

mentos de la vida de la comunidad y prestar, mientras aprende, un servicio permanente.

Un tercer punto que hay que tener en cuenta es que el hombre no es simplemente un ser biológico y que la enfermedad no es tampoco la simple alteración orgánica de ese ser. Es el hombre un ente biológico que es humano en la medida en que es el producto histórico de un conjunto de relaciones sociales en proceso. Por tanto, es consciente porque dicho desarrollo se lo permite. Por eso mismo, la enfermedad humana es un fenómeno biopsicosocial en la medida en que el hombre se percata de ella y que ésta se produce a partir de un proceso de relaciones sociales.

La medicina es entonces un quehacer socialmente determinado y socialmente demandado, que enfrenta a la enfermedad con sus consecuencias sociales obvias. Además, y por lo mismo, si es social es histórica. Como consecuencia, al médico no se le puede seguir enseñando el ser humano como si fuera solamente una entidad biológica. Junto a una formación de excelencia en el campo de las ciencias biológicas, deberá aprender un ser humano que es también un conjunto de relaciones sociales. Las ciencias

sociales no pueden limitarse al papel de simples auxiliares de la salud pública. Deberán ser integradas orgánicamente al currículo para que hagan explícita de una manera permanente, la determinación social de la medicina, de la salud y de la enfermedad.

Se desprende también de aquí, que si el hombre tiene pensamiento, por ser un ser biológico, determinado social e históricamente, la medicina tendrá que incluir una formación amplia en las ciencias de la mente y de los determinantes sociales y biológicos de la enfermedad mental.

Finalmente, la formación del médico implica un problema epistemológico, en tanto que el abordaje de los conocimientos necesarios para resolver los problemas planteados por la práctica social de enfrentamiento a la enfermedad y a la prevención de ella, implica la claridad de unas perspectivas culturales y científicas para que estos conocimientos no se conviertan en simples racimos de conceptos sin ninguna articulación entre sí.

No se trata de llenar al estudiante de infinidad de conocimientos, sino de permitirle la construcción de un marco de referencia histórico cultural, que permita comprender el origen y la razón de dichos conocimientos, así como el nivel de desarrollo en que se

encuentran en relación con las estructuras generales de la ciencia y del conocimiento humano. Por otro lado, este es también un problema histórico, en la medida que se hace necesario comprender el proceso de producción de un concepto para poder valorar su validez y la intervención que éste posibilita sobre una realidad dada. Por otra parte, el médico deberá conocer y comprender otros enfoques de la enfermedad y la salud, diferentes de aquellos que maneja desde el conocimiento científico. Pienso que es con esos otros esquemas que generalmente, y sobre todo en un país como el nuestro, que el paciente se refiere a la enfermedad y es con dichas concepciones que imagina los mecanismos de ella y supone su tratamiento. No podrá el médico ni siquiera comunicarse con su paciente si no conoce su léxico, ni sus representaciones con relación al cuerpo, la mente, la enfermedad y su tratamiento.

Tomando estos puntos de referencia como elementos de análisis, para desarrollarlos y criticarlos, se podrá en el futuro pensar en una formación médica que supere las dificultades que aún hoy están presentes las cuales no se han logrado superar totalmente, a pesar de los esfuerzos de las nuevas escuelas. □

**E**l represamiento de ríos y la conformación de cuerpos de agua con fines de generación hidroeléctrica, riego o acueducto, producen grandes cambios ambientales y transformaciones ecológicas de diversa magnitud, que van a repercutir en las características físicas, químicas y en el componente biológico de los ecosistemas.

Con el desarrollo de los grandes proyectos de represamiento, principalmente con fines energéticos, el recurso pesquero y por extensión la riqueza hidrobiológica, va a ser afectado en su dinámica, su productividad y diversidad. Aunque la problemática es mucho más amplia, en este artículo

## EMBALSES

## Y PROBLEMATICA

## PESQUERA

\* Biólogo marino. Jefe División de Investigaciones pesqueras. Inderena. Diagonal 34 No. 5-18. Bogotá.

Mauricio Valderrama\*

nos referiremos principalmente al aspecto pesquero, debido a la importancia y a la potencialidad que posee la pesca de aguas interiores en el país.

Dentro del Plan Nacional de Desarrollo Hidroeléctrico se contempla que en los próximos diez años Colombia incremente en un poco más de tres veces el área embalsada. Se espera pasar de 41.593 hectáreas de superficie de agua actual a 139.511, lo cual incluye proyectos que ya poseen estudios de factibilidad.

Pero al contrario de este rápido desarrollo, la experiencia en el manejo, protección y fomento del aprovechamiento pesquero en embalses es escasa. Los pocos estudios y acciones que se han llevado a cabo en este sentido han obedecido a intereses aislados y muchas veces no se les ha dado la orientación adecuada. Una de las causas de esta situación es que la mayoría de los represamientos se han efectuado sobre ríos pertenecientes a subcuencas altas, en áreas donde la pesca estaba prácticamente ausente o era muy poco representativa y ella, hasta ahora, no había sido considerada como un uso, en la medida que las posibilidades para su desarrollo lo hubieran permitido.

Actualmente este panorama está cambiando. Los represamientos más importantes se están llevando a cabo en los troncos fluviales principales de

los ríos y en zonas donde la pesca es de relevancia regional, y en algunos casos nacional. Además, los impactos ambientales generados por estas grandes alteraciones se están caracterizando por ser de mayor gravedad debido a los múltiples trastornos producidos, con especial repercusión en las poblaciones de peces y en su productividad. De esta forma, el aprovechamiento pesquero de los embalses, ya sea como medida de mitigación o como actividad dentro del concepto de aprovechamiento múltiple, se comienza a plantear como de imprescindible ejecución.

### Embalses y Tipificación.

Enmarcados dentro de la productividad y potencialidad pesquera, los cuerpos de agua los clasificamos de acuerdo a su ubicación altitudinal. Los reservorios de piso térmico frío se localizan en la zona de bosque andino en la faja de los 2000 - 3.200 m.s.n.m.

En la zona de bosque sub-andino, en la franja entre los 1000 - 2000 m. s. n. m. se sitúan los embalses de piso térmico templado. Por debajo de los 1000 m.s.n.m. están los embalses cálidos en las zonas de bosque ecuatorial ombrófilo o deciduo tropical, de acuerdo a la precipitación anual.

Los embalses de clima frío cuentan con un recurso pesquero, en el cual la trucha *Salmo gairdnerii*, especie introducida o exótica, es la más importante para la pesca comercial o deportiva. Especies nativas, como la guapucha *Grundulus bogotensis*, el capitán de la sabana *Eremophilus mutisii*, otra especie introducida como la carpa *Cyprinus carpio*, y cangrejos o crustáceos de agua dulce, también están presentes en estos cuerpos de agua. Pero, de hecho, solamente la pesca de trucha está bien establecida en algunos embalses, aún cuando el manejo de esta pesquería es en el mejor de los casos extensivo. Neusa, Tominé, Muña y Sisga en el centro del país son los embalses más importantes, pero con excepción del primero, en ellos no se realizan programas de manejo y desarrollo pesquero. La acuicultura en jaulas flotantes es quizá la perspectiva más clara para el desarrollo de programas de este tipo.



Los embalses de clima templado como Chivor, Troneras y El Peñol, ofrecen posibilidades mayores para el fomento pesquero. Solamente en El Peñol se han realizado acciones recientes de desarrollo pesquero a través del Inderena, para lo cual existe un plan de manejo con especies como la sabaleta *Brycon henni*, la mojarra amarilla *Petenia kraussii*, y especies exóticas como la carpa *Cyprinus carpio*, la tilapia *Tilapia rendalli* y black-bass *Micropterus salmoides*. Sin embargo, no todas las experiencias han sido afortunadas, debido a la siembra de especies sin evaluación técnica sobre su conveniencia, como fue el replantamiento con black-bass por personas desprevidas, lo cual trajo consigo un efecto sobre las poblaciones de especies nativas. Actualmente, en este embalse se ha fomentado la constitución de grupos comunales de pescadores; ya existen cinco organizaciones campesinas que capturaron 5.1 t de pescado en 1984. Los embalses templados pueden ofrecer grandes perspectivas de aprovechamiento condicionados a un manejo adecuado tanto de las pesquerías como de los programas de acuicultura.

Los embalses con mayor trascendencia en cuanto al recurso pesquero son los de aguas cálidas, ya sea por la problemática ecológica que generan como por sus potencialidades de aprovechamiento. El embalse del Guájaro, el más grande en estos momentos y actualmente bajo estudio, y el Prado, son los cuerpos de agua que actualmente tienen un gran potencial y permiten formular planes de ordenamiento pesquero. Más de 14 especies de peces ofrecen grandes posibilida-





des de aprovechamiento, entre ellas el bocachico *Prochilodus reticulatus*, las mojarra *Petenia spp*, la doncella *Ageneiosus caucanus*, los nicuros, capaces o barbules *Pimelodus spp*, la pácora *Plagioscion surinamensis*, las doradas, sabaletas o charuas *Brycon spp* y muchas otras más conforman un diverso recurso. Embalses futuros como Urrá I y el proyectado Urrá II, Betania, Canafisto y la Miel, que represan ríos donde la pesca es de importancia regional, tendrán que contemplar el desarrollo pesquero como una medida de mitigación dado el impacto que generan; las pesquerías y la acuicultura podrán convertirse en actividades altamente productivas.

### Problemática.

La obstrucción de las migraciones de peces, el cambio de la diversidad de especies y su abundancia, la alteración de la calidad del agua y de la productividad pesquera y la regulación del régimen hidrológico, son los principales efectos que generan los represamientos de corrientes fluviales.

Las presas de gran altura se convierten en barreras físicas que impiden las migraciones y movimientos de las poblaciones de peces. Si estos desplazamientos son con fines reproductivos entonces la situación es muy grave y pueden afectar grandes áreas, con influencia sobre regiones distantes al sitio de embalse. Las presas de Betania (80 m) sobre el río Magdalena, Canafisto (110 m) sobre el río Cauca y Urrá (73 m) sobre el río Sinú van a alterar el régimen dinámico de las poblaciones de peces. La construcción de escalas para peces posiblemente sea poco funcional dada la magnitud de la altura de las presas y quizá la construcción de sistemas de esclusas o ascensores pueda ser una alternativa viable para estos casos. Lo que si está claro es la necesidad de realizar estudios que busquen definir las mejores estrategias para solucionar esta problemática.

El cambio de un sistema de aguas corrientes (lótico) a otro con características de aguas estancadas (lénticas) incidirá en la composición de la ictiofauna local provocando la desaparición

de especies de hábitat de río. En casos extremos se podrá llegar a la desaparición de especies endémicas, en otras palabras, se producirán extinciones definitivas. También el nuevo cuerpo de agua formado por el embalse trastornará la dinámica natural aguas arriba y aguas abajo del mismo, lo cual incidirá en las poblaciones de peces en toda el área de influencia, alterando tanto su diversidad como su abundancia relativa.

Otro de los problemas graves es la alteración de la calidad del agua tanto en el embalse como en las aguas situadas debajo de él, ocasionado por la descarga de agua turbinada de baja calidad. En este sentido, ya en embalses como El Prado, El Peñol y Muña, se han presentado problemas serios. En represas como El Prado, donde no se ha manejado la extracción de biomasa vegetal, los procesos de eutrofización, (enriquecimiento por nutrientes de un cuerpo de agua que en casos extremos puede conducir a la degradación del medio acuático) se han acelerado. Los fenómenos de sedimentación también se acentúan a causa de un mal ordenamiento de la cuenca; de igual forma, el aporte de materia orgánica y de residuos industriales sin control genera disminución de la calidad del agua con grave perjuicio a las comunidades hidrobiológicas. Un ejemplo de este último caso es el embalse del Muña, en el centro del país.

La alteración de la productividad pesquera y la regulación del régimen

hidrológico de los canales fluviales intervenidos son fenómenos asociados. En el mismo cuerpo de agua formado se provocarán cambios especialmente originados por el ingreso de nutrientes producidos por la descomposición de la materia vegetal. Es predecible un aumento rápido de la productividad para posteriormente disminuir hacia las condiciones de estabilización. Aguas abajo del embalse, en cambio, la situación con relación al régimen de riadas, la desecación de áreas inundables y la disminución del ingreso de nutrientes al sistema va a conducir a una irremediable pérdida de productividad pesquera. Este fenómeno tiene carácter de irreversibilidad y como tal debe ser contemplado especialmente en áreas donde la pesca constituye una actividad productiva de importancia.

La pesca en los embalses puede desarrollarse con un adecuado, preciso y técnicamente fundamentado manejo pesquero. Estudios de las poblaciones de peces, la formulación de acciones de manejo de estas poblaciones (que busquen cosechas máximas sostenibles o rentabilidades óptimas), manejo y estudio de nichos ecológicos y del ecosistema lagunar, y reglamentación de la pesca y su control, son las principales acciones que se deben contemplar en los planes de ordenamiento pesquero que, vinculados a estudios limnológicos permanentes, son las medidas requeridas para garantizar un buen aprovechamiento y una apropiada protección tanto de los re-



cursos pesqueros como del ecosistema en general.

### Consideraciones finales

Dentro del concepto de uso múltiple de los embalses, la pesca no ha constituido hasta el presente un parámetro al cual se dé la relevancia que posee. En el futuro cercano, con los grandes represamientos en pisos térmicos cálidos, se debe considerar el ordenamiento pesquero (protección, manejo y desarrollo) como uno de los fines secundarios de mayor importancia, extendido además hacia el total del recurso hidrobiológico, presente en las regiones que han sufrido o sufrirán transformaciones relacionadas con los represamientos.

Aunque este panorama actualmente ha variado en el país, hasta ahora no se han generado esfuerzos suficientes y necesarios para cumplir este cometido. Las empresas que tienen a su cargo los grandes proyectos de generación hidroeléctrica principalmente, deberán dar el merecido y justificado interés a los programas de ordenamiento pesquero en los embalses y su área de influencia.

Es imperioso comprender que la investigación relacionada con la problemática general de los embalses, no sólo deberá contemplar lo relacionado con el recurso pesquero, debe dirigirse también al conocimiento integral del componente biológico y a la dinámica de funcionamiento de estos cuerpos de agua. Para ello es indispensable conocer las características y condiciones antes del represamiento, durante el proceso de inundación y en la etapa de operación de la represas.

Solamente a través de programas continuados de investigación, que cuenten con una orientación clara de los objetivos que se desean obtener, se podría adquirir la información científica indispensable para la formulación de los planes de ordenamiento en los embalses de Colombia. La poca experiencia que en general existe en el país con referencia a estas acciones y programas, resalta aún más estos planteamientos, teniendo en cuenta el rápido incremento del área de agua embalsada en los próximos años. □

# EL CAFETO, LA ROYA Y EL CAFE

Marco Quijano\*

La denominación "Bioquímica Inorgánica" puede parecer contradictoria a muchos, debido a que la Bioquímica se asocia generalmente con la "Química Orgánica". A pesar que las síntesis de la úrea, lograda por Woehler en 1828, demostró que la Química Orgánica es necesariamente biológica, se han seguido asociando los fenómenos bioquímicos más a la Química Orgánica que a otras ramas de la Química.

La Bioquímica Inorgánica en sentido estricto se puede definir como la aplicación de los principios de la Química de Coordinación de los metales a problemas biológicos. En este artículo se utiliza en un sentido más amplio, el cual incluye efectos biológicos y post biológicos de elementos químicos, en especial el manganeso y el cobre en el campo del café.

Entre los diversos elementos químicos que hacen parte de la Química Inorgánica, pero que tienen una acción biológica, están aquellos que se encuentran en pequeñas concentraciones al nivel de trazas en los seres vivos y que son esenciales para la vida. Sobre ellos se ha escrito lo siguiente: "probablemente no existe una sola reacción catalizada por enzimas en la cual bien sea la enzima, el sustrato o el producto o la combinación de ellos, no sea influenciada de manera muy directa y altamente específica por los iones inorgánicos que la rodean y modifican" (Mahler, 1961).

Se ha comparado la sensibilidad del hongo *A. niger* a dosis de iones, con la sensibilidad de una técnica de análisis de elementos de las más modernas, la espectrometría de emisión con fuente de plasma. Es asombrosa la sensibilidad de *A. niger*, superior a la

del método físico-químico para los elementos estudiados, excepto el magnesio.

En los casos que nos interesan los elementos trazas, en especial el cobre y el manganeso, tienen especial importancia para la práctica agrícola e industrial, asociada con la potencia de su acción biológica al nivel de los biocatalizadores que son las enzimas y de su papel como catalizadores en fenómenos no biológicos, por ejemplo:

- Los productos más usados para el control químico de la roya del cafeto son derivados del cobre. Compuestos de cobre y manganeso hacen parte de varios fungicidas comerciales.
- El manganeso y el cobre son nutrientes esenciales. Sus niveles óptimos son necesarios para una fertilización apropiada.
- Estos elementos se encuentran en la semilla del cafeto, en los granos de café. En el café verde la actividad de la polifenol oxidasa que es una metaloenzima de cobre, y el contenido del manganeso, se ha asociado con la calidad de la bebida. Los dos elementos pueden jugar un papel notable en la industria del café: para la conservación durante el almacenamiento, en la torrefacción como catalizadores de las reacciones químicas que se producen cuando se calienta el grano y se genera el olor, sabor y color que nos gusta y en la preparación de extrac-

\* Químico, PhD en Ciencias. Director Laboratorio de Investigaciones sobre la Química del Café y los Productos Naturales, LIQC, de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Calle 26 No. 37-28. Bogotá.