

# Los bosques ribereños

*y la restauración y conservación*

*de las cuencas hidrográficas*



*Ser como el río que fluye  
Silencioso dentro de la noche.  
No temer las tinieblas de la noche.  
Si hay estrellas en los cielos, reflejarlas.  
Y si los cielos se colman de nubes,  
Como el río las nubes son agua,  
Reflejarlas también sin rencor  
En las profundidades tranquilas.*

(*El Río*, MANUEL BANDEIRA)

## Eliane Ceccon

Los ríos y manantiales siempre han sido fuente de inspiración para sabios y poetas. A lo largo de la historia humana la fuente de la que brota agua limpia y pura ha significado el punto de encuentro, convivencia y comunicación entre individuos y pueblos. El agua también ha sido un factor crucial para el desarrollo de las civilizaciones y, muchas veces, un instrumento de poder. Sin embargo, en el mundo moderno el uso que hace el ser humano del agua ha conducido a la contaminación y sequía de ríos, lagos y mantos freáticos. Actualmente la situación de este precioso líquido es preocupante: según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, en inglés), para el año 2025 la extracción de agua se incrementará en 50% en los países en vías de desarrollo y en 18% en los desarrollados. Se calcula que

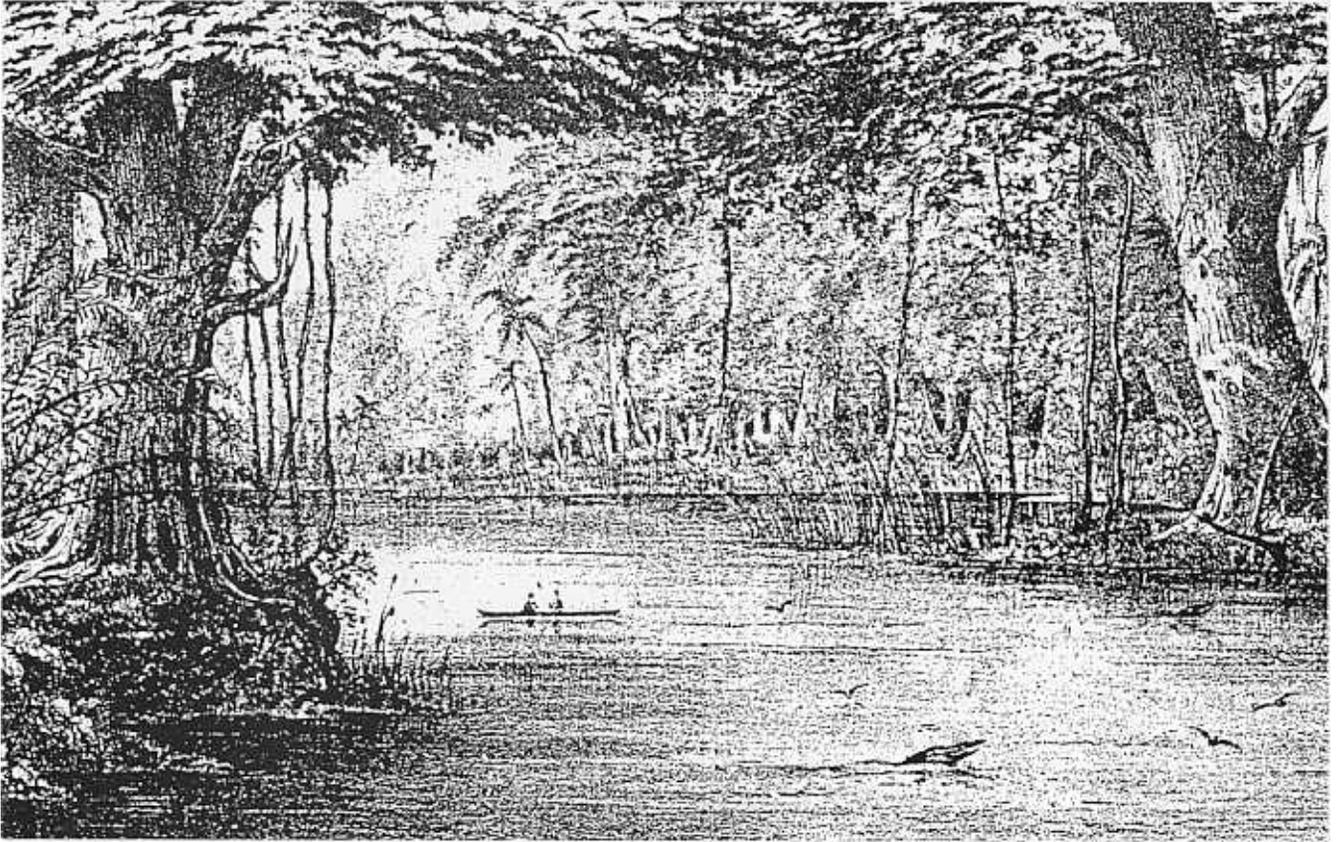
para el año 2025, 70% de la población mundial no tendrá acceso a agua suficiente, según el Foro Mundial de Agua realizado en La Haya en el año 2000. Sólo en el último siglo se ha perdido más de 50% de los humedales (generalmente todas las superficies cubiertas de agua, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas) del mundo. Según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, de las más de 3 500 especies que están amenazadas en todo el mundo, 25% son anfibios y peces. La consecuencia directa de esta desmedida extracción de agua será el deterioro o la destrucción completa de los ecosistemas terrestres de agua dulce y costeros, esenciales para la existencia de vida en la Tierra.



Los participantes en el 1er Foro Mundial del Agua en Marrakech en 1997 coincidieron en la necesidad de una “visión mundial del agua” con el fin de incrementar en toda la población mundial la toma de conciencia acerca de la carencia de agua y desarrollar una visión amplia y compartida de cómo lograr una utilización y un manejo sustentables de los recursos hídricos.

La degradación de la calidad de los recursos hídricos es la resultante de la contaminación que afecta los cuerpos de agua, ya sean contaminantes originados por fuentes puntuales, como desagües industriales o domésticos, o por fuentes de origen difuso, como los generados por actividades urbanas o rurales (fertilizantes, agrotóxicos, combustibles, solventes, etcétera). La calidad del agua debe ser el objetivo fundamental de un programa de ma-

nejo de cuencas hidrográficas. Las soluciones técnicas para reducir la contaminación de origen puntual, a pesar de su altos costos, son más fácilmente aplicables y dan resultados satisfactorios ya comprobados en los países desarrollados. Por otro lado, el impacto de las fuentes difusas ha sido muchas veces subestimado, pues este tipo de contaminación es aparentemente imperceptible; sin embargo es el mayor responsable de la degradación de la calidad del agua en muchas regiones del planeta. Las fuentes de contaminación difusa, debido a su carácter estacional y amplio (grandes áreas), son más difíciles de identificar y cuantificar, pues involucran el manejo de toda la cuenca. Por lo tanto la manutención de la biodiversidad o la restauración de la vegetación natural en los márgenes de los cuerpos de agua representan la solución más



eficiente en lo que se refiere a la reducción de la contaminación difusa, la rehabilitación de ecosistemas y la restauración del manto freático.

#### Los efectos de la contaminación difusa

Las áreas urbanas son una gran fuente de contaminación difusa, debido a que las grandes áreas impermeables de construcciones y calles no permiten la infiltración de agua, por lo que ésta permanece en la superficie, se acumula y escurre en grandes cantidades, alcanza las galerías pluviales, gana velocidad, y cuando abandona el sistema alcanza el río con gran volumen, erosionando sus márgenes, dañando la vegetación y expandiendo los canales. La urbanización también puede aumentar la variedad y cantidad de los contaminantes transportados. Sedimentos de áreas en construcción, aceites, químicos tóxicos de automóviles, nutrimentos, pesticidas de jardines, virus, bacterias resultantes de fallas de los sistemas antisépticos así como metales pesados.

A pesar de la importancia de la contaminación difusa en áreas urbanas, los impactos de la agricultura sobre los

ecosistemas naturales pueden llegar a ser más drásticos, amplios e irreversibles. La reacción a estos procesos agresivos surgió a partir de la década de los setentas con las posturas del Club de Roma y la introducción del concepto de "ecodesarrollo". Actualmente, entre los impactos generados por las actividades agrícolas, la erosión del suelo es considerada como uno de los problemas más importantes en el manejo de ecosistemas. Las actividades agrícolas han sido señaladas como la mayor fuente de contaminación difusa en ríos y lagunas. El movimiento de grandes masas de suelo para la implantación de cultivos, la creación de trillas por el ganado en los pastizales, el pisoteo de los márgenes desprotegidos de los ríos, además de la propensión natural del suelo a la erosión liberan sedimentos que alcanzan los cursos de agua. La erosión proveniente de las áreas cultivadas es de 38%, y la erosión proveniente de los pastos de 26% de los sedimentos que alcanzan las aguas.

Los costos de la erosión son inmensos. Ésta ocasiona directamente la pérdida de fertilidad del suelo y aumenta los costos de tratamiento del agua por los municipios, además de costos indirectos como los daños a hidrovías y sistemas de irrigación, la reducción del almacenaje de

los reservorios, las inundaciones y la reducción de la calidad del agua, entre otros.

Desde el punto de vista de los ecosistemas acuáticos son muchos los impactos de la erosión. Además de la degradación de la calidad del agua, la alta concentración de sedimentos restringe la entrada de luz solar, lo cual reduce las posibilidades de fotosíntesis para las plantas. Por otra parte, los sedimentos cubren las piedras del lecho del río, mismas que constituyen un hábitat importante para la colocación de huevos de los peces. Además la carga elevada de fósforo en ríos y lagos puede acelerar el proceso de eutrofización. Este fenómeno es ocasionado por el exceso de nutrimentos en el agua, mismos que finalmente generan un desarrollo exagerado de poblaciones de plantas acuáticas de vida corta que después de muertas dan lugar a procesos de descomposición aeróbicos que consumen gran cantidad del oxígeno del agua y limitan la existencia de otros seres vivos y de sí mismas, reduciendo finalmente la calidad del agua y destruyendo el ecosistema.

#### El control de la contaminación difusa

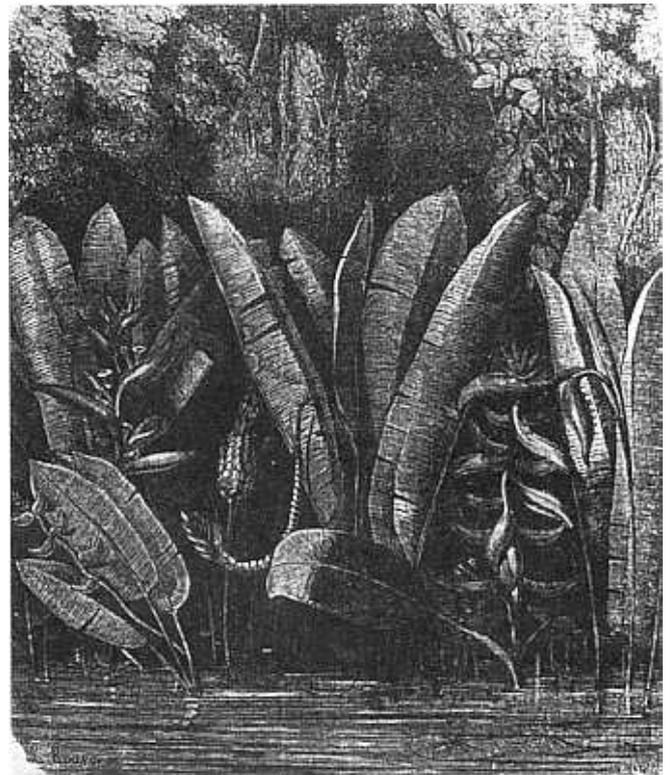
Básicamente existen dos formas de controlar la contaminación difusa en las cuencas hidrográficas donde predominan las actividades rurales: 1) la adopción de prácticas de manejo individuales (optimización del uso de fertilizantes, rotación de cultivos, cultivo mínimo del suelo, etcétera) que pueden reducir de 20% a 90% de los sedimentos que alcanzan los cuerpos de agua; 2) el uso de varias medidas de mitigación como la implantación de fajas vegetativas, cercas vivas y manutención de las zonas inundables. Estas dos clases de medidas pueden servir para el control de la contaminación difusa así como auxiliares a las tecnologías convencionales para el manejo de la contaminación puntual en ciertas condiciones.

Varios estudios realizados para comparar cuencas hidrográficas con y sin vegetación ribereña concluyeron que éstas son muy importantes para mantener la calidad del agua en cuencas altamente cultivadas. Dentro de los sistemas de implantación de fajas vegetativas dos técnicas se destacan como más eficientes: fajas de filtro vegetativo y bosques ribereños. La primeras son fajas de gramíneas plantadas directamente entre los campos de cultivo y los cuerpos de agua. Los bosques ribereños (conocidos también como riparios) generalmente son áreas de vegetación forestal natural entre las áreas cultivadas y los cur-

sos de agua y pueden ser definidos como la interfaz de los ecosistemas acuáticos y terrestres, y son identificados, básicamente, por las características del suelo y sus comunidades vegetales únicas, adaptadas a las inundaciones periódicas.

Tanto las fajas de filtro vegetativo como los bosques ribereños reducen la conexión entre la fuente de contaminación potencial y el cuerpo de agua receptor, y pueden ofrecer una barrera física y bioquímica contra la entrada de contaminación de fuentes distantes del curso de agua. Sin embargo, se ha encontrado que los bosques ribereños son potencialmente más importantes para la reducción de contaminantes.

En los casos donde el escurrimiento superficial ocurre es fácil entender la actuación del bosque ribereño como barrera contra los sedimentos; cuando el escurrimiento superficial pasa por el área cultivada o de pastos hacia una zona de bosque ribereño, o faja vegetativa, tiene lugar una reducción de la velocidad del flujo gracias a la rugosidad superficial mayor y la resistencia de la vegetación. La reducción en la velocidad a su vez provoca una disminución en la capacidad de transporte de sedimentos. Si la capacidad de transporte es menor que la carga de sedimentos, ocurre su deposición en la interfaz de la zona ri-



bereña y el área de cultivo o pasto. Los contaminantes adheridos a los sedimentos también son depositados. En las áreas húmedas el escurrimiento es predominantemente superficial y los nutrientes se transportan en forma de solución, provenientes de los ecosistemas terrestres. Al atravesar el bosque ribereño los nutrientes son retenidos por absorción en el sistema radicular de la vegetación ribereña, que por ser más espeso que el de las fajas vegetativas actúa con más eficiencia para detener el escurrimiento superficial. El fósforo es reducido por la acción del bosque ribereño, porque 85% del fósforo disponible está ligado a las pequeñas partículas del suelo. También una cierta cantidad de amonio ligada a los sedimentos puede ser filtrada de esta forma.

Por otra parte, el bosque ribereño puede actuar como agente transformador cuando los procesos químicos y biológicos cambian la composición de los nutrientes. En el caso de suelos bien oxigenados, las bacterias y los hongos del bosque convierten el nitrógeno del escurrimiento y la materia orgánica del piso del bosque en formas minerales (nitratos) que pueden ser aprovechados por las plantas y bacterias. Cuando la humedad del suelo es alta se crean condiciones anaerobias en las capas superficiales del bosque y las bacterias convierten el nitrógeno disuelto en varios gases, regresándolos a la atmósfera. Algunos estudios demuestran que el nitrógeno en el escurrimiento del agua subterránea superficial puede ser reducido en 80% después de pasar por un bosque ribereño. El bosque también transforma residuos de pesticidas transportados por escorrentías en componentes no tóxicos por descomposición biológica y otras formas biodegradables. Cerca de 25% del nitrógeno removido por el bosque ribereño es asimilado en el crecimiento de los árboles y puede ser almacenado por largos periodos de tiempo. El bosque ribereño también actúa como un obstáculo para el acceso del ganado a los márgenes de los ríos. Además, debido a su ubicación física en el paisaje, puede interceptar un alto porcentaje del escurrimiento superficial y del flujo superficial que se mueve de las áreas más altas hasta alcanzar los cursos de agua. La vegetación ribereña, incluyendo las áreas inundadas, tiene una capacidad para interactuar con el agua subterránea porque el manto freático en estas áreas está muy cerca de la superficie del suelo, lo cual permite la interacción de las raíces y los microorganismos con los contaminantes transportados por el agua subterránea. En las áreas de bosques ribereños naturales los niveles de materia orgánica

en el suelo son altos, lo que aumenta los procesos de adsorción química.

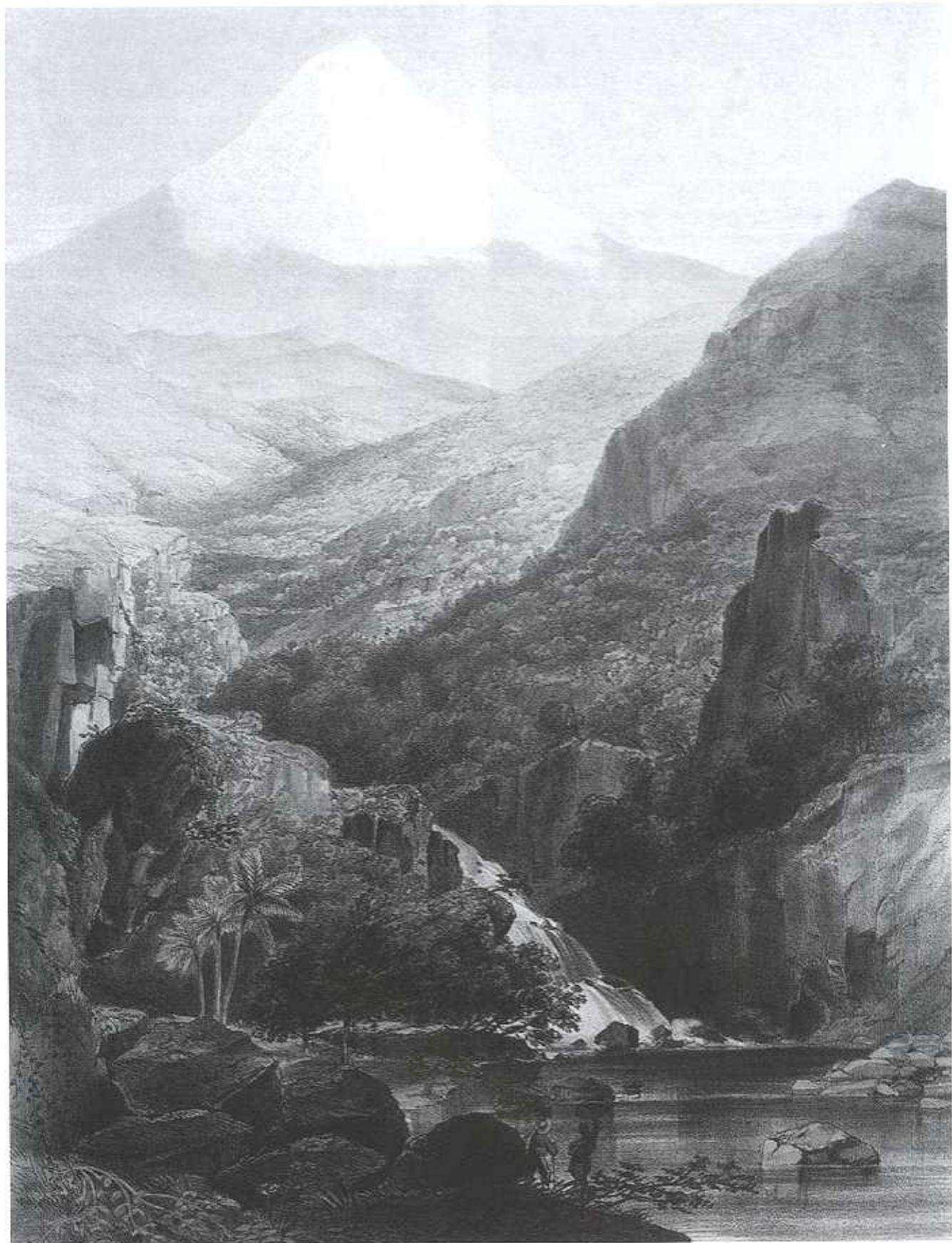
El ambiente abiótico puede influir fuertemente en el papel ejercido por la vegetación ribereña en el control de la contaminación difusa; muchos investigadores han percibido la importancia de la topografía en sus experimentos con vegetación ribereña pero pocos son los trabajos que efectivamente comparan declives. El volumen de las lluvias de la zona también puede tener influencia en el aumento de la contaminación difusa. Por lo tanto los proyectos de restauración en zonas de vegetación ribereña deben ser diseñados con especial atención en los gradientes de declividad, los aspectos hidrológicos del suelo y el volumen de las lluvias. Además las prácticas agrícolas realizadas, el manejo de fertilizantes y el tipo de cultivo en las zonas aledañas deben influenciar el diseño del proyecto.

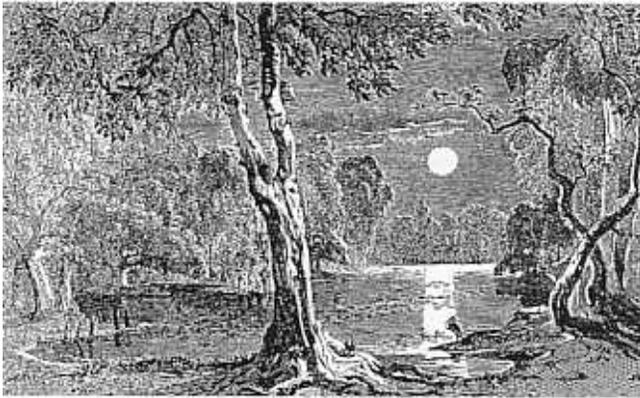
Por otra parte, la eficiencia de ciertos tipos de características estructurales y la densidad de la vegetación ribereña sobre la contaminación difusa han sido poco estudiados. Entre los factores que determinan la eficiencia de una zona de vegetación ribereña el ancho es lo que puede manipularse más fácilmente para mitigar la contaminación difusa. Este factor ha sido discutido en la literatura y existen propuestas aisladas de diseños. Algunos criterios deben ser considerados en la determinación del ancho de las zonas ribereñas: 1) el valor funcional del recurso hídrico; 2) la intensidad de uso de la tierra adyacente; 3) las características de la vegetación de la zona ribereña; y 4) las funciones específicas requeridas para la zona ribereña. Se ha encontrado que anchos menores que 5 o 10 metros ofrecen poca protección a los recursos hídricos bajo la mayor parte de las condiciones. Anchos mínimos de 15 a 30 metros son necesarios para la protección en la mayor parte de las circunstancias.

Todavía existen muchas dudas sobre el papel de la vegetación ribereña como filtro de la contaminación difusa, ya que la mayoría de los estudios fueron realizados en cuencas del "cinturón del maíz" y el noreste de Estados Unidos, y por lo tanto faltan estudios detallados en otros ecosistemas. Otra pregunta sin respuesta está relacionada con el tiempo: ¿podría la capacidad de retención de sedimentos de estas áreas declinar con el paso del tiempo?

El mantenimiento de los ecosistemas

Las comunidades vegetales ofrecen recursos alimentarios abundantes y diversificados para la comunidad de





animales. Los bosques ribereños se consideran la base de la cadena alimentaria de los cuerpos de agua. El material orgánico proveniente del mantillo (hojas y ramas caídas en descomposición), transportado hacia el cuerpo de agua a partir de la vegetación marginal en zonas tropicales, constituye un suministro energético más importante que la producción autóctona en los ríos. También, cuando muere un árbol sus raíces, troncos y ramas flotan en la corriente del río, los grandes troncos desaceleran el flujo de la corriente y crean hábitats para ciertos peces, pues forman lagunajos y espacios encrespados de agua en medio de la corriente; tales espacios son poco profundos, con varias protuberancias y muchos contienen insectos de los que se alimentan los peces que viven en estos singulares hábitats. También algunos peces requieren estos hábitats para desovar; los lagunajos son utilizados para la crianza y como refugio en los veranos secos e inviernos muy fríos. Además el bosque ribereño puede influir en la cadena alimentaria de los peces; por ejemplo el salmón y la trucha, que durante la fase de agua dulce comen principalmente insectos acuáticos, los cuales pasan la mayor parte

de su tiempo en el agua y se alimentan de hojas y pedazos de leños que caen en la misma; además la vegetación ribereña es hábitat de varios insectos que caen en el agua y constituyen otra fuente de alimento para los peces. La introducción de árboles en lugares estratégicos en la orilla de los ríos puede tener un efecto sustancial en la temperatura del agua corriente y consecuentemente en la sobrevivencia de poblaciones de peces. Por lo tanto se puede concluir que las alteraciones en la composición y estructura de la vegetación ribereña puede causar serios daños a la comunidad de los ríos tropicales.

Además de otra serie de ventajas, la vegetación ribereña puede tener un importante papel en el manejo integrado de plagas en las zonas aledañas. El Riparian Habitat Workgroup ha encontrado en California que los pájaros que anidan en los bosques ribereños son depredadores de roedores e insectos que atacan los viñedos cercanos.

En lo que se refiere a la anchura del bosque ribereño, se ha encontrado que el mínimo necesario para el mantenimiento de los componentes biológicos de áreas inundadas y ríos es de 30 metros. Sin embargo, en condiciones muy específicas se pueden aceptar zonas ribereñas mayores o menores. También se ha establecido que para la distribución y diversidad de las especies silvestres en zonas templadas, los anchos sugeridos están entre 3 y 106 metros, dependiendo de los recursos necesarios de cada especie.

Por otro lado, el papel del bosque ribereño como corredor y lugar de alimento y descanso para la fauna silvestre es indiscutible e independiente de su ancho. Se ha concluido que todos los parches de bosques ribereños en el sureste de Arizona son importantes como sitios de reposo para animales migrantes, independientemente del tamaño y el grado de aislamiento o conectividad en relación con otros fragmentos de bosque. En el oeste de Washington más de 80% de las especies silvestres usan los bosques ribereños durante alguna parte de su ciclo de vida, ya sea para anidar, alimentarse o moverse. En la meseta del río Colorado los hábitats ribereños representan menos de 1% de las áreas públicas, sin embargo 77% del total de reptiles, 77% de los anfibios, 80% de los mamíferos y 90% de los pájaros utilizan rutinariamente estos bosques ribereños para alimentarse, beber, como abrigo o en rutas migratorias.

En regiones con climas estacionales, en el periodo seco el bosque ribereño puede servir de refugio para los animales, y cuando ocurren incendios la vegetación ribereña e inundable tiene una menor probabilidad de quemarse.

Incluso en zonas de vegetación xerófila (especies adaptadas al clima seco), la vegetación ribereña provee un refugio decisivo para la mayoría de los mamíferos no voladores que están poco adaptados a este tipo de ecosistema.

#### La ecología del paisaje

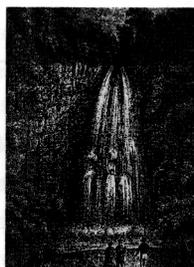
En este mundo se acepta la dependencia mutua de las personas y los ecosistemas, y con la restauración se compensa con creces la pérdida inevitable de funciones y biodiversidad de los ecosistemas. La visión integradora e interdisciplinaria adoptada por la ecología del paisaje se distingue como una ciencia unificada, dispuesta a promover la integración e interrelación de los aspectos sociales y naturales. La comprensión de estas interacciones nos lleva a una percepción global de un ambiente y como consecuencia, a una toma de decisiones más correcta.

El paisaje es definido como un mosaico donde el ecosistema local o los usos de la tierra son repetidos en configuraciones similares; sin embargo, estos mosaicos presentan un patrón constante en la naturaleza a diferentes escalas. Se puede extender este concepto, para incluir aspectos culturales que impulsan la diversificación en el paisaje. La distinción de los patrones del paisaje, asociada a la posibilidad de trabajar en diferentes escalas y el énfasis en la influencia del entorno social hacen del paisaje una unidad muy apropiada para la planeación, manejo y restauración de los ecosistemas.

Por lo tanto la rehabilitación de la vegetación ribereña no debe considerar solamente los aspectos técnicos mencionados anteriormente, sino también el contexto del paisaje donde las áreas de restauración serán establecidas. Especial importancia debe ser atribuida al potencial

de este tipo de vegetación para establecer la conectividad entre diferentes fragmentos de bosques. Ya está comprobado que hasta los más pequeños fragmentos en paisajes sumamente conectados pueden presentar una alta diversidad. Una parcela de bosque alterado presente en un paisaje mayormente conectado se puede regenerar mucho más rápido que otra en un paisaje poco conectado. Por lo cual la rehabilitación de corredores riparios puede ser la clave para aumentar la conectividad local y favorecer el mantenimiento (o incluso el aumento) de la diversidad de especies en los fragmentos forestales de los alrededores. La alta conectividad o la permeabilidad del paisaje puede favorecer el flujo de semillas, polen y animales a través del paisaje y favorecer la tasa de migración en las parcelas restauradas. Se ha constatado que las especies dispersadas por animales y las que se encuentran presentes en los últimos estadios de la sucesión del bosque son altamente sensibles a los parámetros estructurales del paisaje, particularmente a los índices de conectividad.

Se puede concluir que la restauración de los bosques ribereños no necesita solamente de manejo forestal, sino también de manejo de la matriz del paisaje. Cuando se hace un acercamiento al paisaje se presenta un gran número de especies en los bosques ribereños remanentes en un complejo patrón de variación entre áreas y una gran variación de grados de perturbación antrópica, lo que hace imposible el establecimiento de un único modelo para la rehabilitación de este tipo de áreas degradadas. Por esta razón las acciones de restauración de la vegetación deben ser adaptadas al ambiente local, a las condiciones del paisaje y a la situación económica y cultural de la población que en ella habita. **A**



Eliane Ceccon  
Centro Regional de Investigaciones  
Multidisciplinarias, Universidad Nacional Autónoma de México.

#### IMÁGENES

P. 46: *Amerikábol*, Hungría, 1861. P. 47: Carl Nebel, *Selva virgen*, s. XIX. P. 48: Vista en el Alto Coatzacoalco, *Viaje a Méjico: prospecto*, Mathieu Fossey, 1844. P. 49: *Istmo de Tehuantepec*, Major J. G. Bernard, 1852. P. 51: John Phillips, *Popocatepetl*, s. XIX. P. 52: Aguada

en los montes de Yucatán; El Usumacinta, grabados s. XIX. P. 53: Cascada de la hacienda de la Orduña, *El Museo Mexicano*, s. XIX.