Sabanas, vegas y palmares

El uso del agua en la Orinoquia colombiana

Universidad Javeriana – Instituto Mayor Campesino – CIPAV
(Maestría en Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios)

SABANAS, VEGAS Y PALMARES
Reflexiones sobre el uso sostenible del agua en la Orinoquia

SABANAS, VEGAS Y PALMARES
Reflexiones sobre el uso sostenible del agua en la Orinoquia

**Maestría en Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios,
Universidad Javeriana (Instituto de Estudios Rurales),
Instituto Mayor Campesino y CIPAV**

*Con el apoyo de:
Fundación Horizonte Verde, Univerisdad de los Llanos,
Fundación Yamato, Colciencias, WWF, Comisión Regional de
Ciencia y Tecnología Orinoquia, Corpes Orinoquia.*

SABANAS, VEGAS Y PALMARES:
Reflexiones sobre el uso sostenible del agua en la Orinoquia

Primera edición, agosto de 1997

© Maestría en Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios,
Pontificia Universidad Javeriana,
Instituto de Estudios Rurales, IER,
Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles
de Producción Agropecuaria, CIPAV,
Instituto Mayor Campesino, IMCA.

© Corpes Orinoquia
Carrera 39 No. 35-81, Barrio El Barzal
Teléfonos: (986) 621 183 - 621 184 - 625 212 - 625 213 -
625 214 - 653 032 - 653 033 – Faxes: (986) 621 182 - 630 912 - 637 608
Villavicencio, Meta, Colombia.

ISBN: 958-9477-18-6

Derechos reservados conforme con la Ley.
Los textos pueden ser reproducidos total
o parcialmente, citando la fuente.

Coordinación editorial:
Carmiña López Perilla

Diseño y diagramación:
Gráficas Ámbar
Telefax: 263 1877

Impresión:
Impreandes - Presencia
Teléfono: 368 1355
Santafe de Bogotá, D.C.

Impreso en Colombia — Printed in Colombia

Prólogo

Este trabajo tiene una muy corta y larga historia...

Este trabajo tiene una muy corta y larga historia a la vez. Hablando en términos geológicos, como de cierta forma nos corresponde, podemos afirmar que el encuentro de aquella vega recóndita con don Leonidas venía preparándose desde hace millones de años. Don Leonidas nos comunicó un profundo sentido de la diversidad humana, biológica y física; nos trasmitió, en otras palabras, cómo vivir de acuerdo con los recursos en un medio tan aparentemente pobre pero realmente tan rico como la Orinoquia. Se instaló en una orilla del Meta buscando en la cotidianidad del agua y la mata de monte, de los cultivos y la familia, la posibilidad de ser ante todo un hombre libre sin importarle mucho su condición de humilde veguero, nunca dueño de hato, como dice el folclor.

Creemos (¿soñamos?) que la Maestría en Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios es una construcción colectiva entre profesores titulares, profesores invitados, amigos científicos, amigos campesinos, amigos productores, comunidades rurales y, por supuesto, los estudiantes. Con esa convicción llegamos al Meta aplicando uno de nuestros principios metodológicos fundamentales: la vivencia en el terreno y la itinerancia, como base de la intercomunicación constructiva (en el sentido de Habermas) y como herramienta de aprendizaje.

Nos esperaban Álvaro Ocampo y Lourdes Peñuela, trabajando como hormigas solitarias en la inmensidad de la llanura. Tratando de desarrollar sistemas de producción sostenibles con la paciencia geológica de esas termitas de las sabana que, según Mario Mejía G., inician el largo ciclo de la generación del suelo que habrá de servir de sustrato físico y biológico a la mata de monte.

Según la forma en que ha sido concebida la maestría, el trabajo que íbamos a hacer en la Orinoquia tenía varios objetivos. De una parte, se trataba de estudiar el agua como uno de los temas vitales del desarrollo sostenible. En este sentido, la expedición tenía un carácter estrictamente académico. La actividad de una academia, sin desconocer la importancia de los textos y las aulas, ha entendido que el contacto vivo con los procesos sociales y con los fenómenos ambientales es una de las herramientas más poderosas de aprendizaje. Herramienta que se potencializa, especialmente, cuando en un grupo, como el nuestro, compartimos entre estudiantes y profesores una pasión por vivir los temas y los fenómenos que estamos estudiando.

Otro de los objetivos que tenía este trabajo era atender nuestro particular compromiso adquirido ya hace unos dos o tres años con la Orinoquia, cuando hicimos un viaje con los estudiantes de la primera promoción. El compromiso era volver, visitar nuevamente los amigos y los paisajes y abrir posibilidades de trabajo que permitieran concretar nuestros modestos aportes.

Por último, perseguíamos interrelacionar la gente y las entidades de la Orinoquia, con instituciones que en distintos rincones del país trabajan en el medio rural y que están representadas por los estudiantes y los profesores de la maestría. La maestría, al tiempo que proceso de formación de estudiantes, está concebida como una forma de interpelación activa con diferentes regiones del país y con diferentes organizaciones y programas que actúan sobre esas regiones.

No nos queda duda, no sólo por la calidad académica y científica del equipo que nos colaboró, sino por la invaluable experiencia vital en que nos sumergimos, de que los objetivos propuestos fueron cumplidos satisfactoriamente y de que más que

satisfactoriamente sobrepasaron, en mucho, las expectativas que teníamos. Alguien lo expresaba muy sencillamente cuando decía que habían sido las vacaciones más maravillosas que había vivido en su vida y que nunca, en esa misma vida, había aprendido tanto como en esa ocasión. Sin lugar a dudas, esta es una de las claves mayores para el acceso y la producción de conocimientos: el principio del placer unido al principio del compromiso.

El otro lado de esta aventura es inevitable. El desgarramiento que significa un Llano contaminado por la gran producción agroquímica, un Llano cercado agresivamente, al infinito, por el imperio de ese nuevo feudalismo de los neolatifundistas; un Llano culturalmente desgarrado entre dos etnias casi irreconciliables, la llanera y la indígena, y dominado desde afuera por nuevas fuerzas sociales y económicas; un país herido profundamente con la extinción paulatina del antiguo llanero y de los indígenas orinoquenses; unas hermosas y frágiles vegas agobiadas por el imperio del arroz; un Llano sometido al despotismo de las bandas cuasi tribales que sustituyen el consenso de la sociedad civil, representada en la utopía de un Estado democrático, por el instinto casi biológico del autoritarismo de buena o de mala fe del jefe de turno.

Las líneas de este documento no tienen una pretensión estrictamente científica sino notarial. Tratamos de dar cuenta de nuestra vivencia; en otros términos, de la experiencia del Llano reflejada en nuestros ojos y en nuestras mentes para contribuir a un diálogo sobre el pasado, el presente y, especialmente, sobre el futuro de la inmensa llanura tan ingenua y hermosamente pintada, en los muchos murales que alumbran la noche, en los sitios de diversión de los modernos centros poblados o pequeños villorrios de la nueva colonización.

El trabajo que recoge este libro comenzó en Villavicencio, desde donde hicimos unos cuantos recorridos con el profesor Mario Mejía G., por las primeras estribaciones de la cordillera Oriental, más concretamente por la cuenca baja del Guatiquía en donde pudimos casi sentir la emoción telúrica del surgimiento de una cordillera que pudo haber tenido 10.000 metros de altura y la tristeza de unas laderas que poco a poco están deleznándose

tanto por la tala de bosques para sacar madera e instalar ganaderías como por la construcción de una carretera cada vez más difícil, a pesar de los megaproyectos ingenieriles.

En Villavicencio convocamos al "Seminario del agua como recurso estratégico para el desarrollo sostenible de la Orinoquia colombiana", en el cual tuvimos la oportunidad de escuchar y dialogar con un puñado de expertos, de quienes publicamos algunas de sus ponencias, en la primera parte de este libro. Lamentamos no poder editar la extensa charla, verdaderamente iluminante del maestro Pedro Botero, sobre los ecosistemas llaneros, su historia geológica y humana y sus interrelaciones a través del agua. Él sigue trabajando sus borradores que verán su día editorial en otra oportunidad.

Después, emprendimos una inmensa y corta expedición por el río Meta. Corta porque no duró sino quince días, inmensa porque es como si hubiéramos detenido el tiempo por un momento. Tal fue nuestra emoción no solamente cuando descubrimos con la vista la existencia del enorme garzón soldado, sino cuando llegamos al asombro al constatar que semejante inmensidad de plumas y parsimonia pudiera levantarse en vuelo hasta el horizonte.

La serena lentitud de la embarcación, en la que nos deslizamos por el Meta, nos daba tiempo para ir observando uno por uno, casi todos los detalles, de las dos orillas del río, con tanto entusiasmo que algunos casi amanecieron soportando algunos chubascos con emoción estética y con curiosidad científica. Mirábamos la multitud de alisos, el pasto rabo de zorro, la variedad de especies arbóreas, los pájaros y micos y hasta el caimán que se asomó al observador paciente para dar el testimonio de su difícil sobrevivencia en un medio cada vez más irracionalmente intervenido. Estuvimos varios días en San Miguel y La Hermosa, comprobando la forma como trabajan algunos vegueros o administradores o dueños de fundo, las matas de monte y los bosques de galería, así como los corrales agrícolas, las topocheras y a veces la sabana misma, el testimonio vivo de las posibilidades de armonizar la explotación productiva y los ciclos

de la naturaleza. Nos metimos entre la producción arrocera y ganadera a gran escala. Indagamos las aguas de ríos, caños y aljibes. Observamos los sistemas de pesca tradicionales y las alternativas de desarrollar una acuacultura con los recursos de la Orinoquia. Desarrollamos un intenso diálogo con las alternativas productivas que están implementando o piensa implementar la Fundación Yamato y la Fundación Horizonte Verde.

Quienes estuvieron de noche en un pueblo vecino del Hato de La Lorena, no podrán olvidar jamás la emoción de unas cervezas que fueron musicalizadas rústica y profundamente por un cuatro y unos capachos, así como de repente se nos aparece el canto del alcaraván en el camino. No se podrá borrar, tampoco, del alma, el terrible desconcierto que produjo en quienes cruzaron unas cuantas palabras con aquella mujer, saber que ya no existía. Que la había silenciado para siempre la justicia implacable de algún comandante. Queda también grabada la confusión espiritual, que nos produjo comprobar que unos seres que nos habían comunicado lo hermoso de su ruda espiritualidad en el rito del caballo maniatado y en la cotidianidad de un café o de una sabana; que en ellos pervive aun el afán cultural de eliminar un ser que nunca ha podido adaptarse a las instituciones coloniales o republicanas del antiguo y del viejo Llano. Hoy día, por viejas y nuevas razones, el indígena sikuane no debe compartir, según esta concepción, la llanura con el llanero.

Estos hechos, el canto del alcaraván en el camino sabanero y en el arpa y el cuatro; el galope del caballo en la sabana repetido por los bailadores en las tarimas de Villavicencio o, pata al suelo, en una velada con mamona asada en plena llanura; la insaciabilidad del apetito territorial, custodiada por bandas armadas, de los neolatifundistas y el despótico asesinato de una mujer posiblemente ladrona; el emponzoñamiento de los caños y ríos por los residuos de los arrozales y por los desechos de los pueblos y ciudades; la terquedad de una agricultura veguera que armoniza con la naturaleza; el sencillo cerdo sabanero; la incomprensible actitud, para la civilización occidental del indígena sikuane, que hoy día se atreve a vivir de la oferta ambiental y que le suma a la oferta de la naturaleza, la de las instituciones coloniales y repu-

blicanas; el olor a pantano del pantano y el olor a morichal del morichal, el inverosímil vuelo del garzón soldado.

Estos hechos, decíamos, hacen más urgente lo que nosotros emprendimos con este viaje. La solitaria gota de agua que pueden significar en la inmensidad de la sabana estos textos. Pero, sobre todo, la forma como nos ha trasformado, como nos trasformó, la expedición que estamos relatando y la posible capacidad que nos brinda para dialogar más intensamente con nuestro Llano, con nuestra Orinoquia.

Jaime Forero Álvarez

Autores

Equipo básico de la Maestría en Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios:

Elcy Corrales Roa	Directora
Enrique Murgueitio R.	Coordinador del área pecuaria
Jaime Forero Álvarez	Coordinador del área socio-económica
Claudia Durana R.	Coordinadora del área ambiental
Eugenio Cifuentes	Coordinador del área agrícola

Ponentes:

Julián David Chará	CIPAV
Pedro Botero	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
Luis Germán Naranjo	Departamento de Biología - Universidad del Valle
José Alfredo Arias	IALL, Unillanos
Jairo Ruiz	Unillanos
Rodrigo Murgueitio	Red Nacional de Reservas Privadas
Melecio Montaña	Folclorista llanero
Abelardo Prada Matiz	Ingeniero Químico Ph.D., profesor Unillanos
Juan Carlos Martínez	Corfovi, Villavicencio. PRG
Diego Miguel Garcés	Biólogo
Guillermo Rudas	Universidad Javeriana

Estudiantes:

Silvia María Amaya Pedraza
Óscar Julián Arroyave Sierra

Miguel Julián Barriga Reyes
Ricardo León Cárdenas Varón
Ana Claudia Espinosa Velasco
Arturo Leonel Gálvez Cerón
María Elena Gómez Zuluaga
María Fernanda Jaramillo Botero
Enrique José Molina Durán
Gonzalo Palomino Ortiz
Jaime Guillermo Paz Solano
Gloria Ximena Pedraza Ordóñez
Lourdes María Peñuela Recio
Juan Carlos Rengifo Arboleda
Luis Hernando Solarte Pabón
Gustavo Alonso Suárez Rendón
Gladys Tamayo Enciso
Carlos Alberto Valencia González
Alonso Velásquez Bedoya

Profesores invitados:

Mario Mejía Gutiérrez
Fernando Lalinde
Eric Owen
Julián Chará
Álvaro Ocampo

Asesoría en fauna, flora e imágenes:

John Madrid

Editores:

Jaime Forero Álvarez
Claudia Durana Rimgaila

Asistentes de edición:

Janeth Torres Malaver
Lourdes Peñuela R.
Álvaro Ocampo D.

Agradecimientos:

Coordinadores de la travesía
Álvaro Ocampo Durán
Lourdes Peñuela Recio

Fundación Yamato:
Señor BunshiroTakemoto
Señor Yaichi Yiumonyi
Mario Mejía M. y demás
profesionales y trabajadores.

Hato La Lorena:
Don Roberto Navarrete

Corpes Orinoquia

Contenido

Introducción, *Leonel Pérez Bareño* 19

PRIMERA PARTE (Seminario)
El agua, recurso estratégico para el desarrollo sostenible en la Orinoquia

Uso del recurso hídrico en el mundo y perspectivas para su manejo sostenible. *Julián David Chará Orozco* . . 25

Los habitantes de las aguas. *Diego Miguel Garcés* 47

Humedales en Colombia, ecosistemas amenazados. *Luis Germán Naranjo* 65

Avifauna acuática residente y migratoria en Colombia. *Luis Germán Naranjo* 85

El comienzo. *Luis Germán Naranjo* 99

Sobre la dinámica bioecológica de las fluctuaciones hidrológicas de la Orinoquia. *José Alfredo Arias Castellanos* 103

Apuntes de historia llanera. *Jairo Ruiz* 113

Uso y abuso del agua: aspectos legales. *Rodrigo Murgueitio* 129

La influencia del agua en el folclor. *Melecio Montaña* 151

Uso del agua e incentivos económicos para la conservación de cuencas hidrográficas.
Guillermo Rudas Lleras 163

La razón de ser del Instituto de la Orinoquia.
Abelardo Prada Matiz 195

Gestión comunitaria en la cuenca del río Guatiquía.
Juan Carlos Martínez 205

SEGUNDA PARTE (La travesía)

Ecosistemas acuáticos y calidad de agua.
Fernando Lalinde, Ricardo Cárdenas, Silvia Amaya, Lourdes Peñuela, Gloria Pedraza, Luis Solarte 215

Pesca y acuicultura en el Orinoco colombiano.
Julián David Chará Orozco, Óscar Julián Arroyave, Ana Claudia Espinosa, Arturo Gálvez, Gustavo Suárez . . 237

Interrelaciones ecosistémicas y socioeconómicas de los sistemas de producción de la Orinoquia.
Jaime Forero, Enrique Murgueitio, Claudia Durana, Miguel Barriga, Carlos Valencia, María Elena Gómez, Eugenio Cifuentes, Alonso Velásquez, Juan Carlos Rengifo, María Fernanda Jaramillo, Enrique José Molina, Gladys Tamayo, Jaime Paz, Gonzálo Palomino 261

Cultivos perennes y semiperennes para la altillanura colombiana. *Eric. J. Owen* 299

La intolerancia cultural, un obstáculo para la construcción del desarrollo sostenible en la Orinoquia. *María Fernanda Jaramillo* 311

Conclusiones.
Enrique Murgueitio R., Elcy Corrales Roa, Claudia Durana Rimgaila 321

Introducción

Cuando se hace una lectura de la Orinoquia desde el punto de vista del recurso agua, se evidencia su importancia histórica como: medio de trasporte, permitiendo la comunicación de los diferentes asentamientos humanos entre sí, ofreciendo una salida internacional a los productos regionales y nacionales y una entrada a los productos externos; medio de producción de comunidades campesinas e indígenas, soporte de la agricultura industrial; y como ecosistema que funciona basado en este recurso.

Por ello, abordar esta temática es una necesidad regional, a fin de entender su importancia vital para la región, se tomen las determinaciones requeridas para su protección y recuperación en donde sea necesario y, en consecuencia, la región se apropie de las potencialidades existentes para su desarrollo social, económico y productivo.

Este libro asume el tema del agua como recurso estratégico para el desarrollo sostenible en la Orinoquia en dos partes. La primera recoge las ponencias del seminario realizado sobre el tema, incluyendo una visión mundial del recurso hídrico y las perspectivas para su manejo sostenible, los humedades y su importancia ecosistemática, la avifauna y otros habitantes de las aguas, la dinámica bioecológica, a partir de las fluctuaciones hidrológicas de la región, y otros elementos que permiten tener una visión integral sobre el agua, tales como su importancia en la historia regional, su influencia en el folclor llanero, la gestión

comunitaria para su conservación y el uso de incentivos económicos para conservar las cuencas hidrográficas, determinantes para su futuro.

La segunda parte presenta los resultados de un interesante trabajo colectivo investigativo, de carácter interdisciplinario, que mediante una travesía realizada desde Puerto López, Meta, hasta el caserío de La Hermosa, en el Casanare, por río Meta, trabajó el tema del agua en la Orinoquia desde tres enfoques: ecosistemas acuáticos y calidad del agua, pesca y acuicultura en el Orinoco e interrelaciones ecosistémicas y socioeconómicas de los sistemas de producción en la región.

Este trabajo es un aporte muy valioso, no sólo por el carácter integral del trabajo investigativo, sino por el análisis que se realiza del recurso agua y la invitación a revisar la manera como se ha dado la apropiación de este recurso estratégico en la Orinoquia, precisando nuevos derroteros que permitan lograr la armonía entre la sociedad y la naturaleza.

Leonel Pérez Bareño
Director Corpes Orinoquia

PRIMERA PARTE
(Seminario)

El agua, recurso estratégico para el desarrollo sostenible en la Orinoquia

Quedan ustedes invitados a unirse a esta aventura, para regalarle al futuro el olor del estero, el inverosímil vuelo del garzón soldado y el susurro del viento en los morichales.

Foto: Enrique Murgueitio R.

Uso del recurso hídrico en el mundo y perspectivas para su manejo sostenible

Julián David Chará Orozco[1]

Introducción

Aunque las tres cuartas partes de nuestro planeta están cubiertas por agua, sólo una pequeña porción de la misma está disponible como agua dulce líquida superficial, la cual, sin embargo, es suficiente para dar soporte a la vida en los continentes y para sustentar las actividades humanas.

El constante aumento de la población ha hecho que se incremente también la cantidad de agua que es retirada de los cauces para agricultura, industria y consumo humano.

Debido a que el agua siempre ha sido considerada un recurso libre e ilimitado, y al alto nivel de subsidio que se mantiene al suministrarla a los principales usuarios, una ineficiencia en

1. MVZ, Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios. MSC en Agricultura, Área de Acuicultura y Reciclaje, Fundación CIPAV, Cali.

su uso es evidente. Esto conlleva no sólo a una demanda creciente del líquido, sino también a un mayor deterioro. Se empiezan a presentar, por consiguiente, conflictos entre los diferentes usuarios y aun entre países en algunas regiones del mundo.

Resulta, entonces, urgente establecer estrategias tendientes a proteger las áreas de captación, reducir el uso irracional y controlar su deterioro por parte de los principales usuarios.

Disponibilidad de agua en el mundo

El agua cubre cerca de tres cuartas partes de la Tierra, con una cantidad que se calcula en aproximadamente 1 400 millones de kilómetros cúbicos.

Sin embargo, aproximadamente el 97,4% de ella se encuentra como agua salada en los océanos y no puede ser usada sin un tratamiento costoso. Del 2,59% restante, dos terceras partes se encuentran en forma de hielo y glaciales y sólo 0,014% se encuentra como agua dulce superficial (Abbas, 1983; World Resource Institute, WRI, 1988).

A pesar de parecer una porción pequeña, el agua dulce superficial y subterránea total (8.500.000 km^3) es suficiente para soportar las formas de vida sobre la Tierra.

El agua dulce es un recurso vital para la agricultura, trasporte y otras incontables actividades humanas; desempeña un papel importante en modelar la superficie de la Tierra, moderar el clima y diluir los contaminantes (Tyler, 1994).

El generoso suplemento del agua que la naturaleza pone a nuestra disposición es continuamente colectada, purificada y distribuida en el ciclo hidrológico.

A través de este ciclo se hace disponible por evaporación el agua de los océanos, se generan la lluvia, el flujo de las aguas superficiales en ríos y otros ambientes y se recargan los acuíferos.

Tabla 1. Distribución del agua en el mundo	
Agua total en el mundo	1 385 984 610 km^3
En océanos	97,41%
Agua dulce	2,59%
En hielo y glaciales	1,98%
Agua subterránea	0,592%
Agua superficial	0,014%
Lagos	0,007%
Humedad en el suelo	0,005%
Vapor de agua atmosférico	0,001%
Ríos	0,0001%
Biota	0,0001%
Fuente: Speidel & Agnew, 1988	

Nota: la suma de porcentajes de los componentes del agua superficial no da 0,014% como era de esperarse. Esta discrepancia aparece en las fuentes consultadas.

Como se observa en la tabla 2, de los 110.000 km^3 de lluvia anual en el mundo, sólo 14.000 son disponibles para las actividades humanas. Esta disponibilidad es considerada relativa, pues también es necesaria para mantener el ambiente y la vida salvaje en equilibrio, y para funciones no consuntivas[2] como el trasporte y la dilución de contaminantes. Por ejemplo, 6.000 km^3 son necesarios para disolver y trasportar los 450 km^3 de aguas servidas que se generan anualmente en el mundo. Además, al menos 5.000 km^3 de los 14 000 disponibles, caen en zonas inhabitadas del mundo y no es factible emplearlas en algún uso humano.

2. *Consumptive* en inglés.

Tabla 2. Precipitación anual y distribución de aguas en el ciclo hidrológico	
Lluvia anual	110.000 km^3
Evaporación antes del océano	70.000 km^3
Agua disponible aparente	40.000 km^3
Aguas de inundación o exceso	26.000 km^3
Disponible relativa	14.000 km^3
Fuente: Haylor, 1994.	

Historia del uso del agua

Los usos del agua por el ser humano evolucionaron desde bebida y aseo, pesca, agricultura (irrigación y ganado), navegación para trasporte de bienes, producción industrial, enfriamiento de plantas termoeléctricas y nucleares, generación hidroeléctrica y actividades recreacionales como baño y pesca (Chapman, 1992).

El uso de ruedas de agua para elevar el líquido para riego data de al menos 3 000 años. Igualmente, antiguas son las obras como diques para la protección de inundaciones en China, las represas y otros sistemas de almacenamiento de agua (Abbas, 1983).

Paralela a estos usos, el agua ha sido considerada desde tiempos remotos como el medio ideal para limpiar, dispersar, trasportar y disponer de desechos (industriales, agropecuarios, domésticos, drenaje de minas, residuos de irrigación, etcétera).

El consumo de agua en actividades humanas ha ido creciendo de manera acelerada desde la revolución industrial. El aumento poblacional y la expansión concomitante de la agricultura y la industria han causado un incremento constante de la demanda del recurso hídrico a nivel mundial: de acuerdo con un estimado, la demanda de agua dulce se ha incrementado en cinco veces durante los últimos 40 años (UNEP, 1993).

Otro estimado considera que la demanda ha aumentado más de tres veces desde 1950 y en la actualidad se encuentra en 4.530 km^3/año, 8 veces el flujo anual del río Misisippi (Postel, 1993).

La creciente demanda de agua había venido siendo satisfecha con un número creciente de proyectos cada vez más grandes. Es así como se han construido más de 36 000 grandes represas en todo el mundo para controlar inundaciones, proveer hidroelectricidad, fuerza, irrigación, fuentes para la industria y agua potable para la creciente población y economía.

Esta tendencia ha disminuido debido a la alta tasa de proyectos poco exitosos, más costosos por metro cúbico (provisto y previsto) con severos efectos ambientales; en la década del 80, la tasa de construcción fue sólo del 50% de la tasa de los anteriores 25 años (170/año *vs.* 360/año entre 1951 y 1977). De otra parte, en Norteamérica, Australia y Europa occidental quedan muy pocos sitios adecuados para la construcción de una presa.

Escasez de agua

La sociedad moderna ha tomado el recurso hídrico como algo que debe usarse y no como un sistema de soporte de la vida. Se debe tener en cuenta que, aunque se considere un recurso infinito y renovable, el agua puede agotarse. El ciclo hidrológico pone siempre la misma cantidad de agua disponible por sitio y por año; por tanto, si la población crece, la cantidad de agua per cápita cae proporcionalmente.

En la actualidad existen regiones y países con escasez del recurso hídrico. En general, los hidrólogos consideran que un país tiene problemas de escasez de agua, cuando la cantidad disponible es 1.000 a 2.000 m^3 por persona al año. Cuando la cantidad disminuye de 1.000 m^3 por año (2.739 l/día) empiezan a presentarse problemas serios de producción de alimentos, desarrollo económico y protección de los ecosistemas naturales (Postel, 1993).

En 1993, 26 países (con 232 millones de personas) se consideraban con problemas de escasez de agua.

En la tabla 3 se presentan los países con una cantidad renovable de menos de 300 m^3 por persona año. Como se puede ver, África afronta los mayores problemas: la población afectada en este continente llegará a 400 millones de habitantes (37% de la población) en el año 2010. La situación en Oriente Medio es igualmente preocupante, pues 9 de los 14 países afrontan problemas, y debido a su situación política se pueden generar disputas en el mediano plazo (Postel, 1993).

Tabla 3.
Países con escasez de agua en 1992, con proyecciones para el año 2010

REGIÓN/PAÍS	Cantidad de agua renovable por persona (m^3)		
	1992	2010	Cambio (%)
ÁFRICA			
Cabo Verde	500	290	-42
Egipto	30	20	-33
Libia	160	100	-38
Mauritania	190	110	-42
ORIENTE MEDIO			
Bahrein	0	0	0
Israel	330	250	-24
Jordania	190	110	-42
Kuwait	0	0	0
Qatar	40	30	-25
Arabia Saudita	140	70	-50
Emiratos Árabes Unidos	120	60	-50
Yemén	240	130	-46
OTROS			
Barbados	170	170	0
Malta	80	80	0
Singapur	210	190	-10

Fuente: Adaptado de World Resources Institute ,1992.
Países con una cantidad renovable por persona de menos de 300 m^3 por año. No incluye el agua que fluye de países vecinos.

En aguas subterráneas, su uso a tasas más elevadas que las de reposición causa obviamente disminución de los niveles.

Esto las hace más costosas, con mayor salinidad, tornándose a la postre difícil explotarlas de manera económica hasta llegar al punto en que sencillamente no se pueden usar por no disponerse suficiente cantidad para hacerlo.

El sobreuso del agua subterránea es ahora un problema común en países como India, México, Tailandia, así como en el oeste de Estados Unidos, el norte de África, Oriente Medio y algunas regiones de la China.

Merecen especial atención los llamados *acuíferos fósiles* que han almacenado aguas por cientos de miles de años y que reciben muy poca recarga. Los países que basan su provisión en estos acuíferos presentarán problemas en un futuro cercano. Arabia Saudita, por ejemplo, toma el 75% de sus necesidades de agua de este tipo de depósitos. Igual tipo de problema se presenta en Libia y Texas (Postel, 1993; Tyler, 1994).

Principales usuarios del agua

Los usos del agua pueden calificarse en consuntivos y no consuntivos. Dentro del primer grupo se incluyen las actividades que toman el agua de los ríos, lagos o depósitos subterráneos y no la devuelven o la devuelven en menor cantidad o muy deteriorada.

El principal de este tipo de usuarios es la irrigación de tierras agrícolas, pero también se puede incluir el agua potable y algunos usos industriales.

El uso no consuntivo lo ejemplifica la generación hidroeléctrica que devuelve el agua inmediatamente al cauce. Este tipo de uso, aunque no afecta la cantidad, puede afectar la calidad o el potencial biótico al modificar el ambiente físico y poner barreras para el flujo de las especies o la navegación.

Desde un punto de vista menos antropocéntrico, sin lugar a dudas, el principal usuario del agua es la naturaleza. El agua es

vital para el normal funcionamiento de los ecosistemas y es, por supuesto, condición necesaria para la existencia de los llamados ambientes acuáticos. Desde esta perspectiva, el incremento en la demanda de agua para suplir las necesidades humanas significa menos agua para sostener los ecosistemas. No deja de ser preocupante, entonces, que en el momento de establecer las prioridades de desarrollo económico se haya dejado a un lado la necesidad de mantener el equilibrio del ambiente.

El represamiento de los ríos, el desvío de los cauces a otras cuencas para proyectos de generación eléctrica, irrigación o agua potable, la desecación de humedales para incrementar el área de cultivos y la contaminación de las fuentes hídricas, son demostraciones de que los derechos privados y las necesidades inmediatas prevalecen sobre los derechos públicos y la necesidad de preservar el ambiente para las generaciones futuras. En este caso, como en muchos, proteger los ambientes acuáticos es un lujo que puede dejarse a un lado, a favor de las metas económicas.

Uso agrícola

La agricultura, a través de los proyectos de irrigación es el mayor usuario del agua en el mundo. Se calcula que existen unos 270 millones de hectáreas irrigadas que consumen entre el 65% y el 72% del agua que se extrae de ríos, lagos o pozos (World Resources Institute, WRI, 1988; Haylord, 1994).

Debido al constante incremento de la población mundial y la consecuente necesidad de aumentar la producción de alimentos, una de las principales estrategias planteadas en el mundo ha sido el incremento en el área agrícola irrigada.

Es así como según estimaciones del Banco Mundial, entre los años 1950 y 1985, la superficie bajo riego se incrementó aproximadamente en el 293%, con los mayores índices en países como China, India y otros del sur y sureste de Asia (World Bank, 1982).

En términos de *mejoramiento de la producción agrícola,* se considera que entre el 50% y el 60% del incremento en la producción

viene de nuevas tierras irrigadas (Barrow, 1987), y un reporte de la FAO (1993) considera que el 80% del alimento adicional durante los próximos 30 años depende de la irrigación de nuevas áreas.

Sin embargo, aunque a primera vista es una propuesta apenas razonable, es necesario analizar ciertos aspectos en los que la irrigación debe ser revaluada para cumplir el objetivo de brindar más alimentos de manera eficiente y sostenible.

La mayoría de las nuevas áreas irrigadas en el mundo en las últimas décadas ha sido cubierta por grandes distritos de riego. Este tipo de proyectos ha sido criticado por su alto impacto en el ambiente al desviar de un solo cauce una gran cantidad de agua, o al construir presas que obstaculizan la libre circulación de especies ícticas. Igualmente, el desplazamiento de cultivos, poblaciones y la generación de procesos de colonización y desforestación de las áreas circundantes, han sido anotados como efectos negativos de los grandes proyectos hídricos (o hidroeléctricos).

De otro lado, estos proyectos son generalmente construidos por el gobierno a un alto costo. Como los costos de construcción no son trasferidos al usuario y los de funcionamiento son subsidiados en un gran porcentaje, se estimula el uso ineficiente del recurso. En este sentido, Postel (1993) afirma que, a mediados de la década del 80, el pago del servicio no representaba más del 15% del valor real en México ni del 4% en Estados Unidos.

Se calcula, por ejemplo, que el 80% del gasto público en la agricultura de México corresponde a proyectos de irrigación. En China, Indonesia y Pakistán, este rubro puede ascender al 50%. De igual manera, el 30% de los préstamos para agricultura del Banco Mundial han sido destinados a este tipo de proyectos (FAO, 1993).

Por otra parte, se considera que los sistemas de irrigación usados son muy ineficientes. De acuerdo con el WRI (1988) y Tyler (1994), sólo entre el 37% y el 40% del agua extraída de los sistemas hídricos contribuye al crecimiento de los cultivos, pues el porcentaje restante se pierde por evaporación, percolación o sobreirrigación.

Esto es debido, entre otros factores, a que los sistemas prevalentes empleados actualmente (por gravedad o aspersión), tienen una eficiencia de sólo 50% a 70%. Aunque existen sistemas más eficientes como la microirrigación por goteo, cuya eficiencia puede alcanzar el 95%, su instalación es poco estimulada por el bajo costo del agua para riego.

Parte del agua que no alcanza los cultivos causa además problemas de salinización de suelos, lo cual está afectando el 25% de las áreas irrigadas en países en desarrollo (FAO, 1993).

Uso industrial

La producción industrial consume, según Postel (1993), el 25% del agua en el mundo. El consumo oscila entre 50% y 80% del agua en los países desarrollados en contraste con sólo 10% a 30% en países en desarrollo. Estas cifras incluyen parte del agua necesaria para generar electricidad para el funcionamiento de las factorías. En Estados Unidos, por ejemplo, se consume el 11% directamente por la industria, pero además el 38% es usado en el enfriamiento de plantas generadoras de electricidad. En China, en cambio, sólo se usa el 7% del agua en la industria y el porcentaje usado en el enfriamiento de centrales eléctricas es mínimo (WRI, 1988).

En contraste con los usos agrícolas, el agua en la industria no es *consumida*: la mayoría es usada para enfriamiento, procesos de trasformación y otras actividades que pueden calentarla o contaminarla, de forma tal que el agua residual puede ser reciclada (Postel, 1993). Como ejemplos de consumo de agua, se calcula que se requieren 380.000 litros para producir un automóvil y 7.600 litros para producir un kilo de aluminio.

En la industria, ha sido más efectivo el control de la contaminación del agua a través de leyes en países desarrollados que en los países del Tercer Mundo. La vía más efectiva de descontaminación ha consistido en reciclar el agua para tener que tratarla en cantidades menores, reduciendo consecuentemente la

cantidad de agua consumida. Los procesos de manufactura pueden usar agua reciclada o ser rediseñados para ahorrarla.

Japón e Israel lideran en el mundo la conservación y el reciclaje de agua en la industria. Por ejemplo, una fábrica de papel en Hadera (Israel) requiere el 10% del agua que necesitan la mayoría de las fábricas de papel en el mundo. De otro lado, producir aluminio con agua reciclada, en lugar de hacerlo con agua nueva, puede reducir las necesidades del líquido en el 97% (Tyler, 1994).

Infortunadamente, ésta no es un práctica corriente en países en desarrollo, donde no se cobra apropiadamente el servicio de agua y de descontaminación de las aguas servidas ni se refuerzan adecuadamente las regulaciones para el control de la contaminación (Postel, 1993).

Dando los incentivos apropiados –entre ellos el cobro del costo real del servicio–, industrias de muchos tipos han demostrado que pueden reducir sus necesidades de agua entre el 40% y el 90% con tecnologías y prácticas disponibles.

Cerrar el ciclo del agua en la industria reutilizando las aguas no sólo es técnicamente posible, sino que tiene cada vez más sentido económico y ambiental.

Consumo humano

El consumo doméstico, así como el de oficinas, locales comerciales y en general del sector servicios, da cuenta del 8% del agua que se extrae de los cauces en el mundo, proporción que se ubica entre el 13% y el 16% en los países industrializados.

A pesar de ser un porcentaje relativamente bajo, su provisión no es tan fácil debido a que la demanda se encuentra concentrada en áreas pequeñas, en muchos casos creciendo rápidamente. Este hecho ha creado la necesidad de buscar agua en puntos cada vez más distantes de algunas de las grandes urbes.

Los reservorios, canales, estaciones de bombeo, tubos, alcantarillados y plantas de tratamiento que constituyen una red mo-

derna de provisión de agua y tratamiento de desechos, es hoy muy costosa. Además, exigen cantidades apreciables de energía y químicos que colaboran en la contaminación y los costos. Por estas razones, no son pocas las ciudades que tienen problemas en proveer adecuada cantidad de agua a sus habitantes, especialmente los de bajos estratos socioeconómicos.

Un rasgo común de los sistemas de provisión de agua potable es que tratan de proveer toda el agua que los usuarios desean consumir. Por fortuna, en algunos países empiezan a emprenderse campañas con miras a reducir el consumo y desperdicio. Esta estrategia puede retrasar por muchos años la necesidad de construcción de nueva infraestructura de almacenamiento y abastecimiento.

Esta vía, que es más segura, protege el ambiente y ahorra tiempo y dinero; debe desarrollarse a través de un paquete de incentivos económicos, regulaciones, disponibilidad de tecnologías apropiadas y concientización del público.

Otro factor que genera grandes desperdicios en muchas ciudades son las filtraciones y conexiones clandestinas de las redes de distribución viejas que se encuentran deterioradas. Se calcula que estos factores generan pérdidas (o *desvíos*) hasta del 50% del agua potable en ciudades como México, El Cairo, Yakarta, Lagos y Lima.

Usos no consuntivos

Como se anotó, existen algunas actividades mediante las cuales se realiza un uso del agua sin afectar marcadamente su cantidad o sin retirarla de su cauce. El principal de este tipo de usos es la generación hidroeléctrica mencionada.

Otro uso no consuntivo de mucha importancia lo constituye la dilución y el trasporte de contaminantes. Este uso, aunque no afecta la cantidad del recurso, es el que más deterioro le causa a su calidad. Es así como, debido a la excesiva carga de material orgánico o a la adición de sustancias tóxicas, se ha llevado a la *muerte* a innumerables cuerpos de agua en el mundo.

Otros ejemplos de este tipo de usos son el trasporte fluvial o marítimo, la pesca y las actividades recreativas.

Deterioro del recurso hídrico

La contaminación del agua puede resultar de fuentes puntuales y difusas. Aunque no existe un claro límite entre ellas, para efectos prácticos se considera una fuente puntual la que puede ser colectada, tratada y controlada.

Fuentes puntuales

La disposición de aguas de desecho no tratadas o tratadas inadecuadamente son aún la mayor causa de contaminación del agua en el mundo. De las fuentes puntuales, los principales generadores de esas aguas son las concentraciones urbanas, las industrias y, en menor grado, las actividades mineras. También son fuentes puntuales de alguna importancia, ciertas actividades agropecuarias como el procesamiento de cosechas, los establos y porquerizas.

Fuentes difusas

Generalmente, este tipo de contaminación afecta al agua a través de la atmósfera o de la escorrentía. Algunas de las fuentes antropogénicas más importantes que afectan el agua por la vía atmosférica son:

- Uso de combustibles fósiles para la generación de energía.
- Uso de combustibles fósiles para automóviles y otras formas de trasporte.
- Uso de combustibles fósiles para la calefacción de hogares en climas fríos y procesos industriales.
- Fundición de metales.

- Partículas de suelo elevadas por el viento en regiones agrícolas áridas.
- Volatilización de químicos utilizados en la agricultura, disposición de desechos y liberación de residuos de regiones previamente contaminadas.

Además, hay contaminantes orgánicos e inorgánicos que afectan a nivel global.

En cuanto a las fuentes difusas no atmosféricas, la mayor fuente de contaminación en el mundo es la agricultura; su efecto es debido principalmente al aporte de sedimentos, nutrientes y plaguicidas.

El gran aporte de sedimentos es causado por el desarrollo de actividades agrícolas y el establecimiento de potreros en terrenos con otro tipo de vocación. Además, la labranza inadecuada y excesiva de los suelos genera también niveles altos de erosión.

En cuanto a los nutrientes, aunque las principales fuentes antropogénicas son los fertilizantes, también representan aportes importantes el estiércol animal, los lodos de desecho de plantas de tratamiento y los pozos sépticos. En zonas de agricultura intensiva, la adición de agroquímicos puede afectar severamente los organismos vivientes en el agua. Se considera, por ejemplo, que el 80% de los acuíferos de Estados Unidos están contaminados por plaguicidas.

La escorrentía de las ciudades es también preocupante por las sustancias que arrastra: emisiones del tráfico, materiales de construcción, basuras, residuos orgánicos y deposición atmosférica. Las sustancias que más causan efectos son ácido sulfúrico y nítrico, cobre, cinc, vanadio, hidrocarburos, fosfatos, asbestos, cloruros, plomo, cromatos, complejos de cianuro, basura sin tratar. Estas fuentes pueden representar el 80% y el 85% de la contaminación por metales pesados.

Otras fuentes difusas de contaminación la constituyen la construcción de carreteras y represas, los rellenos sanitarios y los desechos de navegación y minería de aguas abiertas.

Estrategias para un manejo sostenible

El establecimiento de un manejo racional y sostenible del agua en el mundo requiere un cambio en la concepción que se tiene del recurso, y en las políticas y legislación que gobiernan y regulan su uso. Dentro de las estrategias que se planteen debe estar siempre implícito que el agua es un recurso finito, que proveerla tiene grandes costos (incluyendo los ambientales) y que todos los usuarios deben contribuir para su mejor uso.

Debemos aprender a vivir en balance con el agua que tenemos. La conservación, el reciclaje y la reutilización pueden generar más agua para compartir con el ambiente. La trasición y la rapidez con que se haga son de vital importancia.

Si las entidades gubernamentales disminuyen o eliminan los subsidios y cobran el costo real, se habrá dado un paso importante para generar más conciencia sobre el verdadero valor del agua.

En cuanto a la provisión del recurso para diversos fines, es importante continuar disminuyendo la construcción de grandes presas. Ha sido demostrado que las pequeñas represas representan una alternativa que disminuye el impacto ambiental, son menos vulnerables a condiciones ambientales, reducen los costos de interconexión y distribución y pueden servir a regiones alejadas.

Un buen ejemplo de esto se encuentra en la China, donde 89 000 plantas suplen el 40% de la energía de las áreas rurales del país; además de haber contribuido a que la China tenga la mayor producción de peces de agua dulce en el mundo.

A nivel agrícola

Como la agricultura es el mayor usuario del agua, y el menos eficiente, es el sector que más cambios necesita. Se estima que una reducción del 10% del agua requerida para irrigación podría doblar la cantidad de agua disponible para consumo humano.

Una adecuada planeación territorial para proteger áreas críticas del ecosistema que ayuden a la regulación del ciclo hidrológico es el primer paso que se debe dar para asegurar la estabilidad de la oferta. La deforestación para el establecimiento de cultivos contribuye a causar inundaciones, pérdida en la recarga de acuíferos, erosión y sedimentación de ríos y humedales.

En los cultivos, medidas como el terraceo, uso de cobertura en los suelos, suspensión de las quemas, la agroforestería y las barreras vivas, no sólo ayudan a conservar el suelo y el agua sino que pueden incrementar la producción de zonas degradadas.

El cambio a sistemas de riego más eficientes como la microirrigación por goteo, puede también ser estimulada si el costo al que se cobra el servicio de suministro de agua se acerca más al costo real. Es, además, de mucha importancia remplazar los grandes proyectos de irrigación por microproyectos que tienen menos costos económicos y ambientales.

La ganadería extensiva debe reducir su impacto mediante la reforestación de los potreros pasando a una estrategia de silvopastoreo. De igual manera, es importante el manejo adecuado de humedales, adaptando las tecnologías para aprovechar sus ventajas y riquezas en lugar de desecarlos.

La implementación de prácticas integradas de producción-descontaminación es otra estrategia que puede contribuir no sólo a disminuir la demanda de agua, sino también a reducir su deterioro al evitar que los contaminantes vayan a las fuentes naturales. Entre estas estrategias se encuentra el riego con aguas servidas, el cual alcanza aproximadamente 500 000 hectáreas en 15 países. En Israel se usa el 70% de las aguas servidas en la irrigación de áreas agrícolas. Otra buena demostración de esta alternativa la representa el tratamiento de aguas con producción acuícola-agrícola, como en el caso de la ciudad de Calcuta en la India, donde las aguas servidas urbanas son manejadas por medio de 12 000 ha. de estanques y cultivos ubicados en los humedales al este de la ciudad (Ghosh, 1992).

A nivel de explotaciones agropecuarias, la integración con la acuicultura en sistemas que incluyan biodigestores, plantas

acuáticas y peces puede ayudar no sólo a reducir la demanda de agua y la contaminación, sino también a generar beneficios económicos.

A nivel industrial

Como se anotó, con las tecnologías actualmente disponibles y unos estímulos adecuados, puede lograrse una reducción importante en la cantidad de agua usada y en la contaminación causada por la industria.

Las técnicas que permiten una reutilización del agua no sólo disminuyen la demanda sino que evitan que se viertan continuamente al ambiente aguas contaminadas. Es importante, además, estimular los métodos de producción más eficientes y el tratamiento adecuado de los residuos.

Todas estas estrategias requieren un adecuado control por parte de las autoridades, control que infortunadamente no es adecuado en la mayoría de los países en desarrollo.

A nivel urbano

Es importante, en las ciudades, establecer una cultura del ahorro de agua. Esto debe promoverse principalmente a través de una adecuada educación que genere conciencia sobre el valor del recurso. Como complemento, es importante el establecimiento masivo de implementos sanitarios de bajo consumo.

Al ser las aguas servidas urbanas la fuente de contaminación no difusa más importante en el mundo, deben establecerse sistemas de tratamiento adecuado de esos residuales. Es importante, sin embargo, enfatizar en que los sistemas de tratamiento implementados consideren el aprovechamiento de la energía contenida en los *contaminantes* a través de la generación de biogás y productos agrícolas y acuícolas.

Referencias bibliográficas

ABBAS, B. M. (1983). *River Basin Development: Keynote Address*. pp 3-13 *In*: Biswas, A. K., Khan, A. H. & Nishat, A. 1983. *River Basin Development. Proceedings of the National Symposium on River Basin Development*. 4-10 Dec 1981, Dacca, Bangladesh. Tycooly International Publishing Ltd. Dublin.

BARROW (1987). *Water Resources and Agricultural Development in the Tropics*. Longman Scientific & Technical, John Wiley and Sons. New York.

CHAPMAN, D. (1992). *Water Quality Assessment; A guide to the Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring*. UNESCO/WHO/UNEP. Champman & Hall, London. 585 p.

FAO (1993). *The State of Food and Agriculture 1993*. FAO Agricultural series No 26 Roma 306 p.

GHOSH, D. (1992). *Wastewater-fed Aquaculture in Wetlands of Calcutta -an overview-*, pp. 44-56. *In*: P. Edwards and RSV Pullin (eds). *Wastewater Fed Aquaculture. Proceedings of the International Seminar in Wastewater Reclamation and Reuse for Aquaculture*. Calcutta, India, 6-9 Dec 1988, 296 p. Environmental Sanitation Information Center, AIT, Thailand.

HAYLORD, G. (1994). *Fish Production from Engineered Water Systems in Developing Countries*. pp. 1-103. *In*: Muir J. F. & Roberts R. *Recent Advances in Aquaculture V*. Institute of Aquaculture, University of Stirling. Blackwell Science. Oxford.

POSTEL, S. (1993). *Facing Water Scarcity*. pp. 22-41. *In*: State of the World 1993. A Worldwatch Institute Report on Progress Toward a Sustainable Society. W-W Norton & Company New York. 268 p.

SPEIDEL, D. H. & AGNEW, A. F. (1988). *"The World Water Budget"*. *In*: Speidel, D., Ruedisili, L. & Agnew, F. (eds). *Perspectives on Water Uses and Abuses*. Oxford University Press, New York. p 28.

TYLER, G. (1994). *Sustaining the Earth: An Integrated Approach*. Wadsworth Publishing Company, Belmont. 360 p.

UNEP (1993). United Nations Environment Program. Environmental Data Report 1993-1994. *GEMS Monitoring and Assessment Research Centre*, London, U.K. Blackwell Publishers, Oxford. 408 p.

WORLD BANK (1982). *World Development Report 1982*. Oxford University Press. New York and Oxford.

WORLD RESOURCES INSTITUTE (1988). *An Assessment of the Resource Base that Support the Global Economy 1988-1989*. WRI-International Institute for Environment and Development. Basic Books. New York. 372 p.

———— (1992). *World Resources 1992-1993*. New York, Oxford University Press.

La avifauna llanera depende de los recursos
que ofrecen los habitat acuáticos de los Llanos

Foto: Enrique Murgueitio R.

Los habitantes de las aguas

Diego Miguel Garcés G.[1]

Una breve introducción de la fauna acuática llanera

... "La esplendidez y magnificencia de los Llanos, no puede comprenderse sino viéndolos. La pluma es impotente, las palabras y las frases son inadecuadas, y todas las descripciones demasiado pálidas para dar a conocer este inmenso territorio que semejante a un mar en calma se extiende hasta donde la vista no alcanza, y confunde sus límites con la bóveda azulada en el horizonte..."

Padre Juan Rivero, S.J., 1728

[1] Biólogo. Fotógrafo profesional.

I

Los llanos configuran un escenario inmenso, surcado por el Orinoco y sus afluentes, y dominando por la alternancia anual de dos estaciones: una extremadamente seca y otra de abundantes lluvias. Entre finales de noviembre y comienzos de abril, el sol brilla despiadadamente, la sequía avanza y se apodera del paisaje, y el nivel de los ríos, caños y esteros disminuye. A finales de abril se inicia la temporada de lluvias; se calma entonces la sed de la sabana, reverdecen las plantas, y los ríos, caños y esteros, incapaces de drenar el volumen de agua que les confían las lluvias, crecen e inundan vastas extensiones. Promediando noviembre cesan las lluvias y arrecia la sequía; el ciclo comienza de nuevo...

Aquella dramática estacionalidad determina los pulsos de la actividad biológica. En el período seco, las aguas quedan confinadas en áreas pequeñas y cauces profundos, separados entre sí por territorios polvorientos, parcialmente cubiertos de gramíneas y ciperáceas marchitas. La escasa circulación de las aguas mengua los volúmenes de oxígeno disuelto, la concentración de la actividad de la fauna, en los espejos de agua, aumenta la concentración de material en suspensión y por tanto la turbidez; la productividad primaria, en consecuencia, disminuye. Para sobrevivir a estas condiciones, algunos animales como las babas *(Caiman crocodylus)*, las ranas minadoras *(Elachistocleis ovale)* y las anacondas *(Eunectes murinus)*, se entierran en el lodo y bajan su metabolismo; otros, como las guabinas *(Hoplias malabaricus)*, los curitos *(Hoplostemum littorale)*, los corronchos *(Hypostomus plecostomus* y *Pterygoplichthys multiradiatus)* y las anguilas de ríos *(Synbranchus marmoratus)*, toman oxígeno atmosférico mediante adaptaciones especializadas, o entierran sus huevos en el fango de los fondos cuando bajan de las aguas, para que permanezcan a salvo durante todo el verano y eclosionen al comienzo de la próxima temporada de lluvias, como algunos peces anuales *(Cyprinidontiformes)* y las tortugas charapas *(Podocnemys)*. Para los chigüiros *(Hydrochaeris hydrochaeris)*, las viuditas *(Dendrocygna viudata)*, las corocoras *(Eeudocimus ruber)*, los alcaravanes *(Vanellus chilensis)*, la supervivencia depende de los ojos de agua que perseveran durante la sequía.

En el invierno, cuando los ríos se desbordan, inundan sus vegas y mojan las rodillas de los árboles ribereños, ocurre una fructificación masiva de cauchos *(Ficus sp.)*, pasionarias *(Passiflora spp.)* y moriches *(Mauritia flexuosa)*, cuya cosecha cae al agua y aprovechan las palometas *(Metynnis sp.)*. Al mismo tiempo, bajo las raíces de las boras *(Eichhomia, Salvinia, Pistia)* y de las gramíneas ribereñas *(Paspalum)*, proliferan las larvas acuáticas de infinidad de insectos (odonata, plecóptera, trichóptera, díptera, ephemeróptera y coleóptera) y los alevinos de pirañas *(Serrasalmus)* que se alimentan de ellas. Mientras tanto, los venados *(Odocoileus virginianus)*, los cachicamos *(Priodontes, Dassypus)*, las serpientes terrestres *(Bothrops, Crotalus, Micrurus)*, las perdices *(Colinus cristatus)*, se refugian en las altillanuras, a salvo de las inundaciones.

II

Las comunidades de peces de los arrecifes coralinos han sido citadas con frecuencia, como paradigmas de la alta diversidad específica (70 a 80 especies) de las regiones tropicales. Las comunidades de peces de los complejos sistemas fluviales de los Llanos (70 especies para el río Meta), mucho menos conocidas, ofrecen una diversidad de especies semejante.

La profusión de hábitat acuáticos de los Llanos (ríos, caños, esteros, charcas y canales permanentes –veraneros– y temporales), tanto como la abundante disponibilidad de recursos (diatomeas –*Cymbella, Synedera, Frustula, Nitzschia, Navicula*–, algas verdes –*Anabaena, Cosmarium, Lyngbya, Mougeopta, Oedogonium, Oscillatoria*–, plantas acuáticas –*Eichhomia, Montrichardia, Pistia, Paspalum*–, frutos que caen al agua –*Ficus, Mauritia*–, detritos que fragmenta la fuerza de los elementos y degradan bacterias y hongos, larvas acuáticas de insectos –odonata, plecóptera, trichóptera, díptera, ephemeróptera y coleóptera–, pequeños crustáceos –*Macrobrachium*–), han permitido a lo largo de una historia evolutiva larga y compleja, el desarrollo de una de las ictiofaunas más diversas de la Tierra.

En los fondos de los ríos, caños y esteros del Llano, en un ambiente que la luz no alcanza a penetrar, viven los peces cuchillo (gimnotiformes), que poseen órganos eléctricos para localización de obstáculos, alimento y comunicación inter e intraespecífica, y los bagres y peces gato (siluriformes), que han desarrollado barbillas maxilares y mentonianas cubiertas por numerosas papilas gustativas, que les permiten *probar* el entorno.

Las raíces que descubre la erosión de las riberas, tanto como el material aloctono (hojas y ramas) aportado por la vegetación leñosa que orilla ríos y caños, ofrece sustrato al perifiton y refugio a una infinidad de organismos acuáticos, entre los cuales se destacan los anostómidos (lisas y omimas –*Abramites, Anostomus, leporellus*– y los bagres loricáridos –*Hypoptopoma, farlowella, Pterigoplichthys, Panque* y *Loricaria spp.*–, algunos de los cuales exhiben patrones de coloración disruptivos, presumiblemente para burlar a los predadores.

Bajo las islas flotantes de plantas acuáticas o semiarraigadas *(Eichhomia, Salvinia* y *Pistia)* y entre los raizales de las pajas de agua *(Paspalum),* donde tienen lugar un activo proceso de captura de nutrientes, abundan los juveniles de caribes y pirañas *(Serrasalmus)* que aprovechan la oferta de pequeños crustáceos y de larvas acuáticas de insectos. Además, se encuentran alevinos de curitos *(Hoplostemum),* pavones *(Astronotus)* y cíclidos pigmeos *(Apistograma sp.)* que se benefician de las estructuras de protección tejidas por las raíces. Algunos lebiasínidos *(Puyrrhulina spp. sin Copeina)* utilizan las hojas de las boras *(Eichhomia)* para colocar sus huevos fuera del agua, donde los machos los mantienen húmedos chapoteando fuertemente con sus aletas.

Bajo las gramíneas y ciperáceas de las orillas se encuentra una comunidad altamente diversa y productiva, en la cual tienen especial importancia las formas juveniles y adultas de carácidos *(Astianax, Charax, Cheirodon, Serrasalmus, Mylossoma* y *Colossoma)* y de peces cuchillo (gimnotiformes). Algunos juveniles de coporos (prochilodius), cachamas y morocotos (*Colossoma* y *Piaractus*), palometas *(Mylossoma)* y caribes *(Pygocentrum y Serrassalmus),* que nadan activamente en aguas más abiertas formando cardúmenes mixtos, también se refugian eventualmente bajo los raizales.

Los peces cipridodontiformes han desarrollado estrategias reproductivas muy especializadas, como la postura de masas de huevos muy resistentes a la desecación, que permanecen enterrados durante la estación seca y eclosionan al comenzar las lluvias y aumentar los niveles de las aguas; las depresiones que se habían secado, forman de nuevo charcas y canales.

Bajo los raizales de los morichales (consociaciones de la palma *Maurita flexuosa,* acompañada de cambonas *(Cambona spp.)*, lirios *(Nymphaea spp.)* y elodeas *(Hegeria spp.),* en las depresiones arenosas que permanecen inundadas la mayor parte del año, en un ambiente ligeramente ácido y rico en detritos, vive una compleja comunidad de peces de colores oscuros y metálicos de las familias characidae *(Cheirodon spp., Hemigrammus spp., Moenkhaussia spp.)* y ciclidae *(Apistogramma spp., Aequidens spp. y Crenicichla spp.),* además de los predadores característicos de la región (*Serrasalmus).*

III

Muchas especies de aves dependen de los recursos que ofrecen los hábitat acuáticos de los Llanos, particularmente de crustáceos, peces y larvas acuáticas de insectos. Mientras los patos codúa *(Phalocrocorax olivaceus)* y los patos aguja *(Anhinga anhinga)* se zambullen en los espejos de agua para capturar y arponear pequeños peces, las garzas reales *(Casmerodius albus)* pescan en las orillas; las pollas de agua *(Jacana jacana, Porfirio martinica)* buscan insectos y crustáceos sobre los colchones de plantas flotantes, los araucos *(Anhima comuta)* ramonean entre los jirones de algas y las ruidosas chenchenas *(Opisctocomus hoatzin)* mordisquean los cogollos de los árboles ribereños.

La garza tigre *(Tigrissoma lineatum)* se mimetiza perfectamente entre la vegetación de las orillas y las ramas que penden sobre las aguas de los caños y áreas cenagosas. Suele permanecer inmóvil, al acecho de peces e insectos.

El chicuaco *(Butorides striatus)* se posa en los árboles y arbustos de baja altura, cerca de los caños y esteros y acecha a las libélulas

que sobrevuelan los espejos de agua y a sus voraces larvas, que cazan activamente bajo las aguas.

Los garzones soldados *(Jabiru mycteria)* y los gabanes *(Mycteria americana)* son semejantes a las garzas, pero ostentan picos mucho más pesados y al parecer dependen menos del agua, pues además de pescar en caños y esteros frecuentan los pastizales en busca de lagartijas, ranas e insectos.

Las corocoras rojas y los ibis blancos *(Eudocimus ruber y E.albus)*, más abundantes en los llanos que en cualquier otro hábitat, vuelan con el cuello extendido, como los garzones y los gabanes, y forman grandes colonias en los humedales orillados de árboles. Se alimentan de insectos, peces y crustáceos, que capturan activamente en el fondo de los humedales, mediante sus picos largos, delgados y curvos.

Entre los patos residentes y migratorios que frecuentan los humedales llaneros se destacan pato real *(Cairina moschata)*, que alcanza el mayor tamaño de todos aquellos que viven en el país, el pato carretero *(Neochen jubata)* habitante de las márgenes arboladas de los caños, el güirirí *(Amazoneta brasilensis)*, que alcanza elevadas densidades en Arauca y Casanare, y las viuditas *(Dendrocygna viudata)*, los yaguasos *(D. bicolor)* y gualilíes *(Debdrocygna autumnalis)*.

El ave insignia del departamento de Arauca, el arauco o aruco *(Anhima comuta)*, es un habitante exclusivo de los humedales. Grande y ruidoso, camina con majestad apoyado sobre patas muy fuertes, rematadas por dedos extraordinariamente largos. Exhibe un largo apéndice en la región frontal de la cabeza, semejante a una antena flexible, que acaso, sirve de ornamento. Su nombre llanero es la onomatopeya del canto sonoro que emite desde lo alto de los árboles o desde la vegetación flotante. Suele fabricar nidos flotantes con pedacitos de madera.

Los martines pescadores *(Ceryle y Chloroceryle)* frecuentan ríos, caños y esteros en los Llanos y en las selvas. Suelen posarse silenciosamente en las ramas que se elevan sobre los espejos de las aguas, desde donde se zambullen para capturar peces. Es conocida su costumbre de anidar en los barrancos de las orillas.

Los patos zambullidores *(Podidiceps dominicus)* forman parte de una pequeña familia de aves acuáticas que se caracterizan por su habilidad para el buceo y difiere de los patos (anatidae) por su pico afilado y la presencia de membranas natatorias individuales en los dedos. Estas aves, huidizas, que embarcan a sus pequeños sobre el lomo, tejen nidos entre la vegetación flotante y se alimentan de insectos acuáticos y de peces.

Volando rasantes sobre el espejo de las aguas y utilizando su pico aplanado, similar a una tijera, los pájaros pico de tijera *(Rynchops niger)* capturan los peces que rizan la superficie durante el crepúsculo. Anidan en verano, sobre las playas arenosas, donde forman grandes colonias.

Uno de los espectáculos más frecuentes de las orillas de los ríos, caños y esteros de los Llanos lo ofrecen las chenchenas o pavas hediondas *(Opistocomus hoatzin)*, que permanecen echadas sobre las ramas, mordisqueando retoños y haciendo digestión como si fuesen rumiantes, pues su estómago debe realizar un trabajo de fermentación anaeróbica para extraer los nutrientes del material vegetal que contituye su dieta. Las pollas de agua *(Jacana jacana)* forman grandes bandadas que se ocultan entre el follaje de las plantas flotantes y dan una estridente voz de alarma cuando sienten la presencia de algún intruso. Son aves vadeadoras que han desarrollado dedos muy largos rematados por uñas afiladas, lo cual les permite correr sobre la vegetación flotante. Se alimentan de material vegetal y, presumiblemente, de caracoles e insectos.

Los gavilanes caracoles *(Rostramus sociabilis)* también son parte del paisaje de los humedales llaneros. Se perchan en las ramas de los yarumos *(Cecropia spp.)*, cerca de las orillas y otean cuidadosamente para descubrir el brillo nacarado de las conchas de ostras y caracoles con que se alimentan.

IV

Los anfibios requieren humedad constante para manatener un adecuado intercambio gaseoso a través de la piel y, en muchos

casos, dependen de los cuerpos de agua para pasar sus primeros estadios de desarrollo. Son, aparte de los peces, los vertebrados más sensibles a la deshidratación y, por tanto, deben mantenerse cerca de los cuerpos de agua. Las diferentes especies de anuros (ranas y sapos) de los llanos tienen cantos característicos que sirven a las hembras para localizar a sus machos y que cumplen, por tanto, una función de selección específica. La mayoría de las especies permanecen ocultas durante el día y cazan activamente en la noche, sirviéndose de su lengua protráctil y pegajosa, que pueden desplegar rápidamente para capturar insectos voladores, particularmente zancudos, que abundan en los humedales. Algunas especies, como la rana platanera *(Hyla crepitans)*, pueden: cambiar el color de la piel y mimetizarse; permanecer sumergidas, asomando solamente un par de ojos semiesféricos, como la rana paradoja *(Pseudis paradoxa)*; o pasar largos veranos estivando bajo el lodo, como la ranita minadora *(Elachistocleis ovale)* y el sapo granuloso *(Bufo granulosus)*.

Los machos de ranitas verdes de pecas *(Hyla punctata)* exhiben una curiosa coloración dorsal durante la noche, mientras se reúnen a entonar sus cantos agudos sobre las hojas de bora *(Eichhomia)*. Las hembras ponen hasta 400 huevos pigmentados, que eclosionan 86 horas después.

Las ranas arborícolas *(Hyla lanciformis, H. crepitans)* cantan durante la noche en las ramas que penden sobre los cuerpos de agua. Sus extremidades, largas, flexibles y rematadas en dedos con falanges adicionales y extremos redondeados y adhesivos, les permiten sostenerse sobre superficies lisas y maniobrar entre la ramazón. Las hembras depositan hasta 2 500 huevos sobre la superficie de las aguas estancadas, donde eclosionan, dando a luz a los renacuajos en las próximas 80 horas.

Eminentemente acuática, la rana paradoja *(Pseudis paradoxa)* flota cerca de la vegetación de los esteros. Sus patas traseras tienen membranas interdigitales, apropiadas para la natación y extremos puntiagudos y endurecidos, que sirven para excavar refugios bajo la piel reseca de la tierra. En los esteros de Arauca, se reúnen

infinidad de machos cantores, en una tentativa por conseguir hembras. Sus renacuajos *paradójicos*, con fecuencia, llegan a ser más grandes que las hembras adultas. Un saco gular rojizo, que los machos inflan para cantar, constituye una de sus características más distintivas.

Algunas ranas saltadoras *(Eleutherodactylus ocellatus* y *E.fuscus)* y minadoras *(Elachistocleis ovale)* se entierran en el lodo del fondo de las charcas estacionales para estibar en un ambiente ligeramente húmedo, bajo la reseca piel de la tierra. Al comenzar la temporada de lluvias, se escuchan sus cantos amplificados por los túneles que las llevan de nuevo a la superficie. A principios del invierno, los machos de sapitos de los pozos *(Phycalemus pustulosus)* inflan sus sacos gulares y cantan interminablemente mientras flotan en las charcas. Mientras tanto, las hembras ponen sus huevos sobre colchones de espuma flotante.

En los ríos, caños y esteros de los Llanos vive un buen número de especies de reptiles. En las playas arenosas que descubren los ríos en el verano, se asolean las tortugas *(Podocnemys unifilis)* y las babas *(Caiman sclerops).* Las iguanas adultas *(Iguana iguana),* mientras tanto, mordisquean los frutos que penden de las ramas más altas, mientras los juveniles, que nacieron de los huevos que se calentaron bajo la arena, se esfuerzan por treparse en los matorrales y escapar de los zamuros *(Cathartes spp.).* La anaconda *(Eunectes murinos)* acecha al chigüiro *(Hidrochaeris hidrochaeris)* que mordisquea las yemas de la paja de agua *(Paspalum),* y el caimán *(Crocodylus intermedius),* semejante a un viejo tronco que flota a la deriva, nada casi imperceptiblemente sobre las aguas del estero. Los inofensivos mapanares de agua *(Helicops angulatus)* se deslizan sobre las boras *(Eichhomia)* en busca de ranas.

La anaconda o güio negro *(Eunectes murinus)* es la serpiente más grande del mundo (se han encontrado ejemplares de 9 m de largo). Habita los sistemas fluviales de la Amazonia y la Orinoquia, donde permanece semisumergida la mayor parte del tiempo y en cuyos playones se asolea ocasionalmente. Tiene mandíbulas poderosas armadas de dientes largos y acuminados y músculos muy

fuertes, con los cuales estrangula a sus víctimas, principalmente chigüiros *(Hidrochaeris hidrochaeris)*, babillas *(Caiman sclerops)* y venados *(Odocoileus virginianus)*.

El mapanere de agua *(Helicops angulatus)* permanece semisumergido, oteando la superficie con sus ojos semiesféricos situados en la parte superior de la cabeza. A través de un par de dientes largos y agudos, situados en la parte posterior de la maxila (opistoglifos), inyecta un veneno ligeramente tóxico, producido por las glándulas bucales, con el cual paraliza a sus pequeñas presas.

Los cocodrilos, babas, cachirres y caimanes *(Crocodylus intermedius* y *Caiman crocodylus)* han conservado su forma ancestral, que dominó la tierra, doscientos millones de años atrás. Su cuerpo, fuerte, musculoso, de cola deprimida lateralmente y extremidades adaptadas para la natación, está recubierto por una piel dura, provista de placas osificadas. Son predadores natos, que permanecen absolutamente inmóviles mientras acechan a sus víctimas o exponen sus encías armadas de dientes afilados a los pequeños pájaros (posiblemente *Machetomis rixosus)* que se dan un festín con sus parásitos externos. Cuando se sienten amenazados pueden permanecer sumergidos durante 45 minutos. En días soleados salen a las orillas a calentarse.

Las babas *(Caiman crocodylus)* se distinguen por un puente osificado que une sus arcos oculares y por la pigmentación amarilla del iris. Suelen permanecer en las orillas, listas a hundirse bajo las aguas ante cualquier amenaza. Las hembras ponen hasta 30 huevos en un promontorio de hojas y ramas secas que visitan y humedecen frecuentemente. Se alimentan de gallitos laguneros *(Jacana jacana)*, de tortugas jóvenes *(Podocnemys)* y presumiblemente de peces.

Los caimanes llaneros *(Crocodylus intermedius)* son grandes y agresivos; los adultos pueden medir alrededor de 4 metros y sus poderosas mandíbulas, armadas de dientes puntiagudos, representan un peligro para todos los grandes vertebrados que frecuentan las orillas. Además de ser hábiles pescadores, se alimentan de chigüiros *(Hidrochaeris hidrochaeris)* y de aves acuáti-

cas. Las hembras excavan cuevas profundas en la arena de las playas, donde depositan 50 ó más huevos de cáscara calcificada y quebradiza.

Las tortugas (quelonios) han desarrollado una compacta estructura de protección formada por placas óseas cubiertas de queratina y fundidas al esqueleto. Una especie de pico córneo de bordes cortantes hace las veces de dentadura, y un cuello largo y flexible les permite replegar la cabeza y ocultarla dentro de la caparazón.

La charapa sabanera *(Podocnemys vogli)* es una especie endémica de los Llanos, que prefiere las aguas mansas y sale con frecuencia para asolearse sobre los troncos caídos que emergen cerca de las orillas. Al parecer es herbívora y desova en las sabanas, en el interior de un hueco que excava con sus patas traseras y que humedece con una excreción cloacal. Los matos *(Tupinambis teguixin)* y los caricares *(Polyborus plancus)* se ceban con sus juveniles.

Los terecayes *(Podocnemys unifilis)* pueden sumergirse hasta 12 horas seguidas, debido a su extraordinaria capacidad para extraer oxígeno del agua y reducir su metabolismo cardiovascular. A diferencia de otras tortugas, esconden la cabeza ladeando el cuello y no en el interior de la caparazón. Una excrecencia cutánea provista de glándulas le ayudan a estimular a su pareja. Las hembras ponen unos 20 huevos, bajo las arenas cálidas de los playones que descubren los ríos durante la mengua de las aguas.

La carapatúa *(Chelus fimbriatus)* es una tortuga muy agresiva, que captura peces atrayéndoselos con una serie de excrecencias cutáneas y provocando una fuerte succión al abrir su boca. Puede permanecer sumegida cerca de 5 horas. La postura de las hembras, unos 18 huevos, tiene lugar en las playas arenosas, entre septiembre y diciembre.

VI

Son muy pocas las especies de mamíferos acuáticos de los llanos, presumiblemente debido al éxito de los feroces reptiles y a la serie

de extinciones masivas de los grandes herbívoros ocurridas durante el Plioceno y el Pleistoceno. Los roedores más grandes del mundo, conocidos comúnmente con el nombre de chigüiros *(Hydrochaeris hidrochaeris)*, habitan, sin embargo, los márgenes de los ríos, caños y esteros; los perros de agua *(Pteronura brasilensis)* bucean durante largos períodos en busca de crustáceos y peces, y los murciélagos pescadores *(Noctilio albiventris)*, tanto como los cazadores de ranas *(Trachiops sp.)*, realizan sus vuelos acrobáticos al amparo de la noche, sobre la plateada superficie de las aguas. Las toninas o delfines rosados *(Inia geoffrensis)* se alimentan de peces y crustáceos y se orientan bajo las aguas oscuras y turbias por ecolocalización.

Los chigüiros *(Hidrochaeris hydrochaeris)* son animales herbívoros, gregarios y prolíficos, que viven en los esteros y márgenes de los ríos y caños. Suelen ramonear entre los cogollos de las plantas ribereñas y revolcarse en el lodo de las charcas. En ocasiones, algunos pájaros se posan sobre sus lomos y aparentemente limpian sus ectoparásitos. Una especie de palmeadura interdigital aumenta la superficie de sus pezuñas y las hace aptas para la locomoción sobre los tejidos de raíces de las orillas y para la natación. Las hembras paren alrededor de cuatro crías.

Los perros de agua o nutrias de agua dulce *(Pteronura brasilensis)* se alimentan de crustáceos, moluscos, peces y, presumiblemente, de pequeñas serpientes, babillas y tortugas. Su pelaje lustroso e impregnado de aceite, sus ojos dotados de párpados traslucidos, su hocico rodeado de barbas y su cuerpo hidrodinámico, rematado por patas semipalmeadas, constituyen adaptaciones para la vida acuática. Se refugian en madrigueras que construyen en la vegetación ribereña, son territorialistas y al parecer forman grupos familiares como estrategia de protección.

Los murciélagos pescadores *(Noctilio albiventris)* perciben las perturbaciones que producen los pequeños peces que nadan cerca de la superficie y realizando un vuelo acrobático, los atrapan con sus largos dedos armados de uñas curvas y puntiagudas.

Los murciélagos cazadores de ranas *(Trachops cirrhosus)* encuentran a sus presas, ranas y sapos, aprovechando los llamados

de los machos durante la noche. Prominentes verrugas tapizan sus labios, los cuales, presumiblemente, les sirven para detectar las toxinas secretadas por la piel de las ranas venenosas (dendrobatidae). Para evitar el ataque de estos temibles predadores que *caen del cielo*, algunas ranas imitan los cantos de las especies venenosas que los murciélagos evitan.

Durante el día, sobre la rugosa superficie de los troncos semisumergidos, se agregan los murciélagos insectívoros *(Rhynchonycteris naso)*, que salen en las noches a cazar insectos, realizando un ballet acrobático sobre los humedales.

Las toninas o delfines rosados *(Inia geoffrensis)* son cetáceos dentados (odontocetos) que colonizaron los ríos de la Amazonia y Orinoquia. Pueden medir cerca de 3 metros y pesar hasta 200 kilos. Como respuesta a la oscuridad de las aguas, han desarrollado una especie de sonar, que les sirve como *visión alternativa*, para orientarse en el espacio tridimensional de las columnas de agua, capturar peces y crustáceos y mantener la cohesión de sus grupos.

Aunque hay muy pocos registros de manatíes *(Trichechus cf. manatus)* para los ríos y esteros de los Llanos, resulta de gran interés el hallazgo reciente de un ejemplar joven –capturado en el río Meta– que parece pertenecer a la especie distribuida en la región estuarina del Caribe y en algunos de sus grandes afluentes. Se trata de un grupo de animales acuáticos muy vulnerable, que habita los humedales densamente cubiertos por vegetación flotante, cuyo peso puede alcanzar los 500 kg.

VII

A lo largo de una historia evolutiva que hunde raíces en el pasado geológico más remoto, los animales y plantas modelaron una telaraña vital de relaciones estrechas y frágiles: los caimanes, las tortugas, las serpientes y las aves descienden de ancestros que sobrevivieron a la misteriosa extinción de los dinosaurios; los peces pulmonados *(Arapaima gigas)* son verdaderos fósiles vivientes; los chigüiros, los osos palmeros *(Myrmecophaga tridactyla)*, los gran-

des cachicamos *(Priodontes maximus)* resistieron los eventos que cegaron la vida de los grandes mamíferos del Plioceno y el Pleistoceno (gliptodontes, mastodontes, camélidos, equidos, cérvidos).

¿Podrán los animales y plantas incluido el ser humano sortear, con igual éxito, la explotación de combustibles fósiles, la contaminación de las aguas, la deforestación, la sobrepesca, la cacería profana, la expansión de los hatos y de los monocultivos?

Referencias bibliográficas

ARBOLEDA, A.L. y CASTRO, D.M. (1982). *Contribución al conocimiento de la ictiofauna de los Llanos Orientales (Orinoquia).* Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Tesis de Grado. 197 p.

BARBOSA-CASTILLO,César. E. (1992). *Contribución al conocimiento de la flórula del Parque Nacional Natural El Tuparro.* Serie de Publicaciones del Inderena, Biblioteca Andrés Posada Arango, Libro No. 3. Bogotá. 271 p.

CALA, Plutarco. (1977). *Los peces de la Orinoquia colombiana. Lozania.* Acta Zoológica Colombiana. Publicaciones del Instituto de Ciencias Naturales Museo de Historia Natural, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional. Bogotá, Colombia. 21 p.

CASTRO, Fernando. (1994). *Anfibios y reptiles del Llano.* Cristina Uribe Editores, Bogotá. 96 p.

EMMONS, Louise. H. (1990)). *Neotropical Rainforest Mammals.* The University of Chicago Press. Unites States of America. 279 p.

HILTY, S.L. and BROWN, W.L. (1986). *Birds of Colombia.* Princeton University Press. Princeton, New Jersey, Unites States of America. 836 pp.

GALVIS, Germán, *et al.* (1989). *Estudio ecológico de una laguna de desborde del río Metica.* Fondo FEN Colombia, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 164. p.

GARCÉS, D. M. y DE LA ZERDA, S. (1994). *Gran libro de los parques naturales de Colombia.* Círculo de Lectores e Intermedio Editores, Bogotá. 230 p.

HERNÁNDEZ-CAMACHO, J.I., *et al.* (1994). *Sabanas naturales de Colombia*. Diego Samper Ediciones. Bogotá. 207 p.

MACHADO ALLISON, Antonio. (1990). *Ecología de los peces de las áreas inundables de los llanos de Venezuela*. Interciencia, Nov.-Dic., vol. 15 No. 6. Caracas, Venezuela. 12 p.

McNISH, Thomas. (1992). *Aves del Llano*. Villegas Editores, Bogotá. 95 p.

PHELPS, W.H.Jo y SCHAUENSEE, R.M. de. (1979). *Guía de las aves de Venezuela*. Talleres de Gráficas Amiranto, C.A. Caracas, Venezuela. 489 p.

ROMAN, C., *et al.* (1995). *Catena Manoa todas las aguas*. Taller de la Tierra, Cristina Uribe Editores, Bogotá. 160 p.

ROMERO-MORENO, María E. (Ed.) (1990). *Cantan los alcaravanes*. Asociación Cravo Norte. Occidental de Colombia Inc. Impresos Panamericana, Bogotá. 300 p.

ROYERO-LEÓN, R., *et al.* (1992). *Peces del río Atabapo*. Territorio Federal, Amazonas, Venezuela. Acta Biol. Venez. 14 (1) (41 - 55).

RUBIO-RECIO, J.M. (1988). *El Orinoco y los Llanos*. Ediciones Anaya S.A. Madrid, España, 125 pp.

VILLEGAS EDITORES. (1995). *La ruta de Humboldt. Colombia y Venezuela*. Villegas Editores, Bogotá. Vol. I. 176 pp. Vol. II. 176 p.

El Morichal desempeña un papel protagónico
en la biota de los ecosistemas llaneros.

Foto: Elcy Corrales.

Humedales en Colombia, ecosistemas amenazados

Luis Germán Naranjo[1]

Pese a la creciente preocupación de los diferentes estamentos de nuestra sociedad respecto a la situación de deterioro ambiental del país, todavía se deja a un lado una serie de ecosistemas de enorme trascendencia. A juzgar por la actividad conservacionista, tanto gubernamental como de la sociedad civil, pareciera como si en Colombia solamente las selvas lluviosas, los bosques de niebla y acaso los páramos conformaran nuestro patrimonio natural hoy amenazado por el mal llamado desarrollo.

Curiosamente, la disponibilidad y calidad del recurso agua, de tanta importancia para el ser humano y sus actividades, usualmente se evalúa sólo en relación directa con sus fuentes de obtención y, a lo sumo, respecto a la cobertura vegetal de las zonas de captación de dichas fuentes. Esta apreciación, claramente en contravía con el ya antiguo conocimiento del ciclo hidrológico, ha dejado, hasta ahora, por fuera de toda consideración a un conjunto de ecosistemas que no solamente son responsables en buena medida de la cantidad y calidad del agua utilizada por nuestros asentamientos,

1. Biólogo. Profesor- investigador. Departamento de Biología, Universidad del Valle.

sino que además son vitales para la regulación del ambiente físico y el mantenimiento de la biodiversidad.

Estos ecosistemas, conocidos genéricamente con el nombre de humedales, han desempeñado un papel protagónico en el desarrollo de los asentamientos humanos en todas las regiones del país y, más por ignorancia de las últimas generaciones que por la ausencia de una tradición cultural en relación con su uso, han sido diezmados y degradados en proporciones comparables con las de los ecosistemas forestales.

Puesto que el propósito común que hoy nos reúne en este seminario es analizar la sostenibilidad del recurso agua, es apropiado detenerse un momento para hacer algunas consideraciones globales sobre los humedales en Colombia. Contamos con una serie de elementos teóricos y empíricos que nos permiten hacer esa aproximación, gracias a los esfuerzos de un número creciente de instituciones e individuos que ha volcado su atención hacia estos ambientes con el objetivo múltiple de mantener lo que aún queda de ellos, recuperar parte de lo que se ha perdido y buscar una vía hacia su uso sostenible.

Definiciones y caracterización

¿Qué son los humedales? A pesar de ser una palabra castiza, el término *humedal* no figura en la mayoría de diccionarios de uso corriente en América Latina. González Bernáldez (1992) especifica el uso tradicional de este sustantivo en España y aclara que su actual acepción, equivalente a la palabra inglesa *wetland*, surgió como remplazo de la denominación ambigua de *zona húmeda*. En América, la aplicación genérica del término se estableció a partir del inventario de humedales y aves acuáticas de la región neotropical (Scott & Carbonell, 1986) y aunque la utilización del mismo tanto en la literatura especializada como en los medios periodísticos es cada vez mayor, su significado continúa siendo poco conocido.

La razón para esta falta de claridad es la enorme variedad de los ambientes así denominados. Debido a esto, existen en la

actualidad más de 50 definiciones diferentes para este término (Dugan, 1992) y expertos de muchos países aún debaten la conveniencia de acuñar una definición de uso general. Sin embargo, en el ámbito conservacionista se ha adoptado por consenso aquella de la Convención de Ramsar:

> *"...son humedales aquellas extensiones de marismas, pantanos, turberas o aguas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluyendo las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda seis metros".*
>
> *(Fide Scott & Carbonell, 1986)*

Tipología y espacialización

La definición Ramsar es en cierta forma operativa, pero su apropiación conceptual es difícil por la amplitud que encierra. Para una mayor comprensión, conviene tener en mente que los humedales no son definibles totalmente como sistemas acuáticos o terrestres, puesto que ocupan la zona de transición entre ambientes permanentemente húmedos y permanentemente secos, compartiendo, por tanto, características de ambos (Maltby, 1991). Por esta razón, y a pesar del equívoco aún presente en literatura reciente (Dugan, 1992; Scott, 1989), normalmente se excluyen de la definición ambientes tales como ríos y lagos (González Bernáldez, 1992).

Una caracterización global de los humedales es poco menos que imposible. Aun clasificándolos solamente por su aspecto físico y atributos biológicos generales, resultan 30 tipos diferentes de humedales naturales y nueve artificiales (Scott, 1989), cada uno de los cuales tiene características peculiares. No obstante, por su distribución espacial y asociación con medios acuáticos propiamente dichos, pueden considerarse siete unidades paisajísticas básicas a las cuales pertenecen los distintos tipos de humedales (Dugan, 1992). En Colombia existen ejemplos de estas siete unidades (tabla 1), las cuales, para efectos de esta ponencia, se describen a continuación con base en Maltby (1991), Dugan (1992) y Duque (en prensa).

1. ***Estuarios.*** Cuerpos de agua en donde un río desemboca al mar y en donde las mareas actúan como regulador biofísico. Su salinidad es intermedia y el aporte de nutrientes y otros elementos provenientes de los sistemas dulce y salado permiten en muchos casos una alta productividad tanto primaria como secundaria. Por la complejidad de interrelaciones biofísicas que se dan en los estuarios, el número de humedales diferentes que los conforman es considerablemente grande. Son particularmente notables los humedales estuarinos de los ríos Atrato, Sinú y Magdalena, en el Caribe colombiano, y los del San Juan, Anchicayá, Cajambre y Patía, en el litoral Pacífico. Sin lugar a dudas, estos humedales son los más importantes por su extensión y recursos en el país: solamente la Ciénaga Grande de Santa Marta ocupa 45 000 ha. y los manglares del Pacífico 281 300 ha. (Duque, en prensa)

Tabla 1.
Unidades paisajísticas principales en la clasificación de humedales

UNIDAD PAISAJÍSTICA	EJEMPLOS EN COLOMBIA
1. Estuarios	Manglares, planos, lodosos,esteros del Pacífico.
2. Costas abiertas	Planos arenofangosos, charcas hipermeables, salinas.
3. Llanuras de inundación (ver descripción)	
4. Pantanos de agua dulce	Ciénagas, lagunas, cochas, juncales, esteros de los Llanos.
5. Lagos (ver descripción)	
6. Turberas	Bofedales de páramo.
7. Bosques de inundación	Naizadal, Catival, Cuangarial, Sajal Guandal, Varzea, Igapo.

Fuente: Adaptado de Maltby (1991) y Dugan (1992).

2. ***Costas abiertas.*** Los litorales marinos que no están sometidos a la influencia directa de ecosistemas de agua dulce conforman esta categoría. Sectores del litoral Caribe en la península de La Guajira y las extensas playas al sur del delta del río San Juan en el Pacífico presentan humedales de este tipo.

3. ***Llanuras inundables.*** Muchos ríos, especialmente aquellos cuyo cauce atraviesa valles y sabanas, periódicamente desbordan sus aguas y llegan a conectar numerosas ciénagas y pantanos permanentes. Existen muchos ejemplos de estos humedales a lo largo de los ríos Sinú, San Jorge, Cauca, Magdalena y Cesar, lo mismo que en la Orinoquia (ríos Meta, Guaviare, Inírida). Tanto el altiplano cundinoboyacense como el valle geográfico del río Cauca, tuvieron humedales de esta naturaleza hasta épocas recientes.

4. ***Pantanos de agua dulce.*** En general, corresponden a esta denominación los sistemas que en Colombia comúnmente llamamos ciénagas, pero además se incluyen en la misma sistemas menos conocidos, tales como las charcas, pequeñas cochas y ojos de agua distribuidos en muchas zonas del país. Estos humedales se presentan allí donde los nacimientos superficiales, las aguas subterráneas y las de escorrentía producen la saturación del acuífero y la consiguiente acumulación en depresiones del terreno de tamaño variable. Ejemplos conocidos de estos humedales son la ciénaga de Lorica (Sucre), las de Zapatosa y Chilloa (Cesar), las lagunas de Fúquene y de La Herrera en el altiplano cundinoboyacense y la laguna de Sonso (Valle). La importancia de estos humedales sólo puede entenderse cuando se considera su extensión: las 1 900 ciénagas identificadas en el país ocupan un total combinado de 451 419 ha. (Marín, 1992).

5. ***Lagos.*** Aunque por definición estos sistemas serían claramente distinguibles de aquellos pertenecientes a la categoría anterior, existe mucha confusión en el uso cotidiano de ambos términos. Se consideran como lagos los ecosistemas acuáticos con menos flujo que un río y cuya relación de dependencia e interacción con el medio terrestre es menor que la de los pantanos y lagunas en razón de una relación superficie/volumen de menor cuantía (González Bernáldez, 1992). Frecuentemente, los lagos son de naturaleza endorreica o exorreica, puesto que en ellos desemboca o se origina el cauce de un río o quebrada. De acuerdo con estas precisiones, son lagos numerosos sistemas de los altos Andes colombianos, entre los cuales se destacan las mal llamadas

lagunas de Tota, en Boyacá, La Cocha y Piusbí, en Nariño, y El Otún, en Risaralda. Junto con los grandes embalses artificiales, estos humedales representan el 98% del volumen total de las reservas de agua del país (Marín, 1992).

6. ***Turberas.*** En pantanos con escaso contenido de nutrientes y mucha acidez ubicados en regiones de baja temperatura, se deposita y descompone lentamente la materia vegetal muerta, acumulándose como turba. Frecuentemente, estos sistemas se asocian con lagos y lagunas y en los páramos colombianos forman extensos bofedales en los cuales la vegetación dominante es el colchón de musgos, principalmente del género *Sphagnum*.

7. ***Bosques de inundación.*** Bien sea en zonas adyacentes a estuarios o en las márgenes de lagos y ríos de cauce lento, se encuentran con frecuencia asociaciones forestales dominadas por algunos árboles de manera particular adaptados a inundaciones periódicas, principalmente producidas por las crecientes de los ríos o por incrementos estacionales de la pluviosidad. En Colombia existen numerosos ejemplos en la Orinoquia, la Amazonia y la planicie costera del Pacífico, y hay registro histórico de este tipo de humedales para el valle geográfico del río Cauca. Algunos de ellos pueden ser conjuntos de gran extensión. Linares (en prensa) afirma que los cativales adyacentes a los ríos Atrato y León llegaron a ocupar 363.000 ha.

Funciones de los humedales

Relaciones con otros elementos del ciclo hidrológico

Los humedales no son independientes del agua depositada bajo tierra. Ésta puede descender, filtrándose en las capas del suelo y el subsuelo, hasta los acuíferos o puede correr lateralmente hasta alcanzar otro ecosistema acuático. De la misma manera, el agua almacenada en el subsuelo puede ascender por capilaridad o concentrarse en depresiones por debajo de las cuales hay capas impermeables de roca o arcilla y así recargar humedales descar-

gando el acuífero. La importancia de estos ambientes para el mantenimiento y purificación del agua subterránea es entonces considerable, especialmente en aquellas zonas en donde el agua potable no puede obtenerse más que a partir de pozos de poca profundidad, como sucede en muchas partes del Caribe colombiano desde épocas coloniales (Posada Carbó, 1990).

Pero la función de purificación del agua desempeñada por los humedales no se reduce únicamente a los fenómenos de descarga y recarga de acuíferos. Puesto que muchos de estos ambientes ocupan depresiones del terreno, frecuentemente sirven como pozos para el depósito de sedimentos trasportados por el agua corriente, al frenarse la velocidad de su caudal. Como los sedimentos en suspensión atrapan e inmovilizan sustancias tóxicas tales como plaguicidas, desechos industriales y metales pesados, al depositarse en el fondo de los humedales liberan el agua así purificada hacia el sistema hidrográfico. De la misma manera, esta captación de sedimentos hace que los humedales actúen como sumideros preventivos contra la acumulación de nitratos que son devueltos lentamente como nitrógeno libre a la atmósfera en vez de eutroficar los ambientes lóticos. Este proceso puede alcanzar proporciones considerables: en Suecia, 2 km^2 de humedales reducen la infiltración de nitratos hacia aguas corrientes por cerca de 2.000t/año, lo cual implica un ahorro de US$200.000/ha. en control de eutroficación (Maltby, 1991).

De otro lado, la captación de sedimentos realizada por los humedales temporales cumple una función adicional en cadenas biológicas, al iniciar procesos de sucesión vegetal. La gran fertilidad de los valles aluviales es consecuencia de este proceso, pues durante las inundaciones periódicas los sedimentos trasportados por los ríos son depositados en sus orillas en un proceso dinámico de colmatación de estos ambientes.

En cuanto a su papel en el proceso de configuración del paisaje, hay varias funciones que merecen atención. En primer lugar, el control de flujo y de picos de inundación. Los humedales capturan y liberan lentamente el exceso de agua de lluvia y escorrentía, actuando a la manera de esponjas de amortiguación.

Esta función, pobremente imitada con las medidas ingenieriles de canalización y control de flujo de los ríos, solamente se entiende en su verdadera magnitud con cifras: según el U.S. Corps of Engineers (1972, Fide Sather & Smith 1984), el mantenimiento del 40% de las 3 800 ha. de humedales anexos al río Charles en Massachussetts (EE.UU.), ha representado el ahorro anual de US$13 500/ha. en el control de los daños causados por las inundaciones periódicas.

Una segunda función es la estabilización de la línea costera mediante el control de la erosión. Los humedales con una cobertura de vegetación emergente reducen la energía cinética de las olas y corrientes y atrapan los sedimentos. De esta forma, se previene la erosión de sistemas de orilla e incluso se genera un proceso de acumulación de tierra a expensas del sistema acuático anexo. De hecho, los ecosistemas de manglar en las costas tropicales son entes dinámicos que colonizan la línea costera rellenando a su paso las áreas que cubren durante la sucesión. El proceso puede ser de dimensiones verdaderamente impactantes. Maltby (1991) menciona que la población de Palenbang (Indonesia), ubicada a 50 km tierra adentro, fue uno de los puertos marítimos visitados por Marco Polo durante el siglo XIII.

Por último, los humedales pueden proteger sus áreas de influencia contra la acción devastadora de las tormentas y estabilizar el microclima. Los humedales con cobertura vegetal arbórea (por ejemplo, los manglares), actúan como cortinas rompevientos y disminuyen el daño causado por huracanes y marejadas. De la misma manera, la parte del ciclo hidrológico que se lleva a cabo en los humedales, sumada a los ciclos de nutrientes y materia y al flujo de energía de sus redes tróficas, contribuye a la regulación de fenómenos meteorológicos tales como la precipitación y la fluctuación de temperaturas, estabilizando el clima local y regional.

Importancia en ciclos biológicos

Los humedales son una reserva de enorme valor para la supervivencia y propagación de muchas especies vegetales y animales y,

por ende, fuente de recursos naturales renovables de uso continuo por las comunidades humanas. Por su ubicación y por sus características intermedias entre ambientes permanentemente secos y los ecosistemas acuáticos profundos o de agua corriente, se constituyen en hábitat de frontera que permiten la ocurrencia de ciclos biológicos de gran diversidad.

La alta productividad primaria de muchos humedales, comparable apenas con las de bosques tropicales, hace posible el establecimiento de redes tróficas de complejidad variable, resultantes en la exportación de biomasa hacia otros ecosistemas. Los ejemplos son numerosos en lo que concierne a los humedales colombianos y, lamentablemente, el entendimiento de la complejidad de interacciones biológicas que en ellos se opera es aún bastante precario. Sin embargo, algunos casos específicos, sobre los cuales se tiene información, merecen su consideración en estas notas.

La producción de hojarasca de los manglares del Pacífico colombiano, que puede llegar a ser de 8 t /ha./año (Arias, 1992, en Duque, en prensa), contribuye a la enorme riqueza de invertebrados de estos ambientes, la cual a su vez soporta una amplia variedad de consumidores secundarios.

Dependiendo de sus niveles de productividad y de características físicas, los humedales, además de tener una ictiofauna propia, sirven como hábitat de reproducción o desarrollo de las larvas de muchas especies, como lo ilustran algunos ejemplos. La FAO ha estimado que más del 40% de las pesquerías del mundo dependen de las zonas de manglar. Por su parte, en el Pacífico de Colombia más de 300 especies de peces se han registrado en las aguas de estos humedales (Rubio, 1990). Las ciénagas adyacentes a los grandes ríos son también de gran importancia para la reproducción y crecimiento de los peces. La famosa subienda del río Magdalena dependió siempre del sistema de pantanos de la planicie costera, en el cual la biomasa representada por la ictiofauna es, en promedio, de 68,2 kg/ha. (Arias, 1985).

Los humedales son además el hábitat primordial de muchas especies de vertebrados distintos a los peces. Reptiles como las diferentes especies de caimanes y tortugas de agua dulce, depen-

den de estos ambientes para su supervivencia y desempeñan un papel fundamental en el mantenimiento de sus redes tróficas. Igualmente, mamíferos como el manatí, los delfines de agua dulce, las nutrias y los chigüiros, han evolucionado en estrecha relación con los humedales colombianos.

Pero tal vez el grupo animal que ha hecho más famosos a los humedales es el de las aves. Numerosas especies residen en ellos de manera permanente explotando las comunidades de invertebrados y peces, y muchas más circulan anualmente por ellos en el trascurso de sus migraciones. Las especies que integran estas comunidades aviarias se caracterizan por tener poblaciones grandes debido a que la alta productividad primaria de estos ecosistemas se traduce en la concentración en parches de fuentes de alimento para las aves. Así, pueden formar colonias densas que representan una porción sustancial de la biomasa que circula anualmente en los humedales (Naranjo, en prensa 1). Aunque Colombia no sobresale en el panorama internacional por las concentraciones de aves acuáticas en sus humedales, por su ubicación geográfica es un país de gran importancia en este sentido. Alrededor del 57% de las especies de aves acuáticas de Suramérica tienen poblaciones residentes en Colombia y el 98% de las migratorias acuáticas trascontinentales utilizan los humedales colombianos, bien sea como sitios de parada o de residencia de invierno (Naranjo, en prensa 1).

Un último punto notable en la importancia de los humedales en ciclos biológicos es el referente a organismos patógenos. Los vectores de enfermedades tales como la malaria, fiebre amarilla, dengue, filariasis y encefalitis están asociados con estos ambientes (Giglioli, 1980). Sin embargo, es importante aclarar que esta función de los humedales, que tradicionalmente los ha hecho considerar como ecosistemas perjudiciales, no es ni exclusiva de ellos ni se soluciona necesariamente con su modificación o destrucción (Dugan, 1992).

Uso y manejo de los humedales en Colombia

Teniendo en cuenta la historia reciente del desarrollo agropecuario y urbanístico en el país, quienes apenas ahora se aproximan

a la problemática de la conservación de los humedales en Colombia frecuentemente tienen la imagen de una carencia absoluta de tradiciones de uso apropiado y sostenible de estos ambientes y sus recursos. Incluso quienes hemos sido testigos de los más grandes procesos de trasformación desarrollista de humedales en Colombia, podríamos afirmar que la devastación de estos ecosistemas, perpetrada sobre todo en el último tercio de este siglo, no es más que la continuación de una antigua historia empeñada en ganarle espacio a los humedales siempre incómodos.

Sin embargo, la historia de los asentamientos amerindios en Colombia nos presenta un panorama muy diferente. La conquista de la planicie costera del Caribe colombiano por indígenas cazadores-recolectores nómadas hace más de 13 000 años (Correal, 1977) fue el preludio de una larga fase de adaptación a la vida sedentaria en las riberas de ríos y ciénagas. Este proceso cultural habría de alcanzar su máxima complejidad hacia el segundo milenio antes de Cristo con la configuración de un esquema de verdadero uso sostenible de los humedales (*véase* Plazas & Falchetti, 1990) que en algunos sitios perduró hasta la llegada de los españoles (Parsons, 1970).

La cultura zenú se constituyó verdaderamente en un pueblo anfibio. Su sofisticado sistema de canales y camellones para drenar e interconectar pantanos, mantener vías de comunicación, disminuir el impacto de las inundaciones, aprovechar la fertilización de las zonas de cultivo durante la época de invierno y mejorar las condiciones de pesca y caza, alcanzó dimensiones verdaderamente gigantescas (cubría aproximadamente 32 000 ha. según Parsons & Denevan, 1992) y constituye el ejemplo más elaborado de uso sostenible de humedales en América. Su efectividad llegó a ser tal, que se ha logrado estimar una densidad poblacional de 160 habitantes/km^2 en algunas excavaciones, para sitios en los cuales hoy día la densidad no alcanza un habitante para la misma superficie (Plazas & Falchetti, 1981, 1990). A lo largo y ancho de la depresión Momposina, en las vastas ciénagas adyacentes al río San Jorge, este sistema de manejo de los recursos naturales logró mantenerse por más de 20 siglos (Plazas & Falchetti, 1990), y tanto los vestigios de la ingeniería que lo hizo posible, como muchos

elementos culturales que le son propios, se mantienen aún en la región.

Más hacia el este, en la zona de la ciénaga Grande de Santa Marta, los conquistadores españoles encontraron un activo comercio de sal y derivados de la pesca en los estuarios canjeados por productos agrícolas de la sierra nevada de Santa Marta (Fernández de Oviedo, 1944). Si tomamos como sostenible a la explotación de un recurso en niveles que permiten su recuperación y no deterioran el entorno, es posible que los sistemas de uso de las ciénagas anexas al río Magdalena hubiesen sido apropiados en estos términos.

De la misma forma, otros tipos de utilización de los humedales por las culturas aborígenes precolombinas en el país pudieron haber sido ejemplos de uso sostenible. En el oriente, la explotación de los tortugueros, en las llanuras inundables del Orinoco por los guahíbos, fue generadora de una intensa actividad comercial durante los siglos XVI y XVII (Friedemann & Arocha, 1982). Muchos autores (Arciniegas, 1978) mencionan la pesca de *capitán* y la caza de aves acuáticas realizada por los muiscas en los humedales del altiplano cundinoboyacense. Se sabe además de la pesca en los estuarios del Pacífico y la utilización de maderas en los bosques inundables por la cultura de la Tolita en Nariño (Castaño, en prensa) y la utilización de múltiples productos de caza y pesca en los humedales del Valle del Cauca por los gorrones (Patiño, 1992).

De toda esta tradición, muchas huellas quedan aún en Colombia y frecuentemente olvidamos que amplios sectores de la población dependen de los humedales para su subsistencia y aún practican sistemas de uso que valdría la pena examinar en relación con modelos de sostenibilidad. Basta recordar que en los poblados palustres de Nueva Venecia, Buenavista y Trojas de Cataca, en la ciénaga Grande de Santa Marta, más de 10 000 personas (Angulo Valdés, 1990) no solamente viven de un humedal estuarino sino que habitan permanentemente en él y que en los estuarios de la costa pacífica no menos de 20 000 personas derivan su subsistencia de la actividad pesquera (Valverde, 1990).

Conservación de humedales en Colombia

Ignorando las lecciones aprendidas, no durante siglos sino durante milenios de utilización presumiblemente racional de los humedales, los esquemas contemporáneos de desarrollo relacionados con estos ecosistemas en Colombia siguen en general un modelo de trasformación, degradación y destrucción. La visión predominante de los procesos agropecuarios basados en el sistema del latifundio contemplan a los humedales como uno de los mayores estorbos o, a lo sumo, como a simples depósitos de agua de los cuales se puede obtener el recurso necesario para regadío y abrevaderos.

Con esta visión, se vende ante la opinión pública como un gran beneficio la implementación de obras mayores de ingeniería tales como la construcción de represas (*véanse* los casos de Salvajina y Urrá), puesto que permiten la **recuperación** de tierras para la agricultura y la ganadería intensivas, la disminución del riesgo de inundaciones y el **saneamiento** de regiones insalubres. De la misma manera, la canalización de ríos, la tala de manglares para la construcción de estanques piscícolas y camaroneros o la desviación de caudales para su aprovechamiento en acueductos, son considerados como batallas que se le ganan a una naturaleza enemiga.

Siguiendo este modelo de desarrollo, durante el presente siglo se han llevado a cabo modificaciones de gran cuantía en vastos humedales del país. Entre ellos sobresale la desecación de casi todos los planos inundables de la sabana de Bogotá y de los humedales del Valle del Cauca, la destrucción masiva de manglares en la isla de Salamanca (Magdalena) y, más recientemente, la contaminación por hidrocarburos de grandes ciénagas producida por la voladura terrorista de oleoductos. El ritmo de destrucción es tan acelerado que, por ejemplo, cerca del 90% de las 15.286 ha. de humedales que existían en el Valle del Cauca en la década del 50 habían sido desecados hacia finales del decenio del 80 y la mayor parte entre 1960 y 1969 (Restrepo & Naranjo, 1987). De manera similar, entre 1970 y 1987, alrededor de 58.700 ha. de manglar en la región de la ciénaga Grande de Santa Marta

(aproximadamente el 80% de estos bosques en el área) murieron como consecuencia de la construcción de la carretera que conecta a Barranquilla y Ciénaga (Botero & Botero, 1987).

En muchos países del mundo se han aprendido lecciones de este tipo a costos muy elevados y se empieza a ver el proceso de trasformación de los humedales de manera diferente. Ninguna de estas actividades es imprescindible, pues no producen los beneficios que prometen. La recuperación de tierras genera pérdida de fertilidad e incremento de la salinidad en los campos saneados. La construcción de represas no disminuye en realidad los picos de inundación y en cambio sí merma el aporte de limo a los fértiles sistemas deltaicos. Las camaroneras en zonas de manglar producen un agotamiento del recurso pesquero (Dugan, 1992).

Pero para cambiar el desolador panorama de la conservación de los humedales en Colombia debemos superar antes algunos obstáculos considerables, de los cuales el cambio de actitud en los organismos promotores del desarrollo es solamente una parte. Pese a nuestra compleja legislación ambiental, no existe una verdadera reglamentación legal conducente a su manejo apropiado (Duque, en prensa). Junto con las Guyanas Francesa e Inglesa, Colombia es el único país cuyo gobierno aún no es signatario de la Convención de Ramsar, relativa a la conservación de humedales de importancia internacional (Finlayson & Moser, 1991). Al mismo tiempo, la información de la cual disponemos en la actualidad referente a los humedales y sus recursos y que podría contribuir a su manejo adecuado y su conservación es fragmentaria y dispersa (Naranjo, en prensa 2).

Por estas razones, la asistencia de más de 70 personas interesadas en la conservación de estos ecosistemas amenazados al Primer taller nacional de humedales, celebrado en Santa Fe de Bogotá en octubre de 1992, marcó un hito esperanzador. No solamente se logró reunir en un solo recinto a muchos que creímos estar enfrentando solos este molino de viento, sino que se consiguió dar un primer paso en la configuración de una red nacional con el objetivo común de buscar vías a la conservación y al desarrollo sostenible de estos ambientes. Quedan todos us-

tedes cordialmente invitados a unirse a esta aventura, para regalarle al futuro el olor del pantano, el vuelo de la garza y el susurro del viento en los juncos.

Referencias bibliográficas

ANGULO VALDÉS, C. (1990). *La ciénaga Grande*. En: FEN. *Colombia: Colombia Caribe*. Fondo FEN. Bogotá. pp. 175-189.

ARCINIEGAS, G. (1978). *El caballero de Eldorado*. Aguilar, México.

ARIAS, P. (1985). *Las ciénagas de Colombia*. Inderena. Bogotá.

BOTERO, J. E. & BOTERO. L. (1987). *La ciénaga Grande de Santa Marta: una laguna costera en peligro de muerte. En*: ÁLVAREZ, H., KATTAN G. & MURCIA C. (eds.). *Memorias III Congreso de ornitología neotropical*. ICBP-USFWS-SVO. Cali. pp. 157-159.

CASTAÑO, C. (en prensa). *Los humedales colombianos y el manejo prehispánico. Memorias Primer taller de humedales en Colombia*. UICN- Comité Colombiano de la UICN. Santa Fe de Bogotá, octubre 15-16 de 1992. Inderena.

CORREAL, G. (1977). *Exploraciones arqueológicas en la costa atlántica y el valle del Magdalena: sitios precerámicos y tipologías líticas*. Caldasia 55:33-128.

DUGAN, P. J. (Ed.). (1992). *Conservación de humedales. Un análisis de temas de actualidad y acciones necesarias*. UICN, Gland, Suiza.

DUQUE, A. (en prensa). *Humedales en Colombia: características, situación y alternativas*. Memorias Primer taller de humedales en Colombia. Inderena- UICN- Comité Colombiano de la UICN. Santa Fe de Bogotá, octubre 15-16 de 1992.

FERNÁNDEZ DE OVIEDO, G. (1944). *Historia general y natural de las Indias, islas y tierra firme del Mar Océano*. Asunción del Paraguay.

FINLAYSON, M. & MOSER M. (Eds.). (1991). *Wetlands*. Facts on File Ltd, Oxford.

FRIEDEMANN, N. S. de & AROCHA. J. (1982). *Herederos del jaguar y la anaconda*. Carlos Valencia Eds. Bogotá.

GIGLIOLI, M.E.C. (1980). *Population, demography and health*. pp. 295-307. En: Memorias del Seminario sobre el estudio científico e

impacto humano en el ecosistema de manglares. UNESCO. Montevideo.

GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, F. (1992). *Los paisajes del agua: terminología popular de los humedales*. J. M. Reyero editor. Madrid.

LINARES, R. (en prensa). *Estudio del catival en Colombia*. Memorias Primer taller de humedales en Colombia. Inderena - UICN - Comité Colombiano de la UICN. Santa Fe de Bogotá, octubre 15-16 de 1992.

MALTBY, E. (1991). *Wetlands and their values*. pp. 8-26 *In*: FINLAYSON, M. & Moser M. (Eds.) *Wetlands*. Facts on File Ltd. Oxford.

MARÍN, R. (1992). *Estadísticas sobre el recurso agua en Colombia*. Himat, Arfo Ltda. Bogotá.

NARANJO, L. G. (en prensa 1). *Avifauna acuática residente y migratoria*. Memorias Primer taller de humedales en Colombia. Inderena - UICN - Comité Colombiano de la UICN. Santa Fe de Bogotá, octubre 15-16 de 1992.

———. (en prensa 2). *An Evaluation of the First Inventory of South American Wetlands. Vegetatio.*

PARSONS, J. J. (1948). *Los campos de cultivo prehispánicos del bajo San Jorge*. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Exact. Físicoq. y Nat. 48.

PARSONS, J. J. & DENEVAN, W. M. (1992). *Los campos de cultivo precolombinos*. pp. 235-248 *En*: Molano B., J. (Ed.): *Las regiones tropicales americanas: visión geográfica de James J. Parsons*. Fondo FEN Colombia. Bogotá.

PATIÑO, G. (1992). *Herr Simmonds y otras historias del Valle del Cauca*. Corporación Universitaria Autónoma de Occidente, Cali.

PLAZAS, C. & FALCHETTI. A. M. (1981). *Asentamientos humanos en el bajo río San Jorge*. Fundación de Investigaciones Arqueológicas, Banco de la República. Bogotá.

———. (1990). *Una cultura anfibia: la sociedad hidráulica zenú*. pp. 190-201. *En*: FEN. *Colombia: Colombia Caribe*. Fondo FEN. Bogotá.

POSADA CARBÓ, E. (1990). *Entre las olas del Caribe: los recursos naturales durante el siglo XIX*. pp. 15-35. *En*: FEN. *Colombia: Colombia Caribe*. Fondo FEN. Bogotá.

RESTREPO, C. & L. G. Naranjo. (1987). *Recuento histórico de la disminución de humedales y la desaparición de aves acuáticas en el Valle del Cauca, Colombia. En*: ÁLVAREZ, H., KATTAN G. & MURCIA C. (eds.). *Memorias III Congreso de ornitología neotropical*. ICBP-USFWS-SVO, pp. 43-45. Cali.

RUBIO, E. (1990). *Estructura taxonómica y caracterización ecológica preliminar de las comunidades de peces colectados en zonas estuarinas y de manglares en la costa pacífica de Colombia*. Memorias del VII Seminario nacional de tecnología del mar. CCO - CVC, Bogotá.

SATHER, J. M. & SMITH. R. D. (1984). *An overview of major wetland functions and values*. Report for the Fish and Wildlife Service, Washington: FWS-OBS-84-18.

SCOTT, D. A. 1989. *Design of wetland data sheet for database on Ramsar sites*. Mimeog. Gland, Switzerland.

SCOTT, D. A. & CARBONELL M. (Eds.). (1986). *Inventario de humedales de la región neotropical*. IWRB, Slimbridge. UICN. Cambridge.

VALVERDE, J. (1990). *Las pesquerías artesanales en la costa pacífica colombiana y sus perspectivas*. Memorias del VII Seminario nacional de tecnología del mar. CCO - CVC, Bogotá.

Los palmares, la avifauna y el agua:
recursos inseparables.

Foto: Elcy Corrales.

Avifauna acuática residente y migratoria en Colombia[1]

Luis Germán Naranjo[2]

En la región neotropical, la importancia de los humedales desde el punto de vista ornitológico ha sido tradicionalmente ignorada. Este hecho resulta preocupante, pues al contrario de lo que sucede con otros ecosistemas, el desinterés de la comunidad científica de la región por un tema de investigación rico en potenciales de diversa índole ha resultado en un pobre entendimiento de las delicadas relaciones entre muchas especies de aves y los ambientes acuáticos.

En un momento en el cual el movimiento conservacionista mundial ha empezado a volcarse hacia los humedales, las aves resultan un componente clave para el diseño de políticas de manejo de estos ambientes. Tal como lo han demostrado varias décadas de trabajo cooperativo de diferentes organizaciones, las aves acuáticas son bioindicadores de alta sensibilidad y pue-

1. Texto publicado anteriormente en *Memorias, Primer taller nacional de humedales*. UICN - Inderena, Santa Fe de Bogotá, octubre de 1992.
2. Biólogo. Profesor-Investigador. Departamento de Biología, Universidad del Valle.

den, por tanto, proveer una base firme sobre la cual elaborar una diagnosis del estado actual de los humedales del mundo.

El propósito de esta ponencia es múltiple. Por una parte, se hace una revisión de los factores que han determinado la escasez de trabajos investigativos sobre aves acuáticas en Colombia. Pero, lo más importante, presenta de una manera sinóptica la importancia de los humedales colombianos para las aves en un contexto internacional, llamando la atención particularmente hacia algunos casos que representan problemas reales y potenciales de conservación.

Aspectos históricos

El desinterés de los ornitólogos neotropicales por la avifauna acuática es un fenómeno particularmente acusado en nuestro medio. Aunque nuestra historia investigativa en el campo de la historia natural de las aves es amplio, la gran mayoría de los científicos profesionales han concentrado sus esfuerzos, en el campo, en la variada avifauna de las zonas boscosas de nuestro país. Exceptuando listas y registros de especies hechos entre los decenios del 50 y 60 por Borrero, Dugand y Lehmann, la bibliografía sobre aves acuáticas colombianas solamente abarca las dos últimas décadas. En este sentido, y a pesar de lo puntual de estos esfuerzos, la información disponible para localidades del Caribe (Naranjo, 1979, 1981; Botero, 1982; Botero & Rusch, 1988), el litoral Pacífico (Beltrán, 1986; Franke, 1986, 1987; Naranjo & Mauna, en prensa; Naranjo *et al.*, 1987) y el Valle del Cauca (Naranjo, 1986; Restrepo & Naranjo, 1987) puede considerarse como pionera.

El enfoque sesgado de los ornitólogos hacia especies silvícolas puede atribuirse a dos motivos no mutuamente excluyentes. En primer lugar, para la mayoría de nuestros ornitólogos, los bosques *son más interesantes*, en razón de la espectacularidad de algunos taxa propios de dichos ecosistemas y del alto grado de endemismo del cual goza nuestro país. Por otra parte, la riqueza de las comunidades de aves de bosque es indudablemente mayor que la de aquellas propias de ambientes acuáticos. Sin embargo, ambos

factores adolecen de juicios de valoración y de un pobre entendimiento de una característica notable de la avifauna de ambientes acuáticos. Aunque muchas aves neotropicales de bosque son realmente notables por su belleza, rareza o comportamiento, cualquier ornitólogo acuático puede encontrar paralelos dentro de las comunidades que estudia. Y en cualquier caso, por comparación con las aves silvícolas, muchas aves de humedales se caracterizan por sus grandes poblaciones.

¿Por qué son importantes los humedales?

La riqueza de especies de aves relativamente baja de los humedales neotropicales encierra en sí misma un fenómeno del mayor interés ecológico, debido a la reducida heterogeneidad espacial de esos ambientes en el plano vertical. De acuerdo con postulados clásicos de la teoría de la diversidad, la variedad geométrica (heterogeneidad) de un ecosistema se correlaciona positivamente con la riqueza y diversidad de especies (MacArthur, 1964). En este sentido, para la avifauna, los humedales son bidimensionales, mientras que los bosques ofrecen una amplia diversidad espacial gracias a la tridimensionalidad establecida por la presencia de varios estratos en la vegetación. No es gratuito, entonces, que el número de especies por unidad de área en un humedal tienda a ser menor que en una superficie comparable de hábitat boscoso.

A pesar de esta limitación en la riqueza, muchas de las especies que integran las comunidades aviarias de los humedales se caracterizan por tener poblaciones grandes. La alta productividad primaria de estos ecosistemas se traduce en la concentración en parches de fuentes de alimento para las aves, lo cual les permite formar colonias densas, que representan una porción sustancial de la biomasa que circula anualmente en los humedales.

Por otra parte, la ausencia de esta heterogeneidad en el plano vertical para las aves acuáticas está compensada hasta cierto punto por una heterogeneidad horizontal que puede ser elevada y, lo que es más importante, por la oferta diferencial de alimento en relación con la profundidad o el tipo de sustrato de las orillas de

los ambientes acuáticos. Muchas aves acuáticas son altamente especializadas en sus tácticas de forrajeo y por esta razón los humedales contienen conjuntos únicos de especies tan importantes desde el punto de vista de la conservación como las abigarradas comunidades de aves terrestres. Las justificaciones para esta afirmación son abundantes, pero pueden resumirse en tres postulados.

1. Los humedales son áreas críticas para la alimentación de grandes poblaciones de aves residentes. En términos generales, la cadena alimentaria de pastoreo de los humedales es relativamente corta. Este fenómeno implica que una gran proporción de la energía fijada por los productores primarios llega hasta los consumidores en el tope de la pirámide de alimentos, por lo cual esos organismos pueden alcanzar efectivos poblacionales considerables. Es el caso de muchas aves ictiófagas como pelícanos, cormoranes y garzas, depredadores de invertebrados bentónicos como los ibis y filtradores, y herbívoros como muchos patos.

2. Los humedales son eslabones ineludibles en una vasta red latitudinal de sitios de parada e invernada para poblaciones migratorias de aves. Durante millones de años, muchas especies de aves han realizado instintivamente vuelos migratorios anuales entre los hemisferios norte y sur. Algunas de estas aves dependen, al menos estacionalmente, de los ambientes acuáticos y zonas adyacentes para su alimentación y descanso y esa dependencia es crítica para la recuperación fisiológica necesaria para desplazamientos geográficos de tal magnitud. La migración requiere una reserva energética que solamente puede suplirse con alimento de alta calidad y abundancia, para traducirse en *combustible* metabólico para el vuelo, reserva para la muda de plumaje y preparación para la estación reproductiva.

   Desde este punto de vista, los humedales acumulan recursos alimentarios en ausencia de las aves migratorias, y a su llegada pueden soportar números elevados de individuos. Este fenómeno es particularmente notable para aves playe-

ras que se alimentan de invertebrados bentónicos en planos arenofangosos, lo mismo que para patos que utilizan invertebrados y semillas o gaviotas y gaviotines dependientes de peces de pequeño tamaño. Es imprescindible insistir que las migraciones de aves acuáticas, al conectar una vasta red de humedales, hacen de los mismos un recurso y una responsabilidad de carácter internacional.

3. Los humedales contienen una serie de especies que no pueden habitar ningún tipo de ambiente alterno. Aunque el endemismo no es una característica muy extendida entre las aves acuáticas, algunas áreas que han permanecido aisladas por mucho tiempo contienen especies únicas. Lamentablemente, nuestro conocimiento de la biología de tales organismos es supremamente escaso y no puede afirmarse que esos endemismos representen especializaciones habitacionales, tróficas o conductuales tan notables como las de muchas especies de bosque. Lo que sí se sabe con certeza es que, en muchos casos, las poblaciones de muchos de estos taxa son extremadamente reducidas y por tanto vulnerables a la destrucción de su hábitat. Así sea solamente por el compromiso ético de preservar la mayor cantidad posible del germoplasma de nuestro planeta, estas poblaciones únicas de los humedales hacen de estos ambientes sitios de mucho interés para la conservación.

Importancia de Colombia

Por muchos años hemos estado acostumbrados a la afirmación de la megadiversidad de la avifauna colombiana. Sin embargo y por las razones mencionadas, pocas veces se piensa que parte de esa megadiversidad corresponde a los ambientes acuáticos. En los párrafos siguientes se presentan los tres conjuntos de aves de humedales esbozados en la sección precedente, haciendo alusión específica a especies presentes en Colombia. Los datos porcentuales que se presentan se basan en las listas de especies de Hilty & Brown (1986) y Scott & Carbonell (1986).

1. *Especies residentes no exclusivas*

En los humedales colombianos residen, de manera permanente, o a lo sumo con movimientos migratorios no trascontinentales, 102 especies de aves acuáticas, pertenecientes a 23 familias. Esta cifra significa que el 57% de las aves acuáticas residentes en Suramérica tienen poblaciones permanentes en Colombia, lo cual demuestra la importancia de nuestro país para estos organismos. La cifra resulta aún mas notable si se tiene en cuenta que solamente existen datos para una fracción insignificante de nuestros humedales.

Aunque no existe una base de datos extensa respecto al tamaño de estas poblaciones, censos puntuales en algunas localidades del Valle del Cauca, la planicie del Caribe y el litoral Pacífico indican que los humedales colombianos soportan grandes números de zambullidores (*Tachybaptus dominicus* y *Podilymbus podiceps*), pelícanos (*Pelecanus occidentalis*), cormoranes (*Phalacrocorax olivaceus*), garzas (varias especies, particularmente *Ardea cocoi*, *Egretta alba*, *E. thula*, *E. caerulea*), ibis (particularmente *Phimosus infuscatus* y *Eudocimus ruber*), patos (principalmente *Dendrocygna autumnalis*, *D. bicolor* y *D. viduata*), pollas de agua (varias especies, principalmente *Gallinula chloropus*, *Porphyrio martinica* y *Fulica americana*), gallitos de ciénaga (*Jacana jacana*) y alcalditos (*Himantopus mexicanus*).

2. *Especies migratorias trascontinentales*

El 98,3% de las aves acuáticas que migran desde la región neártica hacia el continente suramericano cada año, está presente en los humedales colombianos. De estas 57 especies, la mayoría residen durante todo el invierno boreal en Colombia, aunque algunas pasan apenas un corto tiempo antes de continuar su desplazamiento hacia los cuarteles sureños de invernada.

Entre las residentes de invierno más importantes de los humedales colombianos están los patos. Sin embargo, aunque en el pasado seis especies de Norteamérica visitaban regularmente al país (Borrero, 1972), en la actualidad apenas una de ellas, el barraquete (*Anas discors*), puede considerarse como aún abundan-

te durante la temporada de migración (*véase* Botero & Rusch, 1988).

Menos conocidos por el público en general, son los playeros y chorlitos (orden: Charadriiformes). Más de 20 especies provenientes en su mayoría del círculo polar ártico, utilizan una amplia variedad de ambientes acuáticos litorales y continentales en Colombia. Entre ellos se destaca, por su variedad, la familia Scolopacidae, representada entre otras por las varias especies del género *calidris*, los andarríos *Actitis macularia* y las agujetas del género *tringa*. Aunque se sabe relativamente poco de la biología de estos organismos durante su permanencia en regiones tropicales, trabajos recientes (Beltrán, 1986; Franke, 1986; Naranjo & Mauna, en prensa, Naranjo *et al.* en prensa) demuestran que ambientes costeros de nuestro país pueden ser en realidad puntos de la mayor importancia en los desplazamientos anuales de este tipo de especies. Por otra parte, es también posible que algunos humedales de alta montaña, como la laguna de San Rafael, en el Cauca, y La Cocha, en Nariño, alberguen números significativos de estos organismos durante sus movimientos trascontinentales. Negret (comprensión personal) recientemente registró desplazamientos masivos de algunas especies en la región de Popayán, observación que concuerda con esta apreciación.

Un tercer grupo que merece atención es el de las gaviotas y los gaviotines (*charadriformes: Laridae*). Ateniéndonos a la definición de humedales de la Convención de Ramsar, al menos dos gaviotas (*Larus sp.)* y seis gaviotines (*Sterna sp.*) de Norteamérica visitan regularmente este tipo de ambientes en ambas costas. Por otra parte, es probable que los registros de otras especies, consideradas hasta ahora como ocasionales o accidentales, demuestren aún más la importancia de los sistemas estuarinos para la avifauna acuática migratoria en nuestro país.

3. *Especies endémicas o de distribución restringida*

Colombia incluyó dentro de su avifauna acuática a dos especies totalmente autóctonas: el cira o zambullidor andino (*Podiceps andinus*; considerado extinto en la actualidad [Collar *et al.*, 1992]) y la tingua cundinoboyacense (*Rallus semiplumbeus*). Sumadas a

ellas, poblaciones de otras 33 especies de aves acuáticas endémicas de Suramérica equivalen al 27,6% del total continental. Por otra parte, nuestro país cuenta siete subespecies de distribución restringida, dos de ellas compartidas respectivamente con Ecuador y Venezuela. Infortunadamente, el conocimiento que se tiene respecto a estos organismos es supremamente pobre y no puede establecerse en la actualidad el estado de sus poblaciones. De cualquier manera, podría afirmarse con buena confiabilidad que, casi sin excepción, tal condición es al menos de amenaza potencial, teniendo en cuenta lo restringido de su distribución geográfica y el retroceso evidente de los humedales andinos, en donde se encuentra la mayoría de esas especies.

A manera de conclusión

Sumando todos estos hechos, podría concluirse que la importancia de los ambientes acuáticos de nuestro país trasciende al ámbito continental, así se tenga en cuenta solamente a la avifauna. Aunque la extensión de humedales colombianos incluidos en el inventario neotropical alcanza menos del 1% del total para Suramérica (cerca de 800 000 ha.), cifra que entre otras cosas se estima que sea inferior al 20% de la extensión real, la ubicación de Colombia en el continente hace de nuestros humedales un conjunto crítico para la avifauna acuática americana.

Nuestra responsabilidad ante la comunidad conservacionista mundial es, entonces, grande. De nuestros esfuerzos por mantener los remanentes de los extensos humedales que tuvo el país hasta hace unas pocas décadas y por recuperar algunos de los más gravemente alterados a la fecha, depende la continuidad en el tiempo de una comunidad que es patrimonio compartido de las naciones del hemisferio occidental.

Pero estos esfuerzos deben surgir a partir de información confiable y de un reconocimiento de nuestras limitaciones y deficiencias actuales. La inclusión de la avifauna dentro de un plan nacional de conservación de humedales debe hacerse de manera cuidadosa, considerando que: (1) nuestra base de datos referente a la avifauna

acuática es deficiente y dispersa; (2) en una mayoría de casos carecemos de estimativos poblacionales; (3) carecemos igualmente de una cualificación de los riesgos que enfrentan estas poblaciones y sus ambientes y (4) tenemos muy pocos individuos capacitados para enfrentar estos déficit de información.

Como propuesta global, sugiero las siguientes acciones:

- Establecer y administrar una base de datos actualizada referente a las poblaciones de aves acuáticas colombianas.
- Expandir el alcance del Censo neotropical de aves acuáticas coordinado por el Buró internacional para el estudio de los humedales y las aves acuáticas al mayor número posible de humedales colombianos en un corto plazo.
- Diseñar e implementar planes de educación ambiental alrededor de la problemática de los humedales, utilizando a la avifauna como herramienta de trabajo.

Agradecimientos

Quiero agradecer muy especialmente a los doctores Heliodoro Sánchez y Elsa Matilde Escobar por su invitación a participar en un evento largamente esperado por la comunidad conservacionista en el país. A las entidades que financiaron este taller, y a los participantes y expositores en el mismo agradezco, igualmente, su interés.

Referencias bibliográficas

BELTRÁN, J. W. (1986). *Ecología alimentaria de las aves playeras (Scolopacidae-Charadriidae) en la bahía de Buenaventura*. Tesis de Grado. Universidad del Valle. Cali.

BORRERO, J. I. (1972). *Aves de caza colombianas*. Universidad del Valle, Cali.

BOTERO, J. E. (1982). *Waterfowl Use of the Ciénaga Grande de Santa Marta Region, Colombia*. MS Thesis, Univ. of Wisconsin, Madison.

BOTERO, J. E. and RUSCH, D. H. (1988). *Recoveries of North American Waterfowl in the Neotropics*. pp. 469-48.2 *In*: WELLER, M. W. (Ed.), *Waterfowl in Winter*. The University of Minnesota Press, Minneapolis.

COLLAR, N. J., GONZAGA, L. KRABBE, N. MADROÑO, A. NARANJO, L. G. PARKER, T. and WEGE. D. (1992). *Threatened Birds of the Americas*. ICBP-UICN. Cambridge.

FRANKE, R. (1986). *Distribución cronológica y uso habitacional de los chorlos (aves: Scolopacidae-Charadriidae) en la bahía de Buenaventura*. Tesis de Grado. Universidad el Valle, Cali.

———. (1987). *Distribución cronológica de los chorlos Scolopacidae y Charadriidae en la bahía de Buenaventura*. pp. 105-109. En: ÁLVAREZ, H. KATTAN L., G. & MURCIA, C. (Eds.). *Memorias III Congreso de ornitología neotropical*. Cali.

HILTY, S. L. & BROWN. W. L. (1986). *A Guide to the Birds of Colombia*. Princeton University Press, Princeton.

McARTHUR, R. H. (1964). *Environmental Factors Affecting Bird Species Diversity*. Amer. Nat. 98:387-397.

NARANJO, L. G. (1979). *Las aves marinas del Caribe colombiano: taxonomía, zoogeografía y anotaciones ecológicas*. Tesis de grado. Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá.

———. (1981). *Adiciones a la avifauna del Parque nacional natural Isla de Salamanca*. (Magdalena, Colombia). Bol. Mus. Mar 10:54-62.

———. (1986). *Aspects of the Biology of the Horned Screamer in Southwestern Colombia*. Wilson Bulletin 98:243-256.

NARANJO, L. G., BELTRÁN, J.W. & FRANKE, R. (en prensa). *Aspects of the Migration of the Western Sandpiper on the Pacific Coast of Colombia*. Submitted to The Journal of Field Ornithology

NARANJO, L. G., BELTRÁN, J.W. FRANKE, R. PELÁEZ L. y SÁNCHEZ, A. (1987). *Notas preliminares sobre aves de la bahía de Buenaventura*. Boletín Ecotrópica 17:25-39.

NARANJO, L. G. and MAUNA, J. E. (in press). *Segregation of Roosting Habitat in Migratory Shorebirds on the Pacific Coast of Colombia.* Wader Study Group Bull.

RESTREPO, C. & NARANJO, L. G. (1987). *Recuento histórico de la disminución de humedales y la desaparición de aves acuáticas en el Valle del Cauca, Colombia. En*: ÁLVAREZ, H., KATTAN, G. & MURCIA, C. (eds.). *Memorias III Congreso de ornitología neotropical.* ICBP-USFWS-SVO; Cali. pp. 43-45.

SCOTT, D. A. & M. Carbonell (eds.). (1986). *Inventario de humedales de la región neotropical.* IWRB-UICN, Slimbridge.

Los humedales, fuente de vida
para los habitantes de las sabanas.

Foto: Elcy Corrales.

El comienzo

Luis Germán Naranjo[1]

Al abrir la puerta de golpe, el olor de ACPM, avisperos viejos y verde lama pegada de las paredes del aljibe era remplazado en el verano por una fragancia asociada al canto de las chicharras. Aquella del polvo menudo del caliche y la boñiga seca y como telón de fondo, la sospecha del humo de los temidos incendios. En invierno, la sensación era otro cuento. O por lo menos lo fue desde aquella mañana.

Los cascos de la yegua agitaron los primeros charcos del potrero inundado y sin darme cuenta atrapé entonces vagos aromas a los que no podía asociar ni imágenes, ni sonidos. La inquieta figura del terrier saltando los matojos no tenía nada que ver con aquéllo. Como tampoco los estallidos de la hierba entre los belfos de las vacas gordas paciendo alrededor. Por momentos, el cuero mojado de los aperos o el sudor espumoso en los ijares de las bestias hacían aún más difusa la impresión. ¿Podría asociarse el perfume con las veloces libélulas rojas? Tal vez. O a lo mejor con aquella temperatura distinta que se adivinaba bajo el pasto.

La respuesta no podía estar tampoco en la conversación pausada de mi padre, hablando de ganado gordo, del nuevo matamaleza o

[1] Biólogo. Profesor-Investigador. Departamento de Biología, Universidad del Valle.

de las tareas por venir. Ni en el humo de su cigarrillo paseando en volutas alrededor de su gran cabeza mientras recorríamos el potrero. La respuesta, insospechadamente, apareció con un machete en la mano y una expresión enigmática bajo el sombrero de paja. Tomando la yegua del cabestro, el negro me dijo, en el tono que sólo usaba para develarme misterios envueltos en las sombras de la noche, que si no hacía ruido me regalaría una sorpresa.

Creo que entonces solamente pude pensar en sus historias de campamentos de trabajadores allá en las orillas del Cauca, en Bolombolo. O en los sapos muertos que él arrojaba en las tardes sobre las tejas calcinadas para regalármelos en forma de momias contraídas para mi colección de maravillas. Expectante, no dije nada y me abandoné a su paso lento conduciéndome entre los matojos de pará cada vez más altos, viendo cómo el agua le llegaba a las rodillas de sus pantalones rotos.

En un instante, con una risita bailándole en los ojos, Carlos Villegas soltó el ronzal y, muy delicadamente, abrió con sus manos encallecidas un montón de pasto. Era éste el significado del nuevo aroma, ese que me dejaría de una vez por todas trasfigurado ante cualquier pantano, el que más tarde me llevaría de los bofedales del páramo a los manglares, charca por charca, reviviendo el encanto en cada nuevo secreto atrapado por mis ojos atónitos. El que me sienta ahora ante este impulso mientras la lluvia choca contra la ventana y debe estar de nuevo inundando los parazales del Valle.

Como un relámpago, un pico anaranjado apuntó hacia el horizonte y las alas negras y blancas se agitaron dejando al descubierto el tibio montón de huevos blancos. Un último silbido y las manos del negro cubrieron otra vez el milagro del primer nido de iguaza.

Imposible encontrar un vehículo que,
como el agua, interrelacione tan estrechamente
los ecosistemas orinoquenses.

Foto: Elcy Corrales.

Sobre la dinámica bioecológica de las fluctuaciones hidrológicas de la Orinoquia

José Alfredo Arias Castellanos[1]

Resumen

Con el propósito de indagar sobre el comportamiento anual de una laguna de baja llanura en el oriente de Colombia, se monitorearon mes tras mes veinte parámetros fisicoquímicos de las aguas de la laguna de Paradero. Utilizando métodos y técnicas combinadas de tipo electrónico y colorimétrico, se tomaron 70 muestras integradas y se hicieron 900 registros para las diferentes especies químicas de la laguna, que fueron comparados con los datos de estaciones climatológicas del subsistema río Meta.

La laguna de Paradero es una pequeña y típica reserva permanente de la margen izquierda del río Meta, de aguas claras, muy ácida, pobre en nutrientes y sometida a la fluctuación del río, dilatándose y contrayéndose anualmente, según el ciclo del afluente. Esta dependencia, asociada a los factores de suelo y vegetación que la rodean,

1. Profesor IALL, Unillanos.

se intercalan permanentemente, constituyéndola en un ejemplo tipo de la gran dinámica de estos ecosistemas acuáticos de la Orinoquia.

Aquí se presentan los resultados obtenidos, se establecen las relaciones con los tributarios que dinamitan el ciclo y se anotan observaciones bioecológicas de la laguna.

Introducción

La segunda cuenca hidrográfica más importante del país es la cuenca del río Meta, no sólo por su tamaño sino también por su gran biodiversidad y potencial económico; sin embargo, gran parte de sus riquezas apenas se conocen, porque la información sobre los recursos y su uso es muy fragmentaria o inexistente.

Durante la ejecución de proyectos en biología básica de *Piaractus brachypomus* (cachama blanca), en el medio y alto río Meta, se tomaron 70 muestras de aguas de la laguna de Paradero, con el propósito de indagar acerca de los aspectos más importantes de las especies fisicoquímicas de la reserva y compararlos con parámetros del propio río y de un afluente de pequeño tamaño que tiene relación con la laguna.

Se entregan los resultados de los análisis efectuados durante un ciclo hidrológico completo y se anotan observaciones a algunas variaciones encontradas, tomando como referencia las publicaciones que sobre estudios similares se han hecho para reservorios del río Orinoco y del río Amazonas. Finalmente, se hace un esbozo de la propuesta acerca de las dinámicas del ecosistema.

Metodología

El trabajo se ejecutó atendiendo la propuesta de diseño de bloques de tiempo de Scully *et al.* (1980). Las técnicas empleadas tomaron como partida las utilizadas por Weibezahn (1985). Las muestras fueron procesadas de manera inmediata en un laboratorio de campo equipado con aparatos Hach, Fisher-Brand y

Metrohm. Cada muestra fue integrada en la columna de agua de un metro con un frasco maestreado adaptado para tal fin (Lewis y Weibezahn, 1981). Las medidas de temperatura, *pH*, oxígeno disuelto, conductancia, trasparencia y temperatura ambiental fueron leídas al tiempo de la toma de cada muestra. El sitio de monitoreo se mantuvo permanentemente durante todo el trabajo en la margen oriental de la laguna.

Resultados y discusión

Descripción del área de trabajo

La laguna de Paradero es una típica laguna permanente de desborde de la margen izquierda del río Meta, intervenida y gobernada por las aguas del río y por las del caño Guira; con este último se comunica diez a once meses al año por un canal o bocana de unos 150 metros de longitud (Arias y Vásquez, 1988). El río Meta le entra por el costado suroeste durante los meses de mayor nivel de aguas (abril a octubre). En la época invernal, la laguna llega a expandirse hasta un área de 50 hectáreas; en el verano se comprime a unas 10 hectáreas. La profundidad media del depósito en la época de aguas altas es de aproximadamente ocho metros. La floresta que la rodea es abundante en vegetación productora de gran variedad de frutos y semillas; sus aguas albergan diversidad de peces y otros organismos acuáticos que la habitan en número importante.

Clima

Las actuaciones biológicas de plantas y animales que moran la laguna de Paradero son afectadas de manera reducida por el clima de estas sabanas. En términos generales, las variaciones climáticas locales alteran muy poco y en época invernal prácticamente nada, los parámetros físicos de las aguas de la reserva. El climatograma de la tabla 1 fue tomado como referencia para los análisis de este trabajo, por lo demás

Tabla 1.

Valores y estados estadísticos de parámetros fisicosquímicos de las aguas de la laguna de Paradero, entre junio 1986 - mayo 1987, en la Hacienda de Paradero

Mes	Temp. °C	Cond. us/am 25 °C	Trasp. Seechi. am	*pH*	Oxígeno disuelto mg/l				Ácidos mg/l	Álcali mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe total mg/l	Dureza total mg/l	Nitrógeno mg/l		PO_4 mg/l	SO_4 mg/l
					Superficie		Profundidad								NH_4	NO_2		
					a.m.	p.m.	a.m.	p.m.										
Junio/86	23,0	15,3	23,6	6,18	2,83	4,13	2,47	3,34	10,7	4,9	4,6	3,9	0,23	8,5	33,3	5,5	4,37	6,3
Agosto	24,0	14,6	24,0	6,07	3,58	5,45	3,48	5,30	11,1	7,1	–	–	–	–	25,0	10	–	–
Septiembre	25,0	16,2	25,4	6,00	4,35	6,42	4,18	6,10	6,4	7,3	5,5	2,5	–	8,0	–	–	–	–
Octubre	22,5	12,9	18,5	6,42	4,17	5,49	3,96	5,07	11,6	5,3	3,3	2,3	0,49	5,7	47,0	3,7	280	14
Noviembre	22,5	18,8	14,7	6,20	5,17	5,66	4,94	5,43	10,1	8,2	6,3	4,0	0,77	10,3	61,5	93	310	4,0
Diciembre	23,0	40,4	18,8	6,25	6,58	7,12	6,35	6,88	6,5	5,2	10,0	3,8	0,51	13,8	91,5	0,0	120	-
Enero/87	22,0	45,8	17,4	5,98	6,70	7,34	6,45	6,97	7,5	3,9	12,0	5,0	0,43	17,0	113,3	4,8	230	22,0
Febrero	20,0	–	–	6,30	–	6,50	–	6,30	9,0	4,0	–	–	–	–	–	–	–	–
Marzo	20,0	45	15,1	6,10	–	–	–	–	–	–	19,0	6,0	–	25,0	–	–	–	–
Mayo	23,0	40	22,5	6,15	2,77	3,70	2,18	2,81	–	4,5	10,4	4,6	0,22	15,0	46,4	8,8	509	6,5
Media	22,5	27,7	20	6,2	5,1				9,8	56	8,9	4,0	0,4	12,9	59,7	6,0	311	106
Desviación estándar	1,50	13,72	3,76	0,15	1,36				1,97	1,46	4,79	1,15	0,19	5,82	28,58	3,33	129,57	66,9
Medida mínima		7,5 VI-86	6,5 I-87	5,4 VI-86	VI-87 Prot. a.m. 1,6				6 I-87	I VI-86	I VI-86	I VI-86	0.02 VI-86	3 X-86		0 VI-86	0 X-87	0 VI-86

refleja el patrón climático orinoquense y grafica los cuatro parámetros que más influyen en las condiciones fisicoquímicas de las aguas estudiadas (Arias y Vásquez, 1988).

Caudal

Aunque el caudal es una medida utilizada normalmente para determinar la cantidad de agua que fluye por un sitio en un afluente, en el caso que nos ocupa y que ejemplifica un sinnúmero de reservas naturales a lo largo y ancho del río Meta, gobernadas todas por las fluctuaciones y caudales del río, obligan a tratar brevemente este tema. La laguna de Paradero tiene una oscilación anual en su *caudal* entre tres y cuatro metros, que depende fundamentalmente del caudal real del río Meta definido a su vez por las precipitaciones en la parte alta de la cuenca (Arias, 1995). La cantidad de agua retenida por la laguna determina numerosos sucesos biológicos relacionados con la reproducción, alimentación y migración de especies animales que utilizan este cuerpo de agua en algún momento de su ciclo vital. De otra parte, la mayor o menor cantidad de agua en la laguna también determina la intensidad y velocidad con que se presenta el fenómeno de recirculación de nutrientes y genera entre muchos fenómenos bioecológicos el inicio de las cadenas tróficas que se soportan en las poblaciones del plancton (Hardy, 1980).

Temperatura de agua

Son múltiples los factores que pueden influir en la temperatura de una masa de agua con oscilaciones tan marcadas como las de la laguna de Paradero; de igual manera, pueden esperarse cambios importantes en la temperatura de un mes y en el ciclo térmico diario. La temperatura media anual medida de 22,5°C caracteriza aguas represadas relativamente frías pero apropiadas para sucesos biológicos; nótese además que los registros de temperatura más bajos se presenten en la estación de verano, condición inesperada pero con gran contenido para las especies que habitan estas aguas en la estación de sequía.

Conductividad

La concentración iónica de la laguna de Paradero es baja, tal como lo muestran las diferentes medidas efectuadas. Las mayores concentraciones de sales se presentan en aguas bajas como consecuencia de los menores niveles de agua. La conductancia aumenta también de la superficie al fondo de la laguna en valores pequeños. Santos (1980) observa condiciones similares para cuerpos de aguas lénticos de la Amazonia brasileña.

Trasparencia

Las propiedades ópticas de las aguas de la laguna son relativamente bajas si se comparan con las de otras lagunas de similares dimensiones de otros sistemas y latitudes. Con una medida de 20 cm, Secchi califica un agua con importantes cantidades de partículas suspendidas. La menor trasparencia en los meses de verano se explica por la mayor resuspensión de lodos de los fondos como producto del movimiento que los alisios propician en toda la masa de agua. Este fenómeno, en conjunto con la mayor conductividad, también para esta época son, a nuestro juicio, los principales factores de la dinámica veraniega de estas aguas.

pH

La laguna de Paradero mantiene todo el año un *pH* que indica una actividad permanente del ion hidrógeno. Los menores valores se obtuvieron en aguas bajas, pero no registran una estacionalidad marcada a lo largo del año. El *pH* como medida general asocia otros parámetros con significados diferentes en el análisis de aguas naturales que introducen interpretaciones algunas veces mal entendidas; esta aclaración es pertinente para el caso de analizar el *pH* de las aguas de esta laguna. Aunque las aguas son ácidas y blandas y con un *pH* siempre por debajo de neutro, las razones que explican tal comportamiento proceden de una actividad hidrogeniona exógena, debida al arrastre e incorporación

a las aguas de la laguna de materiales húmicos y suelos detectados como portadores de cationes hidrógeno (Vásquez y Sánchez, 1984).

Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto medido para la laguna de Paradero en diferentes profundidades y horas del día indica, en lo global, aguas de calidad aceptable para procesos biológicos normales de los organismos que habitan estas tierras. Es clara la estacionalidad: las mejores calidades se presentan en la estación de aguas bajas, cuando son más oxigenadas las aguas en la superficie; en las horas de la tarde se comprueban las observaciones de otros investigadores para sistemas similares de Orinoquia y Amazonia (Santos, 1980; Junk y Furch, 1980). Anotemos que las explicaciones que se pueden dar para la estacionalidad del oxígeno disuelto nacen de los procesos de resuspensión, turbulencia, recirculación y no directamente como consecuencia de los caudales o niveles de la laguna, o de procesos fotosintéticos (Arias, 1995; Weibezahn, 1985).

Acidez

Las mediciones de acidez registradas se consideran causadas por lo menos por los siguientes cuatro grandes grupos de factores: dióxido de carbono, ácidos orgánicos, taninos y ácidos minerales. La acidez es definitivamente baja, lo que indica la pobre capacidad de estas aguas para neutralizar bases. Los registros, de otra parte, oscilantes, obligan a recomendar futuros estudios minuciosos (Rodier, 1981).

Alcalinidad y dureza

Estos dos parámetros se presentan en las condiciones esperadas. Sería en extremo especulativo adelantar explicaciones respecto a la baja concentración de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos de metales alcalinos en estas aguas, considerando la gran carga sedimentaria andina que trasporta el río Meta y que de manera directa

influye en la laguna. Lo anterior indica la necesidad de hacer estudios más precisos y continuos.

Otras especies químicas medidas

Por distintas razones, en algunos meses algunas medidas no se hicieron; sin embargo, los registros que se presentan permiten aproximar al comportamiento y primera caracterización de estas aguas. En general, se trata de aguas que presentan bajas concentraciones y grandes variaciones en los contenidos de las distintas especies químicas con oscilaciones bien importantes indicando, en lo global, una dinámica muy intensa.

Conclusiones

La laguna de Paradero es un depósito natural permanente de aguas trasparentes (Sioli, 1968), con un ciclo hidrológico anual unimodal. Presenta un pico de aguas altas entre junio y agosto de cada año, meses en los cuales es desbordada por las copiosas lluvias pero principalmente por la entrada de aguas del río Meta y del caño Guira, dando paso a lo que se denomina popularmente una laguna de *Rebalse*. La mayor parte de los contenidos y oscilaciones de las especies químicas que caracterizan las aguas de esta laguna le son extraños, pues son producto de la escorrrentía del bosque que la rodea y de la intervención que ciclo a ciclo hacen río y caño. Por término medio es un depósito de aguas relativamente templadas, de baja conductividad, claras, ácidas, blandas y pobres en nutrientes. Sucesos tales como los de abonamiento, recirculación y resuspensión la hacen un centro de gran dinámica bioecológica, que explica la variada y productiva vegetación que la rodea al igual que la diversidad y cantidad de organismos acuáticos que viven en sus aguas.

Típica construcción llanera
hecho con materiales de la región.

Foto: Eley Corrales.

Apuntes de historia llanera

Jairo Ruiz Churión[1]

I

Mucho antes de Cristo, cuando la Gran Serpiente penetró por el río Amazonas, subió por el río Negro y empezó a dejar descendientes que aprendieron a navegar en las aguas dulces de la Orinoquia y la Amazonia, la gran familia arawak entró por el brazo del Casiquiare, bajó por el Orinoco y entrando por sus afluentes de la ribera izquierda, paulatinamente fue ocupando los Llanos Orientales de Colombia, los occidentales de Venezuela y saliendo al mar se asentó en el cordón de islas del más tarde denominado mar Caribe.

Existió un gran comercio fluvial entre las tribus del Orinoco. Los caribes, quienes desde mucho antes de la invasión europea comerciaban con esclavos, salían del corazón de la Guayana por el río Caroní, subían el Orinoco y por sus cinco grandes afluentes, el Apure, el Arauca, el Meta, el Vichada y el Guaviare, llegaban hasta el piedemonte llanero donde intercambiaban sus productos por oro, mantas de algodón y sal muisca. A su regreso asaltaban las poblaciones de los achaguas y sálivas, tomando prisioneros para que sirviesen como alimento y como esclavos en sus casas. En esta

1. Historiador, Jefe de audiovisuales, Universidad de los Llanos.

labor eran secundados por los guahíbos sikuanis, quienes por tierra iban asaltando casas y plantaciones, llevándose de paso un buen número de hombres y mujeres para servir de trueque a los caribes de las costas del Orinoco.

La nación Caribe, la más diestra en navegación entre las tribus de la Orinoquia y Guayana, bien podía encontrarse hoy en las cabeceras del río Ariari comerciando con los guaypes de la provincia del cacique Marwachare, y un mes más tarde se podían encontrar en las islas antillanas intercambiando sus ricas mercancías de oro del Ariari, sal y mantas muiscas, cerámica guayupe y achagua, arcos de palo de brasil, flechas con puyas de macana, cestería, collares de colmillos, guacamayas, veneno del mortal curare, quiripas achaguas (concha de molusco que servía como moneda entre las tribus de la Orinoquia), entre otros objetos valiosos.

Más tarde, en los albores de la colonia, cuando holandeses, franceses e ingleses ocuparon el territorio de las Guayanas, y los portugueses el alto río Negro y el brazo del Casiquiare, sus mejores aliados contra los españoles fueron los caribes. Armados por los protestantes con mosquetas, y a veces con cañones para sus canoas, esta tribu se dedicó a asolar las reducciones jesuitas que los padres sostenían en las tierras de Barragúan, Vichara y el Alto Orinoco.

Es curioso que naciones como los guahíbos sikuanis, bastante andariegos de por sí, recorrieran toda la Orinoquia a pie limpio. Solamente utilizaban sus pequeñas curiaras para navegar trechos cortos en pasos de caños o ríos; el resto del viaje lo hacían por las sabanas y las mujeres cargaban en sus espaldas todo el trasteo de la casa, además de los párvulos qu acomodaban a un lado de su cintura.

II

Colonización

La casa alemana de los banqueros Welser, que gobernaba la costa nordeste de Venezuela, cuando resolvió colonizar las grandes lla-

nuras que, según se pensaba, comunicarían con el Mar de Sur, no lo hizo navegando los ríos. Sus hombres salieron montados a caballo y a pie limpio por el valle de Barquisimeto al alto llano de Portuguesa y siguieron en dirección suroeste por el piedemonte de la cordillera Oriental de los Andes. En enero de 1537 llegaron a la provincia Marwachare de los guayupes, donde, con un ritual católico, fundaron la población de Nuestra Señora, en la cabecera izquierda del río Ariari, posiblemente donde hoy está localizada la ciudad de Cubarral. De esta manera nació el primer asentamiento europeo en los llanos colombovenezolanos. A partir de ese momento, los españoles bajan a lo largo de la cordillera Oriental, desde el Tocuyo hasta Santa Fe, a poblar el piedemonte llanero.

En 1568, Antonio de Berrío, casado con doña María de Oruña, sobrina y heredera del Adelantado don Gonzalo Jiménez de Quesada, sale del altiplano boyacense y comienza a navegar el río Pauto, cayendo al Meta para seguir aguas abajo y entrar en el Orinoco. En el costado derecho de este río, en seguida de las bocas del río Canorí, funda a Santo Thomé de la Guayana, la primera ciudad fundada por europeos en el río Orinoco. Quedaba abierta la ruta fluvial Meta-Orinoco.

La colonización de la nuevas tierras se ejerció bajo la filosofía de *dominación por la fuerza*, fundando inicialmente el *pueblo frontera*, usual en el proceso de expansión. Posteriormente se fueron cambiando estas formas de dominación por otras como la evangelización ejercida por diversas comunidades religiosas. Estas empresas fueron muy pobres en obtención de resultados. Muchos conquistadores tuvieron el deseo de poblar y descubrir los Llanos, presentándose grandes pleitos, de uno de los cuales salió la autorización de conquista de la región donde posteriormente surgió la ciudad de Santiago de la Atalayas.

Fundada por el capitán Pedro Daza, el 28 de septiembre de 1585, esta ciudad tuvo una gran relevancia en la dinámica de la región; es la primera capital de los Llanos del Casanare. Esta designación se hizo cuando se dividieron los Llanos. La ciudad contó con puertos fluviales para su comunicación, abastecimiento y traslado de sus productos, como el puerto de Sabanal-

ta en la desembocadura del río Unete, en el Cusiana. La estructura arquitectónica de la ciudad es descrita por un visitante de Santa Fe a finales del siglo XVII, así:

"Llegué a la ciudad de Santiago de la Atalayas, cabeza del gobierno en la cual allí está la iglesia edificada de tapia de muy buen cañón de madera, y cubierta de nuevo y bienalaja de ornamentos (...), y todas las casas de cabildos, cárcel y edificios para despachos son nuevos (..), blanqueadas las más curiosidad (...)". (GANUZA, Marcelino. *Monografía de las misiones vivas de agustinos recoletos en Colombia, siglos XVII-XX.* Imprenta San Bernardo, Bogotá. 1920, Tomo Y, p. 171).

En la Orinoquia colombiana van siendo fundadas las ciudades de San Juan de los Llanos, Santiago de la Atalayas, Chire, Manare, San José de Pore, San Martín del Puerto del Ariari, Támara, Morcote, Chámeza, Recetor y Tame, en un período que abarcó desde 1555 hasta 1560. Sin embargo, solamente la congregación religiosa de la Compañía de Jesús, que baja por primera vez al Llano en 1625, es la encargada de comenzar la navegación por los ríos Túa, Cusiana, Cravo, Pauto, Casanare, Meta y Orinoco, catequizando, fundando haciendas y haciendo reducciones indígenas.

Los jesuitas fueron penetrando en los Llanos y la Guayana, viéndose siempre acosados por incursiones inglesas, francesas y holandesas creadas por los misioneros. Se fueron constituyendo lentamente en el apoyo económico de los resguardos y poblados, tanto en el Meta como en el Casanare, para organizar todo un gran complejo socioeconómico en los llanos.

Durante la época de la colonia, las relaciones comerciales entre el virreinato de Santa Fe y la Guayana tuvieron épocas de oro por las continuas bonanzas producidas en las haciendas jesuitas del Casanare y del Meta. Pero este río contaba con fuertes rivales en la ciudad de Cartagena de Indias y el río Magadalena.

Alrededor de 1659, en la segunda entrada a los Llanos, los jesuitas fundaron las famosas haciendas de Caribare, Tocaría Cravo y Apiay. La hacienda Caribabare, localizada entre los ríos Tame y Ariporo, llegó a tener en todo el Llano colombovenezolano influencia gana-

dera, textil, artesanal, e incluso musical. El río Casanare fue la columna vertebral de las transacciones comerciales de los jesuitas entre la provincia de los Llanos y la Guayana. Éstos llegaron a producir en el piedemonte casanareño: café, cacao y textiles de gran aceptación en Santa Fe, Caracas y algunas ciudades de Europa. La base de su economía era la ganadería vacuna y caballar. Los ríos de la Orinoquia fueron las vías rápidas para estos empresarios que muy pronto llegaron a fundar reducciones en el margen izquierdo del río Meta: Guanalapo, Casimena, Surimena y Macuco, que luego fueron puertos de las ciudades de San José de Cravo, San josé de Pore y Santa Rosalía de Chire. Los ríos de la llanura orinocense fueron testigos mudos de la fundación de nuevas poblaciones en mitad del siglo XVII: el Pilar de Patute, San Salvador del Puerto de los Casanares, Nuestra Señora de la Asunción de Tame, San José de Aritagua, San Joaquín de Onocutare, San Ignacio de los Goahibos, San Ignacio de los Betoyes y San Javier de Macaguane. En 1750, el provincial de la orden de San Ignacio afirmaba en memorial dirigido a Su Majestad el Rey: "La suma total de indios que gobiernan los jesuitas es de diez mil trescientos sesenta y siete (comprendía a los del Meta y los del Orinoco). En todos los pueblos hay escuelas de castellano, de leer y escribir, muchos aprenden a cantar y a tocar varios instrumentos".

A finales del siglo XVII, los jesuitas adquirieron otras tierras más: Apiay, en los Llanos de San Martín y fundaron a San Pedro de Upía como puerto de enlace entre el camino de Gachetá- Medina y los ríos Upía y Meta. Para 1740 se consolida la hacienda de Apiay. Sus administradores importaban, desde Santo Thomé de la Guayana, telas (pues no había industria algodonera en los Llanos de San Martín), hachas , machetes, peroles para cocina, viandas, instrumentos musicales y semillas de arroz. Por el Orinoco venían las mercancías que habían atravesado el Atlántico, subían por el Meta, entraban por el Humea, remontaban el río Negro hasta llegar al puerto de Pachaquiaro, construido por la compañía de Jesús como embarcadero para salir a los ríos importantes de la Orinoquia.

Antes que los jesuitas llegaran al territorio de San Martín, sus moradores ganaderos embarcaban sus reses en el bajo Camoa y siguiendo por el Meta entraban en las dehesas del Apure. Allí el ganado era engordado y después enviado a Barinas y Caracas para

consumo de sus habitantes. Después, con la conformación de la hacienda de Apiay, los ganaderos vendían sus reses a los padres de la compañía, quienes las subían por la trocha ganadera hasta Santa Fe, donde los jesuitas tenían la hacienda de la Chamicera para reponer el ganado, cebarlo y venderlo en la capital del virreinato.

III

Migraciones y urbanismo

La cordillera Oriental de los Andes tiene hacia el piedemonte casanareño caminos naturales por las bajantes de los ríos Upía, Cusiana, Cravo, Tocaría, Pauto y Casanare, lo que facilitó en gran parte el rápido poblamiento de esa sección durante el siglo XVII. Las comunidades religiosas de los dominicos, agustinos y, posteriormente, los jesuitas, supieron sacar provecho para bajar al Llano y fundar pueblos a orillas de los innumerables ríos navegables que caen al Meta y de esta manera tener acceso al Atlántico para viajar a Europa. La mayoría de los pobladores blancos venían de las ciudades del Socorro, Pamplona, Sogamoso, Tunja y en menor cantidad de Santa Fe. Por otro lado, la fácil comunicación que había con los ríos hacía posible que los habitantes de Barinas y Apure entraran fácilmente a hacer sus diligencias en la capital del virreinato.

A partir de 1750, los asentamientos españoles se frenan un poco debido a las nuevas alternativas de colonización en otras provincias y la apertura de nuevos caminos hacia esos lugares. En el teritorio de San Martín, las barreras naturales que presentan los páramos de Sumapaz y Chingaza, y lo difícil de la única vía de penetración con sus innumerables precipicios, solamente permitió que se fundaran tres poblaciones: San Juan de los Llanos, en 1555, Medina, en las cabeceras del río Humea en 1620, y San Martín del Puerto, en 1641.

A diferencia del Casanare, las reducciones en los Llanos de San Martín se hicieron a sangre y fuego, lo que obligó a los indígenas a replegarse hacia los montes del río Guaviare. En 1606, el capitán español Alonso Jiménez entró al sur del río

Meta, entre los ríos Yucao y Manacacías, buscando el Gran Airico (en lengua ayagua), en el que ejecutó una gran matanza de indígenas achaguas que se resistieron a dejarse llevar presos como esclavos para el otro lado del Meta. Algunos años más tarde, del capitán Lázaro Cruz ejecutó la misma travesía y cerca del caño Melúa apresó a cientos de achaguas llevándoselos como esclavos para Santiago de las Atalayas.

Cuenta el padre Juan Rivero en su *Historia de las misiones del Casanare y los ríos Meta y Orinoco*:

> *"(...) en 1659 los indios de los alrededores de San Martín son fuertemente atados y encadenados para venderlos como esclavos en la capital del Casanare, Santiago de las Atalayas (...), los caribes y los guahíbos colaboraron con los españoles para saquear y apresar las poblaciones achaguas y sálivas y se los venden a cambio de oro y armas. Muchos de estos indios son trasladados hasta La Guayana donde los caribes los venden a los holandeses e ingleses".*

Los Llanos de San Martín sobrevivieron gracias a los resguardos de la comunidad de las franciscanos. Esta provincia contaba solamente con las tres poblaciones anteriormente mencionadas. Sus escasos habitantes blancos vivían en las pequeñas misiones establecidas a lo largo de los ríos Ariarí y Metica. Dice el Padre Vicente de Oviedo:

> *"San Juan y San Martín están relegados a una quinta categoría, es el equivalente al exilio, poco más que una colección de casuchas de palma de bahareque, rivalizando entre ellas mismas. La travesía a estas poblaciones es totalmente catastrófica, lo que da lugar para que pocos colonos se aventuren a establecerse allí".*

Una vez que los jesuitas abrieron el camino fluvial por los ríos Ariari y Guaviare para catequizar a los indígenas del Gran Airico, comenzó en sí la colonización del medio y bajo Guaviare. Los jesuitas iban por allí, desde Santa Fe hasta el alto Orinoco donde tenían los resguardos y misiones de Maypures y San Fernando de Atabapo. Basados en la leyenda indígena de *Diosonamuto*, de los guahíbos sikuani, abrieron el famoso camino

de Dios. Pudieron atravesar desde Maypures todo el Llano del Vichada, sin pasar un solo río hasta llegar al costado derecho del Camoa y entrar en San Martín . Este camino va por la espina dorsal del Llano, entre los ríos Vichada, el Tuparro y el Tomo; llegando hasta las cabeceras del primero se comienza a remontar el Manacacía hasta sus nacederos para entrar por Sabanalta o Llano Grande y subir al Camoa.

Las poblaciones fundadas en el siglo XVII siguieron como patrón urbanístico el sistema de cuadrícula (tipo damero) y de trazado octagonal en forma de ajedrez, con manzanas de cuatro cuadras y una longitud aproximada de cien varas por cada cuadra; partiendo las calles de la plaza principal, la cual se convirtió en el eje central de la vivienda urbana y de las actividades cívicas. Pero no todas estas disposiciones fueron de ley, algunas de ellas dependieron de las condiciones del fundador. Dice Martín Javier Plazas Pérez en su ponencia "La ciudad de Santiago de las Atalayas, primera capital de los llanos del Casanare", dentro del marco del II Simposio internacional de historia de los Llanos colombovenozolanos:

> *"En un principio las viviendas fueron sencillas, casi a la usanza indígena, técnicas urbanas que acomodó el español, para posteriormente sus vecinos al consolidar sus solares, luego de que les fuera repartido, se dieron a la tarea de construirla con una arquitectura más permanente y con proyección y semejanza hispana (...) para hacer las viviendas utilizaron como elementos, el adobe, la tapia pisada, el ladrillo, la teja de barro cocida la piedra (cuando era la construcción en el piedemonte), la hoja de palma, la palma, el bahareque, también se convino en algunos casos el uso de la teja de barro con la paja y palma (...) todas estas construcciones partieron de los alrededores de la plaza: los centros de justicia, gobierno y demás edificios del ejercicio público de la ciudad, lugares reservados para el clero regular y monástico y los sitios de residencia de sus principales vecinos. Las otras casas estaban ubicadas de acuerdo al status social del vecino".*

El 13 de enero de 1750, España y Portugal firmaron el tratado de Madrid, donde rectificaban los linderos de sus imperios en Suramérica. Fernando VI designó a José de Iturriago y al coronel

Eugenio de Alvarado para que encabezaran la comisión septentrional que entraría en el alto Orinoco-río Negro. En diciembre de 1756, las provisiones se agotaron y fue enviado el teniente José de Solano a la ciudad de Santa Fe a conseguir auxilios. Solano bajó por el Orinoco, entró por el Meta hasta el Puerto de Pachaquiaro del río Negro, en tierras de Apiay, y desde allí a lomo de mula hasta la ciudad de Santa Fe. A su regreso, volvió por la misma ruta mientras que todo el cargamento de víveres era dirigido a la ciudad de San Martín del Puerto, para que desde allí fuera enviado río Ariari abajo, entrando por el Guaviare hasta llegar a San Fernando de Atabapo.

El coronel Eugenio de Alvarado también realizó el viaje desde el río Orinoco hasta Santa Fe, convenciendo al Virrey José Solís Folch de Cardona para que ampliara la trocha entre la capital y San Martín del puerto. En 1760 fue terminado dicho camino entre Santa Fe y Apiay. Alvarado le solicitó al virrey que les ordenara a los corregidores de Tunja, Sogamoso, Santiago de las Atalayas y Cáqueza, para que presentaran a todos los vagabundos y haraganes, guardándolos con todas las precauciones para que no fueran a escapar, y por grupos, fueran enviados al territorio de San Martín a poblar colonias; en ningún momento estos arrestados debían tener antecedentes de crímenes y mucho menos haber pagado condena por estos hechos.

No se conocen las respuestas de Solís. Sin embargo, este plan sirvió para hacer el primer llamado a los emigrantes españoles hacia los Llanos de San Martín, pues desde los tiempos de Jiménez de Quesada no se efectuaba una convocatoria de tal naturaleza.

En 1767, por medio de La Real Cédula emanada por el rey de España, los jesuitas fueron expulsados de todas las posesiones del imperio español, abriendo una era turbulenta de cambios y abandono de resguardos y misiones que, junto con la revolución de los Comuneros y el alzamiento indigenista de los Llanos, tuvieron fuerte impacto en esa provincia. En los momentos de la expulsión, las haciendas de los padres de la compañía de Jesús contaban con la cantidad de 200 mil cabezas de ganado vacuno.

En 1772, el señor Juan Francisco, oriundo de los Llanos apureños, fundó un hato en el costado derecho del río Arauca, reuniendo un gran número de familias indígenas que constituyó toda la población. El presbítero Juan Isidro Davoín llegó a este caserío el 4 de diciembre de 1780 y fundó la villas de Santa Bárbara de Arauca. Trece años después, los padres capuchinos levantaron la iglesia en el mismo lugar donde hoy se encuentra. Su posición estratégica a orillas del río del mismo nombre, hizo de Arauca un centro comercial de donde salían y llegaban embarcaciones de mayor calado, trayendo de Europa todo tipo de mercancías que a su vez eran introducidas en el territorio casanareño. Europa se encontraba ávida de productos exóticos suramericanos, adquiriendo un valor increíble la pluma de garza, a partir de los comienzos del siglo XVIII. En todo el Llano comenzó la explotación en grande de productos naturales: la pepa del árbol de sarrapia con la que se hacía jabón medicinal en Alemania; la pluma de garza para adorno de sombreros y abrigos en Francia; cueros de tigre, danta, venado y reces, caucho que todavía no era explotado en gran escala; artesanía indígena, entre otros.

IV

La guerra de independencia y sus consecuencias

Toda esta bonanza de los llanos se ve interrumpida a partir del estallido de la Guerra de Independencia. Durante la reconquista española (1816 - 1819), el río Pauto, el Casanare, el Arauca y el Meta incrementan el tráfico fluvial llevando y trayendo tropas patriotas entre Pore y Angostura en el Orinoco. Pore es la nueva capital de toda la provincia de los llanos, ya que a causa de unas emanaciones tóxicas que salieron por los alrededores de la ciudad de Santiago de las Atalayas, esta capital fue abandonada por sus pobladores que se trasladaron a Pore, a comienzos del siglo XIX. Algo parecido ocurrió con San Juan de los Llanos, que fue asolada por los continuos ataques del alzamiento indigenista, yéndose sus moradores

a comienzos del mismo siglo a resistir a la ciudad de San Martín del Puerto.

Toda la cordillera Oriental de los Andes, desde Quetame hasta Pisba, quedó ocupada por los ejércitos realistas; el río Meta fue la única vía que los patriotas tuvieron para comunicarse con el océano Atlántico.

Finalizada la contienda independentista, el 5 de agosto de 1823 el general Francisco de Paula Santander concede el privilegio al general James Hamilton para navegar con buques de vapor la ruta fluvial Meta- Orinoco, desde Angostura en el Orinoco aguas arriba, por el Arauca y el Meta. Cuando toda la provincia de los Llanos se independizó de la Nueva Granada en 1830 y quiso anexarse a la recién creada República de Venezuela, no siendo aceptada por el Congreso de Valencia del mismo año, la única vía de comunicación con que contaron los llaneros fue el río Meta; los neogranadinos habían cerrado todos los caminos que comunicaban al Llano con el altiplano cundinoboyacense, para no dejar pasar alimentos y de esta manera obligar a los llaneros...

Un hecho trascendental vino a darle importancia a la navegación de vapor por el río Meta: cuando los jesuitas fueron expulsados en 1767, la hacienda y población de San Miguel de Macuco quedó en poder de los indígenas sálivas, verdaderos dueños de la ganadería del lugar, entre los ríos Duya y Güiripa. Pasada la guerra de independencia, el hato había quedado desvastado por las tropas patriotas, lo que obligó a los sálivas mudarse de lugar para conseguir mejores pastos. A orillas del río Meta, junto a las bocas del Cravo, fundaron el puerto de Guayabal. Muy pronto llegaron a esta naciente población los comerciantes venezolanos e instalaron sus almacenes en las casas que les compraron a los indígenas, los que se vieron desplazados y entregaron sus casas a precios irrisorios. Ante esta situación, el cónsul francés ante el Gobierno de Colombia, señor Antonio Leccioni (que tenía su hato en los alrededores de Guayabal) salió en compañía de varios sálivas a buscar un nuevo lugar para poblar, en las costas del Meta. El 1 de enero de 1850 llegan los exploradores a un lugar que anteriormente había sido puerto

de la misión de Macuco y que en ese momento estaba habitado por indígenas de la nación yarura, de la etnia arawak. En su lengua denominaban al lugar como "sitio para descansar", y así fue fundado y bautizado el pueblo con el nombre de Orocué, que, en síntesis, viene a convertirse en el principal puerto de la Orinoquia, hasta 1930. Su importancia trasciende hasta Europa, concretamente Bremen en Alemania, donde sus banqueros abrieron cuentas a nombre de los comerciantes de Orocué.

Su posición estratégica lo hizo apetecido por ciudadanos extranjeros, a tal punto que funcionaron en la localidad legaciones comerciales de Alemania, Francia y Venezuela. Sus transacciones comerciales se hicieron en moneda europea y en oro nuestro.

Con la guerra de los Mil Días (1899-1901), el Gobierno venezolano suspendió el libre comercio de Colombia por el Orinoco, frenando bruscamente el intercambio económico. Finalizada la contienda civil, se declaró nuevamente abierto el tránsito fluvial hasta Orocué. En abril de 1941, en el templo de la Villa del Rosario de Cúcuta se firmó el tratado de demarcación de fronteras y navegación de los ríos comunes entre Colombia y Venezuela, fundado en un principio de amplia libertad de tránsito terrestre y navegación fluvial para ambas naciones, constituyendo las bases que estimularían la amistad y economía entre ellas.

El naufragio de varios importantes vapores, la sedimentación de materiales en el río y la deforestación de las cuencas hidrográficas que han ido disminuyendo la profundidad y las corrientes de las aguas imposibilitando la navegación, pueden considerarse causas directas de la decadencia de la navegación por el río Meta, y de su principal puerto, Orocué.

Del tiempo de la decadencia (1930) hacia acá, la ruta ha sido subutilizada, ya que algunas empresas particulares la han estado explotando, trasportando principalmente ganado y víveres. En 1986 se incrementó ligeramente la utilización del río Meta desde Puerto López, debido a los desastres causados por el invierno en las carreteras que unen los llanos con el altiplano cundinoboyacense.

Referencias bibliográficas

AVELLANEDA, Juan. (1988). *San Juan de los Llanos: primera ciudad de los Llanos Orientales.* Ponencia I Simposio internacional de historia de los Llanos colombo venezolanos. Villavicencio.

DELGADO, Daniel. (1914). *El vicariato apostólico de Casanare.* Editorial Luis Gili, Barcelona.

DE LA PEDRAJA TOMAN, René. (1984). *Los Llanos; colonización y economía.* CEDE U. de los Andes, Bogotá.

RAUSCH, Jane. *A Tropical Plains Frontier: The Llanos of Colombia. 1530-1830.* (1984). University of New Mexico Press, Albuquerque.

BETANCOURT, Marleny. MIRANDA, María. (1984). *Historia del municipio de Orocué, Casanare.* Trabajo de grado. Universidad de los Llanos, Villavicencio.

GACETA DE COLOMBIA. (1973). *1821 1831. Villa del Rosario de Cúcuta.* Cinco tomos, Banco de la República, Bogotá.

GÓMEZ, Augusto. (1992). *Indios, colonos y conflictos. Una historia regional de los Llanos Orientales 1870-1970.* Editorial Siglo XXI, Bogotá.

LIÉVANO, Indalecio. *Los grandes conflictos sociales y económicos de nuestra historia.* Dos tomos. Bogotá.

DÍAZ ESTRADA, Guillermo. (1992). *La intendencia nacional del Casanare. Génesis de su creación.* Ponencia II Simposio internacional de historia de los Llanos colombovenezolanos. *Revista Llano Adentro,* Centro de Historia de Casanare, Yopal.

PÉREZ, Héctor Publio. (1988). *La participación de Casanare en la guerra de independencia.* ABC, Bogotá.

RIVERO, Juan, (1956). *Historia de las misiones de Casanare y los ríos Meta y Orinoco.* Bogotá.

PLAZAS PÉREZ, Martín Javier. (1990). *La ciudad de Santiago de la Atalayas. Primera capital de los Llanos del Casanare.* II Simposio internacional de historia de los llanos colombovenezolanos. *Revista Llano Adentro,* Centro de Historia de Casanare, Yopal.

RUIZ CHURIÓN, Jairo. (1992). *Mexa, Grameta, Metacuyá, El Meta,* Cámara de Comercio de Villavicencio, Villavicencio.

El agua bien público con derecho
al uso y disfrute por todos.

Foto: Elcy Corrales.

Uso y abuso del agua: aspectos legales

Rodrigo Murgueitio[1]

Introducción

El ser humano ha pretendido satisfacer sus necesidades a cualquier precio. La mayoría de sus logros en su supuesto bienestar se han hecho a costa de su ambiente. Sin embargo, gracias a una cultura y conciencia recientemente adquiridas, las nuevas generaciones han salido al rescate de lo que se encontraba perdido y sin esperanzas de recuperar. Desde hace escasos diez años, viene hablándose de *desarrollo sostenible*, que consiste en lograr la satisfacción de los requerimientos y necesidades de las generaciones presentes, sin sacrificar el bienestar de las futuras.

En el estado social de derecho colombiano se hace imperioso darles a conocer a los profesionales de la biología, medicina, veterinaria, sociología, antropología... expertos en desarrollo comunitario y otras especialidades, elementos básicos de nuestra legislación sobre los bienes y su dominio, concretándolos sobre el elemento agua.

1. Abogado. Asesor Red Nacional de Reservas de la Sociedad Civil.

El presente trabajo se enfocó, sin profundizar sobre el tema, hacia los profesionales que tienen que ver con el agua y la tierra, para que conozcan principios básicos de nuestra normatividad jurídica.

Algunas de las normas han permanecido fuera del alcance normal del ciudadano o se encuentran restringidas a expertos, o a unos pocos funcionarios, que con criterios y actuaciones personales definen caprichosa o arbitrariamente el futuro de los recursos naturales.

Las acciones que de manera decidida y valerosa han puesto en ejecución las nuevas generaciones; la cada vez más activa participación ciudadana; la consagración constitucional de los derechos colectivos; la función social de la propiedad privada y su determinación inherente a la función ecológica; la creación del Ministerio del Medio Ambiente; la acción de tutela y la acción popular han abierto las puertas a lo hasta hoy inabordable.

Bienes o activos del Estado

Es importante precisar que, de acuerdo con la Constitución nacional, la propiedad privada se encuentra reconocida como un derecho de las personas naturales y jurídicas, incluyendo en esta última al Estado o nación, bien sea del orden nacional, departamental o municipal. En el capítulo 21, artículo 58 de los derechos sociales, económicos y culturales, la Constitución Nacional la establece como un derecho fundamental del ciudadano, y le impone una función social y, una inherente, ecológica.

Características jurídicas en relación con el agua

En la jerarquía de las normas, luego de la Constitución nacional (Ley de Leyes) se reconoce al Código Civil (que data en muchos de sus artículos de 1887), como aquel que incluye disposiciones sustantivas "que determinan especialmente los derechos de los particulares, por razón del estado de las personas, de sus bienes, obligaciones, contratos y acciones civiles". Igualmente, se reconocen las que "son aplicables en los asuntos de la compe-

tencia del Gobierno general con arreglo de la Constitución y en los civiles comunes de los habitantes de los territorios que él administra" (artículo 1º).

Los ríos y las aguas en general son declarados como un bien de uso público. Es decir, los ubica entre aquellos que pueden utilizar todos los habitantes del territorio colombiano (artículo 677). Su uso, goce y disfrute son derecho de todos y los reglamenta el Código Civil y otras leyes, entre las que resaltamos el Código de Recursos Naturales, Decreto Ley 2811 de 1974 y el Decreto Reglamentario 1541 de 1978 a los que nos referiremos más adelante.

Ahora bien, la norma civil citada (artículo 677) nos dice que "los ríos y las aguas que corren por cauces naturales son bienes de la Unión, de uso público en los respectivos territorios". Establece una excepción cuando expresa: "Exceptuándose las vertientes que nacen o mueren dentro de un misma heredad, su propiedad, uso y goce pertenecen a los dueños de las riberas, y pasan con éstos a los herederos y demás sucesores de los dueños".

Existen, pues, dos tipos de aguas en cuanto a su propiedad,uso goce: (a) las de uso público, que son la mayoría, (b) las de uso particular, que nacen y mueren en un mismo predio, fundo o heredad.

Dado que, como es de todos conocido, el agua en sí no puede morir, sino que se interna en el subsuelo, la Corte Suprema de Justicia, máximo órgano del poder judicial, encargado de interpretar sus leyes y darles su justo valor, ha expresado sobre el tema: "Una vertiente es de dominio privado cuando nace dentro de un predio (porque brota o fluye dentro de sus límites o porque proviene de aguas pluviales estancadas, etc.) y luego muere dentro de sus linderos, sea porque se infiltra o corre por vía subterránea, porque desemboca o confluye en otra corriente antes de la salida del fundo".

Sirva igualmente para aclarar que las aguas que corren subterráneas por el territorio colombiano son bienes de uso público,

pues según la Constitución nacional, artículo 101, "también son parte de Colombia, el subsuelo, el mar territorial...".

El uso, goce y disfrute del agua requiere permisos especiales que concede la autoridad pública, bien sea a través del Ministerio de Agricultura, del Inderena o de las corporaciones autónomas regionales. En consecuencia, el Código Civil establece que no se puede construir sino con permiso especial de autoridad competente y que al ser concedido no le da derecho sobre la propiedad del suelo sino únicamente sobre su uso y goce (artículo 638). Esto rige igualmente sobre canales de los ríos para algún objeto industrial o doméstico, (artículo 683), lo cual es ratificado por el artículo 895, cuando se establece que "las aguas que corren por un cauce artificial construido a expensas ajenas, pertenecen exclusivamente al que, con los requisitos legales, haya construido el cauce".

Pero si el agua es un bien público, declarado de utilidad general e interés social, con derecho a usarlo y disfrutarlo por todos los ciudadanos, ¿por qué razón nos es cobrada? El agua en su estado natural no puede ser cobrada, lo que pagamos a las entidades que prestan dicho servicio público es su tratamiento y conducción (Ley 142 de 1993). El valor que se debe cancelar tiene dos componentes: el costo real del m^3 de agua, que debe ser igual para toda la población, y el costo social según el cual los de mayores ingresos deben subsidiar a los de escasos recursos.

De la estratificación y el mantenimiento de las aguas

Una vez más es necesario repetir que el recurso agua, con la excepción explicada, es un bien de uso público. Por tanto, le corresponde al Estado su protección y mantenimiento. En igual sentido, todos los usos, utilizaciones, obras, concesiones, permisos, controles corresponden a instituciones especializadas del Estado.

En sus inicios, el control y mantenimiento lo efectuó el Ministerio de Agricultura, luego el Inderena y desde hace algunos años, dadas las características locales de su manejo y supervisión, se ejercita a través de las corporaciones autónomas regionales.

Desde la expedición del Código Nacional de Recursos Naturales (Decreto-Ley 2811 de 1974) se ha pretendido reglamentar todo lo relativo al tema y por tal razón se expidió el Decreto Reglamentario 1541 de 1978 sobre las "Aguas no marítimas", que está vigente, aun cuando sujeto a la revisión expresamente consagrada en la Ley 99 de 1993 (Estatuto Nacional Ambiental).

Las normas antes citadas son consideradas de las mejores del mundo en su texto, mas no en su aplicación, dado el abuso en que han incurrido muchos funcionarios. Ello ha conllevado un exagerado proteccionismo a personas, naturales o jurídicas con gran capacidad económica, en detrimento de vastas poblaciones carentes de esos recursos, que no tienen medios de defensa e incluso dependen laboralmente de esas personas.

Muchas determinaciones de los funcionarios para aplicar las normas, y dado el conocimiento registrado de ellas, han provocado, con su aplicación indebida, graves desastres ecológicos que hoy estamos viviendo.

La aseveración no es gratuita, basta recordar que para la época de la sanción de las normas citadas se encontraba en vigencia una alta centralización del Estado, con poder omnímido y unilateral de interpretación, sin la debida y adecuada participación ciudadana. La protección eminentemente policiva que tienen las normas conllevan unas sanciones tenues, limitadas, que se prestan a abusos en su aplicación.

La Constitución Nacional de 1991, que consagra reiteradamente la participación ciudadana en defensa de sus derechos fundamentales, colectivos y del ambiente, con instituciones como la acción de tutela y la acción popular, entre otras, trata de menguar la concepción absolutista y sin controles de la propiedad privada.

Los 150 años o más de abusos del ser humano sobre el ambiente, la depredación, deforestación y demás efectos que hoy son punta de lanza de nuevas generaciones buscando el desarrollo sostenible, nos llevan a pensar que existe un cambio, que ahora sí el espíritu de la norma puede ser compatible con los hechos que de su aplicación se derivan.

Retomando el tema propuesto, podemos decir que el Decreto 1541 de 1978 sobre "Aguas no marítimas" entra a definir "dominio de las aguas, cauces y riberas", al igual que reglamenta "las aguas, ocupación de los cauces, declaración de reservas y agotamiento en orden a asegurar su preservación cuantitativa para garantizar la disponibilidad permanente del recurso".

Para lograrlo establece restricciones y limitaciones de dominio; categorías especiales del agua; conservación de ella y sus cauces; cargas pecuniarias en razón del uso del recurso (asegurar su mantenimiento y conservación, así como la cancelación de las obras hidráulicas y, aún hoy tasas de retribución del agua). Finalmente, establece sanciones y causales de caducidad por infracciones de los usuarios.

Aguas de uso público.
Dominio de los cauces y riberas

El artículo 5º del Decreto 1541 de 1 978 nos dice que son aguas de uso público:

a. Los ríos y todas las aguas que corren por cauces naturales de modo permanente o no.

b. Los lagos, lagunas, ciénagas y pantanos.

c. Las aguas que están en la atmósfera.

d. Las corrientes y depósitos de aguas subterráneas.

e. Las aguas lluvias.

f. Las aguas privadas que no sean usadas por tres (3) años consecutivos (previo trámite administrativo).

g. Las demás aguas en todos sus estados y formas, siempre y cuando no nazcan y mueran dentro del mismo predio.

En razón a lo anterior declara que existe objeto ilícito si se enajenan las aguas de uso público, declarando nula, sin efectos, toda la acción o transacción hecha por propietarios de las ribe-

ras en cuanto incluyan tales aguas en acto o negocio de cesión o trasferencia de dominio (artículo 10º).

Define, como cauce natural, "la faja de terreno que ocupan las aguas de una corriente al alcanzar sus niveles máximos por efecto de las corrientes ordinarias y por el lecho de los depósitos naturales de agua al suelo que ocupan hasta donde llegan los niveles ordinarios por efecto de lluvias o deshielo".

Para determinar las superficies del terreno comprendidas dentro del uso público, define la playa fluvial y lacustre, confirmando así la norma del Código Civil (C.C.) "que protege dicha franja o zona al que no pueden acceder los predios ribereños", determinada como "la franja de los treinta metros" cuando no es jurídicamente exacto, ya que no es determinable de acuerdo con los conceptos anteriormente citados.

El artículo 720 del C.C. en su segundo párrafo establece: "El suelo que el agua ocupa y desocupa alternativamente en sus crecidas y bajas periódicas, forma parte de la ribera o del cauce y no accede mientras tanto a las heredades contiguas".

El Código Civil al referirse a formas de ocupación de los bienes, nos brinda una forma de hacerlo en relación con el agua: el aluvión. Lo define como "el aumento que recibe la ribera de un río o lago por el lento e imperceptible retiro de las aguas" (artículo 719).

El terreno de aluvión accede a los predios ribereños, dentro de sus respectivas líneas de demarcación, prolongadas directamente hasta el agua, advirtiendo que, si existen puertos habitados, ese terreno es un bien de la Unión (Estado) (artículo 720).

Modo de adquirir el derecho al uso de las aguas y los cauces

El Decreto 1541 de 1978 en principio establece que el derecho al uso de las aguas y los cauces se adquiere (artículo 28):

a. Por ministerio de la ley.

b. Por concesión.

c. Por permiso.

d. Por asociación.

a. Por ministerio de la ley

Todos los habitantes pueden utilizar las aguas de uso público mientras discurran por cauces naturales, bien sea para beber, bañarse, lavar ropas y cualesquiera otros objetos similares.

En las aguas que discurran por cauce artificial se limita el uso cuando ellas exijan que se conserve en estado de pureza, se causen daños al canal o se imposibilite el aprovechamiento del concesionario (artículo 33).

Ahora bien, a las de uso privado para uso doméstico, se les exige una serie de requisitos establecidos en el artículo 34.

b. Por concesión

Es tal vez la de mayor utilización, por cuanto es de común ocurrencia y define los fines a los que se puede acceder.

Hemos establecido, de acuerdo con las normas citadas, que sin permiso no se pueden alterar los cauces, ni el régimen y la calidad de las aguas, ni intervenir su uso legítimo. De ahí la importancia de solicitar, tramitar y obtener de la autoridad competente la concesión o permiso bien sea a título personal o asociativo.

La concesión se requiere, según el artículo 36 del Decreto 1541 de 1994, para:

1. Abastecimiento doméstico en los casos en que se requiera derivación.
2. Riego y silvicultura.
3. Abastecimientos de abrevaderos, cuando se requiera derivación.

4. Uso industrial.
5. Generación térmica o nuclear de electricidad.
6. Explotación minera y tratamiento de minerales.
7. Explotación petrolera.
8. Inyección para generación geotérmica.
9. Generación hidroeléctrica.
10. Generación cinética directa.
11. Flotación de maderas.
12. Trasporte de minerales y sustancias tóxicas.
13. Acuicultura y pesca.
14. Recreación y deportes.
15. Usos medicinales.
16. Otros usos.

c. Por permiso

Dada la similitud, la autoridad competente puede conceder permisos especiales que tienen relación con la concesión ya comentada.

d. Por asociación

Establece el legislador que la petición puede ser individual o conjunta, es decir, que cubra a varios ciudadanos reunidos en asociación, que el disfrute sea plural y cobije a personas asociadas para tal efecto.

Prioridad para la concesión de aguas

Es de vital importancia la prioridad que la norma establece en su artículo 41, ya que respeta el derecho principal de los ciudadanos

o habitantes a acceder a la concesión. Sin embargo, éste es permanentemente violado y vulnerado, tal como se expresó antes, aduciendo razones de interés general, muchas de ellas discutibles pero que por falta de participación ciudadana o de un debido proceso, han prosperado y se encuentran las concesiones vigentes.

Las prioridades de riguroso cumplimiento son:

1. Utilización para consumo humano, colectivo o comunitario, sea urbano o rural.
2. Utilización para necesidades domésticas individuales.
3. Usos agropecuarios comunitarios, comprendidas la acuicultura y la pesca.
4. Usos agropecuarios individuales, comprendidas la acuicultura y la pesca.
5. Generación de energía hidroeléctrica.
6. Usos industriales y manufactureros.
7. Usos mineros.
8. Usos recreativos comunitarios.
9. Usos recreativos industriales.

A título simplemente de reflexión individual o colectiva nos preguntamos: ¿cuántas veces se ha violado esta prioridad?

Características y condiciones de las concesiones

1. No otorga sino el derecho de usarlas, no de propiedad.
2. Puede negarse o modificarse por causa de utilidad pública o interés social por autoridad competente.
3. Deben efectuarse obras de captación, elementos de control que permitan conocer, en cualquier momento, la cantidad de agua derivada por la bocatoma.

4. No se pueden alterar las condiciones impuestas por la respectiva resolución, sin previo aviso.

5. En caso de traspaso, total o parcial de la concesión, se debe solicitar permiso y si existe tradición el nuevo propietario debe solicitarlo dentro de lo siguientes 60 días, pudiendo ser aprobada o no en las mismas condiciones por la autoridad competente.

Procedimiento y requisitos

El procedimiento para otorgar concesiones debe cumplir una serie de requisitos que se establecen en los artículos 54 y 67 del decreto citado y que básicamente son:

a. Solicitud que contenga identificación del solicitante; nombre de la fuente de agua; nombre del predio; uso que se le dará a la concesión; cantidad de agua que desea utilizar (litros por segundo); sistemas que se adoptarán para la captación; si se requiere el establecimiento de una servidumbre; término de la concesión y demás datos que se deseen incluir o se soliciten.

b. La autoridad competente ordena una inspección ocular para verificación de la información y determinar la incidencia en el entorno, por cuenta del solicitante.

c. Consagra el derecho a la oposición por terceros que demuestren o tengan un interés legítimo.

d. Vencidos los plazos y los recursos, se emite resolución que defina la concesión, incluyendo las obras para realizar, el tiempo y la cantidad de agua para el uso solicitado, con sus correspondientes garantías y mención de sanciones en caso de incumplimiento.

Estas normas generales se especifican teniendo en cuenta las características especiales para: acueducto de uso doméstico; uso agrícola; riego y drenaje; uso industrial; uso energético; uso minero y petrolero; flotación de maderas.

De lo trascrito se hace necesario, básico, insistir en que la concesión conlleva un estudio, un *plan de manejo* que obviamente contiene no sólo características generales sino también técnicas y especializadas. Si no se cuenta con conceptos claros, honestos y con buena fundamentación, éstos pueden tergiversarse y acarrear el desvío del agua para lucrar intereses personales en detrimento de una comunidad.

No sólo debe pensarse en presentar proyectos que tengan relación con la cantidad de agua para utilizar, los sistemas que se adoptarán, los sitios y elementos de control, sino también en su real utilización, su posible contaminación, proponiendo acciones para la descontaminación y, lo más importante, cómo se hará la conservación, preservación y aun restauración de su entorno, para no deforestar y agotar el recurso.

Sólo propiciando desde la sociedad civil una educación ambiental, que incluya la inducción a un cambio hacia el desarrollo sostenible, podemos crear en el cambio de mentalidad de los ciudadanos y en espécial de los funcionarios de turno que manejan hoy estos delicados problemas, cada vez más graves, gracias a la acción devastadora del ser humano, inmerso en su concepción de *desarrollismo* y *consumismo*.

Explotación y ocupación de playas, cauces y lechos de las aguas subterráneas y las aguas lluvias

El procedimiento para obtener concesión es similar al antes descrito, advirtiendo obviamente en las debidas proporciones qué se solicita, sus especificaciones, detalle, todo contemplado dentro de un *plan de manejo* honesto y claro.

Temas como extracción de materiales de arrastre, depósitos, ocupación por construcción de obras en el cauce o riberas, al igual que la declaración de reservas y agotamiento son tratados por el Decreto 1541 de 1978 que hemos venido comentando.

Sujeto de concesión, o mejor de permiso, es el derecho a las aguas subterráneas, como quiera que ellas mantienen una interrelación íntima causa/efecto con las aguas superficiales.

Las características propias de su existencia y movimiento, así como los efectos que resultan de su extracción en el tiempo y en el espacio escapan a la observación directa, requiriendo un plan administrativo para su uso y goce. Por ende, es necesaria una mayor dedicación en su estudio y plan de manejo, por cuanto puede lesionarse un ecosistema, en su cuenca o microcuenca.

Entre las características propias de las aguas subterráneas se destaca el ambiente geológico y el movimiento consecuente con éste, lo que las diferencia sustancialmente de las aguas superficiales, sustrayéndolas del conocimiento y manejo de control y protección directa.

Restricciones y limitaciones al dominio

Por considerarlo de importancia mencionamos el presente tema concretándonos a la sujeción que tiene todo predio a la servidumbre de acueducto en favor de otro fundo.

En efecto, el artículo 919 del Código Civil establece que toda heredad está sujeta a la servidumbre de acueducto en favor de otra heredad que carezca de las aguas necesarias para el cultivo o en favor de un establecimiento industrial que lo requiera.

Igualmente, pueden imponerse limitaciones de dominio o servidumbres a la propiedad inmueble privada, cuando así lo determine la utilidad pública o el interés social (artículo 126, Decreto 1541 de 1978), siempre y cuando no sea factible conducir el agua económicamente por heredades que pertenezcan al solicitante.

De las servidumbres

Es un gravamen a la propiedad, obligatorio en caso de acueductos domésticos tal como se explicó.

Pero existen otras modalidades establecidas en el Decreto-Ley 2811 de 1974 y que podemos resumir de la siguiente manera:

Establece, según el artículo 108, en concordancia con el 891 del Código Civil, que todo predio está sujeto a servidumbre de desagüe en favor de otro que requiera salida.

En igual sentido se establece la servidumbre de "presa y estribo" que consiste en apoyar sobre el predio o predios adyacentes al cauce o depósito de aguas, las obras necesarias para alguna presa o derivación (artículo 112).

Reglamenta en similar sentido la servidumbre de tránsito para trasportar agua y abrevar ganado, lo mismo que al uso de las riberas (artículos 115 al 118, concordantes con el 898 del C.C.).

Control a la contaminación

Tema de vital importancia actual, dada la acción devastadora del ser humano en la aplicación indebida de recursos químicos y de una industrialización o consumo sin protección del ambiente. Más importante por cuanto las acciones tendientes a recuperar un río, lago, laguna, estero, humedad, conllevan largos años de trabajo y en especial mucha educación.

Sobre control a la contaminación, el Código de Recursos Naturales dedica todo un capítulo, el número II, desde el artículo 134 al 145.

La intención de los artículos es bondadosa pero su aplicación, como hemos anotado, deja mucho que desear.

Corresponde, pues, al Estado garantizar la calidad del agua para consumo humano y por tanto deberá:

a. Realizar clasificación de las aguas, fijar su destinación y posibilidades de aprovechamiento.

b. Señalar y aprobar métodos técnicos.

c. Controlar la calidad del agua determinando cuándo es permitida la utilización de aguas negras, sometiendo a control los focos de contaminación.

d. Finalmente, promover la investigación y el análisis permanente para asegurar la preservación.

Algunas corporaciones autónomas regionales han fijado tabla de contenido de dichos controles. Como ejemplo se mencionaba el acuerdo 14 del 23 de noviembre de 1978, emanado de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, CVC.

Ahora bien, el artículo 137 establece que serán objeto de protección y control especial:

1. Las aguas destinadas a consumo doméstico, humano y animal y la producción de alimentos.

2. Los criaderos, hábitat de peces, crustáceos y demás especies que requieran manejo especial.

3. Las fuentes, cascadas, lagos y otros depósitos o corrientes de agua naturales o artificiales que se encuentren en áreas declaradas dignas de protección.

Entra a establecer una serie de controles y prohibiciones mínimos tales como:

a. Establecimientos de zonas en que se encuentre prohibido descargar sin tratamiento previo.

b. La prohibición de incorporar a las aguas materiales como basura, desechos, sustancias tóxicas o radiactivas, gases, productos agroquímicos, detergentes u otros semejantes.

c. Toda urbanización residencial o industrial requiere planes de desagüe, cañerías, alcantarillado y métodos de tratamiento y disposición de aguas residuales, previamente aprobados.

d. Las industrias sólo pueden descargar sus afluentes en el sistema de alcantarillado público y no lo pueden hacer en sistemas de colectores de aguas lluvias. En caso de no

poderse llevar a cabo su tratamiento, deberá hacerse de modo que no perjudiquen las fuentes receptoras, los suelos, la flora o la fauna.

Como puede apreciarse, la norma general se encuentra reconocida pero hace falta la acción decidida de la sociedad civil para que sea aplicada, pues es evidente el desinterés con que se ha tratado el tema de la contaminación.

Debe exigirse a las autoridades competentes la aplicación de la norma. Deben hacerse estudios encaminados a la descontaminación de las aguas, que cubran las expectativas del desarrollo sostenible y efectuar acciones concretas, bajo el amparo de la normatividad existente, los derechos constitucionales comentados, para efectos de, realmente, lograr una prevención y un control de la contaminación.

El pasado, plagado de errores, no puede perpetuarse. Por ello, profesionales y amantes del desarrollo sostenible deben colocar su aporte definitivo, no sólo buscando aplicar nuevas y valiosas técnicas, sino también obligando con sus acciones a efectuar los correctivos que se requieren para una mejor calidad del agua.

Sanciones por incumplimiento

Pobre contribución aporta la legislación comentada a los que contrarían las normas, pues no sólo las catalogan como meras contravenciones de carácter policivo que no constituyen delito sino que las limita a multas hasta de $ 500.000,oo y privaciones de libertad que no van más allá de las 72 horas.

Con estas sanciones no está contribuyéndose a un mejor futuro de las generaciones por venir, y se deja pasar de largo a los infractores de las normas. Se hace necesario una revisión de las mismas, la cual debe quedar plasmada en el Código de Recursos Naturales y sus decretos reglamentarios, según autorizaciones contempladas en la Ley 99 de 1993 ó Estatuto Nacional Ambiental.

Recursos hidrobiológicos (fauna, flora acuática y pesca)

Tema colateral de importancia capital es el que se menciona pero que solamente se anuncia, dado lo extenso del tema y de sus características especiales.

El artículo 686 del Código Civil establece que la caza y la pesca son especies de ocupación según las cuales se adquiere el dominio de los animales bravíos.

A renglón seguido (artículo 690) nos dice que "se podrá pescar libremente en los ríos y en los lagos de uso público".

Le prohíbe al pescador el uso de los edificios y terrenos cultivados no pudiendo tampoco atravesar las cercas (artículo 691)

El Código de Recursos Naturales (Decreto 2811) los desarrollan en la parte X, artículos 266 y siguientes, y se encuentra reglamentado en el Decreto 1681 de 1978 que determina entre otros múltiples aspectos que para realizar actividades de pesca, salvo las de subsistencia, se requiere permiso.

Clasifica la pesca en comercial (artesanal o industrial), de subsistencia, científica, deportiva, de control y de fomento.

Otro tema que no puede ser motivo del presente trabajo, pero que tiene vital importancia en el quehacer diario, es el de la tenencia de la tierra.

Sólo basta mencionar por hoy que, según el artículo 875 del Código Civil, "son bienes de la Unión (Estado) todas las tierras que estando situadas dentro de los límites territoriales, carecen de otro dueño".

Se conocen con el término de baldíos, y tienen todas las facultades de un titular de dominio. Por tanto, puede disponerse o gozar de ellos mediante explotación directa o indirecta.

No pueden confundirse con otros inmuebles (tierras) de uso público ya comentados y que los consagra expresamente la Cons-

titución nacional en su artículo 63: "...los parques naturales, las tierras comunales de grupos étnicos, las tierras de resguardo, el patrimonio arqueológico...".

Bien sea por su origen o por reversión pueden ser adjudicados a particulares, previo lleno de requisitos establecidos.

La reciente Ley 136 de 1994 que crea el Sistema nacional de reforma agraria y el desarrollo rural campesino, introdujo algunas modificaciones que son importantes para quienes hoy realmente creen y actúan bajo los parámetros del desarrollo sostenible.

La nueva Constitución, la legislación ambiental y el reto futuro de la sociedad civil

Finalmente, no puedo dejar de expresar que, en mi sentir, la innovación mayor que trajo la Constitución nacional expedida en 1991 fue reconocer e introducir claras normas sobre la participación ciudadana.

No se trató solamente de una actualización de normas, algunas previamente en ejecución, de manera dispersa y tímidamente aceptadas, sino también del acceso directo del ciudadano a las decisiones del Estado, mediante la declaración de derechos fundamentales (inherentes a las personas), sociales y colectivos.

La función social de la propiedad, declarada tenuemente en la anterior Constitución, adquiere mayor importancia ahora cuando se le impone obligaciones incluso de carácter ecológico, tornándola en un derecho colectivo muy diferente del derecho omnímodo y autoritario individual que imperaba.

En igual sentido, las decisiones del Estado ya no se encuentran enmarcadas en la unilateralidad de los actos de Gobierno a través de los actos de turno, sino que se exige la participación de la sociedad civil: la concentración con ella de las obras y la concentración y conciliación como herramientas de decisión final.

Con la sanción del Estatuto Nacional Ambiental y la correspondiente creación del Ministerio del Medio Ambiente (Ley 99

de 1993), se abren nuevos caminos y renacen las esperanzas para encontrar medios de lograr una mejor calidad de vida, de ambiente sano, tanto como para las generaciones actuales como para las futuras.

Derechos como el de petición, el acceso a las determinaciones del Estado como simple ciudadano, sin tener que demostrar el interés personal; las audiencias públicas no solamente en las determinaciones finales sino en todo el proceso de planeación; la acción de tutela, la acción popular son hechos que deben ser consolidados con actuación firme y decidida de la sociedad civil.

Melecio Montaña, folclorista llanero.

Foto: Elcy Corrales.

La influencia del agua en el folclor

Melecio Montaña[1]

Ayer me fui a bañar
en un jagüey purpurino,
miré en el híbrido espejo
el cosmos esta vez líquido.

Miré mi propia figura
entre las aguas de vidrio,
y acunclillada bebiendo
el alma de Florentino.

El folclor es una expresión humana, viva y vigente, que se prolonga en el tiempo y el espacio, como testimonio embellecido del trascurrir cotidiano de las generaciones.

El folclor es indiscutiblemente la cara limpia de la historia de los pueblos; es la expresión artística del quehacer intrínseco de las comunidades.

Pero el folclor, como todas las demás actividades que desarrolla el ser humano, existe gracias a la presencia del agua; pues

1. Folclorista. Presidente Asociación de Folcloristas del Meta.

sin el agua, que es el principal medio de subsistencia, no habría seres vivientes sobre el planeta que habitamos.

Oxígeno, viento y plantas
son otra parte del aquel,
de aquel conjunto de plántulas
construida para el bien;
el agua también es vida
es la alegría sin desdén,
el gran valor sin medida...
hecho sin mirar a quién.

Veamos esta realidad. El folclor lo inspira y ejecuta un ser humano, hombre o mujer; y aquel ser humano para sostenerse vivo y anímicamente alegre requiere, inevitablemente, consumir agua; entonces, no hay folclor si no hay agua (que hermosa relación agua - folclor).

Continuemos viviendo el floclor musical y literario y su permanente relación con el agua.

Nadie ignora que este folclor tradicionalmente ha tenido su fuente de vida y popularización en las fiestas populares, actos sociales y parrandos improvisados, además de los importantísimos san pascuales bailones que han sido unas de las más arraigadas creencias familiares y manifestaciones culturales vernáculas propias de los Llanos Orientales de Colombia y Occidentales de Venezuela. ¿En cuál fiesta popular o acto social estará ausente el agua? *En ninguna.* Entonces continuamos con la formidable amistad agua-folclor.

En muchos lugares del mundo, las personas han construido escenarios flotantes para la ejecución de manifestaciones folclóricas: entonces el agua se ha convertido no solamente en fuente vital del folclor, sino también en su propio soporte físico. Vaya hermandad entre aquélla y éste.

Además, las aguas han sido fuente de inspiración de muchos compositores y poetas para sus canciones y poesías románticoliterarias, y para lanzar llamados de alerta y/o sentar enérgicas

protestas por el mal trato que el ser humano ha venido dándoles a las aguas. Veamos un ejemplo poético:

Ayer encontré una palma
plantada en la orilla del río,
y me dijo con el alma
que su entorno se ha perdío.

Que el agua está intoxicada
y el viento corre sombrío,
que la vida natural
ya del ambiente se ha "ío".

Que el ramajal del trompillo
ni la brisa lo ha movío,
y el grandioso chaparral
se secó y está podrío.

Que la vida ya no es vida
porque se perdió el sentío,
que hasta el viento se respira
con desconfianza y hastío.

Que ya no cantan las aves
ni el vaquero su corrío,
porque la felicidad...
el crimen la ha interrumpío.

Que la frescura del bosque
que alegraba el caserío,
se fue porque el ser humano
todito lo ha destruío.

Que el camino veredal
yace triste y aburrío,
porque al talarle sus bosques
con ellos se murió el rocío.

Que ya no quedan chigüiros
pues sus hembras no han parío,
porque al quemar las sabanas...
fueron muriendo los ríos.

También murieron los bagres
la cachama y hasta el güío,
y los paticos se fueron en
busca de otro sombrío.

Los aviones que fumigan
de arroz inmensos plantíos,
mataron toda la fauna
que adornaba el llano mío.

En el anterior poema (inspirado el 12 de junio de 1995), ustedes habrán podido captar cómo el poeta lanza su adolorida queja por la insensatez con que el ser humano viene tratando los bosques, pero simultáneamente va defendiendo el agua, porque el folclor no puede estar lejos de ella.

Naturalmente que como folclor no solamente se conoce o existe el literario-musical del que hemos venido hablando; también existe el folclor demosófico que lo conforman, entre otras cosas, todo aquel concierto de objetos que el individduo ha utilizado para desenvolverse en su medio social y que tiene relación con el agua; por ejemplo: el bongo; la curiara; el canalete; la palanca; la lancha metálica; el barco alto y mediano calado; el anzuelo; el chinchorro; la red-malla; la voladora; el motor fijo y fuera de borda; el avión anfibio y otros elementos que forman parte de la demosofía acuática, porque también existen los de tierra.

Y a estos artefactos folcloricodemosóficos, por supuesto que los compositores, poetas y copleros, han hecho hermosas referencias en sus sentimentales obras artísticas. Veamos unos:

Cómo quisiera de nuevo
en el bongo del recuerdo
navegar por el Arauca,
contemplando su sendero

cada día más hechicero
cubierto de garzas blancas. (Bis.)

Y que agua abajo
se vayan todas mis penas
naufragando en la esperanza,
que el ser que adoro
me espere llena de besos
al mirarme en la barranca,
que me diga si me quiere
o me devuelva mis cartas. (Bis.)

(Fragmento de la canción pasaje
El bongo de mis recuerdos, del
compositor Rafael Martínez A.)

Veamos ahora un poema:

Si no hubieran existido las
aguas del río Meta,
nunca hubiera conocido
a la trigueña Ruperta.

Una mujer pajarera
tan hermosa como inquieta,
que se bañaba de noche
a la luz de la luna coqueta.

Era un silvestre derroche
de ternura y de belleza,
de tierra huella en la arena
y de hídrica silueta.

Ella era humana sirena
el río, su mar y planeta,
el río le ofrecía sus olas
y ella, sus preciosas tetas.

Desde luego que este cuadro
sólo en el agua se aprecia,
me decía don Juan Eduardo
en el viejo Hato Venecia.

Este es del agua un regalo
para el hombre que lo aprecia,
y sabe que el agua es vida
que es amor y que es riqueza.

Que sin agua no se vive
y sin agua no habría pesca,
y allí donde no se cuide...
ella, el agua se seca.

Y si tú no crees en mí
que soy humilde poeta
pregúntale al manatí
de las aguas del río Meta.

Pero hasta dónde estará el agua abrazada al folclor que el 90% de los instrumentos utilizados por el ser humano para ejecutar el folclor son de madera, vale decir, de la pulpa de un árbol y si no fuera por el árbol no existirían, por ende, tampoco los instrumentos.

Veamos una hermosa canción que guarda preciosa relación con el agua:

Cuando murió el canoero
dejó una bonita herencia,
una viuda muy hermosa
de fina y sana presencia. (Bis.)

La canoa con la palanca
y el hermoso canalete,
quién pudiera darse el lujo
de andar sobre la corriente,
solamente con la viuda
provocar ir al garete. (Bis.)

La llevaría a conocer
infinidades de puertos,
como lo hizo el canoero
por amor antes de muerto,
ese gusto le daría
yo soy un bonguero experto. (Bis).

Ecología

La tierra me dio mi verso
y allá tendrá que volver
que ¡cómo, cuándo y a qué hora!
es muy difícil saber,
pero la naturaleza
lo tendrá que recoger,
porque mi verso es riqueza
de aquella madre tan fiel.

Si las planticas hablaran
y lograrles atender,
¡cuánta dicha nos causara
oír la voz de un clavel,
escuchar del arrendajo
por qué remeda al saucel,
y dulce de donde trajo
la abeja para su miel!

Oxígeno, viento y plantas
son otra parte de aquél
de aquel conjunto de plántulas
construidas para el bien,
el agua también es vida
y es la alegría sin desdén,
el gran valor sin medida
hecho sin mirar a quién.

Que le permita al ser vivo
nacer, amar y crecer,

y como contraste activo
gozar y sufrir también,
y de ese bien hace parte
el arte en cualquier nivel,
porque el artista es baluarte
de la expresión y el saber.

Y pretender ignorarlo
vaya injusticia tan cruel,
que nunca podrá plasmarlo
ni el más ávido pincel,
si las plantas son artistas
cada cual al florecer,
y son pintoras altruistas
tan sólo con madurez.

Ellas no manejan lienzo
ni témperas ni papel,
es mudo su sentimiento
su nobleza y su altivez,
pero tienen en el tiempo
su gran estudio y taller,
de agua, luna, sol y viento
pintan su hermoso vergel.

Preguntarle a la sabana
en su infinito saber,
por qué la palma se ufana
cuando presagia llover,
que el mico nos comentara
cómo hizo para saber,
de entre tanta pepa rara
de cuál no debe comer.

Preguntarle al medio ambiente
como equilibrio del bien,
¡por qué los polluelos tentes
rechazan el comején!
¡Por qué la luna y el sol
juegan el amor infiel,

si no tienen corazón
ni saben lo que es querer!

¡Por qué el caballo relincha
si de otro escucha tropel,
y hasta revienta la cincha
por miedo a la cascabel!
Como nadie nos contesta
nos habla la sensatez,
para darnos la respuesta
que todos quieren saber:

Es el macro paraíso
obra del macro saber,
que Dios por amor lo hizo
para nuestro menester,
es la factoría divina
que todo tiene en su saber,
y el hombre la tiene en ruina
con su enorme estupidez.

Perfil de suelo de la altillanura metense,
ribera del Río Meta.

Foto: Enrique Murgueitio R.

Uso del agua e incentivos económicos para la conservación de cuencas hidrográficas

Guillermo Rudas Lleras[1]

Introducción

Al igual que el planeta en su conjunto, Colombia enfrenta acelerados niveles de deforestación de selva húmeda tropical. Este fenómeno compromete la existencia de ecosistemas de importancia estratégica y afecta, entre otros, la conservación de la biodiversidad, la regulación de los flujos hidrográficos y la estabilidad de los suelos.

Aunque no existe información precisa sobre la magnitud de la deforestación en el país, las estimaciones disponibles lo colocan en un quinto lugar dentro de los países de mayor participación en la destrucción anual de la selva húmeda tropical en el

1. Economista, MSC en economía ambiental y de los recursos naturales. Director de la Unidad de Economía Ambiental, Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias Económicas, Departamento de Economía.

mundo[2]. Como resultado de esta alta tasa de deforestación, actualmente se estima que el país sólo cuenta con menos del 60% del área originalmente cubierta por ecosistemas boscosos[3].

En contraste con esta acelerada deforestación, los procesos de reforestación son claramente insuficientes. En efecto, hasta finales del decenio del 80 no se había sobrepasado un área *total* plantada de 265 mil hectáreas[4], cuando las estimaciones sobre tasas de deforestación se colocan entre las 600 y las 750 mil hectáreas anuales[5].

Las implicaciones de la destrucción del bosque tropical son de diversa naturaleza, debido a las múltiples funciones que cumple este tipo de ecosistema. Se constituye en primer lugar en un entorno fundamental para la existencia de los altos niveles de biodiversidad propios de las áreas tropicales. Tiene impactos determinantes sobre la regulación de los sistemas hídricos, con los consecuentes efectos sobre todos los ecosistemas relacionados. Igualmente, esta regulación hidrológica repercute sobre diversas actividades humanas, tales como los sistemas productivos agropecuarios y piscícolas, la generación hidroeléctrica[6] y el suministro de agua para los acueductos.

Conjuntamente con el *plancton* oceánico, los bosques tropicales cumplen funciones determinantes en la regulación de la calidad atmosférica. Además, el bosque tiene, dentro de muchas comunidades humanas, importantes implicaciones socioculturales directamente relacionadas con la calidad de vida de la población.

2. WRI-UNEP-UNPD (1995) registra que durante la década del 80, anualmente se destruyeron en el mundo 15,4 millones de hectáreas de selva húmeda tropical. Colombia participa, según estas estimaciones, con el 4,5% de esta deforestación, sobrepasado únicamente por Zaire (7,9%), Malasia (8,1%), Brasil (22,3%) e Indonesia (34,2%).
3. Etter (1993), citado por Zárate (1995), estima que actualmente en el país sólo queda el 58,1% de las 97,3 millones de hectáreas originalmente cubiertas por los cinco principales tipos de bosque del país.
4. Zárate (1995).
5. WRI-UNEP-UNPD (1995).
6. En el proyecto hidroeléctrico del Guavio, por ejemplo, se estima que los costos de generación se han incrementado alrededor del 5%, por efecto del aumento en los niveles de sedimentación (Buendía, 1995).

En términos directamente productivos, los ecosistemas boscosos tienen también un potencial significativo. Un aprovechamiento sostenible de diversas especies de madera, garantizando tasas de extracción en concordancia con la capacidad de regeneración natural e inducida del bosque, se puede constituir en una fuente importante de renta sin comprometer la existencia del bosque mismo.

Adicionalmente, a mayor diversidad ecosistémica se incrementan los recursos que pueden ser suministrados por el ecosistema –boscoso resinas, material genético, especies menores de flora y fauna, frutos, semillas–. Estos recursos adicionales posibilitan también la generación sostenible de ingresos, sin necesidad de desarrollar acciones destructivas del bosque.

La dinámica de los procesos de deforestación en un país como Colombia, asociadas principalmente con la ampliación de la frontera agrícola del país y con la extracción insostenible de recursos maderables para abastecer las demandas internas, son de diversa naturaleza.

En relación con la ampliación de la frontera agrícola, son múltiples las tendencias que confluyen en los procesos de alteración significativa y posterior destrucción de los ecosistemas boscosos en el país. Dentro de estas tendencias se encuentran procesos de marcado dinamismo, tales como la propia evolución de los sistemas de producción cafetera.

Esta evolución se inicia y consolida durante décadas como un ejemplo claro de intervención sostenible de ecosistemas boscosos; pero culmina con un desastre ecosistémico derivado de la *caturrización* y destrucción del bosque cafetero, a raíz de la bonanza de precios de la década del 70, con claras implicaciones de mediano y largo plazo en la fragilización de los suelos, la pérdida de biodiversidad y el debilitamiento del mismo café frente a enfermedades tales como la *roya* y la *broca* estimuladas por la destrucción de las barreras biológicas.

Los procesos de colonización reciente, acelerados más por procesos de desplazamiento violento de la población de sus

áreas de asentamiento primario que por una eventual descomposición campesina derivada de las fuerzas del mercado[7], presionan aceleradamente sobre regiones con cobertura boscosa y poco recomendables para la actividad agropecuaria. En estas áreas de alta fragilidad ecosistémica se desarrollan procesos de cambio acelerado de uso de suelo. Se destruye la cobertura boscosa para instaurar cultivos transitorios y, ante una acelerada pérdida de la capacidad productiva agrícola, rápidamente se destina el suelo a la actividad ganadera extensiva de baja capacidad de carga.

En términos socioeconómicos, este proceso se refleja en una concentración de la propiedad de la tierra *desmontada*, asociado con un mayor desplazamiento de la población de colonos hacia nuevas áreas cubiertas de bosque para continuar la deforestación.

Incluso en las regiones relativamente estables se presentan tendencias a la intervención sobre ecosistemas boscosos. Esto tiene importantes implicaciones en las regiones andinas del país, en donde esta afectación del bosque termina por desestabilizar rápidamente el funcionamiento de los cuencas que regulan los sistemas hidrográficos de los valles interandinos, del piedemonte llanero y de la región pacífica.

En buena medida, esta presión sobre las cuencas andinas está fuertemente estimulada por la combinación de dos factores de gran insostenibilidad económica y ecosistémica: por una parte, la concentración de la propiedad la cual, frente al crecimiento natural de la población rural, termina por fragmentar la tenencia de la tierra acentuando la precariedad de la disponibilidad de este recurso por parte de los productores campesinos. Paralelamente a lo anterior, el predominio de una oferta

7. Las empresas campesinas, que son simultáneamente unidades de producción y de consumo y que además disponen de obra de mano familiar que no requiere ser remunerada en dinero, tienen situaciones ventajosas para enfrentar mercados de alta inestabilidad de precios y aun aquellos que remuneran el producto por debajo de los costos reales de producción (Forero y Rudas, 1983). Esto ha permitido la amplia supremacía de la oferta campesina en el país, a pesar de la precariedad de los ingresos monetarios de este tipo de unidades (Forero, 1994).

tecnológica de alta especialización (monocultivo) y de gran dependencia de insumos agroquímicos, con el consecuente impacto sobre la degradación del ambiente y de los recursos naturales. Todo esto repercute finalmente en un deterioro de la capacidad productiva y generadora de ingresos de las áreas incorporadas a la producción agropecuaria, obligando a los campesinos a ampliar su incidencia sobre sistemas boscosos para garantizar su sobrevivencia[8].

Frente a este contexto, el objetivo de este trabajo es presentar una metodología de estimación de incentivos económicos que, originados en una disminución de costos de operación de los usuarios del agua, puedan ser trasferidos a los actores relacionados con las cuencas hidrográficas para que se comprometan en procesos de conservación y recuperación de las mismas.

En primer lugar se hace una reflexión sobre las incidencias que la regulación de caudales, derivada de la conservación del sistema de bosques en la cuenca alta, tiene para un tipo de usuarios en particular: los sistemas de acueducto[9]. Al respecto se parte del supuesto de que a mayor cobertura boscosa, los costos de operación de los acueductos se disminuyen. Esto obedece al impacto combinado de dos factores: una mayor disponibilidad de agua, especialmente importante en las épocas secas, lo que atenúa la necesidad de ampliar las redes de captación hacia cuencas más alejadas; y un control del contenido de sedimentos en los caudales –derivados de los procesos de erosión– que terminan por incidir sobre los requerimientos de procesos de purificación del agua.

En el otro extremo se analiza el comportamiento de los costos de conservación de las cuencas. Un especial énfasis se le asigna en este análisis al comportamiento de los costos de oportunidad del uso del suelo en bosques protectores de la cuenca: a medida que se aumenta la superficie en bosque protector, es necesario incorporar más áreas

8. Y complementariamente para seguir asumiendo su función económica de ser oferentes principales dentro del sistema agroalimentario del país (Forero, 1994).

9. Un análisis similar podría hacerse para otros dos usuarios del agua: las hidroeléctricas y los distritos de riego. Sin embargo, para simplificar la presentación, aquí se hace referencia principalmente a los acueductos.

de mejores condiciones agronómicas y por tanto con mayor productividad agropecuaria potencial.

Para relacionar los costos de protección de la cuenca con los beneficios que derivan de esta protección los usuarios del agua, es preciso conocer la relación que existe entre distintos niveles de cobertura boscosa y el comportamiento de los caudales. Para tal efecto, se presentan aquí estimativos realizados para el caso colombiano que permiten medir la incidencia del área en bosque sobre la regulación de caudales.

Finalmente, integrando estos tres tipos de análisis –beneficios para los usuarios del agua, costos de protección de la cuenca e impactos de la protección sobre los caudales de agua– se llega a un modelo que permite estimar el monto de un estímulo económico que estaría dispuesto a pagar un acueducto para compensar los costos en que incurren quienes asumen procesos de conservación de una cuenca.

Beneficios para los acueductos por la conservación de las cuencas

La conservación de las cuencas con su cobertura boscosa original, o la recuperación de cuencas deterioradas reconstruyendo ecosistemas boscosos, tiene impactos positivos sobre los flujos de agua en dos direcciones: protegiendo los suelos sobre la erosión y por tanto atenuando los contenidos de sólidos suspendidos en el agua que se traducen en elevados niveles de sedimentos en el caudal; y regulando el volumen de los caudales, impidiendo de esta manera caídas vertiginosas del caudal mínimo durante las épocas secas[10].

Las consecuencias negativas sobre los acueductos de la destrucción de los bosques se expresan por lo común en la siguiente sentencia popular: "Cuando llueve, nos llega tanto barro que

[10] Una discusión más detallada sobre este último efecto se presenta más adelante, cuando se trata la relación entre la cobertura de las cuencas y la regulación de los caudales.

el acueducto no puede funcionar; cuando deja de llover, nos quedamos sin agua". Es muy probable que estos dos fenómenos –el incremento de los sedimentos y la disminución de los caudales mínimos– estén íntimamente relacionados.

La cobertura boscosa, además de retener partículas del suelo evitando la erosión, puede atenuar considerablemente la violencia del impacto del flujo de agua sobre el mismo suelo. Si a esto se añade el efecto regulador de caudales –distribuyendo en el tiempo el agua disponible y garantizando flujos más adecuados en épocas de baja precipitación pluvial– los caudales torrenciales pueden verse atenuados, con un impacto positivo adicional sobre el nivel de sólidos suspendidos en el agua.

Con miras a simplificar la presentación de la metodología de evaluación económica de estos impactos positivos, aquí se hará principal referencia a las implicaciones que sobre los costos de operación de los acueductos tiene la regulación de caudales, y muy especialmente el incremento de los caudales mínimos derivado de la conservación o recuperación de los bosques.

Para abastecer diariamente a una población determinada, un sistema de acueducto depende del volumen de agua disponible en las cuencas en donde se abastece del recurso. Si en las épocas de baja precipitación pluvial los caudales de donde el acueducto se abastece no alcanzan los niveles adecuados para satisfacer las necesidades de la población en referencia, es preciso recurrir a los sistemas de almacenamiento construidos para tal fin. Y finalmente, si por efecto de un deterioro continuo de la cuenca en uso no se puede garantizar que los sistemas de almacenamiento vigentes sean suficientes para un adecuado suministro, la empresa de acueducto se ve obligada a desplazarse a una cuenca más alejada. Adicionalmente, este proceso puede ser reiterativo en la medida en que las nuevas cuencas de ampliación de la red de captación estén sometidas a las mismas presiones que conducen a su deterioro.

En términos formales, este fenómeno comienza presentándose en la empresa de acueducto con un deterioro de los límites físicos de operación (gráfico 1).

Operando en una cuenca conservada, por cada nivel de insumos variables la empresa puede tratar un volumen de agua mayor al que alcanza cuando la cuenca se deteriora. De la misma manera, el límite máximo de agua tratada se disminuye a medida que, por deterioro de la cuenca, se disminuyen los caudales mínimos en las épocas críticas, por ejemplo, en las estaciones secas.

Para enfrentar esta situación, la empresa debe adoptar un proceso de ampliación de sus redes de abastecimiento (gráfico 2). Si originalmente operaba adecuadamente en una sola cuenca con una capacidad máxima de abastecimiento de C_1, cuando ésta se deteriora su capacidad de suministro se reduce a C'_1. Frente a esta nueva situación, debe desplazarse a una segunda cuenca que le garantice un abastecimiento adecuado de agua, aun en las épocas más secas. De esta forma, puede recuperar su nivel inicial de operación que tenía en la primera cuenca, pero ahora cubriendo dos cuencas (C_{1+2}). En caso de que esta segunda cuenca también esté en proceso de deterioro, llegará finalmente el momento en que su capacidad de suministro de agua sea igualmente insuficiente para abastecer las demandas de la población servida por el servicio de acueducto (C'_{1+2}). Esto obligaría nuevamente a la empresa a buscar una nueva fuente de abastecimiento (C_{1+2+3}) y así sucesivamente, mientras esté operando en cuencas sometidas a deterioro permanente.

Las implicaciones de este proceso de ampliación de las instalaciones sobre la estructura de costos de la empresa son obvias. La construcción de nuevas bocatomas y de sus respectivas redes de conducción para captar agua de cuencas más alejadas, implica una ampliación de la planta instalada por parte de la empresa. Cada vez que tiene que desplazarse a una nueva cuenca, la empresa debe incrementar sus inversiones para tratar el mismo volumen de agua. Esto se expresa por tanto en una elevación de los costos fijos de operación (CF), pasando sucesivamente de $CF_{(1)}$ a $CF_{(1+2)}$ y a $CF_{(1+2+3)}$ (gráfico 3).

Asumiendo que, en condiciones normales, los demás parámetros no se modifican, los costos totales de operación de la empresa tendrán un incremento para cada nivel de tratamiento de agua seleccionado. De esta forma, frente a las distintas redes de abas-

Gráfico 2
Recuperación de límites de operación

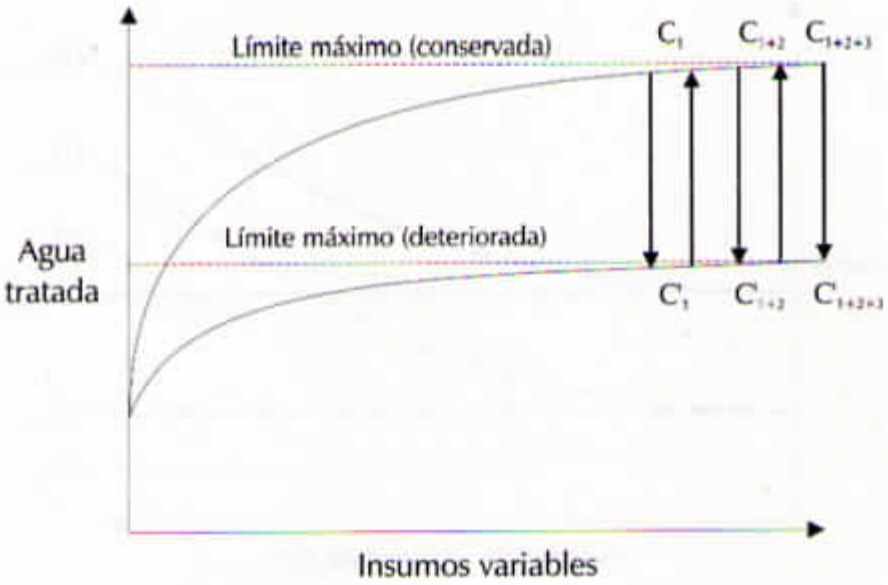


Gráfico 1
Límites físicos de operación

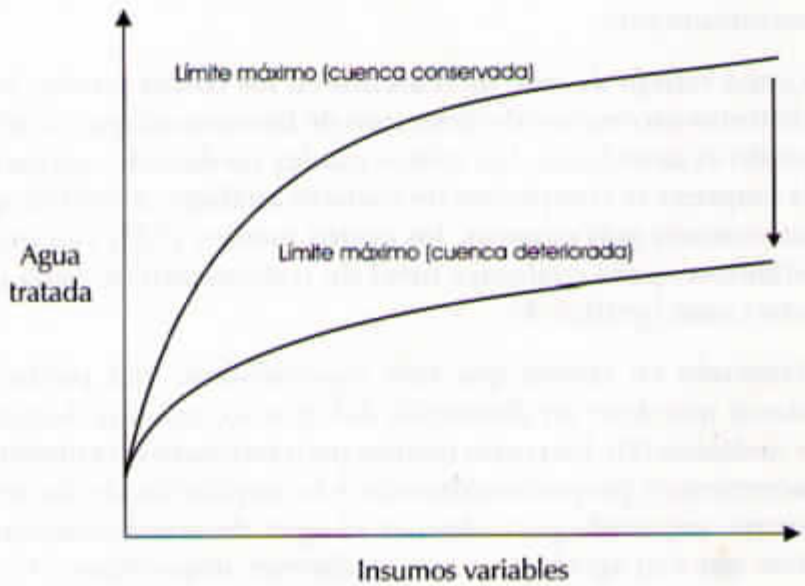
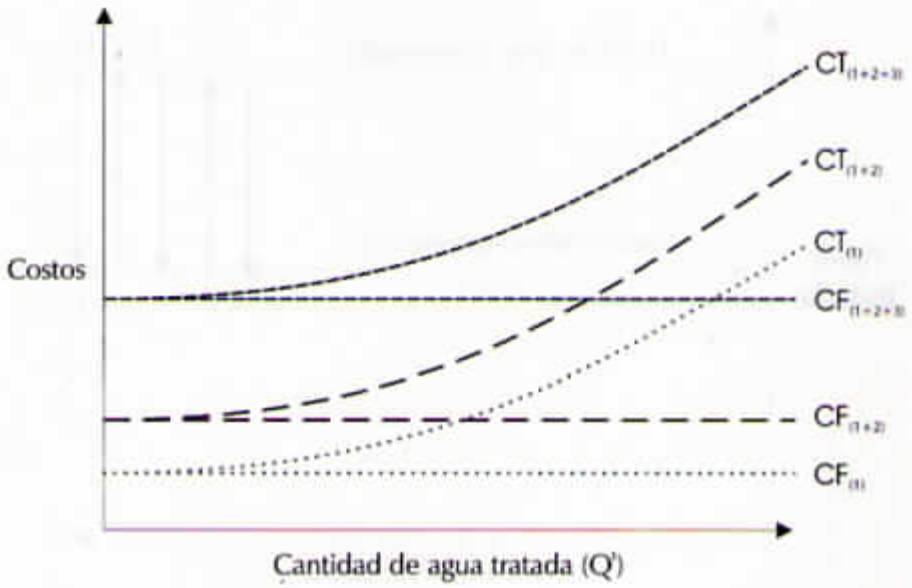


Gráfico 3
Costos fijos (CF) y costos totales (CT)



tecimiento consideradas, la empresa asumiría costos totales (CT) cada vez más elevados, pasando de $CT_{(1)}$ a $CT_{(1+2)}$ y a $CT_{(1+2+3+)}$, y así sucesivamente.

Como reflejo de este incremento en los costos totales, bajo los distintos escenarios de deterioro de las cuencas que va interviniendo el acueducto, los costos totales medios de operación de la empresa se comportan de manera análoga: a medida que se intervienen más cuencas, los costos medios (CM) van incrementándose, para cualquier nivel de tratamiento de agua que se seleccione (gráfico 4).

Teniendo en cuenta que está suponiéndose una población constante que debe ser abastecida del recurso, con una demanda fija e inelástica (D), los costos medios para satisfacer esta demanda se incrementan proporcionalmente a la ampliación de las redes de acopio requerida para obtener el agua de nuevas cuencas, a medida que van agotándose las actualmente disponibles.

Si las decisiones de ampliar las redes de acopio dependen de la disponibilidad de agua en los momentos críticos, este comportamiento ascendente de los costos medios en relación con la cobertura de nuevas cuencas refleja igualmente el comportamiento de los costos medios en relación con la disponibilidad de caudales mínimos de las fuentes de las cuales se abastece el acueducto.

En efecto, a medida que se disminuyen estos caudales mínimos, la empresa tiene que recurrir a nuevas cuencas para abastecerse de agua, incrementándose los costos medios para suministrar el volumen demandado por la población (gráfico 5).

Con base en esta relación entre los costos medios y la disponibilidad de caudales mínimos, es entonces factible estimar los beneficios obtenidos por una empresa de acueducto como resultado de acciones de protección de cuencas que deriven en regulación de caudales.

Costos de la conservación de las cuencas

Un proceso de conservación y protección de cuencas puede combinar básicamente tres estrategias: el mantenimiento de ecosistemas ya existentes; la regeneración natural de ecosistemas altamente intervenidos; el establecimiento de plantaciones de especies nativas o exóticas.

Los impactos sobre las funciones ecosistémicas de cada una de estas modalidades parecen muy distintos, especialmente en términos de la retención de agua en el suelo y por tanto de su capacidad de regulación de caudales. En efecto, algunos estudios informan que la capacidad de retención de agua es considerablemente mayor en los bosques naturales, seguida por bosques secundarios y, finalmente, mucho menor en el caso de las plantaciones artificiales de monocultivo[11].

11. En un experimento realizado en la cuenca alta del río Quindío, Cavelier (1993) encontró los siguientes contenidos de agua gravimétrica en los suelos, dependiendo del tipo de cobertura vegetal: bosque primario (natural) = 71,8%; bosque secundario (recomposición natural del bosque previamente destruido) = 20,8%; bosque cultivado con *Alnus* (especie nativa, en monocultivo) = 8,8%.

Gráfico 4
Costos totales medios

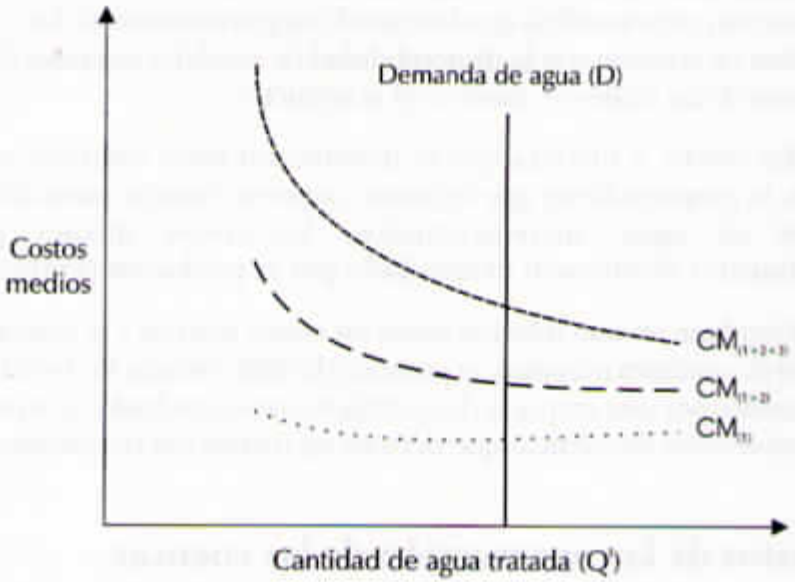
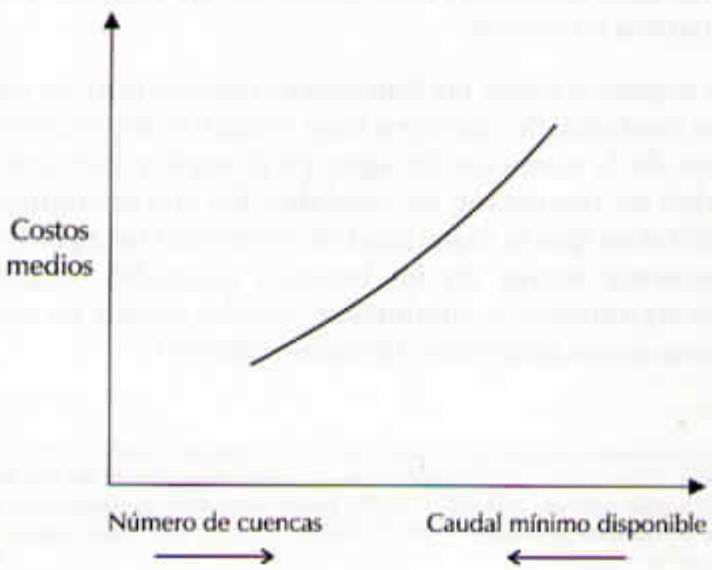


Gráfico 5
Relación entre caudal disponible, cuencas afectadas y costos medios de tratamiento de agua



En términos económicos, la administración sostenible de una cuenca –entendida como la conservación de los ecosistemas naturales protectores que perviven y la recomposición de ecosistemas boscosos una vez que ellos han sido alterados, para alcanzar adecuados niveles de protección de las diversas funciones ecosistémicas posibles– implica incurrir en diversos tipos de costos directos e indirectos.

En el caso de la protección de ecosistemas protectores ya existentes, es preciso adelantar algunas labores de protección y vigilancia que implican costos directos. No obstante, en este caso, uno de los principales costos se relaciona con la renuncia que se hace a explotar el área de ese ecosistema con una actividad productiva que genere ingreso monetario. Es decir, el costo de oportunidad por mantener el ecosistema protector, renunciando a los ingresos potenciales derivados de la extracción forestal y de la subsiguiente actividad productiva agropecuaria.

Cuando la acción de conservación de la cuenca parte de un proceso de recomposición de ecosistemas protectores, especialmente cuando se selecciona el método de cultivar el bosque, se incrementan considerablemente los costos directos. En efecto, en este último caso se requiere obtener las plántulas, preparar el terreno, realizar labores de siembra, fertilizar, y en fin una serie de labores de establecimiento y mantenimiento del nuevo ecosistema. De todas formas, aunque estos costos alcancen valores significativos, su magnitud tiende a ser considerablemente menor a los costos de oportunidad del suelo, ya que a diferencia de los primeros, estos últimos se mantienen indefinidamente. De allí que el análisis de los costos de oportunidad adquiera especial relevancia, relacionando la productividad potencial de la tierra con el proceso de conservación de ecosistemas protectores (no productivos)[12].

12. El concepto de *no productivo* empleado aquí se refiere exclusivamente a la producción de bienes susceptibles de ser transados en los mercados y por tanto generadores de ingreso directo. En términos más amplios, cualquier ecosistema *produce* una gran cantidad de bienes y servicios ecosistémicos que, desde el análisis económico, pueden ser considerados como externalidades positivas: a pesar de que existan muchos beneficiarios de estos bienes y servicios derivados de la conservación de los ecosistemas naturales, ellos no tienen que pagar nada a quienes asumen los costos directos e indirectos de conservarlos.

Las funciones de producción agropecuaria dependen de un factor determinante: la productividad de la tierra. A medida que se amplía la frontera agrícola, incorporando nuevas tierras que anteriormente estaban destinadas a ecosistemas naturales, la productividad –expresada en términos de volumen de producto por unidad de área– tiende a disminuir. Este fenómeno obedece a que, históricamente, el ser humano ha tendido siempre a ocupar primero las tierras más productivas.

La productividad decreciente de la tierra frente a la ampliación de la frontera agrícola queda expresada, en el caso del análisis de un proceso de conservación de ecosistemas boscosos no productivos de bienes de mercado, de manera inversa a lo que sucede al ampliar la frontera agrícola. En efecto, a medida que se destinan más áreas a los ecosistemas de protección de las cuencas, cada área adicional incorporada tiende a tener mayor productividad potencial que la anterior. En términos formales, esto se expresa en el comportamiento de las funciones de producción para distintos tipos de tierras (gráfico 6). Las tierras de más baja productividad, que se destinan inicialmente a bosques protectores (tipo 1), tienen una productividad potencial relativamente baja. Pero a medida que se amplía el área cubierta en este tipo de bosques, es necesario incorporar tierras con mayor productividad potencial (tipos 2 y 3).

El comportamiento diferencial de la productividad potencial de los distintos tipos de tierra susceptibles de ser incorporados a un bosque protector se refleja en la estructura de costos de una eventual actividad productiva. En efecto, las tierras con mayor productividad (tipo 3) enfrentarán, para cualquier nivel de producción, costos menores que los que tendrán que asumir las tierras de menor productividad (tipo 1) para alcanzar los mismos niveles de producción. En síntesis, a medida que se incrementa la productividad potencial de las áreas involucradas al bosque –es decir, a medida que se incorporan nuevas tierras–, los costos de producción potencial en éstas nuevas áreas tienden a ser menores (gráfico 7).

Esta característica de los costos de producción potencial, derivada de las diferencias de productividad, incide directamente en lo que

Gráfico 6
Producción potencial por unidad de área en distintos tipos de bosque

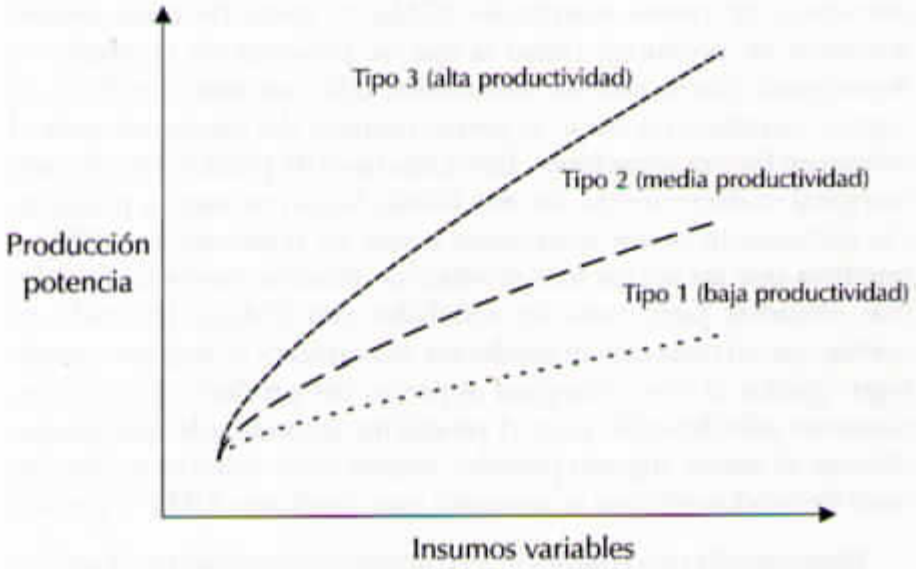
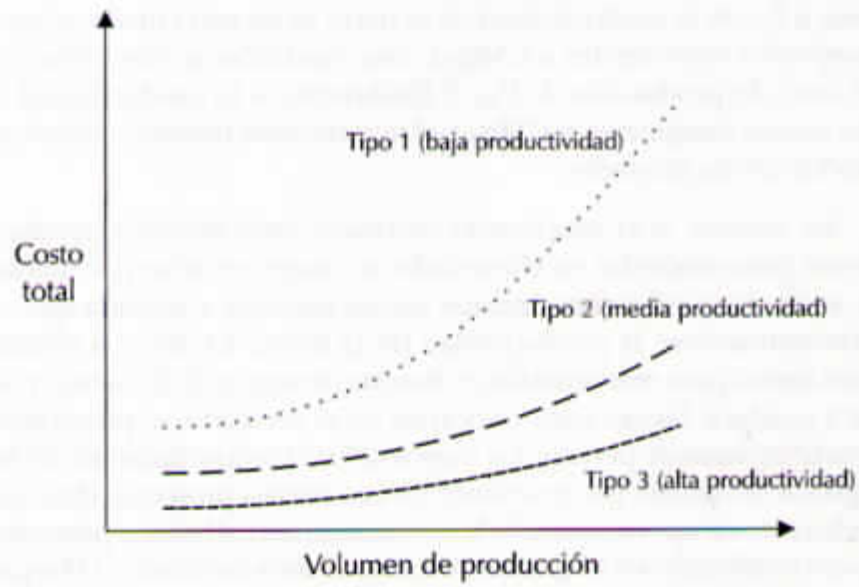


Gráfico 7
Costos totales de producción potencial por unidad de área en bosque



sería el comportamiento de los propietarios de estas tierras en caso en que las destinaran a la actividad productiva. En términos formales, el propietario de cada uno de los tipos de tierra enfrentaría una estructura de costos marginales (CMg = costo de cada unidad adicional de producto) como la que se presenta en el gráfico 8. Suponiendo que se está haciendo referencia a un único producto, el ingreso marginal (es decir, el precio unitario del producto) sería el mismo en las tres situaciones. Para cada nivel de producción, el costo marginal va decreciendo. De esta forma, las tierras menos productivas enfrentarán costos marginales como los señalados con $CMg_{(1)}$, mientras que las tierras más productivas tendrán costos marginales más elevados, tales como los señalados con $CMg_{(3)}$. Teniendo en cuenta que en cada caso el productor maximizara su ingreso cuando logre igualar el costo marginal al precio del producto, el comportamiento más deseable para el productor (suponiendo que busque obtener el mayor ingreso posible), estaría dado cuando alcance un nivel de producción que le garantice esta condición (CMg = precio).

Para cumplir esta condición, el comportamiento del productor se diferencia dependiendo del nivel de productividad de la tierra. Para las tierras de productividad baja (tipo 1), con costos marginales equivalentes a $CMg_{(1)}$, el productor obtiene el mayor ingreso por unidad de tierra cuando produzca una cantidad de producto equivalente a $P_{(1)}$. Si la productividad de la tierra es de nivel medio (costos marginales equivalentes a $CMg_{(2)}$), esta condición se obtendría con un nivel de producción de $P_{(2)}$. Y finalmente, si la productividad es alta (costos marginales = $CMg_{(3)}$), el ingreso sería máximo cuando se produzcan $P_{(3)}$ unidades.

En síntesis, si el propietario destinara estas tierras a producir bienes para venderlos en el mercado, sus ingresos netos por unidad de suelo en condiciones óptimas serían mayores a medida que va incrementándose la productividad de la tierra. Es decir, si destina estos suelos para mantenerlos en bosque protector de la cuenca y no para producir bienes para colocarlos en el mercado, el propietario estaría dejando de percibir los ingresos. Este comportamiento de los ingresos *sacrificados* por mantener un ecosistema protector, denominado costo de oportunidad de la tierra destinada al bosque protector, aparece reflejado en el gráfico 9: a mayor área dedicada al bosque,

Gráfico 8
Producción potencial óptima en distintos tipos de suelos

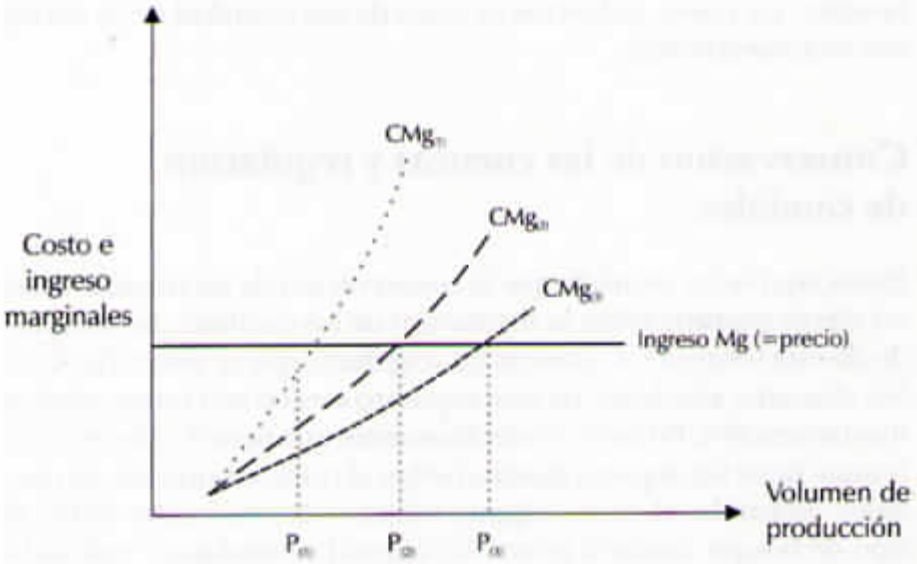
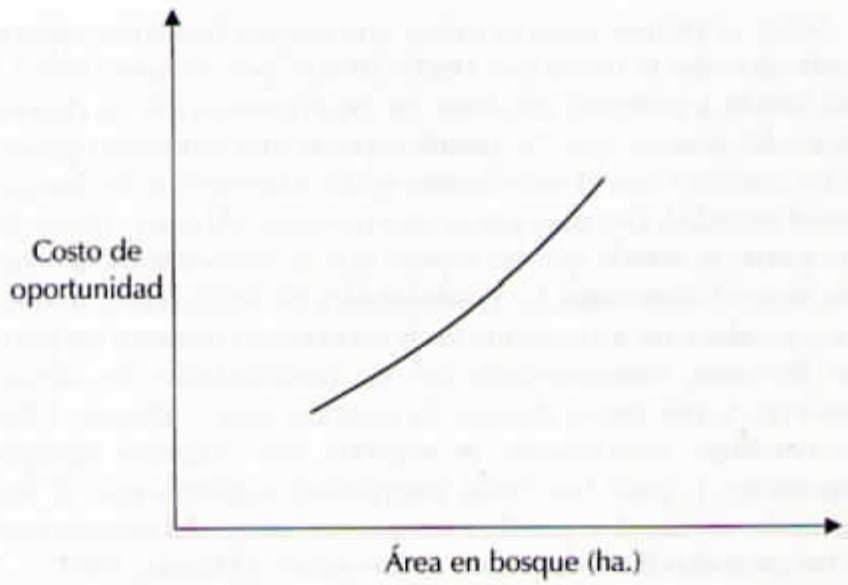


Gráfico 9
Costos de oportunidad (ingreso neto potencial) por unidad de área



incorporando suelos de mayor productividad, los costos de oportunidad ($/hectárea) van incrementándose. En términos prácticos, esto significa que a medida que van ampliándose las áreas destinadas a bosques, los costos indirectos (o costo de oportunidad de la tierra) van incrementándose.

Conservación de las cuencas y regulación de caudales

Hasta aquí se ha asumido que la conservación de las cuencas tiene un efecto positivo sobre la regulación de los caudales, beneficiando de esta forma a los sistemas de acueducto que se sirven de ellos. No obstante, alrededor de este supuesto surgen tres interrogantes fundamentales. Primero, si efectivamente una mayor cobertura en bosque tiene un impacto positivo sobre el comportamiento de caudales. Segundo, si existe alguna relación determinante entre el tipo de bosque (natural primario, natural secundario y cultivado en monocultivo) sobre la incidencia de la cobertura boscosa sobre la regulación de los caudales. Y tercero, si es posible establecer un proceso de estimación que permita medir la incidencia de la cobertura en bosque sobre los caudales hídricos.

Sobre el primer aspecto existe una amplia literatura especializada tal como la citada por Deeb (1992) y por Álvarez (1995), la cual tiende a sostener, con base en experimentación en diversas partes del mundo, que "se puede esperar una reducción general en los caudales con el incremento en la cobertura de los bosques a nivel mundial, con muy pocas excepciones" (Álvarez, 1995). Por otra parte, se señala que "se espera que la remoción de la cobertura vegetal disminuya las posibilidades de infiltración, lo que a la vez produce un incremento en la escorrentía durante los períodos lluviosos, disminuyendo así las posibilidades de almacenamiento y, por tanto, durante la estación seca" (Álvarez, 1995). Sin embargo, nuevamente se sostiene que "algunos ejemplos disponibles (...para las zonas templadas) sugieren que el flujo promedio mensual se puede incrementar luego del aclareo tanto en los períodos lluviosos como en los secos" (Álvarez, 1995).

En relación con estas consideraciones, tomadas de la literatura disponible, es preciso llamar la atención sobre un aspecto de gran importancia: la mayor parte de las referencias presentadas corresponden a experimentos realizados sobre coberturas boscosas cultivadas (es decir, sin incluir bosques naturales) y principalmente en áreas templadas. En efecto, la información registrada para áreas tropicales es extremadamente baja. En síntesis, el segundo interrogante formulado arriba —la incidencia sobre la relación entre cobertura boscosa y regulación de caudales del tipo de bosque— queda sin resolver en la literatura mencionada.

Finalmente, es preciso abordar el problema de si es posible contar con métodos de estimación de la relación entre la cobertura boscosa y la regulación de caudales, como condición básica para poder aplicar una metodología como la que está proponiéndose en el presente trabajo.

Partiendo del reconocimiento de que para el caso particular de Colombia, y para las áreas tropicales en general, no existían trabajos científicos confiables que permitieran determinar las implicaciones hidrológicas de los programas de reforestación, Alejandro Deeb (1992) realizó un estudio específico sobre este tema, por encargo del Plan de Acción Forestal para Colombia, PAFC.

Para adelantar este estudio, se identificaron 56 cuencas menores de 500 km², con información hidrométrica no inferior a 10 años. Se dispuso de información completa para un total de 37 variables que incluían, además de los datos hidrométricos, aspectos relacionados con las características físicas, la textura y el uso de los suelos, la permeabilidad, las pendientes y en general todos aquellos aspectos que se suponía pudiesen tener incidencia en el comportamiento de los caudales. Con base en esta información se logró, finalmente, estimar una serie de relaciones funcionales entre los caudales (máximos, mínimos y promedios) y un conjunto de variables explicativas, incluyendo dentro de ellas la cobertura en bosque de cada una de las cuencas.

En términos generales, los resultados obtenidos por estas estimaciones muestran que, además de estar relacionados con múltiples variables, los caudales máximos, medios y mínimos

dependen *positivamente* de la cobertura en bosques de la cuenca: a mayor cobertura en bosques, mayores caudales[13].

De todas formas, para efectos del análisis de los beneficios para los acueductos (además de la regulación de los sedimentos derivada de la cobertura en bosque) lo más significativo es el impacto sobre los caudales mínimos. En efecto, una empresa de acueducto debe abastecer permanentemente de agua a la población, independientemente del nivel de precipitación pluvial. Por tanto, sus momentos más críticos se encuentran en las épocas secas, cuando los caudales tienden a disminuir considerablemente. Esto significa que si se logran aumentar los caudales mínimos, la empresa dependerá en menor medida de los sistemas de almacenamiento limitados y de gran costo y de la ampliación de su red de acopio hacia otras cuencas.

Los resultados encontrados en el estudio en mención, en relación con la incidencia de la cobertura en bosques sobre los caudales mínimos, podría expresarse tal como se presenta en el gráfico 10 (manteniendo constantes las demás variables que inciden sobre el caudal)[14]. Esto significa que, a medida que se incrementa el área en bosques en una cuenca, tienden a incrementarse los caudales mínimos que se presentaría en la misma cuenca. Con esta relación, estimada para el caso colombiano con una cobertura geográfica y temporal de importante

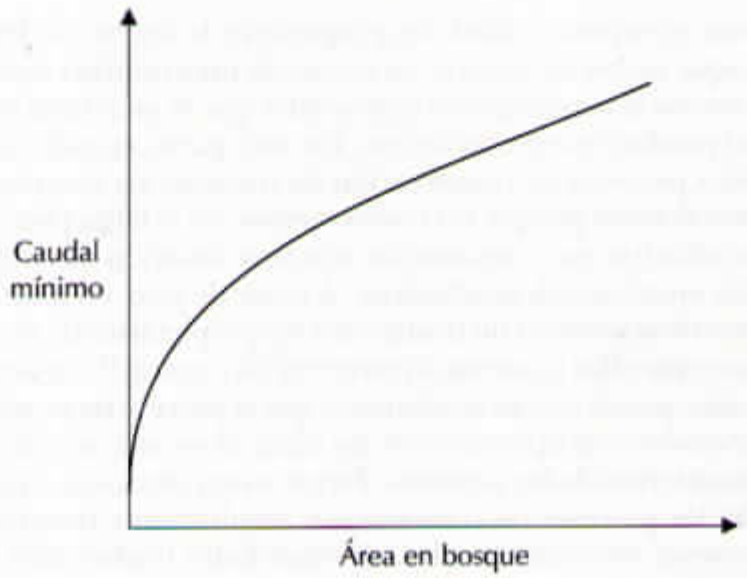
13. La explicación de que la cobertura boscosa incremente los caudales totales (expresados en caudales medios) parece encontrarse, según el autor, en el hecho de incluirse bosques de niebla que condensan humedad atmosférica, incrementando la disponibilidad de agua en la cuenca (Deeb, 1992).

14. Para el análisis de caudales mínimos, Deeb (1992) trabaja con un indicador definido como Q_{95}/Q_{med}, donde Q_{med} es el caudal medio durante los 10 años y Q_{95} es el mínimo caudal que es sobrepasado durante el 95% del tiempo de la serie (similar indicador construye para el caudal mínimo sobrepasado por el 99% del tiempo y para los caudales máximos sobrepasados durante el 5% y el 1% del tiempo). Con base en este indicador, finalmente encuentra que la mejor estimación del indicador de caudal mínimo (estimadores para los *mejores ajustes*) estaría dada por

$$(Q_{95}/Q_{med}) = 1{,}077(10^{-12}) \times \%Bosq^{0.164} \times Hm^{0.595} \times Lc^{0.291} \times P(mes)^{0.518} \times MS^{0.492} \times \%Arc^{5.105} \times \%Arc^{1.485}$$

$$R^2 = 0{,}56$$

Gráfico 10
Caudal mínimo en función de la cobertura en bosque



significación, es posible finalmente establecer, en primera aproximación, la incidencia positiva de los procesos de conservación de bosques nativos y de los procesos de reforestación, principalmente de aquella desarrollada con base en la estrategia de proteger áreas específicas para garantizar la recomposición de un bosque natural secundario.

donde:

%Bosq = porcentaje del área de la cuenca cubierta por bosques.
Hm = altura media de la cuenca.
Lc = longitud del cauce principal.
P(mes) = valor medio de la precipitación diaria máxima para todos los meses de registro.
MS = (meses-secos); porcentaje de días con lluvia en los tres (3) meses con menor precipitación.
%Are = contenido de arena, valor promedio para los suelos de la cuenca.
%Arc = contenido de arcilla, valor promedio para los suelos de la cuenca.

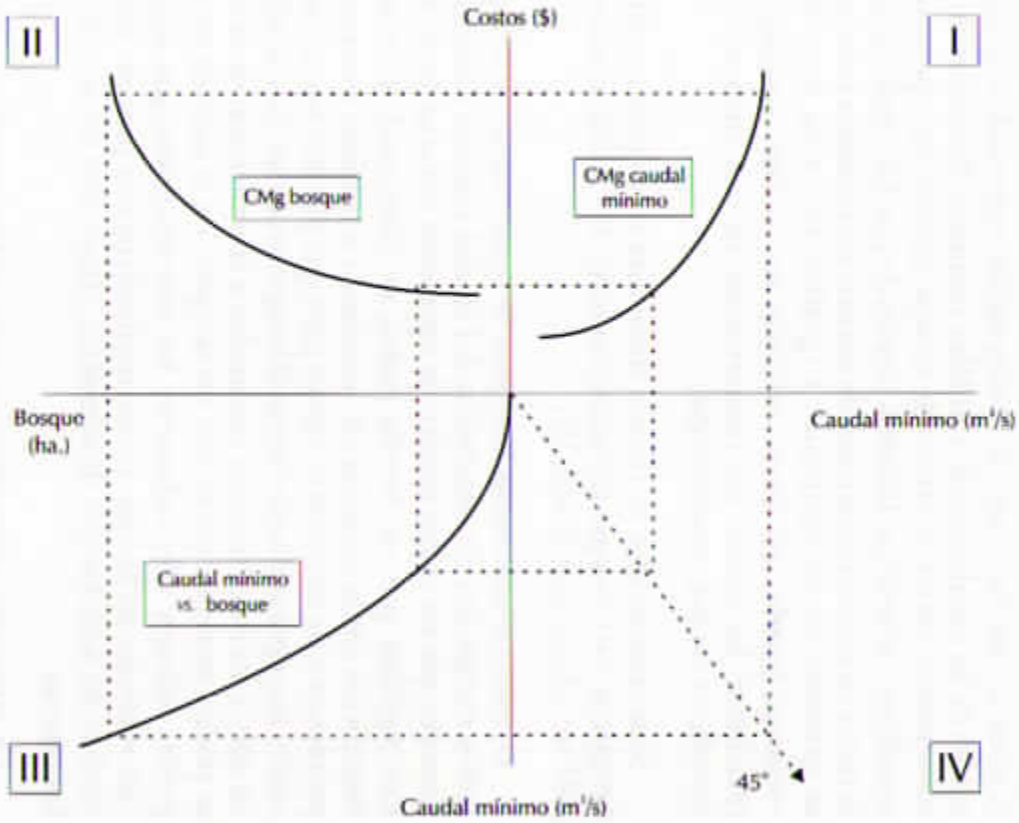
Estimación de estímulos económicos por la conservación de cuencas

Tal como se expuso, cuando un propietario de tierras las destina a un bosque protector incurre en costos de oportunidad derivados de la renuncia a los ingresos potenciales que le generaría una actividad productiva en esas tierras. Por otra parte, cuando se realizan estos procesos de conservación de cuencas, los acueductos se ven beneficiados porque sus costos medios, en el largo plazo, tienden a reducirse en comparación con una situación en la que las cuencas estuviesen degradándose. A pesar de esto, en general los sistemas de acueducto no trasfieren a los propietarios de tierra los costos en que ellos incurren al conservar las cuencas[15]. En términos generales, puede entonces afirmarse que el proceso de protección, conservación y recuperación de las cuencas es una actividad que genera externalidades positivas. Frente a esta situación, y para estimular los procesos de conservación ampliamente deseables, es conveniente internalizar estas externalidades trasfiriendo recursos económicos a los propietarios de tierra para compensar los costos en que están incurriendo.

Con base en los análisis presentados en los puntos anteriores, es posible entonces relacionar los costos de conservación de la cuenca con los beneficios derivados de la misma conservación. Para hacerlo, es preciso traducir los costos de oportunidad de conservar la cuenca (expresados en el costo por cada hectárea en bosque incorporada) en costos de la regulación de los caudales (gráfico 11, con tres cuadrantes: I, II y III). Teniendo en cuenta que se dispone de una relación funcional entre la cobertura boscosa y el comportamiento de los caudales mínimos (cuadrante III), y conociendo la función de costos marginales de conservar los bosques (cuadrante II), es entonces posible

15. Una excepción se encuentra cuando las empresas de acueducto adquieren terrenos para adelantar por su cuenta los procesos de administración de la cuenca. La inquietud que surge al respecto se relaciona con la viabilidad de estos procesos de administración pública de recursos naturales renovables, máxime si se tiene en cuenta la negativa experiencia que se ha vivido en el país en el pasado con el manejo de reservas y parques naturales.

Gráfico 11
Costos marginales de la regulación de caudales mínimos



construir una función de costos marginales de incrementar los caudales mínimos (cuadrante I).

La utilidad de este procedimiento radica en que ahora es posible comparar los beneficios de la empresa de acueducto por regulación de caudales mínimos derivada de la conservación de la cuenca, con los costos de conservación expresados ahora como costos de la regulación de caudales mínimos. Para hacerlo, basta sobreponer ahora la curva de costos medios de operación del acueducto, referida a distintos niveles de caudales mínimos, sobre la curva de costos marginales de regular los caudales mínimos que se presenta en el cuadrante I (gráfico 12). Con base en este esquema puede, entonces, iniciarse un análisis conjunto para relacionar los costos de conservación de las cuencas con los beneficios de esa conservación.

Si se supone que la cuenca tiene una cobertura inicial de B_1 hectáreas, este bosque garantiza un nivel de caudal mínimo equivalente a C_{min1} (cuadrante III).

En estas circunstancias, los costos de conservación de la cuenca (o costos marginales de regulación del caudal mínimo $CMg_{(Cmin)}$) son menores que los costos medios de operación del acueducto ($CM_{(A)}$). Esto significa que esta brecha podría ser disminuida si existiese la disposición de la empresa de acueducto a trasferir recursos a los propietarios de tierra en la cuenca para que puedan asumir mayores costos, incorporando más tierras al bosque protector. Esto se reflejaría en que, a mayores recursos destinados a la protección de la cuenca, se podría incrementar el área en bosques, en la medida en que se podría sufragar adecuadamente los mayores costos que implicaría este aumento del bosque. Como resultado de este proceso, los costos medios del acueducto se disminuirían, dando esto un beneficio para la empresa.

La situación antes descrita sería viable mientras perviva la diferencia entre los costos de conservar la cuenca y los costos de operar el acueducto –es decir, mientras los costos de la empresa de acueducto sean mayores a los costos de conservación de la cuenca–. Si esta trasferencia de fondos sigue produciéndose, finalmente se alcanzará un punto en donde estos dos tipos de costos

Gráfico 12
Costos y beneficios en la conservación de cuencas

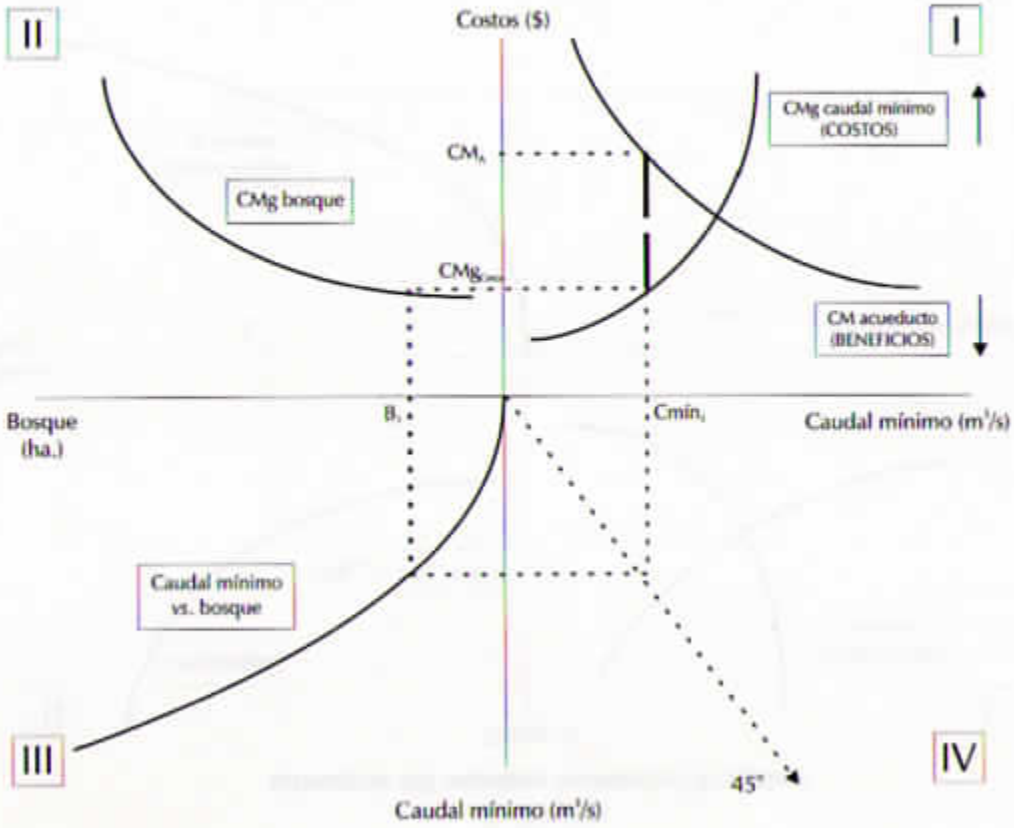
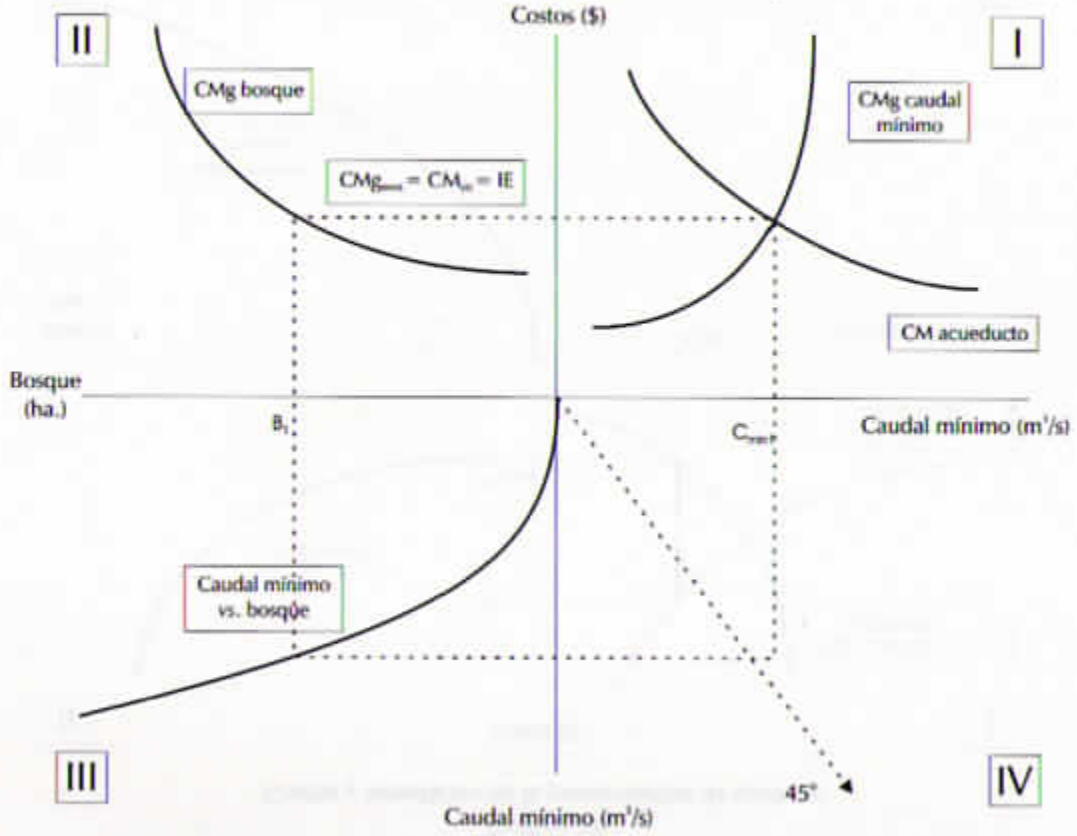


Gráfico 13
Estimación del incentivo económico (IE) óptimo



se igualen (gráfico 13). Esto se logrará con una cobertura de bosque de B*, para la cual los costos marginales de conservación de la cuenca (es decir, los costos marginales de conservación del caudal mínimo –$CM^*_{(Cmin)}$) se igualarán a los costos medios de operación de la empresa de acueducto ($CM^*_{(A)}$). Hasta ese punto se puede identificar con claridad la disponibilidad de la empresa de acueducto para pagar por la conservación de la cuenca, puesto que niveles inferiores de conservación representan costos menores que sus propios costos de operación. En síntesis, en cualquier situación, con menos bosque que B*, para la empresa resulta favorable reorientar sus inversiones hacia la protección de las cuencas que seguir ampliando su red de acopio hacia cuencas cada vez más lejanas, y por tanto más costosas.

En conclusión, según este procedimiento, es entonces posible definir –con base en un procedimiento metodológico realista– el monto que una empresa de acueducto estaría dispuesta a trasferirles a los propietarios de tierras en la cuenca de la cual se abastecen. De esta forma es posible identificar el monto adecuado de un incentivo económico (IE) para la conservación de la cuenca. Si se logran captar recursos de los acueductos y se ofrece una cantidad equivalente al incentivo económico estimado (IE) por hectárea que destinen a bosque los propietarios de tierras cuenca arriba, el efecto será que toda tierra que genere un ingreso por hectárea inferior al IE será destinada a bosque protector. Finalmente, a través de este mecanismo se logrará que los propietarios se estabilicen, por voluntad propia, en un área en bosque equivalente a B*.

Comentario final

Para concluir este análisis, es conveniente formular un último interrogante: ¿es el área de bosque B* el límite superior que debe conservarse para garantizar una óptima asignación de recursos? La respuesta sería afirmativa si el único beneficio que se derivara de la conservación de la cuenca fuese la regulación de caudales. No obstante, es claro que existen múltiples beneficios que aquí no están considerados. Unos son para los acueductos mismos o para

otros usuarios del agua (hidroeléctricas y distritos de riego, principalmente), en la medida en que, por ejemplo, se disminuyen los niveles de sedimentación. Pero también existen múltiples beneficiarios de otras ventajas de la conservación (biodiversidad, conservación de suelos, impactos atmosféricos, etc.). Incluso es posible detectar, como se enunció al principio, la existencia de beneficios socioculturales que inciden sobre el bienestar de comunidades relacionadas con la cuenca y que por tanto pueden ser expresados en términos económicos. De la capacidad que se desarrolle para identificar estos beneficiarios, para estimar su disponibilidad a trasferir incentivos compensatorios de los costos de conservación de las cuencas, y para establecer mecanismos de captación de estos recursos y de trasferencia a los propietarios de las tierras de la cuenca alta; de la capacidad que se desarrolle para responder a estos interrogantes, dependerá en buena que las áreas finalmente mantenidas en bosque puedan incrementarse mucho más allá de lo aquí estimado para un solo usuario (la empresa de acueducto) y por un solo beneficio (la regulación del caudal mínimo).

Por último, al igual que otras metodologías disponibles para evaluar económicamente las ventajas de conservación de cuencas (Gottfried, 1992), aquí también se enfrenta un significativo reto: además de diseñar modelos de análisis adecuados para evaluar los incentivos económicos más adecuados, es preciso también disponer de la información técnica pertinente y, sobre todo, hacer grandes esfuerzos por diseñar los mecanismos operativos eficaces para garantizar que estas trasferencias de recursos puedan concretarse adecuadamente.

Referencias bibliográficas

ÁLVAREZ D., Esteban. (1995). *Impacto hidrológico de la (de) reforestación en las regiones tropicales*. ISA, Dirección de Ecología y de Recursos Naturales, Medellín, abril de 1995.

BUENDÍA, Sylvia. (1995). *Evaluación económica del impacto ambiental del proyecto Guavio*. Tesis de grado, Universidad Javeriana, Departamento de Economía.

CAVELIER, Jaime. (1993). *Reforestation with the Native Tree Alnus Acuminata: Effects on Phytodiversity and Species Richness in an Upper Montane Rain Forest Area of Colombia*. *En*: HAMILTON, L.S., JUVIK, J.O. and SCATENA, F.N. *Tropical Montane Cloud Forest*. East-West Center, Program on Environment.

DEEB, Alejandro. *Estimación de cambios en la respuesta hidrológica*. *En*: C. INGENIEROS CONSULTORES. *DNP-PAFC-BID*. Octubre de 1992.

ETTER, Andrés. *Diversidad ecosistémica en Colombia hoy*. *En*: ALWYN, Gentry *et al.* (1993). *Nuestra diversidad biológica*. CEREC, Fundación Alejandro Ángel Escobar, Bogotá.

FORERO A., Jaime. (1994). *Economie Paysanne: Structure Agraire et System Alimentaire dans la Région Andine de la Colombie*. Tesis doctoral, Universidad de la Sorbona, París III.

FORERO A., Jaime y RUDAS, Guillermo. (1983). *Producción y comercialización de perecederos agrícolas en zonas campesinas integradas al mercado de Bogotá*. Universidad Javeriana, CIID-Canadá, Ficitec. Bogotá.

GOTTFRIED, Robert. *The value of a watershed as a series of linked multiproduct assets*. *En*: *Ecological Economics*, 5 (1992) 145-161.

WRI-UNEP-UNDP (World Resources Institute, United Nations Environment Program, United Nations Development Program). (1995). *World Resources 1994-95: A Guide to the Global Environment*. Oxford.

ZÁRATE, Carlos. *El patrimonio forestal de Colombia en la contabilidad económico ambiental integrada*. *En:* DANE, CICA, UNSTAT, PNUMA. (1995). *Proyecto piloto de contabilidad económico ambiental integrada para Colombia*. Santa Fe de Bogotá.

La ganadería, renglón importante en la actividad productiva de los Llanos.

Foto: Elcy Corrales.

La razón de ser del Instituto de la Orinoquia

Abelardo Prada Matiz[1]

El agua es un recurso invaluable para la vida de los seres vivos, para la mayoría de las actividades productivas y recreacionales del ser humano y la sociedad.

El individuo tiene contacto a diario con el agua. Sin embargo, no obstante ser éste el compuesto que más ha estudiado, desconoce muchos aspectos importantes de su estructura; no ha podido interpretar varias de sus propiedades fisicoquímicas; y lo más grave, el inadecuado uso que en la mayoría de las ocasiones se le da, ha llevado al deterioro generalizado de fuentes naturales,disminuyendo de manera sensible su oferta y disponibilidad ante una creciente demanda.

Como sustancia química, el agua posee propiedades únicas, atípicas para otras sustancias; interviene en procesos biológicos que sin su presencia no pueden realizarse. Como cuerpo posee características que sólo conociéndolas se manejan adecuadamente. Es, también, importante fuente de energía y trasporte. El

1. Ingeniero químico y Ph.D. Profesor de Unillanos.

placer lúdico que proporciona mirar las espectaculares caídas a las que se somete, o los espejos de agua que forma, tiene pocos homólogos en la naturaleza y la convierte en origen de placer, cada vez más lejano de obtener.

En síntesis, el agua reúne en sí, como sustancia, aspectos generales y específicos de varias ciencias. Como recurso natural obliga a conocer leyes, saberes y conocimientos, tradicionalmente desconocidos, desarticulados y desintegrados, originando métodos de manejo inadecuados que han hecho que el agua se convierta en un líquido más preciado.

La Orinoquia es una región de considerables reservas hídricas. Su caudal promedio alcanza 232.673,2 m^3, aguas que se utilizan en labores agrícolas y pecuarias, industriales y agroindustriales, domésticas y urbanas, en trasporte, generación de energía y recreación, entre otros.

El manejo del recurso agua en la región, en toda su trayectoria se ha realizado sin un sustento cognoscitivo que permita, no sólo un ponderado y razonable aprovechamiento en determinada actividad, sino su adecuada *devolución* a la naturaleza. Por esta razón no es difícil encontrarse con acueductos cuya fuente de abastecimiento es la menos aconsejable entre las posibles, que dotan de agua no apta para consumo humano, pues se desconoce su calidad. No es extraño que se construyan instalaciones innecesarias, que de ser otra la fuente o de conocer la calidad del agua, no se hubiese recurrido a ellas; que los sistemas de alcantarillado realicen la disposición de aguas en los ríos más cercanos; que no se aproveche la energía que el agua puede generar; que no se disponga de sistemas de riego y que se desaprovechen las posibilidades de obtener productos agrícolas de importancia para la economía nacional.

Veamos a vuelo de pájaro la situación del manejo del agua en la Orinoquia:

1. El sector agropecuario es el principal consumidor de agua en la Orinoquia. Se considera que las casi 60.000 horas en riego, los cultivos de palma, sorgo, plátano, etc., y la ganadería consumen cerca del 70 % del agua utilizada. Pero no se ha

establecido de una manera precisa el consumo de agua por cultivo o especie animal levantada; por tanto, se trabaja con los promedios nacionales, no siempre propicios para la región.

El desconocimiento de la cantidad y la calidad de agua que debe utilizarse en determinada actividad agropecuaria es un hecho grave, que lleva a utilizar o proporcionar cantidades mayores o menores de agua o de nutrientes de las que requieren los cultivos, las plantas y los animales. No se puede desconocer que la disposición final de las aguas utilizadas, en el sector, genera situaciones ambientales de tal magnitud, que sólo investigaciones realizadas *in situ* permitirán apreciar, identificar y cuantificar. Lo cierto es que, en al actualidad, no hay autoridad ni pública ni privada que acometa la búsqueda de soluciones a esta situación, y lo más grave: no existe en la Orinoquia un profesional que de manera integral pueda manejar el recurso agua en el sector agropecuario.

2. La industria y la agroindustria son los segundos consumidores de agua más importantes en el mundo; aprovechan hasta el 20% del agua utilizada. Sin embargo, en la Orinoquia este porcentaje puede ser inferior, dado el nivel de desarrollo de esta área de la producción en la región. Este hecho no puede llegar a desconocer el auge de las industrias extractoras de hidrocarburos, carbón, sal, cal, aceite vegetal, procesadoras de alimentos, productos cárnicos y bebidas, en las que el gasto de agua es elevado. En este caso, al igual que en el del sector agropecuario, se presenta una situación que tiene relación, en primera instancia, con la calidad, a la que debe responder el agua que se va a utilizar en el proceso industrial o agroindustrial y la que va a ser vertida después de realizado el proceso.

   Se ha determinado, por ejemplo, que en el sacrificio y procesamiento de una res se utilizan hasta 800 litros de agua, agua que debe responder, por lo menos, a la calidad de apta para consumo humano (requisito que nunca se cumple en la región) y así poder involucrarla al proceso, pero que además debe haber sido separada de la materia orgánica (grasas, estiércol) y toda clase de contaminantes provenientes del animal antes

de ser vertida a las fuentes hídricas más cercanas, como lo hacen 23 municipios de 30 en el departamento del Meta.

La industria extractora de aceite tiene un comportamiento similar, pues en las orillas de las fuentes vecinas al lugar donde funcionan las plantas de producción, es común encontrar depósitos de grasa sólida que generan múltiples problemas de toda índole.

La industria petrolera origina un elevado número de problemas, dentro de los cuales el de mayor relevancia es el de la contaminación térmica; las aguas usadas en la extracción son arrojadas a temperaturas más altas que las del ambiente de las aguas naturales.

En los casos citados encontramos una situación similar a la expuesta para el sector agropecuario: no hay en la Orinoquia una entidad que se encargue del manejo del recurso agua en el sector industrial y agroindustrial y de igual manera no se cuenta con un profesional que posea los conocimientos suficientes que le permitan el manejo adecuado del recurso agua en el sector.

3. En materia de acueducto y alcantarillado, la Orinoquia posee una situación lamentable: aunque casi todos los municipios disponen de algún sistema de acueducto, la mayoría, como en el caso del Meta, proporciona agua no apta para consumo humano. El Insfopal en el pasado, los *Fondos de acueductos y alcantarillados*, en el presente, construyen un considerable número de acueductos, ejecutando una elevada inversión, que no han recibido el uso y mantenimiento adecuados.

   Los sistemas de alcantarillado de la región vierten las aguas negras y quebradas que fluyen en los alrededores del asentamiento humano, situación que ha trasformado a éstas, anteriormente importantes fuentes de agua, en conductos de aguas negras en las que la vida casi ha desaparecido.

   La construcción de los acueductos existentes en la región no ha respondido a estudios que permitan escoger la fuente de abastecimiento más indicada que disminuyan los costos de

inversión y sostenimiento de la obra. Las escasas instalaciones para la depuración de aguas negras se han construido sin tener en cuenta la capacidad depurativa de las aguas, por tanto funcionan en regímenes no adecuados, y la calidad del afluente impacta las fuentes receptoras de estas aguas.

Es importante indicar que las principales ciudades de la Orinoquia, Villavicencio, Granada, Acacías, Puerto López, Yopal, Villanueva, no poseen sistema alguno de purificación de aguas negras, las cuales son vertidas a fuentes hídricas vecinas.

Los principales ríos, que antaño fueron arterias importantes para el trasporte de productos de la región hacia mercados tan importantes como el venezolano y, por intermedio de esta hermana república, a mercados internacionales y viceversa, han perdido su navegabilidad por causa de la sedimentación originada por la erosión de las cuencas. De esta manera se pierde paulatinamente un medio de trasporte de fácil acceso y que representa una ventana de Colombia hacia el mundo.

Al igual que en los casos anteriores, la región no dispone de, ni prepara profesionales aptos para manejar, ni para devolverles la navegabilidad a los ríos orinocenses.

4. En una región tan extensa como la Orinoquia, la trasmisión de energía se dificulta sobremanera. Los costos, por ejemplo, de interconexión con el sistema energético pueden alcanzar valores de difícil manejo y de poca conveniencia económica para la nación, por ello la búsqueda de alternativas dentro de las zonas más apartadas de la región. Se necesita utilizar estas posibilidades; para ello se requiere un profesional que disponga de los elementos necesarios que le permitan sacar adelante, entre otras, este tipo de empresas.

5. La situación geográfica de la Orinoquia genera, además de todas las situaciones expuestas, otras que pueden tener características geopolíticas o al menos consecuencias de carácter internacional. Todas las fuentes hídricas de la región van a verter sus aguas al río Orinoco. Es natural que si los afluentes de esta imponente vertiente para la economía de la República

de Venezuela poseen un elevado estado de contaminación, adquirida en los sectores productivos y urbanos de los Llanos colombianos, pueden atentar, de manera sensible, contra todos los procesos que en ella se realizan y crear situaciones de difícil manejo. Por tanto, es responsabilidad de las entidades oficiales y privadas colombianas descargar aguas en los ríos y quebradas de la cuenca orinocense que no desmejoren la calidad del Orinoco. Para ello se requieren profesionales que de manera responsable manejen el recurso agua.

Las consideraciones mencionadas permiten ver un panorama que se fundamenta en una amplia oferta hídrica en la región orinocense, a la par con una demanda importante en la actualidad, en los sectores agropecuario, agroindustrial, urbano y doméstico, como también en el sector industrial, el cual adquiere cada día mayor ímpetu y puede llegar a ser de envergadura en un futuro próximo, al igual que el sector del trasporte fluvial.

Simultáneamente, tienen lugar en la Orinoquia un desacertado manejo del recurso agua. La comunidad bebe, por lo general,agua no apta para el consumo humano; se desconoce la calidad de las aguas disponibles, superficiales y subterráneas; por tanto, el uso que reciben no es el más adecuado. Por la carencia de sistemas de almacenamiento adecuado deben soportarse temporadas de escasez del líquido; las aguas negras y residuales, industriales y agroindustriales se descargan, la mayoría de las veces, directamente a las fuentes hídricas sin que hayan sido sometidas a ningún proceso de purificación, afectando de manera directa los procesos naturales de los ríos, caños y quebradas sin evaluarse las consecuencias, entre otras, las que puedan tener incidencia en la calidad de los afluentes más importantes del río o directamente en él. Esta situación origina la necesidad, en la región, de un ente que se encargue de la temática del agua en toda su complejidad y extensión, para que apropie y genere el conocimiento necesario para darle al recurso el manejo adecuado, preservándolo y superando los problemas existentes en la actualidad.

A pesar de la gran importancia que adquiere el recurso agua en el presente, y la que se le proyecta hacia el futuro, no existe en

la región un organismo que recopile los conocimientos y el saber existentes a nivel local, nacional e internacional, establezca la oferta regional real , identifique la calidad del líquido y, sobre esa base, haga posible el manejo adecuado del precioso recurso, previendo una conservación que les permita a las generaciones venideras usufructuar las ventajas de poseer suficientes reservas acuíferas.

Sobre la base de lo expuesto, es una necesidad imperiosa dedicarse a la tarea de reunir parte considerable del saber y conocimientos disponibles sobre el recurso agua, integrarlos dentro de una sola entidad que permita el uso más adecuado y racional por parte de usuarios individuales y masivos, en una región de proyecciones importantes, como es la Orinoquia.

La Universidad del Llano, fiel a su misión y compromiso con la Orinoquia, proyecta abordar el tema del manejo del recurso hídrico a través de la creación del *Instituto de Aguas de la Orinoquia* adscrito a la Facultad de *Ciencias Básicas e Ingeniería*.

De conformidad con lo expuesto, el Instituto del Agua de la Orinoquia, Inagor, deberá orientar su actividad para alcanzar los siguientes objetivos:

1. Recopilar y generar información relacionada con la oferta, demanda, reservas hídricas, calidad, contaminación y usos del agua a nivel regional, nacional e internacional.

2. Prestar servicios de información, docentes, de investigación y desarrollo, asesoría, evaluación, consultoría y otros que se requieran para atender las necesidades de la región en materia de aguas y los fenómenos asociados con ella.

3. Establecer convenios y formas de asociación y cooperación con entidades regionales, nacionales e internacionales, públicas y privadas, investigadores y personas que, sobre el tema del agua, tengan iguales o similares objetivos.

4. Participar en los sistemas nacional y regional de ciencia y tecnología y aportar elementos para la formación y consolidación de la comunidad científica regional.

5. Sentar las bases de la cultura regional del agua y del manejo integrado de los recursos naturales.

El Inagor debe convertirse en el organismo que acopie el mayor conocimiento posible sobre el agua, que oriente su uso y manejo, que consolide las bases de unas relaciones diferentes a las tradicionales entre el recurso agua y la sociedad. En gran parte, esto será posible formando profesionales que posean los conocimientos necesarios y la creatividad suficiente para manejar y conservar el precioso líquido que fluye por ríos y caños de la Orinoquia, por intermedio del programa académico *Ingeniería de Recursos Hídricos* que la Facultad de Ciencias Básicas tiene previsto ofrecer.

La comunidad, eje central en el manejo de los recursos naturales en las cuencas hidrográficas.

Foto: Enrique Murgueitio R.

Gestión comunitaria en la cuenca del río Guatiquía

Juan Carlos Martínez[1]

Proyecto:
Manejo de los recursos naturales
de la cuenca alta del río Guatiquía.

Organismo ejecutor:
Corporación Forestal de Villavicencio,
Corfovi. Cra. 30 No. 39-72 Tel.: 62 38 18
Fax: 623817. Villavicencio.

Período de ejecución: 1993 - 1995 - 1ª fase
Responsable GTZ: Agnes Bartholomaues
Coordinador nacional: Juan Carlos Martínez

Objetivo

El proyecto es una respuesta a mediano y largo plazo al problema de las inundaciones anuales del río Guatiquía, las cuales afectan en

1. Coordinador nacional Proyecto.

su margen izquierda al aeropuerto y en la derecha a barrios sobrepoblados de la ciudad de Villavicencio. Corfovi, Corporación Forestal de Villavicencio, como instituto descentralizado de la Alcaldía Mayor, desarrolla un concepto para el manejo adecuado de los recursos naturales en la cuenca alta del río, con el fin de disminuir la sedimentación en el casco urbano de Villavicencio, de masas en movimiento, causado por deslizamientos e iniciar un proceso de desarrollo integral con la población campesina en los municipios de San Juanito, El Calvario y Villavicencio.

Por su carácter piloto para la cordillera Oriental, el proyecto cuenta con financiaciones de la Gobernación del Meta y del Plan de Acción Forestal de Colombia, PAFC. La Alcaldía Mayor responsabilizó a Corfovi para la ejecución del proyecto en su fase de orientación.

Problemática que existe en la cuenca alta el río Guatiquía

Problema inicial: daños ocasionados por inundaciones.

Problema central: explotación inadecuada de los recursos naturales.

Causas:

- Desconocimiento de la capacidad del medio biofísico por campesinos e instituciones para mantener el equilibrio ecológico.
- Faltan alternativas adecuadas de ingreso.
- Métodos de explotación no acordes con el medio.
- Uso inadecuado de suelos.
- Acción institucional poco efectiva.
- Muy pocas iniciativas a la solución de problemas.
- Políticas de manejo integral incoherentes.

Objetivo superior: los recursos naturales de la cuenca alta del río Guatiquía se manejan en forma integral, adecuada y sostenida.

Objetivo del proyecto (2ª fase): se han fortalecido la comunidad e instituciones para trabajar en un manejo adecuado de los recursos naturales en la cuenca alta del río Guatiquía.

Subobjetivos:

- Se cuenta con una base institucional capaz de coordinar las instituciones que actúan en el manejo de los recursos naturales en la cuenca alta del río Guatiquía.
- Existen estrategias de manejo de los recursos naturales concertados con las comunidades e instituciones.
- Existen alternativas de producción sostenible de recuperación y conservación validas y en proceso de validación.
- Se han fortalecido y mejorado los sistemas de extensión.
- Se han difundido experiencias en manejo sostenible a las instituciones y comunidades dentro y fuera de la cuenca.

La zona del proyecto

Características naturales

La situación geográfica y topográfica de la zona del proyecto está limitada principalmente por la divisoria de las aguas. Las coordenadas extremas son 4° 41' y 4° 03' de latitud y entre las longitudes 73° 34'- 73° 49' sobre las vertientes este de la cordillera Oriental. La superficie total es de 100.000 ha., aproximadamente.

Geología: en la zona existen rocas metamórficas y sedimentarias que datan desde el Precámbico hasta el Paleoceno inferior, en parte cubiertas con depósitos del cuaternario; la zona de Villavicencio se encuentra dentro del marco técnico del sistema de fallas del borde llanero.

Clima: las zonas de vida presentes son: el bosque pluvial montano, montano bajo y premontano; bosque muy húmedo montano

bajo y tropical. Las precipitaciones promedias anuales van de los 2 500 mm hasta 6 300 mm, con períodos secos generalmente entre noviembre y febrero.

Hidrografía: el cauce principal del río Guatiquía presenta en el área de estudio, una longitud aproximada de 80 km; sus principales microcuencas son: Chuza, Frío, Guájaro, Santa Bárbara, Escandalosa, Colorada, Honda, Argentina, Negra, Grande y Ocoa.

Características socioeconómicas

Población y actividad: la población del área, excluyendo la zona urbana de Villavicencio, se estima en 10 000 personas.

La actividad pecuaria es soportada con pastos brachiaria, mientras en las zonas montana y montano bajo predomina el kikuyo. La agricultura está basada principalmente en los cultivos de fríjol de enredadera, maíz, caña, tomate de árbol, mora y lulo. Hacia la parte baja se explota el plátano, maíz y la yuca, principalmente.

Problemática

Condiciones naturales

- Cordillera joven.
- Rocas sedimentarias fácilmente degradables.
- Alto tectonismo: – Sismicidad.
  – Fracturamiento de la roca.

Altas pendientes

Rango	Área	Acumulada
25%-50 %	34 %	80 %
50%-75 %	30 %	46 %
>75 %	16 %	16 %

Alta pluviosidad: medidas anuales entre 2 500 mm (parte alta) y 6 500 mm (parte media).

Máximas anuales mayores: 9.000 mm.
Concentraciones mayores: 150 mm/H.

Intervención del ser humano

- Métodos de explotación inadecuados:
  - Deforestación (bosque tropical húmedo).
  - Ganadería extensiva.
  - Cultivos de estaca.
  - Monocultivos.
  - Inadecuado manejo de aguas, etcétera.

- Desconocimiento de alternativas sustentables (más por cómo que por qué).
- Escasa o inadecuada acción institucional.
- Políticas de manejo incoherentes.

Efectos

- Pérdida de la capa fértil del suelo:
  - Baja producción.
  - Alto uso de químicos.
  - Aumento de la frontera agrícola.
  - Erosión.
  - Derrumbes.
  - Grandes volúmenes de sedimento en Villavicencio.
  - Inundaciones - pobreza.

Propuestas del proyecto Guatiquía

- Crear las condiciones organizativas y de personal que permitan encontrar a la comunidad e instituciones.

- Alternativas sustentables de producción.
- Métodos para la recuperación, conservación y aprovechamiento sostenible de tierras sin vocación agropecuaria.
- Mecanismo de participación comunitaria y educación ambiental para generar y ejecutar iniciativas ecológicas.
- Plan de manejo integral de los recursos naturales de la cuenca alta del río Guatiquía, concertado por comunidades e instituciones.

Importancia del proyecto

- **A nivel local:** inundaciones y falta de agua potable = costos y peligro de vidas.
- **A nivel regional:** erosión y pobreza = pérdida de tierras, casas, vidas y mayores costos de recuperación para el futuro.
- **A nivel nacional**: proyecto piloto de la cordillera, desde Ecuador a Venezuela, para manejo de los recursos naturales en forma integral.
- **Técnicas:** conservación y recuperación de zonas sin vocación agropecuaria. Alternativas sostenibles de producción. Mecanismos de participación comunitaria.
- **A nivel internacional:** Por la protección de la tierra, su biodiversidad, su vida y la de sus habitantes. Su sostenibilidad. Por sus metodologías técnicas.

"Por eso el problema es nuestro (del Meta y con mayor énfasis Villavicencio), pero interesa al resto del país y del mundo y por tanto recibimos apoyo del DNP y del Gobierno a través de la GTZ (Entidad de Cooperación Alemana)".

SEGUNDA PARTE
(La travesía)

Con don Roberto, y otros tantos llaneros, se compartió la nostalgia y el cúmulo de conocimientos del viejo hato, enfrentado hoy con las tendencias avasalladoras del nuevo Llano.

Foto: Gonzalo Palomino.

Ecosistemas acuáticos y calidad de agua

Fernando Lalinde[1]
Ricardo Cárdenas[2]
Silvia Amaya[3]
Lourdes Peñuela[4]
Gloria Pedraza[5]
Luis Solarte[6]

Introducción

Frecuentemente se define un ecosistema acuático como una agrupación diversa de organismos cuyas interacciones entre unos y otros, y entre ellos mismos y sus ambientes físico y químico, forman un grupo de relaciones extremadamente complejo.

Afortunadamente, el manejo y uso inteligente de los recursos acuáticos no requiere en general un conocimiento detallado de todas las interacciones. Con frecuencia, las aplicaciones de unos cuantos principios generales, combinados con algún conocimiento detallado

1 Biólogo, profesor asesor.
2 a 6 Estudiantes de la Maestría en Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios.

acerca de unas pocas especies importantes, es suficiente para preservar y manejar inteligentemente los ecosistemas acuático"[7].

Como es sabido, la presencia de los ecosistemas acuáticos en los Llanos de Colombia está influenciado por el régimen hidrológico anual dividido en un período seco (diciembre- marzo) y un período de lluvias (abril- noviembre), caracterizado este último por presencia de inundaciones en la sabana. Durante el período seco hay disminución y/o desaparición de los cuerpos de agua (lagunas, caños y esteros) y disminución de los cauces de los ríos (Machado-Allison, 1990). Estos ecosistemas son altamente productivos y dinámicos con funciones ecológicas únicas donde se encuentra una gran biodiversidad (Díaz-Moreno, 1995), representando así para el llanero valores culturales y naturales que deben ser entendidos, atendidos y respetados.

Con este ensayo se pretende abordar la relación sistémica del agua con el paisaje, la vegetación y la ictiofauna y aproximarse al estudio de las interrelaciones en cada uno de los ecosistemas acuáticos de la Orinoquia, a partir de los indicadores de calidad de las aguas desde el punto de vista fisicoquímico.

Para ello se recurrió, durante la expedición de la Maestría en Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios, a efectuar los análisis fisicoquímicos del río Meta (Puerto López, Meta, a La Hermosa, Casanare), teniendo en cuenta la influencia de algunos de sus afluentes y a realizar el análisis fisicoquímico de otros ecosistemas acuáticos como el morichal, el estero, la laguna y los caños de la sabana.

Antecedentes

Vale la pena subrayar algunos antecedentes geológicos e históricos que tienen que ver con la formación de los sistemas hídricos y con el uso del agua.

Para Colombia, los diferentes ecosistemas asociados al escudo de Guyana (1 000 millones de años) tienen una historia antigua,

7. LAWS, E.A. *Aquatic Pollution*. Wiley Interscience, New York.

mientras que las cordilleras son el resultado del encuentro de las placas que han estado sometidas desde tiempos inmemoriales a enormes esfuerzos y movimientos tectónicos. La más antigua es la cordillera Central, originada a finales de la era Paleozoica (300-500 millones de años); la segunda en surgir, la Occidental, se levantó a finales de la era Mesozoica (140-240 millones de años). La Oriental es la más joven en términos geológicos, pues su origen se remonta a finales de la era Cenozoica (3 millones de años).

Posterior a estos eventos está la desaparición del mar interior y la formación de los Llanos Orientales de Colombia y los Llanos Occidentales de Venezuela. Sobre este relieve construido en el tiempo, con caminos abiertos por glaciales y el tiempo, el agua siempre ha estado presente y los ha trabajado como una escultura que durante millones de años ha modelado el paisaje.

Las aguas se acumulan y buscan camino hacia la sabana. En el trayecto, la lluvia aumenta su caudal y va disolviendo arcillas, arrastrando arenas y desbordando los cauces (Catena- Manoa, 1995).

Desde la época precolombina, los ríos han sido utilizados para el intercambio de productos por los pueblos indígenas y para la comunicación entre los mismos.

La importancia actual de los ríos de la Orinoquia como vía de trasporte surge con los viajes de Cristóbal Colón, quien en 1498 descubre la desembocadura del río Orinoco describiéndolo como "La puerta de entrada al paraíso". De ahí en adelante siguieron varias expediciones, algunas exitosas otras fallidas. El río Meta es descubierto por Diego de Ordaz en el año 1531; a partir de esta expedición se continúa la exploración del Casanare, Meta y Orinoco hasta salir al mar Caribe (1585). Ya en 1771 se inicia el intercambio comercial Orinoco- Europa, a través de Goletas, lo que intensifica el comercio interior por los ríos Apure, Arauca y Meta hasta Cabuyaro, donde se tomaba el camino a Tunja (125 km) y a Santa Fe (190 km).

En 1800, Humbolt y Bonpland exploran el Orinoco y llegan a Caracas y desde el río Atabapo alcanzan el río Amazonas.

Con el trascurso del tiempo van introduciéndose nuevas embarcaciones y en 1812 el primer barco de vapor inglés, el *Steam Boat*, entra en el río Orinoco. De ahí en adelante, los barcos de vapor continúan navegando por los ríos Meta, Amazonas, Negro y Casiquiare. La libre navegación por el Meta y sus afluentes es decretada por la Confederación Granadina en 1861. Hasta 1941, hay navegación libre de los ríos comunes colombovenezolanos.

Por otra parte, en 1843 se construye un camino de herradura desde Quetame hasta los Llanos y sólo en 1930-1940 se inicia la navegación aérea. En 1936 se inaugura el trasporte automotor hasta Villavicencio (Llanos de Colombia, 1986).

A pesar de la apertura de vías terrestres, el trasporte fluvial continuó siendo muy importante al punto que en 1955 se construye en Orocué la Base Naval Fluvial.

Metodología

La calidad de aguas se muestreó mediante el uso del equipo HACH FF1 para análisis fisicoquímico de aguas. El monitoreo y la información obtenida permite un acercamiento particular sobre las variaciones físicas y químicas entre los diferentes ecosistemas acuáticos analizados.

El trabajo se realizó en la época de lluvias (mes de agosto), en los siguientes trayectos:

1. **Puerto López-Hacienda Yamato:** se recorrió navegando por el río Meta. El objetivo durante este trayecto fue el análisis fisicoquímico del río Meta y las variaciones bajo la influencia de sus afluentes (ríos Upía, Túa, caños Guirripa y Guira, ríos Yucao y Manacacías).
2. **Hacienda Yamato:** este trayecto se realizó por vía terrestre para el análisis de ecosistemas acuáticos asociados a la hacienda. Los lugares muestreados son:

a. Caño Miti- Miti.
b. Morichal Miti- Miti y Barrancón.
c. Laguna el Aruco (Barrancón).
d. Aljibes Miti-Miti y Barrancón.
e. Agua de bebida de los cerdos.

3. **Hacienda Yamato-Hato La Lorena:** este trayecto se hizo vía fluvial por el río Meta con muestreos en las poblaciones de Burrunay y Orocué, en el río Cusiana y en el caño La Hermosa.

4. **Hacienda La Lorena:** se muestrearon aljibes de los fundos (Dallas, La Virgen, Aguinaldo, Yaguazo, Venganza y Verdum), caños (El Indio, Los Huevos y Pica-pico), esteros (Dallas, Mata de Zancudo y la Lorena) y estanques para producción de peces y plantas acuáticas.

Interpretación de los análisis fisicoquímicos del río Meta y sus afluentes (ríos y caños)

La heterogeneidad de nuestros ecosistemas se debe a la diferencia de agua disponible en el medio. El agua puede venir de la precipitación; la que corre por la superficie o aquella que llega por vía subterránea.

El río es muy dinámico y las épocas de lluvia y sequía son extremas. Estas fluctuaciones regulan las entradas y salidas de energía del ecosistema y condicionan las vidas de las especies que viven en él o cerca de él (Fernández del Valle y Taphorn, 1984).

Recorrido por el río Meta

Durante el trayecto recorrido (450 km, aproximadamente) entre Puerto López y el corregimiento de La Hermosa, vemos claramente cómo los afluentes del río tienen una influencia

marcada que van moldeando la estructura fisicoquímica del Meta así:

Estación A: río Metica-Puerto López

En este punto tenemos una temperatura de 22,2° C y un *pH* de 6,5; éste es un río de cordillera que ha recorrido un trayecto corto en la sabana; temperatura aún muy baja para los requerimientos de la mayoría de los peces llaneros (25°C - 29°C).

Estación B: Unión río Humea-río Metica

Aquí la temperatura sube a 24°C y el *pH* a 7,0. La influencia del Humea es clara, un río de cordillera que neutraliza el *pH* ácido que trae el Metica y por su mayor recorrido la temperatura aumenta. Vemos aquí también una pequeña presencia de nitritos (0,015 mg/l de NO_2), posiblemente proveniente del Guatiquía (aguas de Villavicencio).

Estaciones C, D y E

Aquí vemos las oscilaciones en temperatura y *pH* causadas por el proceso de mezcla que aún ocurre en estos puntos con la unión del Metica (Humadea, Camoa, Cumaral, Guamal y Guayuriba) y Humea (Caribe, Guatiquía, Ocoa y Negro).

Estación F

Después de la bocas del Upía, la temperatura nuevamente baja un poco. El Upía es un río que nace cerca de la laguna de Tota con temperatura más baja. Sin embargo, el parámetro más relevante es el pronunciado descenso en *pH* (5,0). ¿Por qué el Upía, siendo un río de cordillera (*pH* neutro), no acidifica tanto con el Meta? Vemos también que hay 0,02 mg/l de NO_2 de nitritos; tal vez la contaminación proviene de las grandes extensiones de palma africana.

Estaciones G y H

Río Meta con la influencia del río Túa; este último es de origen sabanero. Se aprecia aquí cómo va estandarizándose el río en sus parámetros básicos.

Estaciones I y J

Muestras tomadas directamente en los caños netamente sabaneros con *pH* muy ácidos y muy bajos en dureza y buen oxígeno disuelto (7 mg/l de O_2). La temperatura es más alta debido a su mayor trasparencia (mayor penetración solar).

Estación K

El río Yucao, proveniente de las sabanas de Cruz Bello, margen derecha del Meta, es un río ácido y con buena temperatura (más alta que la que trae el Meta en este punto).

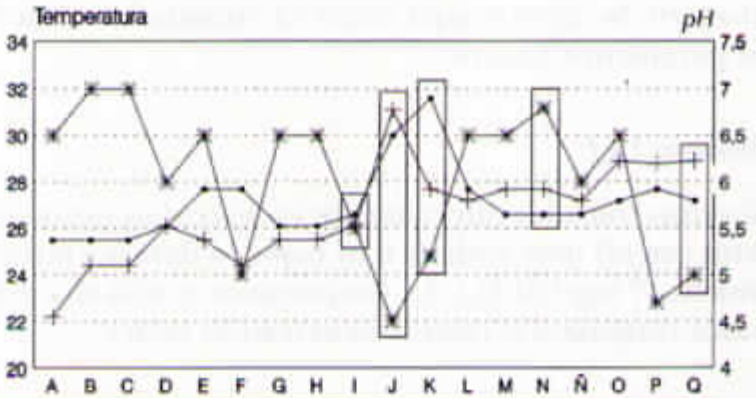
Estaciones L y M

Dos puntos muy cercanos. El Manacacías es un río proveniente de las sabanas de Siberia con *pH* muy bajo y dureza menor de 10 mg/l de $CaCO_3$. En el punto de toma de la muestra (desembocadura) registra 31 mg/l de $CaCO_3$ (punto inicial donde comienza la mezcla de los dos ríos con más influencia del Meta que del Manacacías). En el siguiente punto, el Meta baja a 22 mg/l (mayor influencia del Manacacías).

Estación N

El río Cusiana nace cerca de la cordillera cerca del páramo de Pisba; trae un *pH* casi neutro y alta temperatura (27,7° C). A pesar de su origen, en este punto ya la radiación solar lo ha calentado. Viene con la concentración más alta de $CaCO_3$ (45 mg/l), indicándonos su claro origen de cordillera y una excelente concentración de oxígeno disuelto. Todo nos indica que aún tiene poca influencia humana.

Figura 1
Análisis fisicoquímico
del río Meta (Puerto López - La Hermosa)



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Ñ	O	P	Q
T. ambiente	25,5	25,5	25,5	26,1	27,7	27,7	26,1	26,1	26,6	30	31,6	27,7	26,6	26,6	26,6	27,2	27,7	27,2
T. agua	22,2	24,4	24,4	26,1	25,5	24,4	25,5	25,5	26,1	31,1	27,7	27,2	27,7	27,7	27,2	28,9	28,8	28,9
pH	6,5	7	7	6	6,5	5	6,5	6,5	5,5	4,5	5,2	6,5	6,5	6,6	6	6,5	4,7	5

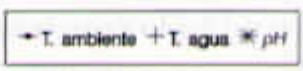


Figura 2.
Análisis fisicoquímico
del río Meta (Puerto López - La Hermosa)

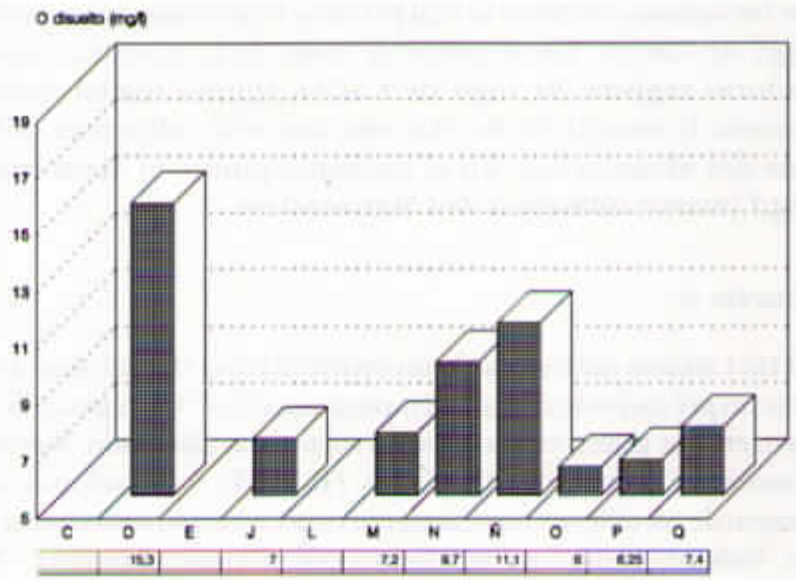
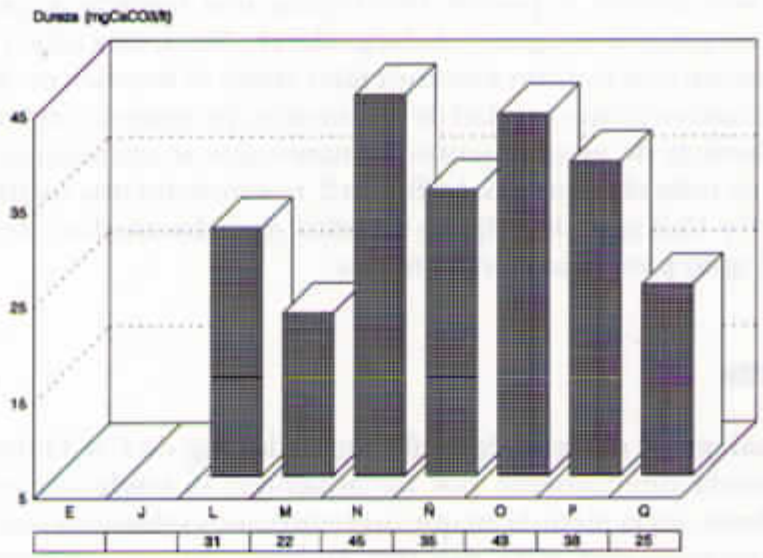


Figura 3
Análisis fisicoquímico
del río Meta (Puerto López - La Hermosa)



Estaciones Ñ y O

Dos parámetros oscilan levemente, el *pH* y la dureza; aquí vemos claramente la influencia grande que tienen los caños y ríos que con sus orígenes diversos mantienen en un altibajo permanente al Meta. Sólo vemos que la temperatura mantiene su ascenso constante en la medida en que nos alejamos de la cordillera.

Estación P: caño La Hermosa

Este es el prototipo del caño sabanero, alta temperatura, *pH* muy ácido y es frecuentado por toninas (delfines).

Estación Q: río Meta después del caño La Hermosa

El *pH* baja drásticamente, confirmándonos una vez más la gran influencia que tienen los afluentes sobre el río.

Oxígeno

Es prácticamente imposible determinar una tendencia para la concentración de oxígeno a lo largo del río Meta; ésta sube y baja de acuerdo con factores externos tales como la mezcla con aguas que arrastren gran cantidad de sedimentos y/o materia orgánica o la influencia de asentamientos humanos que se encuentran a lo largo de todo el recorrido. La figura 2 nos muestra una oscilación entre 6 y 15,3 mg/l de oxígeno disuelto; de todos modos este es el rango apto para la ictiofauna nativa.

Dureza

Al igual que el oxígeno, la oscilación de los mg de $CaCO_3$/l es influenciada directamente por los afluentes; la tendencia es descendente, en la medida en que ingresan caños sabaneros con baja concentración de $CaCO_3$ disuelto. Podemos considerar tanto los ríos y caños afluentes como el mismo Meta, cuerpos de aguas blandas, teniendo en cuenta que en general los ríos en otras latitudes superan los 100 mg/l de $CaCO_3$.

Caños

El caño Miti- Miti de Yamato fue analizado antes y después de recibir el agua de los estanques de piscicultura (1,5 km después). Es evidente el aumento de temperatura, el aumento de *pH* y la disminución drástica de oxígeno que ocurren después de recibir estas aguas, comparado con los datos obtenidos antes de recibir la descarga. Esto nos da una idea de la sensibilidad de este ecosistema a los factores externos.

El nacimiento del caño Indio y el caño Los Huevos tienen un *pH* cercano a neutro (6,5 y 6,0, respectivamente). Esto nos da un indicio del poco recorrido que tienen en el punto de muestra. Los caños con más recorrido y por consiguiente con más aporte de fitomaterial (hojas secas y troncos) son más ácidos (caño Guirripa y caño Guira).

Tabla 1.
Análisis fisicoquímico
Ecosistemas acuaticos (caños)
Grupo ecosistemas acuaticos y calidad de agua

Lugar	T. ambiente C	T. agua C	*pH*	Nitrito mg/l	O disuelto mg/l	Dureza mg $CaCO_3$/l
Miti Miti Estanque	29,4	27,7	4,5	0,01	9,3	11,5
Miti Miti + Estanque	28,8	29,4	5,8	0,00	2	6
La Hermosa	27,7	28,8	4,7	0,00	6,25	38
Nto. Caño Indio	26,1	28,8	6,5	0,01	3,6	
Los Huevos	29,4	28,8	6	0,00	3,85	6
Pica Pico	29,4	28,3	5,7	0,02	4,35	5
Guirripa	26,6	26,6	5,5	0,00		3
Guira	30	31,1	4,5	0,01	7	

Otros ecosistemas acuáticos

Los esteros

Como es sabido, se llaman *esteros* en los Llanos a aquellas partes de la sabana que se anegan considerablemente todos los años durante la temporada de invierno y que incluso retienen agua después de finalizadas las lluvias.

No debemos confundir el estero con un pantano o una laguna, los dos últimos con agua durante todo el año, aunque el primero de éstos con menos profundidad y más vegetación. El estero es una sabana y al igual que todas ellas tiene una vegetación dominada por gramíneas y, aunque está inundada gran parte del año, presenta un suelo completamente seco durante uno a cuatro meses del verano (Ramia y Morales, 1978).

Se tomaron muestras en cuatro esteros, todos ubicados en la hacienda La Lorena, a diferentes horas del día. Llama la atención la similitud en la temperatura del agua de todas las muestras (28° C en promedio). Esta es la temperatura ideal para la reproducción de los peces del Llano (Lalinde, 1995; información personal), no en vano es en esta época cuando la mayoría de los peces del ecosistema llanero se reproducen.

El *pH* es bastante ácido (4,5) típico de estos ecosistemas, exceptuando el estero La Lorena, afectado seguramente por los desagües de los lavaderos de ropa de la casa principal y el lavado del corral de ganado cercano.

Los nitritos con 0,0 mg/l son un indicio de que el ciclo biológico de las nitrobacterias no está afectado ni sobresaturado por alguna carga de materia orgánica adicional a la que normalmente reciben.

La dureza expresada en mg $CaCO_3$/l es muy baja. Podemos afirmar que todas las muestras analizadas dieron una concentración muy baja de $CaCO_3$; las aguas de los esteros son blandas.

El oxígeno disuelto fue alto. Creemos que esto se debe a que los esteros están todavía bastante llenos; llueve con mucha frecuencia y la población de plantas subacuáticas es alta, oxigenando los esteros durante el día.

Respecto a las plantas es importante anotar que numerosas familias se manifiestan en la estación lluviosa: pontederáceas, ciperáceas, onagráceas, alismatáceas, gramíneas y amarantáceas, entre otras. De las pontederáceas (boras) se han coleccionado en los llanos venezolanos ocho especies pertenecientes a los géneros *Eichornia, Heteranthera* y *Pontederia* (Ramia y Morales, 1978). Muchas de estas plantas tienen vida efímera, pues a medida que deja de llover y las aguas bajan, desaparecen porque concluye su ciclo vital. Otras, en cambio, sólo prosperan en época seca, como algunas de las dormideras de los llanos y la paja carretera (*Paratheria postrata*). También están los arbustos como la celedonia (*Ipomea fistulosa*) y el mangle de sabana (*Coccoloba obtusifolia*).

El morichal

Este ecosistema acuático se forma por depresiones de la sabana donde brota agua permanentemente del subsuelo. Los suelos son arenosos, hay gran acumulación de materia orgánica en descomposición y por ello el agua es ácida (4,5- 6,5). La vegetación, como su nombre lo indica, está conformada por palma de moriche (*Mauritia flexuosa*).

El agua en los morichales mantiene sus propiedades físicas estables, con excepción del invierno en que el material terrestre es arrastrado por los ríos, aumentando los nutrientes con leves incrementos de *pH* (5,5-6,5) y disminuyendo la trasparencia (Machado Alison, 1990).

Como se observa en la tabla 2, el oxígeno disuelto en el agua (3,0 y 4,5 mg O_2/l) es bajo debido a que en este ecosistema se cumplen procesos de oxidación de la materia orgánica consumiendo oxígeno. Por otra parte, este ecosistema no presenta corrientes ni flujo continuo de agua, lo que impide la oxigenación producida por el movimiento del agua.

La dureza del agua de morichal es baja, debido a que los suelos de los Llanos son lavados, situación por la que las aguas se presentan bajas de carbonato de calcio, ya que nacen en el subsuelo y no recorren extensiones como otros cuerpos de agua que van recogiendo sales de rocas, lo cual aumenta el contenido de calcio.

La temperatura del agua de un morichal, teóricamente, es la más baja de las observadas dentro de los ecosistemas acuáticos del Llano (25°C). En este estudio, los datos no coinciden con los informes. Obtuvimos 27,7°C y 31°C para los morichales.

Una explicación para este resultado se atribuye al sitio de toma de muestra ubicado en la zona más descubierta del morichal donde el sol caía directamente sobre el agua y a baja profundidad (40 cm).

Las lagunas

Las lagunas son cuerpos de agua mayores que mantienen agua durante todo el año y que sólo son afectados por la falta de intercam-

bio de nutrientes con el río, circulación del agua, reducción del nivel y aumento de temperatura (sin llegar a situaciones extremas) durante el verano. Aquí se establecen gran número de especies de peces adaptadas a las nuevas condiciones lénticas de estos cuerpos de agua, quedando atrapadas en ellos y esperando una nueva conexión con los ríos durante el período de lluvias (Machado-Allison, 1990).

La laguna del Aruco localizada en la hacienda Yamato presenta en una de sus orillas un problema de sobrecarga de materia orgánica causada por el lavado de las cocheras que le llega sin ningún control (con excepción de los sólidos retenidos en la trampa de sólidos). Esto ha generado la ausencia total de oxígeno en este punto, así como la presencia en concentraciones letales para la vida acuática de amoníaco, producto de la descomposición anaeróbica.

Tabla 2
Análisis fisicoquímico
Ecosistemas acuáticos (esteros-morichales-lagunas)
Grupo ecosistemas acuáticos y calidad de agua

Lugar	T. ambiente C	T. agua C	*pH*	Nitrito mg/l	O disuelto mg/l	Dureza mg $CaCO_3$/l	Amoníaco mg/l
Esteros							
Dallas	31,1	27,7	4,5	0,00	3,37	9	
Mata zancudos	27,7	28,3	4,5	0,00	5,92	8	
La Lorena	25	28	6,2	0,00	6,7	15	0,4
P. de Indio	26,6	28,8			6,4	0	
Morichales							
Miti Miti	29,4	31	5,5	0,00	3	5	
Barrancon	28,8	27,7	6	0,00	4,5	6	
Lagunas							
El Aruco	27,7	30	6,5	0,00	14	18	
Dallas	30,5	27,7	5		5,5	4	

Sin embargo, una muestra tomada 500 metros en línea recta después de esta primera muestra, nos indicó una excelente concentración de oxígeno (14 mg/l), pero también una presencia de amoníaco (0,2 mg/l), que es baja y no es tóxica. De todas formas, si esta situación se prolonga indefinidamente, terminará por desequilibrar, sobre todo en verano, este ecosistema.

Los estanques

Los estanques con peces presentan condiciones distintas a las aguas lóticas (caños y ríos) y lénticas (esteros y lagunas), ya que tienen intervención humana. Su *pH* es más alto y la cantidad de materia orgánica proveniente de las excretas de los peces y el alimento concentrado no consumido es alta. Los peces, sin embargo, se adaptan a estas condiciones que en un momento determinado son similares a una laguna o estero en verano.

Los estanques con plantas acuáticas en La Lorena (Punta de Indio) estaban interconectados entre sí. En el estanque inicial, la temperatura era 27,7°C y va aumentando por el represamiento hasta 28,8° C, en el estanque de salida. El oxígeno a la entrada era de 4,47 mg/l de O_2 y a medida que atraviesa los estanques va aumentando hasta 11,6 mg/l de O_2, lo cual nos da una idea de la importancia de las plantas en la presencia o ausencia significativa de oxígeno disuelto.

El estanque con plancton en La Lorena presenta una alta concentración de oxígeno. El agua proviene de un aljibe con buena penetración de la luz y gran cantidad de fitoplancton, situación diferente a la del estanque de peces en La Lorena con agua del río Meta y una penetración de luz menor a 2 cm, donde la productividad es casi nula.

Los aljibes de Yamato y La Lorena

Son aguas subterráneas extraídas de profundidades no mayores a 10 metros. Todos presentaron condiciones propias de la zona; es decir,

Tabla 3.
Análisis fisicoquímico
Ecosistemas acuáticos (estanques)
Grupo: ecosistemas acuáticos y calidad de agua

Lugar	T. ambiente C	T. agua C	*pH*	Nitrito mg/l	O disuelto mg/l	Dureza mg $CaCO_3$/l	Amoníaco mg/l
1. Estanque hacia:							
Caño Miti			5,8	0,03	5,63	5	0,006
Laguna Lorena	27	30	6	0,01	11,6	16	
2. Estanque de plantación hacia:							
Laguna Lorena	32,2	31,6	5	0,01	14	19	0,5
3.							
Inicial	30	27,7	6,2	0,00	4,47	10	
Intermedio	30	28,3	6,2	0,03	6,1	0	
Final	29,4	28,8	6	0,01	11,6	16	

acidez de 4,7- 5,3, temperatura de 27° C a 28,8° C (en el aljibe de Dallas la temperatura se vio alterada por el paso del agua a través de una manguera calentada por el sol).

La presencia de concentraciones de $CaCO_3$ por encima del promedio obtenido en toda la zona y la presencia de amoníaco en algunos aljibes delatan la presencia de algún agente contaminante (posiblemente aguas negras o jabón provenientes de los pozos sépticos).

El agua lluvia

Llama la atención el *pH* ácido en los resultados del análisis fisicoquímico del agua lluvia. Las muestras se tomaron dos veces; en la primera el agua escurría de un techo plástico (1/2 hora después de estar lloviendo torrencialmente) y, en vista de este resultado, se tomó el agua lluvia directamente en pocillos de porcelana y el resultado fue el mismo. Si tenemos en cuenta que

el agua lluvia es como agua destilada y su *pH* es 7, entonces la pregunta que surge es: ¿qué sustancias arrastra en su caída que la acidifican? ¿Acaso las quemas de la sabana llanera tienen alguna influencia? ¿O la contaminación generada por Bogotá alcanza a afectar este gran ecosistema? Verbalmente fuimos informados que desde hace varios años en la hacienda Yamato se ha tomado esta medición y siempre ha sido ácido. Es de advertir que no existen registros.

Conclusiones

De los análisis fisicoquímicos obtenidos no podemos hacer una generalización para todas las quebradas, caños y ríos de la Orinoquia. Sobre ellos hay influencias humanas diferentes y se encuentran en suelos con contenidos minerales variables.

Los caños presentan contenido de nutrientes diferentes, materia orgánica, trasparencia, temperatura, oxígeno o mineralización.

Los ecosistemas acuáticos presentan diferencias en cantidad y en calidad de agua que determinan la diversidad de espacios ecológicos. El número de nichos es amplio así como la riqueza de la comunidad (Catena Manoa, 1995).

La dinámica de estos ecosistemas varía de acuerdo con los ciclos hidrológicos con fluctuaciones en los parámetros fisicoquímicos, en su componente biológico y en las interrelaciones como parte de la cadena de la vida. Los dos períodos muy marcados de lluvia y sequía determinan cambios que normalmente están en equilibrio debido a una gran cantidad de biomasa repartida entre diversas especies. Una intervención que rompa alguna cadena puede llevar a un desequilibrio y desaparición del ecosistema completo.

El río Meta en su trayecto desde el nacimiento hasta el hato La Lorena en el Casanare va aumentando la temperatura del agua a medida que recibe afluentes con mayores temperaturas.

Los ecosistemas estudiados presentaron leves signos de intervención.

La sabana inundable cumple un papel primordial en el mantenimiento de otros ecosistemas acuáticos; cualquier intervención para drenarle podría alterar el equilibrio normal del ecosistema.

Río Meta

En el río Meta, el trayecto analizado corresponde aproximadamente al 45% de la longitud total; vemos claramente cómo la temperatura del agua va ascendiendo desde Puerto López 22,2 °C y 360 msnm, pasando por Yamato con 27,7° C y 220 msnm y finalmente La Hermosa, 28,3° C y 120 msnm.

Los demás parámetros oscilan constantemente incluso de manera brusca en trayectos cortos. Es el caso de *pH*, que en dos puntos baja de 6,5 a 5,0 y luego asciende rápidamente. Una situación similar en condiciones controladas de laboratorio (acuarios) genera la muerte rápida de los peces, ya que la mucosa protectora que cubre las escamas se rompe generándose una micosis y bacteriosis prácticamente imposible de controlar (Lalinde, 1995; información personal); situación similar se presenta para el oxígeno disuelto y la dureza.

El río Meta es como un caldero en el que están ocurriendo procesos de mezcla y homogenización y en este medio viven gran cantidad de organismos que deben tolerar estos cambios.

Caños

Los caños en sí tienen características que los identifican: temperatura alta (28,5 °C), *pH* muy ácido (4,5-5,0) y dureza en la mayoría de los casos muy baja (3-15 mg\l), casi agua destilada. Estas características son estables durante casi todo el año, por tanto existen en estos ecosistemas gran variedad de peces que sólo se encuentran en ellos (carácidos pequeños principalmente); éstos son en su gran mayoría los llamados peces ornamentales tropicales que requieren condiciones muy espe-

cíficas y no toleran bien los cambios fisicoquímicos (confirmándonos la estabilidad del medio habitado por ellos).

Aguas lénticas

En los Llanos, éstas corresponden a los esteros, morichales y lagunas. Sus características fisicoquímicas son similares a la de los caños, pero por ser aguas con poco movimiento favorecen la reproducción, ya que se calienta más el agua y los organismos acuáticos se estimulan hormonalmente. Estos ecosistemas son las salacunas principales de la mayoría de los peces y fuente de alimento para aves, reptiles y mamíferos. A éstos hay que protegerlos más, por su fragilidad.

Sugerencias

Hacienda Yamato

- Como vimos en la tabla 1, el caño Miti Miti, antes de recibir el agua de los estanques y después de hacerlo, sufre una alteración general de sus parámetros fisicoquímicos; existen sistemas sencillos de descontaminación de canales de conducción con plantas acuáticas. Al respecto, la Fundación Cipav tiene un trabajo excelente que nos sirve de referencia.
- La laguna del Aruco corre el riesgo de morir intoxicada progresivamente a causa de los desagües de las marraneras. El biodigestor es una alternativa que no debe ser descartada. Sabemos que ya hubo un inconveniente inicial, pero este sistema ha probado ser una excelente alternativa en la producción de energía calórica (gas) y por supuesto la mejor forma de no contaminar.

Hacienda La Lorena

- El canal construido con el objetivo de secar la sabana que permanece húmeda en verano y también para trasvasar agua del caño Pica Pico y caño Los Huevos al estero Punta de Indio

puede generar un desastre ecológico que terminará por secar tanto el caño Pica Pico como el caño Los Huevos y, por consiguiente, los bosques de galería asociados. Creemos que esta obra no debe ser continuada.

- El terraplén en el fundo La Virgen que atraviesa el caño debe tener un paso de agua más amplio para evitar el represamiento en uno de sus costados, factor este que ha generado la muerte del bosque en un área aproximada de 4 hectáreas, debido a la inundación. Es imprescindible una labor de mitigación sembrando árboles del mismo bosque de galería para cerrar ese corte que se ha convertido en una barrera que impide el libre paso de la fauna.
- Continuar con la labor de investigación en reproducción y crecimiento en estanques de especies nativas.
- Dar prioridad a la capacitación del personal allí empleado; esto garantiza que se mantengan actualizados y, a su vez, el rendimiento y proyecciones hacia el futuro se incrementan.

Referencias bibliográficas

CATENA Manoa. (1995). *Todas las aguas*. Taller de la Tierra y Cristina Uribe Editores. pp.

CERÓN S. B. (1991). *El manejo indígena de la selva pluvial tropical. Orientaciones para un desarrollo sostenido*. Editorial Abya-yala; pp.

————. (1986) *Llanos de Colombia*. Litografía Arco, Bogotá. pp.

MACHADO-ALLISON, A. (1990). *Ecología de los peces de la áreas inundables de los llanos venezolanos.*

————. *Origen y diversidad de peces del llano.* Hipótesis.

MEJÍA G. M. (1984). *Orinoquia colombiana. Clima y uso de la tierra*. Universidad Nacional de Colombia. Palmira. pp.

Hay muchas posibilidades. Engordar, por ejemplo, un amarillo en un estanque en lugar de sacrificar masivamente los alevinos y los juveniles capturados en las bocas de los caños.

Foto: Gonzalo Palomino.

Pesca y acuicultura en el Orinoco colombiano

Julián Chará[1]
Claudia Espinosa[2]
Gustavo Suárez[3]
Oscar J. Arroyave[4]
Arturo L. Gálvez[5]

Introducción

La hoya del río Orinoco posee aproximadamente 200 000 km² en Colombia. Se encuentra surcada por abundantes ríos y se divide, por sus características de drenaje, en altillanura y llanura inundable. En la primera de ellas se cuenta con zonas bajas o vegas, pantanos y otros ambientes acuáticos; en la llanura inundable, como su nombre lo indica, se puede contar con amplias zonas que se anegan durante gran parte del año. Este tipo de ambientes alberga una gran riqueza de fauna íctica con un buen número de especies de importancia comercial. Estos rasgos hacen de la región del Ori-

1. Biólogo, profesor asesor.
2 a 5. Estudiantes de la Maestría en Desarrollo Sostenible en Sistemas Agrarios.

noco colombiano una gran productora de peces que son capturados en los ambientes naturales. De igual manera, por las mismas características, presenta un buen potencial para la producción de peces en sistemas controlados.

Aunque históricamente la naturaleza ha provisto los peces tanto de carne como ornamentales que se consumen y comercian en la región y los que se exportan de ella, con el aumento de la presión de pesca y el deterioro de los ambientes acuáticos, se ha disminuido la cantidad y el tamaño de los ejemplares capturados y se han afectado las poblaciones de muchas especies.

Ante esta situación, a la cual se adiciona el incremento en la demanda por la creciente población, se ha desarollado el renglón de la acuicultura comercial en estanques durante la última década, en especial alrededor de la ciudad de Villavicencio. Infortunadamente, este desarrollo ha tenido las siguientes características negativas:

- La participación que se ha dado a las especies nativas ha sido mínima, y para las pocas que se ha presentado (*Colossoma macropomum* y *Pyaractus brachipomus*) se ha basado en la alimentación con concentrados comerciales, desestimando el gran potencial de estas especies para asimilar recursos alimentarios locales.

- Se han introducido a la zona varias especies de peces exóticos, entre los cuales los principales son la tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*) y, en los últimos años de manera masiva, el híbrido tilapia roja (*Oreochromis sp.*). Estas especies, accidental o intencionalmente han sido liberadas a los ambientes naturales y aunque se argumenta que la abundancia de predadores naturales puede impedir su desarrollo y colonización, esto no ha sido demostrado plenamente, y existe el riesgo de que se establezcan y afecten las especies nativas como ya ha sucedido en otras regiones del país. Vale la pena anotar que en la introducción de especies exóticas han confluido los empresarios privados y oficiales inconscientes o irresponsables acerca de los daños ambientales que pueden causar, y las autoridades am-

bientales con una debilidad y permeabilidad que los hace igualmente responsables.

Una estrategia que plantee el desarrollo sostenible de los recursos ícticos nativos y de los ambientes acuáticos de la Orinoquia colombiana debe contemplar una investigación sistemática que profundice en el conocimiento de los peces nativos con miras a realizar una extracción sostenida de los recursos de los ríos y a desarrollar el cultivo de especies promisorias. Igualmente es importante la investigación en el aprovechamiento de las características de los ambientes acuáticos existentes, en especial el de las llanuras inundables que pueden ser aprovechadas mediante estrategias de producción mixta de acuicultura y agricultura.

La pesca artesanal en la Orinoquia

Aspectos históricos

"La alta diversidad de especies de peces en la cuenca del Orinoco se remonta a las condiciones ecológicas existentes a finales del período secundario. El cambio en el curso de los ríos, la aparición de raudales, el levantamiento de montañas, la alternancia de ciclos secos y húmedos produjeron el aislamiento más o menos prolongado de pequeñas poblaciones, lo cual dio como resultado la formación de nuevas especies. La ictiofauna llanera parece haberse originado a partir de la cuenca del Amazonas por medio de invasiones a través del brazo del Casiquiare que conecta actualmente los dos sistemas fluviales y por medio de lagunas enormes y canales naturales hoy ausentes, que en épocas húmedas existieron y comunicaron los ríos de la zona nororiental de Suramérica (Guyana, Venezuela, norte del Perú, Brasil y este de Colombia)" (Romero y Romero, 199?).

Los recursos acuáticos constituyeron, y aun hoy constituyen, la fuente principal de proteínas para los nativos de la región (Mejía M., 1984). Según registros de la época colonial, la pesca ha desempeñado un papel fundamental, destacándose en particular el río Meta como el de mayor abundancia.

Ya el padre Juan Rivero en el documento "Noticias de bárbaras costumbres, vistas y conocidas en los Llanos del Casanare", registra las prácticas de pesca utilizadas por los naturales, empleando atajadillos de madera dispuestos en los caños, uso de plantas venenosas, arpones, arcos y flechas para esta actividad, que era precedida de rituales.

Para los meses en que crecía el Orinoco, se utilizaban garrotes. En los llanos bajos, en donde la creciente lograba una vara de agua, se veían nadar los peces entre la paja dando la posibilidad de seleccionar los que se querían extraer.

Por su abundancia, la pesca era realizada en forma selectiva y se escogían los mejores ejemplares y variedades de acuerdo con la preferencia de cada grupo. Esto demuestra no sólo la abundacia del recurso, sino que la explotación se podía hacer de forma que no se lesionara sensiblemente las poblaciones.

Se destacó la pesca como una actividad colectiva que implicaba un ritual, en el cual hacían uso de pinturas de diversos matices, empleando el color negro, amarillo, colorado y blanco, según las preferencias.

A la llegada de los españoles a la región, encontraron tres formas de productores indígenas:

- cultivadores;
- recolectores nómadas y
- pescadores, que combinaban pesca y comercialización, destacándose los grupos yaruro, ature o adole.

En un primer momento, la pesca realizada por los nativos estuvo orientada hacia el autoconsumo y abastecimiento de mercados locales; se realizaba de forma selectiva capturando los peces de mayor tamaño. Se pasó paulatinamente a una explotación más intensiva al incrementarse la demanda del mercado para abastecer una mayor población local y un mercado regional. Esto conllevó una modernización de los sistemas de extracción: se introdujeron lanchas de motor, chinchorros pasando por el uso de dinamita y barbasco, con lo cual se ha llegado progresivamente a un deterioro del recurso.

Calidad de aguas del río Meta y su relación con la pesca

La calidad de aguas del río Meta se encuentra determinada por las características geológicas y las actividades productivas y de infraestructura que se realizan en toda el área de su cuenca, pero en especial en la parte pendiente de la cordillera Oriental y el piedemonte.

Como se sabe, la cordillera Oriental se considera geológicamente muy frágil. De manera que las actividades agrícolas y de ganadería sometidas a la alta precipitación que se presenta en la zona generan un arrastre de gran cantidad de sedimentos que a la postre van a parar a su afluente principal, el río Meta.

De otra parte, la cercanía de Villavicencio a la capital del país ha hecho que se intensifique fuertemente la producción agropecuaria de la zona. De especial importancia es la producción de arroz que utiliza toda una propuesta comercial de alta mecanización y uso de fertilizantes químicos y plaguicidas, sustancias que en buena proporción pueden llegar a las fuentes de agua.

Estos factores, unidos a la contaminación en los centros urbanos y a la actividad minera, han causado un deterioro en la calidad de las aguas del río con el consecuente efecto en la productividad de todo el sistema hídrico.

En cuanto al aprovechamiento de la pesca del río, se tiene evidencia a través de fuentes secundarias de que se ha presentado un incremento en la presión de pesca, incluyendo en años pasados el uso relativamente intenso de medios ahora prohibidos como el barbasco, la dinamita y el chinchorro.

Todos los factores antes mencionados han causado un descenso paulatino, tanto en el tamaño de los ejemplares capturados como en la abundancia de los mismos, y ha conducido al consumo de especies nuevas, antes despreciadas, y a la aceptación de tallas cada vez más pequeñas para el mercado.

Fotos: Enrique Murgueitio R.

Cultivo de peces nativos en estanques naturales.

No obstante, se considera que la pesca en el río Meta se encuentra en un nivel aceptable en el cual es aún posible realizar acciones tendientes a la preservación del recurso hacia el futuro.

A continuación se presentan algunos elementos de la pesca artesanal vigentes en la actualidad en el río Meta. La información fue suministrada por algunos pescadores, a la cual se añaden las observaciones realizadas en los municipios de Puerto López, Cabuyaro, Puerto Gaitán (San Miguel), departamento del Meta, Paz de Ariporo, en el Casanare, y La Primavera, en el Vichada.

Situación actual de la pesca

Variedades de peces

Una de las principales características de este sistema hídrico desde el punto de vista ictiológico es la abundancia de especies tanto de carne como ornamentales. La diversidad en el ambiente se refleja en la variedad de especies que son aprovechadas de alguna manera y que se presentan a continuación:

Nombres comunes	Nombre científico
Clase: Condrichthyes	
Orden: Rajiformes	
Familia: Potamotrygonidae	
Raya	***Potamotrygon sp.***
Clase: Osteichthyes	
Orden: Clupeiformes	
Familia: Clupeidae	
Sardinata real	***Plellona flavipinis***
Orden: Characiformes	
Familia: Characidae	
Cherna o cachama negra	***Colossoma macropomum***
Cachama blanca	***Pyaractus brachipomus***
Yamú, yomatito, bocón	***Brycon whitei***
Palometa	***Mylossoma duriventris***
Caribe	***Serrasalmus spp.***
Familia: Erythrinidae	
Guabina, dormilón	***Hoplias malabaricus***

Nombres comunes	Nombre científico
Familia: Ctenolucidae	
Agujeto	***Boulengerella lucius***
Familia: Cynodontidae	
Papara	***Hydrolicus scomberoides***
Payarín	***Raphiodontichthys vulpinus***
Familia: Prochilodontidae	
Bocachico	***Prochilodus mariae***
Sapuara	***Semaprochilodus laticeps***
Familia: Anostomidae	
Mije o platanote	***Anostomus anostomus***
Orden: Siluriformes	
Familia: Doradid	
Sierra cagona	
Sierra copora	
Sierra palmera, cuca	
Familia: Pimelodidae	
Valetón o plumito	***Brachyplatystoma vaillantii***
Baboso	***Brachyplatystoma sp.***
Mantanegra o apuy	***Brachyplatystoma juruense***
Paletón, cabo de hacha o güereve	***Sorubim lima***
Dorado	***Brachyplatystoma sp.***
Yaque, bagre	***Sciades marmoratus***
Amarillo, toro o toruno	***Brachyplatystoma sp.***
Mapurito, comegente, guaroloco	***Callophysus macropterus*** ***Pseudoplatystoma tigrinum***
Rayado, tigre pintado, pintadillo	***Pseudoplatystoma fasciatum***
Bagre rayado	***Pinirambus piniramba***
Blanco pobre	***Phractocephalus hemiliopterus***
Cajaro, cabeza de palo, músico	***Pimolodella chagresio P.figueroai***
Nicuro	
Familia: Ageniosidae	
Chancleto o bocado sin hueso	***Ageniosus brevifilis***
Familia: Callichthydae	
Curito	***Brochis coeruleus***
Familia: Loricaridae	
Cucha	***Acanthicus hystryx***
Alcalde	***Loricaria grisea***
Familia: Scianidae	
Pacora, burra o curbinata	***Plagioscion squamosissimus***
Familia: Cichlidae	
Pavón real o tucunaré	***Cichla ocellaris***
Óscar	***Astronatus ocellatus***
Mojarra, Óscar	***Aequidens mariae***

Artes de pesca empleados

Las artes de pesca más comunes en esta región son las mallas, los calandrios, anzuelos individuales o táparos, atarraya y, en algunos casos, chinchorros.

Medios de trasporte para la pesca artesanal

Existen dos tipos de medios de trasporte: la canoa de motor que permite cubrir mayores distancias, haciendo más intensiva la labor, y la canoa manejada a canalete, que permite pescar cerca del sitio de residencia, y es característica de pescadores de menores ingresos económicos o que tienen la pesca como una actividad complementaria.

Jornadas de pesca

Por lo general, la pesca se realiza en las horas de la noche; los pescadores de canalete realizan jornadas de una noche, en épocas en que el río Meta está muy alto, mientras que los pescadores en lanchas de motor frecuentan los afluentes desarrollando jornadas de dos o tres días.

El pescado es desviscerado en la medida en que se extrae y en algunos casos es depositado en cajas de icopor que contienen hielo para la conservación del producto mientras es llevado a los sitios de venta.

Pesca artesanal y el medio natural

La pesca en el río Meta está íntimamente relacionada con las temporadas de invierno y verano que llevan las primeras a la inundación de grandes áreas y a una mayor oferta de alimentación para los peces. Como consecuencia de esto existe una mayor oferta de alimento y una mayor dificultad para realizar la labor de pesca en las épocas de lluvia. Por el contrario, durante la época seca, cuando las áreas aledañas a los ríos se drenan naturalmente, existe mayor

oferta de peces en el río (incluyendo las arribazones) y las labores de pesca se facilitan.

Subienda, desoves y vedas

Subienda, arribazón o cambote

"Las épocas de *aguas subiendo* se caracterizan por coincidir con el período de reproducción de los grandes carácidos, los que favorecidos por el incremento repentino en la disponibilidad de nutrientes y la relativa estabilidad de la temperatura del agua, son inducidos a migrar río arriba y a los tributarios altos" (Botero y Lozano, 1983, citados por Mejía M., 1984).

Sin embargo, en los diálogos con los pescadores se detectó que algunos bagres se encuentran en forma permanente durante todo el año. No existe coincidencia en las épocas de arribazón para las diferentes especies y la infomación suministrada por los pescadores entrevistados no fue consistente; algunas fechas y especie son las siguientes:

Bagre	Septiembre, octubre y noviembre
Cachama	Mayo
Nicuro	Enero
Bocachico	Diciembre

Vedas

Por la disminución progresiva en el número y tamaño de las especies debido a la pesca indiscriminada y al deterioro en la calidad del agua, desde hace ya varios años se han establecido vedas períodicas, entre los meses de mayo, junio y julio, lo que ha permitido una ligera recuperación según lo manifiestan los mismos pescadores.

A lo largo del recorrido se pudo observar que el Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, INPA, ha establecido tallas mínimas para las especies explotadas; estas tallas no son respetadas, en especial durante la época de lluvias en la que el pescado es escaso y se paga a mejor precio. Algunas de las personas entrevistadas sugirieron la necesidad de que se ejerza un estricto control sobre la comercialización para lograr que los peces no se pesquen y mercadeen si no han alcanzado las tallas establecidas.

La pesca como actividad económica

La pesca es catalogada como una actividad extractiva; en ella se aprecian claramente cuatro niveles: pesca para autoconsumo, pesca como actividad complementaria a la agricultura, pesca como actividad exclusiva en el sustento de las familias y pesca para el mercado.

Este nivel de dependencia determina tanto el tiempo como los recursos que son invertidos en la actividad.

Sistemas de comercialización

Los peces capturados son utilizados una parte para autoconsumo y otra para comercialización. En los centros más importantes de pesca existen *hieleras* que son locales provistos de contenedores metálicos en los cuales se conserva el hielo traído de Villavicencio o Bogotá y que en muchos casos es suministrado a los pescadores para la conservación del producto en las jornadas de más de un día.

Aunque gran proporción de la pesca es llevada directamente por los pescadores a los centros de intermediación o hieleras, una buena cantidad es colectada por los administradores de estos locales que realizan recorridos en lancha por el río una o más veces al día para comprarles el pescado directamente a los pescadores en sus viviendas.

El precio que se paga a los pescadores depende del tipo de pescado y la cercanía a los sitios de comercialización. Los peces más apetecidos son los bagres, que generalmente tienen el mejor precio, seguidos por peces como la cachama y en una última categoría, con el precio más bajo, peces como caribes, payaras y palometas, catalogados popularmente como *chatarra*.

Este tipo de comercialización, que incluye la conservación con hielo, tiene sus excepciones como en el caso de La Primavera (Vichada), donde en época de baja pesca todo el producto es vendido directamente por los pescadores a los restaurantes y otros consumidores y no existe diferencia en el precio de los diferentes tipos de pescado.

A través del recorrido por el río Meta, se pudo notar que el precio al que es vendido el pescado va disminuyendo a medida que aumenta la distancia de Villavicencio.

Peces ornamentales

El renglón de los peces ornamentales posee un muy buen potencial en la zona, debido a la gran variedad de especies presentes que son apetecidas a nivel nacional e internacional. Se consideran un renglón importante de exportaciones menores hacia Estados Unidos, Alemania, México, Inglaterra y España, principalmente (Romero y Romero, 199?).

En la actualidad, la región de la Orinoquia colombiana es una gran exportadora de peces ornamentales. Estas exportaciones están basadas en su gran mayoría en la pesca extractiva que ha llegado a diezmar poblaciones de determinadas especies en algunos caños.

Tanto la actividad de la pesca como la comercialización requieren ciertos niveles de especialización, pues el manejo de los peces es delicado y deben alcanzar el consumidor final en el mejor estado.

Para la captura se emplea en algunas especies un chinchorro de ojo de malla muy fino, llamado *chinchorro tigrero* (debido a que

con él se pesca el tigrito (*Pimelodus pictus*). Para la pesca de esta especie se establecen *cebaderos* que son rodeados con el chinchorro. En época de lluvias, la pesca puede ascender hasta 1.000 ejemplares al día, mientras que en época seca el número sólo alcanza unas pocas decenas.

Otras especies como la piña (*Hypostomus punctatus*) y la cucha real (*Panaque lignolineatum*) son capturados mediante el empleo de caretas y nasas en los caños claros afluentes del río Meta, principalmente en época seca. La arauana (*Osteoglosum ferreirai*), una especie que se pesca en poco número, es capturada en la noche mediante el empleo de linternas y una nasa más larga.

Una vez capturados, los ejemplares son mantenidos en estanques pequeños construidos cerca del río o son entregados directamente al intermediario. Para su trasporte al primer centro de acopio, se emplean bolsas con oxígeno y algunos antibióticos. Este centro de acopio puede ser directamente en la ciudad de Villavicencio, cuando la pesca se hace relativamente cerca, o en sitios intermedios, cuando la pesca se hace en regiones alejadas.

En estos centros, los peces son mantenidos en estanques o albercas en las cuales se adicionan medicamentos y algunos alimentos. Cuando se tiene una cantidad considerable, son despachados en bolsas plásticas por avión o automóvil hasta Villavicencio o, en algunos casos, hasta Bogotá. En Villavicencio se hace otra estación con tratamiento de los ejemplares, antes de ser despachados, vía Bogotá, hasta su destino final.

Se consideran centros importantes de comercialización de peces ornamentales las localidades de Remolino, Puerto Gaitán, San Miguel, El Porvenir, La Primavera, Puerto Carreño, San Pedro de Arimena y Puerto Inírida.

La abundancia de las diferentes especies varía con la época del año; esto influye de manera significativa en el precio de los ejemplares.

Es importante, además, mencionar que existe un amplio margen de comercialización que es compartido entre los intermedia-

rios y que en cada paso de la comercialización se presentan mortalidades que pueden llegar a ser considerables.

No existe tipo alguno de organización entre los pescadores orientada a tener más participación en los canales de comercialización. De igual manera, no existe conexión alguna entre el pescador y el consumidor final; estos dos factores, entre otros, hacen que la pesca sea más extractiva y dañina, con poca preocupación por la sostenibilidad de la actividad.

Los peces ornamentales de mayor importancia en la zona se mencionan a continuación:

Cucha real	***Panaque lignolineatum***	Neonverde	***Axelrodia sp.***
Tigrito	***Pimelodus pictus***	Arauana azul	***Osteoglosum ferrerai***
Strigata	***Carnegiella strigata***	Ramirei	***Apistorama ramireai***
Moneda	Metynnis maculatus	Caballito	***Sternopygus macrurus***
Cardenal	***Cheirodus axelrodi***	Lapicero	***Farlowella acus acus***
Rojito	***Hiphesobrycon sp.***	Bagres pequeños	***Pimelodidae***
Brillante	***Hemigrammus rodwayi***	Piña	***Hypostomus punctatus***
Festium	***Cichlasoma festivum***	Cuchillos	***Gymnotus sp***

Acuicultura en la Orinoquia

Reseña histórica

Los programas de acuicultura en Colombia se iniciaron a partir de 1938, con la introducción de la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) destinada al poblamiento de las aguas frías de la región andina (INPA, 1993). Este programa, unido a la contaminación de los ríos por los asentamientos humanos y por los procesos agroindustriales, ha contribuido al rompimiento de las cadenas tróficas

y al consecuente desequilibrio de los ecosistemas de aguas frías, provocando la disminución de especies nativas como el capitán (*Emerophilus mutsii*) y la extinción del pez graso de Tota (*Rhizosomichthys totae*) y el patito zambullidor (*Podiceps andinus*) (Ramírez, 1994).

Luego se introdujeron especies como la carpa (*Cyprinus carpio*) y la mojarra (*Oreochromis mossambicus*) con las que se inició la producción intensiva en estanques. En 1967, la Federación Nacional de Cafeteros introdujo la tilapia rendalli para iniciar la piscicultura como parte del programa de diversificación cafetera (INPA, 1993).

En 1979 se trajo al país la tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*), de gran difusión y base de la explotación piscícola de climas medios y cálidos en la década del ochenta (INPA, 1993). En los últimos años, esta especie ha venido siendo remplazada por el híbrido tilapia roja (*Oreochromis sp.*), de gran aceptación en el mercado debido a su presentación roja y vendida como remplazo del pargo rojo (*Lutjanus sp.*). Su producción intensiva se inicia en los departamentos de Valle y Nariño (Tumaco) con tecnologías intensivas que incluyen altas densidades de siembra, uso de aireadores, alimentadores automáticos, recambios continuos de agua y alimentación con concentrados comerciales peletizados y/o extrudizados (Castillo, 1992).

Como se puede observar, y tal como lo plantea Cala (1989), la acuicultura practicada en Colombia se ha enfocado hacia el cultivo de especies exóticas. La importación de esas especies (más de 40) para la acuicultura en nuestro medio se ha hecho sin ningún control, con excepción de cuatro *estudios previos sobre impacto ambiental* a igual número de especies (*Oreochromis niloticus, O. hornorum, Tilapia rendalli* y *Macrobrachium rosenbergii*).

En las décadas del 70 y 80 se inició la *cachamicultura*, auspiciada por programas internacionales de cooperación como la FAO, CIID-Canadá y la Asociación Latinoamericana de Acuicultura, ALA (Hernández, 1992). Las especies promisorias detectadas fueron la cachama blanca (*Pyaractus brachipomus*) y cachama negra (*Colossoma macropomum*).

En los Llanos Orientales, según la Misión de ciencia y tecnología (1994), hace aproximadamente 10 años se iniciaron explotaciones artificiales intensivas en estanques, sobre todo en el pie de monte, cerca de Villavicencio.

Estado actual

En los últimos años se ha presentado un aumento considerable en la acuicultura intensiva en estanques a nivel nacional, representado en los incrementos en la cantidad de toneladas cosechadas. De 1985 a 1992 se presentó un incremento vertiginoso en la producción acuícola del 4 185% al pasar de 572 a 23 932 toneladas. La producción de este último año está distribuida así:

Tabla 1.
Producción acuícola en Colombia durante 1992 (INPA, 1993)

Especie	Toneladas	Porcentaje
Tilapias: plateada y roja	11 050	46,17%
Camarón marino	9 432	39,41%
Cachamas: blanca y negra	2 100	8,78%
Trucha arco iris	1 300	5,43%
Otros	50	0,21%
Total	23 932	100%

De los datos anteriores puede deducirse que la producción acuícola de agua dulce está basada principalmente en especies exóticas, como trucha para clima frío y tilapia para clima cálido. En contraposición, las especies nativas como las cachamas y otros de menor importancia tienen una muy baja participación en la producción total nacional.

Afortunadamente, en los últimos años se ha generado una mayor conciencia sobre la necesidad de investigar en especies

nativas, tanto por iniciativa oficial como privada. Es así como ya se ha estabilizado la oferta de alevinos de cachama (*Colossoma macropomum* y *Pyaractus brachipomus*) y bocachico (*Prochilodus reticulatus*) y aunque de manera menos consistente, es posible obtener en el mercado alevinos de otras especies.

Uno de los frentes de investigación en especies nativas más importante del país se encuentra ubicado en el departamento del Meta, impulsado principalmente por las actividades de organizaciones no gubernamentales, ONG, el sector privado y la Universidad Tecnológica de Los Llanos. Gracias a los esfuerzos de estas instituciones, en 1989 se logró la reproducción de bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*), especie nativa de gran valor comercial. De igual manera, al menos desde 1993, se ha logrado la reproducción de coporo (*Prochilodus mariae*), yamú (*Brycon whitei*), mapurito (*Callophysus macropterus*) y se han realizado esfuerzos con otras especies de interés.

Una de las instituciones que más ha promovido el estudio de las especies nativas en el Llano ha sido la Fundación Yamato, ONG, que posee dos centros de investigación y producción ubicados en Puerto Gaitán (Meta) y Paz de Ariporo (Casanare).

La Fundación Yamato

La Fundación Yamato es una ONG interesada en el desarrollo de sistemas agropecuarios sostenibles para la Orinoquia colombiana. Uno de los renglones en los que está realizando actividades de investigación y producción es la acuicultura, para lo cual cuenta con infraestructura de estanques y laboratorios en la estación de *Miti-Miti*, en Puerto Gaitán (Meta), y en La Lorena, en Paz de Ariporo (Casanare).

La estación piscícola en el municipio de Puerto Gaitán (Meta) está dedicada a la producción comercial de alevinos y a la producción de carne de pescado. Las especies explotadas son:

Cachama blanca:	Pyaractus brachipomus
Tilapia roja:	***Oreochromis sp.***
Carpa:	***Cyprinus carpio***
Bocachico:	***Prochilodus mariae***
Bagre rayado:	***Pseudoplatystoma fasciatum***
Bagre tigre:	***Pseudoplatystoma tigrinum***

Esta estación cuenta con un área en espejo de agua de 15 ha. en las cuales se realizan las actividades de reproducción, alevinaje y engorde. El remplazo de los reproductores se hace mediante la adquisición permanente de padrones a los pescadores de la región que los pescan del río Meta o en los caños aledaños. Además, se realiza investigación en la reproducción de peces nativos del río Meta para lo cual cuenta, además de las ya mencionadas, con las siguientes especies:

Yamú:	***Brycon whitei***
Sapuara:	***Semaprochilodus laticeps***
Palometa:	***Mylossoma duriventris***
Yaque:	***Leiarus marmoratus***
Mapurito:	***Callophysus macropterus***
Cajaro:	***Phractocephallus hemiliopterus***
Amarillo:	***Brachyplatystoma sp.***
Blanco pobre:	***Pinirambus piniramba***
Apuy:	***Brachyplatystoma juruense***
Paletón:	***Sorubim lima***
Platanote:	***Anostomus anostomus***

En la estación piscícola La Lorena, situada en La Hermosa, municipio de Paz de Ariporo (Casanare), se adelanta un programa de investigación en peces tropicales orientado principalmente a la reproducción, nutrición y ubicación dentro de la cadena trófica.

Además, está realizándose un estudio preliminar de la dinámica poblacional de las especies nativas en la sabana inundable para poder definir las tendencias de estas especies y poder clasificar su explotación hacia peces ornamentales, producción de biomasa, producción de carne o doble propósito.

En este momento se desarrolla una investigación en utilización de tilapia roja, al contrario de la tendencia general en el país, para la producción de biomasa destinada a la alimentación de carnívoros, especialmente silúridos. Con esto se pretende aprovechar las bondades de la tilapia roja en cuanto a tasa reproductiva para establecer cadenas tróficas dentro de los estanques que eviten la utilización de insumos foráneos como los concentrados comerciales (Corredor, 1995).

Otro aspecto de la investigación es la producción de harina de pescado proveniente de la biomasa que produce el río Meta en su proceso de inundación de las zonas bajas de la finca. También se enfatiza en la investigación de plantas nativas para la producción de biomasa destinada a la alimentación de los peces; las especies en estudio incluyen plantas acuáticas, árboles frutales y palmas.

El proyecto contempla, en su etapa final, el establecimiento de sistemas sostenibles de producción piscícola en la sabana inundable. Para tal efecto se destinarán aproximadamente 5.000 hectáreas de sabana, con lo cual se convertiría en prototipo de investigación y desarrollo sostenible para la Orinoquia colombiana.

Para cumplir los objetivos descritos, la estación piscícola La Lorena cuenta más de 30 especies de peces nativos, los cuales adquiere a través de pescadores del río Meta.

Necesidades de investigación

Por todas las características mencionadas, la Orinoquía colombiana es una región que presenta muchas potencialidades para la adecuada explotación de la fauna íctica, tanto en los ambientes naturales como en sistemas de acuicultura.

En el primer caso, es necesario plantear estrategias tendientes al establecimiento de una explotación sostenida del recurso pesquero, mediante una investigación sistemática en los siguientes aspectos:

- Dinámica e interrelaciones ocurridas en los ecosistemas acuáticos.
- Estudio de las dinámicas tróficas que se dan en los ambientes acuáticos.
- Determinación de las épocas de reproducción de las diferentes especies de peces, a fin de establecer períodos de veda para toda la región.
- Sistemas de comercialización adecuada que aseguren una mejor retribución a los pescadores y menores pérdidas por deterioro del producto, antes de llegar al consumidor final.

Para el caso de la acuicultura, su desarrollo con base en las especies y recursos nativos requiere que se profundice en el conocimiento de los siguientes temas:

- Reproducción y desarrollo larval de las especies más promisorias comercialmente.
- Identificación de los hábitos alimentarios de cada una de las especies de valor comercial, con el fin de determinar las limitaciones y potencialidades de explotación, ubicarlas de manera adecuada en sistemas de policultivo y brindarles una alimentación estratégica.
- Identificación y uso de recursos locales de flora y fauna para el establecimiento de sistemas sostenibles de producción acuícola.

Referencias bibliográficas

AYA, Elizabeth. (1995). *Comunicación personal*. Fundación Yamato, Puerto Gaitán.

CALA, Plutarco. (1989). *Problemas y estrategias de la investigación y capacitación para el desarrollo de la acuicultura en el año 2 000. En*: REY, Iván y

PUENTES, Rocío (eds). *Memorias III Reunión Red Nacional de Acuicultura*. Cali, octubre 31, nov 1, 2 y 3. Colciencias-CIID, pp. 345-349.

CASTILLO, Luis Fernando. (1992). *Industrialización de la tilapia roja en Colombia*. Colapia, Cali. Mimeo.

———. 1992. *Pasado, presente y futuro de la tilapia roja en Colombia*. Colapia, Cali. Mimeo.

CORREDOR, Manuel. (1995). *Comunicación personal*. Estación Piscícola La Lorena. La Hermosa, Casanare.

HERNÁNDEZ, Armando. (1992). *Situación del cultivo de Colossoma y Piaractus en América Latina*. Red Regional de Acuicultura, CIID-Canadá. Venezuela. Mimeo.

INSTITUTO NACIONAL DE PESCA Y ACUICULTURA, INPA. (1993). *Fundamentos de acuicultura continental*. Santa Fe de Bogotá. 285 p.

MISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA AMAZONIA-ORINOQUIA. (1994). *Resumen ejecutivo del documento final*. Colciencias, Corpes Orinoquia, Unillanos. Villavicencio. 70 p.

RAMÍREZ-PERILLA, Jaime. (1994). *Manejo de fauna silvestre y los límites previsibles de la sustentabilidad. En*: Memorias del Seminario investigación y manejo de la fauna silvestre para el desarrollo de sistemas sostenibles de producción en el trópico. Maestría en Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios, CIPAV- IMCA- Universidad Javeriana. Buga, marzo 10-12 . pp 1-22.

RODRÍGUEZ, José. (1992). *Taller sobre el cultivo de silúridos*. Venezuela. Mimeo.

ROMERO, María y ROMERO, Claudia. *Desde el Orinoco hacia el siglo XXI: el hombre, la fauna y su medio*. Fondo FEN, Santa Fe de Bogotá. 229 p.

La topochera, la agricultura de corral,
los cultivos de vegas y vegones... son fuentes
de tradición agrícola y cultural, al tiempo
que forman parte del espacio habitacional
de gentes y animales.

Foto: Elcy Corrales.

Interrelaciones ecosistémicas y socioeconómicas de los sistemas de producción de la Orinoquia

Jaime Forero A[1]. *Eugenio Cifuentes*[2]
Enrique Murgueitio[3] *Claudia Durana*[4]
Miguel Barriga[5] *María Elena Gómez*[6]
Carlos Valencia[7] *Juan C. Rengifo*[8]
Ma. Fernanda Jaramillo[9] *Alonso Velásquez*[10]
Jaime Paz[11] *Gladys Tamayo*[12]
Gonzalo Palomino[13] *Enrique José Molina*[14]

Introducción

El desarrollo agropecuario de la Orinoquia parece pensarse exclusivamente en términos de las grandes empresas ganaderas o agroindustriales.

Las grandes empresas agropecuarias
• La ganadería tradicional de hato y fundo.
• La gran hacienda ganadera.
• La agroindustria arrocera.
• La agroindustria palmera.
• Los cultivos empresariales semestrales.

[1 a 4] Coordinadores de la Maestría en Desarrollo Sostenible.
[5 a 14] Estudiantes de la Maestría en Desarrollo Sostenible.

De otra parte, un sector de la sociedad y del gobierno ha reconocido el aporte productivo del colono campesino instalado bien en el piedemonte o bien en algunas vegas o terrazas aluviales, aunque no se tiene mucha confianza en su futuro económico y diversos trabajos han mostrado cómo su desplazamiento de las mejores tierras agrícolas ha sido producto de la violencia o del abandono estatal, a pesar de su gran capacidad para desarrollar estrategias productivas.

Formas de producción de la colonización campesina

- La pequeña ganadería de piedemonte en el Meta, Arauca y Casanare.
- La pequeña y mediana agricultura campesina semimecanizada en vegas y terrazas aluviales (caso Ariari).
- La pequeña y mediana agricultura del piedemonte tectónico vinculadas al mercado de alimentos (cacao y plátano hartón, por ejemplo).
- La producción de base de coca.

Sin embargo, otras formas de producción, otro tipo de actividad agrícola y pecuaria, no parecen tener ningún reconocimiento cuando se trata de mirar hacia adelante la economía agropecuaria de la Orinoquia. Quizá no sea completa, pero la lista siguiente nos ofrece una idea de la diversidad de formas productivas sobre cuya evolución y alternativas es necesario también reflexionar para visualizar qué se puede hacer en materia de investigación y desarrollo productivo agropecuario en la Orinoquia colombiana.

Persistencia de actividades productivas tradicionales a pequeña escala

- La pequeña agricultura de corral en los fundos.
- El conuco indígena.
- La pequeña ganadería de las sabanas.
- El pescador artesanal.
- La cría de cerdos de sabana.
- La pequeña ganadería en sabanas comunales.
- La agricultura de playón o vega.

Por otra parte, han venido surgiendo una serie de alternativas, producto de ensayos empresariales o de centros de investigación que es preciso analizar con mucho detenimiento:

Nuevas alternativas productivas

- Praderización con asocios de gramíneas y leguminosas rastreras, asociadas (gramíneas del género *Brachiari*, en menor escala *Andropogon*, y *Panicum*; leguminosas de los géneros *Centrosema*, *Stylosanthes*, *Desmodium*, *Arachis* y *Pueraria*).
- Arborización con pino del Caribe (*Pinus caribea*).
- Cultivo del marañón o merey (*Anacardium occidentale*).
- Cultivo del inchi o tacay (*Caryodendron orinoscense*).
- Piscicultura en estanque con especies exóticas (tilapia roja híbrido de *Oreochromis niloticus x O. hornorum x O. mossambicus x O. aureum*, mojarra plateada *O. niloticus*).
- Piscicultura en estanque con especies nativas o endémicas principalmente cachama blanca (*Pyaractus brachypomus*), cachama negra (*Colossoma macropumum*), en menor escala bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*), coporo (Prochilodus mariae) y yamu (*Brycon siebenthale*).
- Piscicultura en medio natural.
- Zoocría en medio controlado.
- Zoocría en medio natural restringido.
- Producción no contaminante de arroz.
- Cría y engorde intensivo de cerdos.
- Palmicultura integrada (producción agrícola, agroindustrial y animal).
- Quema controlada de sabanas.
- Braquiaria, en pequeñas extensiones, combinada con sabana natural.

Cuando se concibe solamente el desarrollo agropecuario en términos de ganadería y agroindustria a gran escala, está ignorándose la riqueza que representan, en términos de potencial productivo, la diversidad de ecosistemas, las diversas estrategias de adaptación productiva al medio ambiente desarrolladas a través del tiempo. Se hace caso omiso, de esta forma, de la existencia de diversas formas de poblamiento y apropiación de

los ecosistemas que como producto de diversas historias entrelazadas les aportan al Llano una interesante diversidad cultural y parte de las bases de un agudo conflicto cuya resolución tiene que pasar necesariamente por el espacio productivo, por la posibilidad de construir una economía no excluyente.

En este ensayo se tratará, precisamente, de llamar la atención sobre la diversidad de formas productivas de la Orinoquia buscando abrir algunos interrogantes sobre sus potenciales y las necesidades de investigación que de allí se derivan. Interesa especialmente mostrar sus interrelaciones entre sí y con los ecosistemas. Nos ha parecido que las interacciones entre diversos sistemas naturales, más o menos artificializados, aportan elementos centrales para comprender la dinámica de los sistemas de producción y visualizar alternativas. En este sentido, el agua aparecerá como un elemento conector desde la cordillera hasta las sabanas por donde fluyen los vínculos físicos, biológicos y culturales (entendida la cultura como estrategia de adaptación al medio y como manifestación de identidades históricas, o en construcción, de diversos grupos sociales).

Dentro de toda la variedad de sistemas de producción ilustrados arriba, nos concentraremos en algunos que hemos podido observar un poco de cerca en nuestro viaje de estudio: en primer lugar se presentarán la agroindustria arrocera en el piedemonte y en la llanura, y la gran hacienda ganadera braquiarizada. En seguida, pasaremos a analizar algunas actividades productivas tradicionales de la región: la ganadería en sabana, la agricultura de corral y ganadería menor en los fundos y la pequeña agricultura adelantada por los vegueros del Meta. Finalmente, nos referiremos a algunas alternativas de producción agropecuaria que viene adelantando la fundación Yamato en la región de San Miguel, Meta.

No se trata, por supuesto, de suplantar con nuestras rápidas apreciaciones el trabajo que por muchos años vienen haciendo los estudiosos del tema. Solamente se pretende llamar la atención sobre algunos aspectos que podrían enfatizar nuestra mirada y que quizás contribuyan al diálogo entablado alrededor

de las propuestas de ciencia y tecnología para la Orinoquia. Con el mismo espíritu haremos algunas reflexiones finales sobre las interrelaciones económicas y ecosistémicas de las diferentes formas de producción.

Toda esta exposición confluye en algunas ideas sobre propuestas de investigación que contribuyan a generar formas de producción coherentes con los principios de sostenibilidad económica, cultural y ecológica.

Algunas actividades productivas empresariales en la Orinoquia

En los flancos orientales de la cordillera se aceleran (peligrosísimos) procesos de deforestación, claramente observables, (por ejemplo, en el trayecto Chinajara - Villavicencio). Al negocio de las maderas extraídas de los antiguos bosques sigue la ganadería que surge del traslado del modelo ganadero del piedemonte de sedimentación al piedemonte tectonizado y a las estribaciones orientales de la cordillera Oriental.

La alta fragilidad de los suelos cordilleranos, muy jóvenes, hace que el proceso erosivo natural se acelere dramáticamente. Las carreteras que comunican el Llano con Bogotá sufren cotidianamente derrumbes; el abastecimiento de agua de Villavicencio es cada día más crítico; y se agudizan los desastres causados por las inundaciones en las poblaciones del piedemonte. De otra parte, el vertimiento de excretas y otros materiales residuales de los centros poblados de la cordillera y del piedemonte inicia la cadena de la contaminación del agua.

La contaminación en el piedemonte se agrava con la utilización de sus fértiles terrazas aluviales y aluviones recientes, para cultivos semestrales, especialmente el arroz. La escorrentía, la lixiviación y las inundaciones se encargan de trasportar los plaguicidas.

Más hacia adelante, el arroz conquista parte de la sabana, mediante el anegamiento del área cultivada utilizando canales de

riego o por medio de drenajes de las sabanas inundadas. Igualmente, el arroz avanza por las vegas del río Meta y de otros grandes ríos que arrastran sedimentos de origen andino. El aprovechamiento de estas vegas para el arroz con utilización intensiva de plaguicidas se ha superpuesto a la agricultura de playón de los vegueros, quienes a su vez la heredaron de las comunidades prehispánicas. Los ciclos de los precios del arroz incentivan la mayor o menor utilización de las vegas y, por consiguiente, el grado de contaminación derivado de esta actividad.

La agricultura comercial del arroz en vega compite por el espacio ocupado por los vegueros y las comunidades indígenas, quienes en algunas ocasiones se asocian con los empresarios arroceros y en otras simplemente les arriendan sus vegas. El veguero que aún hoy lleva a cabo una actividad agrícola basada en los ciclos de las aguas y de la revegetalización natural, sin utilizar agroquímicos, está abriendo, en algunos casos, las puertas a la utilización de estos insumos.

La sustitución de unas prácticas de producción que tienden a mantener el equilibrio ecosistémico de las vegas por la cultura arrocera, no deja de ser un problema grave. Pero puede ser más grave aún la erosión de la identidad cultural en su dimensión umbilical individuo-naturaleza, lo cual implica, a su vez, la pérdida de la identidad social del veguero y del indígena y el empobrecimiento de la diversidad cultural del Llano.

El diálogo horizontal creativo en el cual el veguero tiene un complejo conocimiento que aportar a la moderna agroindustria arrocera es sustituido por la imposición vertical de un nuevo modelo tecnológico.

La sustitución masiva de la cobertura vegetal de la sabana por sistemas de monocultivo de arroz, palma o braquiaria que avanza desde el piedemonte hacia las sabanas, corresponde, como en tantos casos, a una versión radical de los principios determinísticos y de causalidad lineal del racionalismo analítico. Si sobre una hectárea de suelo coloco *X* cantidad de NPK y de oligopolentes, más cierta cantidad de agua, el resultado será

una cantidad Y de producto. Si se multiplica un millón de veces el resultado productivo, es un millón de veces más y el económico se multiplicará aún más como resultado de las economías de escala.

Este modelo no considera las interacciones entre los componentes bióticos y abióticos del ambiente que son la base de la diversidad ecosistémica. Simplemente se sustituye la complejidad de estas interacciones que por miles y millones de años ha sido su soporte, por la monotonía de cultivos uniformes. Se hace tabla rasa con gran cantidad de manchas o hileras de bosque y se altera la intercomunicación entre los diversos componentes del complejo y muy sutil sistema hídrico, desde el pie cordillerano hasta las sabanas.

El modelo empresarial de producción de arroz en el piedemonte llanero

Algunos elementos de contexto:

- Se estima que en la actualidad 65 000 hectáreas en el departamento del Meta se dedican al cultivo de arroz. El área más significativa se localiza en el piedemonte. En menor escala se cultivan las vegas de río y algunas sabanas inundables.
- Hay quienes sostienen que el actual desarrollo arrocero está influido por el agotamiento del agua en zonas del interior, principalmente en el Tolima, situación que condujo a la adaptación de este tipo de producción a la Orinoquia, con el propósito de aprovechar un recurso bien abundante en esta región.
- Otra perspectiva enfatiza el precio de la tierra, pues en un principio se tenían en esta zona precios radicalmente menores que en el interior. La cercanía relativa a un centro de consumo como Bogotá y la efectividad con que las fuerzas del mercado implantan un modelo de producción es otro de los argumentos para explicar la expansión arrocera del piedemonte.

- La importancia que tiene este cultivo en el sistema alimentario nacional es, por supuesto, otro elemento explicativo de la expansión arrocera.

El modelo tecnológico y su impacto

En el piedemonte llanero el arroz se cultiva con la misma tecnología que en el Tolima, a pesar de las grandes diferencias agroecológicas de las dos regiones.

Las labores de preparación del terreno se hacen en la época de verano en los meses de febrero y marzo, de tal manera que durante este período el suelo queda expuesto a la influencia directa de los rayos del sol y a los agentes erosivos, principalmente al viento. Se presenta un uso masivo e indiscriminado de plaguicidas: el promedio de aplicación de 13 *avionetadas* por cosecha significa un vuelo cada 11,5 días. Adicionalmente, los herbicidas ocupan un lugar dominante entre los plaguicidas aplicados al cultivo.

Sistemas de producción de arroz en el trayecto Puerto López La Hermosa (Casanare), en la zona de influencia del río Meta

Producción en las vegas

En la vega del río se registran dos sistemas de producción arrocera: la pequeña escala y el modelo convencional-empresarial.

La pequeña escala incluye áreas no superiores a tres hectáreas asociadas a la producción característica del veguero permanente o estacional para quien la producción de arroz es sólo un componente de su sistema de producción. Se utilizan áreas de inundación cuando el río disminuye su caudal. En algunos casos se prepara el

suelo con maquinaria agrícola alquilada. Se presenta una baja utilización de insumos químicos.

Inicialmente, este tipo de producción está dirigida al autoconsumo. De alguna forma, este sistema tiene elementos que revelan una alta comprensión de la dinámica del río y de los ciclos de la materia orgánica. Así, los períodos de descanso de los lotes permiten el desarrollo de sucesiones vegetales que contribuyen al incremento de la fertilidad por aportes de residuos.

Al alquilar sus predios, algunos vegueros han abierto las puertas a las explotaciones de tipo empresarial, instalada, en parte, sobre tierras que antes explotaron los vegueros o los indígenas; la producción empresarial abarca generalmente áreas entre 20 y 50 hectáreas que se manejan con las prácticas de explotación de tipo tecnificado, referidas atrás para el piedemonte llanero.

Este sistema productivo genera un alto impacto en los ecosistemas con los cuales se relaciona, como son el bosque, el ecositema acuático y el jarillón de vega de río, entre otros. Al talar los bosques para el establecimiento de cultivos en un área relativamente extensa, se interrumpe el flujo de nutrientes característico de esta zona, donde la mayor cantidad de materia orgánica está almacenada en la vegetación y en mucho menor grado en el suelo.

Dada la deficiencia de materia orgánica en el suelo, es necesario el descanso para que las áreas de cultivo se aproximen a las dinámicas naturales de restitución de fertilidad. Infortunadamente, el esquema productivo empresarial no contempla este elemento en forma regular. Sin embargo, en el momento de la observación se registraron zonas con sucesiones vegetales compuestas por pastos chigüiro, árboles de yarumo, aliso y otras especies de menor cobertura, al parecer en áreas anteriormente dedicadas al cultivo de arroz. Quizás esta situación se explique por la caída de precios del arroz, lo cual advierte sobre la intervención del ecosistema en función de las fluctuaciones del mercado.

Producción empresarial convencional en bajos de sabana de la llanura inundable

En las áreas bajas de la sabana, hay una mayor concentración de nutrientes. El arroz cultivado por los empresarios en estas áreas no presenta modificaciones respecto al paquete de revolución verde del piedemoente, a pesar de implementarse en un ecosistema diferente y extremadamente frágil.

En efecto, el impacto en la sabana es crítico debido a su gran fragilidad. La exposición de los suelos en épocas de verano genera una acción biocida. Se acelera la descomposición de la materia orgánica y se incrementa el grado de erosión por los fuertes vientos que generan los alisios del nordeste.

Son innegables, por lo demás, las trasformaciones paisajísticas generadas por el cultivo intensivo de arroz, el cual puede ser transicional para el establecimiento de braquiaria. En algunos casos se repite el cultivo y en otros se permite el establecimiento espontáneo de gramíneas. Esto último tiene el agravante de que, según observaciones de habitantes de la región, después del cultivo de arroz aparece una invasión de una planta llamada *rabo de zorro* (*Andropagon bicorniz*) de baja palatabilidad para el ganado.

La braquiarización del Llano

El hato y el fundo están siendo desplazados progresivamente de extensísimas sabanas de la Orinoquia, especialmente de aquellas que gracias a las carreteras van acortando su distancia económica y geográfica en relación con Villavicencio, Yopal y Bogotá. Las tierras de los antiguos hatos y fundos son primero cercadas y luego tractorizadas para sembrar en ellas el pasto braquiaria. Se consolida de esta forma la propiedad individual de la tierra que sustituye el derecho de ocupación de la sabana, según el cual la propiedad se ejercía sobre el ganado pero no sobre la tierra.

Sobre las antiguas tierras de fundos y hatos surge la hacienda ganadera, un modelo empresarial completamente distinto en térmi-

nos productivos, tecnológicos, culturales y ecosistémicos. Algunos inversionistas venidos del interior del país, especialmente de Bogotá, fueron, en principio, los principales protagonistas de este proceso que alcanzó posteriormente unas dimensiones impresionantes cuando los usufructuarios de la economía coquera, con su capacidad ilimitada de comprar tierras, se interesaron por el Llano. Cientos de miles de hectáreas de sabana se uniformizaron con dos o tres variedades de pasto braquiaria, sustituyendo los aparentemente simples, pero realmente complejos, arreglos de especies que conforman la flora de la bajillanura y de la altillanura.

El paisaje se trasforma con la tumba de morichales, matas de monte y bosques de galerías, con el drenaje de bajos inundables, la construcción de carreteables y la proliferación de cercos. Se alteran la circulación y los ciclos del agua, así como las interacciones de la fauna y la flora. El equilibrio ecosistémico que había alcanzado la sabana con la ganadería superextensiva del fundo con sus praderas naturales reverdecidas por acción del fuego, cambia completamente con el nuevo modelo ganadero basado en las braquiarias y las cercas.

Dado su valor nutricional, el braquiaria, inicialmente, mejora la eficiencia de producción de carne vacuna. Sin embargo hay que tener en cuenta que, además de los costos de inversión en establecimiento, el braquiaria requiere un manejo adicional de abonamiento del suelo y que se han presentado ataques de plagas, que hacen necesaria la fumigación. De suerte que además de los problemas asociados con el ecosistema, como puede ser la eliminación indiscriminada de insectos y otros animales, y el empobrecimiento del suelo, la fumigación implica un alto grado de dependencia de insumos agrícolas a través del tiempo.

La ceba de ganado con braquiaria es dominante en el piedemonte llanero. Sin embargo, extendiéndose cada vez más a la altillanura.

En el piedemonte, el pastoreo sobre braquiaria se complementa con unos 22 kg de sal mineralizada por año por animal, alcanzando 65% de natalidad en vacas de cría y novillos de 350 a 470 kg a los tres o cuatro años de edad. La adopción de la práctica del destete normal puede elevar la natalidad a 70% u 80%. La división de potreros es otra de las bases del sistema. La producción de leche (mestizaje cebú)

es del orden de dos litros diarios por vaca durante 140 días. La capacidad de carga es de 1,3 vacas ó 1,7 novillos por hectárea.

La propagación uniformizante del braquiaria se debe, hasta donde lo sabemos, a la iniciativa espontánea de los ganaderos que encontraron en este tipo de pradera, importada del Brasil, una forma de multiplicar hasta en 1 500% el rendimiento de las sabanas.

La *braquiarización* del Llano está llevando a dos problemas muy graves. Por una parte, la monoespecificidad hace que estas praderas sean muy susceptibles a ataques de plagas y enfermedades como el mion o *salivazo*, y un grillo todavía no clasificado. Por otra parte, aparecen, aun en el piedemonte, los efectos a mediano y largo plazo sobre los suelos (tanto por las prácticas de siembra como por el mantenimiento de las praderas), situación que es necesario evaluar con urgencia. Más aún: en la altillanura, la siembra de braquiaria está llevando a un deterioro acelerado de suelos muy frágiles.

A nuestro juicio, las alternativas planteadas para la Orinoquia se debaten entre la aceptación de la abrumadora propagación de la braquiarización y la búsqueda de alternativas menos simplistas que no impliquen los riesgos ecológicos de esta gramínea. Una señal en el primer sentido la da el desarrollo del paquete braquiaria - arroz en rotación o el discurso sobre la capacidad recicladora del carbono atmosférico de la braquiaria (del ICA y del CIAT).

Con otra concepción se ha planteado que lo mejor que puede hacerse es mantener el sistema tradicional o trabajar sobre la base de mejorar ese sistema. Esta es una de las conclusiones a que llegó un estudio del CIAT hecho por Mullenax hace varios años.

Hasta donde sabemos, no se tiene claridad qué puede pasar con la reducción de la biodiversidad de la sabana. Pero por experiencia indirecta se sabe de los grandes riesgos que se corren con los grandes proyectos de uniformización biológica de ecosistemas y especialmente de ecosistemas críticamente frágiles. Precisamente, la fragilidad edafológica de las sabanas, acentuada en la altillanura, nos advierte con casi certeza que los suelos sometidos a este proceso van a entrar en procesos de agotamiento irreversible por pérdida irrecuperable

de su estructura (Pedro Botero) y quizá por *sobreintoxicación* inmanejable de oligoelementos o por deficiencia crónica de los mismos.

No sabemos. No se sabe. Hay que reflexionar, hay que investigar para conocer lo que está destruyéndose y para conocer mejor lo que se está proponiendo construir a cambio. Hay que actuar también porque si de algo estamos seguros es de la irreversibilidad de los procesos biológicos y físicos de la naturaleza.

Algunos sistemas productivos tradicionales del Llano

Ganadería de sabana

Las diferentes formas de producción de ganado, asociadas a los ecosistemas dependen de varios factores, entre ellos la estructura de tenencia de la tierra, el capital disponible para la inversión, las prácticas culturales establecidas a través del tiempo y las políticas de desarrollo que a nivel nacional e internacional se quieren implantar en la región.

Aunque no siempre se ha dado una clara apropiación de la tierra, el hato como forma de ocupación y dominio territorial es eminentemente latifundista. Cada hato está repartido en fundos, con un encargado que maneja la parte del ganado que le corresponde. Este encargado vive en el fundo con su familia y recibe un sueldo y la carne por parte del dueño del hato. Realiza algunas actividades agrícolas para autoconsumo, que se van a describir en detalle más adelante. Existen también fundos independientes que no pertenecen a los hatos, configurando en muchos casos unidades familiares con alto grado de autosuficiencia alimentaria.

La ganadería tradicional de sabana requiere entre 10 y 15 hectáreas por cabeza de ganado. El pastoreo extensivo está suplementándose con aproximadamente 16 kg de minerales anuales por cabeza. En estas condiciones se obtiene una natalidad del

orden del 50% anual. La ganacia anual de peso de los animales fluctúa alrededor de 70 kg a 100 kg por año (Mejía, 1984).

El ganado tiene un alto grado de mestizaje producto del cruce absorbente de ganado criollo con cebú, con una marcada tendencia a la cebuización. Esta tendencia de la raza se ha acentuado en las últimas décadas sin ningún control ni criterio para manejar los cruces, por lo que el vigor híbrido ha ido perdiéndose a lo largo de las generaciones. A este fenómeno se pueden deber muchos problemas como rengueras generalizadas que se multiplican hoy día en los hatos.

El manejo de los animales es poco intensivo. Las principales actividades son la marcada con hierro, la marca en la oreja, el lavado y la purga; esto último sólo se realiza en animales que se encuentren flacos o enfermos. La intensidad de utilización de mano de obra es relativamente baja, al igual que el uso de insumos y la inversión en infraestructura. Así, por ejemplo, en La Lorena se tienen 16 trabajadores para 2 100 cabezas de ganado en 20 000 hectáreas.

El ganado para la venta se transporta en planchones, en grupos de 200 a 600 reses, para ser transado en Villavicencio o en poblaciones cercanas. El costo de transporte asciende a $9.500 por res en el tramo de La Lorena a Villavicencio. El precio del kilo de carne de res es de $1.000 en Puerto Gaitán, mientras que en Puerto López encontramos que se vendía hasta a $1.300.

El valor de la tierra es mínimo. El hato se negocia con base en su infraestructura y en las cabezas de ganado que le pertenecen. La inversión en infraestructura está dada tradicionalmente en cercas, corrales y casas; también en el valor del hato, los caballos, los tractores, las motocicletas, la planta eléctrica, las embarcaciones y otros elementos necesarios para su funcionamiento.

Actividad agropecuaria de autoconsumo en los fundos

Se dijo atrás que un hato es una gran empresa tradicional compuesta por varios fundos y que hay también fundos indepen-

dientes de diversas escalas. Pues bien, el fundo es generalmente de una extensión de tierra en sabana y sus ecosistemas asociados (caño o río con bosque de galería, mata de monte, etc.), centrada social y administrativamente en una casa en donde habita el encargado del fundo y su familia. Alrededor de la casa se desarrolla una actividad agrícola de autoconsumo que ocupa generalmente un área mínima en relación con el área total del fundo: entre ¼ y 1 ha.

Tabla 1.
Especies que se cultivan en cuatro fundos del hato de La Lorena y un fruto independiente.

Fundo	Especies de plantas								
	Plátano	Yuca	Mango	Guayaba	Cítricos	Caña de azúcar	Piña	Maíz	Coco
Dallas	x	x	x	x	x	x		x	
La Virgen	x	x	x	x		x	x	x	
Aguinaldo	x	x	x	x	x				
Yaquazo	x	x	x	x		x			x
Verdum	x	x	x	x	x				

Las actividades centrales son la *topochera* o cultivo de plátano y el cultivo de yuca. Se siembran también algunas especies de frutales, árboles de sombrío, plantas medicinales y ornamentales.

Además de las actividades agrícolas se crían cerdos y gallinas. Debe señalarse que de otra parte la caza y la pesca contribuyen al autoconsumo. El bosque de galería y mata de monte proporcionan además leña para la cocina y madera para construcción.

Las actividades agrícolas

Anteriormente, el plátano más sembrado era el topocho, una especie adaptada a la zona que tenía la ventaja comparativa de producirse en el verano. En los últimos años, el topocho casi ha desaparecido debido a una enfermedad llamada *treque*, que causa

amarillamiento y pérdida del fruto. Actualmente predomina el plátano hartón.

Una forma de abonamiento consiste en la aplicación de estiércol del ganado en los huecos para la siembra. El estiércol se aprovecha también mediante la rotación de corrales. Después de determinado tiempo, el área queda apta para la agricultura y el corral se traslada de sitio, para continuar expandiendo o refertilizando el área agrícola.

La yuca se siembra en áreas que van desde ¼ hasta 1 hectárea. Generalmente se le incorpora la maleza al suelo como aporte de materia orgánica. Se observaron cinco variedades de yuca: la chirosa, la casanareña, la palepaloma, la arrobera y la algodona.

Otro cultivo común en los fundos es el cultivo de caña. En uno de los fundos se encontraron cinco variedades de caña de azúcar: la maja, la blanca, la morada, la rayada y la guahíba.

Los árboles frutales más frecuentes son el mango y la guayaba dispersos o, a veces, asociados. Estas especies son las más adaptadas a la zona. También se encuentran en el huerto del fundo cítricos como naranja, limón, toronja y algunas plantas de piña. El maracuyá, la badea, la guanábana y el coco son especies que requieren especial cuidado para sobrevivir y producir.

Otras plantas que se siembran en los fundos son las especies aromáticas y medicinales que se cultivan en camas y algunas veces en canoas de madera con tierra: poleo, yerbabuena, menta, limonaria, orégano y pirson, entre otros. Estas plantas requieren un cuidado especial y reciben generalmente aportes de precursores de materia orgánica, hojarasca y estiércol.

Animales de cría y caza

En el fundo se cría una gran variedad de gallinas criollas (cimarronas, copetonas, chuscas, finas y otras) cuyo número oscila entre 15 y 70, destinadas generalmente para el consumo de la familia. Se les suministra arroz o este último cultivado en el propio fundo. Las

gallinas permanecen sueltas, de manera que se abastezcan de proteína consumiendo lombrices e insectos.

Cada fundo cría algunos cerdos en el monte, cuyo número varía entre 5 y 30. En el monte, los cerdos se alimentan de algunos tubérculos y pepa de monte (semillas de las palmas). Los cerdos son marcados y diferenciados por los dueños, quienes los recogen cada determinado tiempo para curarlos o llevarlos a la casa para que no se *mañoseen*. En algunos fundos se tiene un cerdo cerca de la casa, alimentado con lavaza con el propósito de extraer la manteca.

Quienes tienen un mayor número de cerdos los venden cuando alcanzan 50 ó 60 kg a un precio de $600 kg/pie.

Como se dijo, para suplementar la dieta cárnica que proviene del hato se cazan algunos animales como el chigüiro, el cachicamo, el venzolo y el pato guirre. La pesca para autoconsumo también es una práctica común en los fundos para complementar la dieta.

Árboles para cerca y leña y sombra

Dentro los árboles que se siembran para dar sombra están el palo de la cruz, el gualanday y el cañofístola.

Los árboles que más se utilizan para sacar postes son el saladillo (resistente a la inundación en los bajos), el congrio, el guatero, flor amarillo, cañofístola y el coto de moño.

Como leña se utilizan el malagueto (también madera de viento), peralejo (crece en la sabana alta y baja), manguito, gualanday, platanote y caraño. Los árboles para leña son cortados en el verano y se almacenan para ser consumidos durante todo el año.

Dentro del recorrido entre los fundos se observó un tramo de árboles formando cerca viva con especies como: malagueto, chaparro manteco, chaparro bobo, alcornoco, peralejo, caraño matapalo. El crecimiento de la cerca fue favorecido, aparentemente, por la cercanía a la mata de monte (dada su condición climática), la fauna como dispersores de semillas, y el manejo extinguido de

la quema. Esta situación llama la atención sobre estrategias para expandir la arborización del Llano.

Los habitantes de los fundos tienen conocimiento y utilizan algunas especies de palma, como la palma de moriche, la cucurita, la palma real y la maponilla. Estas palmas proporcionan semillas para alimentación de los cerdos, así como hojas que son utilizadas en la construcción de las viviendas, corrales para animales, etcétera.

Los vegueros en el río Meta

El uso productivo de la vega se remonta a las culturas indígenas prehispánicas de la Orinoquia (Mejía, 1984). Estas angostas franjas en las orillas inundables reciben el aporte periódico de los sedimentos que trasporta el río Meta, que renueva su capacidad productiva. Así se convierten en *islas de fertilidad*, que junto con las huertas de los fundos concentran prácticamente toda la producción tradicional agrícola de la altillanura y la llanura inundable.

Los sistemas de producción en vega han ido modificándose a la medida que los nativos son desplazados por los *criollos*. Al desplazamiento del indígena por el llanero sigue el desplazamiento del uno y del otro por el colono de procedencia andina, por la empresa moderna arrocera. Sin embargo, el veguero continúa siendo parte sustancial de la ecología humana de las riberas del río Meta.

El manejo de los cultivos de vega se adecua a las fluctuaciones del nivel del río. Los cultivos permanentes (plátano, yuca) se establecen en las *banquetas* o diques (franjas estrechas de mayor altitud), mientras que otros cultivos de ciclo corto (maíz, tubérculos, etc.) se siembran en las áreas inundables, aprovechando el descenso del nivel del río en las épocas secas. La vivienda generalmente se ubica en la parte más alta, rodeada de un huerto, donde se tienen árboles frutales, hortalizas, plantas medicinales y animales domésticos (aves, cerdos y otros). En el huerto, debido

a su menor fertilidad, se hace un uso intensivo de abono orgánico (estiércol de los animales domésticos).

En el recorrido por el río Meta (Puerto López - La Hermosa) fue evidente la abundancia de vegueros en ambas márgenes, alternando con áreas de pastoreo donde predomina el pasto chigüiro o gramalote. Según información de la Umata de Puerto Gaitán, entre este municipio y el de Orocué existen 54 vegueros. Se observaron fácilmente algunas diferencias entre ellos, así como numerosas áreas en recuperación (barbecho), donde predominan árboles de yarumo (*Cecropia sp.*) como pioneros en la regeneración del bosque.

El veguero estacional no cultiva plantas de ciclo largo o permanente. Las áreas cultivadas que van de una a cuatro hectáreas, una vez desmontadas son invadidas por el gramalote o el pasto *chigüiro*. La estrategia consiste en tumbar manualmente el gramalote, y sembrar maíz a chuzo antes del período de lluvias o hacia el final del mismo. La única labor que realizan después de la siembra es el desyerbe manual. A menudo, debido a la estacionalidad de las cosechas, estos agricultores enfrentan problemas de bajos precios.

Para algunos vegueros, la actividad más importante es la pesca. La mayor parte de los vegueros permanecen en el lote solamente durante la época de cultivo, en ranchos precarios que construyen para tal efecto. Algunos tienen pequeños *topocheros* que complementan su sustento y pescan para autoconsumo mientras permanecen allí. Una vez cosechado el lote lo abandonan hasta el proximo ciclo. Generalmente viven en pueblos cercanos y algunos se emplean en labores de vaquería cuando no están cultivando.

De otra parte, el veguero permanente es un agricultor establecido en su finca. El plátano es el cultivo principal, a menudo asociado con cacao; tiene también cultivos de ciclo corto como el maíz y el ajonjolí, de enero a marzo, además yuca, caña de azúcar, cucurbitáceas. Algunos crían y ceban lotes de cerdos para la venta alimentados con plátano cocinado, yuca, frutos de palma y lavazas.

Estos agricultores obtienen la mayor parte de su sustento de la propia finca (plátano, yuca, maíz, cacao, hortalizas, ajonjolí, frutas, aves), que complementan con pesca y algo de cacería para

obtener proteína animal. Se supo de un veguero que produce en la finca caña de azúcar para autoconsumo y también para alimentar a los cerdos, siembra además hortalizas, cucurbitáceas y algunos frutales, y extrae pescado del río.

Los vegueros visitados dicen subsistir más o menos holgadamente con lo que produce la finca, complementado con lo que consiguen adicionalmente por medio de la pesca y algo de caza.

Tabla 2.
Semblanza de un veguero

La historia de don Leonidas

Don Leonidas Roldán es un llanero de unos 70 años que conoce y valora los recursos de la región, y decide convivir con ellos y obtener de ellos una subsistencia acorde con sus aspiraciones.

Aunque parte de sus actividades agrícolas se encaminan a obtener ingresos monetarios como la producción de plátano, de cacao y de maíz, la mayoría de los recursos vegetales y animales, tanto los *domesticados* como los existentes en el entorno, bosque de galería y ríos, son aprovechados para satisfacer las necesidades familiares en términos de alimento, medicina y recreación. Es un profundo conocedor de la flora y fauna que lo rodea y las utiliza y cuida con sabiduría.

Hace 15 años se asentó en la vega en la esquina que forma el río Meta con el caño Chorrosco, donde cultiva 10 hectáreas rodeadas de *montaña* que forman parte de su hábitat y de su sistema de explotación. Allí vive con su esposa y sus dos nietos pequeños; sus once hijos organizados *hacia arriba* en Villavicencio y otras poblaciones, poco lo visitan, aunque recibe *encomiendas* de ellos.

La zona cultivada está sujeta a inundaciones, aunque no uniformemente; en el área más lejana tiene su casa de habitación sobre pilotes de 1,20 m: "Cuando llega la inundación, el agua llega hasta una cuarta del piso y hay que entrar en canoa".

Alrededor de la casa hay un huerto bien cuidado, con diversidad de plantas y animales: unas 25 gallinas porque la epidemia las mermó, dos cerdos de engorde criollos que alimenta con yuca, plátano y frutos de palma africana, principalmente.

Tres ovejas de pelo engorde, un caballo, tres burros que utiliza como animales de carga; también se encuentran gallinetas y dos patos. Hay diversidad de árboles frutales: cítricos, mango, guanábana, papaya.

El cultivo principal es una asociación de cacao y plátano (5 000 matas de dominico, *gobernador*, hartón, banano *costeño*, platanito cambure pipiane); una hectárea establecida en caña de azúcar, y otra área donde se mezclan yuca, dos variedades, blanca o algodona y morada, ñame, el "chiriguaque" - para arepas-, y algunas hortalizas como cebolla, cilantro, tomate, pajarito, y plantas medicinales. También ha sembrado maíz; ahora proyecta establecer dos hectáreas de este cultivo.

Vende plátano en La Primavera y La Hermosa (6 - 7 racimos cada dos semanas); cacao (semilla seca) y maíz a los *boteros* que pasan recogiendo. Unos dos días por semana pesca en el caño y caza chigüiro ocasionalmente.

En las áreas de *montaña* hay trupillo, cañafístolo, cabo de hacha, ceiba, cometure, entre otros. Con los productos de la finca y el río subsiste básicamente la familia. Para beneficiar la caña tiene un trapiche artesanal de tipo *chaca* o *vieja*, que le permite extraer guarapo, cuando escasea la panela.

Es destacable el amplio conocimiento que tiene don Leonidas de las plantas y de sus usos; en el huerto y sus cultivos hay variedad de plantas medicinales.

En el huerto

- Argalia (*Malvaceae*).
- Pericón.
- Sábila (*Aloe vera*).
- Llantén (*Plantago sp*).
- Campanilla morada.
- Cáncer.

Otras plantas

- Cañaflora: para los riñones (raíz machacada).
- Guaco (aristoloquiaceno): para el hígado, fiebres.
- Palma: para la pesca.
- Árnica (botón de oro): para inflamación.
- Limonaria (limoncillos): con guarapo para las fiebres.
- Madrejuán (arbusto): en emplastos para detener hemorragias.
- Colombiana (en infusión - caliente): para sudar la fiebre.
- Piñón: la semilla machacada o en zumo se usa como purgante.
- Cacto: se usa para aliviar gripe y tos.
- Cilantro: para el cerebro y la debilidad.
- Pasota o paico: para que los niños expulsen lombrices.
- Hojerraya: para los riñones (piperácea); planta común en los bajos.
- Peor es nada o cimarrón: estimulante y condimento para sopas.
- Brusca (papileonacea): semillas tostadas se usan para tratar diabetes: se toma una copa en ayunas. También sirve para combatir diarreas violentas.

- Maravilla: el zumo tomado en ayunas por nueve días cura el hígado. Las hojas producen una sustancia que remplaza el jabón.
- Borrajón: el cogollo cura el dolor de muelas.
- Albahaca: como aromática para el aguadepanela y usada con guarapo y limonaria para combatir la fiebre.
- Gotoso es un árbol cuya corteza machacada en cocimiento combate la hinchazón en los animales y *sienta* la bilis en las personas. Para *sacar el frío* a los niños, se nombra como padrino al árbol, colocando al niño bajo él y bendiciéndole queda de *compadre*.
- Caracaro o chimbimbe: es un árbol de buena madera que produce frutos que consumen los animales (bestias, vacunos); además, la pulpa se usa como jabón (saporina).
- Cometure: árbol de excelente madera adaptado a zonas inundadas; posee siete ejemplares maduros en medio de una pequeña laguna cerca de la casa, pletórico de nidos de arrendajos, a los que protege de las aves rapaces. El fruto, que se cosecha en abril, es aprovechado.
- Palma africana: posee numerosos ejemplares sembrados por él, que producen racimos de más o menos 20 kg (uno por plantación) que utiliza para alimentar los cerdos.
- Tuturago: fruto igual al anón de carne rosada y sabor agradable. El cocimiento de las hojas ayuda a recuperar el pelo a los animales *pelados*.
- Guácimo: produce frutos que consume el ganado. El cocimiento de la corteza en melaza se utiliza para curar animales *asoleados*.
- *Cafeto* o nacedero : lo usa como purgante para los cerdos.

Variedades de caña

- Calangana.
- Amarilla.
- Cubana.
- Guama.
- Caña india o de azúcar.

Animales silvestres domesticados

- Abejas erikas (producen una miel muy demandada por sus propiedades medicinales).
- Patos carreteros.

Este tipo de *veguero*, aunque no es predominante a lo largo del río, representa una muy importante fuente de conocimiento de los recursos genéticos de entorno y de su tecnología, hábitos y usos. Al igual que en otros ecosistemas y culturas, es constructor y depositario de un rico acervo de conocimiento, al que hay que interrogar necesariamente cuando se busca elaborar propuestas productivas sostenibles.

Interrelaciones sociales y ecosistémicas entre la vega y la sabana

Los ámbitos del mercado

La observación, aunque muy ligera, del hato La Lorena y la población sirve para ilustrar las relaciones e interacciones que se establecen entre los diversas asentamientos humanos y sistemas productivos de la sabana y la vega.

Algunos comerciantes y el dueño del hato traen la remesa de Villavicencio o de Puerto López; igualmente, la droga y la sal para el ganado, además de otros insumos agropecuarios, en este caso para los cerdos, cría de peces y siembra de arroz.

El ganado del hato La Lorena se vende en Puerto López y en Villavicencio, teniendo su propio medio de trasporte para este fin. El arroz producido se trilla y se empaca en el hato y se vende en el mercado regional. Algunos excedentes son llevados a Villavicencio.

Es interesante observar cómo los precios de los alimentos que se producen en la región como la carne de cerdo, el arroz, el plátano son menores que en Puerto López.

El fundo y la vega se relacionan con el mercado local, abasteciéndose allí de algunos productos adicionales a los que producen por sí mismos. En el autoconsumo, las actividades agrícolas más importantes, en área y en frecuencia, son el cultivo de plátano y yuca, que ofrecen mayor adaptación al medio natural en términos de suelos y clima. El cerdo de monte y las gallinas criollas complementan la dieta cárnica del llanero junto con la caza de algunos animales silvestres y la pesca.

La base del consumo de carne en el hato y sus fundos es el ganado bovino. Realmente, los animales sacrificados para consumo representan apenas una parte marginal del hato. Para los fundos independientes, las posibilidades de sacrificar animales se reducen a las terneras que se consumen muy de vez en cuando. En estos casos, los cerdos, las gallinas y los animales de

monte y de río son mucho más importantes para el consumo familiar.

Las actividades dirigidas al autoconsumo dependen del ecosistema, y de los conocimientos que se tengan de los propios recursos. Hay vegueros que siembran arroz con la finalidad exclusiva de sacar sus cosechas al mercado. Otros venden exclusivamente algunos excedentes que dejan los cultivos dedicados al autoconsumo (plátano, maíz...). Una situación intermedia es, por supuesto, la de aquellos vegueros que dedican parte de su producción a la alimentación de la familia y parte al mercado.

Los cerdos criados en el monte por los administradores (o dueños) de fundo, o por los vegueros, se utilizan en su mayoría para el autoconsumo, aunque en algunos casos se venden (a un precio menor que el cerdo comercial a comerciantes que navegan el río y los llevan a vender a otras poblaciones.

El espacio socioecológico

En este espacio aparecen distintos ecosistemas, sistemas productivos, diferentes actores que están conectados entre sí, a través del agua, en la dinámica de la cultura, la producción y el mercado.

El veguero está conectado con el fundo, no sólo porque ocasionalmente se emplea en los oficios ganaderos sino porque le vende algunos excedentes agrícolas y pecuarios. Aun sin que exista conciencia de ello, muchos de los elementos de los sistemas productivos del fundo y del veguero están enmarcados en una matriz cultural común y fluyen a través del agua y el bosque.

El administrador o dueño del fundo, además de vaquero, es agricultor y criador de cerdos. Aunque el veguero depende mayormente de estas dos actividades, para el fundo son también claves en la medida en que garantizan el abastecimiento de buena parte de los alimentos. Más aún: en situaciones de escasez de ingresos, el fundo puede llegar a una situación de casi autosuficiencia alimentaria, quedándole por conseguir en el mercado la sal, el dulce y el café.

Tabla 3.
Interrelaciones de mercado

Consumo	Productos: Arroz	Plátano/ yuca	Carne bolivia	Cerdo	Peces	Hort./ frutas	Caza
Fundo							
Hato							
Hato/ arroz							
Veguero							
Poblado							
Resguardo							

Mercado de productos locales

	Autoabastecimiento total e importancia central en la dieta.
	Abastecimiento casi total e importancia central en la dieta.
	Abastecimiento parcial e importancia media en la dieta.
	Autoabastecimiento parcial, poca importancia en la dieta.

La actividad ganadera de sabana está asociada a otros ecosistemas, como la vega, los bosques de galería en las orillas de ríos y caños, la mata de monte, lagunas y morichales. Las interrelaciones entre estos ecosistemas se hacen evidentes en algunas prácticas que afectan los ciclos de materia orgánica, la vegetación y las aguas.

Una de estas prácticas es el trasporte del ganado en los meses de invierno cuando el río es navegable. Grandes planchones suben permanentemente cargados de ganado, y durante las largas travesías (un día a día y medio) el estiércol y orina de 200 a 600 animales es lavado 3 veces diarias y cae al río. Aunque en relación con el volumen de agua del río esta cantidad de estiércol puede resultar poco significativo, es posible que esté afectando ciertas cadenas tróficas y que en últimas altere los ecosistemas acuáticos del río.

Se sugiere entonces la necesidad de explorar un diseño que permita acumular este estiércol y orina para ser utilizado en el abonamiento de suelos pobres en materia orgánica evitando a la vez su efecto contaminante en el río.

Otra práctica que afecta el ecosistema es la quema de la sabana que, espontánea o inducida, ha sucedido en la Orinoquia desde hace cientos y tal vez miles de años[15]. Sin embargo, el fuego mineraliza violentamente y volatiliza los nutrientes ligados a la fase orgánica, mientras que en el piso quedan las cenizas que son lavadas rápidamente por la escorrentía. El hecho de que el pasto de la sabana nativa rebrote casi inmediatamente se debe a que se ha adaptado, ha coevolucionado con el fuego, desarrollando estructuras hipogeas y estrategias fenológicas que le permiten hacerlo (Barriga, 1983).

Según la Misión de Ciencia y Tecnología para la Orinoquia (1994), se calcula que cada año se queman 10 millones de hectáreas que combustionan 50 millones de toneladas de biomasa. Mullenax, citado por Mejía (1994), calcula que el fuego elimina el 82% del forraje –biomasa aérea– producido por la sabana. De donde parece obvio que el fuego impide la acumulación de materia orgánica en el suelo. Por otra parte, estas quemas se hacen de manera incontrolada en muchos casos, llegando a adquirir grandes dimensiones y arrasando con cercas y con grandes extensiones de sabana. Algunos ganaderos manejan la quema con prudencia, mientras otros recurren a ella en forma indiscriminada.

Lo más grave de esta práctica es que en las difíciles condiciones climáticas de los Llanos, la práctica recurrente de la quema no permite la acumulación ni el manejo de la materia orgánica que es el único medio que permite pensar en un manejo sostenible de las sabanas y, por tanto, de la ganadería.

Un punto de conexión ambiental entre el fundo y la vega es el monte, y el monte se conecta entre sí por el agua: conexión cultural y física. El monte de los morichales y de los caños del fundo guardan cierta continuidad. Este último, el bosque de galería de las fuentes de agua, es el mismo monte de las vegas.

El veguero y el dueño o administrador de un fundo se conectan, entonces, a través del sistema agua-bosque. Esta conexión es

15. Mejía (1984) registra la quema de pedazos de sabana como una práctica de caza en sí misma.

a su vez cultural, de acuerdo con los elementos comunes de sus estrategias de adaptación al ambiente. Otra conexión se establecería, al marco teóricamente, con el intercambio de su experiencia cognoscitiva. Sin embargo, aunque esta conexión es evidente dentro del complejo cultural llanero, no se percibe hoy día un intercambio activo de conocimientos. Es un reto, en consecuencia, abrir la posibilidad de incentivar un diálogo de saberes entre ellos, diálogo del cual pueden salir enriquecidos sus sistemas de producción, su seguridad alimentaria y su farmacia natural.

Algunas alternativas de producción para los Llanos Orientales

Partiendo de la dificultad que significa introducir otras actividades agropecuarias en un sistema con vocación predominantemente ganadera, no pueden pasarse por alto la exploración de alternativas complementarias al levante de ganado. La búsqueda, en este sentido, puede ser orientada en principio por la agricultura de corral móvil y la cría de cerdos en sabana que tienen una historia tanto o más larga que la ganadería de los fundos. Mucho puede encontrarse aquí sobre las posibilidades de utilización de los recursos del medio. La diversidad de palmas, por ejemplo, nos parece estar lanzando señales inequívocas de una oferta ambiental muy rica que permitiría retomar las experiencias de la palma africana como sistema agropecuario y agroindustrial integral.

Nos hemos referido a la diversidad de formas de producción que de acuerdo con la diversidad de grupos humanos y las particularidades de los ecosistemas han convergido a través de la historia del Llano. El caso de La Hermosa en Casanare puede ayudar a ilustrar este tema. La presencia de un inversionista japonés, el señor Takemoto, y de las fundaciones Yamato y Horizonte Verde les imprimen a esta región ciertas particularidades en cuanto al desarrollo de propuestas productivas novedosas, especialmente en lo que se refiere a piscicultura con recursos ictiológicos locales, experimentación de cultivos de arroz sin agroquímicos, construcción de grandes canales de conducción de agua y de terraplenes carreteables, quema restrin-

gida de sabana, introducción de braquiaria a pequeña escala. La siembra de arroz en sabana mejorada y su trilla en un molino de una relativa pequeña escala es hasta cierto punto otro elemento novedoso del hato de la Lorena. Sin embargo, el sistema de administración del hato y el manejo tradicional de la ganadería en sabana conserva los elementos básicos de la estructura empresarial tradicional de la gran ganadería llanera, De esta manera, el hato junto con sus vecinos define un conjunto de sistemas productivos interactuantes que a nuestro juicio ilustran las características de regiones de la Orinoquia en donde aún predomina el hato ganadero y la ganadería en sabana natural. La existencia del arroz empresarial le añade cierta riqueza al análisis al permitir introducir un tipo de producción que como hemos anotado avanza a pasos agigantados del piedemonte hacia las sabanas.

La idea de integrar sistemas de producción agrícolas, pecuarios y aun piscícolas tienen por supuesto limitaciones para ser desarrolladas a una escala importante en las sabanas. Mejores oportunidades brindarían los hatos o fundos que tengan algunas tierras en vegas o vegones para beneficiarse de los aportes sedimentarios recientes o relativamente recientes. Habría que recalcar que los ensayos agrícolas en sabanas que impliquen mecanización para la preparación del suelo multiplican el arrastre de materiales de suelos sumamente pobres que no cuentan con los aportes sedimentarios de aguas blancas.

Los ensayos que se han llevado a cabo en los Llanos Orientales son muchos, la mayoría de ellos complementando el conocimiento de las relaciones ecosistémicas con los objetivos de productividad y eficiencia. Las alternativas que han venido desarrollándose por parte de varios agentes en diferentes zonas de la Orinoquia son:

- Praderización con asocios de gramíneas y leguminosas.
- Arborización con pino del Caribe.
- Cultivo del marañón.
- Cultivo del inchi.
- Piscicultura en estanque con especies exóticas.

- Piscicultura en estanque con especies nativas o endémicas.
- Piscicultura en medio natural.
- Zoocría en medio controlado.
- Zoocría en medio natural restringido.
- Producción de arroz no contaminante.
- Cría y engorde intensivo de cerdos.
- Cría de cerdos en pastoreo con alimentación semicontrolada.
- Palmicultura integrada (producción agrícola, agroindustrial y animal).
- Quema controlada de sabanas.
- Braquiaria en pequeñas extensiones combinada con sabana natural.

De las alternativas que aparecen en esta lista, vamos a detallar algunas de las que observamos en la Fundación Yamato, como son la cría y engorde intensivo de cerdos, la cría de cerdos en pastoreo con alimentación semicontrolada, la producción orgánica de arroz, la arborización de la sabana y se mencionarán la producción asociada de peces y cultivo de arroz.

a. La cría y ceba de cerdos

La cría de cerdos es una de las alternativas productivas que se proponen para la Orinoquia, desde la cría y ceba a nivel comercial, donde se utilizan las tecnologías establecidas de los cerdos confinados, hasta la producción de cerdos en pastoreo con alimentación semicontrolada, como un sistema que trata de adaptarse a la zona, integrando las funciones del ecosistema y la producción, inspirado en la cría de cerdos en sabana y monte realizada tradicionalmente por los habitantes de la región.

La cría de cerdos comerciales requiere inversión en infraestructura si se lleva a cabo en cocheras, en este caso construidas de madera de la región, con piso de cemento y techo de hoja de palma; las cocheras tienen instalaciones de agua, para bebedero y para limpieza. Este tipo de producción implica que se tengan buenas fuentes de agua cerca, y que no haya inundaciones del terreno. Los cerdos están confinados casi todo el tiempo, exceptuando las cerdas que salen a pastoreo antes del parto.

La porquinaza se deposita en pozos sépticos y postèriormente los sólidos se utilizan como abono de árboles frutales en este caso. El agua del lavado requiere un manejo cuidadoso, pues se pueden presentar problemas de contaminación de aguas aledañas a la porqueriza.

Los cerdos se alimentan con sorgo, maíz, harina de arroz, soya y aceite de palma, de los cuales el arroz, el maíz y el sorgo se producen en la misma finca, en el caso observado, lo cual hace que los costos de alimentación sean menores en un porcentaje de lo que serían en el caso de depender de estos productos en el mercado, a los cuales habría que adicionar los costos de trasporte.

De los costos totales de producción del cerdo, el 70% corresponden a la alimentación y el 30% restante a costos de obra de mano, administración, droga y otros.

También se han hecho experimentos de asociación de cerdos con cría se peces, aprovechando el estiércol del cerdo para abonar los estanques. Este sistema implica unos costos similares a la producción de cerdo comercial, con los beneficios adicionales de alimentación de los peces.

Un sistema alternativo de cría de cerdos es el que está desarrollándose en el convenio entre la Fundación Yamato, y la Fundación Horizonte Verde de producción de cerdos en pastoreo con alimentación semicontrolada. Con este sistema se ahorra un porcentaje del alimento de los cerdos confinados, y se mejora el suelo con el aporte de estiércol y con la remoción del suelo por parte de los cerdos. Se complementan aquí los objetivos de

producción de carne y de fertilización del suelo. Este sistema ha mostrado tener muy buenos resultados en su fase experimental.

Otra opción es el manejo de cerdos sabaneros, donde se trata de asociar manadas de cerdos a matas de monte y morichales de tal forma que se puedan alimentar de los frutos, especialmente de palmas que tienen un gran potencial, tanto por los volúmenes como por los contenidos nutricionales. Éstos, a su vez, aportan su estiércol al suelo y remueven el suelo, lo cual es especialmente importante en los lotes de sabana contiguos a estas matas de monte. Los cerdos también son dispersores de semillas en las sabanas. Esta forma de manejo es realizada principalmente en los fundos como una actividad de autoconsumo, aunque a veces se venden los cerdos, obteniendo por éstos un precio menor: $600/kg. Lo que demuestra la cría de cerdo en el monte es que el bosque produce alimento para el cerdo; un mayor conocimiento de esta dinámica se podría aprovechar para suplementar la dieta de los cerdos comerciales, y especialmente los cerdos de sabana.

Considerando la experiencia del manejo de cerdos sabaneros, se trata de asociar manadas de cerdos a matas de monte y morichales de tal forma que puedan alimentarse de los frutos especialmente de palmas que tienen un gran potencial tanto por los volúmenes como por los contenidos nutricionales. Éstos, a su vez, aportarían su estiércol al suelo y lo removerían, lo cual es especialmente importante en los lotes de sabana contiguos a estas matas de monte. Los cerdos también serían dispersores de semillas en las sabanas.

b. Producción empresarial orgánica

Es destacable la iniciativa del convenio entre la Fundación Yamato y la Fundación Horizonte Verde que se encuentra en torno a la propuesta de la producción de arroz orgánico, estableciendo un ensayo con el fin de llevar a cabo fertilización orgánica remplazando los fertilizantes solubles. Es así como se

plantea una dosis de una tonelada por hectárea al momento de la siembra y fertilizaciones en diferentes etapas del desarrollo del cultivo a los 20-50 y 70 días después de germinación con dosis de 500 kg/ha.

El diseño experimental de este ensayo para determinar la cantidad y la época de abonamiento adecuado es un elemento valioso desde la óptica de la investigación convencional, pero desde la perspectiva de sistemas no está involucrando elementos en torno al manejo de insectos, enfermedades y plantas asociadas al cultivo; situaciones que en la práctica requieren soluciones, por lo que se hace necesario plantear cuestionamientos a este respecto, pues en un momento determinado la no integración de estos factores puede llevar a desechar sistemas de producción con altas posibilidades en términos productivos y de sostenibilidad.

La utilización de subproductos de molinería para ser integrados a procesos productivos como la porcicultura, potencia las facilidades de sistemas de arroz de tipo orgánico integrado a la producción global local.

c. Arborización de la sabana

Las especies leñosas, entre otras funciones importantes en los ecosistemas, tienen la ventaja de poder extraer nutrientes y agua a mayor profundidad; también son barrera contra los vientos y protegen los suelos arenosos de la sabana de los efectos de la erosión eólica.

Dadas las grandes extensiones de la sabana que hacen prácticamente impensable su forestación mediante la siembra de árboles, sería mucho mejor favorecer la aparición de especies a partir de la dispersión de semillas desde las matas de monte. Para esto sería necesario realizar un control de las quemas o su intensidad (no dejando acumular demasiada paja, ajustando la capacidad de carga animal en estas zonas de pastoreo).

El uso racional de las quemas además favorecería hormigueros y termitas que se ha observado son núcleos de materia orgánica alrededor de los cuales van formándose pequeñas matas de monte.

Además de las matas de monte en la sabana existen otros depósitos naturales de pequeñas cantidades de materia orgánica: éstos son los bajos de la sabana. Las leves diferencias de altura en la sabana son suficientes para que en condiciones de fuertes aguaceros por escorrentía y a través del tiempo, se deposite en estos bajos un poco más de materia orgánica en relación con la sabana alta.

d. Otras alternativas

Ante la necesidad de aprovechar el recurso agua en el Orinoquia y, así mismo, la energía solar propia del trópico, es importante mirar hacia regiones que han desarrollado técnicas alternativas de manejo como la asociación de plantas acuáticas y peces a la producción arrocera y determinar sus posibilidades como producción de biomasa para alimentar otros sistemas productivos para el autoconsumo y, de ser viable, para la comercialización directa de las especies de peces asociados al cultivo.

El CIAT y el Corpoica, por su parte, han destacado la importancia de encontrar una adecuada combinación de pastos y leguminosas, para los diversos ecosistemas de la Orinoquia, cuestión a la cual le han dedicado enormes recursos durante más de 20 años. Los ensayos agronómicos en la estación experimental de Carimagua, en el Vichada, y en haciendas empresariales, han estado acompañados de estudios rigurosos de la dinámica y composición de los ecosistemas y de esfuerzos impresionantes para coleccionar y analizar especies forrajeras en todo el mundo tropical. Se han hecho ensayos con numerosas gramíneas y leguminosas tanto nativas como exóticas; se han buscado alternativas maderables como el pino del Caribe o frutales como el marañón o merey (*Anacardium occidental*).

Pese a todo lo anterior, la sensación colectiva que nos quedó despues de observar los centenares de miles de hectáreas de al-

tillanura convertidas a monocultivos de braquiaria, es el escaso impacto tecnológico de la investigación dirigida tantos años a la asociación gramíneas-leguminosas rastreras. Al igual que en las propuestas de Yamato-Horizonte Verde, sería muy sano que estas instituciones revisaran a fondo sus enfoques, estrategias e impactos. A todos, don Leonidas Roldán tiene mucho que enseñarnos sobre el uso sabio de la naturaleza.

Referencias bibliográficas

BARRIGA, M. y MEJÍA, Mario. *Arborización de la pradera natural de la altillanura de los Llanos Orientales de Colombia.* Mecanogr. 51 p.

BECERRA, Maricel. y AZOLLA, Anabaena. (1991). Un recurso valioso para la producción agropecuaria en el trópico". CIPAV, Serie de manuales técnicos #1 p. 53, Cali-Colombia.

BOTERO B., Raúl. "Características agronómicas de las braquiarias comerciales en América tropical". *En: Carta Ganadera.* Vol. XXXI #6 pp 35-46. Bogotá-Colombia, 1994.

BOTERO, P. (1995). *Ecología del paisaje orinocense y su relación vital con el agua.* Conferencias dictada en el Seminario El agua: recurso estratégico para el desarrollo sostenible de la Orinoquia. Unillanos, Villavicencio. Agosto de 1995.

CARDOZO B., Adolfo, GONZÁLEZ F., Antonio y CORREA V., Martín. (1994). "Análisis de la investigación en chigüiros y pautas para su aprovechamiento sostenible". *En:* Seminario de investigación y manejo de fauna silvestre para la construcción de sistemas sostenibles. Maestría en desarrollo sostenible de sistemas agrarios, Universidad Javeriana-IMCA-CIPAV. Cali, Colombia.

CARTA GANADERA. (1994).Pasturas a prueba de hormigas para las praderas sudamericanas. Se buscan praderas a prueba del salivazo. Informe especial del vol. XXXI #6 pp. 22-23. Bogotá-Colombia. Corpes de Oriente- Colciencias - Universidad Tecnológica de los Llanos Orientales. Misión de ciencia y tecnología para los Llanos Orientales de Colombia. Villavicencio - Colombia.

CHAN G., L. (1992). *Five Centuries of Sustainable Farming in Pearl River Delta.* Southern China. Academy of Sciences of Guandong, China.

CHARÁ D., Julián. (1995). *Producir y descontaminar: las ventajas de integrar las actividades agropecuarias con la acuacultura en condiciones tropicales.* Maestría en Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios, Universidad Javeriana-IMCA-CIPAV. Cali-Colombia. 88p.

EL ESPECTADOR. *Evolución de los cultivos, primer semestre 1994-1995. Fuente:* Bolsa Nacional Agropecuaria, 25 junio 1995.

GAVINA D., Lilito. (1993). *Swinw-duck-fish-azolla integration in skyponds of La Unión, Philippines. In*: Towards more effective utilization of resources for sustained development. International Foundation for Science. pp 182-189. Stockhom - Sweden.

GONZÁLEZ F., Antonio,CORREA V., Martín y CARDOZO B., Adolfo. (1994). *El manejo de la fauna llanera y su potencial económico. En*: Seminario de investigación y manejo de fauna silvestre para la construcción de sistemas sostenibles. Maestría en Desarrollo Sostenible de Sistema Agrarios, Universidad Javeriana-IMCA-CIPAV. Cali.

GONZÁLEZ Marcial C. (1995). "Plagas en pastizales". *En*: Manejo y utilización de pastos y forrajes en sistemas de producción animal. pp 41-52. Guanare-Venezuela.

HONG, M. and BAOTONG H. (1992). "Chinesse enbankment fish culture". *In:* Farmer-Proven integrated agriculture. A technology information kit. ICLARM IIRR.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. (1988). *Suelos y Bosques de Colombia.* IGAC, Bogotá-Colombia.

JARAMILLO, Carlos A. (1994). "Manejo del pato criollo *(Cairina moschata)* integrado a sistemas de producción acuática". *En*: Memorias del Seminario sobre investigación y manejo de la fauna silvestre para la construcción de sistemas sostenibles. Maestría en Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios, Universidad Javeriana-IMCA-CIPAV. pp 66-80. Colombia.

MAESTRÍA EN DESARROLLO SOSTENIBLE DE SISTEMAS AGRARIOS. (1996). *Investigación y manejo de fauna para la construcción de sistemas sostenibles.* En prensa. Cali. 200 p.

MEJÍA, Mario. (1984). *Orinoquia colombiana: sabanas de la altillanura, clima y usos de la tierra.* Universidad Nacional, seccional Palmira 195 p.

MEJÍA, Ernesto y MORALES, Frank. (1995). "Evaluación productiva de la pastura nativa en sabanas del estado de Barinas, Venezuela". *En:* Manejo y utilización de pastos y forrajes en sistemas de producción animal. Unellez, Guanare-Venezuela. pp 15-22.

MOLANO A., FAJARDO D., CARRIZOSA J. y ROZO F. (1989). *Yo le digo una de las cosas ... la colonización de la reserva La Macarena.* Corporación Araucana, Fondo FEN, Bogotá. 261 p.

MULLENAX, Charles. (1979). "Adecuación y manejo de sabanas naturales en la altillanura de los Llanos Orientales de Colombia". *En: Carta Agraria.* Bogotá 1979. pp 12-16.

OCAMPO D., Álvaro. (1995). *La palma africana, recurso estratégico en sistemas integrados de producción tropical.* Maestría en Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios, Universidad Javeriana-IMCA-CIPAV. Villavicencio - Colombia. 260 p.

ROMERO M., María E. y ROMERO M., C. (1988). *Desde el Orinoco hacia el siglo XXI: el hombre, la fauna y su medio.* Fondo FEN, Bogotá.

SALAZAR J. J. TORRES J. y NORES G. (1981). "La tecnología del ganado de carne". *En:* La ganadería de carne en Colombia. Sociedad de Agricultures y Ganaderos del Valle del Cauca y Fondo Ganadero del Valle del Cauca. Bogotá. pp. 35-105.

TEJOS, Rony. (1995). "Limitaciones y perspectivas forrajeras de sabanas inundables". *En:* Manejo y utilización de pastos y forrajes en sistemas de producción animal. Guanare-Venezuela. pp 8-14.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. (1990). *La Macarena, reserva biológica de la humanidad, territorio de conflictos.* Centro de Estudios Sociales, Bogotá. 541 p.

URIBE H., Cristina y ORTIZ V. H., Bernardo. (1993). *Mamíferos del llano. Naturaleza de la Orinoquia.* Primera edición Bogotá. 94 p.

WINOGRAD, Manuel. (1995). *Indicadores ambientales para Latinoamérica y el Caribe: hacia la sustentabilidad en el uso de las tierras.* Gase. Proyecto IICA/GTZ OEA WRI, San José de Costa Rica, 84 p.

Se trataría de aprovechar los procesos naturales
con la paciencia con que algunos insectos trasforman
el suelo de la sabana, y con la urgencia con la que
los chaparros se instalan en sus hormigueros y termiteros.

Foto: Gonzalo Palomino.

Cultivos perennes y semiperennes para la altillanura colombiana[1]

Eric J. Owen[2]

Introducción

Con adecuado manejo de la altillanura orinoquense se pueden adoptar muchos cultivos tropicales semiperennes y perennes. Los dos factores que más influyen en la adaptación y manejo de estos cultivos son el suelo y el clima.

En cuanto a suelos, el factor más importante es la alta toxicidad del aluminio intercambiable y la baja fertilidad. Entre los factores climatológicos, la precipitación mensual es la más importante porque además de influir sobre el cultivo también afecta la humedad relativa, la temperatura y las horas de sol.

1. Contribución al seminario: "El agua recurso estratégico para el desarrollo sostenible en la Orinoquia". Agosto de 1995, Villavicencio, Meta.

2. Ingeniero agrónomo, M.S., Ph.D. Asesor en edafología, nutrición de plantas y cultivos tropica-

Uso y manejo de los suelos

La altillanura (llanura sedimentaria) tiene cinco clases de uso y manejo de suelos (clases IV, V, VI, VII y VIII).

Los suelos de las clases IV son de relieve plano, bien drenados y no sufren encharcamiento; su reacción es fuertemente ácida y su fertilidad es baja y presentan excelentes propiedades físicas con una profundidad efectiva mayor de 1,0 m. Estos suelos no se pueden regar por gravedad: es necesario bombear el agua de fuentes de agua que no se secan en la época seca como lagunas, caños y ríos veraneros o de pozos profundos en los cuales el agua se encuentra relativamente superficial.

Las especies incluidas en la tabla 1 pueden cultivarse en los suelos de clase IV.

Los suelos de la clase V son muy parecidos a los de la clase IV pero tienen mayor pendiente (7%-12%) y menor profundidad efectiva (0,75 m a 1,00 m). Son aptos para los cultivos semiperennes y perennes señalados en la tabla 1, con excepción de los cultivos de palma africana, caña de azúcar y piña, ya que éstos requieren preparación de suelo total (no en franjas), cosa que los hace muy susceptibles a la erosión.

Los suelos de la clase VI son más pobres que los anteriores y por su relieve quebrado (montículos de altura variable separados por suelo plano) y profundidad efectiva variable (0,50 m-1,00 m en la parte plana y 0,00 m - 0,50 m en la parte quebrada) presentan muchos problemas para los cultivos perennes y semiperennes. Se deben dejar en pastos nativos para ganadería extensiva.

Los suelos de la clase VII se deben destinar a la conservación y mantenimiento de las aguas, flora y fauna. En forma *racional* se pueden extraer maderas para el uso de la finca con su respectiva reforestación; las aguas se deben usar como bebederos para la ganadería, para la pesca y el riego. El bosque de galería no se debe destruir para usar sus suelos.

Los suelos de la clase VIII no tienen uso agropecuario por problemas de rocas, pantanos, etcétera.

El clima

Se sabe que la precipitación en la altillanura es monomodal con lluvias entre abril y diciembre y una época seca entre enero y marzo. Caen al año entre 1 500 y 2 500 mm.

Cultivos

Para facilitar el entendimiento del manejo se agrupan los cultivos en la tabla 1, de acuerdo con la necesidad de riego (con riego y sin éste) y las dosis de correctivos.

Tabla 1.
Requerimiento de riego suplementario (época seca) y dosis de enmienda para los cultivos perennes y semiperennes adoptadas a los suelos de las clases de uso y manejo IV y V

Con riego				Sin riego			
	Dosis de enmienda kg/ha.				Dosis de enmienda kg/ha.		
Cultivo	<500	500-1.500	1.500-4.000	Cultivo	<500	500-1.500	1.500-4.000
Marañón	1			Palma africana		2	
Mango			3	Guanábana			3
Cítricos			3	Guayaba	1		
Caucho		2		Borojó**	2		
				Piña*	4		
				Plátano			5
				Maracuyá			5
				Papaya			6
				Caña*			2

* No se recomienda sembrar en la clase V, porque la preparación total del suelo (no franjas) lo hace muy susceptible a la erosión.
**Intercalado con plátano y sombrío permanente.
1. Aplicar en franjas de 1 m a cada lado del árbol (gotera) al inicio y cada otro año.
2. Aplicar al voleo al inicio del cultivo.
3. Aplicar en franjas de 1 m a cada lado del árbol (gotera) al inicio y cada año.
4. Aplicar en franjas a 0,70 m para siembra en surco doble y en triángulo a 0,40 m entre planta.
5. Aplicar en franjas de 1,0 m a cada lado del árbol al inicio.
6. Aplicar en franjas de 2,0 m para la siembra en surco doble y en triángulo a 1,0 m entre planta.

Sin riego

Marañón

El cultivo de marañón no requiere riego, puesto que necesita la época seca para inducir la floración.

Por ser el marañón el cultivo de mejor adaptación a los suelos de las clases IV y V, es conveniente enfatizar algunos aspectos de esta especie.

El marañón criollo llanero evolucionó y se adaptó a los suelos de las clases IV y V. Estos suelos son de muy baja fertilidad por tener *pH* muy fuertemente ácido (0,5) con altos contenidos de aluminio (85% de saturación), bajos en bases (porcentaje de saturación de calcio, magnesio y potasio) y bajos micronutrientes (boro, cinc y cobre).

Lamentablemente, el tamaño de la fruta (nuez) es muy pequeño para la exportación. En cambio el tamaño de la fruta del marañón común brasileño va de medio a grande y es ideal para la exportación. Pero es más exigente en suelos ya que evolucionó en el nordeste brasileño en suelos de texturas gruesas donde la fitotoxicidad del aluminio intercambiable presenta más problemas.

La composición genética de cada árbol de marañón tiene gran variabilidad, y si se propaga por semilla del mejor árbol esto no garantiza una alta producción de su progenie, ya que hay apenas un incremento por hectárea respecto a la hectárea original (de donde provino) en un 5% en la producción.

Para cultivos óptimos (más de 2,5 t/ha. de fruta) se requieren 200 árboles excelentes por hectárea todo idéntico a la madre, de características excelentes. Para obtener esto, es necesario injertar o clonar usando como patrón o portainjerto el material criollo llanero de raíces evolucionado y adaptado a los suelos de las clases IV y V y usar como yema o copa el material común brasileño de alta producción y fruto grande de alto valor comercial. Es la combinación perfecta, porque además de una excelente conjunción patrón-copa (adaptación-producción) el injerto acelera la fructificación, garantiza la

calidad y homogeneidad genética y una alta producción; tiene todas las otras características seleccionadas en las madres (resistencia a plagas y enfermedades) y reduce el tamaño de la copa (árbol). Para injertar es necesario la siembra en bolsas, clonar y posteriormente trasplantar en el campo. Este sistema de propagación no es recomendado por algunos autores. Ellos aconsejan la siembra directa (sin injertar) en el campo, en suelos de texturas gruesas (arenosas) para evitar el atrofiamiento de la raíz pivotante. Para suelos de las clases IV y V en los departamentos del Meta y Vichada de texturas medias (franco, franco-lineoso, franco-arenoso y franco arcilloso), se recomienda sembrar en vivero, injertar y posteriormente trasplantar.

En estos suelos, con el atrofiamiento de la raíz pivotante, el volcamiento es mínimo, los árboles no sufren falta de agua en la época seca y hay muy buena producción. Esto se ha observado en más de 1 000 hectáreas y en un período de más de siete años. En la tabla 2 se reporta el promedio de producción de los cinco mejores árboles seleccionados (sembrados en bolsas y posteriormente trasplantados) de criollo llanero y común brasileño en el C.I. Carimagua.

Tabla 2.
Producción de marañón criollo llanero (patrón) y común brasileño (copa) sembrados y trasplantados en el campo en julio de 1989 en C.I. Carimagua.
(Producción promedio de los cinco mejores árboles)

Años		Criollo llanero 1/			Común brasileño 1/		
Fecha	Edad	No. frutos	g	g/semilla	No. fruto	g	g/semilla
1989	0-1	0,0	0	0,00	0,0	0	0,0
1990	1-2	8,6	33	3,84	0,0	0	0,0
1991	2-3	92,8	357	3,85	0,0	0	0,0
1992	2-3	391,8	1.533	4,04	182,0	1.443	7,96
1993	4-5	601,0	2.424	4,03	367,8	3.197	8,69
1994	5-6	925,6	3.669	3,96	691,4	6.005	8,69
1995	6-7	3.378,0	13.543	4,01	2.663,2	22.772	8,55

1/ Producción promedio de los cinco mejores árboles.
Fuente: Owen, (1995).

En la tabla 2, además de la alta producción, se observa la precocidad promedia de los cinco mejores clones. Estos se sembraron en bolsas, se injertaron y posteriormente se trasplantaron en el campo.

Los datos reportados en las tablas 2 y 3 nos demuestran que la práctica de hacer vivero (atrofiamiento de la raíz pivotante), injertar y trasplantar no es perjudicial sino necesario para el establecimiento de la plantación de alta producción de marañón.

Los investigadores brasileños han tratado de producir variedad que ellos llaman *enano precoz*. El material es precoz pero segrega; la nuez es pequeña a mediana y es de inferior producción que el común brasileño. Para comparar entre materiales véase la tabla 4.

Tabla 3.
Producción de los cinco mejores clones de marañón criollo llanero (patrón) y común brasileño (copa) sembrados en bolsas, injertadas y trasplantadas en noviembre de 1992, en el C.I. Carimagua. (Promedio de los cinco mejores clones)

Fecha	Meses	Criollo llanero 1/			Común brasileño 1/		
		No. frutos	g	g/semilla	No. frutos	g	g//semillas
1993	4	0	0	0,0	0	0	0,0
1994	16	60	250	4,16	3	27	9,0
1995	28	223	1.053	4,72	127	1.168	9,19

1/ Promedio de 80 árboles (5 clones por 4 árboles por 4 replicaciones)
Fuente: Owen (1995).

Mango

Al igual que el marañón, el mango necesita una época seca para inducir a la floración. Por tanto, la época seca es esencial para el cultivo y no requiere riego.

Tabla 4.
Comparación de la producción entre el marañón común brasileño y enano precoz. Producción de nuez de marañón (gramos por árbol)

Edad (año)	Producción de nuez de marañón (gramos por árbol)	
	Común brasileño	Enano precoz
1	0	0
2	0	400
3	360	490
4	910	690
5	1 860	1 220
6	3 100	2 040
7	5 500	4 900
8	8 700	7 800
9	10 000	8 300
10	12 000	10 000
11 y los años siguientes	15 000	12 000
Total en 11 años	57 430	49 840

Fuente: Gouveia (1987).

Cítricos

Con los cítricos el período seco funciona como de invernación en la zona subtropical y regulando la floración al inicio de la época de lluvia y la cosecha al final de la época de lluvia. Con esta regulación se facilita el manejo agronómico y la cosecha.

Caucho

Aunque el caucho es de producción continua, la época seca le sirve para reducir significativamente el problema patológico del hongo *Microcyclus ulei* causante de la enfermedad llamada el

mal suramericano de las hojas, ya que su población se reduce significativamente y hay escape a la enfermedad.

Con riego

El factor limitante para el uso de los suelos de las clases IV y V para cultivos perennes y semiperennes de producción continua (no de temporada) es la época seca. Si no se riega la producción se reduce significativamente o es nula y comienza de nuevo al iniciar las lluvias.

Palma africana

El caso típico es el cultivo de palma africana que en un período seco de tres meses (déficit hídrico entre 300 mm-400 mm) la producción se reduce entre el 22% y el 30%. En lugar de una producción de 23 t/ha. de fruta fresca se producen entre 18,0 t/ha. y 16,0 t/ha. de fruta fresca.

Esta explotación puede ser rentable por la baja inversión que se requiere, ya que las tierras son de mucho menor valor que las convencionales; tienen poca maleza en los primeros años mientras se establece la cobertura y usan menor cantidad de fertilizantes. La palma tiene menor requerimiento nutricional, ya que produce menor cantidad de fruta en un término de nueve meses de cada año. Estas plantaciones deben ser de tamaño mediano para reducir los costos. Se deben construir extractoras estratégicamente localizadas para procesar la fruta de 2 ó más plantaciones.

Para quienes no están interesados en el sistema de baja producción, pueden pensar en el sistema con riego usando fuentes de agua que no se secan en la época seca (lagunas, caños o ríos veraneros) o pozos profundos. Para evitar la pérdida de agua por infiltración y evaporación se debe conducir el agua a los lotes por tubería y aplicarlo por aspersión o goteo.

El sistema de riego es más costoso, pero produce más fruta en los doce meses del año.

Otros cultivos de producción continua

Además de la palma africana, la reducción de la producción causado por la época seca afecta a: guanábana, guayaba, borojó, plátano, maracuyá, papa y caña de azúcar. Por tanto, es necesario el riego para su sobrevivencia y producción continua.

Piña

La piña requiere riego para cosechar la fruta entre marzo y mayo cuando no hay producción en el resto del país. Así se tiene un precio muy alto y no compite con las otras regiones cultivadoras de esta fruta.

Cultivos intercalados

Intercalados entre los cultivos perennes (marañón, mango, cítricos, caucho, guanábana y guayaba) por un período hasta de 2 a 3, años se pueden sembrar los cultivos anuales usando las variedades tolerantes al aluminio intercambiable de arroz secano, maíz, sorgo, soya y maní para posteriormente sembrar una cobertura de una leguminosa rastrera como el *Arachis pintol* previamente incubada con bacterias nutrificantes.

Cultivos nuevos que merecen estudio

Especies que se adoptan a la altillanura que merece estudio por ser promisorio para la agroindustria y su explotación son: achiote (*Bixa orellana L.*), sarrapia (*Coumarouna odorta Auvl*), jagua o carruto (*Genipa americana L.*) y merecure (*Licania pyryfolia*).

Referencias bibliográficas

GOUVEIA, E. (1987). *Cultivos o cajueiro*. Relativo de asesoría a Proexpo.

OHLER, J. CASHEW. G. (1979). Departament of Agricultural Reseach. *Comunication 71*. Koninhlyh Institut Veer de Trepen.

OWEN, E.J. y SÁNCHEZ. L. F. (1979). *Usos y manejo de los suelos de la parte plana del departamento del Meta*. ICA. Boletín Técnico No. 67 1-57 pp Bogotá.

OWEN, E.J. (1984). *Generalidades sobre la explotación agropecuaria de la comisaría del Vichada*. ICA. Bogotá. pp. 1-29.

———. (1995). *Resultados de la investigación en marañón (Anarcadium occidentale L.) y otros frutales tropicales en la altillanura bien drenada*. C.I. Carimagua.

A nosotros los indios no nos ha concedido Dios el entendimiento de los blancos para granjear haciendas, pero nos ha dado otra hacienda que son las dantas y los monos, venados, aves y peces que flechamos y con ellos mantenemos nuestra vida.

Uno de los achaguas, al padre Juan Rivero, siglo XVII, Noticias de bárbaras costumbres, Llanos del Casanare.

Foto: Elcy Corrales.

La intolerancia cultural, un obstáculo para la construcción de desarrollo sostenible en la Orinoquia

María Fernanda Jaramillo[1]

Indudablemente la Orinoquia ha sido un territorio de dinámico intercambio cultural, conflictos interétnicos y flujos migratorios, incluso desde mucho tiempo antes de la llegada de los conquistadores europeos (españoles y alemanes). Romero (1989) hace referencia a los testimonios arqueológicos y etnohistóricos que afirman la existencia de rutas migratorias de norte a sur, de la costa Caribe al Amazonas, del Caribe a la cordillera y viceversa. Relaciones comerciales, guerras, cacerías de esclavos, relaciones de parentesco, ponían en contacto a los grupos agricultores que habían desarrollado sistemas de cultivo de conucos en las matas de monte de sabanas y vegas de los grandes ríos y de los caños, con los cazadores y recolectores nómadas que recorrían grandes territorios siguiendo el ritmo de la estacionalidad a lo largo de los meses, de los años. Estos grupos quizá fueron tan numerosos como lo expresa el padre Juan Rivero en su crónica: "Las innumerables naciones y gentío que, como arenas, poblaban las riberas de los

[1] Antropóloga. Fundación FES. La Planada.

ríos, y como los astros las serranías y montañas de esta dilatada provincia...".

Romero (1989: p.142) define "...la Orinoquia colombiana como una sociedad de colonización, entendiendo por esto el proceso continuo de ocupación por parte de distintos segmentos de población y la presencia de corrientes migratorias a todo lo largo de su historia... la región ha sido poblada por diferentes grupos étnico-culturales, con diferentes orientaciones económicas y culturales. Esta continuidad en las corrientes migratorias hacia y dentro de la región ha dado como resultado una sociedad dinámica compuesta hoy por distintos y, a la vez, complementarios y antagónicos grupos sociales".

Una primera mirada, desprevenida, hacia el inmenso territorio de la Orinoquia colombiana nos da la impresión de enfrentarnos con una región que, por excelencia, reflejara nuestra condición de país *pluriétnico y multicultural*, de convivencia simbiótica, amalgama de culturas y grupos humanos expresando su diversidad en un entorno natural que tras una aparente uniformidad de paisaje esconde una asombrosa diversidad de formas de vida y ecosistemas sujetos por el ritmo de las lluvias y la sequía a una marcada estacionalidad a lo largo del año.

Una mirada más detenida nos descubre la vigencia de un fenómeno de verdadera intolerancia a la diversidad cultural, especialmente de los llaneros y colonos mestizos hacia la diversidad, diferencia expresada por uno de los grupos humanos que ha sido habitante de la región desde tiempo remoto: los indígenas.

Varios autores, conocedores de la Orinoquia actual y de su historia, hacen referencia a este hecho:

"La colonización ganadera y agrícola proveniente del interior del país se apropió de amplios terrenos en el piedemonte y sabanas del Meta, entrando en choques continuos con los grupos indígenas... Los conflictos que se presentaron entre la población blanca colonizadora y los habitantes indígenas continuaron a medida que estos grupos eran diezmados por las enfermedades o se evadían de las misiones y reducciones, o se mezclaban con la

población blanca; y cuando se sintieron acorralados por los blancos dedicados a la agricultura y la ganadería, los conflictos se manifestaban en ataques masivos en los cuales los indígenas daban muerte a los blancos de los hatos, para entrar en ellos a robar comida, sal, panela y cuando los blancos salían en partidas de cazas a *guahibiar*, costumbre ampliamente difundida aun en los años recientes e los Llanos.

Los grupos indígenas, habitantes ancestrales de los bosques y vegas del piedemonte y de las sabanas, han sido desplazados de sus antiguos territorios. La historia que hemos visto hasta acá es sólo un relato continuo de aniquilamiento y matanzas entre blancos e indígenas. Durante el útlimo siglo esta situación ha sido especialmente angustiosa para los indígenas debido a la conquista y apropiación de recursos de la naturaleza: sabanas y bosques" (Romero, M. E. y Romero C. *Op. cit.* pp 121 y 144).

Las autorías añaden a renglón seguido: "*Hoy, que se sepa, no se dan como en años anteriores las matanzas y guahibiadas contra los grupos indígenas*". Quizá tengan razón en cuanto a las matanzas y *guahibiadas* como hechos físicos. Pero la afirmación no parece ser tan cierta en otra dimensión. Aunque el llanero criollo de sabana adentro parece mirar con cierto deje de desprecio a todo aquel que se aleje de la forma de vida construida alrededor del hato, del fundo y del manejo del ganado, "por ejemplo al veguero", al pescador, al llanero de *pata de cerro* (del piedemonte), al del Casanare, al del Meta, etc. El mundo para él, finalmente se divide en dos: los "racionales"(dentro de los que están, por supuesto él mismo, los de "arriba" la gente del interior del país, de la cordillera, los otros llaneros, los colonos, los vegueros, los pescadores...), y los *irracionales*, que es un sinónimo de *indígenas*.

Si hay algo que sorprende e impresiona al viajero por estas tierras es la violencia y el desprecio expresados en el discurso de los *llaneros criollos* de sabana adentro, al referirse a los indígenas como *plagas*, *irracionales*; "ni indio es gente ni burro es bestia".

Si actualmente los controles sociales y jurídicos no permiten que se den las matanzas y guahibiadas contra los indígenas, es evidente que la base ideológica para que se produzcan tiene

absoluta vigencia. Es fácil suponer, pero no alcanzamos a constatarlo durante esta visita, que una actitud similar se da de los indígenas hacia los llaneros.

No queremos decir con esto que los conflictos interétnicos y la intolerancia cultural sean patrimonio exclusivo de la Orinoquia. Infortunamente, ambos fenómenos, acompañados a menudo de expresiones violentas, ocurren en diversas regiones del país. Lo que deseamos resaltar es que, en la construcción de un desarrollo sostenible, la Orinoquia, así como cada una de las regiones de este país incorporan la dimensión de la diversidad cultural como uno de los principios básicos; pero que la incorporación de este principio, que aparece explícito en el discurso, encuentra en la cotidianidad obstáculos muy concretos. Desde el reino de lo simbólico, las culturas construyen continuamente representaciones de *los otros*, *los diferentes*, *ellos* que, según intereses y motivaciones de diversa índole, los vuelven excluyentes, complementarios, tolerables, intolerables con respecto al *nosotros*.

La Comisión de Ciencia y Tecnología de la Orinoquia hace un atinado llamado en torno a la valoración del conocimiento popular, y específicamente de los aportes indígenas a los sistemas sostenibles de producción (Colciencias, pp. 8, 10, 65), y varios autores hacen anotaciones respecto al mismo asunto en términos que no dejan duda: "El migrante blanco necesariamente debería comprender y valorar estas costumbres indígenas si quiere sobrevivir en el medio... El migrante que viene hoy a buscar fortuna o el que venga en el futuro como parte de un proyecto de asentamiento, no va a entender fácilmente la existencia de resguardos y reservas *tan extensos* para tan pocos indígenas, puesto que desconoce que los indígenas necesitan tanto territorio porque los recursos de subsistencia y alimentación, así como *la tierra buena* son muy escasos" (Romero; 1989: p. 146).

Llamados como éstos encuentran fuertes obstáculos para hacerse realidad, según lo percibimos claramente durante un corto recorrido y permanencia en algunos puntos de la cuenca del río Meta, entre Puerto López (Meta) y La Hermosa (Casanare). No sólo hay agresión en el lenguaje para referirse a los indígenas,

como ya lo anotábamos arriba, sino que hay una negación explícita por parte de pobladores mestizos del aporte de los indígenas en cuanto al manejo y aprehensión de los recursos naturales que ofrecen vegas, sabanas y matas de monte; a pesar de que es claro que ciertas formas de agricultura de vega y los conucos de mata de monte que desarrollan algunos pobladores mestizos, así como las variedades de yuca, ají y otras plantas que allí ocurren son *invención* indígena de varios milenios atrás, esto o se desconoce o se niega.

La comunidad de Yopalito, en el resguardo, es uno de los muchos asentamientos recientes (ésta tiene alrededor de 70 años, según cuentan sus actuales pobladores).

Por la sedentarización forzosa se han visto abocados quienes antiguamente fueran cazadores recolectores (y sólo en mínima medida cultivadores de yuca en matas de monte), manejadores de extensos territorios y de una oferta ambiental amplia y diversa.

Los grupos cazadores recolectores (como los sikuani) ofrecieron resistencia al proceso de conquista y colonización de sus territorios ancestrales, pero finalmente tuvieron y tienen que *compartir* sabanas, vegas y monte con los llaneros criollos, los colonos de diversas partes del país, los dueños de extensísimos hatos, y recientemente, con las narcohaciendas ganaderas.

Sus territorios fueron ofrecidos como *baldíos* para la colonización desde el siglo XVII, por la Real Comisión de Límites en esa misma época, en una estrategia de colonización que consistía en traer los vagos y desocupados de Tunja, Santa Fe y otras fundaciones del interior del país y radicarlos en el *vasto y deshabitado* territorio de los Llanos de San Martín y Casanare. La oferta continuó en el presente siglo: el presidente Alfonso López Pumarejo hablando de la carretera a Puerto Carreño, decía: "El gobierno construirá aeropuertos y establecerá correos con los puntos principales sobre el camino, para facilitar la emigración de agricultores y pastores que quisieran asegurarse un porvenir vinculando *su esfuerzo a la región baldía...*" (Romero, 1989: p. 172). Y es conocida la frase con la que se promocionó la migración de campesinos del interior del país hacia los Llanos Orientales para

desfogar un poco la convulsionada región andina tras la violencia: "El Llano: tierra sin hombres para hombres sin tierra". Y mucho más recientemente, Belisario Betancur y su soñada Marandúa, y las investigaciones y búsquedas de alternativas productivas "para abrir por fin la Orinoquia al desarrollo".

Según datos demográficos tomados por Romero (1992) del Incora, respecto a los grupos indígenas de la Orinoquia, actualmente hay "una población total de 5.720 familias con 30.060 individuos, correspondiéndoles un total de 3.177.220 hectáreas de resguardos y reservas. Estos datos no incluyen la población que habita en comunidades por fuera de reservas y resguardos".

Desde hace más de 20 años existe una organización indígena, Unuma (Asociación Indígena Sikuani), cuya área de influencia actual es el departamento del Meta (8 resguardos y 1 reserva); hace varios años cubría además Vichada y Casanare. Unuma realiza esfuerzos por reconstituir los procesos de identidad cultural haciendo énfasis en los programa de etnoeducación; además trabaja en la legalización y ampliación de los resguardos, y en proyectos productivos que buscan alternativas frente a la *nueva* situación territorial y de sedentarización de las comunidades.

Llama la atención que en la asignación de tierras para los resguardos (al menos en el caso del Meta), no se considere a las comunidades indígenas con los parámetros de la UAF (Unidad Agrícola Familiar) que se aplica a los *colonos mestizos* de la altillanura: UAF de 500 ha. Tomemos el ejemplo del resguardo sikuani de Guacoyo; fue asignado a 5 comunidades, un total de 80 familias. La extensión del resguardo es de 8 000 hectáreas; esto significa que a cada familia correspondería 100 hectáreas. Cerca del 80% del resguardo son tierra de sabanas; el 20% restante está representado en tierras de vega del río Meta y en matas de monte (áreas realmente productivas; que ofrecen *buena tierra* para los sistemas productivos que han desarrollado estas comunidades).

Esta situación ha implicado sobreexplotación de los recursos del territorio, agotamiento de las áreas de cultivo (los conucos de mata de monte, se dejaban *descansar* anteriormente hasta siete años; hoy día, por la poca disponibilidad de tierra, hay que volver

al mismo conuco casi cada año; algunos, incluso se están convirtiendo en espacios productivos permanentes, al incorporarles chontaduro, coco, frutales y algunas comunidades del resguardo). Todo este proceso de cambio en el patrón de asentamiento, en los sistemas productivos, en la organización interna de las comunidades, ha estado acompañado de cambios en los valores, en las expectativas de vida, en el deseo de acceder a bienes que ofrece el mercado.

En estas circunstancias no debe extrañar que las instituciones que trabajan en la zona pública y privada se conviertan para las comunidades indígenas en recursos disponibles para la supervivencia, en parte de la oferta ambiental. No es del todo claro que las instituciones comprendan el proceso histórico de las comunidades, ni que éstas hayan hecho un análisis de su situación y se estén planteando posiciones conscientes al respecto. Son evidentes las actitudes paternalistas, asistencialistas y *clientelistas* de ambos (comunidades e instituciones); las intervenciones que con buenas intenciones pretenden hacer que los indígenas *vivan decentemente, como blancos*, hay una serie de actitudes por parte de los indígenas que molestan a las instituciones y que desde su perspectiva están afectando las relaciones en el trabajo que se requiere adelantar. Notamos, entonces, que también desde y hacia las instituciones se generan actitudes de intolerancia.

Cuando estamos hablando de construcción de desarrollo sostenible a partir de contenidos concretos, la intolerancia frente a las diferentes culturas, así como la que tiene su origen en las divergencias políticas o de intereses económicos se traduce, entre otras cosas, en pérdida de opciones, de oportunidades.

Uno pensaría y desearía que en la Orinoquia hubiera cabida para todos los que ya están: tanto llaneros como indígenas, ambos en toda su diversidad interna, empresarios, vegueros, buscadores de la sostenibilidad... pero lo que la Orinoquia parece decirnos es que sólo aquellos que saben *leer* sus ciclos y sus ritmos, sus espacios, sus ofertas y sus demandas, y ajustan a ellos su lógica económica y social, podrán garantizar que la Orino-

quia no sea sólo presente. Sin embargo, la única construcción posible es a partir de lo que puedan enseñar y mostrar todos los grupos humanos que la habitan. Sin exclusiones.

Referencia bibliográfica

MISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA ORINOQUIA. SECRETARÍA TÉCNICA DE LA ORINOQUIA. (1994). *Resumen ejecutivo*. Colciencias. Villavicencio. Febrero.

RIVERO, Juan. *Noticias de bárbaras costumbres, vistas y conocidas en los Llanos del Casanare*. (ficha incompleta).

ROMERO, Ma. Eugenia, ROMERO, Claudia. (1989). *Desde el Orinoco hacia el siglo XXI: el hombre, la fauna y su medio*. Fondo FEN. Bogotá.

ROMERO, Ma. Eugenia. (1992). *Los indígenas de los Llanos Orientales y sus relaciones con la sociedad nacional*.

Maestros y estudiantes participantes de la Maestría en Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios.

Foto: Elcy Corrales.

Conclusiones

Enrique Murgueitio R.[1]
Claudia Durana R.[2]
Elcy Corrales R.[3]

Algunas alternativas de investigación para la Orinoquia

El análisis de algunas alternativas para el desarrollo sostenible de la Orinoquia colombiana y del trabajo de campo colectivo realizado desde el piedemonte de la cordillera Oriental, por el río Meta, hasta las sabanas inundables en el Casanare, cuya memoria es este documento, nos indica que es necesario reflexionar sobre el alcance de los conocimientos disponibles sobre la región (científicos y empíricos), que sirvan para la toma de decisiones en las distintas escalas de actuación.

Además de los análisis económicos y sociopolíticos en la Orinoquia, es necesario, cada vez con mayor urgencia, pensar va-

1. Médico veterinario y zootecnista. Miembro del equipo básico de la Maestría en Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios.
2. Economista. Miembro del equipo básico de la Maestría en Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios.
3. Socióloga. Miembro del equipo básico de la maestría en Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios.

rias veces sobre las implicaciones ambientales y culturales de temas tan importantes como proyectos viales, trasporte fluvial, explotación de petróleo y gas, crecimiento urbano, desarrollo rural y cambios tecnológicos en los sistemas agropecuarios.

Una evaluación juiciosa del ejercicio docente de la Maestría (profesores y estudiantes) que consultó expertos de categoría nacional e internacional, leyó centenares de páginas de documentos de muchos temas, viajó por río y tierra, tomó datos propios, interactuó con productores empresariales agroindustriales, ganaderos, indígenas, vegueros, pescadores, empleados, investigadores locales, folcloristas y asistentes técnicos entre otros, nos permite hacer las siguientes observaciones:

1. Como ningún otro elemento, como ningún otro recurso, el agua conecta los sistemas naturales de la Orinoquia, los comunica, interrelaciona y trasforma. A través del agua y su ciclo regional es posible comprender que los procesos geológicos, edáficos y bioclimáticos de la cordillera Oriental con sus páramos, bosques de niebla y bosques muy húmedos montanos y premontanos, tienen relación con las sabanas inundables, los bosques de galería o la altillanura, sistemas todos localizados a más de un centenar de kilómetros en la ruta hacia el río Orinoco.

   De igual manera, en la cordillera o en la serranía de la Macarena, la diversidad biológica no sería tan grande ni los efectos de trasformación natural del paisaje serían tan dinámicos sin los aportes del agua precipitada, procedente de la evaporación de un gran sistema hidrográfico (ríos, caños, humedales y sabanas) extendido en varios miles de kilómetros cuadrados hacia el este.

2. El agua, como ningún otro recurso, ha sido utilizado en la región por la sociedad para tantas finalidades, con tanta intensidad y tanto descuido. Agua que genera energía eléctrica para el sistema nacional, agua de consumo para una población en crecimiento desmesurado debido a grandes flujos migratorios, agua como soporte principal de la floreciente agroindustria arrocera, agua para la ganadería y la

agroindustria de la palma aceitera, trasporte fluvial internacional, regional y local, agua para la exploración y explotación de hidrocarburos, agua necesaria para la piscicultura, pesca, caza y zoocría, agua vital para construir una cultura llanera diversa y diferente.

3. A pesar de tener tanta importancia, a pesar de ser tan estratégica para los sistemas naturales y las actividades humanas, quizá por su abundancia, el agua no ha sido suficientemente valorada en la región y la posibilidad para mantener en el mediano y largo plazo su contribución positiva, está cuestionada severamente por el trato que recibe en la actualidad en todos los sectores de la sociedad, entre los que se destacan los procesos de deforestación de las zonas altas, alteración total de cuencas reguladoras por obras de ingeniería (carreteras, centrales hidroeléctricas, trasvase de cuencas), contaminación orgánica con excretas de seres humanos y animales domésticos, contaminación química doméstica e industrial, contaminación agroquímica, contaminación petrolera, contaminación realizada por el trasporte aéreo, terrestre y fluvial.

4. Los esfuerzos de generación de conocimientos a través de la investigación sobre el agua y sus interrelaciones en la región son escasos, desarticulados y con mínimas posibilidades de influir sobre las decisiones más urgentes que afectan una visión de desarrollo sostenible para la Orinoquia.

5. Con la modesta infraestructura e inversión científica que existe en la actualidad no es posible atender como se merece el desafío para interpretar a la naturaleza regional, con el agua como elemento dinamizador de la misma, y los cambios que deben realizarse con urgencia en las intervenciones humanas a todo nivel. Urge un trabajo rápido y decidido para replantear las prioridades regionales, que reoriente una inversión pública y privada cada vez mayor, de tal manera que la región le apueste con vigor a la formación de una cultura del agua en todas las instancias de la sociedad.

Relación entre los sistemas naturales y los sistemas de producción agropecuaria de la Orinoquia: propuestas para priorizar las investigaciones sobre el agua

En general, hasta la fecha, las investigaciones básicas y aplicadas que se han realizado sobre componentes de los ecosistemas naturales de los Llanos Orientales (incluyendo la cordillera Oriental y la serranía de la Macarena), y las que con mayor intensidad se han realizado sobre aspectos que inciden sobre los sistemas de producción agropecuaria, han estado desarticuladas e incomunicadas. Se ha perdido mucho tiempo valioso al no utilizar el potencial sinérgico que pueden tener las diferentes disciplinas y los distintos enfoques metodológicos.

Existen investigaciones puntuales, incompletas y dispersas en muchas instituciones nacionales y extranjeras sobre climatología, geología, geomorfología, inventarios de flora y de fauna, composición botánica de bosques y sabanas, ecología de los mismos, historia natural de algunos animales, estudios limnológicos y otros temas de gran importancia. La recuperación sistemática de estos trabajos y la reinterpretación de los mismos a la luz de una visión más holística podría ayudar a tener una mejor aproximación al funcionamiento de los diversos ecosistemas de la Orinoquia. Al mismo tiempo, evidenciar sus potenciales productivos/extractivos así como su fragilidad.

Por otra parte, los numerosos trabajos en suelos, adaptación y mejoramiento genético de especies y variedades de plantas y animales domésticos, necesidades específicas de nutrición y agua de algunos cultivos y explotaciones pecuarias, sumados a los argumentos económicos y sociales que han promovido el desarrollo regional, podrían facilitar un análisis más claro de la evolución y futuro de los sistemas de producción.

Pero estas dos grandes fuentes temáticas de información son insuficientes si no se integran y traslapan con las investigaciones

arqueológicas, históricas, antropológicas, políticas, energéticas y ambientales que también existen en forma dispersa.

Un buen principio para iniciar este proceso es iniciar el estudio de las relaciones que existen entre los sistemas agropecuarios y los sistemas naturales, ya que, en buena medida en la Orinoquia, es evidente que la sostenibilidad de los primeros dependen del estado y funcionalidad de los segundos. También es cada vez más importante considerar los impactos positivos y negativos que sobre los naturales hacen los sistemas productivos (mayores los negativos, infortunadamente).

Durante el trabajo de campo, dadas las características y disciplinas académicas del grupo de la Maestría en Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios y sus acompañantes regionales, con mayores afinidades al trabajo socioeconómico y técnico-productivo que al biofísico y ecológico, las reflexiones sobre las necesidades de conocimiento se hacen más desde los sistemas de producción hacia los ecosistemas naturales. Ojalá grupos interdisciplinarios con características complementarias pudieran hacer reflexiones en la vía opuesta.

La coherencia del ejercicio lo da la posibilidad de utilizar el agua como elemento que integra y relaciona los diversos ecosistemas de la Orinoquia (con énfasis en la cuenca media del río Meta) con los distintos sistemas de producción y de éstos entre sí.

Es necesario recordar que el agua de escorrentía fluye en un ciclo principal desde la zona de los grandes páramos de la vertiente oriental de la cordillera Oriental, a través del eje montañoso que sirve de barrera física para que se precipite una enorme cantidad de agua evaporada y trasportada por los vientos a partir del océano Atlántico, los ríos, sabanas inundadas y humedales, así como de la evapotraspiración de la vegetación de la dos grandes cuencas continentales: del Orinoco y del Amazonas.

Pese a la vegetación boscosa de la cordillera, las altas precipitaciones y las pendientes extremas de las montañas determinan una erosión constante del suelo orgánico y de las siguientes capas de rocas, las cuales siguiendo el eje de los ríos se van depositando

en las terrazas del piedemonte. Muchas partículas en forma de sedimentos suspendidos son llevadas de río en río, de vega en vega, hasta el destino final en el océano Atlántico.

Así, el agua trasformada en vapor por el sol y las plantas de llano y selva adentro, regresa de las montañas cargada de nutrientes orgánicos y minerales. La composición, cantidad y disponibilidad de los mismos determina la diferencia de los suelos en las vegas y éstos, a su vez, contribuyen en forma decisiva a la composición y estructura de la vegetación, la cual genera opciones de vida para muchas especies animales, en especial la relacionada con el agua.

Un ciclo menor se genera en las antiguas formaciones de las serranías, donde el agua drena a través de una vegetación menos compleja y unos suelos más antiguos y lavados, es de un tipo diferente, menos rica en nutrientes y sedimentos. Una red de caños y ríos, cuyas aguas oligotróficas de características fisicoquímicas y biológicas diferentes, hacen una contribuición importante a la diversidad ecosistémica, a la biodiversidad y al mismo tiempo marcan severas limitaciones y fragilidades a los sistemas de producción.

Pero el agua en el Llano es más que vehículo de nutrientes, minerales y cargas eléctricas. Es también un gran diseminador de semillas y propágulos de plantas de muchos grupos botánicos, caldo de propagación de bacterias y hongos, sustrato vital del fito y zooplancton y de toda una gran cadena de animales acuáticos, anfibios y aéreos.

Todo sujeto a dos grandes variaciones estacionales durante el año. La abundancia y escasez de agua determina los ciclos vitales de muchas especies, de muchas comunidades, de buena parte del funcionamiento de los ecosistemas.

Desde los primeros habitantes del Llano, los sistemas de producción de la Orinoquia han obedecido en mayor o menor medida a las oportunidades y limitaciones biofísicas de los ecosistemas. El conuco, los distintos huertos habitacionales y las formas extractivas del río, el bosque y la sabana de los indígenas que

persisten con modificaciones en la actualidad están ligados en forma integral a los cambios estacionales y al agua que lleva y que trae, que da y puede quitar la vida.

Las actividades de río y huerto poliestratificado del veguero mestizo son otra muestra de las culturas fluviales del continente americano y su dependencia con el agua y sus flujos es casi total.

El sistema ganadero extensivo, clave para el control del territorio y del poder desde épocas coloniales, con sus distintas categorías y grados de inserción a la economía, es determinado en forma distinta según sea altillanura, sabana inundable, vega o piedemonte, por el agua: cantidad y calidad de forrajes según la estación, bebida, trasporte y riesgo de pérdida.

La agroindustria arrocera, de gran expansión en los últimos tres decenios en el Llano, se debe a la abundancia de ríos, vegas y lugares de inudación, no tanto a los suelos si se compara con otras regiones del país. Los intentos fallidos en la Orinoquia con casi todos los demás cereales e incluso otros cultivos nativos o introducidos, demuestra nuevamente el papel catalítico del agua en la región.

Otros sistemas exitosos como los cultivos de palma africana en el piedemonte o potenciales (caucho, pino caribe, marañón) también dependen en buena medida de la cantidad de agua en el ambiente, bien sea por precipitación, escorrentía, nivel freático, drenaje natural o humedad ambiental.

Pero lo que debemos avanzar es en la priorización de estrategias y esfuerzos de investigación que cualifiquen y cuantifiquen las interrelaciones que los sistemas, a través del agua (directa e indirectamente), tienen y generan entre sí y con los sistemas naturales.

En este sentido, las ventajas comparativas regionales de la producción de arroz se desdibujan al detallarse el uso derrochador del recurso hídrico y lo que es peor la contaminación agroquímica, que se realiza en unos extremos de irresponsabilidad con la salud humana y la de muchas otras formas de vida ligadas al agua. El

vuelo frecuente de las avionetas aplicando insecticidas, fungicidas y herbicidas sobre inmensas láminas de agua adyacentes al río Meta, es uno de los peores ejemplos que se pueden tener de una agricultura sin respeto por la naturaleza.

Otro ejemplo elocuente de la falta de una cultura de uso sabio del agua es el trasporte fluvial del ganado bovino. Un medio de trasporte masivo que por su lógica es más racional y económico que el trasporte terrestre debido a las grandes distancias y estado de las vías en la región. Sin embargo, las excrètas de miles de animales encerrados en los planchones ganaderos, una fuente valiosa de materia orgánica para suelos cada vez más pobres en la misma, se lava y cae al río contaminándolo.

Sistemas estratégicos para la seguridad alimentaria y la paz regional como son la pesca y la agricultura de vegueros, o que podrían cumplir un papel importante en el futuro como la acuacultura, el manejo de fauna silvestre y el ecoturismo se ven afectados por la mala relación con el agua de arroceros y ganaderos. ¿Cómo y en qué forma es este impacto? ¿Cúales deben ser las soluciones para minimizar los daños sin afectar en forma letal a las actividades que tienen importancia regional? Estas son preguntas claves que la investigación debería responder en forma prioritaria.

En la tablas 1 y 2 se resumen en una matriz los principales temas que precisan aportes de la investigación en los sistemas de producción agropecuaria y su relación a través del agua con los ecosistemas. En las tablas se establecen unos niveles de prioridad de las investigaciones dada la importancia del tema, el impacto actual detectado y los conocimientos disponibles.

Los temas que se identificaron como necesidades de investigación están basados en las observaciones que se hicieron desde la perspectiva del agua como conector de ecosistemas y sistemas productivos en la Orinoquia. Dadas estas relaciones, las propuestas de investigación se dirigen, por una parte, a profundizar en estudios sobre estos efectos, a proponer soluciones a las consecuencias negativas de las actividades productivas sobre el medio natural y a potencializar las relaciones positivas entre ellas que se han venido dando a

Tabla 1.
Prioridades de investigación para los sistemas naturales

Sistemas naturales	Dinámicas de sucesión vegetal en condiciones de disturbio antrópico	Especies indicadoras del estado del ecosistema ligadas al agua	Disminución de plantas estratégicas para la fauna terrestre y acuática (por ejemplo, palmas)	Productos potenciales subutilizados	Matodología para monitorear los flujos y la calidad de las aguas
Ríos (principales, afluentes, caños grandes)	*	***		**	***
Vegas inundables (bosques ripiarios, vegas)	***	**	**	**	*
Caños pequeños, cursos de agua, morichales	**	***	**	***	***
Matas de monte y bosques de galería	**	**	***	***	*
Sabana inundable	*	**	*	**	**
Altillanura	*	*	*		

* Menos prioritario. ** Medianamente prioritario. *** Más prioritario

través de la historia, basados en el conocimiento y el manejo tradicional de los ecosistemas de la Orinoquia (*véase* tabla 2).

Por otro lado, se presentan temas de investigación dirigidos al conocimiento biofísico de los ecosistemas que sirva como base para un manejo del entorno que lleve al desarrollo sostenible de la región.

Finalmente, ratificamos nuestra apreciación que en la Orinoquia el trabajo de generación de conocimiento debe obedecer a los principios de interdisciplinariedad y diálogo de saberes entre investigadores y todo tipo de interlocutores locales, cuyo conocimiento empírico, amplio o restringido, es digno de ser comprendido y explicado.

El agua facilita un proceso así, porque en el Llano es la que mejor interpreta el arpa de la vida.

Tabla 2.

Algunas posibilidades de investigación

Sistemas de producción		Reducción de contaminación agroquímica	Racionalización de labranza y prácticas de cultivo de cosecha	Racionalización del uso de agua	Efectos locales y regionales de las quemas. Racionalización de las quemas	Ciclaje natural de nutrientes y cambios por las actividades productivas	Composición, dinámica y utilización de la vegetación rastrera, arbustiva y arbórea	La materia orgánica y los distintos aportes de insectos sociales (termitas y hormigas) en el suelo
Arroz	- Vega	***	*	**	*	***	***	**
	- Sabana	***	***	*	*	***	*	**
	- Piedemonte	***	***		*	***	**	*
Ganadería	- En sabana natural				***	**	***	***
	- Con pastos introducidos (monocultivo)	*	*		*	***	***	***
Otra agricultura	- Huertos habitacionales (yuca, caña, topocho, frutales) del fundo, conuco indígena, veguero				*	**	***	**
Cultivos industriales	- Palma africana	*				**	*	*
	- Pino	*	*			**	**	*
	- Marañón	*				**	**	*
Acuacultura		*		*		***	**	*
Pesca		*				**	***	*
Cerdos	- En sistema tradicional					**	**	**
Caza								
Zoocría				*		*,*	*	

* Menos prioritario. ** Medianamente prioritario. *** Más prioritario.

Efectos de los sistemas de producción sobre los sistemas naturales en la Orinoquia

Sistemas de producción		Ríos (principales, afluentes, caños grandes)	Vegas inundables (bosques riparios, vegas)	Caños pequeños, cursos de agua, morichales	Matas de monte y bosques de galería	Sabana inundable	Altillanura
Arroz	Vega, sabana, piedemonte	Sedimentación, residuos agroquímicos; se afectan cadenas tróficas, diversidad biológica y productividad primaria y secundaria	Sedimentación, residuos agroquímicos; se afectan cadenas tróficas, diversidad biológica y productividad primaria y secundaria	Sedimentación, residuos agroquímicos; se afectan cadenas tróficas, diversidad biológica y productividad primaria y secundaria	Disminución de área y calidad de los bosques	Sedimentación, residuos agroquímicos; se afectan cadenas tróficas, diversidad biológica y productividad primaria y secundaria; puede haber intoxicación de ganado y equinos	Sedimentación, residuos agroquímicos; afectan cadenas tróficas, diversidad biológica y productividad primaria y secundaria; puede haber intoxicación de ganado y equinos (cuando se combina arroz-braquiaria)
Otra agricultura	Huertos habitacionales (yuca, caña, topocho, frutales) del fundo, conuco indígena, veguero	Aparente equilibrio	Manejo rotacional tradicional en equilibrio, manejo de diversidad de especies. Disminución de áreas de bosque	Aparente equilibrio	Manejo rotacional tradicional en equilibrio. Disminución de áreas de bosque		
	Cultivos industriales (palma africana, pino, marañón)	Contaminación de afluentes por procesamiento de aceite de palma. Aumento DBO, baja *pH*, lo que lleva a un efecto negativo sobre las cadenas tróficas y la productividad primaria y secundaria	Manejo rotacional tradicional en equilibrio. Disminución de áreas de bosque		Podría amortiguar efecto por quemas en los bordes		Incipiente
Pesca		Ruptura del equilibrio por excesos de extracción y por técnicas inadecuadas		Reducción de peces ornamentales por exceso de extracción			
Zoocría		Afecta poblaciones cuando inicia el sistema por capturas y pérdidas (caimanes, babillas)					

(Continúa)

Continuación del cuadro anterior.

Efectos de los sistemas de producción sobre los sistemas naturales en la Orinoquia

Sistemas de producción		Ríos (principales, afluentes, caños grandes)	Vegas inundables (bosques ripiarios, vegas)	Caños pequeños, cursos de agua, morichales	Matas de monte y bosques de galería	Sabana inundable	Altillanura
Ganadería	En sabana natural	Por el trasporte de ganado por el río, el estiércol puede producir contaminación orgánica	Subutilización de los actuales complejos ganaderos	Moderado daño a la oferta de agua para el ganado		En condiciones tradicionales aparente equilibrio. Quemas	Cambio en el patrón de quemas está afectando el aparente equilibrio
	Con pastos introducidos (monocultivos)	Por el transporte de ganado por el río, el estiércol puede producir contaminación orgánica	Disminución de áreas de bosque, desecación de humedales	Mayor daño cuando hay gran monocultivo de braquiaria	Demanda de madera para corrales y cercas	Disminución de las quemas tradicionales que afectan el equilibrio del ecosistema	Disminución de quemas. Puede haber problemas de erosión, efecto negativo sobre el ciclo de nutrientes, plagas (mion, langosta). Las áreas pequeñas no afectan el equilibrio
Acuacultura		Introducción de sp. exóticas (tilapia) que compiten con ictiofauna nativa. Contaminación orgánica por alimentos y densidad de peces.		Introducción de sp. exóticas (tilapia) que compiten con ictiofauna nativa. Contaminación orgánica por alimentos y densidad de peces.			
Cerdos	En sistema tradicional		Dispersión de semillas de palma y otros árboles	Dispersión de semillas de palma y otros árboles. Puede competir con fauna silvestre	Dispersión de semillas de palma y otros árboles. Puede competir con fauna silvestre		Podrían mejorar suelos y cobertura vegetal
Caza		El exceso tienen en peligro fauna silvestre como caimanes, manatí, nutria, grandes tortugas	El exceso tienen en peligro fauna silvestre como caimanes, manatí, nutria, grandes tortugas	Reducción de los grupos más vulnerables	Reducción de poblaciones de felinos, picures, lapas	Se subutilizan posibilidades como el chigüiro. La disminución de presas naturales de grandes felinos origina conflicto con especies domésticas	La disminución de presas naturales de grandes felinos origina conflicto con especies domésticas

CORPES ORINOQUIA

ARAUCA
CASANARE
GUAINÍA
GUAVIARE
META
VAUPÉS
VICHADA

Carrera 39 No. 35-41 – Barrio El Barzal
Villavicencio. Meta.
Teléfonos: (986) 625.212 – 625.213 – 625.214
653.032 – 653.033 – 621.184
Faxes: (986) 621.182 – 630.910 – 637.608

En el gobierno de la gente