

CARACTERIZACIÓN HIDROBIOLÓGICA Y EVALUACIÓN ECOLÓGICA DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO GUARINO, DEPARTAMENTO DE CALDAS

Jeymmy Milena Walteros Rodríguez
Fundación Proagua

José Fernando Daza Castro
Fundación Proagua

Recibido: febrero 25, 2009 Aceptado: noviembre 11, 2009

Resumen

Este estudio se realizó en Diciembre de 2007, sobre seis estaciones distribuidas a lo largo del río Guarinó. Para la comunidad perifítica fueron identificados 42 géneros, de los cuales *Navicula*, *Gomphonema*, *Melosira* y *Fragillaria* son los más representativos en todas las estaciones. En cuanto a la comunidad de macroinvertebrados predominaron los órdenes Diptera y Trichoptera; se identificaron en total 41 familias de las cuales Baetidae, Simuliidae y Chironomidae fueron abundantes y representativas a lo largo del río. Los resultados del índice BMWP reflejan una calidad de agua de buena a aceptable. Las estaciones de la cuenca alta y media se identificaron como clase I, mientras que las estaciones de la cuenca baja como clase II. Se capturaron ocho especies de peces para la cuenca baja, destacándose la presencia de *Prochilodus magdalenae*, *Pimelodus groszkopfii* y *Leporinus muyscorum*, organismos que reflejan el inicio de la temporada migratoria, procedentes de la cuenca del río Magdalena, hacia aguas arriba del río Guarinó, y que comúnmente se conoce como “subienda”. Los resultados revelaron el grado de vulnerabilidad ambiental de la cuenca como consecuencia de la interrelación entre los eventos naturales y la acción antrópica, en especial para la zona baja del río.

Palabras Clave: Bioindicación, Índice BMWP, Calidad del agua, Río Guarino.

Abstract

The present study was made in December 2007 with six stations distributed along to the Guarino River. For the peryphyton community, 42 genera were identified with the main ones being *Navicula*, *Gomphonema*, *Melosira*, and *Fragillaria* as the most representative at all the stations. For the macroinvertebrate community, the *Diptera* and *Trichoptera* orders predominated; in total, 41 families were identified with *Baetidae*, *Simuliidae*, and *Chironomidae* being the most abundant and representative along the river. The results of the BMWP index reflect good to acceptable water quality. The stations of upper and middle river basin were identified as “Class I”, and the lower river basin stations were classified as “Class II”. Eight fish species were caught in the lower river basin with a predominant presence of *Prochilodus magdalenae*, *Pimelodus groszkopfii*, and *Leporinus muyscorum*, organisms reflecting the start of the migratory period for fish from the Magdalena River basin towards upstream of the Guarinó River, commonly known as “subienda”. The results reveal the environmental vulnerability of the river basin due to the interrelation between the natural events and the anthropic action, particularly in the lower zone of the river basin.

Keywords: Bioindication, BMWP Index, Water quality, Guarinó River

1 Introducción

Los ríos de montaña son de gran importancia socioeconómica y son la fuente principal de agua de algunas poblaciones de la región Andina [6]. Para el departamento de Caldas, la cuenca del río Guarinó es considerada una de las más importantes de la región oriental; es fuente abastecedora del acueducto del municipio de La Dorada, además de ser uno de los sistemas fluviales más concurridos para la actividad pesquera artesanal, y donde actualmente se ejecuta uno de los megaproyectos más importantes para la industria generadora de energía de nuestro país; por tanto existe la necesidad de conocer el estado actual, manejo y uso sostenible de los recursos naturales que este sistema ofrece.

Es así como los estudios en el campo de la limnología se hacen indispensables para comprender los sistemas lóticos, no solo para iniciar con una la línea base de nuestras cuencas hidrográficas, sino también para comprender y evaluar las comunidades hidrobiológicas que conforman el ambiente acuático, entre estas el perifiton, los macroinvertebrados y peces, las cuales fueron caracterizadas en este estudio por ser ejemplo de los niveles tróficos más importantes en un río de estas características.

En los últimos años se ha enfatizado en la bioindicación de la calidad del agua y donde una de las comunidades más empleadas son los macroinvertebrados acuáticos, debido a que reúne diversos grupos como moluscos, lombrices, sanguijuelas, platelmintos, crustáceos, ácaros y fundamentalmente los estados juveniles de varios órdenes de insectos [23].

Estos organismos ofrecen alta distribución y adaptación a diferentes variables físicobióticas, simplicidad metodológica, rapidez de los resultados [22], y muy útiles en la fiscalización por parte de algún ente público que requiera en poco tiempo y de una manera acertada evaluar la calidad del agua de una cuenca hidrográfica determinada [14].

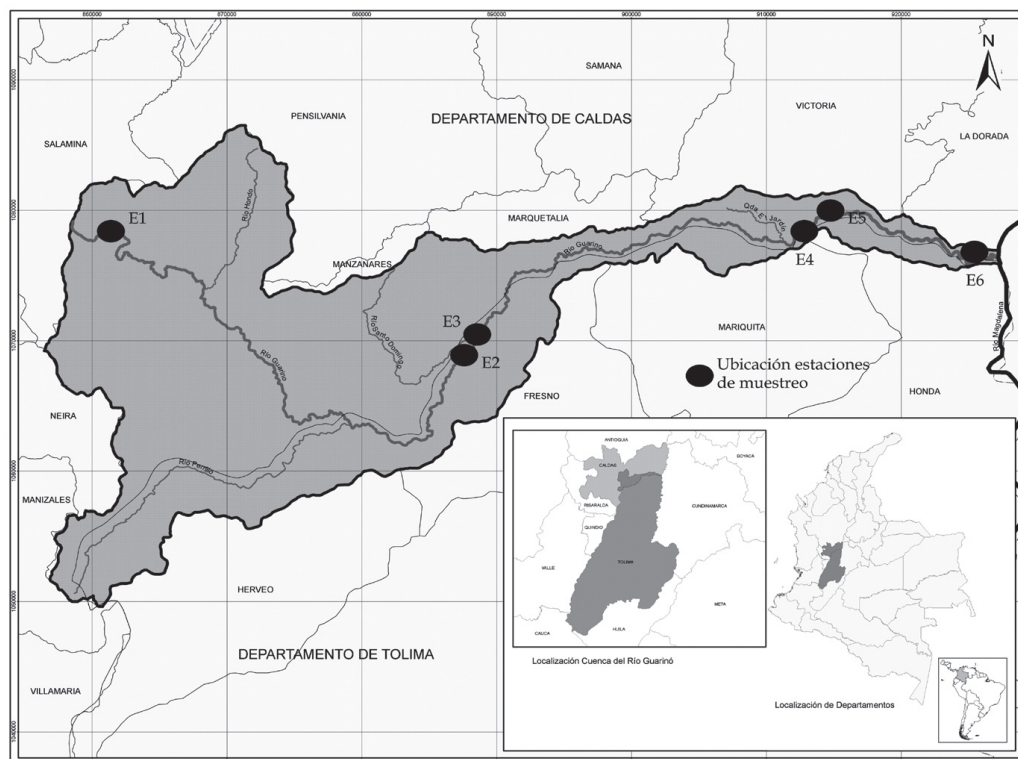
El presente documento ha sido elaborado en respuesta a los requerimientos establecidos por la autoridad ambiental, la Corporación Autónoma Regional de Caldas - CORPOCALDAS, para la conformación de la línea base, necesaria para adelantar el proceso de Ordenamiento de la Cuenca del río Guarinó, de acuerdo con el Decreto 140 de 2007, donde priorizó esta cuenca.

2 Metodología

2.1 Área de estudio

El río Guarinó nace en la vereda El Páramo en un humedal de tipo pantano, a los 3800 msnm; desemboca en el río Magdalena en la vereda El Perico, límite entre los municipios de Honda - La Dorada, a los 185 m de altitud. Comprende un área total de 83745 ha, de las cuales 62095 ha (75%) corresponden al Departamento de Caldas, y las restantes hacen parte del Departamento del Tolima [3]. El relieve de la zona es abrupto dominado por colinas y montañas de pendientes muy empinadas y valles angostos y profundos. El régimen de caudales y de precipitación en la cuenca tiene un comportamiento bimodal, siendo los meses de mayo y noviembre los de mayor valor. Para la cuenca media y baja, y de acuerdo con los registros, la temperatura media es de 20°C. El valor promedio de humedad relativa es de 83%, el de evaporación 73 mm mensual, brillo solar 112 horas sol mensuales y velocidad del viento 1.3 m/s [13].

Para este estudio se ubicaron seis estaciones de muestreo a lo largo de todo el río, con un rango altitudinal entre 2969 m y 210 m (Mapa 1). Los criterios para la selección de estos puntos fue esencialmente el acceso al río, especialmente por su geomorfología en la parte alta, así como también los sitios de vertimientos de las aguas residuales domésticas de las cabeceras municipales asentadas en esta cuenca y las zonas de mayor actividad pesquera (Foto 1a)



Mapa 1. Cuenca del río Guarinó. Ubicación de estaciones de muestreo.

2.2 Medición de variables físico-químicas y ambientales

En todas las estaciones se hicieron mediciones *in situ* de temperatura, conductividad y pH, usando un conductivímetro marca Hanna.

2.3 Colecta de perifiton

Se seleccionó un tramo de 10 m bien iluminado y con corriente; dentro de este se eligieron cuatro rocas al azar para remover la película de algas presentes en un área de 8 cm² por piedra. El material se fijó con alcohol etílico al 70% y gotas de lugol 10% [8]. El procedimiento cualitativo consistió en concentrar las muestras a un volumen final de 50 ml mediante una malla de 25 µm. Se tomaron alícuotas de 1 ml de la muestra, las cuales se observaron y contaron en microscopio convencional. Para establecer el número de alícuotas observadas por muestra, se analizaron tantas alícuotas como sea necesario hasta obtener que la frecuencia del taxón más abundante sea 100 [1]. La identificación se realizó hasta el nivel taxonómico género con ayuda de guías taxonómicas [9 y 20].

2.4 Colecta de macroinvertebrados

Para la colecta de macroinvertebrados se tomó un tramo de 100 m longitudinales representativos de la corriente, donde fueron identificados los diferentes hábitats presentes [2], y durante una hora se usaron redes tipo D-Net y Surber de acuerdo a las características del sistema fluvial (Foto 1b). Adicionalmente, y para que las muestras fueran representativas, se hizo colecta manual. El material colectado se limpió en bateas blancas y posteriormente fue depositado en recipientes plásticos rotulados, preservado con alcohol al 70% y llevado al laboratorio de CORPOCALDAS para su posterior separación e identificación hasta el nivel taxonómico de familia con ayuda de las claves de taxonómicas [7, 16 y 21].

2.5 Colecta de peces

Los muestreos realizados fueron diurnos y solamente en la parte baja de la cuenca. Las jornadas se hicieron en el día, donde se ejecutaron 30 lances con atarraya, con un esfuerzo de muestreo de hasta 3 horas por estación (Foto 1c). Todas las especies capturadas fueron fotografiadas e identificadas taxonómicamente en campo con ayuda de las claves de taxonómicas [5, 15 y 17]. Además de la colecta en campo de algunas especies ícticas, se encuestaron 6 pescadores de la región, especialmente a los residentes en el municipio de Victoria, con el fin de ampliar el conocimiento de esta comunidad, además de valorar la importancia que tiene el conocimiento tradicional.

2.6 Análisis de datos

Para el análisis de las comunidades de macroinvertebrados y perifiton, en cada estación se estimó abundancias relativas y se calculó los índices ecológicos de Margalef, Shannon-Weaver y Simpsons, con ayuda del programa MVSP versión 3.13. Para los macroinvertebrados acuáticos adicionalmente se aplicó el índice biótico BMWP/Col [21], el cual permitió asignar una categoría de calidad de agua por estación.

3 Resultados y discusión

3.1 Medición de variables físico-químicas

Los parámetros físico-químicos analizados se encuentran dentro de los rangos normales (Tabla 1). La temperatura presenta un comportamiento adecuado con la ubicación geográfica de cada estación (entre 12,4°C y 22,6°C) [13]. Con respecto a las unidades de pH reportadas para las seis estaciones muestreadas, dando claridad de que se encuentran dentro de los rangos normales [22], es importante resaltar el valor de la E1, es el más bajo, debido posiblemente al impacto que genera la alta carga de materia orgánica, proveniente de la actividad ganadera extensiva que existen en la zona alta de la cuenca, afectando la calidad fisicoquímica del agua.

En cuanto a la conductividad, no existe una variación considerable, ya que se mantuvo en un rango acorde con las características físicas del sistema que varía entre un valor mínimo de 44 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y un máximo de 95 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Los valores de conductividad disminuyen en la medida que el aporte de las lluvias y la afluencia de tributarios aumenta el caudal y con ello la capacidad de dilución de estas concentraciones, lo que explica los valores en las estaciones E3, la cual esta ubicada aguas abajo de la entrega del río Santo Domingo.

PARÁMETRO	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Temperatura (°C)	12.4	18.5	19.6	22.4	22.6	22.4
pH (unidades)	6.6	7.5	7.1	7.3	7.3	7.4
Conductividad (μScm^{-1})	44	95	76	62	60	65

Tabla 1. Valores de los parámetros fisicoquímicos analizados

3.2 Comunidad de perifiton

Se colectó en total 6733 individuos pertenecientes a las divisiones *Bacillariophyta* (83%), *Cyanophyta* (12,2%) y *Chlorophyta* (4,4%) (Tabla 2). Las diatomeas estuvieron mejor representadas en la estación E4 con el 87%, entre tanto, las algas verdes y verde azules predominaron en estación E5 (6.5% y 15.8% respectivamente), y tan solo hubo reporte de una *Amoeba* con baja representatividad en las estaciones E2 y E3 (0,3 % y 0,6%).

De los 42 géneros identificados, los más frecuentes en todas las estaciones fueron *Navicula* (26.7%), *Gomphonema* (17.0%), *Melosira* (6.6%), *Fragilaria* (5.6%) y *Chroococcus* (5.5%) (Foto 2a). Por otro lado, géneros como *Stephanodiscus*, *Oocystis*, *Tetraedrum* y *Oedogonium*, presentaron las menores abundancias. En cuanto a las estaciones, E4 y E2 presentaron los más altos valores de abundancia relativa (23% y 17,6% respectivamente), mientras que los menores valores se reportaron en las estaciones E1 (13,2%) y E3 (14,5%).

Las estaciones con mayor riqueza en géneros fueron E5 con 29 y E3 con 25, mientras que las estaciones E4 y E6 con 16 géneros fueron las menos diversas. Este mayor número de taxones reportados para la E5 puede deberse a la diversidad de hábitats disponibles para la colonización de las algas, ya que en esta estación existe una buena cobertura de vegetación a la orilla del río, además de haber una disminución de caudal por la presencia de la bocatoma para el acueducto de La Dorada administrado por de EMPOCALDAS, factores que favorecen el establecimiento de dicha comunidad. Por el contrario las estaciones E4 y E6 reportaron la menor cantidad de taxones, estando muy relacionado factores como la pérdida de sustratos disponibles para colonizar debido a los aumentos considerables del caudal en esta zona baja y a la rápida velocidad que presenta la corriente.

Los índices ecológicos son de alguna manera, la forma de interpretar el comportamiento de las comunidades biológicas (Tabla 3). El índice de Margalef que osciló entre 2,14 y 3,82, se relaciona directamente con la riqueza de taxones reportados en cada una de las estaciones, reflejados en las buenas condiciones ambientales que presenta cada zona. En cuanto al índice de diversidad de Shannon-Weaver, el valor más alto de este índice lo registro la estación E5 (2,8 indv/bits), y el valor más bajo se calculó para la estación E4 (2,19 indv/bits). Finalmente, el índice de Simpson arrojó valores relativamente bajos (entre 0,09 y 0,15), en especial para la estación E5 donde se confirma que la riqueza de géneros allí presentes favorecen al equilibrio ecosistémico de esta zona. En general se mostraron índices homogéneos de importancia en el espacio, que pueden considerarse que están en rangos intermedios. A pesar de la elevada abundancia de *Navicula*, la regularidad de los demás géneros llevó a dominancias bajas.

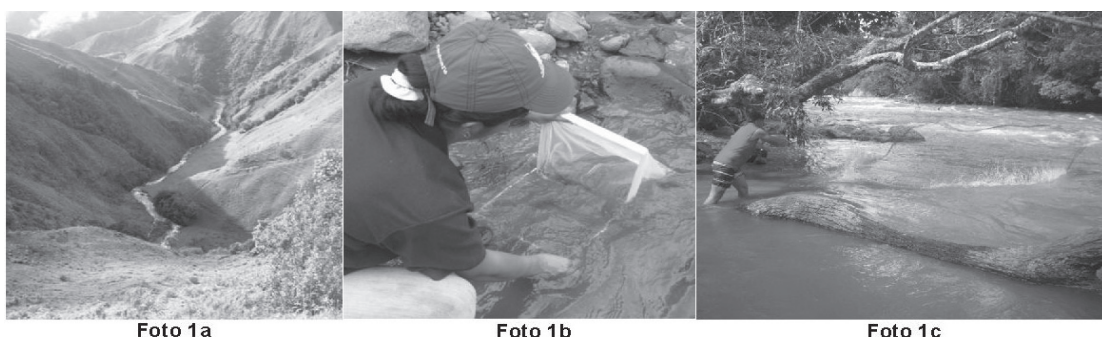


Foto 1. *a-* Panorámica del río Guarinó - cuenca alta; *b-* Método de colecta para macroinvertebrados: red surber; *c-* Método de colecta para peces: atarraya

CLASE	GÉNERO	E1	E2	E3	E4	E5	E6
BACILLARIOPHYCEAE	Cocconeis	0	13	10	0	7	0
	Cymbella	74	92	9	59	48	0
	Eunotia	16	15	3	0	0	0
	Fragilaria	29	30	56	78	98	87
	Gomphonema	118	196	129	215	248	236
	Navicula	300	300	300	300	300	300
	Nitzschia	50	48	39	37	40	69
	Pinnularia	46	59	21	44	98	76
	Diatoma	0	13	0	0	22	0
	Stauroneis	0	0	7	0	0	0
	Surirella	0	26	24	0	29	49
	Synedra	0	0	18	0	0	28
	Ceratoneis	0	19	13	28	27	20
	Asterionella	0	15	27	0	28	21
	Amphora	18	22	21	0	48	0
	Bacillaria	48	73	0	69	96	0
	Gyrosigma	0	0	16	0	0	0
	Stephanodiscus	2	0	0	0	0	0
	Melosira	19	96	87	102	79	63
	Tabellaria	0	0	36	0	0	0
CHLOROPHYCEAE	Chaetophora	3	5	7	19	13	0
	Closterium	6	0	0	0	28	0
	Oocystis	2	0	0	0	0	0
	Spirogyra	8	11	27	23	11	3
	Staurastrum	0	0	0	1	5	0
	Oedogonium	0	2	0	0	3	0
	Actinastrum	10	8	7	0	0	0
	Ankistrodesmus	3	0	0	0	6	0
	Botryococcus	14	26	0	0	18	0
	Euastrum	0	0	0	8	7	0
	Tetraedrum	0	0	0	1	0	0
	Volvox	0	0	0	2	7	4
	Calothrix	0	0	0	0	8	0
CYANOPHYCEAE	Anabaena	7	0	4	0	0	0
	Chroococcus	48	38	53	89	73	70
	Oscillatoria	49	72	0	0	27	0
	Gloecapsa	0	0	27	0	46	30
	Nodularia	18	0	0	0	0	0
	Lyngbia	0	0	30	0	0	4
	Coelosphaerium	0	0	0	0	58	47
	Mycrocistis	0	0	0	0	26	0
	PROTOZOA	Amoeba	0	3	6	0	0
Número Total de Organismos		888	1182	977	1075	1504	1107

Tabla 2. Algas perifíticas encontradas en las estaciones de muestreo sobre el río Guarinó.

ÍNDICES ECOLÓGICOS	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Riqueza	22	23	25	16	29	16
Índice de Shannon H'	2.35	2.51	2.54	2.19	2.8	2.24
Índice de Simpson	0.15	0.12	0.13	0.15	0.09	0.14
Índice de Margalef	3.05	3.11	3.46	2.14	3.82	2.14

Tabla 3. Estimación de índices ecológicos para la comunidad perifítica

Las condiciones físicas del río permiten la colonización de algas en sustratos muy abundantes como son las rocas, además de algunos troncos y restos vegetales que son arrastrados por las corrientes, especialmente cuando se presentan altas precipitaciones, y el caudal aumenta considerablemente. Las diatomeas suelen desarrollarse mejor en hábitats bénticos [10], definiendo así dos estrategias de crecimiento: la primera, desarrollada por algas que se adhieren al sustrato mediante secreciones mucilaginosas, tal es el caso de *Navicula*; y la segunda incluye a las especies que poseen pedúnculos o estructuras basales de adhesión, como el género *Gomphonema*.

La presencia de *Cyanophytas*, presentan un amplio rango de tolerancia a muchos factores [22]; puede considerarse que la actividad antrópica ejercida en las estaciones E1 y E5, son el reflejo de la dominancia de estas. Entre tanto y sustentado por la división *Chlorophyta*, que para el caso tuvo poca representatividad, indican que proliferan en aguas limpias, además, que no son muy abundantes en sistemas lóticos [13]. Para este muestreo que se caracterizó por una condición climática atípica, vale la pena resaltar la presencia del género *Amoeba*, un protozoo indicador de materia orgánica, el cual estuvo presente tan solo en las estaciones E2 y E3.

3.3 Comunidad de macroinvertebrados

En total fueron identificados 4760 individuos, representados en 17 órdenes y 41 familias, y donde la clase Insecta fue la más importante al aportar el 98,5 % de la totalidad de las taxas (Tabla 4). Las mayores riquezas de familias estuvieron en *Diptera* y *Trichoptera*, de estas las mejor representadas fueron *Baetidae* (30,5%), *Simuliidae* (24,5%) y *Chironomidae* (7,24%) (Foto 2b). La estación E2 además de reportarse como la más abundante en individuos (2388 organismos), también registró el mayor número de familias (28), seguida de la estación E3 (26) y la estación E1 (19). Estos resultados resaltan que las mayores diversidades locales se encuentran en zonas más altas, mientras que en las partes bajas con relación a la altitud, las riquezas se hacen menores [22].

Es importante considerar que los parámetros de diversidad y riqueza, están directamente relacionados con las condiciones físicas y ambientales que presenta el sistema acuático, por ello la existencia de diversos microhábitats, favorecen el establecimiento de una comunidad tan diversa. Reflejo de ello es el comportamiento de índice de Margalef, el cual reportó el valor más alto en la estación E3 (3,70), directamente relacionado con la alta riqueza de taxones, seguido de la E2 (3,47) y la E1 (3,22); entre tanto el valor más bajo se registró en la estación E6 (1,17).

Referente al índice Shannon-Weaver, es importante resaltar que está basado en los tres componentes de la estructura de una comunidad: riqueza, uniformidad y abundancia; este describe la respuesta de la comunidad a la calidad ambiental del sistema acuático. Se puede afirmar que las estaciones E2 y E6 presentan una contaminación moderada, mientras que las estaciones E1, E3, E4 y E5 reflejan una condición de contaminación ligera [23].

Es evidente que en aquellos sitios a lo largo de los ríos no alterados por la actividad antrópica, se presente una diversidad taxonómica, principalmente de los órdenes *Ephemeroptera*, *Plecóptera* y *Trichoptera* [22], caso que se ve muy reflejado en las estaciones E1, E2 y E3; sin embargo, en aquellos lugares donde si existe una actividad antrópica impactante, se reflejaría en menor diversidad taxonómica, caso claro para las estaciones E4, E5 y E6, donde es importante destacar la construcción del túnel de transvase, lo cual posiblemente está afectando a esta comunidad, especialmente por el aumento de sedimentos.

La dominancia de Simpson es un índice que considera la abundancia de los taxa más representativos [11]. Este índice presentó valores bajos en las estaciones E3 y E5 con 0,16 y 0,15 respectivamente, y se registró el más alto en la estación E6 (0,47) (Tabla 5). Es conveniente considerar que esta estación cuenta características típicas de un río de valle; por lo tanto se encuentran zonas de remansos, algunas piscinas profundas o poco profundas, que se convierten en el tipo de hábitat ideal para la familia *Vellidae*, la más dominante en este punto.

En cuanto a la calidad ecológica del agua, el índice BMWP/Col mostró en general una buena calidad; solamente las estaciones E5 y E6, mostraron una calidad de agua aceptable (aguas ligeramente contaminadas), lo cual puede estar relacionado con la directamente intervención antrópica al río, ya que es inevitable que en predios vecinos se desarrollen actividades agropecuarias, que si bien no son intensivas, impactan la estabilidad del ambiente acuático [24]. Otra posible incidencia es el proceso de transformación del paisaje, que se refleja con la poca la cobertura vegetal, debido a las diferentes actividades recreativas que se desarrollan en especial en la estación E6.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Turbellaria	Tricladida	Planariidae	1	1	1	0	1	0
	Gordioidea	Chordodidae	7	0	0	1	0	0
Oligochaeta	Haplotaxida	Tubificidae	0	6	1	0	0	0
Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	0	157	134	8	9	1
		Baetidae	8	1055	271	80	5	21
	Odonata	Libellulidae	0	3	4	2	3	0
	Plecoptera	Perlidae	0	29	15	4	2	0
	Megaloptera	Corydalidae	0	16	14	0	1	3
	Hemiptera	Gerridae	0	0	0	0	0	3
		Veliidae	0	19	1	84	26	106
	Coleoptera	Elmidae	23	65	24	27	15	4
		Psephenidae	0	0	1	10	0	1
		Ptilodactylidae	7	0	4	0	0	0
		Gyrinidae	0	0	0	1	0	0
		Hydrophilidae	0	0	0	0	0	0
	Trichoptera	Calamoceratidae	0	1	1	0	0	0
		Glossosomatidae	1	175	123	3	3	0
		Helicopsychidae	6	0	2	0	0	0
		Hydrobiosidae	2	7	2	0	0	0
		Hydropsychidae	9	44	25	9	6	0
		Hydroptilidae	9	100	17	0	0	0
		Leptoceridae	3	129	34	8	4	1
	Diptera	Blephariceridae	6	0	0	0	0	0
		Ceratopogonidae	0	3	0	0	0	0
		Chironomidae	16	161	66	20	4	18
		Empididae	0	12	3	2	0	0
		Muscidae	0	1	0	0	0	2
		Psychodidae	0	18	63	6	5	0
		Simuliidae	122	356	53	18	3	0
		Tabanidae	0	1	1	0	0	0
		Tipulidae	10	17	3	0	1	0
	Colembolla	Isotomidae	0	4	0	0	0	0
Crustacea	Amphipoda	Hyaellidae	28	1	0	0	0	0
Gastropoda	Basommatophora	Ampullaridae	0	0	1	0	0	0
		Planorbidae	1	0	0	0	0	0
		Physidae	0	1	0	0	0	0
		Lymnaeidae	1	1	0	0	0	0
	Mesogastropoda	Hydrobiidae	0	0	0	1	0	0
		Amnicolidae	0	0	1	0	0	0
Bivalva	Unionida	Sphaeriidae	7	0	0	0	0	0
	Systellommatophora	Veronicellidae	0	5	0	0	0	0
No Total organismos			267	2388	865	284	88	160

Tabla 4. Matriz de abundancia de los macroinvertebrados acuáticos

ÍNDICES ECOLÓGICOS	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Número de familias	19	28	26	17	15	10
Índice de Shannon H'	2,06	1,98	2,21	2,05	2,27	1,18
Índice de Simpson	0,24	0,24	0,16	0,19	0,15	0,47
Índice de Margalef	3,22	3,47	3,7	2,83	3,13	1,77
Índice BMWP/Col	126	151	169	118	96	66

Tabla 5. Estimación de índices ecológicos para la comunidad de macroinvertebrados

3.4 Comunidad de peces

En total fueron reportadas 10 especies que corresponden a los órdenes Siluriformes y Characiformes. De estas *Trycomycterus striatus*, *Leporinus muyscorum*, *Salminus affinis*, *Pimelodus grosskopfii*, *Prochilodus magdalenae*, *Chaetostoma milesi*, *Hypostomus hondae*, *Prochilodus magdalenae* fueron capturados (Foto 2c), mientras que especies como *Brycon spp* y *Ichthyoelephas longirostris* fueron reportadas por algunos pescadores que se encontraban en su faena diaria.

Las especies de peces del río Guarinó no se distribuyen de manera homogénea a lo largo del río, sino que lo hacen de acuerdo con el gradiente altitudinal, en donde la complejidad de las comunidades ícticas aumenta a medida que se descende en altitud, y acorde también con el ciclo hidrológico de la cuenca del Magdalena. Por ello, especies que desarrollan todo su ciclo de vida en este río, y que no forman parte de las migraciones en épocas de aguas bajas, son especies de tallas pequeñas, carentes de importancia comercial, como *Trycomycterus striatus* y *Brycon spp* [4]. En cambio las que si forma parte de este evento migratorio, y que son consideradas de mayor importancia económica para la región, son *Prochilodus magdalenae*, *Pimelodus grosskopfii* y *Leporinus muyscorum*.

Existe evidencia de capturas de *Ichthyoelephas longirostris* (EN), *Prochilodus magdalenae* (CR) y *Salminus affinis* (VU), especies que se encuentran amenazadas y de las cuales existe poco o nulo control sobre sus poblaciones [4, 13, 18 y 19].

Para la región oriental de Caldas, en especial para las poblaciones ribereñas del río grande de la Magdalena, como del río Guarinó y la Miel, la pesca es una actividad económica de subsistencia, pero que en la época de “subienda” (diciembre a febrero), se convierte en la actividad de mayor interés para los pescadores y visitantes de esta zona. Los sitios preferidos para pescar en el río Guarinó están aguas abajo de la bocatoma del EMPOCALDAS, en la vereda El Llano, donde por lo general encuentran zonas profundas y con corrientes, pues según los encuestados, dejaron de pescar en cercanías a las veredas Canaan y Cañaveral, afirmando que los sedimentos que constantemente acarrea el río, por las obras del transvase, desfavorecen el nicho ecológico de los peces; esto ha sido confirmado por trabajos preliminares [19], asegurando que antes de la construcción de la bocatoma, la migración de los peces se evidenciaba hasta el sitio denominado El Salto (vereda Canaan), recorriendo un trayecto del río, aproximadamente de 24 km.

Desafortunadamente, todas las acciones antrópicas repercuten sobre el sistema acuático, en especial en zonas donde la topografía es abrupta; por eso la ganadería, la actividad turística, obras civiles, deforestación y vertido de aguas residuales, disminuyen la disponibilidad de refugios, zonas de alimentación, de postura, crecimiento y desarrollo de los peces [12].

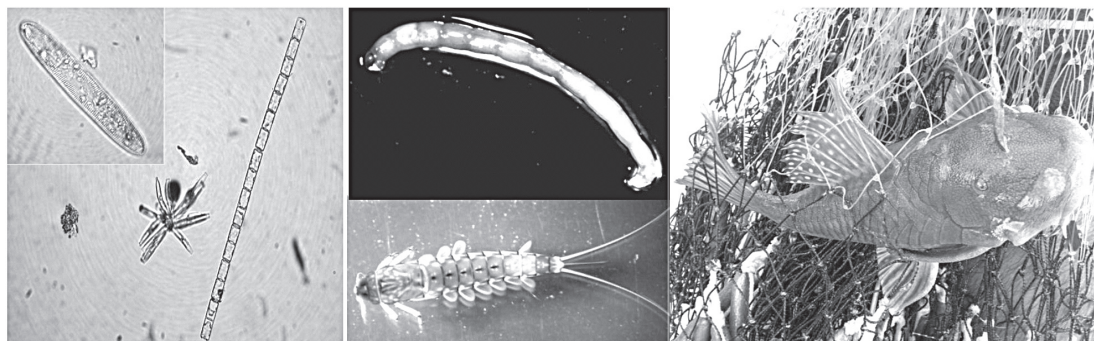


Foto 2. a-algas (*Navicula*, *Melosira-Nitzschia*); b-macroinvertebrados (*Chironomidae* y *Baetis* _sp); c-peces (*Hypostomus hondae*) en el río Guarín.

4 Conclusiones

Las condiciones físicas del río favorecen la diversidad de la fauna y flora acuática, gracias a la disponibilidad de sustratos orgánicos e inorgánicos propios para la colonización de estos organismos. En general, existe una comunidad perifítica estable, base de la cadena trófica de este ecosistema fluvial, representadas por una diversidad de géneros considerados, la mayoría de ellos considerados como indicadores de ambientes mesotróficos.

Respecto a los macroinvertebrados acuáticos, los ordenes Trichoptera y Diptera estuvieron bien representadas por familias indicadoras de aguas poco contaminadas. En cuanto a la calidad ecológica de las aguas, siguen siendo estos organismos considerados una buena herramienta al momento de entregar resultados a corto plazo.

La especie íctica de mayor importancia tanto económica como ecológica es *Prochilodus magdalenae*. Es importante adelantar programas de conservación y manejo adecuado del recurso pesquero.

Finalmente, se enfatiza en la importancia de mitigar los efectos que generan las actividades de captación y desviación del caudal del río Guarín, sobre la dinámica natural de las especies que allí habitan, en especial, en la época de subienda por cuanto las obras implementadas en este proyecto, se convierten en una barrera física que impide el paso de los peces que migran para esta época del año.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Biólogo Giovanny Blandón por la ayuda prestada en la identificación de algunos organismos y al equipo profesional de la Fundación PROAGUA, en especial de Ing. Jorge Cárdenas (q.e.p.d.) quien sembró, pero no alcanzó a cosechar. Este trabajo fue financiado por el Convenio CORPOCALDAS – PROAGUA (C118 – 2007).

Referencias bibliográficas

- [1] Apha, AWWA & WPCF. 1986. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 16th edition. 1133 p.
- [2] Barbour, M., D. Sbyder & B. Stribling. 1999. Revision to rapid Bioassessment Protocols for use in stream and rivers periphyton, BMI and fish. EPA 841-D-97-002. US.
- [4] Corporación Autónoma Regional de Caldas – CORPOCALDAS. 2001. Plan de Gestión Ambiental Regional Para Caldas, PGAR 2001 – 2006. Manizales, Colombia.
- [4] Corpobiotica. 2005. Proyecto transvase Guarinó. Seguimiento hidrobiológico río Guarinó. ISAGEN. Resumen ejecutivo.
- [5] Dahl, G. 1971. Los peces del Norte de Colombia. Bogotá: INDERENA. 391p.
- [6] Díaz-Quirós, C. & C. Rivera-Rondón. 2004. Diatomeas de pequeños ríos andinos y su utilización como indicadores de condiciones ambientales. En: *Caldasia* 26(2) 381-394
- [7] Fernández, H. & E. Domínguez. 2001. Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos. Universidad Nacional de Tucumán. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto M. Lillo.
- [8] Fontúrbel, F. 2005. Indicadores físico-químicos y biológicos del proceso de eutrofización del lago Tititaka (Bolivia). *Ecología Aplicada* 4, 135-141
- [9] González, A. 1988. El plancton de las aguas continentales. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Monografía 33, 130 p.
- [10] Gualtero, D. 2007. Composición y abundancia de las algas bénticas de cinco sistemas Lóticos de Puerto Rico. Tesis Msc. En Ciencias. Universidad de Puerto Rico. Fecha de recuperación: 20/12/07. Disponible en: <http://grad.uprm.edu/tesis/gualteroleal.pdf>
- [11] Hernández, E., N. Aguirre & J. Polania. 2005. Variación espacio-temporal de la estructura de la comunidad de algas perifíticas en la microcuenca de la quebrada La Vega, municipio de San Roque (Antioquia), Colombia. *Revista Actualidades Biológicas* 27 (82): 67-77.
- [12] Hidromiel S.A. E.SP. 2003. Actualización al Plan de Manejo Ambiental. Proyecto Transvase río Guarinó a Miel 1.
- [13] IEH Grucon Ltda. 2002. Estudio del impacto ambiental sobre Ictiología, hidrobiología y calidad del agua en la cuenca baja del río Guarinó. Estudios de Flora y Fauna. Bogotá
- [14] Leiva, M. 2004. Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de calidad de agua en la cuenca del Estero Peu Peu comuna de Lautaro IX región de la Araucania. Tesis de grado para optar el título de Licencia en Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco. Chile. Fecha de recuperación: 11/11/07. Disponible en: <http://biblioteca.uct.cl/tesis/tesis-mara.pdf>

- [15] Maldonado, J., A. Ortega, J. Usma, G. Gálvis, F. Villa, L. Vásquez, S. Prada & C. Ardila. 2005. Peces de los Andes de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., Colombia. 346 p. Fecha de recuperación: 12/10/07. Disponible en: <http://www.javeriana.edu.co/Facultades/Ciencias/unesis/secciones/ictiologia/documentos/maldonadoetal2005.pdf>
- [16] McCafferty, W. P. & A.V. Provonsha. 1981. Aquatic Entomology. Science Books International. Boston, Massachusetts. 448 p.
- [17] Mojica, J., G. Gálvis, P. Sánchez-Duarte, C. Castellanos & F. Villa-Navarro. 2006. Peces del Valle Medio del Magdalena, Colombia. En: Biota Colombia 7(1) 23-38
- [18] Mojica, C. Castellanos, J. S. Usma & R. Álvarez (eds.). 2002. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales - Universidad Nacional de Colombia y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.
- [19] Mojica, C. & G. Gálvis. 2000. Revisión, valoración y actualización de los estudios ícticos de las obras de trasvase bajo del Río Guarinó. Informe final. Hidromiel. Bogotá.
- [20] Needham, J. & P. Needham. 1978. Guía para el estudio de los seres vivos de las aguas dulces. Editorial Reverté S.A.
- [21] Roldán, G. 2003. Bioindicadores de la calidad del agua en Colombia. Propuesta para el uso del método BMWP/Col. Ciencia y tecnología. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín.
- [22] Roldán, G., 1992. Fundamentos de Limnología Neotropical. Editorial Universidad de Antioquia. Primera edición. 529 p.
- [23] Segnini, S. 2003. El uso de los macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la condición ecológica de los cuerpos de agua corriente. En: Ecotropicos 16(2):45-63. Sociedad Venezolana de Ecología.
- [24] Schlosser, I., 1991.- Stream fish ecology: a landscape perspective. BioScience, 41(10): 704-712.

Dirección de los autores

Jeymmy Milena Walteros Rodríguez

Fundación Proagua, Calle 13 N° 68-26 oficina 201, Santiago de Cali

jeymmywalteros@gmail.com

José Fernando Daza Castro

Fundación Proagua, Calle 13 N° 68-26 oficina 201, Santiago de Cali

J_fernando_daza@yahoo.com