

CAPÍTULO XIII

Aspectos generales para la gestión

Importancia de los aportes científicos

MARC POUILLY, STEPHAN G. BECK, RUBEN MARÍN, LAURENT LAUZANNE & LUIS TORRES

ESTADO DEL CONOCIMIENTO ECOLÓGICO DEL RÍO MAMORÉ

La originalidad y diversidad de flora y fauna que se ha caracterizado en el ámbito de los humedales amazónicos han sido resaltadas en todas las obras referentes a la biodiversidad y son consideradas un patrimonio de importancia mundial. Los capítulos precedentes compilan la información actualmente disponible sobre la llanura de inundación del Río Mamoré para la mayoría de los grupos de animales acuáticos, así como para la vegetación. Sin embargo, el censo de la diversidad biológica de la zona de influencia del Río Mamoré no ha sido todavía completado y es preciso realizar investigaciones complementarias. Profundizar el conocimiento taxonómico de las especies debería ser una de las prioridades para resolver incertidumbres actuales, por ejemplo en el caso de los peces (Cap. XII), pero también para precisar el nivel de identificación taxonómica de invertebrados y del plancton (Caps. IX, X y XI) y para describir nuevas especies.

No solamente las comunidades de animales acuáticos merecen esa atención. El conocimiento de la flora también muestra importantes vacíos, sobre todo respecto a árboles y lianas de los bosques de galería y de los bosques periódicamente inundados (Caps. II, VI, VII y VIII). También han sido poco estudiados grupos terrestres como mamíferos, reptiles y aves, aunque paradójicamente son los más sometidos a presiones antrópicas como la caza, deforestación y ganadería (Cap. II).

Evidentemente el conocimiento taxonómico es fundamental para complementar el censo de la biodiversidad y disponer de una refe-

rencia que permite investigar con el fin de comprender el funcionamiento ecológico del sistema del Río Mamoré. Por lo tanto, se deben desarrollar de manera exhaustiva proyectos enfocados a aspectos taxonómicos que procuren conocer toda la diversidad de hábitats, aplicando diferentes técnicas de muestreo. En este contexto, la formación de especialistas bolivianos dedicados a cada comunidad de organismos es importante para desarrollar una visión clara de la biodiversidad en este complejo sistema y para entender los numerosos sistemas específicos de Bolivia (Navarro & Maldonado, 2002).

Según los estudios realizados, la información adquirida en la llanura de inundación del Río Mamoré fue presentada no solamente en términos de biodiversidad taxonómica, sino también en términos de biodiversidad funcional, relacionando la distribución de los organismos con las condiciones ambientales del sistema. Es un objetivo central de los estudios ecológicos el de identificar los patrones de distribución y organización de los organismos que permiten explicar la riqueza y presencia de especies en diferentes tipos de medio ambiente. Estos patrones son detectados especialmente en base a observaciones de comunidades biológicas junto a las condiciones abióticas, considerando dos aspectos principales: variaciones espaciales y temporales.

El conocimiento de esos patrones puede complementarse con estudios taxonómicos, considerando aspectos ecológicos y enfocándose respecto a diferentes dimensiones espaciales y

temporales. Como ejemplo, los estudios presentados en los capítulos precedentes han considerado un marco espacial, caracterizando un gradiente de lagunas localizadas desde el río hasta la sabana, así como el marco temporal en base a las diferentes estaciones durante dos ciclos hidrológicos.

Estos estudios interdisciplinarios generan la información necesaria para la comprensión del funcionamiento ecológico del sistema y consecuentemente, permiten establecer modelos predictivos, como herramienta esencial para la definición de lineamientos de gestión de los recursos naturales y para conservar el equilibrio dinámico del sistema. Para las poblaciones humanas es muy importante la conservación del equilibrio ecológico, por lo que permite mantener las funciones ecológicas favorables para las actividades de desarrollo y orienta hacia un uso sostenible de los recursos naturales.

Como fue mencionado, el objetivo central de este libro es presentar y difundir evidencias que comprueban la hipótesis que la llanura es un ecosistema dinámico con alta biodiversidad, generada y mantenida principalmente por la diversidad de situaciones y condiciones hidrológicas, geomorfológicas y físico-químicas. Dos conclusiones generales presentadas en este libro apoyan esa hipótesis:

- La primera concierne al censo de las especies en cada comunidad estudiada, que se traduce en la biodiversidad taxonómica del sistema del Río Mamoré. La composición de las comunidades se aproxima a lo registrado en otras zonas de la Cuenca Amazónica, por lo que se refiere a la riqueza pero también a la estructura cualitativa. Este resultado argumenta que el Río Mamoré es un sistema

representativo de las aguas blancas características de la parte oeste de la Cuenca Amazónica.

- La segunda conclusión es que la distribución de los organismos no es aleatoria. Aunque los resultados obtenidos se basan en dos años de observaciones, se han detectado cambios en la distribución de los organismos que primariamente parecen estar ligados a la estructura espacial de las condiciones ambientales y secundariamente responden a las modificaciones temporales de las condiciones ambientales. De tal forma que los cambios de distribución observados respaldan a la existencia de factores que estructuran al medio ambiente y a las comunidades biológicas.

Cabe recalcar que los resultados presentados en este libro corresponden mayormente a estudios desarrollados durante ciclos hidrológicos de reducido nivel hídrico. Una generalización implicaría conocer la representatividad de esos ciclos en la región, y otros resultados podrían surgir de estudios realizados en una temporada más húmeda.

En el marco actual del concepto de biodiversidad, estas conclusiones justifican el interés ecológico del sistema del Río Mamoré y de su llanura de inundación para plantear modelos predictivos de los impactos que generan los cambios abióticos sobre las comunidades biológicas. La importancia ecológica del Río Mamoré es aún más relevante, porque todavía esta zona no está sujeta a presiones antropogénicas importantes, que podrían deteriorar su integridad biológica y ecológica.

Al reconocer la fragilidad de los recursos acuáticos y su importancia para las poblaciones humanas, se ha favorecido al desarrollo de pro-

cesos reflexivos sobre los objetivos de conservación y gestión de sistemas ecológicamente importantes. A nivel internacional, los principios de gestión consideran como meta primordial el de mantener procesos y funciones ecológicas principales, para preservar la diversidad y asegurar un uso sostenible de los recursos (Convenio sobre la Diversidad Biológica, 1992, ver anexo al final del capítulo).

A continuación, se recalcan las principales funciones de la llanura de inundación, así como su importancia para las actividades humanas. Después se interpretan cuáles son los factores de control que aseguran el mantenimiento de esas funciones y que pueden orientar en la evolución del sistema. Por último, después de proporcionar ciertos principios de gestión, sustentamos la importancia de los aportes científicos en el caso del Río Mamoré.

FUNCIONES DE LA LLANURA DE INUNDACIÓN

El río y su llanura de inundación no pueden ser considerados como componentes aislados. El agua, actor principal de estos sistemas, pasa del río a la llanura de manera armonizada mediante ciclos climáticos naturales, estableciendo una estrecha relación entre ambos. El agua es sin duda el recurso principal de estos sistemas y sus movimientos determinan una función ecológica fundamental. Sin agua, el sistema río-llanura de inundación no existe. De la misma manera que sin el contexto físico, el agua no brindaría beneficios ni dinámicas ecológicas que conocemos. El agua es fuente de vida, pero también puede ser destructiva (como en las inundaciones). Por lo tanto, se debe considerar al río y su llanura de inundación como un sistema que concentra y libera la

energía del agua para orientarla hacia el desarrollo de la vida.

Regulación del recurso agua

El río define un eje longitudinal permitiendo que las aguas continentales fluyan hacia el mar. La llanura de inundación sirve de regulador, almacenando temporalmente los excedentes de agua. En el Río Mamoré como en otros ríos, los caudales con mayor incidencia geomorfológica no corresponden a los niveles de agua máximos, sino a los niveles de agua que están por debajo del nivel de inundación (8 - 10 m en el Río Mamoré, Cap. III). El rebalse lateral disminuye entonces la energía del agua. Sin rebalse lateral, el agua conservaría su energía y la erosión lateral y/o vertical sería mayor, llegando a situaciones críticas de evolución morfológica de los ríos (Bravard & Petts, 1993) y consecuentemente generando efectos en el mundo biológico. Por ejemplo, entre 1929 - 1942 varios cortes fueron realizados para reducir la longitud del Río Mississippi (USA) hasta en un 35%. En compensación y para recuperar una pendiente de equilibrio, el río arrastraba cada año unos 900 000 m³ de terreno, lo que ha exigido importantes obras de protección en las riberas del río (Bravard & Petts, 1993). En el caso del Río Rin, entre Basilea y Estrasburgo, fueron construidos diques entre lechos para reducir los tramos de navegación y así proteger a los terrenos de las inundaciones; el resultado fue una incisión del lecho que ha llegado en algunos lugares hasta 8 m de hundimiento (Tricard & Bravard, 1991). Estas modificaciones fluviales producen una desconexión de la llanura y por consecuencia impide la función de regulación. En estos ríos modificados, el agua corre más rápidamente durante las crecidas, no se reduce la

energía del agua pero se producen inundaciones devastadoras aguas abajo (Bravard & Petts, 1993).

El rebalse permite cargar las capas freáticas vecinas al río (Keddy, 2000). Esta función de almacenamiento es todavía más importante en regiones como en el Río Matoré, donde existe una estación de lluvia marcada. Para el Río Matoré, se ha desarrollado la hipótesis que existe un fenómeno de confrontación entre las aguas del río y de la llanura (Cap. IV), de manera que probablemente el rebalse de las aguas del río bloquea el drenaje de la capa freática. El resultado es el almacenamiento parcial de las aguas de inundación en las lagunas y en la capa freática. Estas aguas son drenadas durante la época seca (aguas bajas), permitiendo que los terrenos conserven durante más tiempo un nivel de agua relativamente elevado que permite la sobrevivencia de determinados tipos de vegetación adaptados a condiciones húmedas.

En el siglo XIX fueron construidos diques en sectores trenzados de grandes ríos europeos (p.e. Ródano, Rin y Danubio) para canalizar el flujo de agua y aumentar la profundidad del lecho, favoreciendo a la navegación. En el Ródano (Francia), esas construcciones han causado después de un siglo, un aislamiento total entre el río y su llanura de inundación (Bravard & Petts, 1993). En consecuencia, la llanura de inundación se ha colmatado, porque los diques han impedido la regeneración de las unidades del mosaico de hábitats y han obstaculizado el desarrollo de nuevas comunidades pioneras, características de los primeros estadios evolutivos y de las sucesiones ecológicas (Cap. VII). La colmatación ha provocado una elevación de la llanura en relación con el río y un hundimiento relativo de la capa freática, en

consecuencia las comunidades vegetales en la llanura fueron modificadas.

Para el Río Matoré se puede suponer que una reducción del nivel de la capa freática podría, como en el caso del Ródano, modificar la cobertura vegetal que está altamente ligada al nivel de humedad de los suelos (Cap. VI). Hanagarth (1993) estudió la relación entre las variaciones del nivel de la capa freática y las condiciones del microrelieve en las sabanas del Beni en Espiritu, cerca al Río Yacuma. Mientras el nivel del agua de pozo en la vecindad de los humedales varió en más de 3 m y durante la época de lluvias llegó casi a la superficie del suelo, el nivel de agua de pozo en las zonas más altas de la planicie tuvo una variación inferior a 50 cm (Hanagarth, 1993). En nuestro estudio observamos que las lagunas poco profundas de la sabana en la llanura del Río Matoré son alimentadas por la capa freática, asegurando un nivel de agua estable durante todo el año (Cap. V). Consecuentemente, un cambio del nivel de la capa freática podría originar una reducción del nivel de agua en las lagunas y eventualmente afectar a la producción biológica.

Producción biológica

La segunda función importante del sistema río-llanura de inundación es su rol en la producción y diversidad de los recursos biológicos. La diversidad de hábitats se incrementa en las llanuras de inundación (Welcomme, 1985; Keddy, 2000; Cap. V). Por las condiciones particulares que presentan, se manifiesta un gran potencial de producción biológica, principalmente debido a la presencia de nutrientes aportados por el río (Junk *et al.*, 1989). Nues-

tros datos indican que los diferentes tipos de lagunas (Cap. V) difieren en su flora y fauna, confirmando la importancia de la diversidad de hábitats del Río Matoré.

Bonetto *et al.* (1989), al analizar los impactos de las principales represas del Río Paraná, notaron que el mayor impacto ecológico fue causado por la modificación del régimen hidráulico, porque se generaron condiciones desfavorables para la productividad biológica en la llanura de inundación. Como se ha observado en los ríos modificados citados, se produce una reducción del caudal o un hundimiento del río, lo que provoca el aislamiento de su llanura de inundación. Estos procesos se repercuten en la pérdida de hábitats, que son esenciales para el ciclo de vida de los organismos. Muchas especies están adaptadas a condiciones hidrológicas y ambientales estacionales. Por ejemplo, en aguas tropicales, donde el cambio estacional de temperatura y de duración del día no tienen mayores amplitudes, los peces inician su reproducción en relación a los cambios del nivel de agua o en función a la calidad del agua (Welcomme, 1985; Lowe-Mc Connell, 1987). Por ello en las llanuras de inundación, la mayoría de las especies se reproduce antes o durante la inundación (Lowe-Mc Connell, 1987).

Las zonas inundadas e inundables son favorables para el desove y crecimiento de alevinos y estados juveniles de peces (Goulding, 1980; Welcomme, 1985; Lowe-Mc Connell, 1987). El bajo nivel de agua cumple una función de protección contra la depredación por peces grandes. La reducida profundidad del agua y ausencia de corriente generan mayor calentamiento. Esto favorece a una alta producción primaria, condición favorable para el crecimiento rápido de los juveniles y alevinos de peces, porque gran parte de ellos siguen un régimen estricta-

mente planctóforo. El éxito de la reproducción depende de condiciones ambientales favorables. En base a estudios realizados en ríos de todos los continentes, se ha demostrado que se manifiestan relaciones positivas entre intensidad y duración de las inundaciones y la biomasa de peces (Welcomme, 1985; Bénech & Quensière, 1987; Laë, 1994).

Estas funciones de producción biológica son relevantes sólo cuando se mantienen las conexiones entre las unidades del sistema para que los peces (que hayan concluido con sus fases de crecimiento) puedan migrar hasta las lagunas permanentes o al río. Por ejemplo, en el río Volga (Rusia) la regulación del ciclo hidrológico por la construcción de una represa, ha disminuido el tiempo de inundación de las zonas favorables para los peces de 50 - 70 a 10 - 15 días por año, lo que ha reducido el tiempo de desarrollo de juveniles en aguas favorables para su crecimiento y también ha afectado desfavorablemente su capacidad de escape a la depredación por los adultos (Welcomme, 1985). El resultado fue un drástico descenso de la comunidad de peces.

Además de ambas funciones fundamentales de almacenamiento de agua y producción biológica, las llanuras de inundación cumplen otras funciones que favorecen al desarrollo de las poblaciones humanas. Si se conservaran los sistemas acuáticos en su estado natural, en general serían escenarios para actividades recreativas como ecoturismo, pesca, caza, deportes náuticos e indirectamente la acuariofilia. Keddy (2000) menciona otras funciones de regulación de los procesos físicos y biológicos, como la estabilización de sedimentos, fijación de nitrógeno y fósforo. Por el tipo de sedimentos que las conforman, las llanuras de inundación determinan la depuración del agua cuando no se acumulan los desechos, permitiendo

la salud de las poblaciones aledañas y el desarrollo de actividades agropecuarias. Afortunadamente todavía no se manifiestan efectos de contaminación en el Río Mamoré por desechos domésticos o industriales, como ocurre en la región brasileña del Pantanal, que recibe sedimentos y residuos de ciudades desarrolladas como en la región del Mato Grosso.

Sin embargo, no todos los procesos son positivos. En la Cuenca Amazónica, la tasa elevada de mercurio acumulada en algunas especies de peces es un problema importante por su relación directa con la salud humana. Esta tasa elevada de mercurio no sólo es causada por las actividades mineras (p.e. extracción de oro), sino también por el tipo de suelo amazónico que en forma natural es rico en mercurio inorgánico. Este puede transformarse en estado bioquímico accesible para los organismos mediante una fase de metilación que se desarrolla especialmente en las zonas de inundación (Davée Guimarães, 2001). La metilación genera la contaminación de sistemas respiratorios y digestivos en pobladores de asentamientos cercanos al río y que frecuentemente consumen peces (Carmouze *et al.*, 2001).

FACTORES DE CONTROL EN LA LLANURA DE INUNDACIÓN

Las funciones del sistema río-llanura de inundación son controladas mediante varios factores. En su obra sobre los humedales, Keddy (2000) identificó cuatro procesos principales que controlan el funcionamiento ecológico de estos sistemas:

- Las fluctuaciones en los niveles de agua.
- La fertilidad (alta tasa de nutrientes).
- La cadena trófica (p.e. producción primaria, depredación herbívora y carnívora, descomposición).
- Los cambios a largo plazo (p.e. cambios climáticos, evolución de la llanura hacia una colmatación total, incisión del río).

Según Keddy (2000), la variación hidrológica es el factor predominante en todos los humedales con una importancia relativa de por lo menos el 50%. A partir de la observación de los humedales de los ríos tropicales, Junk *et al.* (1989) desarrollaron el Concepto del Pulso de Inundación (Flood Pulse Concept) y concluyeron que existe una marcada alternancia entre fases acuáticas y terrestres (relacionadas a las fluctuaciones del nivel de agua) y del aporte de nutrientes (derivados por la inundación) para explicar la elevada productividad de las llanuras de inundación.

En el caso del Río Mamoré central, el régimen hidrológico es de tipo estacional. Existe una importante crecida anual previsible (Cap. III), como se presenta en muchos ríos tropicales y especialmente en los de la Cuenca Amazónica. La variación anual del nivel del agua puede alcanzar los 10 m, generando una alternancia de fases terrestres y acuáticas en las sabanas y bosques adyacentes al río, como fue descrito por Junk *et al.* (1989). Esta fluctuación cambia drásticamente las condiciones ambientales en hábitats acuáticos permanentes (ríos y lagunas) y en el bosque de galería. Por una dinámica propia en la zona del Río Mamoré y dependiendo del balance entre los aportes de aguas andinas (aguas blancas) y de la planicie, las condiciones en los hábitats acuáticos no

solo varían estacionalmente, sino de modo interanual, pudiendo ser un año influenciado por aguas blancas y otro año, por las aguas de planicie (Caps. III y V). Las aguas del Río Mamoré central provienen en gran parte de los Andes y, debido a las fuertes pendientes de las cuencas andinas, llegan con considerable energía hasta la llanura del Beni, que es muy plana y constituida por sedimentos finos y sueltos fácilmente dispersables. Este conjunto de condiciones asociadas a la concentración estacional de las aguas, genera una fuerte dinámica geomorfológica, causando el cambio del trazado fluvial por los procesos de sedimentación y erosión (Cap. III).

Esta dinámica es el motor de la diversidad en los hábitats y su área de influencia que permite el desarrollo y la regeneración de mosaicos de ambientes, tanto terrestres como acuáticos. La repetición anual de las grandes inundaciones causa la evolución constante del paisaje (Salo *et al.*, 1986). La fuerza y energía de las inundaciones pueden laminar zonas cubiertas por un bosque maduro y transformarlas en lecho. El año siguiente, estos lechos pueden ser abandonados y allí desarrollar nuevamente vegetación, pero de propiedades pioneras y juveniles. Este proceso corresponde al de la regeneración de los hábitats. En un principio, la vegetación está compuesta por plantas pioneras herbáceas y leñosas que con los años y si el agua no interrumpe el proceso, paulatinamente aumenta la cobertura vegetal de árboles hasta llegar a ser un bosque maduro mediante el proceso de sucesión secuencial, donde cada fase tiene propiedades abióticas y comunidades específicas (Cap. VII). El mismo efecto ocurre en medios acuáticos lénticos, que tienen una morfología muy similar a la del río en su fase juvenil y luego se colmatan hasta desaparecer completamente (Cap. V). Lo importante en este sistema es que mientras cier-

tos hábitats avanzan en la sucesión evolutiva o desaparecen, otros son creados continuamente.

Sin duda se puede afirmar que en el Río Mamoré, como en la mayoría de los sistemas río-llanura de inundación, la hidrología y dinámica fluvial son los principales factores que mantienen a la diversidad y riqueza biológica. Otros procesos principales como fertilidad y funcionamiento de las cadenas tróficas están controlados por la hidrología, pero también pueden diferenciar entre sistemas. La fertilidad está asociada a la distribución de los nutrientes mediante la inundación por aguas blancas (Junk *et al.*, 1989). En consecuencia, la producción primaria que es la base de la cadena trófica, deriva parcialmente de la dinámica de la comunidad del fitoplancton, que a su vez está determinada por el régimen hidrológico (Cap. IX). Sin embargo, en el Río Mamoré todavía no se ha evidenciado la importancia de esos factores, pero tampoco han sido realmente investigados a detalle.

Si se proyectara en el tiempo los cambios a largo plazo son factores que podrían predominar sobre la dinámica hidrológica. Estos cambios corresponden mayormente al clima o a fenómenos geológicos que modifican totalmente la morfología del río mediante la colmatación o modificación de su hidrología. Los mismos efectos pueden ocurrir a corto plazo a causa de la regulación de los ríos, que es una situación artificial común, especialmente en el caso de los ríos de las regiones templadas. Los cambios que han sufrido esos ríos son altamente perjudiciales para la ecología y consecuentemente para las poblaciones humanas. Por lo tanto, en muchos países que han regulado sus ríos, actualmente se buscan soluciones para la restauración y gestión adecuada de los recursos hídricos.

PRINCIPIOS GENERALES DE GESTIÓN

La voluntad expresada por los niveles más altos de decisión de nuestras sociedades para priorizar la protección y conservación de los ecosistemas (Convenio Ramsar sobre los Humedales y Convenio sobre la Diversidad Biológica) destaca la importancia de las investigaciones científicas. Estas permiten evaluar la situación actual y proponer soluciones para actuar eficientemente con el fin de conservar y gestionar los ecosistemas. El rol del científico es esencial, tanto para la definición de objetivos como para la validación de la información y su interpretación, que son bases elementales en los procesos de gestión. Los conocimientos científicos consideran a la vez aspectos generales, sintetizados a partir de experiencias internacionales y de investigaciones teóricas, como aspectos locales específicos de cada sistema, condiciones ambientales y biológicas iniciales, comunidades potenciales, factores de control, lista de las especies y estrategias ecológicas, situación social y económica de las poblaciones humanas, entre otros. La responsabilidad que asume el científico para plantear modelos eficientes de prevención es determinante, ya que los errores pueden generar inadecuadas inversiones, causar deterioros al sistema y desmotivar a actores sociales.

Los objetivos de la gestión deben estar respaldados y argumentados en función a capacidades científicas, pero también ser socializados para alcances reflexivos y de concientización social (¿qué se debe proteger o racionalizar y por qué?). Varias propuestas consensuadas al nivel internacional pueden guiar al proceso de reflexión:

Un problema de la gestión es el de asegurarse que los objetivos perseguidos para mantener

una función del sistema no pongan en peligro a otros factores. La gestión se dedica a plantear compromisos que permitirán lograr la conservación del equilibrio dinámico y uso de los recursos naturales por diferentes actores. En este contexto, el desafío más fundamental de la gestión de un ecosistema es el de pasar de un mero manejo de los recursos a una integración del sistema para lograr una auto-regulación, imitando procesos de equilibrio existentes en sistemas naturales. Estos principios derivan de la idea según la cual al proteger la composición natural de un sistema también se protegen sus funciones.

El segundo tema central de reflexión en cuanto a los objetivos de gestión es la elección entre una protección fija (definición de áreas protegidas sin manejo) y una regulación de las actividades que permitan mantener el funcionamiento e integridad ecológica del sistema. Es importante no proponer sistemáticamente un elevado nivel de protección que restrinja a todas las actividades humanas. De manera general, deben ser protegidos los ecosistemas de referencia, que sean representativos de un funcionamiento y con una biodiversidad particular. Sin embargo, se ha reconocido que las áreas protegidas más eficientes son las que tienen mayor extensión y muchas veces es más real buscar un uso sostenible que desaprovechar todos los recursos de una zona. La zona del Río Mamoré, considerada en función a la diversa gama de actividades económicas que ofrece (pesca, transporte fluvial, madera, ganadería y turismo) es sin duda un posible ejemplo de una gestión enmarcada en el uso sostenible. El desarrollar un programa basado en el uso sostenible también implica otorgar mayor responsabilidad a los actores beneficiados por el sistema, creando así un nexo entre el hombre y su medio ambiente. Sin embargo, un

alto nivel de protección puede ser eficiente como medida temporal en casos de sistemas o especies en peligro, pero esas medidas tienen que ser re-evaluadas en base a indicadores favorables mediante programas de monitoreo.

Otra reflexión es que se acepte el carácter dinámico del ecosistema. En otras palabras, comprender que, de forma natural, el sistema cambia en el largo plazo. La definición de un área protegida subraya la voluntad de conservar un sistema natural y de encontrar soluciones para que se mantenga el área en un estado beneficioso para la sociedad. La gestión debe garantizar la protección del patrimonio vivo (biodiversidad) y su productividad (economía). No existe antagonismo entre ecología y economía, porque la actividad económica a mediano plazo está ligada a un adecuado funcionamiento ecológico. Sin embargo, puede existir una paradoja entre proteger el patrimonio y dejar que la naturaleza siga su curso evolutivo. Por ejemplo, la llanura del Departamento del Beni en tiempos geológicos pasados correspondía a un lago. Si este lago existiera actualmente ¿deberíamos conservarlo como tal o deberíamos aceptar su evolución o transformación, a estados de sabana y de bosque de galería? Otro ejemplo es el Lago Poopó en el Altiplano boliviano que sufre procesos de salinización, siguiendo la misma evolución que el Salar de Uyuni o el de Coipasa. ¿Debemos conservar a este lago o dejarlo evolucionar de manera natural? En este marco, al impulsar el uso sostenible puede ser posiblemente una manera de aceptar esos cambios, pero se requiere de un desarrollo económico eficiente al mismo tiempo y por lo tanto un alto nivel de adaptación de las actividades económicas a las realidades ecológicas.

APORTES CIENTÍFICOS PARA LA GESTIÓN DEL RÍO MAMORÉ

La gestión de los sistemas naturales es un alcance fundamental de la aplicación del conocimiento ecológico, por lo que se requiere de capacidades técnicas y decisivas para identificar los objetivos que conducirán a la conservación de las comunidades y/o al uso racional de los recursos biológicos. También se destinan esfuerzos para prever los cambios en las comunidades biológicas y en los ecosistemas, así como para manipular los factores de control del sistema con el fin de orientar los cambios o mantener una determinada situación y de establecer indicadores de monitoreo (Keddy, 2000). Los resultados obtenidos de nuestra investigación en el Río Mamoré no son exhaustivos como para desarrollar un plan de gestión, pero podemos formular las siguientes conclusiones que pueden contribuir a este objetivo:

Las comunidades acuáticas son heterogéneas a lo largo de la llanura de inundación y siguen patrones de distribución que aun no son conocidos a detalle. Por lo tanto, se puede prever que una pérdida de hábitats se traducirá en la desaparición de ciertas especies. Sin embargo, los conocimientos generados hasta la fecha no permiten estimar de manera confiable cuáles serán las consecuencias de estos cambios.

Las comunidades de fitoplancton reflejan dinámicas rápidas y están directamente influenciadas por los cambios ecológicos. La ausencia de inundación en un año produce cambios significativos (Cap. IX). Sin embargo, estos sistemas tienen un nivel de resiliencia, con relación al tiempo de retorno al equilibrio después de una perturbación que puede deter-



Playa de arena en la orilla del Río Mamoré en la región de Trinidad (Septiembre 2003).
| Marc Pouilly



Pescador descargando sábalo (*Prochilodus nigricans*) del Río Mamoré en la planta de transformación y conservación Emfopescor de Trinidad (Septiembre, 2003). | Marc Pouilly



Una laguna aislada en el bosque de galería del Río Mamoré en la región de Trinidad (Septiembre, 2003). | *Marc Pouilly*



El carretón, un medio de transporte ampliamente usado y eficiente en paisajes con frecuentes inundaciones. | *Marc Pouilly*

minar o ser considerada a simple vista como un evento considerable en la variabilidad anual. Por lo tanto, los cambios observados en un año no tienen consecuencias a largo plazo si nuevamente ocurren inundaciones. Pero, se puede especular que estos cambios podrán incrementarse si continúa una situación anormal (acíclica).

Aunque nuestras observaciones no permiten todavía relacionar a todas las comunidades estudiadas entre sí, se conoce la importancia de los aspectos tróficos que sostienen al equilibrio de los ecosistemas. Se puede formular la hipótesis que los cambios observados en la comunidad de fitoplancton (que es sensible a los cambios medioambientales) se traducen en cambios que afectan a las demás comunidades. No se puede plantear por el momento predicciones cuantitativas de estos cambios, por lo que se requieren estudios más precisos sobre las relaciones tróficas en cada tipo de lagunas.

En el capítulo XI, se presenta la mayor densidad y riqueza de invertebrados en las orillas en comparación con las zonas pelágicas. Existe una distribución temporal de los invertebrados en lagunas cercanas al Río Mamoré, porque durante la época de aguas bajas sólo quedan playas y orillas sin vegetación. Por el contrario, los invertebrados están representados permanentemente en lagunas de sabana más estables, porque durante todo el año hay vegetación acuática circundante. Estas condiciones influyen en la composición trófica de la comunidad de peces. Por ejemplo, en el capítulo XII se reporta una mayor densidad de peces que se alimentan de invertebrados en las lagunas de sabana, en comparación con las del bosque de galería.

El patrón subyacente al Concepto de Pulso de Inundación implica un enriquecimiento de las

zonas más próximas al río, porque reciben mayor cantidad de nutrientes. En los resultados obtenidos de las diferentes comunidades, este patrón no parece ser generalizado. En especial, el zooplancton y los peces tienen mayor densidad en las lagunas de sabana, que representan medios más estables, aunque esos resultados tienen que ser ponderados con relación al ciclo hidrológico (Caps. X y XII). Por lo menos para ambas comunidades, el factor de estabilidad de las condiciones medioambientales parece ser el más importante en la distribución y abundancia de los organismos. La yuxtaposición de hábitats estables (en la sabana inundable) con los más inestables (en el bosque de galería) aumenta la diversidad biológica, permitiendo diferentes estrategias biológicas para mantenerse.

Siguiendo estas observaciones y los resultados de riqueza biológica reportados aquí, se puede afirmar que el Río Mamoré es un río dinámico a nivel físico y biológico con un funcionamiento ecológico poco o nada modificado por actividades antrópicas. De manera general y para conservar este funcionamiento, parece ser suficiente por lo menos actualmente el de mantener el régimen hídrico natural hasta la zona del bosque de galería, restringiendo actividades que puedan alterar su estacionalidad. La conservación de ambos procesos (estacionalidad hidráulica y dinámica fluvial) permitirá que también perduren otros procesos mayores que mantienen la diversidad biológica como aportes de aguas blancas, conectividad, diversidad y dinámica de regeneración de los hábitats. Sin embargo, es una prioridad el de realizar monitoreos de los principales procesos físicos, hidrológicos y dinámicas geomorfológicas, así como la evolución de las principales comunidades biológicas. Tales monitoreos permitirán detectar los eventuales cambios que se puedan presentar y al mismo

tiempo posibilitarán precisar las relaciones entre organismos y condiciones ambientales. Un paso importante es definir índices de monitoreo sencillos y sensibles que permitan analizar y documentar la evolución del sistema.

Las actividades humanas principales del área de influencia del Río Mamoré como pesca, transporte fluvial, explotación de madera y chaqueo deben ser monitoreadas. Un reconocimiento intenso y detallado identificó las potencialidades y limitantes para un desarrollo sostenible hacia la elaboración del plan de ordenamiento territorial del Departamento del Beni (Salm & Flores, 1994). Se consideraron aspectos socio-económicos, institucionales, infraestructurales y ambientales. Este informe indica que en razón de las propiedades de los suelos, las potencialidades agrícolas en el Beni son limitadas. Sin embargo, existe un importante potencial ganadero y de aprovechamiento forestal (productos maderables y no maderables). Además se recomienda la protección y uso sostenible pesquero y de turismo para las llanuras aluviales y los bosques de galería, a lo largo de los grandes ríos (Salm & Flores, 1994).

La pesca

Se pueden distinguir tres principales tipos de pesca en la zona del Río Mamoré cerca de Trinidad: pesca de subsistencia, deportiva y comercial.

La pesca deportiva considera a los pescadores con cañas que actúan por distracción y normalmente sin motivación comercial. No se necesita autorización administrativa para practicarla, por lo tanto no existe ningún registro

de esa actividad ni de los lugares en que se desarrolla, ni tampoco de las especies de peces afectadas. En Trinidad comprende unos 1 000 pescadores agrupados en dos principales asociaciones. Este tipo de pesca corresponde también a la pesca de turismo que por el momento se ha desarrollado más en el área del Río Iténez.

La pesca de subsistencia concierne a todas las poblaciones ribereñas de ríos, lagunas y curichis, en que la carne de pescado representa la mayor fuente de proteína (Lorini et al., 1989). Una parte de la pesca es comercializada directamente en los puertos, la otra parte sirve para la alimentación familiar. Esta pesca incluye a veces a los empleados de haciendas ganaderas que suelen pescar esporádicamente en lagunas de sabana para complementar y variar su menú. Las principales especies capturadas por liñadas y trampas son varias especies de pirañas (*Serrasalmus* spp.), bucheres (*Hoplosternum* spp.), bentones (*Hoplias malabaricus*) y yayuses (*Hoplerythrinus unitaeniatus*).

Algunas etnias indígenas (Chimane, Yuracaré, Sirionó, entre otros) tienen costumbres ancestrales de pesca muy fuertes, igual que con la caza y la agricultura. Por ejemplo los Sirionó, que viven en la pampa arboreada inundable al noreste de Trinidad, pescan esencialmente las especies que viven en los curichis (zapato, *Glyptoperichthys multiradiatus*; buchere; bentón y yayú, entre otros). Townsend (1996) estimó las capturas realizadas por los pescadores de 29 hogares de Sirionó del Ibiato durante un año, en un poco más de 6 000 kg.

Aunque no está bien estudiada todavía, se puede pensar que la pesca de subsistencia es diversa y afecta más que todo a lugares marginales

del sistema de la llanura de inundación (curichis, lagunas) y a especies diferentes de las que son generalmente comercializadas. No existen datos confiables sobre su importancia cuantitativa, pero se puede pensar que no es nada despreciable.

En la cuenca del Alto Madeira, la **pesca comercial** está concentrada en pocos lugares como Puerto Villarroel, Riberalta, Guayaramerín, Rurrenabaque y Trinidad, siendo éstos los principales puertos de desembarque en la parte boliviana.

Es la única actividad, además del transporte fluvial, que tiene un desarrollo económico importante directamente ligado al Río Mamoré. Se practica principalmente en las lagunas de meandro y en el lecho mismo del río, pero también esporádicamente en las lagunas accesibles por tierra. Tradicionalmente, la pesca se dedica a la captura de pocas especies grandes tales como el pacú (*Colossoma macropomum*), el tambaquí (*Piaractus brachypomus*), el surubí (*Pseudoplatystoma fasciatum*), la chuncuina (*P. tigrinum*) y algunas especies de menor interés (Lauzanne & Loubens, 1985). Las artes de pesca están principalmente constituidas por redes agalleras de mallas grandes (90-130 mm de nudo a nudo). Los pontones de pesca ahora en uso en Trinidad tienen una capacidad de hasta 4 000 kg de pescado. Esa dimensión es una excepción y la mayoría de los pescadores utiliza pontones de menor tamaño. El producto está comercializado parcialmente en la ciudad de Trinidad, pero sobre todo es transportado, congelado o en hielo, a Santa Cruz.

Schneider (2002), utilizando los datos de la Unidad de Desarrollo Pesquero del Servicio Departamental Agropecuario, estima la cantidad comercializada en 68 000 kg en 1996 y en

158 000 kg en 2001. Estas cifras deben ser consideradas con mucha prudencia por lo que no existen estadísticas completas ni confiables sobre la importancia cuantitativa del recurso. Sin embargo, según informaciones locales concordantes pero difíciles de averiguar, parece que el número de pontones de pesca aumentó a comienzos de la década de los 90, probablemente para responder a una demanda creciente lo que significó un crecimiento del esfuerzo de pesca. De la misma manera, los pescadores de Trinidad y Puerto Villarroel perciben un alejamiento de la zona de captura, una disminución en los rendimientos de las principales especies comerciales grandes y en el tamaño de los peces (Muñoz & Van Damme, 1998). En consecuencia, han empezado a cambiar sus estrategias de pesca, utilizando redes con mallas más pequeñas, redes de arrastre y chinchorro que les permiten alcanzar otras especies y especímenes de tamaño menor. En Trinidad, el tamaño del pescado en venta va disminuyendo cada año, hasta llegar a los 35 cm en el caso del pacú (*C. macropomum*, L. Torres, com. pers.). Estos hechos pueden hacer pensar respecto a una sobrexplotación del recurso (Muñoz & Van Damme, 1998).

En la década de los 80 (Lauzanne et al., 1990), la pesca comercial era más estacional y limitada a épocas de crecida, estiaje y drenaje. Se presentaban rendimientos muy elevados para todo tipo de malla (de 8.8 hasta 16.7 kg por 100 m² y por día). En aguas altas (que podía alcanzar hasta 5 - 6 meses), los rendimientos eran menores por la "dilución" de los peces en las inmensas zonas inundadas (cuya extensión podía abarcar hasta los 150 000 km²), obligando a los pescadores a detener temporalmente su actividad. Tampoco se cuenta con estadísticas seguidas de la producción pesquera esta época. Sin embargo y como ejemplo, se

puede citar la producción comercializada en 1986 (Mander, 1987).

Se trata de 260 000 kg con el 48% de chuncuina, 35% de pacú, 10% de surubí, 3% de tambaquí y 4% de otras especies de gran tamaño.

La producción biológica en un sistema fluvial tropical está directamente ligada a la superficie cubierta y duración de la inundación (Welcomme, 1985). Los años 80 han correspondido a un período con grandes inundaciones en el Río Mamoré y correlativamente la producción piscícola fue alta. Por el contrario, en los últimos años las inundaciones fueron de corta duración y de débil intensidad (Cap. IV), ofreciendo condiciones desfavorables tanto para el crecimiento como para la reproducción de los peces. En este caso, la presión de pesca no puede ser considerada como el único factor explicativo de la disminución de las poblaciones, pero sin duda constituye un factor de agravación de una situación natural que podría resultar preocupante para la conservación del recurso. Si entramos dentro de poco en un nuevo ciclo “húmedo”, es probable que las poblaciones de peces se recuperen en algunos años, esto implica que los pescadores se limiten a la pesca de peces adultos y respeten una veda en tiempo de desove. Al contrario, si esta época “seca” continúa durante más tiempo con una presión de pesca indiscriminada, las poblaciones de reproductores podrían ser gravemente afectadas, por lo menos en la región de Trinidad.

En base a estas contradicciones y argumentos, se puede percibir la necesidad de lograr una visión objetiva, incentivando las investigaciones dedicadas a medir la intensidad de la pesca. La gestión de esa actividad y del recurso pesquero no se puede dar de manera eficiente sin un estudio amplio que abarque la parte

biológica y comercial. Mientras tanto, una regulación empírica de la pesca puede ser desarrollada. Esa regulación debe abarcar no solamente una rebaja técnica de la pesca, sino también la diversificación de las actividades y productos de la pesca. El desarrollo de nuevas técnicas de pesca, la comercialización de nuevas especies [como la corvina (*Plagioscion squamosissimus*), el blanquillo (*Collophrysus macropterus*), la piraiba (*Brachyplatystoma filamentosum*) y el muturo, (*Paulicea lutkeni*)], la piscicultura como también el desarrollo de proyectos para criaderos de peces ornamentales y del ecoturismo son las alternativas que suelen ser identificadas y propuestas para complementar las actividades de pesca [Estrategia Nacional de Biodiversidad (MDSP, 2001) y Estrategia de Biocomercio (MDSP, 2002)].

En un país como Bolivia, la situación económica limita las actividades y el funcionamiento de sistemas de inspección y de control estricto. La reglamentación de las actividades de pesca tiende a estar desactualizada. Es determinante llegar a un acuerdo entre todos los actores que aprovechan los recursos hídricos de regiones ricas como son los sistemas fluviales. En el caso de la pesca del Río Mamoré, puede ser una opción adecuada el de promover una auto-gestión o una gestión participativa del recurso, mediante las asociaciones de pescadores y bajo el asesoramiento de expertos universitarios y de instituciones gubernamentales.

La gestión de la pesca no puede ser de tratamiento meramente local sino regional, puesto que ni el río ni los peces están determinados por fronteras administrativas o políticas. Los problemas que se generan en un departamento, también se presentan en otros e inclusive en regiones que son parte del mismo sistema hidrográfico. Además existen relaciones

sinérgicas y de interdependencia entre los departamentos, por lo que la solución no puede ser unidepartamental, sino concertada. En este sentido, el marco legal e institucional del Estado debería promover que sus instituciones respondan a la realidad ecológica y económica, promoviendo estructuras de gestión que administren toda la cuenca del río. Por ejemplo, hasta ahora cada prefectura define épocas de veda para la pesca, sin considerar si determinadas comunidades de peces están o no protegidas en el Departamento del Beni y que puedan ser explotadas en el Departamento de Cochabamba o viceversa. En este caso, la veda no es un instrumento eficiente y los pescadores no confiarían en un sistema aparentemente injusto si se permite pescar a algunos pescadores y no a otros.

La ganadería

La actividad predominante del Beni es la ganadería extensiva. Este departamento constituye el principal proveedor de carne vacuna de Bolivia, además del Brasil. De los casi 3 millones de cabezas de ganado vacuno, la mayoría se concentra en seis provincias de la llanura del Río Mamoré: Mamoré, Marbán, Yacuma, Cercado, Moxos y con menor importancia, en Vaca Díez.

Nuestros estudios no consideraron el efecto de la ganadería sobre los ecosistemas y tampoco el efecto directo del pastoreo sobre los diferentes pastizales. Sin embargo, estudios anteriores resaltan la importancia del ganado y las acciones de manejo en la formación del paisaje (Bauer & Galdo, 1988 y Galdo & Beck, 1997). La llanura del Río Mamoré cambiaría su aspecto fisionómico y su composición florística sin las quemas periódicas de las sabanas e islas de bosque.

El conocedor de forrajes tropicales puede identificar en los capítulos de la vegetación del presente libro, varias especies valiosas para la alimentación del ganado vacuno, que en su mayoría también son ilustradas en un guía de aproximadamente 100 especies forrajeras de las sabanas húmedas de la región del Río Yacuma del Beni (Beck & Sanjinés, en prensa). Lamentablemente este potencial no es aprovechado adecuadamente por los ganaderos. Por ejemplo numerosos pastizales muestran signos de inadecuado manejo por la presencia masiva de plantas invasoras que son nocivas o por la pérdida de especies valiosas. En los últimos años aumentó la superficie de pastizales artificiales con cultivares de gramíneas exóticas, sobre todo del género *Brachiaria*, a pesar del elevado potencial de las especies nativas.

La asociación de ganaderos del Beni y sus miembros se alarman y piden ayuda cuando llega la inundación en época húmeda por el temor a perder su ganado. La mayoría de los ganaderos no toma previsiones contra estos fenómenos naturales, pese a la experiencia positiva de algunas estancias en el manejo del ganado durante época de altas inundaciones, por ejemplo mediante la construcción de alturas artificiales y la instalación de postes medidores para indicar con suficiente tiempo la subida del nivel de agua y así evacuar al ganado de potreros en depresiones. La falta de conocimiento sobre la dinámica de las inundaciones se dimensiona en particular en efectos negativos y no así en las consecuencias ecológicas positivas, por ejemplo la fertilización y eliminación de malezas.

El ordenamiento territorial del Departamento del Beni frecuentemente no toma en cuenta la importancia de las condiciones del microrelieve, mientras que los lugareños reconocen que se da una ganadería exitosa si una estancia

mantiene dentro de su propiedad una diversidad de formaciones vegetales en diferentes relieves, desde islas de alturas hasta los curiches y las cañadas. No se debe promover la colonización en estas áreas de la llanura, por ejemplo, los ganaderos que poseen menos de 500 hectáreas y que carezcan de gradientes de relieves no tienen posibilidades de sobrevivir económicamente. Regionalmente tampoco se reconoce el beneficio de las inundaciones y atribuyen el reducido incremento del ganado a las inundaciones y a la falta del drenaje (Euroconsult & Galindo, 1999).

Explotación de maderas y recursos no maderables del bosque

En toda la cuenca del Río Mamoré se usan los productos forestales de diferentes formaciones vegetales en que domina la explotación del bosque de galería por el fácil acceso a través del río, pero también los pobladores aprovechan los productos de las islas de bosque. En este libro, el capítulo VII solamente se refiere a épocas relativamente tempranas de la sucesión forestal en los meandros del Río Mamoré y en la descripción de la vegetación de la llanura y de su biodiversidad y casi no se incluyen referencias sobre las formaciones boscosas. Estos ecosistemas complejos exigen estudios intensos de mediano a largo plazo.

Desde hace años, la explotación indiscriminada de los bosques ribereños y aluviales ha extinguido localmente especies de árboles valiosos y típicos como el cedro (*Cedrela odorata*), el palo maría (*Calophyllum brasiliense*) y el almendrillo (*Dipteryx* spp.). Navarro & Maldonado (2002) reportan descripciones vegetacionales con diversas especies citadas

también en la Guía de Árboles de Bolivia (Killeen *et al.*, 1993). El diagnóstico de la situación forestal para el “Plan de Acción Forestal para Bolivia” (MDSyMA, 1995) incluye referencias sobre la problemática forestal del Departamento del Beni, que son válidas hasta hoy en día, como la colonización, que no afecta tanto a nuestra área de estudio, el aprovechamiento ilegal e inadecuado, la escasa reforestación, la carencia de información e investigación y la amenaza a la vida silvestre, entre otros. Sin embargo, en el “Plan de Uso del Suelo” del Departamento Beni, estas áreas son categorizadas como “Áreas de Protección y Uso Agroforestal Limitado” (Euroconsult & Galindo, 1999).

Aparte de las especies maderables, los bosques de la llanura de inundación brindan numerosos productos no maderables a los lugareños, que son comercializados en forma casual. Ejemplos típicos incluyen a varias especies de palmeras, que son aprovechadas como fuente de alimentación, de uso industrial (aceites, palmito) y son usadas para techar viviendas, entre otros. Desde hace tiempo, los lugareños extraen de estos bosques una amplia variedad de remedios que son reconocidos internacionalmente contra diversas enfermedades y molestias; algunas de éstas como la “sangre de drago” o el “chuchuhuasi”.

En el caso del Río Mamoré, la diversificación de actividades alternativas puede favorecer a la valorización de numerosos recursos y de su llanura de inundación que todavía no son aprovechados. La asignación del valor económico y consolidación de marcos institucionales que respalden las actividades socioeconómicas (cuando responden a criterios racionales), pueden asignar responsabilidades a los usuarios y generar un balance natural frente a actitudes negativas en base a la sensibilización y con-

cientización con el fin de conservar los recursos naturales. En este caso, son complementarias las disposiciones gubernamentales a nivel nacional y las iniciativas locales. Por ejemplo, la creación de cooperativas que no solamente aseguren la producción, sino que establezcan normas propias amigables con la conservación (regulando, controlando y supervisando todo el proceso de extracción, producción y fabricación) son iniciativas locales que deben contribuir a los objetivos nacionales.

CONCLUSIÓN

Nuestros datos son esenciales como referencia para estudios posteriores. Por sus particularidades y su estado casi natural, el Río Mamoré tiene un elevado interés para la conservación del patrimonio nacional e internacional, así como para el adelanto de estudios científicos. Puede ser considerado como un sistema de referencia de aguas blancas en la región alta de la Cuenca Amazónica, tanto por su riqueza biológica como por su dinámica fluvial.

El ecosistema río - llanura de inundación constituye un todo y se encuentra unido en su conjunto por el elemento agua. Las comunidades vivas son afectadas por el cambio de las condiciones ambientales y también se tienen evidencias que se influyen entre ellas, especialmente con relación a la organización dentro de la cadena trófica (aspecto que no se estudió durante nuestro proyecto). A su vez, las características del medio ambiente son afectadas por la evolución de las comunidades biológicas, especialmente los vegetales que atrapan y estabilizan el sedimento, controlando parcialmente los cambios morfológicos debido a la energía hídrica. En este marco, el estudio

holístico del funcionamiento de esos sistemas, integrando los resultados de varias disciplinas científicas y considerando varias escalas temporales y espaciales, constituye un enfoque pertinente para desarrollar una gestión eficiente (Amoros & Petts, 1993).

Aún no se ha comprobado completamente la hipótesis que el pulso de inundación es el factor principal que controla la diversidad y la productividad biológica. Sin embargo, nuestros resultados evidencian lo siguiente:

La riqueza generada por el "Pulso de Inundación" no solamente deriva de la alternancia entre condiciones acuáticas y terrestres ni de las particularidades del ecotono (Junk, 1997), sino de la formación y mantenimiento de varios gradientes medioambientales, como la sucesión de la vegetación en los meandros (Cap. VII), el gradiente del tipo de lagunas y la estabilidad (Cap. V), además todo superpuesto a una distribución de las condiciones por mancha (presencia de la vegetación diferente entre ríos, lagunas de bosque y lagunas de sabana, Cap. VIII).

La zona de sabana corresponde a un componente más en el mosaico de habitats de la llanura. La presencia de esta zona con habitats estables adyacentes a la zona donde ocurre el pulso de inundación, en el caso del Río Mamoré genera condiciones favorables para ciertas especies. Estas particularidades contribuyen a incrementar su biodiversidad.

Para la gestión, se debe llegar a un compromiso entre una protección estricta y un uso sin restricción, que permita aprovechar al sistema sin agotar los recursos y sin alterar las principales funciones ecológicas del sistema. La reflexión derivada de la búsqueda de este compromiso así como del logro de los objetivos de

una gestión sostenible, demandará una mayor voluntad y compromiso de todos los niveles científicos, sociales y políticos locales, departamentales y nacionales.

BIBLIOGRAFÍA

- Amoros, C. & G.E. Petts. 1993.** Hydrosystèmes fluviaux. Collection d'écologie 24, Masson, Paris, France. 300 p.
- Bauer, B. & E. Galdo. 1988.** Manejo de sabanas inundables en el Beni. Primera reunión nacional en praderas nativas de Bolivia, Oruro, 26 al 29 de agosto 1987. Programa de Autodesarrollo Campesino (PAC) - CEE - CORDEOR, Oruro, Bolivia. 145-157 pp.
- Beck, S.G. & A. Sanjinés. En prensa.** Guía ilustrada de los pastos nativos de la sabana húmeda del Beni. Instituto de Ecología - Estancias Espíritu. La Paz, Bolivia.
- Bénech, V. & J. Quensière. 1987.** Dynamique des peuplements ichthyologiques de la région du lac Tchad (1966-1978). Influence de la sécheresse sahélienne. Thèse de Doctorat d'Etat, Université des Sciences et Techniques, Lille-Flandre-Artois, France. 658 p.
- Bonetto, A.A., J.R. Wais & H.P. Castello. 1989.** The increasing damming of the Paraná basin and its effects on the lower reaches. *Regulated Rivers: Research & Management* 4: 333-346.
- Bravard, J.P. & G.E. Petts. 1993.** Interférences avec les interventions humaines. *En: Amoros, C. & G.E. Petts (eds). Hydrosystèmes fluviaux. Collection d'écologie 24, Masson, Paris, France. 233-254 pp.*
- Carmouze, J.P., M. Lucotte, & A. Boudou. 2001.** Le mercure en Amazonie. Rôle de l'homme et de l'environnement, risques sanitaires. IRD Editions, Paris, France. 494 p.
- Davée Guimarães, J.R. 2001.** Les processus de méthylation du mercure en milieu amazonien. *En: Carmouze J.P., M. Lucotte & A. Boudou (eds). Le mercure en Amazonie. IRD Editions, Paris, France. 273-297 pp.*
- Euroconsult & Galindo. 1999.** Zonificación agroecológica y propuesta técnica del plan de uso del suelo del departamento de Beni. Programa para el ordenamiento territorial de la Región Amazónica Boliviana en los departamentos de La Paz, Beni y Cochabamba. Gobierno de Bolivia, Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación, Banco Interamericano de Desarrollo. La Paz, Bolivia. 216 p.
- Galdo, E. & S.G. Beck. 1997.** Lineamientos de un plan de manejo de las sabanas de la Estancia "El Porvenir" (Estación Biológica del Beni) utilizadas por bovinos de carne. Informe no publicado. Instituto de Ecología, UMSA, La Paz, Bolivia.
- Goulding, M. 1980.** The fishes and the forest. Explorations in amazonian natural history. University of California Press, USA. 280 p.
- Hanagarth, W. 1993.** Acerca de la geología de las sabanas del Beni en el Noreste de Bolivia. Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. 186 p.
- Junk, W. 1997.** The Central Amazon floodplains. Ecology of a pulsing system. Springer, Berlin, Germany, *Ecological studies* 126. 493 p.
- Junk, W.J., P.B. Bayley & R.E. Sparks. 1989.** The flood pulse concept in river-floodplain systems. *En: Dodge, P.B. (ed). International large river symposium, Canadian Special Publication in Fisheries and Aquatic Sciences. 110-127 p.*

- Keddy, P.A. 2000.** Wetland ecology. Principles and conservation. Cambridge studies in Ecology. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 614 p.
- Killeen, J.J., E. García E. & S.G. Beck. 1993.** Guía de árboles de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia, Missouri Botanical Garden, La Paz, Bolivia. 958 p.
- Laë, R. 1994.** Modification des apports en eau et impact sur les captures de poisson. *En: Quensière, J. (ed). La pêche dans le Delta Central du Niger. Approche pluridisciplinaire d'un système de production halieutique.* IER-ORSTOM Edition, Paris-Karthala, France. 255-266 p.
- Lauzanne, L. & G. Loubens. 1985.** Peces del Río Mamoré. ORSTOM-UTB, Trinidad, Bolivia. 65 p.
- Lauzanne, L., G. Loubens & B. Le Guennec. 1990.** Pesca y biología pesquera en el Mamoré medio (Región de Trinidad, Bolivia). *Interciencia* 15(6): 452-460.
- Lorini, J., J. Quintanilla, J. Peña, R. Marín, & E. Salas. 1989.** Diagnóstico del estado actual de los recursos pesqueros de la Cuenca Amazónica boliviana. Centro de Estudios Ecológicos y de Desarrollo Integral, Proyecto Recursos Hidrobiológicos. La Paz, Bolivia. 148 p.
- Lowe-Mc Connell, R.H. 1987.** Ecological studies in tropical fish communities. Cambridge University Press. Cambridge, UK. 382 p.
- Mander, B. 1987.** ODA Fisheries Project, Trinidad, Bolivia. End of contract report by TCO, Brian Mander, covering the period January 1984 to June 1987. Misión Británica, Trinidad, Bolivia. 13 p.
- MDSP (Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación). 2001.** Estrategia Nacional de la Biodiversidad. La Paz, Bolivia. 193 p.
- MDSMA (Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente). 1995.** Situación del sector forestal del departamento Beni. Plan de Acción Forestal para Bolivia. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente - FAO, La Paz, Bolivia. 116 p.
- Muñoz, H. & P.A. Van Damme. 1998.** Parámetros de reproducción de 4 especies de peces comerciales (*Pseudoplatystoma fasciatum*, *P. tigrinum*, *Colossoma macropomum* y *Piaractus brachypomum*) en la cuenca del Río Ichilo (Bolivia). *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental* 4: 39-54.
- Navarro, G. & M. Maldonado. 2002.** Geografía Ecológica de Bolivia. Vegetación y ambientes acuáticos. Centro de Ecología Simón Patiño, Cochabamba, Bolivia. 719 p.
- Salm, H. & X. Flores. 1994.** Potencialidades y limitantes para un desarrollo sostenible del departamento del Beni como base para su plan de ordenamiento territorial. Propuesta preliminar del Plan de Ordenamiento Territorial del Beni. FUNDECO/IE/PROADE/GTZ. La Paz, Bolivia. 107 p.
- Salo, J., R. Kalliola, I. Häkkinen, Y. Mäkinen, P. Niemelä, M. Puhakka, P.D. Coley. 1986.** River dynamics and the diversity of Amazon lowland forest. *Nature* 322: 254-258.
- Schneider, H. 2002.** Diagnóstico ambiental de las actividades socioeconómicas más importantes del departamento del Beni. Solziona S.A., Proyecto BID ATR 929-SE-BO, La Paz, Bolivia.
- Townsend, W.R. 1996.** Nyao itô: caza y pesca de los Sirionó. Instituto de Ecología, UMSA, La Paz, Bolivia. 144 p.
- Tricard, J. & J.P. Bravard. 1991.** Le cours péri-alpin du Rhin, du Rhône et du Danube: aménagement fluvial et dérive de l'environnement. *Annales de Géographie* 561: 668-713.

Welcomme, R.L. 1985. River fisheries. Fisheries Technical Paper 262. FAO, Roma, Italia. 330 p.

CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

Disponible en internet:
<http://www.biodiv.org/>

Artículo 8. Conservación in-situ

Cada Parte Contratante, en la medida de lo posible y según proceda:

- a) Establecerá un sistema de áreas protegidas o áreas donde haya que tomar medidas especiales para conservar la diversidad biológica;
- b) Cuando sea necesario, elaborará directrices para la selección, el establecimiento y la ordenación de áreas protegidas o áreas donde haya que tomar medidas especiales para conservar la diversidad biológica;
- c) Reglamentará o administrará los recursos biológicos importantes para la conservación de la diversidad biológica, ya sea dentro o fuera de las áreas protegidas, para garantizar su conservación y utilización sostenible;
- d) Promoverá la protección de ecosistemas y hábitats naturales y el mantenimiento de poblaciones viables de especies en entornos naturales;
- e) Promoverá un desarrollo ambientalmente adecuado y sostenible en zonas adyacentes a áreas protegidas, con miras a aumentar la protección de esas zonas;
- f) Rehabilitará y restaurará ecosistemas degradados y promoverá la recuperación de especies amenazadas, entre otras cosas mediante la elaboración y la aplicación de planes u otras estrategias de ordenación;
- g) Establecerá o mantendrá medios para regular, administrar o controlar los riesgos derivados de la utilización y la liberación de organismos vivos modificados como resultado de la biotecnología que es probable tengan repercusiones ambientales adversas que puedan afectar a la conservación y a la utilización sostenible de la diversidad biológica, teniendo también en cuenta los riesgos para la salud humana;
- h) Impedirá que se introduzcan, controlará o erradicará las especies exóticas que amenacen a ecosistemas, hábitats o especies;
- i) Procurará establecer las condiciones necesarias para armonizar las utilidades actuales con la conservación de la diversidad biológica y la utilización sostenible de sus componentes;
- j) Con arreglo a su legislación nacional, respetará, preservará y mantendrá los conocimientos, las innovaciones y las prácticas de las comunidades indígenas y locales que entrañen estilos tradicionales de vida pertinentes para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica y promoverá su aplicación más amplia, con la aprobación y la participación de quienes posean esos conocimientos, innovaciones y prácticas, y fomentará que los beneficios derivados de la utilización de esos conocimientos, innovaciones y prácticas se compartan equitativamente;

- k) Establecerá o mantendrá la legislación necesaria y/u otras disposiciones de reglamentación para la protección de especies y poblaciones amenazadas;
- l) Cuando se haya determinado, de conformidad con el artículo 7, un efecto adverso importante para la diversidad biológica, reglamentará u ordenará los procesos y categorías de actividades pertinentes; y
- m) Cooperará en el suministro de apoyo financiero y de otra naturaleza para la conservación in situ a que se refieren los apartados a) a l) de este artículo, particularmente a países en desarrollo.



Bosque inundado en la llanura de inundación del Río Mamoré, marzo 1999. | *Marc Pouilly*

Diversidad biológica en la llanura de inundación del

Río Mamoré

Marc Pouilly | Stephan G. Beck | Mónica Moraes R. y Carla Ibañez (Editores)



*Importancia
ecológica de la
dinámica fluvial*

Diversidad biológica en la llanura de inundación del

Río Mamoré

Importancia ecológica de la dinámica fluvial

Marc Pouilly | Stephan G. Beck | Mónica Moraes R. y Carla Ibañez (Editores)



FUNDACIÓN SIMÓN I. PATIÑO

Título original	Diversidad biológica en la llanura de inundación del Río Mamoré. Importancia ecológica de la dinámica fluvial.
Editores científicos	Marc Pouilly, Stephan G. Beck, Mónica Moraes R. y Carla Ibañez
Cita bibliográfica	Pouilly M., S.G. Beck, M. Moraes R. y C. Ibañez 2004. Diversidad biológica en la llanura de inundación del Río Mamoré. Importancia ecológica de la dinámica fluvial. Centro de Ecología Simón I. Patiño, Santa Cruz, Bolivia. 383 p.
Primera edición en español	No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión en ninguna forma ya sea electrónica, mecánica, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los titulares de derechos de autor.
Derechos reservados	2004 Centro de Ecología Simón I. Patiño <i>Departamento de Difusión</i>
ISBN	99905-0-564-0
Depósito Legal	8-1-962-04
Editorial	Centro de Ecología Simón I. Patiño- <i>Departamento de Difusión</i>
Coordinación y revisión	Carmiña Montoya Köster y Christian Bomblat
Diagramación	María Gracia Sarabia Alanis
Fotografía cubierta	Meandro abandonado cerca del Río Mamoré <i>Marc Pouilly</i>
Impresión	Imprenta Sirena, Santa Cruz - Bolivia