

Estudio de calidad de agua y relaciones ecológicas en quebradas del sur del Huila¹

MARIO SANCHEZ R.¹ y JAIRO J. PEREA R.²

Introducción

La identificación tradicional de las quebradas en Colombia se refiere a corrientes de agua con extensión y caudal limitados; hacia las cuales la población establece relaciones de uso de recursos, ubicación geográfica, consumo de agua y otros aprovechamientos productivos; lo mismo que de depósito para diversos tipos de vertimientos.

En el departamento del Huila, ubicado en la zona andina, su región sur presenta los fuertes plegamientos del Macizo Colombiano, con sus cauces torrenciales que drenan a la Cuenca del Alto Magdalena y están sometidos a la intervención que origina el poblamiento de las laderas montañosas. En sus cuencas hidrográficas se reconocen problemas biofísicos y socioeconómicos que expresan su deterioro: eliminación de coberturas forestales, usos inadecuados del suelo, rendimientos económicos bajos, escasez de servicios para la población, procesos erosivos y alteraciones hidrográficas; todos los cuales requieren de evaluación y control para el mejoramiento de las condiciones de vida y para el equilibrio ambiental.

El análisis de las quebradas y de sus microcuencas exige la consideración de elementos geomorfológicos, físico-químicos, climáticos, bióticos y socioeconómicos. Para tal efecto, el enfoque ecológico interpreta las corrientes de agua como sistemas continuos de integración entre los aportes de materiales hechos por la cuenca, y los conjuntos biológicos que se establecen en el medio acuático. Dicha concepción del ecosistema de corriente designado como "river-continuum" (Vannote y otros, 1980), ha sido utilizada en otro río del Huila (Sánchez, 1987), encontrando características similares a las registradas en otras zonas geográficas (Minshall y otros, 1983).

¹ Investigación financiada por el "Fondo para la protección del medio ambiente José Celestino Mutis - FEN Colombia y el Convenio DRI - Universidad Surcolombiana.

² Profesores Ingeniería Agrícola, Universidad Surcolombiana, Neiva.



La búsqueda de un marco interdisciplinario para caracterizar la problemática de las microcuencas y sus cauces, demanda aportes de las Ciencias de la Tierra y de las disciplinas Biológicas, lo mismo que lineamientos de planes de acción que diagnostican los problemas de áreas críticas para formular estrategias de uso, manejo y conservación de recursos. En cuanto al enfoque sobre las microcuencas, tales unidades se han caracterizado por su sensibilidad a precipitaciones de alta intensidad y corta duración, al igual que por su extensión generalmente limitada a superficies inferiores a 130 km² (López y Hernández, 1980). Sobre las microcuencas andinas se presenta una dinámica de intervención, ocasionada por los asentamientos humanos, que se manifiesta en procesos como eliminación de cobertura forestal, modificación de fertilidad y propiedades físicas de los suelos, incremento de actividades extractivas y acciones de degradación ambiental que incluyen la erosión, la sedimentación, la alteración climática e hidrológica y la contaminación de las aguas (Robinson, 1983).

Los grupos taxonómicos de mayor constancia en las corrientes son los macroinvertebrados bénticos, entre los que predominan las formas juveniles de los insectos (Hynes, 1970; Cummins, 1974; Bright, 1982; Roldán, 1988). El éxito adaptivo de estos grupos se expresa en modificaciones con evidente adecuación a las condiciones del hábitat; como se observa en las formas corporales de Ephemeroptera y Plecoptera, en las estructuras y superficies de fijación de algunos Coleoptera, en las secreciones y elaboración de refugios de los Trichoptera, o en los hábitos generalizados de desplazamiento, fijación y comportamientos reproductivos.

Como componentes bióticos de mayor actividad y tamaño, los peces de las quebradas han sido reconocidos por su interés económico y ambiental. En ellos se presentan también adaptaciones a las condiciones del flujo y de los cauces, pero existe poco conocimiento de sus interacciones en la comunidad. Para la cuenca del Alto Magdalena, la limitación de especies piscícolas en las quebradas, se atribuye principalmente a factores como el menor caudal, la baja temperatura, la reducción de fuentes alimenticias o las barreras ocasionadas por saltos y raudales (Miles, 1947; Dahl, 1971).

El conjunto de organismos que integran la comunidad biótica de las quebradas se analiza en torno a la dinámica de transformación de materiales arrastrados a la corriente, habida cuenta de las limitaciones existentes para la producción autóctona (Fisher y Likens, 1973; Anderson y Sedell, 1979). Sobre esta base se ha formulado el modelo del "river-continuum" (Vannote y otros, 1980), el cual incorpora aspectos geomorfológicos de equilibrio energético; pero sobre todo explica los cambios en la estructura de la comunidad, en relación a las variaciones fisicoquímicas, a las características de la materia orgánica disponible y a la predominancia de formas de vida o categorías funcionales de los organismos. Tales categorías han sido descritas especialmente para los insectos acuáticos (Cummins, 1973; Merritt y Cummins, 1978), con identificación de rasgos morfológicos y patrones de comportamiento que permiten ubicar organismos representativos de los grupos señalados como trituradores, recolectores, filtradores, raspadores y depredadores (Sánchez, 1987).

Con el énfasis orientado hacia la estructura y funcionamiento del ecosistema de estas quebradas andinas, el presente trabajo pretende alcanzar un diagnóstico sobre dos microcuencas regionales; una evaluación de parámetros físico-químicos determinantes en la calidad del recurso hídrico; una interpretación de los componentes biológicos y sus interacciones en el ecosistema; todo lo cual permite la identificación de problemas y el planteamiento de alternativas sobre este tipo de corrientes y sus áreas de drenaje.





Materiales y Métodos

Las microcuencas seleccionadas para el análisis están ubicadas sobre las primeras estrías de la cordillera Oriental en su separación del Macizo Colombiano. La Criolla se orienta en sentido sur-norte desembocando en el río Guachico en Pitalito, mientras la Torrentosa-Tijiñá drena en sentido oriente-occidente hacia el río Suaza, cerca al casco urbano de Acevedo (Figura 1). La selección de estas áreas tuvo en cuenta su importancia agrícola y de abastecimiento de agua para los municipios, sus posibilidades de investigación y acceso a los ecosistemas acuáticos, y su representatividad de las vertientes montañosas del Iluila.

Aunque existen deficiencias de información específica sobre las áreas estudiadas, el punto de partida lo constituyeron diversas fuentes secundarias regionales y estadísticas de la acción institucional. Se analizaron fotografías aéreas de las dos áreas y planchas topográficas existentes sólo para la Criolla (IGAC), información geológica y de suelos de la Federación de Cafeteros, registros climatológicos del IIMAT, estadísticas agropecuarias e información socioeconómica de varias fuentes (ICA, DRI, Caja Agraria, DANE y la Oficina Departamental de Planeación principalmente).

Las actividades de campo incluyeron recorridos exploratorios, con participación de profesionales de diversas áreas, dirigidos a detectar las características de las zonas de estudio, complementadas con entrevistas a habitantes de la región. En las corrientes se establecieron estaciones de muestreo en sectores representativos de las microcuencas (Figuras 2 y 3). En ellas se tomaron muestras para análisis físico-químico según métodos muy conocidos utilizando un pH-metro Schott-Gerate, un conductímetro Chemtrix y un espectrofotómetro Spekol. También se recolectaron muestras de la comunidad béntica combinando el método Surber con mallas de

arrastre y se realizaron muestreos exploratorios de pesca por medio de una red circular ("chile"). Finalmente se efectuaron determinaciones de caudal por el método de vadeo, utilizando un molinete A.Ott.

Los datos de campo y la información se trabajaron con la asesoría de especialistas en aspectos como fotointerpretación geológica y geomorfológica, tratamiento de registros climatológicos e hidrológicos, determinación de características fisiográficas y evaluación socioeconómica. Los invertebrados se identificaron en su mayoría al nivel de género por medio de las claves disponibles; (Roldán, 1988); al igual que las especies de peces (Miles, 1947; Greenwood y otros, 1966), con las cuales se estableció su contenido estomacal y el desarrollo gonadal de las hembras (Nikolski, 1963).

Resultados y Discusión

1 Diagnóstico de las Microcuencas

En las áreas de estas microcuencas se reconocen tres unidades de paisaje: montañas, colinas y planicies aluviales. Las primeras comprenden los mayores porcentajes (40% en La Criolla y 61% en La Torrentosa), con fenómenos de remoción en masa; las colinas sufren denudación, aunque este proceso es limitado por un uso no muy intenso de la tierra; y las zonas de planicie, con terrazas aluviales, sólo son representativas en La Criolla (18%) ya que en la otra microcuenca están limitadas a pequeñas vegas cerca a la desembocadura. Sólo se han mapeado los suelos de la franja entre 1.000 y 1.800 m.s.n.m. (FEDECAFE, 1985) los cuales pertenecen a los órdenes de Entisoles e Inceptisoles, y son calificados en su mayoría como fuertemente erodables.

Aunque no existen estaciones meteorológicas dentro de la zona de estudio, los datos de áreas cercanas permiten establecer un régimen climático similar en las dos microcuencas. Se destaca una distribución unimodal de la precipitación, con máximos de lluvias en abril, mayo y octubre para La Criolla y en abril, junio y julio para La Torrentosa; junto con valores anuales de 1.293 y 1.725 m.m. respectivamente. También son similares los patrones de drenaje; aunque existen diferencias en caudales y pendientes de los cauces que son mayores para la segunda microcuenca, la cual tiene mayores aportes de agua y no cuenta con las zonas de planicie presentes en La Criolla.

TABLA 1. DETERMINACION E INTERPRETACION DE LAS PRINCIPALES CARACTERISTICAS FISIOGRAFICAS DE LAS DOS MICROCUENCAS

Características	Determinación	La Criolla	Torrentosa	Interpretación
Factor de forma (Ef)	$EF = Ap/La$ Ap: ancho promedio La: longitud axial	0.285	0.470	Valor bajo en la Criolla y medio en La Torrentosa. Sensibilidad no muy elevada a crecientes, mayor en la segunda microcuenca
Coefficiente de capacidad (kc)	$Kc = 0.28 p/A$ p: perimetro A: área	1.35	1.20	Forma oval redonda en La Criolla, redonda a oval redonda en Torrentosa, tiempos cortos para llegada de eventos pluviales a desembocadura.
Índice de alargamiento (Ia)	$Ia = L/l$ L: longitud mayor l: ancho mayor	2.10	1.32	Distancias entre puntos de divisoria de aguas a uno central, mayores para La Criolla tiempos de concentración relativamente diferentes.
Altitud media (Em)	$Em = \sum ai ei/A$ ai: área entre curvas de nivel ei: elevación entre curvas	1508 m.	*	No es posible la comparación entre las dos microcuencas pero se observa similitud en elevaciones
Pendiente media (S)	$S = (D \sum Li)/A$ D: desnivel entre curvas Li: longitud total de curvas	39.2%	*	Pendiente considerada muy fuerte para La Criolla se presume mas elevada para La Torrentosa
Degradación Especifica (en m^3/Km^2 año)	Método gráfico según coeficiente de Fournier	621.4	913.9	Valores que clasifican degradación como debil (entre 100 y 1.000), posibilidades para plan de manejo integral.

* Estos valores no fue posible determinarlos por ausencia de planchas topográficas para la microcuenca Torrentosa - Tijiña

Las características fisiográficas permiten evaluar el comportamiento de las microcuencas, ante la ausencia de registros que determinen la magnitud de fenómenos como el escurrimiento, en relación a parámetros climáticos. Tales características permiten generalizar la manifestación de la sensibilidad en estas áreas de drenaje, habida cuenta de las cortas distancias y el escaso tiempo en que se expresan los flujos de agua incrementados por la precipitación; aunque los valores obtenidos son ligeramente inferiores para La Criolla, sin que ello elimine la necesidad de controles por la prolongada intervención de sus vertientes (Tabla 1).

En cuanto a la cobertura vegetal, la zona de vida más extendida es la de bosque húmedo Premontano (IGAC, 1977), pero esta vegetación está muy restringida por la intervención humana generalizada; de tal manera que se reconoce un 25% de cobertura forestal, aunque de ello sólo una tercera parte, o menos, corresponde al bosque primario. El uso pecuario representa la mayor destinación de las áreas, pero la ganadería ofrece escasa tecnificación y bajo rendimiento. La actividad agrícola comprende cultivos limpios y semi-limpios como frijol, maíz, yuca; pequeñas áreas de caña panelera; y cultivos permanentes,

TABLA 2. Principales indicadores socioeconómicos identificados en las dos microcuencas.

Indicador	La Criolla	Torrentosa-Tijúa
Población	1.100 habitantes	1.960 habitantes
Tasa de crecimiento	- 0.32%	1.02%
Médicos/100 hab.	2.9 (Pitalito)	0.7 (Acevedo)
Analfabetismo	27%	33%
Escuelas	2. 140	10. 338 alumnos
Carreteables	10.2 km.	25 km.
Camino	30 km.	14 km.
Acueducto (sin tratamiento)	133 familias (67%)	99 familias (30%)
Electricidad	193 familias (100%)	177 familias (54%)
Tamaño predios:		
Hasta 10 Ha.	140 - 65%	218 - 63%
10 - 20 Ha.	35 - 16%	83 - 25%
20 - 50 Ha.	27 - 13%	38 - 11%
Mayor 50 Ha.	12 - 6%	6 - 1%
Áreas cultivadas	No se obtuvo información confiable en esta microcuenca	Café 612 Ha. Frijol, maíz 200 Ha. Caña panelera 95 Ha. Platano 15 Ha. Arracacha 18 Ha.



representados por el café, que alcanzan los mayores niveles de tecnificación. La deforestación avanzada y las prácticas agropecuarias ocasionan procesos erosivos dispersos en la totalidad de las áreas, que se califican como de erosión débil o ligera en un 75% y como moderada en las áreas restantes.

Como elementos fundamentales se identifican características socioeconómicas que señalan deficiencias en servicios básicos y bajos ingresos (Tabla 2); las cuales ocasionan deficiente nivel de vida y atraso tecnológico que repercuten en la escasa protección de los recursos naturales.

La evaluación integral de las dos microcuencas asociada al presente trabajo (Medina y Polanía, 1988; Fernández y Ortega, 1989), señala indicadores biofísicos y socioeconómicos en función de su grado de deterioro y del área en que se manifiestan. Es así como procesos generalizados como la erosión y la degradación de los suelos presentan aún niveles bajos pero con tendencia a agravarse; mientras que aspectos socioeconómicos como la distribución de la tierra, la deficiencia en servicios o el bajo nivel tecnológico, tienen mayor gravedad aunque pueden reducirse progresivamente. En un balance general puede considerarse un deterioro incipiente de las microcuencas, pero con estado preocupante si se mantienen las tasas que ocasiona la intervención no conservacionista sobre los recursos.

2. Calidad del Agua

La importancia de esta evaluación corresponde a sus implicaciones para los usos humanos del líquido y a sus repercusiones sobre la estructura y función del ecosistema de las

quebradas. Los datos fisicoquímicos reflejan los efectos de intervención en las vertientes y las variaciones climáticas y geomorfológicas. La temperatura se incrementa en relación al descenso en altitud, con mayores registros en las zonas bajas y expuestas de La Criolla. La conductividad y el pH señalan un escaso aporte de sales y otros iones, lo que también se observa en los bajos valores de amonio, fosfatos y dureza. El oxígeno disuelto, la DBO y la DQO muestran vertimientos orgánicos reducidos, aunque se pueden señalar indicios de contaminación en ciertos puntos, que alcanzan carácter preocupante con caudales bajos. Los valores de sedimentos se calculan en máximos de 3.670 ton/año para La Criolla y 4.730 ton/año para La Torrentosa, que no son muy elevados en el ámbito regional (CIDECA-USCO, 1985), pero tienen efectos de alteración sobre corrientes de bajo caudal como La Criolla.

Desde el punto de vista ecológico, los parámetros fisicoquímicos permiten establecer una capacidad de autodepuración en las quebradas, ya que el grado de eutroficación es aún muy incipiente. Para el uso prioritario del consumo humano, es prioritario el requisito de desinfección de acuerdo al régimen sanitario (MINSALUD, 1984), al igual que la exigencia de análisis bacteriológico. Es buena la calidad para usos agropecuarios, mientras no se eleve la carga de sedimentos. En síntesis, existen alteraciones que repercuten en la calidad del líquido, pero se mantiene la capacidad de recuperación de las corrientes; lo que se relaciona con una utilización poco intensa del suelo, una población limitada y dispersa, y un grado restringido de aportes contaminantes.



neotropicales (Hurlbert y otros, 1981). Otros órdenes con menor presencia corresponden a Odonata, Coleoptera, Hemiptera, Lepidoptera, Plecoptera y Megaloptera; entre cuyos géneros identificados se incluyen organismos con población reducida pero distribuidos en casi todos los cauces.



3. Organismos y Relaciones Ecológicas

La composición biológica de estas corrientes responde al marco de condiciones ambientales predominantes, destacándose el desarrollo de los invertebrados bénticos, cuyas especies se adecúan a influencias como velocidad, turbulencia, sustratos, aportes de materiales e incidencia del estado y manejo de la cuenca. Entre estos organismos y los peces, se identifican relaciones basadas en el aprovechamiento de la materia orgánica; las cuales incluyen actividades de fragmentación, acumulación y modificación de partículas; que han sido descritas en corrientes regionales y de otras zonas geográficas (Sánchez, 1987); (Minshall y otros, 1983).

Aunque se han señalado las limitaciones para la producción primaria en la corriente (Cummins, 1974), algunas muestras revelaron la presencia de diatomeas (*Navicula*, *Stauroneis*) junto con algas verdes filamentosas (*Ulothrix*, *Zygnema*), y ejemplares menos frecuentes de desmidiáceas y cianofíceas. Los nichos ecológicos más generalizados corresponden a formas juveniles de insectos, concentrados en los microhábitats del sustrato y pertenecientes a ciertos órdenes de amplia distribución (Hynes, 1970).

Los Trichoptera identificados se ubican en diez géneros de siete familias, que han sido reportados en corrientes de Antioquia (Corca, 1981; Roldán, 1988), con variedad de formas y actividades como la elaboración de refugios o casas (Figura 2). Entre los Ephemeroptera se destaca la familia Baetidae muy generalizada en el neotrópico (Roldán, 1988) y de la cual se obtuvieron cuatro géneros. Los Díptera son generalmente los de mayor abundancia y se destaca la familia Chironomidae, aunque es muy limitado el conocimiento de sus especies

La fauna íctica de las quebradas está integrada por los organismos de mayor tamaño y actividad en la corriente. No obstante el muestreo de tipo exploratorio realizado, se recolectaron ocho especies que se han señalado como típicas de la cuenca del Alto Magdalena (Miles, 1947). Las especies más abundantes pertenecen a la familia Characidae: *Hemybricon tolimae*, *Creagrutus magdalenae* (Figura 3) y *Astianax sp.*; junto con *Parodon suborbitale* de la familia Parodontidae. Además, se recolectaron ejemplares de *Pygidium sp.* (Pygididae), *Rambdia sebae* (Pimelodidae), *Chaetostoma thomsoni* (Loricariidae) en la desembocadura de las quebradas a ríos mayores y, por último, en la Criolla se encontró *Xiphophorus helleri* (Figura 4) (Cyprinodontidae), el cual es originario de México, por lo que su presencia probablemente se debe a una dispersión humana.



La abundancia de la fauna en las quebradas estudiadas puede considerarse acorde con las condiciones detectadas, lo mismo que resulta similar a otros datos de corrientes tropicales (Bright, 1982; Sánchez, 1987). Igualmente, los índices de diversidad corresponden a valores normales para corrientes poco alteradas, y no muestran variaciones apreciables a lo largo de los cauces, lo que señala una limitada alteración ambiental que concuerda con el resultado físico-químico. Al comparar las dos microcuencas, se observa mayor diversidad y riqueza de especies en La Criolla, atribuibles al desarrollo de un hábitat más estable y diversificado en esta microcuenca, que tiene cambios más notorios de las pendientes, con mayores longitudes en los cauces y elevación de la temperatura en áreas más planas de la zona baja.

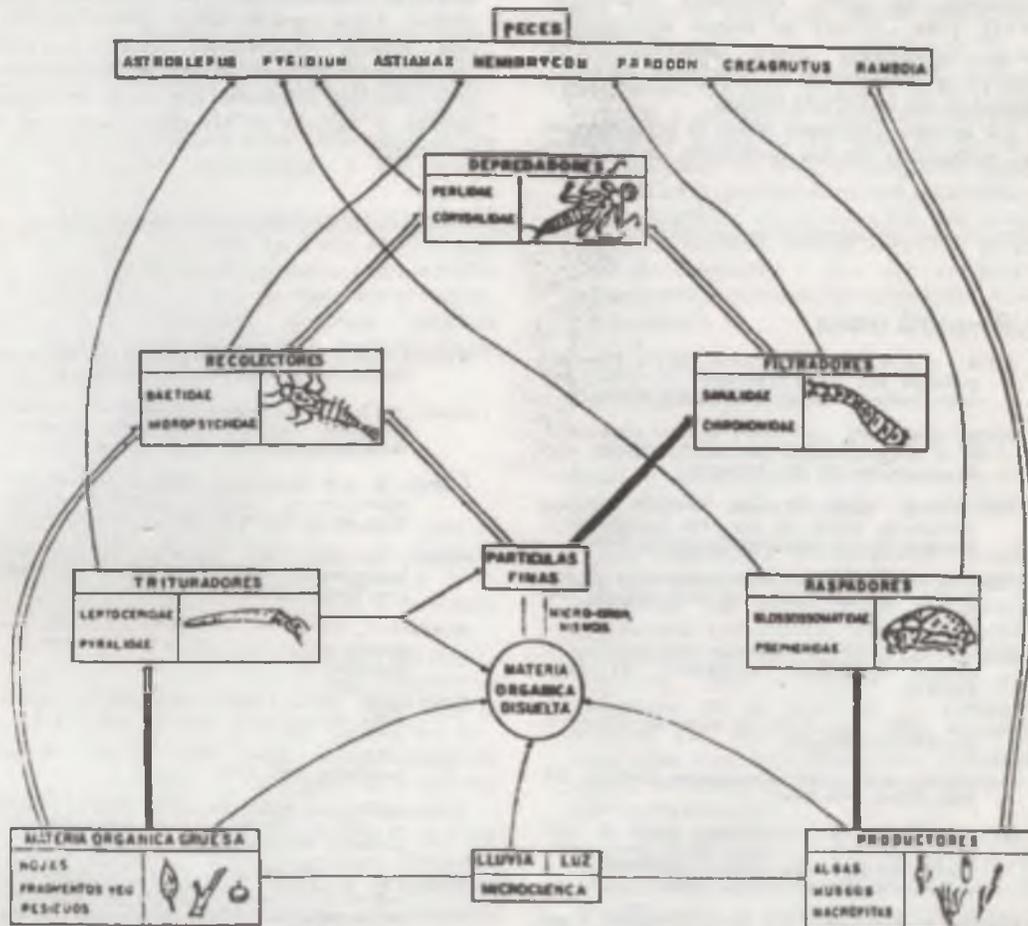
Los mecanismos alimenticios que relacionan a los componentes de una comunidad, entre sí y con las fuentes de materia orgánica, proporcionan una base para el análisis de la estructura y función del ecosistema. En las quebradas regionales, la interpretación del papel ecológico de las actividades alimenticias de invertebrados y peces, se basa en el modelo del "river-continuum" (Vannote y otros, 1980) el cual incluye la caracterización de las categorías funcionales, en las que se ubican los organismos representativos mediante referencias, datos de campo y observaciones morfológicas y de contenido estomacal en los peces.

Es así como entre los trituradores se ubican géneros de Leptoceridae y Calamoceratidae (Trichoptera), al igual que de Tipulidae (Diptera) y Pyralidae (Lepidoptera), por su actividad sobre trozos vegetales y otros detritus gruesos donde se les localiza con mayor frecuencia. Los recolectores, más abundantes, se encuentran generalmente bajo las piedras; con elaboración de casas u otras estructuras de retención de partículas en Trichoptera (*Leptonema*, *Ochrotrichia*); adaptaciones de fijación como ventosas propatas y ganchos en Diptera (*Psychodidae*, *Empididae*); junto con estructuras filamentosas como denticulos y branquias

en Ephemeroptera (*Baetis*, *Baetodes*, *Dactylobaetis*, *Thraulodes*). Entre los filtradores, que retienen partículas finas de la columna de agua, se ha establecido la adecuación de órganos como los abanicos de *Simulium*, las propatas y penachos de *Dixella*, *Limonicola* y *Chironomidae* (Diptera), organismos que abundan en hábitats de flujo más uniforme al igual que algunos Ptilodactylidae (Coleoptera), Acarina (Arachnida) y Haplotaxida (Oligochaeta). Los organismos que obtienen alimento de algas y partículas asociadas se designan como raspadores y son comunes en condiciones que favorecen la autotrofia, como ocurre con las familias Glossosomatidae y Helycopsychidae (Trichoptera), Psephenidae y Limidae (Coleoptera). Por último, los depredadores son generalmente de mayor tamaño y actividad, con poblaciones poco densas y ampliamente distribuidas, como se observa en *Anacroneria* (Plecoptera), *Corydalis* (Megaloptera) y varios Hemiptera y Odonata.

En cuanto a los peces, aunque varios se reportan como omnívoros, fue posible postular algunas preferencias alimenticias con base en el análisis de sus contenidos estomacales. La especie más abundante, *Hemibrycon tolimae*, muestra variedad en sus fuentes alimenticias, pero con predominancia de invertebrados de buen tamaño como recolectores y filtradores, e inclusive se encontró la ingestión de un pequeño pez de la misma especie. Esta diversidad de fuentes explica el desarrollo poblacional de la especie y en general de la familia Characidae. *Parodon suborbitale* y *Rambdia sebae* tienen mayor ingestión de algas, lo que corresponde a su frecuente localización en charcos o remansos, aspecto similar a *Chaetostoma* que no asciende de la desembocadura de las quebradas. En *Pygidium* se ha reportado su alimentación de invertebrados, pero su captura fue muy escasa lo que se atribuye a sus hábitos nocturnos; al igual que ocurre con *Astroblepus*, el cual no fue capturado pero se menciona como frecuente en estas quebradas.





UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
 CIOEC

ESTUDIO DE CALIDAD DE AGUA Y RELACIONES ECOLÓGICAS
 EN QUEBRADAS DEL SUR DEL HUILA

FIGURA
 ESQUEMA GENERAL DE RELACIONES TRÓFICAS EN LA COMUNIDAD BIÓTICA
 DE LAS QUEBRADAS ANDINAS "BASADO EN CUMMINS, 1974")

NOTA: EL ORDEN DE LAS FLECHAS REPRESENTA APROXIMADAMENTE LA
 DIRECCIÓN DEL APORTE DE MATERIALES ENTRE NIVELES TRÓFICOS

Con base en estas observaciones, se ha formulado un esquema de la trama alimenticia de estas quebradas que se expresa en la Figura 5. Está basado en interacciones detectadas en corrientes de zonas templadas (Cummins, 1974), pero requiere de mayor información tanto taxonómica como ambiental, para precisar y corroborar la ubicación de organismos en esa estructura trófica.

La imagen propuesta sobre la organización del ecosistema de las quebradas, incluye así

aspectos que caracterizan su estabilidad biológica: la dependencia del material orgánico incorporado a la corriente; el escaso aporte de la producción primaria; la complejidad e incidencia de la comunidad béntica con sus actividades de transformación; el desarrollo y diversidad de algunos grupos en relación con la heterogeneidad de hábitats en los cauces; y las limitaciones de las especies icticas que comparten fuentes alimenticias aunque muestran desplazamientos preferenciales en sus nichos. Estas características deben ampliarse con mayor información sobre corrientes andinas, pero aportan elementos para integrar a la evaluación ambiental que exige el conocimiento y manejo de las microcuencas y sus corrientes.

Bibliografía citada

- A.P.H.A. — A.W.W.A. — W.C.P.F. 1971: *Standard methods for the examination of water and waste water*. A.P.H.A., Washington, 871 p.
- BRIGTH, G.R. 1982: *Secondary benthic production in a tropical island stream*. *Limnology and Oceanography*, 27 (3): 472-480.
- CIDEC-USCO, 1985: *Estudio integral de las subcuencas piloto de los ríos Las Celbas y Yaguará*. Universidad Surcolombiana, Nelva.
- CUMMINS, K.W. 1973: *Trophic relations of aquatic insects*. *Annual review of Entomology*, 18: 183-206.
- CUMMINS, K.W. 1974: *Structure and function of stream ecosystem*. *Bioscience*, 24 (11): 631-641.
- DHAL, G. 1971: *Los peces del norte de Colombia*. INDERENA, Bogotá.
- EDMONSON, W.T. 1959: *Freshwater Biology*. Ed. John Wiley, New York.
- FERNANDEZ, F. y L.A. Ortega, 1989: *Estudio preliminar para el manejo de la microcuena Torrentosa-Tijirá (Acevedo)*, Universidad Surcolombiana, Nelva. Tesis de Grado.
- FEDECAFE, 1985: *Estudio de zonificación y uso potencial del suelo en la zona cafetera del departamento del Huila*. Federación Nacional de Cafeteros, Bogotá.
- GREENWOOD, P.H. y otros, 1966: *Phyletic studies of teleostean fishes, with a provisional classification of living forms*. *Bull. of Am Mus. of Nat. His.* 131: Art. 4.
- HURLBERT, S.H. y otros, 1981: *Aquatic biota of tropical South America*. San Diego St. Univ., San Diego, 223 p.
- HYNES, H.B.N. 1970: *The ecology of running waters*. Liverpool Univ. Press, Liverpool, 556 p.
- IGAC, 1977: *Zonas de vida o formaciones vegetales de Colombia*. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá, 238 p.
- LOPEZ, M. y E. Hernández, 1980: *Manejo integral de microcuencas, aspectos hidrológico-forestales*. Univ. de los Andes Mérida.
- MILES, C. 1947: *Los peces del río Magdalena*. Ministerio de Economía, sección de piscicultura, Bogotá, 214 p.
- MINSHALL, G.W. y otros: *Interbiome comparison of stream ecosystem dynamics*. *Ecological Monographs*, 35: 1-25.
- MINSALUD, 1984: Decreto 1594 de 26 de junio de 1984. Ministerio de Salud Pública, Bogotá.
- NIKOLSKY, G. 1963: *The ecology of fishes*. Academic Press, Lon.
- ROBINSON, A.R. 1983: *Sediment yield as a function of stream erosion*. Soil Science Society of America, Washington.
- ROLDAN, G. 1988: *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia*. Fondo FEN. Ed. Presencia, Bogotá, 217 p.
- SANCHEZ, M. 1987: *Estudio de dinámica ecológica en comunidades de insectos bénticos del río Las Celbas*. Universidad Surcolombiana, CIDEC, Nelva.
- VANNOTE, R.L. y otros, 1980: *The river-continuum concept*. *Canadian Journal of fisheries and aquatic sciences*, 37: 130-137.