

ABURRA - CONTAMINACION - VALLE DE ABURRA
Medellin - Colombia

FAUNA BENTAL
RIO MEDULLIN - CONTAMINACION -

ASPECTOS BIOLÓGICOS DE LA CONTAMINACION DE
CORRIENTES DE AGUA EN EL VALLE DE ABURRA
(ANTIOQUIA)

Por:

Eduardo Vega Jácome²

p. 9-22

R E S U M E N

La composición de la fauna bental en las aguas de ríos y quebradas como indicador de polución es un parámetro ampliamente utilizado, fundamentado en el principio de que un afluente produce una serie de efectos, medibles a través de los diferentes grupos de organismos, usándoseles como indicadores ecológicos.

El presente trabajo tuvo como objetivo ayudar a determinar la magnitud y naturaleza de la polución mediante la caracterización de la calidad de las aguas, para lo cual se colectaron y analizaron datos de la fauna bental en siete estaciones del río Medellín, localizadas a lo largo de 94 kilómetros de su recorrido, así como en 21 quebradas afluentes principales. En cada una de éstas se localizó una estación de muestreo varios metros antes de su desembocadura a dicho río.

Como resultado del trabajo cabe destacarse que en sólo una de las estaciones del río se encontró fauna bental típica de aguas limpias (Oligosaprobias), en tanto que en las restantes se halló que estaban constituidas por una fauna típica de aguas contaminadas. (Mesosaprobias) o de alta mente contaminadas (Polisaprobias).

Al estudiar las 21 quebradas afluentes al río se encontró una fauna bental que variaba desde la típica de aguas limpias hasta la típica de aguas contaminadas y que sirvió de base para clasificarlas en las tres siguientes categorías:

- I. Quebradas poco contaminadas: "Brunera", "Dos Quebradas", "La Salada", "Santiago", "Ovejas", "La Miel", y el "Río Grande".
- II. Quebradas contaminadas: "San Antonio", "La Grande", "Piedras Blancas", "La Iguaná", "La Ayurá", "La Valeria" y "La García".
- III. Quebradas altamente contaminadas: "Santa Helena", "La Hueso", "La Picacha", "Altavista", "Doña María", "La Doctora" y "El Hato".

² Profesor Asociado. Facultad de Ciencias. Universidad Nal. - Medellín.

INTRODUCCION

El deterioro de los diferentes ecosistemas aumenta cada vez más en forma peligrosa, como una consecuencia del manejo inadecuado de los desechos domésticos e industriales. Entre estos ecosistemas amenazados se encuentran las masas acuáticas, ya que se les ha convertido en receptoras de los desechos del auge económico.

En nuestro medio la contaminación acuática comienza a mostrar síntomas cada vez más alarmantes y, desafortunadamente, son escasos los estudios encaminados a un control de la polución. Lo anterior no ha permitido establecer normas para prevenir los desastres ecológicos. Un buen ejemplo de lo anteriormente dicho es el río Medellín, que cruza el Valle de Aburrá, el cual ha sido convertido en una cloaca en donde se vierten los desechos, tanto industriales como domésticos.

El problema del río Medellín no es algo de reciente mención, ya que desde el año 1931 había sido advertido por el Ing. Geo. C. Bunker, quien mediante análisis físico-químicos y bacteriológicos demostró el alto grado de contaminación que estaban alcanzando las aguas del río. También dicho Ingeniero proporcionó una serie de pautas para preservar y mejorar la calidad de sus aguas, como fuente futura de agua potable. Sin embargo, las recomendaciones no fueron acogidas por considerarseles anti-económicas y así la contaminación continuó avanzando.

Al problema del río Medellín es necesario agregar el de muchas de sus quebradas afluentes, las cuales han alcanzado ya niveles altos de contaminación.

El presente trabajo, que hace parte de un macroproyecto de investigación (10), se originó como una necesidad de diagnosticar desde diferentes ángulos el estado de contaminación alcanzado por el río Medellín y de algunos de sus afluentes principales, para que así las Empresas Públicas de Medellín, auspiciadoras de la investigación, contasen con una serie de criterios que le sirvieran para trazar planes sobre aprovechamiento y protección de los recursos hídricos en el Valle de Aburrá.

MATERIALES Y METODOS

- I. **METODOLOGIA:** Los puntos seleccionados como estaciones de muestreo tanto en el río Medellín como en las quebradas, fueron objeto de un reconocimiento preliminar para así obtener datos aproximados de su composición faunística. Este reconocimiento mostró que, por las condiciones físicas tanto del río como de las quebradas, sólo un método cualitativo de muestreo era permisible.

Con lo anterior en mente era necesario establecer ciertos criterios de colección de la fauna bental, para que así los datos aportados por los muestreos tuviesen un significado que permitiera comparar la composición faunística de cada una de las estaciones. El criterio establecido fue:

1. Limitar a un tiempo de 30 minutos las colecciones en cada una de las estaciones.

2. A medida que se obtenía una mejor información sobre la composición faunística, coleccionar en la estación hasta encontrar un nuevo organismo; en caso negativo, pasar a la siguiente estación.

En el presente estudio se utilizaron como indicadores los organismos bentales, o sea aquellos que viven directamente asociados al fondo de la corriente de agua, debido a que presentan ciclos de vida larga y escaso poder de locomoción, por lo cual las sustancias que entran a su medio ambiente tendrán sobre ellos efectos más grandes. Además, éstos organismos son fáciles de localizar a simple vista y aún de establecer su identidad, lo que ha permitido que se utilicen como indicadores ecológicos ventajosos. También se ha observado que los organismos bentales presentan rangos diferentes según el grado de polución (11), lo que ha servido de base para agruparlos en las siguientes categorías:

- a. Sensibles, o sea aquellos que son afectados por poluciones moderadas. Entre estos organismos se tienen ninfas de *Plecoptera*, larvas de *Trichoptera* y de *Neuroptera*, y nayades de *Ephemeroptera*.
- b. Moderadamente tolerantes, o sea aquellos capaces de resistir niveles medios de polución. Entre estos se tienen: Larvas de *Simulidas*, *Amphipoda* e *Isopoda*, caracoles *Physa* y ninfas de *Anisoptera* y *Zygoptera* (*Odonata*).
- c. Resistentes, que son los organismos capaces de resistir niveles altos de polución. Entre estos grupos se tienen: gusanos *Tubificidae* y ciertas sanguijuelas y larvas de *Chironomidas* (*Diptera*).

Es de anotar que una polución severa puede afectar la mayoría de los grupos bentales. En condiciones anaérobias es posible encontrar larvas de *Psychoda* y *Eristalis*, que debido a ciertas características morfológicas pueden respirar oxígeno atmosférico.

Los índices de tolerancia anotados se han utilizado para intentar la clasificación de la biota de los ríos en sistemas ecológicos. Entre estos sistemas se tienen el de los *Saprobios*, ideado por Kolwitz y Marsson (Ref), que se han tomado como modelo en la organización del presente trabajo. Un resumen modificado de este sistema se halla consignado en la Tabla 1.

Las diferentes estaciones fueron muestreadas a mano y los organismos se coleccionaron en las rocas, piedras, restos de vegetación, etc., y para su captura se utilizaron pinzas entomológicas o bien se concentraron con la ayuda de un cedazo número 30 o número 100, según el caso. Los organismos capturados se colocaron en frascos numerados de boca ancha y se preservaron según el grupo con alcohol al 70% o formalina al 4%. Algunos organismos se trasladaron vivos al laboratorio, para efectos de identificación.

La identificación se realizó con la ayuda de claves y microscopio estereoscópico. La identificación realizada de los organismos bentales es suficiente para los objetivos del presente trabajo.

TABLA 1. ZONAS ECOLOGICAS Y SUS CARACTERISTICAS (Según Kolkwitz y Marsson modificado).

ZONA ECOLOGICA	GRADO DE POLUCION	CARACTERISTICA DE LA ZONA	ORGANISMO INDICADOR (Macroinvertebrados)
Palisaprobios	Fuerte	Rica en materia orgánica. O. D. poco o nulo. Bacterias x cc. 1 millón o más.	Anélidos (<i>Turbifex</i>). Dipteros (<i>Chironomus</i> sp.) o ausencia de organismos.
Mesosaprobio A.	Media	O. D. Variable. Bacteria x cc. cientos de miles.	Odonata (Libélulas). Dipteros (<i>Chironomus</i>). Moluscos (<i>Physa</i> sp. y <i>Sphaerium</i>) Anélidos (Sanguijuelas).
Mesosaprobio B.	Débil	O. D. Cercano o saturado. Bacterias x cc. cien mil.	Anélidos (Sanguijuelas). Moluscos (Variados). Forma superior abundante.
Oligosaprobios	Poca o nula	O. D. Cercano o saturado. Bacterias x cc. de cien a mil. El proceso de mineralización se completa.	Turbelarios (planarias). Insectos acuáticos en general. Moluscos variados. Vida acuática superior diversa y abundante. Flora diversificada.

En el río Medellín se colectaron un total de 50 muestras y en las quebradas un total de 40. Una muestra es el conjunto de organismos capturados en una estación, según el criterio de colección mencionado. El número de muestras por estación es variable, siendo mayores en unas que en otras. Esto dependió de la diversidad que mostraba cada estación durante el período de trabajo.

Los datos biológicos obtenidos en las estaciones se utilizan conjuntamente con los datos físico-químicos, para realizar evaluaciones de mayor precisión del medio ambiente acuático.

- II. ESTACIONES DE MUESTREO: Para efectos de muestreo, en el río Medellín se seleccionaron siete estaciones localizadas a lo largo de 94 km. de su recorrido. La primera de ellas se localizó aguas arriba de la población de Caldas y en donde el río aún conserva sus condiciones naturales; cuatro estaciones más en puntos intermedios del recorrido aguas abajo, para así detectar las zonas críticas de contaminación en el área urbana y las dos restantes en la zona en donde se supone que el río inicia con intensidad los procesos de autopurificación. Una de las dos últimas estaciones (La Clara) se localizó por encima de la desembocadura del Río Grande, con el objeto de observar el efecto que estas aguas tienen sobre las aguas del río Medellín.

Las quebradas afluentes del río Medellín se seleccionaron con base en la importancia de su caudal y en cada una de ellas la estación de muestreo fue localizada varios metros arriba de su desembocadura al mismo. Otro criterio importante en la localización de las estaciones de muestreo, fue la facilidad de acceso.

ESTACIONES DE MUESTREO EN EL RIO MEDELLIN

Primavera	(K 0.0)
Puente Tablaza	(K 7.5)
Puente Envigado	(K 17.0)
Puente Acevedo	(K 33.0)
Puente Machado	(K 37.5)
Puente Pradera	(K 82.0)
Puente La Clara	(K 94.0)

QUEBRADAS AFLUENTES ESTUDIADAS

Margen derecha del río

La Brunera
 La Miel
 La Doctora
 La Ayurá
 Santa Helena
 Piedras Blancas
 San Antonio
 Ovejas
 Dos Quebradas
 Santiago

Margen izquierda del río

La Salada
 La Valeria
 La Grande
 Doña María
 Altavista (*)
 La Picacha (*)
 La Hueso (*)
 La Iguaná
 El Hato
 La García
 Río Grande

(*) Las quebradas canalizadas y exceptuadas de los muestreos biológicos, se clasificaron con base en los datos físico-químicos.

III. PERIODOS DE MUESTREO: Las estaciones del río Medellín y las de las quebradas, fueron muestreadas por un período de tres meses no continuos, es decir, los muestreos se planearon en tal forma que incluyesen los períodos de verano y de lluvias.

PERIODOS DE MUESTREO DEL RIO MEDELLIN

Primer período:	Mayo 5	a	Julio 21	de 1.972
Segundo período:	Agosto 14	a	Agosto 29	de 1.972
Tercer período:	Septiembre 7	a	Octubre 5	de 1.972

PERIODOS DE MUESTREO EN LAS QUEBRADAS:

Primer período:	Julio 5	a	Junio 19	de 1.973
Segundo período:	Julio 10	a	Agosto 16	de 1.973
Tercer período:	Febrero 11	a	Febrero 28	de 1.974
Cuarto Período:	Marzo 14	a	Abril 4	de 1.974

Entre el segundo y tercer período se observa un distanciamiento que obedece al efecto que tuvo el fuerte invierno del año de 1973 y que obligó a la suspensión de los muestreos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los análisis biológicos del río Medellín, cuyos resultados están consignados en la Tabla 2 y en la Figura 1, muestran con claridad los efectos de la polución sobre los diferentes organismos bentales. La estación "La Primavera", localizada aguas arriba de la población de Caldas (Antioquia), muestra una fauna bental típica de aguas limpias (*Oligosaprobias*), en la cual los insectos no-dípteros son los componentes sobresalientes. Este tipo de organismos, sobre todos los grupos de *Ephemeroptera* y de *Plecoptera*, muy sensibles a la polución y su alta diversidad indica una comunidad bental con buena estabilidad.

En la estación "La Tablaza", la situación a simple vista parece ser muy semejante a la observada en la estación anterior, ya que se observa una buena diversidad, pero la presencia de caracoles (*Physa-sp*) y de sanguijuelas (*Glossiphoniidae*), al igual que la desaparición de insectos sensibles (*Plecoptera*), señala evidencia de ciertos disturbios ecológicos a nivel de la fauna de esta estación. En la estación "Envigado", la diversidad se halla aún más reducida. Además, se observó que la mayoría de los insectos no-dípteros han desaparecido, para ceder ante la predominancia de grupos indicadores de altas concentraciones de materia orgánica o sea aguas eutróficas, como es el caso del díptero *Chironomus*, del gusano *Tubifex* y del caracol *Physa*. En las estaciones de Acevedo y Machado la situación es dramática, ya que la diversidad de la fauna bental ha caído a su nivel más bajo. Además el díptero *Chironomus* se halla reducido o desaparecido completamente, siendo sólo el gusano *Tubifex* el único capaz de prosperar, indicando su presencia niveles elevados de polución y condiciones anaeróbicas (véase Tabla 3).

En las estaciones "La Pradera" y "La Clara", la reaparición de sanguijuelas, caracoles e insectos (*Ephemeroptera*), podría indicar condiciones de mejoría en los niveles de contaminación. Sin embargo, la diversidad de estas estaciones continúa aún siendo baja, es decir no se dan condiciones ecológicas saludables que permitan una recolonización de grupos bentales amplios. La ausencia de *Tubifex* y los bajos porcentajes de *Chironomus* de estas estaciones, pueden deberse a la acción predatora de las sanguijuelas u otro tipo de condición no observado.

Los análisis biológicos del río Medellín, observados en una gráfica, reflejan en forma contundente los efectos de la polución sobre las poblaciones bentales. En la Figura 1 se observa que de una alta diversidad de grupos (Familias) a nivel de la estación localizada aguas arriba del río (La Primavera), se pasa a encontrar baja diversidad a medida que la contaminación hace sentir sus efectos aguas abajo, con asentamiento de grupos típicos de aguas polucionadas. En las dos últimas estaciones se observa como una ligera mejoría en la calidad del agua produce un cambio en la población bental, pero la curva muestra que esta mejora en las con-

TABLA 2 — ORGANISMOS CAPTURADOS EN SIETE ESTACIONES EN EL RIO MEDELLIN
(Elaborada con base en el análisis de 50 muestras colectadas en el período de Mayo a Octubre de 1972)

ORGANISMO					ESTACIONES								
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	Primavera	Tablaza	Enviado	Acevedo	Machado	Pradera	La Clara		
ARTROPODA	INSECTA	PLECOPTERA	<i>Perlidae</i>		+								
			No Ident.		+								
		EPHEMEROPTERA					+	+	+			+	+
			<i>Helicopsychidae</i>				+	+					
			<i>Hidrotidae</i>				+	+					
			<i>Rhyacophyllidae</i>				+	+					
			<i>Leptoceridae</i>				+						
			<i>Hydropsychidae</i>				+	+					
			No Ident.				+	+					
		COLEOPTERA	<i>Psephenidae</i>	<i>Psephenus</i>			+						
			No Ident.				+						
		HEMIPTERA	<i>Naucoridae</i>				+						
			No Ident.				+						
		NEUROPTERA	<i>Corydalidae</i>	<i>Corydalis</i>			+						
			Zygoptera				+	+					
			Anisoptera					+					
		DIPTERA	<i>Chironomidae</i>	<i>Chironomus</i>			+	+	P	+		+	
			No Ident.					+					
		INSECTOS NO DETERMINADOS					+	+	+		+		
		TURBELARIO		<i>Planariidae</i>			+	+					
MOLLUSCA		<i>Physidae</i>	<i>Physa</i> Sp.			P	P			P	P		
		<i>Sphaeriidae</i>				+							
ANELIDA		<i>Tubificidae</i>	<i>Tubifex</i>				P	P	P				
		<i>Glossiphoniidae</i>				P	+			P	P		
TOTAL GRUPOS EXISTENTES					18	15	6	2	2	4	3		

+: Presencia

P: Predominante

FIGURA 1: Efectos de la contaminación sobre el total de grupos existentes en el río Medellín, por estaciones.

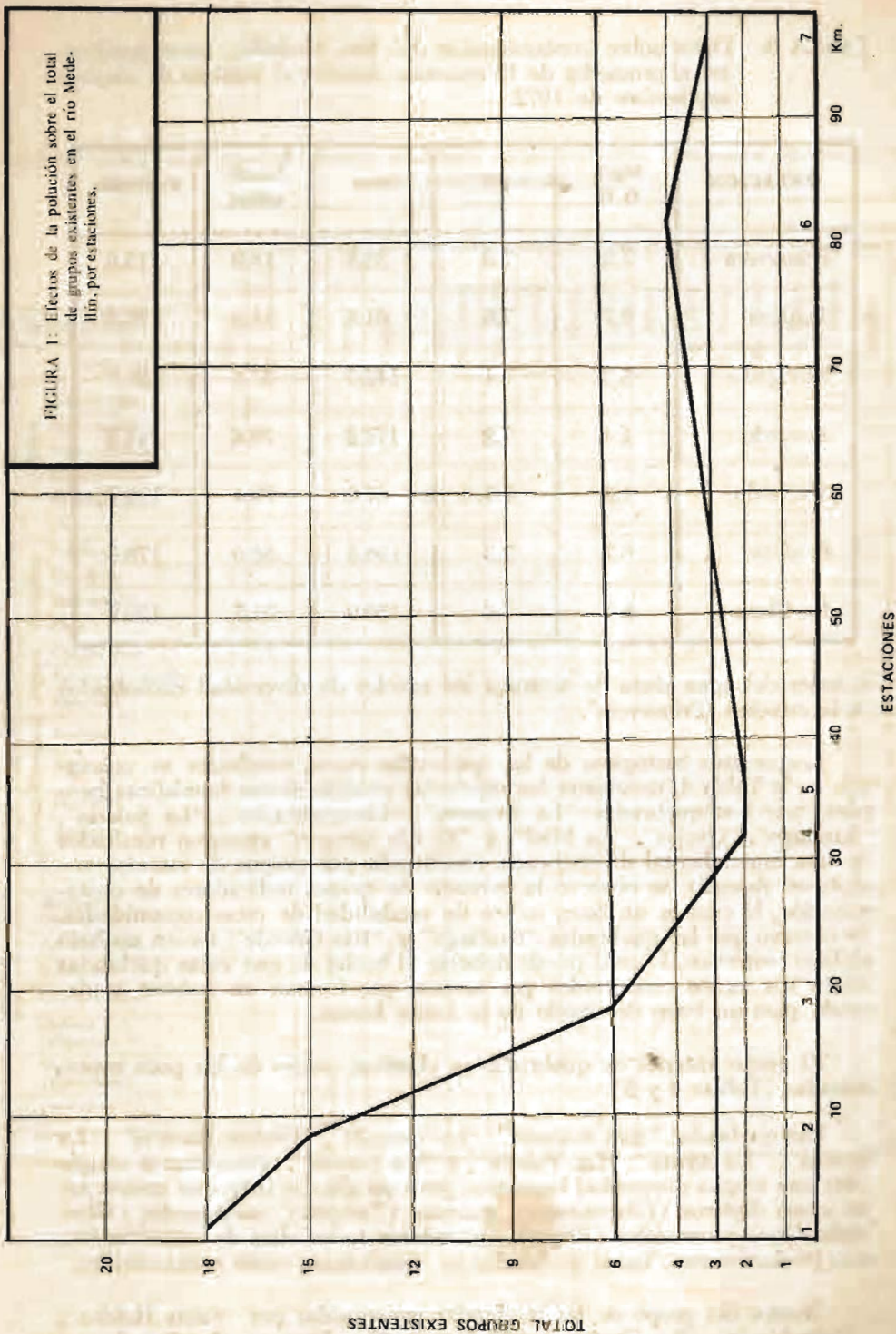


TABLA 3: Datos sobre contaminación del Río Medellín, correspondientes al promedio de 15 muestras durante el período de mayo a septiembre de 1972.

ESTACION	Mg/l O. D	pH	Color	Alcali- nidad	Turbidez
Primavera	7.2	7.6	35.8	18.9	13.0
Tablaza	6.7	7.6	61.8	28.6	52.0
Envigado	5.3	7.4	142.9	37.6	121.7
Acevedo	1.4	7.2	172.2	76.4	132.8
Machado	1.2	7.3	67.0	79.4	122.7
Pradera	6.7	7.3	196.8	56.0	178.8
La Clara	6.3	7.2	150.9	31.7	139.9

diciones del agua dista de alcanzar los niveles de diversidad encontrados en la estación "Primavera".

Los análisis biológicos de las quebradas cuyos resultados se consignan en la Tabla 4, mostraron las siguientes composiciones faunísticas bentales, así: Las quebradas "La Brunera", "Dosquebradas", "La Salada", "Santiago", "Ovejas", "La Miel", y "El Río Grande" arrojaron resultados de una fauna bentel diversificada constituida por grupos de insectos no-dípteros. Además, se observó la carencia de grupos indicadores de contaminación, lo cual es un buen índice de estabilidad de estas comunidades. Se observó que las quebradas "Santiago" y "Río Grande" tenían un bajo registro faunístico, lo cual puede deberse al hecho de que estas quebradas tienen sus lechos constituidos por arenas, que forman un habitat inadecuado para un buen desarrollo de la fauna bentel.

El grupo anterior de quebradas se clasificó dentro de las poco contaminadas (Tablas 4 y 5).

Las quebradas "San Antonio", "La Grande", "Piedras Blancas", "La Iguaná", "La Ayurá", "La Valeria", y "La García", presentan a simple vista una amplia diversidad faunística, pero en ellas se nota que grupos tales como dípteros (*Chironomus*), gusanos (*Tubifex*), sanguijuelas (*Glossiphonidae*) y caracoles (*Physa*), indicadores todos ellos de eutroficación, son predominantes. Estas quebradas se clasificaron como contaminadas.

Dentro del grupo de las quebradas constituidas por "Santa Helena", "Doña María", "La Doctora", "El Hato", "La Hueso", "La Picacha" y

TABLA 4: Número y clase de organismos hallados en las quebradas con base en el análisis de 40 muestras colectadas en el periodo de junio/73 a marzo/74.

ORGANISMOS		Poco contaminadas						Contaminadas						Altamente Contaminadas									
		Bramera	Dos Quebradas	La Salada	Santiago	Ovejas	La Miel	Río Grande	San Antonio	La Grande	P. Blancas	La Iguala	La Ayurá	La Valeria	La García	Sta. Elena	La Hueso	La Picacho	Altavista	Doña María	Ductera	El Hato	
FAMILIAS																							
INSECTOS	Trichoptera	<i>Leptoceridae</i>	+				+				+												
		<i>Helicopsychidae</i>	+				+	+		+													
		<i>Hidropsychidae</i>	+		+		+			+	+			+									
		<i>Glossomatidae</i>	+																				
		<i>Rhyacophilidae</i>					+		+	+													
		Otros									+												
		Colóptera	<i>Psephenidae</i>			+																	
			<i>Helodidae</i>	+		+			+														
			<i>Hidrophylidae</i>																				
			Otros	+		+		+		+													
		Diptera	<i>Chironomidae</i>	+	+	+		+		P	P	+	+	+	P	P	+					+	
			<i>Tubifera (Cristalis)</i>									+											
			<i>Simuliidae</i>			+				P													
		Plecoptera	<i>Perlidae</i>	+	+	+		+		+													
			Otros					+		+													
		Odonata	<i>Zigoptera (S. O)</i>			+		+															
			<i>Anisóptera (S. O)</i>																				
		Neuróptera	<i>(Corydalidae)</i>			+	+																
		Hemiptera	<i>(Naucoridae)</i>				+																
		Ephemeroptera		+	+	+	+	+	+	+	+				+								
Anélida		<i>Tubificidae</i>								P				P									
		<i>Glossiphoniidae</i>							P		P	P	P	+	P								
	Molusea	<i>(Physidae)</i>			+		+		P	+	P	P	P	+	P								
	Turhelarius	<i>(Planariidae)</i>	+	+	+		+						+										
	Crustáceos				+								+										
Nº de Grupos por estación			10	6	13	3	9	6	3	10	7	6	3	6	5	3	1	0	0	0	2	0	0

TABLA 5. DATOS SOBRE CONTAMINACION DE LAS QUEBRADAS CORRESPONDIENTES AL PROMEDIO DE 15 MUESTRAS COLECTADAS DURANTE EL PERIODO JUNIO/73 A MARZO/74.

PARAMETROS	Poco Contaminadas															Contaminadas					Altamente Contaminadas				
	Bravera	Dos Quebradas	La salida	Santiago	Ovejas	La Miel	Rio Grande	San Antonio	La Grande	Piedras Blancas	La Iguala	La Ayural	La Valeria	La Garcia	Santa Elena	La Huaso	La Picacha	Alvasta	Doña Maria	La Doctora	El Hato				
Mg/l Oxigeno disuelto	7.4	7.6	7.4	6.9	7.6	7.2	7.4	6.5	7.0	6.2	6.0	6.4	6.1	5.6	2.9	1.2	1.7	2.4	2.1	3.7	2.3				
Mg/l CaCO ₃ Alcalinidad	33	23	40	30	19	19	19	54	62	46	56	46	57	49	80	97	84	125	82	53	577				
Turbiedad	8	7	10	15	12	69	84	29	15	66	158	114	92	418	87	281	197	310	119	134	75				
Color	14	21	19	36	28	82	172	53	35	113	206	341	100	741	136	389	308	429	244	326	278				
pH	7.8	7.8	8.0	7.4	7.6	7.7	7.6	7.6	7.7	7.5	7.7	7.5	7.5	7.6	7.4	7.3	7.2	7.7	7.8	7.4	11				

"Altavista", es preciso señalar que las tres últimas no fueron analizadas biológicamente y para su clasificación se adoptó el criterio físico-químico (Tomado del trabajo en preparación "Contaminación de Quebradas").

Las quebradas "La Doctora" y "El Hato", fueron muestreadas en diferentes ocasiones y en todas ellas los muestreos arrojaron resultados negativos, es decir no se localizó fauna bental (véase Tabla 4).

La primera de estas quebradas recibe contaminantes de la industria de curtimbres, los cuales probablemente sean tóxicos para el desarrollo de las comunidades bentales. La quebrada "El Hato" está sometida a la acción directa de contaminantes de la industria textil, los cuales han producido un elevado pH y alcalinidad (Tabla 5), al igual que el desarrollo de altas temperaturas, factores estos nocivos a las comunidades bentales.

Las quebradas "Santa Helena" y "Doña María" mostraron durante los análisis realizados una reducción grande de sus poblaciones bentales pues se hallaban supeditadas a escasos individuos en el área muestreada. Este último grupo de quebradas se clasificó como altamente contaminadas.

La clasificación de las quebradas fue realizada con base tanto en los análisis biológicos como en los físico-químicos (Tablas 4 y 5).

CONCLUSIONES

Los análisis biológicos del río Medellín y de 21 quebradas afluentes indicaron que:

1. Sólo en la zona localizada aguas arriba de la población de Caldas (estación "La Primavera", el río presentó una fauna bental típica de aguas limpias. Las restantes estaciones analizadas mostraron perturbaciones ecológicas que han suscitado cambios en la población bental, dando origen al desarrollo de una fauna típica de aguas contaminadas.
2. En el río no se observó una recuperación biológica total a nivel de aquellas estaciones localizadas aguas abajo de su recorrido, es decir, a nivel de la llamada zona de recuperación.
3. Un buen porcentaje de las quebradas es aún utilizable como fuente de agua, lo que hace indispensable una protección adecuada de las mismas.

BIBLIOGRAFIA

1. Anderson, J. B. y E. H. Henson. 1965. The role of benthos and plankton studies in a water pollution surveillance program. Robert Taft Sanitary Engineering Center. Cincinnati, Ohio. 34 p.
2. Eliassen, R. 1952. Stream pollution. Scientific American 18 (3) 17-21.

3. Hynes, H. B. N. 1971. The biology of polluted waters. Toronto. The University of Toronto Press. 202 p.
4. Keup, L. E.; Ingran, W. y K. M. Machenthum. 1966. The role of bottom dwelling macrofauna in water pollution investigation. U. S. Dep. of Health, Education and Welfare. Cincinnati, Ohio. 23 p.
5. Mackenthum, K. M. 1966. The practice of water pollution biology. U. S. Department of the Interior. FWPC. 281 p.
6. Morgan, A. H. 1930. Field books of pond and Stream. New York. G. P. Putnan's Sons. 448 p.
7. Needham, J. C. y Needham, P. R. 1962. A guide to the study of fresh water biology. San Francisco. Holden Day. Inc. 108 p.
8. Pickavance, J. R. 1971. Pollution of a stream in Newfoundland: effects o invertebrate fauna. Biological Conservation 3 (4): 254-268.
9. Ruttner, F. 1953. Fundamentals of limnology. Toronto. The University of Toronto Press. 295 p.
10. Ramírez, J. H. Gil y E. Vega. Estado de la contaminación del río Medellín. Empresas Públicas de Medellín - Universidad Nacional (Medellín). Informe en Mimeógrafo. 161 p.
11. Shiffman, R. H. 1958. A method of cataloging stream botton organism in respect to their pollution tolerance. Mimeo. Publ. III. Dep. Pub. Health.
12. Ward, H. B. and G. C. Whipple. 1959. Fresh water biology. Second Edition. Nef York. John Wiley & Sons. 12248 p.