

Aportes para el análisis de ecosistemas fluviales: una visión desde ambientes ribereños

GUEVARA, GIOVANY^{1,2}; REINOSO, GLADYS¹; GARCÍA, J. E.^{1,3}; FRANCO, L. M.²; GARCÍA, L. J.^{1,3};
YARA, D. C.^{1,3}; BRIÑEZ, N.^{1,3}; OCAMPO, M. L.³; QUINTANA, M. I.³; PAVA, D. Y.³; FLÓREZ, N. Y.³;
ÁVILA, M. F.³; HERNÁNDEZ, E. E.³; LOZANO, L. A.⁴; GUAPUCAL, M.⁵; BORRERO, D. A. y OLAYA, E. J.⁵

^{1.} Grupo de Investigación en Zoología, Facultad de Ciencias, Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia.

^{2.} Instituto de Zoología, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Valdivia (Chile).

^{3.} Maestría en Ciencias Biológicas.

^{4.} Facultad de Ingeniería Forestal.

Resumen

En este documento se muestran los alcances y las reflexiones obtenidas durante el curso “Ecología y manejo de ecosistemas: lecciones desde ambientes Ribereños”, desarrollado en la Universidad del Tolima en septiembre de 2006. El curso contó con la participación de varios estudiantes de la Maestría en Ciencias Biológicas y de la Maestría en Planificación y manejo de cuencas hidrográficas de la Universidad del Tolima. Se pretende dar una visión de los elementos básicos para el análisis de ecosistemas ribereños utilizando como herramienta las discusiones realizadas en el curso, los análisis de los resultados de proyectos llevados a cabo por el Grupo de Investigación en Zoología (612) y la revisión de literatura científica pertinente. La propuesta pretende, además, reflejar la necesidad de reconocer la importancia de zonas de amortiguación en la interfaz suelo-agua en un ecosistema de gran relevancia no solo para estudios de biodiversidad sino también de restauración ecológica en ambientes dulciacuícolas de Colombia.

Palabras clave: ripario, fluvial, lótico, río, Tolima, Colombia.

Abstract

This document summarizes discussions from the workshop on “Ecology and Ecosystem Management: lessons from Riparian Environments” held at the Faculty of Sciences, University of Tolima (Ibagué, Colombia) on September 2006. A diverse group of several master students (Biological sciences and Planning and management of basins), natural resource managers, and university professors convened to discuss the functional role of riparian/stream-river zones. The main objective of this reflection document is to show the basic elements for the riparian ecosystem analyses helped with the discussions during the course, results from research projects carried out by Grupo de Investigación en Zoología (GIZ) and the revision of current and pertinent scientific literature. Beside, in this proposal we pretend to project riparian zones as a key component for future biodiversity and ecological restoration studies, on freshwater ecosystems along Colombia country.

Keywords: riparia, fluvial, lotic, river, Tolima, Colombia.

Correos electrónicos: giovanyguevara@uach.cl - glareinosol@hotmail.com - mlocampo6@yahoo.com

INTRODUCCIÓN

El agua dulce es esencial para la vida y ha sido un componente clave para el desarrollo de la civilización humana (Vannote et ál., 1980; Gregory et ál., 1991; Naiman y Décamps, 1997; Malmqvist y Rundle, 2002; Dudgeon et ál., 2006) y el elemento básico para el manejo de cuencas (Naiman et ál., 1995; Allan y Johnson, 1997; Johnson y Gage, 1997; Naiman et ál., 1998; Verdonshot, 2000). A escala de cuenca, los cauces (canales) y áreas aledañas son completamente interdependientes con el paisaje del que forman parte (Munné et ál., 1998; Suárez et ál., 2002; Munné et ál., 2003). Esta conexión es esencial para el desarrollo de los sistemas ribereños, de los cuales la sociedad deriva muchos bienes y servicios (Dudgeon et ál., 2006). Sin embargo, la extensión del manejo de los corredores ribereños, humedales y paisajes resulta en una desconexión de los canales del río desde sus paisajes, con ruptura del flujo de los beneficios sociales, económicos y ecológicos (Wilson y Carpenter, 1999; Ward et ál., 2002; Wiens, 2002). Los sistemas ribereños han sido sustancialmente alterados a nivel mundial, desde los inicios de la población humana. Las presiones antropogénicas, en particular los patrones de futuros desarrollos, comprometen la integridad ecológica de los ríos a escala global (Karr, 1999; Hancock, 2002; Naiman y Turner, 2000; Sala et ál., 2000; Jackson et ál., 2001; Malmqvist y Rundle, 2002; Naiman et ál., 2002; Dudgeon et ál., 2006, Gleick, 2006; Bernhardt & Palmer, 2007).

El manejo de los ecosistemas de agua dulce para el uso del hombre generalmente ha seguido rutas insostenibles que degradan las funciones naturales, las cuales sostienen la vida a largo plazo con oportunidades económicas y de calidad de vida (Bernhardt y Palmer, 2007). Históricamente, los controles legales sobre contaminación de ríos se han enfocado en reparar los daños después de que estos han ocurrido. Por tanto, existe una necesidad apremiante de cambiar de enfoque sobre el manejo ribereño, hacia un reconocimiento de que el ambiente fluvial es un sistema dinámico y complejo, en el que se basan los beneficios socioeconómicos (Ibero et ál., 1996; González del Tánago & García de Jalón, 1998; Suárez et ál., 2002). Muchos ejemplos de la degradación de ríos son el resultado de un inapropiado uso del suelo y del agua en agricultura, ganadería, cosecha forestal, urbanización, etc. (Kauffman y Krueger, 1984; Everard y Powell, 2002; Anbumozhi et ál., 2005). Estas actividades alteran la estructura del paisaje rural e incrementan la cantidad de sustancias tales como sedimentos, nitrógeno, cloruros, entre otros elementos que convergen a los arroyos. La magnitud relativa de la contribución por descarga de aguas residuales, fertilizantes y depósitos atmosféricos depende de los mosaicos que cubren las cuencas (Anbumozhi et ál., 2005). El uso de las zonas ribereñas se ha establecido como un enlace clave entre las zonas agrícolas y el ambiente ribereño. Se ha postulado que las riberas, como áreas de amortiguación (*riparian buffer zones*), son efectivas en la reducción de las concentraciones de nutrientes que viajan a través del agua de escorrentía superficial y subsuperficial (Osborne y Kovacic, 1993; Naiman et ál., 2005).

Las zonas ribereñas constituyen uno de los ecosistemas más diversos, dinámicos y complejos sobre la tierra (Burbrink et ál., 1998; Girel y Manneville, 1998). Su composición biótica, geomorfología, hidrología, microclima y química son casi siempre muy

diferentes de las zonas altas (Gregory et ál., 1991; Fetherston et ál., 1995; Naiman y Décamps, 1997). Estas zonas son sitios frecuentes de incremento de las perturbaciones naturales (por ejemplo, crecidas), mientras simultáneamente funcionan como *buffer* o barreras para otras perturbaciones naturales (Ward, 1998; Márquez et ál., 1999; Shafroth et ál., 2002). Esto incluye su uso como fuente de agua para la disminución, como zonas de seguridad y como puntos de control y barrera contra el fuego. A pesar de los recursos, valores bióticos y humanos, pocos estudios han investigado el papel que desempeñan las áreas ribereñas en los patrones y procesos a diferentes escalas espaciales y temporales en los ríos colombianos.

Aquí se resumen las discusiones realizadas durante el taller “Ecología y manejo de ecosistemas: lecciones desde ambientes ribereños”, llevado a cabo en la Universidad del Tolima (Ibagué, Colombia) en septiembre de 2006. Estudiantes de la Maestría en Ciencias Biológicas y de Planificación y manejo de cuencas hidrográficas, plantearon discusiones sobre las zonas ribereñas. Los objetivos específicos de este taller fueron:

- 1) Discutir el estado del arte sobre las relaciones entre ecosistemas terrestres y acuáticos a diferentes escalas espaciales desde áreas ribereñas a escala de paisaje,
- 2) Debatir el papel y los valores que tienen las zonas ribereñas como áreas de amortiguación de perturbaciones naturales o antropogénicas,
- 3) Resaltar el efecto del manejo del suelo y del agua sobre los regímenes de perturbaciones naturales dentro de zonas ribereñas,
- 4) Identificar vacíos de conocimiento y necesidades de investigación sobre la ecología fluvial y áreas ribereñas en el departamento del Tolima y en general de Colombia.

El presente documento de reflexión pretende mostrar algunos elementos y consideraciones clave sobre los ambientes ribereños, y formular conceptos de manejo que promuevan la conservación de dichas áreas como uso sostenible de la interfaz suelo-agua. Se pretende, además, suministrar componentes adicionales para el entendimiento de los procesos a escala de cuenca, que permitan entender las relaciones hombre-bosque-agua en ríos colombianos, tomando como ejemplo experiencias locales en el departamento del Tolima.

1. FUNDAMENTOS PARA LA ECOLOGÍA RIBEREÑA

Existen actualmente diversos enfoques que dan significado al término ribereño (*riparian* o *riparia*). Esto ha creado, en algunos casos, confusión para delimitar el área de trabajo y de investigación. Naiman et ál., (2005, pág. 12) detallan algunos aspectos de terminología usados en el estudio ecológico de las zonas ribereñas. Palabras como *riparius*, de origen latino, significa “de o que pertenece a la orilla o ribera de un río”. El término ribereño (*riparian*) en general reemplaza el latino y normalmente describe las comunidades bióticas que viven sobre los bordes de arroyos y lagos. Por tanto, *ribereño* se ha usado como adjetivo y *ripario(a)* como un nombre singular o plural, para describir los ensambles bióticos de las zonas de transición suelo-agua, asociadas con los sistemas acuáticos (Naiman et ál., 2005). Las comunidades ribereñas constan no solo de grandes árboles,

sino también de la flora y fauna que se encuentran asociadas con el sistema suelo-sedimento. Sin embargo, la mayor parte de la información disponible comprende estudios sobre comunidades vegetales aledañas a quebradas, arroyos y ríos. En la actualidad se ha incrementado el estudio de las comunidades faunísticas asociadas con el ambiente ribereño. Buena parte de la ecología ribereña se ha enfocado en el estudio de las zonas inundables, o *floodplains*, las cuales pueden contener lagos y humedales fluviales conectados a los cauces de los ríos mediante el flujo de agua superficial y subterránea (Junk et ál., 1989). El término ripario, claramente comprende la zona de transición o ecotono entre los componentes acuáticos y terrestres del paisaje (Puth y Wilson, 2001) rural o suburbano.

Las áreas ribereñas han recibido niveles variables de atención dependiendo del campo de interés. Durante más de una centuria el término ribereño ha sido estrechamente asociado con leyes del agua. Un derecho ribereño de agua generalmente provee a un propietario el derecho a usar una parte de ese recurso hídrico para diferentes propósitos, cuyos límites están enmarcados en los bordes de un arroyo, río u otro cuerpo de agua. El reconocimiento del término ribereño en ciencia básica ha sido mucho más reciente; desde 1970 ha ocurrido una explosión de información sobre aspectos ecológicos, hidrobiológicos, biogeoquímicos, estéticos, culturales y sociales relacionados con las zonas ribereñas (NRC, 2002). Debido a lo relativamente nuevo de nuestro entendimiento sobre cómo funcionan las áreas ribereñas, una definición ecológica precisa y simple del término aún no ha surgido. Sin embargo, la mayoría de las definiciones científicas de “ribereño” comparten características comunes, que incluyen escala, hidrología, fauna, flora y, algunas veces, tipo de suelo (NRC, 2002). Debido a la carencia de una definición consistente, particularmente de fácil utilidad para las entidades ambientales cuyos programas pretenden proteger y manejar dichas áreas, en el presente documento se consideró la definición del *National Research Council* (NRC, 2002):

Las áreas ribereñas son zonas transición entre los ecosistemas terrestres y acuáticos. Se distinguen por gradientes en las condiciones biofísicas, ecológicas, de procesos y de la biota. Estas son áreas a través de las cuales la hidrología superficial y subsuperficial conecta los cuerpos de agua con sus zonas adyacentes. Esto incluye aquellas porciones de los ecosistemas terrestres que influyen significativamente en el intercambio de materia y energía con los ecosistemas acuáticos (i.e., una zona de influencia). Las zonas ribereñas están adyacentes a corrientes de agua efímera, intermitente y perenne, lagos y líneas costeras estuarino-marinas.

Una característica importante de esta definición es que el concepto de área ribereña presenta gradientes en las condiciones ambientales y en las funciones entre la altiplanicie y los ecosistemas acuáticos (ver figura 1). Aunque las áreas ribereñas comprenden parte de los humedales en un escenario paisajístico típico, y también incluyen porciones acuáticas y de tierras altas, existen distinciones relevantes entre estos sistemas (ver Naiman et ál., 2005).

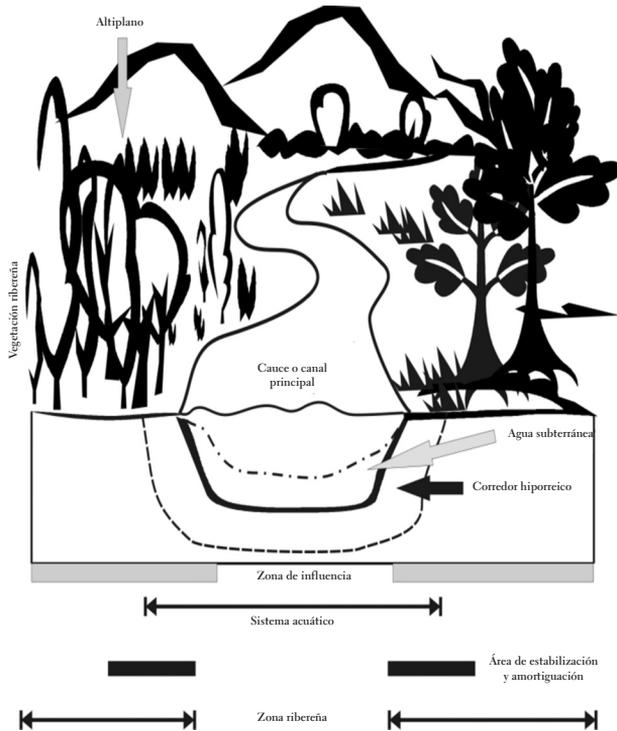


Figura 1. Presentación general del ecosistema ribereño. La zona o área ribereña es el hábitat para diferentes especies de plantas y animales. Se muestran las zonas *buffer* y el área de influencia.

La íntima relación del hombre con los ambientes ribereños ha dado lugar a una variada terminología que se ha desarrollado para designar las diferentes comunidades que habitan en los márgenes de ambientes acuáticos. Así, por ejemplo, bosque ripario hace referencia a la vegetación típica de las riberas de ríos, arroyos y quebradas, que da lugar a formaciones longitudinales de interés paisajístico y climático. Esta formación (estratificada) arbórea o arbustiva de distribución lineal contrasta fuertemente con el paisaje circundante, razón por la que ha sido denominada con frecuencia vegetación o bosque en galería o de cañada, la cual desempeña un papel importante en la preservación del recurso hídrico y en la estabilización de los cauces; actúa como corredor de dispersión de la biota y como albergue para la fauna en época seca (Likens y Bormann, 1974; Johansson et ál., 1996; Nakano y Murakami, 2001; Naiman et ál., 2005). Para Colombia, el área calculada con este tipo de cobertura es de 3 907.090 hectáreas, equivalentes a 3,4% del área del país (Ideam, 1996).

2. LA CUENCA HIDROGRÁFICA COMO UNIDAD DE APROXIMACIÓN

Cuando se desea abordar un estudio con la participación de diferentes sectores públicos y privados y de la comunidad en general, se debe tener en cuenta, entre otras cosas, la

escala de evaluación o diagnóstico. En el caso del análisis de sistemas acuáticos existe una aproximación a nivel de cuenca o de ecorregión, en la que se considera la interconexión entre aspectos biofísicos, socioeconómicos y culturales (Ramakrishna, 1997; Cotler, 2004). Estos factores se incluyeron en la guía técnico-científica para la ordenación y el manejo de cuencas hidrográficas en Colombia (Ideam, 2004). Esta guía fue elaborada con participación de CAR, entidades académicas, ONG, institutos de investigación nacionales, asesores internacionales y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

El manejo de cuencas requiere la integración del conocimiento científico de las relaciones ecológicas dentro de un marco complejo de valores culturales y tradiciones, para lograr una integridad socio-ambiental. Esto implica que dicha integridad debe operar a largo plazo, sobre grandes escalas espaciales, particularmente dentro de límites hidrológicamente identificables y la integración de las ciencias humanas, naturales y de manejo (Naiman y Bilby, 1998), (ver figura 2).

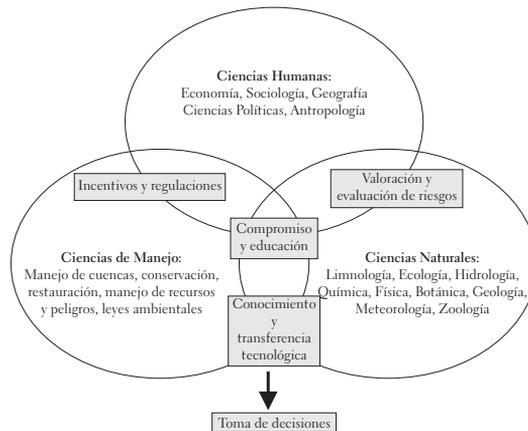


Figura 2. Avances en el manejo de cuencas, resultado de las interfaces entre las ciencias de manejo, naturales y humanas (adaptado de Naiman et ál., 1998).

El agua fluye a través de los canales superficiales y subterráneos en respuesta a los patrones de precipitación y a la geomorfología de las cuencas. El término paisaje (*landscape*) se usa ampliamente para hacer referencia a los atributos colectivos de la geografía local. Una visión ampliada de un arroyo (quebrada) o río y su cuenca incluye los atributos y las interacciones naturales y culturales conocidas como paisaje ribereño o *riverscape* (= *river landscape*, una perspectiva paisajista de ríos), e incluye la red de drenaje, interconexión con flujo de agua subterránea embebida en la matriz terrestre, y el flujo desde las zonas altas hacia el océano, con considerables modificaciones, animal y humana durante su recorrido (Fausch et ál., 2002; Wiens, 2002; Stanford, 2006).

Para describir los diversos tramos de un río se han propuesto muchos sistemas de clasificación basados en las características físicas del canal y en la composición biológica de

la fauna asociada (ver tabla 1). Todo sistema fluvial debe ser considerado como una entidad que atribuye una evolución de sus características en toda su longitud. Diversos factores físicos, químicos y biológicos influyen en la morfología y en la dinámica fluvial de una determinada cuenca. La morfología del canal determina mecanismos de respuesta que cambian a diferente escala espacial y temporal (ver Naiman y Bilby, 1998; Naiman et ál., 2005; Hauer y Lamberti, 2006).

Tabla 1. Cronología abreviada (1875-2006) de importante tipología fluvial y ribereña. Fuentes: Ward et ál. (2002), Naiman et ál. (2005) y Thorp et ál. (2006).

Referencia	Contribución
Powell (1875)	Posiblemente los primeros lineamientos ampliados de los tipos de canal.
Gilbert (1877)	Similar a Powell.
Davis (1890)	Incluye el concepto de tipos de arroyos jóvenes y maduros.
Léger (1909)	Primera aproximación del ambiente biofísico que caracteriza a la vegetación ribereña.
Gilbert (1914)	Reconoció las diferencias entre los canales rocosos y aluviales en términos de la capacidad de transporte del sedimento.
Horton (1945)	Conceptualizó la jerarquía (órdenes) de los arroyos, modificada posteriormente por Strahler (1957).
Leopold y Wolman (1957)	Diferenciaron los patrones de canal (rectilíneo, meándrico, entrelazado) sobre la base de las relaciones entre pendiente y descarga.
Illies y Botosaneanu (1963)	Zonación de arroyos
Schumm (1977)	Clasificó los canales aluviales sobre la base de la forma predominante del transporte de sedimento.
Vannote et ál., (1980)	Modelo del río continuo.
Frisell et ál., (1986)	Desarrollaron una jerarquía de las escalas espaciales que reflejan las diferencias en los procesos y controles de la morfología de canal.
Amoros y Roux (1988)	Conectividad hidrológica.
Ward (1989)	Perspectiva tetradimensional de los ecosistemas lóticos.
Junk et ál., (1989)	Pulso de Inundación.
Naiman y Décamps (1990)	Ecotono agua-suelo.
Stanford y Ward (1993)	Corredor hiporreico.
Rosgen (1994)	Reconoció cerca de 50 tipos de canal con base en patrones, estrechez, relación amplitud-profundidad, sinuosidad, pendiente y tamaño del material del fondo.

Referencia	Contribución
Ward y Stanford (1995)	Discontinuidad serial. Propuesto inicialmente en 1983 (Ward y Stanford, 1983)
van Coller et ál., (1997)	Uso de técnicas estadísticas para relacionar el tipo de comunidad ribereña con las características físicas del canal.
Fisher et ál., (1998)	Modelo de ecosistema tipo telescopio.
Montgomery (1999)	Conceptos de dominios de procesos a escala de cuenca, para dar cuenta de la influencia de los procesos geomorfológicos sobre los ecosistemas acuáticos y ribereños.
Habersack (2000)	Concepto del río escalado.
Lewin (2001)	Clasificación geomorfológica de los sistemas aluviales dentro de una jerarquía de cuatro niveles espaciales con tipologías distintas.
Church (2002)	Delimitación de paisajes y hábitat ribereños con base en los umbrales del régimen de flujo, la cantidad y tamaño del sedimento, y escenarios topográficos.
Thorp et ál., (2006)	Modelo integrado y heurístico de biocomplejidad biótica a través de escalas espacio-temporales que fluctúan desde pequeños arroyos hasta grandes ríos, conocido como <i>Riverine Ecosystem Synthesis (RES)</i> .

3. BIODIVERSIDAD RIBEREÑA

El bosque aluvial es un hábitat seleccionado por muchas especies de mamíferos, aves, reptiles, anfibios e insectos. Las plantas proveen de alimento y protección, y así se constituyen en un factor condicionante de la diversidad biológica riparia (Allan y Flecker, 1993; Ward y Tockner, 2001). La presencia de agua abundante, sumada a una vegetación diversa, representa un hábitat ideal para el desarrollo de diferentes ensamblajes de animales (Naiman et ál., 1993; Ward y Wiens, 2001; Robinson et ál., 2002). Muchas zonas de ribera constituyen un elemento fundamental para ciertas aves migratorias, insectívoras y piscívoras. En el departamento del Tolima, el Grupo de Investigación en Zoología de la Universidad del Tolima ha desarrollado la evaluación hidrobiológica de las cuencas de los ríos Coello, Prado y Amoyá, con proyecciones hacia una evaluación completa del recurso hídrico del Tolima. Una estimación de la abundancia y riqueza taxonómica total de los diferentes grupos faunísticos analizados se muestra en las figuras 3 y 4.

Las riberas constituyen un sistema de redes interconectadas con el resto de ecosistemas adyacentes (corredor bioecológico), por lo cual su conservación y restauración no se pueden considerar de manera aislada, sino a escala de cuenca hidrográfica (Naiman et ál., 1998; González del Tánago et ál., 2006). La vegetación ripícola controla el flujo de radiación lumínica que llega al lecho de los ríos mediante la sombra que proyecta sobre el curso del agua, lo cual limita la producción autóctona y modifica el microclima del río.

Actualmente los ríos y humedales asociados se enfrentan a una serie de impactos, en la mayoría de los casos producidos por el hombre. Estos efectos pueden ser ubicados en cuatro categorías (Dudgeon, 2000; Rosenberg et ál., 2000):

- a. Alteración o regulación del flujo (represamiento, extracción de agua para irrigación).
- b. Polución (contaminación).
- c. Alteración de la cuenca de drenaje (deforestación, agricultura y ganadería extensiva).
- d. Captura intensiva (peces).

4. RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EXITOSA DE AMBIENTES RIBEREÑOS

Dado el creciente impacto del hombre sobre los ecosistemas acuáticos, recientemente han tenido gran auge alternativas de recuperación y manejo de los ambientes ribereños (Bash y Ryan, 2002; Jungwirth et ál., 2002).

La restauración ecológica se puede realizar en una amplia gama de escalas; sin embargo, en la práctica se debe enfocar desde una perspectiva de paisaje espacialmente explícita, para asegurar la adecuación de los flujos, las interacciones y los intercambios con los ecosistemas contiguos (Bradshaw, 1993; Palmer et ál., 1997; Poff et ál.,

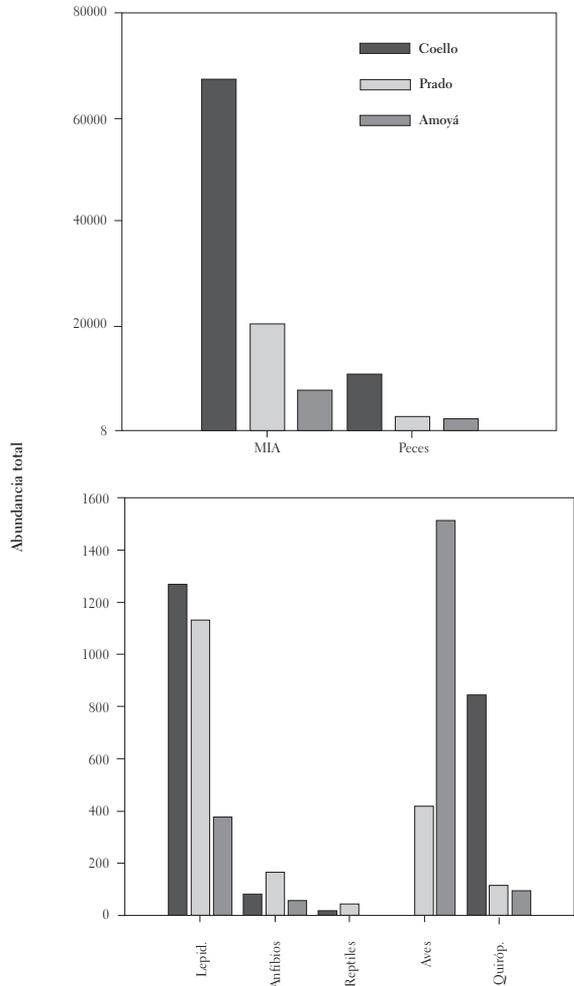


Figura 3. Abundancia total de organismos en tres cuencas del departamento del Tolima (Colombia). Se indica solamente la abundancia para demostrar parte de la estructura comunitaria acuática-riberena. Las tres cuencas difieren en rango altitudinal, cobertura boscosa, número de estaciones evaluadas, muestreos realizados, entre otros aspectos. Para mayor detalle consultar archivo Grupo de Investigación en Zoología, Universidad del Tolima. MIA = MacroInvertebrados Acuáticos; Lepid. = Lepidópteros diurnos; Quiróp. = Quirópteros.

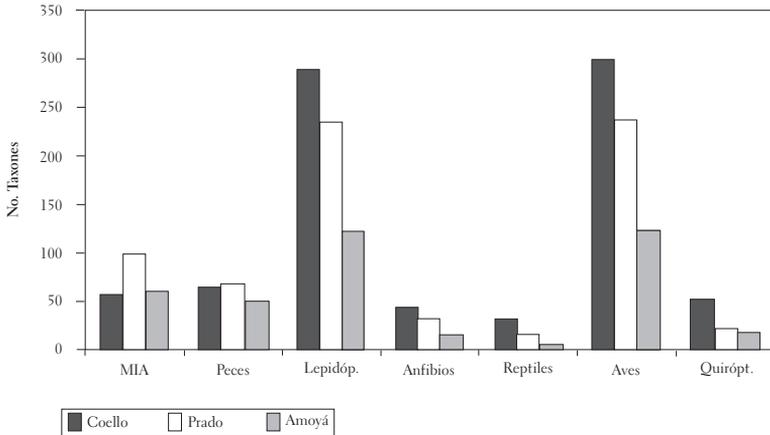


Figura 4. Riqueza taxonómica registrada en tres cuencas del departamento del Tolima. (Abreviaciones como en figura 3).

1997; Pedrolí et ál., 2002). En vez de enfocarse solamente en un ecosistema, una buena parte de la restauración ecológica tiene como objetivo principal la reintegración de ecosistemas y paisajes fragmentados (Ormerod, 2003; Gillilan et ál., 2005; Jansson et ál., 2005; Palmer et ál., 2005).

Las funciones y los procesos del ecosistema, junto con la reproducción y el crecimiento de los organismos, son los que permiten que un ecosistema se auto-renueve o sea autógeno (Palmer et ál., 2005). Una meta común para la restauración de cualquier ecosistema natural es el restablecimiento de los procesos autógenos (establecimiento de la estructura y composición de las especies) hasta el punto en que ya no se necesita la participación directa de los restauradores. Para esto se debe tener en cuenta el papel funcional de las áreas ribereñas como agentes de amortiguación. La figura 5 muestra tres fases críticas en la secuencia de toma de decisiones, en las cuales las características que afectan las funciones de las zonas boscosas ribereñas deben ser incorporadas.

La restauración ecológica es una actividad deliberada que inicia o acelera la recuperación de un ecosistema con respecto a su integridad y sostenibilidad. Con frecuencia, el ecosistema que requiere restauración se ha degradado, dañado, transformado o totalmente destruido como resultado directo o indirecto de las actividades del hombre (Roni et ál., 2002). En algunos casos, estos impactos en los ecosistemas fueron causados o empeorados por causas naturales, tales como incendios, inundaciones, tormentas o erupciones volcánicas, hasta tal grado que el ecosistema presenta baja capacidad de resiliencia (Rheinhardt et ál., 1999).

Un ecosistema se ha recuperado cuando contiene suficientes recursos bióticos y abióticos como para continuar su desarrollo sin ayuda o subsidio adicional. Este ecosistema se podrá mantener tanto estructural como funcionalmente. Demostrará capacidad de recuperación dentro de los límites normales de estrés y alteración ambiental. Interactuará con ecosistemas contiguos en términos de flujos bióticos y abióticos e interacciones

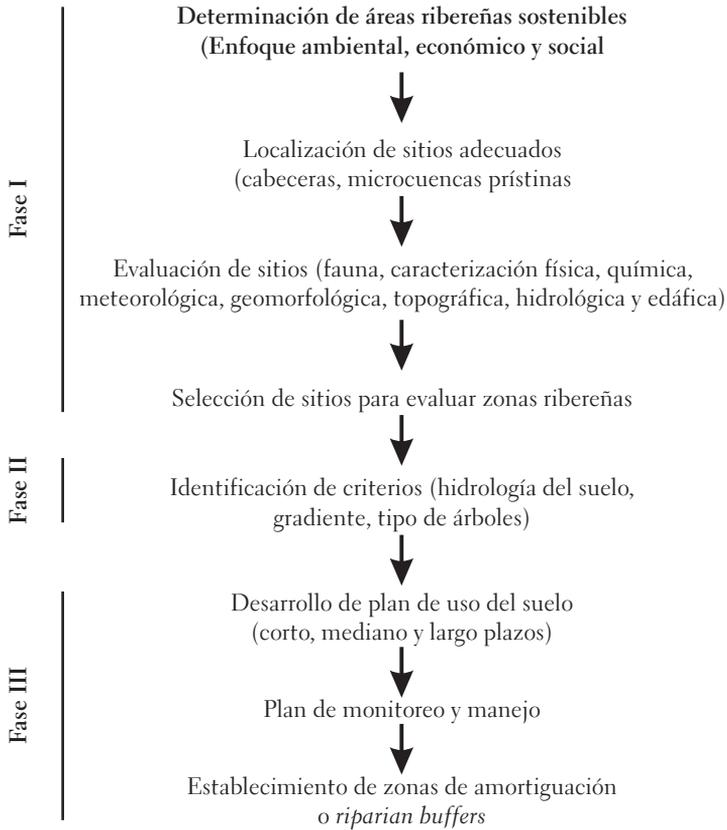


Figura 5. Propuesta de diseño y secuencia de planificación para el establecimiento de zonas de amortiguación ribereñas (adaptado de Anbumozhi et ál., 2005).

culturales (Poff et ál., 1997). Un proyecto de restauración correctamente planeado trata de satisfacer metas claramente expresadas que reflejen atributos importantes del ecosistema de referencia o estado anterior (Rheinhardt et ál., 1999). A veces, la restauración ecológica es sólo uno de los muchos elementos de una iniciativa más amplia del sector privado o público, tales como proyectos de desarrollo, programas para el manejo de una cuenca hidrográfica, de manejo de ecosistemas o de conservación de la naturaleza (Molles et ál., 1998, Naiman et ál., 2000).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las áreas ribereñas suministran funciones esenciales para la vida, tales como el mantenimiento del flujo continuo de agua dulce para consumo, reciclaje de nutrientes, filtro de sustancias químicas y otros contaminantes, trampa y redistribución de sedimentos, retención y absorción de agua de escorrentía o crecidas repentinas, mantenimiento de

hábitat para peces, insectos, plantas y vida silvestre, y sostenimiento de cadenas tróficas para un amplio rango de biota.

Mientras que en la actualidad la investigación sobre riberas fluviales provee conocimiento sobre la capacidad de las zonas ribereñas en contrastar fuentes no puntuales de contaminación, se requiere mayor información para entender las funciones de dichas zonas, con el objeto de maximizar los beneficios ambientales, económicos y sociales.

Algunas sugerencias para investigaciones futuras sobre prácticas de uso sostenible del suelo deberá incluir:

- 1) evaluación directa de retención de nutrientes en zonas ribereñas con variación en amplitud, pendiente, vegetación y tipo de suelo como una función del paisaje;
- 2) monitoreo de los cambios en niveles de polución en respuesta a las alteraciones en la hidrología de zonas *buffer* y regímenes de manejo;
- 3) estudios a largo plazo para determinar cambios en la capacidad *buffer* de los bosques ribereños en el tiempo y comparar su efectividad con otras prácticas de manejo adecuadas.

El futuro éxito de al menos cinco objetivos nacionales (protección de calidad de agua, protección de humedales, especies amenazadas y en peligro, reducción del daño por crecientes, manejo benéfico de tierras públicas) dependerá de la restauración de las áreas ribereñas en ecosistemas acuáticos con niveles altos de disturbio antropogénico.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a la Facultad de Ciencias de la Universidad del Tolima por permitir elementos de discusión en el área de la ecología fluvial, con la participación de diferentes elementos de la comunidad universitaria, particularmente de los docentes y estudiantes de posgrado. El primer autor agradece a la Universidad Austral de Chile (Valdivia, Chile) por el apoyo brindado mediante la beca de doctorado del programa Mecesus (UCO0214).

BIBLIOGRAFÍA

- ALLAN, J. D. & FLECKER, A. S. (1993). Biodiversity conservation in running waters. *BioScience*, 43, 32-43.
- ALLAN, J. D. & JOHNSON, L. B. (1997). Catchment-scale analysis of aquatic ecosystems. *Freshwater Biology*, 37, 107-111.
- ALLAN, J. D. (2004). Landscapes and Riverscapes: the influence of land use on stream ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 35, 257-284.
- AMOROS, C. & ROUX, A. L. (1988). Interactions between water bodies within the floodplains of large rivers: function and development of connectivity (pp. 125-130). En K. F. Schreiber (Ed.),

- Connectivity in Landscape Ecology*. Muensterische geographische Arbeit, Muenster, Germany.
- ANBUMOZHI, V., RADHAKRISHNAN, J. & YAMAJI, E. (2005). Impact of riparian buffer zones on water quality and associated management considerations. *Ecological Engineering*, 24, 517-523.
- BASH, J. S. & RYAN, C. M. (2002). Stream restoration and enhancement projects: is anyone monitoring? *Environmental Management*, 29, 877-885.
- BERNHARDT, E. S. & PALMER, M. A. (2007). Restoring streams in an urbanizing world. *Freshwater Biology*, 52, 738-751.
- BRADSHAW, A. D. (1993). Restoration ecology as a science. *Restoration Ecology*, 1, 71-73.
- BURBRINK, F. T., PHILLIPS, C. A. & HESKE, E. J. (1998). A riparian zone in southern Illinois as a potential dispersal corridor for reptiles and amphibians. *Biological Conservation*, 86, 107-115.
- CHURCH, M. (2002). Geomorphic thresholds in riverine landscapes. *Freshwater biology*, 47, 541-557.
- COTLER, H. (2004). *El manejo integral de cuencas en México. Estudios y reflexiones para orientar la política ambiental*. México: Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 264 pp. Extraído el 26 de noviembre de 2006 de <http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/consultaPublicacion.html>
- DAVIS, W. M. (1890). The rivers of northern New Jersey, with note on the classification of rivers in general. *National Geographic Magazine*, 2, 82-110.
- DUDGEON, D. (2000). Large-Scale Hydrological Changes in Tropical Asia: Prospects for Riverine Biodiversity. *BioScience*, 50(9), 793-806.
- DUDGEON, D., ARTHINGTON, H., GESSNER, M. O. et ál. (2006). Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews*, 81, 163-182.
- Everard, M. & Powell, A. (2002). Rivers as living systems. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 12, 329-337.
- FAUSCH, K. D., TORGERSEN, C. E., BAXTER, C. V. & LI, H. W. (2002). Landscapes to Riverscapes: bridging the gap between research and conservation of stream fishes. *BioScience*, 52, 438-498.
- FETHERSTON, K. L., NAIMAN, R. J. & BILBY, R. E. (1995). Large woody debris, physical process, and riparian forest development in montane river networks of the Pacific Northwest. *Geomorphology*, 13, 133-144.
- FISHER, S. G., GRIMM, N. B., MARTI, E., HOLMES, R. M. & JONES, J. B. (1998). Material spiraling in stream corridors: a telescoping ecosystem model. *Ecosystems*, 1, 19-34.
- FRISSELL, C. A., LISS, W. J., WARREN, C. E. & HURLEY, M. D. (1986). A hierarchical framework for stream habitat classification: viewing streams in a watershed context. *Environmental Management*, 10, 199-214.

- GILBERT, G. K. (1877). *Report on the Geology of the Henry Mountains*. U.S. Geographical and Geological Survey of the Rocky Mountain Region. Washington D.C.: U.S. Government Printing Office.
- GILBERT, G. K. (1914). *The transportation of debris by running water*. U.S. Geographical and Geological Survey Professional Paper 86. Washington D. C.: U. S. Government Printing Office.
- GILLILAN, S., BOYD, K., HOITSMA, T. & KAUFFMAN, M. (2005). Challenges in developing and implementing ecological standards for geomorphic river restoration projects: a practitioner's response to Palmer et al. (2005). *Journal of Applied Ecology*, 42, 223-227.
- GIREL, J. & MANNEVILLE, O. (1998). Present species richness of plant communities in alpine stream corridors in relation to historical river management. *Biological Conservation*, 85, 21-33.
- GLEICK, P. H. (2003). Global freshwater resources: soft-path solutions for the 21st century. *Science*, 302, 1524-1528.
- GONZÁLEZ DEL TÁNAGO, M. & GARCÍA DE JALÓN, D. (1998). *Restauración de ríos y riberas*. Madrid: Mundi-Prensa. 319 pp.
- GONZÁLEZ DEL TÁNAGO, M., GARCÍA DE JALÓN, D., LARA, F. & GARILLETI, R. (2006). Índice ROI para la valoración de las riberas fluviales en el contexto de la directiva marco del agua. *Ingeniería Civil*, 143, 97-108.
- GREGORY, S. V., SWANSON, F. J., MCKEE, F. J. & CUMMINS, K. W. (1991). An ecosystem perspective of riparian zones. *BioScience*, 41, 540-550.
- HABERSACK, H. M. (2000). The river-scaling concept (RSC): a basis for ecological assessments. *Hydrobiologia*, 422/423, 49-60.
- HANCOCK, P. J. (2002). Human impacts on the stream groundwater exchange zone. *Environmental Management*, 29, 763-781.
- HENRY, C. P., AMOROS, C. & ROSET, N. (2002). Restoration ecology of riverine wetlands: a 5 year post-operation survey on the Rhone River, France. *Ecological Engineering*, 18, 543-554.
- HORTON, R. E. (1945). Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. *Bulletin of the Geological Society of America*, 56, 275-370.
- IBERO, C., ÁLVAREZ, C., BLANCO, J. C., CRIADA, J., SÁNCHEZ, A. & VIADA, C. (1996). *Ríos de vida. El estado de conservación de las riberas fluviales en España*. Sociedad Española de Ornitología, SEO/Birdlife.
- IDEAM (1996). *Unidades geomorfológicas del territorio colombiano*. [En línea]. Bogotá: Ideam, 59 p. Extraído de <http://www.ideam.gov.co/publica/unidgeom/unidgeom.pdf>.
- IDEAM (2004). Guía técnico científica para la ordenación y manejo de cuencas hidrográficas en Colombia (Decreto 1729 de 2002). Bogotá. 100 pp.

- ILLIES, J. & BOTOSANEANU, L. (1963). Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation écologique des eaux courantes, considérées surtout du point de vue faunistique. *Mitt. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol*, 12, 1-57.
- JACKSON, R. B., CARPENTER, S. R., DAHM, C. N., MCKNIGHT, D. M., NAIMAN, R. J., POSTEL, S. L. & RUNNING, S. W. (2001). Water in a changing world. *Ecological Applications*, 11, 1027-1045.
- JANSSON, R., BACKX, H., BOULTON, A. J., DIXON, M., DUDGEON, D., HUGHES, F., NAKAMURA, K., STANLEY, E. & TOCKNER, K. (2005). Stating mechanisms and refining criteria for ecologically successful river restoration: a comment on Palmer et al. (2005). *Journal of Applied Ecology*, 42, 218-222.
- JOHANSSON, M. E., NILSSON, C. & NILSSON, E. (1996). Do rivers function as corridors for plant dispersal? *Journal of Vegetation Science*, 7, 593-598.
- JOHNSON, L. B. & GAGE, S. H. (1997). Landscape approaches to the analysis of aquatic ecosystems. *Freshwater Biology*, 37, 113-132.
- JUNGWIRTH, M., MUHAR, S. & SCHMUTZ, S. (2002). Re-establishing and assessing ecological integrity in riverine landscapes. *Freshwater Biology*, 47, 867-887.
- JUNK, J. W., BAYLEY, P. B. & SPARKS, R. E. (1989). The flood pulse concept in river-floodplain systems. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, Spec. Publ.*, 106, 110-127.
- KARR, J. R. (1999). Defining and measuring river health. *Freshwater Biology*, 41, 221-234.
- KAUFFMAN, J. B. & KRUEGER, W. C. (1984). Livestock impacts on riparian ecosystems and streamside management implications: a review. *Journal of Range Management*, 37, 430-437.
- LÉGER, L. (1909). Principes de la méthode rationnelle du peuplement des cours d'eau à Salmonidés. *Travaux de la Laboratoire de Pisciculture à Grenoble*, 1, 533-568.
- LEOPOLD, L. B. & WOLMAN, M. G. (1957). *River channel patterns: braided, meandering and straight*. U.S. Geological Survey Professional Paper 282-B. Washington D.C.: U.S. Government Printing Office.
- LEWIN, J. (2001). Alluvial systematics (pp. 19-41). En D. Maddy, M. G., Macklin & J. C., Woodward (Eds.), *River Basin Sediment System: archives of environmental change*. Balkema: Lisse, The Netherlands.
- LIKENS, G. E. & BORMANN, F. H. (1974). Linkages between terrestrial and aquatic ecosystems. *BioScience*, 24, 447-456.
- MALMQVIST, B. & RUNDLE, S. (2002). Threats to the running water ecosystems of the world. *Environmental Conservation*, 29, 134-153.
- MÁRQUEZ, C. O., CAMBARDELLA, C. A., ISENHART, T. M. & SCHULTZ, R. C. (1999). Assessing soil quality in a riparian buffer by testing organic matter fractions in central Iowa, USA. *Agroforestry Systems*, 44, 133-140.
- MOLLES, M. C. JR. CRAWFORD, C. S., ELLIS, L. M., VALETT, H. M. & DAHM, C. N. (1998). Managed flooding for riparian ecosystem restoration. *BioScience*, 48, 749-756.

- MONTGOMERY, D. R. (1999). Process domains and the river continuum. *Journal of the American Water Resources Association*, 35, 397-410.
- MUNNÉ, A., SOLÀ, C. & PRAT, N. (1998). QBR: Un índice rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera. *Tecnología del Agua*, 175, 20-37.
- MUNNÉ, A., SOLÀ, C., PRAT, N., BONADA, N. & RIERADEVALL, M. (2003). A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams: QBR index. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13, 147-163.
- NAIMAN, R. J. & DÉCAMPS, H. (1997). The ecology of interfaces: riparian zones. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 28, 621-658.
- NAIMAN, R. H. & DÉCAMPS, H. (Eds.). (1990). *The Ecology and Management of Aquatic-Terrestrial Ecotones*. Parthenon Publishers: Casterton Hall, Carnforth, UK.
- NAIMAN, R. J., DÉCAMPS, H. & POLLOCK, M. M. (1993). The role of riparian corridors in maintaining regional biodiversity. *Ecological Applications*, 3, 209-212.
- Naiman, R. J., Magnuson, J. J., McKnight, D. M., Stanford, J. A. & Karr, J. R. (1995). Freshwater ecosystems and management: a national initiative. *Science*, 270, 584-585.
- NAIMAN, R. J., BISON, P. A., LEE, R. G. & TURNER, M. (1998). Watershed Management, Chapter 26 (pp. 642-661). En R. J. NAIMAN & R. E. BILBY (Eds.), *River Ecology and Management: lesson from the Pacific Coastal Ecoregion*. New York: Springer-Verlag.
- NAIMAN, R. J., BILBY, R. E. & BISSON, P. A. (2000). Riparian ecology and management in the Pacific coastal rain forest. *BioScience*, 50, 996-1011.
- NAIMAN, R. J. & TURNER, M. G. (2000). A future perspective on North America's freshwater ecosystems. *Ecological Applications*, 10, 958-970.
- NAIMAN, R. J., BUNN, S. E., NILSSON, C., PETTS, G. E., PINAY, G. & THOMPSON, L. C. (2002). Legitimizing fluvial ecosystems as users of water: an overview. *Environmental Management*, 30, 455-467.
- NAIMAN, R. J., DÉCAMPS, H. & MCCLAIN, M. E. (2005). *Riparia: ecology, conservation, and management of streamside communities*. San Diego, California. Elsevier: Academic Press. 430 pp.
- NAKANO, S. & MURAKAMI, M. (2001). Reciprocal subsidies: dynamic interdependence between terrestrial and aquatic food webs. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 98, 166-170.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. (2002). *Riparian Areas: Functions and Strategies for Management*. Committee on Riparian Zone Functioning and Strategies for Management, Water Science and Technology Board. 444 pp.
- ORMEROD, S. J. (2003). Restoration in applied ecology: editor's introduction. *Journal of Applied Ecology*, 40, 44-50.
- OSBORNE, L. L. & KOVACIC, D. A. (1993). Riparian vegetated buffer strips in water-quality restoration and stream management. *Freshwater Biology*, 29, 243-258.

- PALMER, M. A., AMBROSE, R. & POFF, N. L. (1997). Ecological theory and community restoration ecology. *Journal of Restoration Ecology*, 5, 291-300.
- PALMER, M. A., BERNHARDT, E. S., ALLAN, J. D., LAKE, P. S., ALEXANDER, G., BROOKS, S., CARR, J., CLAYTON, S., DAHM, C., FOLLSTAD SHAH, J., GALAT, D. J., GLOSS, S., GOODWIN, P., HART, D. H., HASSETT, B., JENKINSON, R., KONDOLF, G. M., LAVE, R., MEYER, J. L., O'DONNELL, T. K., PAGANO, L., SRIVASTAVA, P. & SUDDUTH, E. (2005). Standards for ecologically successful river restoration. *Journal of Applied Ecology*, 42, 208-217.
- PEDROLI, B., DE BLUST, G., VAN LOOY, K. & VAN ROOIJ, S. (2002). Setting targets in strategies for river restoration. *Landscape Ecology*, 17, 5-18.
- POFF, L., ALLAN, J. D., BAIN, M. B., KARR, J. R., PRESTEGAARD, K. L., RICHTER, B., SPARKS, R. & STROMBERG, J. (1997). The natural flow regime: a paradigm for river conservation and restoration. *BioScience*, 47, 769-784.
- POWELL, J. W. (1875). *Exploration of the Colorado River of the West and its tributaries*. U.S. Government Printing Office. Washington.
- PUTH, L. M. & WILSON, K. A. (2001). Boundaries and corridors as a continuum of ecological flow control: Lessons from rivers and streams. *Conservation Biology*, 15, 21-30.
- RAMAKRISHNA, B. (1997). *Estrategias de extensión para el manejo integrado de cuencas hidrográficas: conceptos y experiencias*. IICA-GTZ: serie Investigación y Educación en Desarrollo Sostenible. San José (Costa Rica). 338 pp.
- RHEINHARDT, R. D., RHEINHARDT, M. C., BRINSON, M. M. & FRASER, K. E. (1999). Application of reference data for assessing and restoring headwater ecosystems. *Restoration Ecology*, 7, 241-251.
- ROBINSON, C. T., TOCKNER, K. & WARD, J. V. (2002). The fauna of dynamic riverine landscapes. *Freshwater Biology*, 47, 661-677.
- RONI, P., BEECHIE, T. J., BILBY, R. E., LEONETTI, F. E., POLLOCK, M. M. & PESS, G. P. (2002). A review of stream restoration techniques and a hierarchical strategy for prioritizing restoration in Pacific Northwest watersheds. *North American Journal of Fisheries Management*, 22, 1-20.
- ROSENBERG, D. M., MCCULLY, P. & PRINGLE, C. M. (2000). Global-scale environmental effects of hydrological alterations: introduction. *BioScience*, 50, 746-751.
- ROSGEN, D. L. (1994). A classification of natural rivers. *Catena*, 22, 169-199.
- SALA, O. E., CHAPIN, F. S., ARMESTO, J. J. et ál. (2000). Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, 287, 1770-1774.
- SCHUMM, S. A. (1977). *The Fluvial System*. New York: John Wiley & Sons.
- SHAFROTH, P. B., STROMBERG, J. C. & PATTEN, D. T. (2002). Riparian vegetation response to altered disturbance and stress regimes. *Ecological Applications*, 12, 107-123.
- STANFORD, J. A. & WARD, J. V. (1993). An ecosystem perspective of alluvial rivers: connectivity and the hyporheic corridor. *Journal of the North American Benthological Society*, 12, 48-60.

- STANFORD, J. A. (2006). Landscapes and Riverscapes (pp. 3-21). En F. R. Hauer & G. A. Lamberti (Eds.), *Methods in Stream Ecology*, (2nd ed.). San Diego, California: Elsevier-Academic Press.
- STRAHLER, A. N. (1957). Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Transactions of the American Geophysical Union*, 38, 913-920.
- SUÁREZ, M. L., VIDAL-ABARCA, M. R., SÁNCHEZ-MONTOYA, M. DEL M., ALBA-TERCEDOR, J., ÁLVAREZ, M., AVILÉS, J., BONADA, N., CASAS, J., JÁIMEZ CUELLAR, P., MUNNÉ, A., PARDO, I., PRAT, N., RIERADEVALL, M., SALINAS, M. J., TORO, M. & VIVAS, S. (2002). Las riberas de los ríos mediterráneos y su calidad: el uso del índice QBR. *Limnetica*, 21(3-4), 135-148.
- THORP, J. H., THOMS, M. C. & DELONG, M. D. (2006). The Riverine Ecosystem Synthesis: biocomplexity in river networks across space and time. *River Research and Applications*, 22, 123-147.
- VAN COLLER, A. L., ROGERS, K. H. & HERITAGE, G. L. (1997). Linking riparian vegetation types and fluvial geomorphology along the Sabie River within Kruger National Park, South Africa. *African Journal of Ecology*, 35, 194-212.
- VANNOTE, R. L., MINSHALL, G. W., CUMMINS, K. W., SEDELL, J. R., CUSHING, C. E. (1980). The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 37, 130-137.
- VERDONSCHOT, P. F. M. (2000). Integrated ecological assessment methods as a basis for sustainable catchment management. *Hydrobiologia*, 422/423, 389-412.
- WARD, J. V. (1989). The four dimensional nature of lotic ecosystems. *Journal of the North American Benthological Society*, 8, 2-8.
- WARD, J.V. (1998). Riverine landscapes: Biodiversity patterns, disturbance regimes, and aquatic conservation. *Biological Conservation*, 83, 269-278.
- WARD, J. V. & STANFORD, J. A. (1983). The serial discontinuity concept of lotic ecosystems (pp. 347-356). En T. D. FONTAINE & S. M. BARTELL (Eds.), *Dynamics of Lotic Ecosystems*. Ann Arbor Science Publishers, Ann Arbor, MI.
- WARD, J. V. & STANFORD, J. A. (1995). The serial discontinuity concept: extending the model to floodplain rivers. *Regulated Rivers: Research and Management* 10: 159-168.
- WARD, J. V. & TOCKNER, K. (2001). Biodiversity: towards a unifying theme for river ecology. *Freshwater Biology*, 46, 807-819.
- Ward, J. V. & Wiens, J. A. (2001). Ecotones of riverine ecosystems: Role and typology, spatio-temporal dynamics, and river regulation. *Ecohydrology and Hydrobiology*, 1, 25-36.
- WARD, J. V., TOCKNER, K., ARSCOTT, D. B. & CLARET, C. (2002). Riverine landscape diversity. *Freshwater Biology*, 47, 517-539.
- WIENS, J. A. (2002). Riverine landscapes: taking landscape ecology into the water. *Freshwater Biology*, 47, 501-515.
- WILSON, M. A. & CARPENTER, S. R. (1999). Economic valuation of freshwater ecosystem services in the United States: 1971-1997. *Ecological Applications*, 9, 772-783.

Bibliografía Recomendada

ALLAN, J. D. & CASTILLO, M. M. (2007). *Stream Ecology: structure and function of running waters*. (2nd ed.), Springer.

FALK, D., PALMER, M. & ZEDLER, J. B. (2006). *Foundations of Restoration Ecology: the Science and Practice of Ecological Restoration*. Washington, D.C.: Island Press.

GILLER, P. S. & MALMQVIST, B. (1998). *The biology of stream and rivers. Biology of habitats*. Oxford.

GORDON, N. D., MCMAHON, T. A. & FINLAYSON, B. L. (1992). *Stream Hydrology: An Introduction for Ecologists*. New York: John Wiley & Sons.

HAUER, F. R. & LAMBERTI, G. A. (2006). *Methods in Stream Ecology*. San Diego, CA: Academic Press.

MALANSON, G. P. (1993). *Riparian Landscapes*. Cambridge: Cambridge University Press.

NAIMAN, R. J. & BILBY, R. E. (Eds.). (1998). *River Ecology and Management: lesson from the Pacific Coastal Ecoregion*. New York: Springer-Verlag.

NAIMAN, R. J., DÉCAMPS, H. & MCCLAIN, M. E. (2005). *Riparia: ecology, conservation, and management of streamside communities*. San Diego, California. Elsevier: Academic Press.

ROSGEN, D. L. (1996). *Applied River Morphology*. Wildland Hydrology, Pagosa Springs, Colorado. 

Referencia	Recepción	Aprobación
GUEVARA, G.; REINOSO, G.; GARCÍA, J. E.; FRANCO, L. M.; GARCÍA, L. J.; YARA, D. C.; BRIÑEZ, N.; OCAMPO, M. L.; QUINTANA, M. I.; PAVA, D. Y.; FLÓREZ, N. Y.; ÁVILA, M. F.; HERNÁNDEZ, E. E.; LOZANO, L. A.; GUAPUCAL, M. D.; BORRERO, A. OLAYA, E. J. Aportes para el análisis de ecosistemas fluviales: una visión desde ambientes ribereños <i>Revista Tumbaga</i> (2008), 3, 109-127	Día/mes/año 02/02/2008	Día/mes/año 23/08/2008