla 1). Originalmente, esta parte de la cuenca poseía bosque seco tropical (Holdridge, 1967; Espinal, 1992), pero en la actualidad la mayoría de la zona está ocupada por potreros, con la excepción de algunos pocos remanentes de bosque a los lados del río y de sus quebradas tributarias.

Los sitios de muestreo denominados Aurra alto, Aurra intermedio y Aurra bajo se ubicaron en el río Aurra, antes, dentro y después del casco urbano de San Jerónimo, respectivamente (figura 1). En la quebrada La Muñoz seleccionamos un sitio de muestreo antes (Muñoz alta) y otro después (Muñoz baja) de San Jerónimo, también con el fin de examinar el efecto del casco urbano sobre la ictiofauna local. En forma similar, seleccionamos dos sitios de muestreo en la quebrada La Guaracú, uno antes (Guaracú alta) y otro después (Guaracú baja) de la granja de piscicultura. Finalmente, escogimos un sitio de muestreo en otro tributario (la quebrada Los Cedros), la cual no experimenta una influencia del pueblo o la granja. Obtuvimos las coordenadas geográficas de cada sitio de muestreo por medio de un geoposicionador satelital (GPS, marca Magellan) y la altura sobre el nivel del mar con un altímetro (marca Thomem) (tabla 1).

Tabla 1. Características de los ocho sitios de muestreo en la cuenca del río Aurra

Sitio	Coordenadas geográficas	Altitud (mm)	Distancia al río Cauca (km)	Aspecto del agua*
Aurra alto	6° 26' 45" N 75° 43' 04" O	740	14.50	P
Aurra intermedio	6° 27' 03" N 75° 43' 51" O	690	13.00	M
Aurra bajo	6° 27' 20" N 75° 45' 05" O	540	8.50	A
Muñoz alta	6° 25' 50" N 75° 43' 14" O	860	14.25	P
Muñoz baja	6° 27' 09" N 75° 43' 58" O	700	13.50	A
Guaracú alta	6° 26' 51" N 75° 44' 17" O	670	13.00	P
Guaracú baja	6° 26' 59" N 75° 44' 13" O	640	12.50	P
Los Cedros	6° 27' 28" N 75° 45' 05" O	698	12.75	P

* A = aguas altamente contaminadas; M = moderadamente contaminadas; P = poco contaminadas.

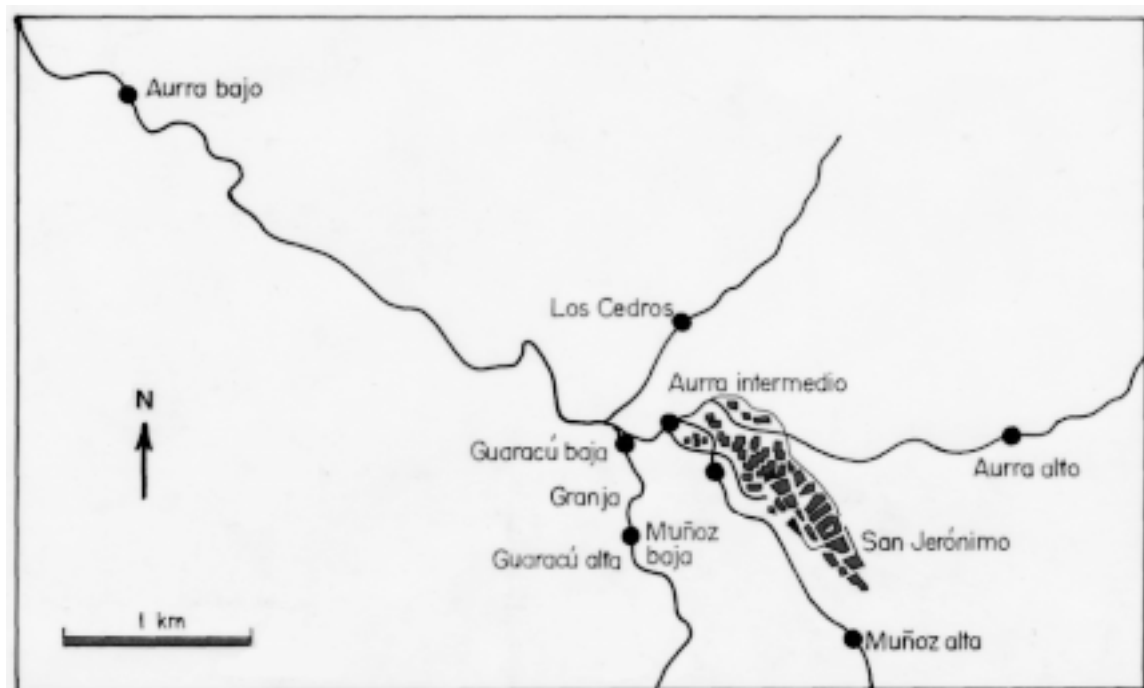


Figura 1. Área de estudio, indicando la ubicación de los ocho sitios de muestreo, el municipio de San Jerónimo y la granja de piscicultura del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid

Muestreamos todos los sitios el mismo día (4 de octubre de 1999) con el fin de minimizar el efecto de las variaciones temporales ambientales sobre el éxito de los muestreos. En cada sitio analizamos un tramo de 40 m de cauce durante 30 minutos, empleando una red de mano (el cátodo) conectada a un generador eléctrico que produce una corriente directa pulsativa de 60 Hz (Urán, 1997).

Después de fijar los ejemplares en formol al 20%, fueron transportados al Laboratorio de Fisiología Animal de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, donde se midieron y pesaron (con un ictiómetro y una balanza Ohaus, respectivamente). Posteriormente separamos los individuos con base en sus características generales, conservándolos en etanol al 30% para su posterior identificación. Examinamos cada ejemplar con la ayuda de un estereoscopio de luz polarizada (marca Nikon) para identificarlo hasta especie, utilizando las claves taxonómicas para peces neotropicales de Dahl (1971), Gery (1977), Miles (1943) y Eigenmann (1912, 1913).

Para facilitar una comparación de la diversidad íctica de los ocho sitios muestreados, calculamos el índice de Simpson:

$$D = 1 / \sum_{i=1}^S P_i^2$$

en el que S = número de especies y P_i = proporción de individuos hallados en la i -ésima especie. Infortunadamente, un error en el manejo de los ejemplares en el laboratorio causó la pérdida de la información sobre la localidad de colección de los ejemplares pertenecientes a *Bryconamericus icelus* y *Hemibrycon dentatus* (ambas especies de la familia Characidae), por lo cual se excluyeron de los cálculos del índice de Simpson 48 individuos (13% del total).

Para inspeccionar la relación entre la distancia de los sitios del río Cauca y la diversidad íctica (número de individuos, riqueza de especies y el índice de Simpson) empleamos una prueba de correlación de Pearson.

Depositamos los ejemplares en el Museo de Ictiología de la Universidad de Antioquia.

RESULTADOS

Los 374 individuos colectados en la cuenca del río Aurra durante el inventario RAP pertenecen a diecisiete especies diferentes dentro de cinco familias (Astroblepidae: *Astroblepus chapmani*, *A. chotae*; Characidae: *Astyanax fasciatus*, *Brycon henni*, *Bryconamericus caucanus*, *Bryconamericus icelus*, *Creagrutus magdalenae*, *Hemibrycon dentatus*; Loricariidae: *Lasciancistrus caucanus*, *Pseudancistrus daguae*; Pimelodidae: *Cetopsorhamdia molinae*, *C. nasus*, *Pimelodella chagresi*, *Rhamdia wagneri*; Pygidiidae: *Pygidium stramineum*, *P. striatum*, *P. stellatum*). Colectamos un promedio de 40.75 individuos por sitio de muestreo (tabla 2). Las tres especies más abundantes (*B. henni*, $n = 107$; *B. caucanus*, $n = 78$; *P. daguae*, $n = 67$) fueron halladas en todos los sitios de muestreo, mientras que nueve sólo fueron registradas en uno de los sitios de muestreo. Únicamente encontramos un individuo de *C. molinae* y de *P. chagresi*.

Tabla 2. Diversidad íctica de los ocho sitios de muestreo en la cuenca del río Aurra

Sitio	Número de individuos	Número de especies*	Índice de Simpson*
Aurra alto	19	5	2.89
Aurra intermedio	16	3	2.61
Aurra bajo	110	11	5.23
Muñoz alta	19	6	3.80
Muñoz baja	6	3	2.57
Guaracú alta	65	5	4.17
Guaracú baja	44	5	3.96
Los Cedros	47	5	2.74

* Se excluyen los datos para *B. icelus* y *H. dentatus*.

Excluyendo *B. icelus* y *H. dentatus*, registramos un promedio de 5.4 especies por sitio (tabla 2). Hallamos una relación significativa negativa entre la distancia de los sitios al río Cauca y las tres medidas de diversidad íctica (el número de individuos, $r = -0.88$, $P < 0.005$; la riqueza de espe-

cies, $r = -0.80$, $P < 0.05$; y el índice de Simpson, $r = -0.71$, $P < 0.05$).

DISCUSIÓN

Existen dos críticas principales en la literatura en relación con los inventarios RAP. La primera es que en algunos casos se intenta caracterizar la biodiversidad total de una región con base en inventarios rápidos de sólo algunos pocos taxones indicadores (normalmente, grupos fáciles de muestrear y bien conocidos taxonómicamente). El problema es que la diversidad de estos taxones indicadores no siempre está correlacionada con la biodiversidad total de la región (Prendergast *et al.*, 1993; Kerr, 1996). Es de notar que éste no fue el objetivo del presente estudio.

Más relevante es la crítica sobre que los inventarios RAP son, por definición, superficiales, y siempre aportan una subestimación de la verdadera diversidad local del taxón de estudio. Por ejemplo, en el presente caso sólo fue posible muestrear los sitios durante el verano, a pesar del hecho que en el trópico es conocido que los periodos de sequía alteran la composición de la comunidad íctica, resultado de las migraciones de algunas especies en respuesta a los cambios fisicoquímicos producidos en el hábitat por el régimen hidrológico (López, 1978; Otero y Solano, 1986; Pinto y Jiménez, 1999). Es decir, durante nuestro inventario RAP es probable que algunas especies migratorias no hubiesen sido halladas en la cabecera del río o en las quebradas donde se realizó el muestreo.

En Colombia es común la ejecución de “reconocimientos” de unos pocos días para intentar caracterizar la biodiversidad local de un área de interés, frecuentemente sin el uso de metodologías estandarizadas, mientras que el apoyo para patrocinar inventarios rigurosos basados en múltiples muestreos intensivos de una zona, es escaso. Para muchos taxones, el valor y credibilidad de los resultados obtenidos por medio de los inventarios rápidos es dudoso. Sin embargo, este estudio ilustra la utilidad de emplear la metodología de electropesca para realizar inventarios íc-

ticos RAP en este tipo de ecosistema dulceacuícola. Reseñas de inventarios con otros taxones han señalado la necesidad de obtener muestras de entre 300 y 500 individuos para asegurar una caracterización representativa de un taxón de fauna o flora (Hayek y Buzas, 1997), cifra que el presente estudio alcanzó en sólo un día de muestreo, minimizando así los efectos de variaciones temporales climáticas o hidrológicas. En el proceso hemos ampliado la información sobre la microdistribución geográfica de tres especies de la ictiofauna colombiana (las especies *C. nasus*, *C. magdalenae*, y *P. striatum* habían sido reportadas para la cuenca principal del río Magdalena, pero nuestros registros aparentemente son los primeros de su ocurrencia en la subcuenca del río Cauca medio).

Esto no quiere decir que la electropesca es una metodología libre de sesgos. Por ejemplo, dos de las especies registradas (*B. henni* y *R. wagneri*) han sido mencionadas como especies nativas promisorias en términos de pesca deportiva y piscicultura, respectivamente, debido a sus tamaños corporales (Builes y Urán, 1974; Martínez, 1981; Urán *et al.*, 1998; García, 2001). Sin embargo, el tamaño máximo registrado para ambas especies en este estudio fue de sólo 215 mm (60 y 50% del tamaño máximo reportado en la literatura para *B. henni* y *R. wagneri*, respectivamente). Es probable que individuos de mayor tamaño logren evadir su captura debido a su mayor capacidad de fuga ante la acción de la electropesca, lo cual no influye en la validez del inventario RAP (en términos de la riqueza de especies documentada), dado que se registraron individuos subadultos de cada una de estas dos especies, pero sí representa cierto sesgo en los datos de abundancias relativas de las especies para los cálculos de los índices de Simpson.

Finalmente, a pesar de ser un inventario RAP, gracias al muestreo de múltiples sitios cuidadosamente seleccionados este estudio detectó patrones inusuales en la distribución microgeográfica de la diversidad íctica en la zona. Lo normal para los ríos del trópico es que, a medida que se encuentran más cercanos a un sistema fluvial ma-

yor, aumente la diversidad de la ictiofauna. En términos generales, el presente estudio documentó este patrón esperado. Sin embargo, los dos sitios cercanos a San Jerónimo (Muñoz baja y Aurra intermedio) presentaron niveles de diversidad menores que los sitios de muestreo arriba de ellos (Muñoz alta y Aurra alto), contrario al patrón general (figura 2). Aparentemente, hay un efecto negativo sobre la diversidad íctica originado por el aporte de aguas servidas y desechos sólidos provenientes del núcleo urbano. Otros estudios han documentado igualmente efectos negativos de la contaminación ambiental urbana sobre la diversidad íctica de ecosistemas dulceacuícolas (Lloyd, 1992; Soto-G *et al.*, 1999; Hartwell *et al.*, 1997; Wang *et al.*, 2001).

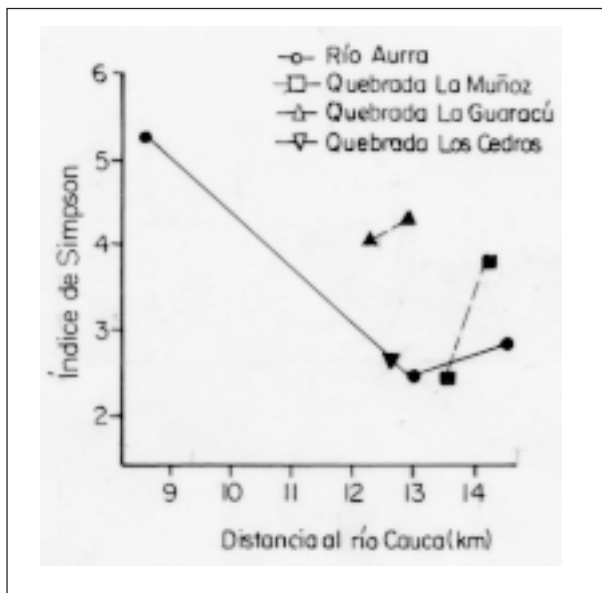


Figura 2. Relación entre la distancia del río Cauca al sitio de muestreo y su diversidad íctica (índice de Simpson). Los sitios pertenecientes al mismo afluente están conectados por líneas

REFERENCIAS

- Bawa KS, Seidler R.** 1998. Natural forest management and conservation of biodiversity in tropical forests. *Conserv Biol* 12:46-55.
- Blandón-M LA, Jiménez JA, Ochoa G, Jaramillo LF.** 2001. *Replicación de metodología para la cuenca física del agua en los municipios del occidente antioqueño (Santa Fe de Antioquia, San Jerónimo, Sopetrán, Olaya y Ebéjico)*. Corantioquia, Medellín.
- Brady NC.** 1988. International development and the protection of biodiversity. En: Wilson EO (ed.). *Biodiversity*. Washington DC, National Academic Press, pp. 409-418.

Por el contrario, en la quebrada La Guaracú no se presentó una diferencia notable entre los dos sitios de muestreo, ubicados 250 m antes e inmediatamente después de la granja de piscicultura, probablemente como resultado de la cercanía entre ellos. Los datos sugieren que ni el escape ocasional de individuos de la especie exótica cultivada allí (tilapia roja, *Oreochromis sp.*), ni los desagües de los estanques de piscicultura, tienen efectos negativos sobre la diversidad de la ictiofauna nativa local. En el presente estudio no se ubicaron sitios de muestreo más alejados de la granja debido al difícil acceso y a la proximidad de la desembocadura al río Aurra. En futuros estudios sería recomendable incluir mayor número de sitios de muestreo aguas arriba y abajo del punto crítico o de sospecha de efecto antrópico.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue llevado a cabo gracias a la financiación de la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (CORANTIOQUIA) y al apoyo adicional de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Queremos agradecer a Hernán Ruiz por su colaboración como asistente de campo. Este estudio hace parte del trabajo de grado presentado por Fabio León García, como requisito para obtener el título de zootecnista en el Departamento de Producción Animal de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.

- Builes J, Urán LA.** 1974. Estudio del ciclo sexual de la sabaleta, *Brycon henni* Eigenmann, su comportamiento y fecundación artificial. *Actual Biol* 2:2-11.
- Conroy MJ, Noon BR.** 1996. Mapping of species richness for conservation of biological diversity: conceptual and methodological issues. *Ecol Appl* 6:763-773.
- Dahl G.** 1971. *Los peces del norte de Colombia*. Ministerio de Agricultura, Bogotá, 391 p.
- Ehrlich PR.** 1988. The loss of diversity: causes and consequences. En: Wilson EO (ed.). *Biodiversity*. Washington DC, National Academic Press, pp. 21-27.

- Eigenmann CH.** 1912. Some results from an ichthyological reconnaissance of Colombia, South America. Part I. *Indiana Univ Stud* 16:1-26.
- Eigenmann CH.** 1913. Some results from an ichthyological reconnaissance of Colombia, South America. Part II. *Indiana Univ Stud* 18:7-32.
- Espinal TL.** 1992. *Geografía ecológica de Antioquia. Zonas de vida.* Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, Medellín.
- García-B FL.** 2001. *Inventario parcial de ictiofauna en las cuencas de las quebradas La Guaracú, La Muñoz, Los Cedros y el río Aurra en el municipio de San Jerónimo.* Trabajo de grado, Departamento de Producción Animal, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.
- Gaston KJ, Williams PH.** 1996. Spatial patterns in taxonomic diversity. En: Gaston KJ (ed.). *Biodiversity: a biology of numbers and difference.* Blackwell Scientific Ltd., Oxford, UK. pp. 202-229.
- Gery J.** 1977. *Characoids of the world.* The Publication, New Jersey, 672 p.
- Groombridge B, Jenkins MD.** 1996. *Assessing biodiversity status and sustainability.* World Conservation Monitoring Centre, Cambridge, UK, 104 p.
- Gutiérrez F, Valderrama M, Franco CL.** 1998. Diversidad íctica y recursos hidrobiológicos. En: Chaves-S ME, Arango-V N (eds.). *Diversidad biológica. Tomo I. Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad.* Villa de Leyva, Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, pp. 366-377.
- Hartell SI, Dawson CE, Durell EQ, Alden RW, Adolphson PC, Wright DA, Coelho GM, Magee JA, Ailstock S, Norman M.** 1997. Correlation of measures of ambient toxicity and fish community diversity in Chesapeake Bay, USA, tributaries—Urbanizing watersheds. *Environ Toxicol Chem* 16:2.556-2.567.
- Holdridge LR.** 1967. *Life zone ecology.* Tropical Science Center, San José, Costa Rica.
- Hayek LC, Buzas MA.** 1997. *Surveying natural populations.* Columbia University Press, New York, 563 p.
- Instituto Humboldt.** 1998. *Diversidad biológica. Tomo I. Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad.* Chaves-S ME, Arango-V N (eds.). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Villa de Leyva, Colombia, 221 p.
- Instituto Humboldt.** 2000. Colombia megadiversa: cinco años explorando la riqueza de un país biodiverso. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Villa de Leyva, Colombia, 535 p.
- Kerr JT.** 1996. Species richness, endemism, and the choice of areas for conservation. *Conserv Biol* 11:1.094-1.100.
- Lloyd R.** 1992. *Pollution and freshwater fish.* Blackwell Science Inc, Oxford UK.
- López SM.** 1978. Migración de la sardina *Astyanax fasciatus* (Characidae) en el río Tempisque, Guanacaste, Costa Rica. *Rev Biol Trop* 26:261-275.
- Martínez A.** 1981. *Peces deportivos de Colombia: agua dulce.* Fondo Cultural Cafetero, Risaralda.
- Miles C.** 1943. *Los peces del río Magdalena.* Ministerio de Economía Nacional, Sección de Piscicultura, Pesca y Caza, Bogotá, 214 p.
- Mittermeier RA, Gil PR, Mittermeier CG.** 1997. *Earth's biologically wealthiest nations.* Conservation International, Washington DC.
- Mojica JI.** 1999. Lista preliminar de las especies de peces dulceacuícolas de Colombia. *Rev Acad Colomb Cienc* 23:547-566.
- Olson D, Dinerstein E, Canevari P, Davidson I, Castro G, Morisset V, Abell R, Toledo E.** 1998. *Freshwater biodiversity of Latin America and the Caribbean: a conservation assessment.* Biodiversity Support Program, Washington DC, 70 p.
- Otero R, Solano J.** 1986. *Migración de peces del río Sinú.* Proyecto Hidroeléctrico Alto Sinú, Universidad de Córdoba, Montería.
- Pimm SL, Russell GJ, Gittleman JL, Brooks TM.** 1995. The future of biodiversity. *Science* 269:347-350.
- Pinto R, Jiménez L.** 1999. *Aspectos diferenciales de comunidades de peces en grandes ríos tropicales y sus lagunas marginales.* Universidad Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, Brasil.
- Prendergast JR, Quinn RM, Lawton JH, Eversham BC, Gibbons DW.** 1993. Rare species, the coincidence of diversity hotspots and conservation strategies. *Nature* 365:335-337.
- Soto-G E, Paulo-M J, López-L E, Serna-H JA, Lyons J.** 1999. Change in fish fauna as indication of aquatic ecosystem condition in Rio Grande de Morelia-Lago de Cuitzeo Basin, Mexico. *Environ Manag* 24:133-140.
- Urán PA.** 1997. *Biotelemetría y pesca eléctrica: métodos para investigaciones ícticas en Colombia.* Trabajo de pregrado, Departamento de Biología, Universidad de Antioquia, Medellín.
- Urán-CLA, Jaramillo JC, Grajales-QA, Hahn von HC, Morales LA, Lenis GA, Marín CM.** 1998. *Definition of the biological bases for conservation. Restoration and culture of highly valuable Characids in the Magdalena river basin, Colombia.* Informe para la Unión Europea. Universidad de Antioquia, Medellín.
- Wang L, Lyons J, Kanehl P, Bannerman R.** 2001. Impacts of urbanization on stream habitat and fish across multiple spatial scales. *Environ Manag* 28:255-266.

