

CYTED - Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo

Red 406RT0285

Efecto de los cambios globales sobre la biodiversidad



< editores >

Alejandra Vanina Volpedo
Lucas Fernández Reyes

Efecto de los cambios globales sobre la biodiversidad

Editores

Alejandra Vanina Volpedo
Lucas Fernández Reyes

Publicado por:
Red 406RT0285



CYTED - Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el
Desarrollo

2008

Esta obra es una contribución de la Red 406RT0285 Efecto de los cambios globales sobre los humedales de Iberoamérica del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo.

© Programa CYTED, 2008

Edición: Alejandra Vanina Volpedo y Lucas Fernández Reyes

Diseño editorial: Denis Fernández Gridchin

ISBN: 978-987-05-5533-9

Índice

1-	Prólogo de los Editores	5
2-	Potenciales impactos del cambio de uso de suelo sobre la biodiversidad terrestre de Uruguay Alejandro Brazeiro, Marcel Achkar, Carolina Toranza y Lucía Barthesagui	7
3-	El cambio climático y sus posibles efectos en los grupos funcionales de la vegetación del delta del río Paraná (Argentina) Nora Madanes, Rubén Darío Quintana, Patricia Kandus e Inés Camilloni	23
4-	Cambio ambiental en América Austral: pasado, presente y perspectivas futuras Sergio Enrique Gómez, María Jimena Gonzalez Naya y Lorena Pilar Arribas	47
5-	Efectos del ENOS sobre la temperatura superficial del mar y la abundancia de larvas de peces en las aguas oceánicas de Cuba Alina Gutiérrez Delgado, Amaury Alvarez Cruz, María del Pilar Frías e Irma Alfonso	59
6-	Efectos del corrimiento de las isoyetas en el noreste argentino sobre la composición faunística de dos ecorregiones ictiológicas Alejandra Volpedo y Alicia Fernández Cirelli	87
7-	Los manglares del archipiélago Sabana Camagüey: posibles escenarios en relación con el cambio climático Lázaro Rodríguez Farrat, José Manuel Guzmán Menéndez y Leda Menéndez Carrera	101
8-	Resiliencia del ecosistema de manglar y cambio climático en el archipiélago cubano Leda Menéndez Carrera, José Manuel Guzmán Menéndez y Daysi Vilamajó Alberdi	111
9-	Fragmentación de humedales costeros y cambio climático en el archipiélago cubano José Manuel Guzmán Menéndez, Leda Menéndez Carrera y René Capote López	123
10-	Importancia del bosque de <i>Avicennia germinans</i> para la población de <i>Crocodrilus acutus</i> en el humedal Refugio de Fauna “Monte Cabaniguán”, Las Tunas (Cuba) Leda Menéndez Carrera, José Manuel Guzmán Menéndez y Manuel Alfonso Tabet	131
11-	Impacto del cambio climático sobre la avifauna cubana Pedro Blanco y Bárbara Sánchez	139
12-	Modificaciones en la distribución original de especies por impacto antrópico: el caso de <i>Odontesthes bonariensis</i> (Pisces: Atherinopsidae). Andrea D. Tombari y Alejandra V. Volpedo	155

- 13- Los eventos extremos de sequía e inundación y sus consecuencias sobre el coipo o nutria (*Myocastor coypus* Molina, 1782) y la actividad de caza en el Delta Medio del Río Paraná (Argentina) 167
Roberto Fabián Bó, Paula Courtalon, Florencia Spina, Roque Fernández y Gustavo Porini
- 14- Impacto del hexaclorobenceno sobre el cangrejo *Chasmagnathus granulatus* (= *Neohelice granulata*) de la Bahía de Samborombón (Argentina) 193
Gabriela Chaufan, Angela Beatriz Juárez, Sebastián Eduardo Sabatini y María del Carmen Ríos de Molina
- 15- Comunidades de crustáceos litorales de humedales del norte de la Patagonia chilena (38° S): rol potencial de la exposición a la radiación ultravioleta 209
Patricio De los Ríos, Patricio Acevedo, Reinaldo Rivera y Guido Roa.
- 16- Efectos potenciales a largo plazo de los cambios climáticos y sus efectos en la diversidad de crustáceos de aguas continentales en el sur de la Patagonia (51-53° S, Chile) 219
Patricio De los Ríos, Patricio Acevedo, Doris Soto y Juan Norambuena
- 17- Diatomeas continentales como indicadoras de cambios climáticos en Patagonia 233
Carolina Andrea Díaz Pardo, Daniela María Echazú y Nora Irene Maidana
- 18- Impactos del uso de la tierra sobre los ríos andino-amazónicos. Estudio de caso cuenca río Hacha, Colombia 247
Marlon Peláez Rodríguez, Melba Gicela Saldaña Gómez y Yineth Ximena Ome Barahona
- 19- Toxicidad de los metales pesados sobre las microalgas: efectos bioquímicos, fisiológicos y morfológicos 261
María Cecilia Rodríguez, Iara Rocchetta, Ángela Beatriz Juárez, Analía Tolvía y Visitación Conforti
- 20- Derechos y obligaciones canjeables: una herramienta para la conservación del Bosque Atlántico del Alto Paraná (Región Oriental del Paraguay) 281
Fátima Mereles y Sonia Delphin

PRÓLOGO

Los cambios globales son aquellos vinculados a los cambios en el uso y en la cobertura de la tierra, en la diversidad biológica, en la composición de la atmósfera y en el clima que pueden alterar la capacidad del planeta de sustentar la vida.

El calentamiento global por el efecto de los gases de efecto invernadero, el correspondiente ascenso del nivel del mar con la pérdida de extensas zonas de humedales marino costeros, las sequías recurrentes cada vez más prolongadas y los incendios forestales asociados, el incremento de los fenómenos meteorológicos extremos, la alteración de los caudales hidrológicos, el agotamiento de valiosos recursos naturales y del fondo de diversidad, son entre otras, algunas de las consecuencias adversas de estos cambios.

Dichos cambios se han intensificado en las últimas décadas, trayendo aparejado problemáticas a nivel ambiental (pérdida de biodiversidad, fragmentación de hábitats, deterioro de recursos), a nivel socioeconómico (conflictos sociales de uso de recursos, disminución y pérdida de fuentes de trabajo, reconversión de actividades, nuevas estrategias económicas) y a nivel jurídico-político (ajustes en las normativas asociadas a los recursos y su manejo, nuevas sinergias entre los organismos).

Los humedales aparecen como los sistemas más vulnerables ante los cambios globales los cuales están repercutiendo sensiblemente en la alteración del funcionamiento y la degradación acelerada de sus valores y servicios que proporciona al hombre. Iberoamérica, y especialmente América del Sur, es considerada el área geográfica con mayor extensión de tierras húmedas del planeta y una de las zonas con mayor riqueza de biodiversidad a nivel global. Sin embargo, son limitados los conocimientos que tenemos sobre el funcionamiento y la dinámica de los humedales, por lo que aún no podemos estimar cómo estos ecosistemas adaptados a las fluctuaciones ambientales naturales podrían responder ante presiones extremas por el cambio global.

La Red "*Efecto de los Cambios globales sobre los humedales de Iberoamérica*" del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), cuyo objetivo principal es propiciar la cooperación, el intercambio de experiencias y la transferencia de conocimientos sobre este importante tema, ha asumido el reto de integrar los esfuerzos de diferentes grupos de investigación iberoamericanos y generar sinergias entre investigadores que permitan profundizar los conocimientos en la región y buscar posibles medidas de mitigación, rehabilitación o adaptación.

En el presente libro se presentan los resultados de las investigaciones en diferentes países de Iberoamérica sobre los efectos de los cambios globales en la biodiversidad. En particular, se abordan los efectos de estos cambios en:

- la biodiversidad de los humedales iberoamericanos en diferentes taxones claves (fitoplancton, zooplancton, peces, aves, vegetación) y en comunidades de ecosistemas emblemáticos templados y tropicales, considerando como ejemplos los humedales del noreste de Argentina, del Delta del Paraná, y los manglares de Cuba.

- la intervención humana expresada a través de los cambios en el uso de la tierra y sus

implicancias sobre la biodiversidad terrestre en Uruguay y la biodiversidad acuática de ríos Andino-Amazónicos en Colombia; la contaminación y el deterioro de ecosistemas acuáticos por diferentes xenobióticos (metales pesados y compuestos orgánicos) y su efecto sobre microalgas e invertebrados (cangrejos); la fragmentación de los humedales costeros cubanos y la introducción de especies (pejerreyes) en diferentes hábitats y sus impactos.

-los efectos de eventos extremos (sequías e inundaciones) y su efecto sobre los recursos de los humedales y su uso, tomando como ejemplo al coipo o nutria (*Myocastor coypus* Molina, 1782) en el Delta Medio del Río Paraná (Argentina).

-los efectos climáticos/oceanográficos de intensidad como El Niño Oscilación del Sur (ENOS) sobre el zooplancton marino y peces de importancia comercial para Cuba.

Este libro de la Red tiene por objetivo brindar una visión general sobre algunas de las problemáticas que se manifiestan en diferentes países de Iberoamérica.

Los editores agradecen a los autores por sus contribuciones y a prestigiosos especialistas que realizaron la revisión de los manuscritos, los cuales han permitido concretar este aporte al conocimiento de los cambios globales y su repercusión sobre la biodiversidad.

Dra. Alejandra Volpedo
Dr. Lucas Fernández Reyes

Impactos del uso de la tierra sobre los ríos andino-amazónicos. Estudio de caso cuenca río Hacha, Colombia

Impacts of the land use on the Andean Amazon Rivers.
Study of case Hacha River Basin, Colombia

Marlon Peláez Rodríguez
Melba Gicela Saldaña Gómez
Yineth Ximena Ome Barahona

Universidad de la Amazonia, Florencia (Colombia). mpelaez@uniamazonia.edu.co

RESUMEN

El Río Hacha es el principal recurso hídrico de la ciudad de Florencia (Caquetá-Colombia). El agua de este río es utilizada para diferentes usos, entre los que se destacan el abastecimiento y la recreación. Sin embargo, el ambiente presenta señales de degradación por lo que es importante determinar el impacto de las diferentes actividades antrópicas sobre el río a fin de gestionar medidas para controlar estos cambios.

Se seleccionaron cinco puntos de muestreo representativos de los usos e impactos a los que se ve sometido este curso de agua. Las estaciones seleccionadas fueron: El Caraño (aguas arriba de la bocatoma del acueducto de Florencia), Primer Puente (zona sub-urbana), Puente El Encanto (zona urbana), Puente López (zona urbana) y Capitolio (aguas abajo del Aeropuerto Gustavo Artunduaga Paredes). En cada una de ellas, se registraron y analizaron variables fisicoquímicas y la comunidad de macroinvertebrados como indicadores del impacto. A través de los resultados se evidenció el impacto de las actividades antrópicas sobre la ecología del Río Hacha

Palabras clave: Amazonia colombiana, Río Hacha, calidad de agua, macroinvertebrados acuáticos.

Abstract

The Hacha River is the main hydric resource of Florencia (Caquetá) since its waters are used for different uses, among those that stand out supply and recreation. However their waters present degradation signs without so far it is taken measures to control this phenomenon. For this reason, this investigation is presented, which had as objective to determine the impact of the different antropic activities on the river.

Five representative sampling points of the uses and impacts were selected those that are subjected this body of water. The selected stations were: El Caraño (up bocatoma of the aqueduct of Florencia), Primer Puente (sub-urban area), Puente El Encanto (urban area), Puente López (urban area) and Capitolio (downs the Airport Gustavo Artunduaga Paredes). In each one of them, they registered and they analyzed physical-chemical variables and the macroinvertebrates community as impact indicators.

Through the results demonstrate the impact of the antropic activities on the ecology of the Hacha River.

Key words: Colombian Amazon, Hacha River, water quality, macroinvertebrates aquatic.

INTRODUCCIÓN

En Colombia la migración de la población rural hacia los centros urbanos ha generado serios problemas para los ecosistemas acuáticos, localizados en proximidades de las ciudades. Entre los impactos que pueden ser observados se destacan la deforestación de las áreas próximas a los cursos de agua y el vertido de efluentes sin tratamiento. Estos impactos sobre los ecosistemas acuáticos ha sido motivo de preocupación en las últimas décadas. Por esta razón, existe un creciente interés por conocer y proteger los ecosistemas fluviales y estudiar sus cambios en el tiempo, desarrollando criterios físicos, químicos y biológicos que permitan estimar el efecto y magnitud de las intervenciones humanas (Norris y Hawkins, 2000).

La Región Andino-Amazónica Colombiana cuenta con un abundante potencial hídrico y posiblemente por eso no se le ha dado la suficiente importancia, siendo escasa la información al respecto sobre este recurso. A pesar de la abundancia en recursos hídricos, muchos cursos de agua de la región presentan señales de perturbación, en especial los que están relacionados estrechamente con los asentamientos humanos. Este es el caso del río Hacha, principal cuerpo de agua de la ciudad de Florencia, la cual a pesar de ser la mayor ciudad de la Amazonia Colombiana, con aproximadamente 150.000 habitantes, no posee un tratamiento de sus aguas residuales, vertiendo los mismos directamente a los ecosistemas acuáticos próximos como el río Hacha.

El objetivo de este trabajo es determinar el impacto de las diferentes actividades antrópicas sobre el Río Hacha a fin de tener herramientas para la gestión adecuada de este recurso.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron cinco sitios de muestreo representativos de los diferentes usos dados al río Hacha, según su aspecto visual, facilidad de acceso y representabilidad de los diferentes usos dados al río (Tabla 1), los cuales fueron muestreados mensualmente durante seis meses (septiembre-2004 a febrero-2005).

En dichos sitios se midieron parámetros físicos y químicos *in situ*: temperatura del agua (termómetro en °C), oxígeno disuelto (método Winkler) y conductividad eléctrica (conductímetro). El contenido de materia orgánica fue caracterizado a través de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y los Sólidos Suspendidos Totales (SST), APHA, AWWA, WPCF (1989).

Tabla 1. Características de las estaciones de muestreo seleccionadas en el río Hacha.

Estación	Nombre	Kilómetro	Altura	Localización	Características
1	El Caraño	33	520	N: 1°44'15.1" W: 75°38'44.1"	Área rural. Aguas correntosas y sustrato predominantemente rocoso.
2	Primer Puente	50	315	N: 1° 38'39.6" W: 75°37'10.6"	Limite del área urbana de la ciudad de Florencia. Aguas correntosas y sustrato predominantemente arenoso.
3	Puente Encanto	El 57	270	N: 1° 37'28" W: 75° 7'21.4"	Área urbana. Aguas con ligera corriente y sustrato predominantemente arenoso.
4	Puente López	60	255	N: 1°36'28.9" W: 75°36'46.1"	Área urbana. Aguas con ligera corriente y sustrato arenoso y lodoso.
5	Capitolio	65	240	N: 1°35'26.0" W: 75°32'15.1"	Área semi-urbana. Aguas con ligera corriente y sustrato arenoso y lodoso.

Para complementar la información suministrada por los análisis físico-químicos y a la vez conocer el impacto de las actividades antrópicas sobre la biota del río Hacha, se evaluó la comunidad de macroinvertebrados acuáticos, por ser los más utilizados en la bioindicación de ecosistemas lóticos (Trivinho-Strixino y Nascimento; 2000; Zúñiga 2000).

El muestreo biológico se llevó a cabo de manera simultánea a la medición de las variables físico-químicas. La recolección de los macroinvertebrados se realizó por 15 minutos en cada estación. Para la colecta de los especímenes se tuvieron en cuenta diferentes hábitats como: piedras, sedimento (arena y lodo), troncos, hojarasca, macrófitas y superficie del agua.

Para la colecta de material adherido a piedras y troncos se utilizaron pinzas entomológicas y pinceles. Para la captura de individuos superficiales y el arrastre de sedimento se empleó una jama triangular de 36cm de longitud y malla de de muselina de 315 µm de poro. Los especímenes colectados se conservaron en alcohol al 70%. La

determinación taxonómica se llevó hasta el nivel de familia (Roldán 1988; Fernández y Domínguez 2001).

ÁREA DE ESTUDIO

La cuenca del río Hacha se encuentra localizada en el municipio de Florencia, Departamento de Caquetá. El 89% de su territorio se encuentra en la cordillera Oriental (partes media y alta de la cuenca) y el 11% restante pertenece a la altiplanicie amazónica (parte baja), distribuyéndose de esta manera, en dos importantes regiones naturales de Colombia: la región Andina y la región Amazónica, denominadas Cinturón Andino-Amazónico de Suramérica, con alturas que van desde los 240 hasta los 2575 msnm.

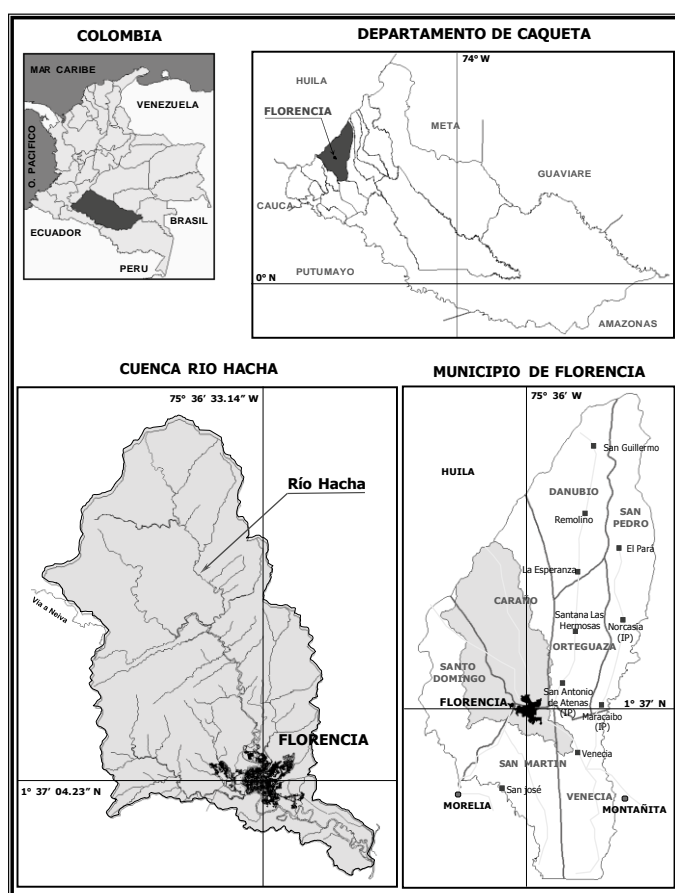


Figura 1. Localización de la cuenca río Hacha. Modificado de POMCA 2005

Esta variación de altura origina pisos bioclimáticos que van desde las partes bajas y planas con clima cálido y húmedo, pasando por un clima templado muy húmedo de las laderas intermedias del sector montañoso hasta el clima frío muy húmedo de las cimas de la cuenca (POMCA 2005). La cuenca tiene un régimen pluviométrico monomodal, con un período lluvioso y otro de estiaje; el lluvioso se presenta a mediados de año distribuido entre los meses de marzo a noviembre y el de estiaje de diciembre a febrero, este último período es poco severo ya que todos los meses registran precipitaciones medias superiores a 100 mm. Según la clasificación Holdridge, en la cuenca del río

Hacha se presenta tres ecosistemas: bosque muy húmedo tropical, bosque muy húmedo premontano y bosque muy húmedo montano bajo. La cuenca del río Hacha se extiende sobre un área de 49018 hectáreas, de las cuales aproximadamente el 10% está dedicada al uso agrícola, el 18% a pastos, el 69% a bosques y rastrojos y el 3% al área urbana. La cuenca posee forma rectangular a excepción de su extremo sur donde a partir de la ciudad de Florencia se estrecha en forma de embudo hasta drenar en el río Ortegüaza, uno de los principales afluentes del río Caquetá (Japurá en Brasil), siendo éste a su vez tributario del río Amazonas. Su colector principal es el río Hacha, el cual nace en la Reserva Forestal a una altura aproximada de 2400 msnm cerca del límite con el Departamento del Huila; tiene una longitud de 64.5 km y su curso lleva una dirección noroeste – sureste. Su caudal promedio es de 38.30 m³/seg. En su recorrido por el municipio de Florencia recoge las aguas de las quebradas El Caraño, La Ruidosa, Tarqui, Sucre, El Paraíso, La Perdiz, Las Doradas, Travesías, La Carbona, El Dedo y La Yuca, entre otras (Fig. 1).

RESULTADOS

Temperatura del agua

En la Tabla 2 están indicados los valores de temperatura del agua durante el período de estudio. La temperatura del agua vario de un valor mínimo de 20,0°C en el mes de noviembre, y un máximo de 25,5°C en febrero, correspondientes a las estaciones El Caraño y Capitolio, respectivamente. En la figura 2 se observan los valores promedio de temperatura del agua para las diferentes estaciones de muestreo.

Tabla 2. Valores de las variables físicas y químicas analizadas.

Mes	Estación	Temperatura (°C)	Oxígeno Disuelto (%)	Conductividad (uS/cm)	SST (mg/L)	DQO (mg/L)
Septiembre	1	20,5	93	*	5,4	5
	2	21,8	91	*	7,4	17
	3	22,7	82	*	8,9	20
	4	23,4	89	*	15,8	22
	5	23,8	79	*	21,8	30
Octubre	1	21,6	95	18	10,1	5
	2	23,0	92	24	15,5	10
	3	22,6	90	21	17,0	20
	4	23,2	89	28	17,4	40
	5	23,5	85	28	30,6	55
Noviembre	1	20,0	103	18	0,5	5
	2	21,0	102	22	22,5	5
	3	22,0	92	24	67,5	7
	4	22,0	88	26	69,0	25
	5	22,0	81	23	213,5	25
Diciembre	1	21,0	109	17	299,2	9
	2	22,3	103	26	8,0	12
	3	23,4	94	33	12,1	15
	4	24,3	103	32	12,6	32
	5	24,1	91	31	7,6	34
Enero	1	21,0	100	22	5,5	15
	2	25,0	101	32	5,1	30

	3	25,0	95	33	4,7	35
	4	24,7	95	46	9,7	25
	5	24,3	100	38	4,7	44
Febrero	1	22,3	101	12	1,2	5
	2	24,0	92	13	5,4	8
	3	24,5	98	14	6,4	12
	4	25,3	90	15	9,3	48
	5	25,5	90	14	16,5	20

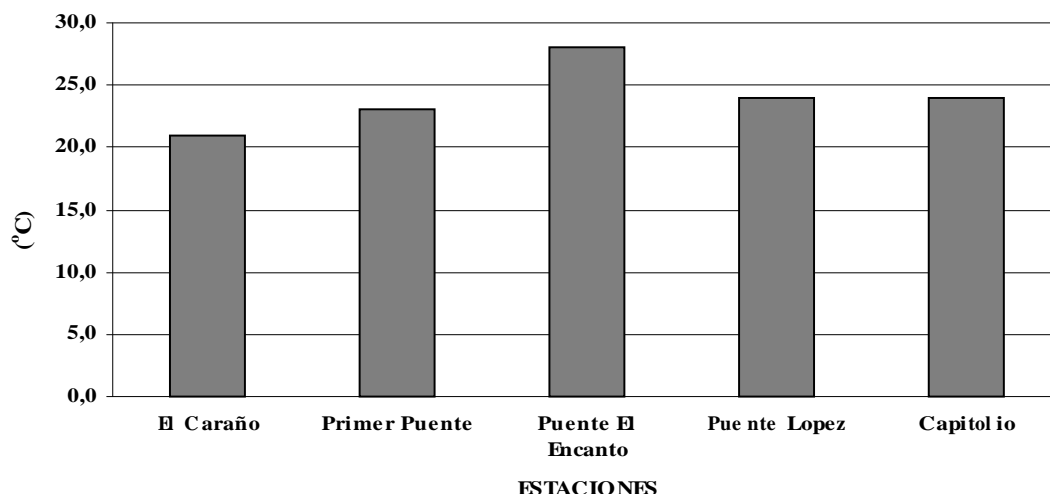


Figura 2. Valores promedio por estación de la temperatura del agua del río Hacha, Florencia Caquetá, durante el período de septiembre de 2004 - febrero de 2005. *Datos no disponibles

Oxígeno disuelto (OD)

Los valores del porcentaje de saturación del oxígeno disuelto demostraron que el ecosistema de estudio presentó, por lo general, aguas bien oxigenadas (Tabla 2) con porcentajes de saturación entre 79%, en la estación Capitolio, a 109% en la estación El Caraño, en los meses de septiembre y diciembre, respectivamente. En la figura 3 se observan los valores promedio, en porcentaje de saturación del oxígeno disuelto, medido para las diferentes estaciones de muestreo.

Conductividad eléctrica

El río Hacha presentó, en general, mayores valores de conductividad eléctrica en la estación Puente López, con un valor máximo de 46 $\mu\text{S}/\text{cm}$ registrado en el mes de enero y los valores más bajos en la estación El Caraño, con un mínimo de 12 $\mu\text{S}/\text{cm}$, obtenido en el mes de febrero (Tabla 2). En la figura 4 se observan los valores promedio de la conductividad eléctrica para las diferentes estaciones de muestreo.

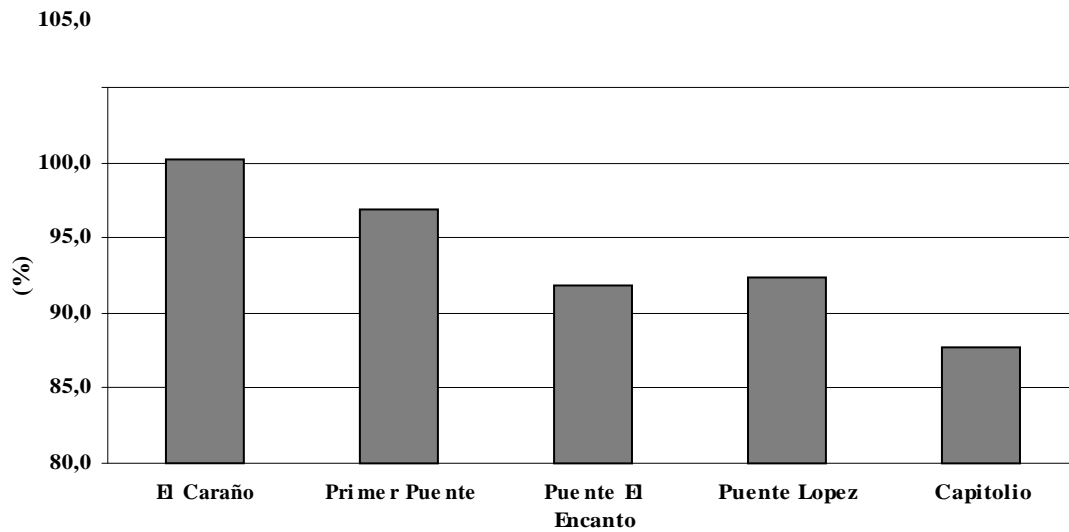


Figura 3. Valores promedio por estación del porcentaje de saturación de oxígeno del río Hacha, Florencia Caquetá, septiembre de 2004 – febrero de 2005.

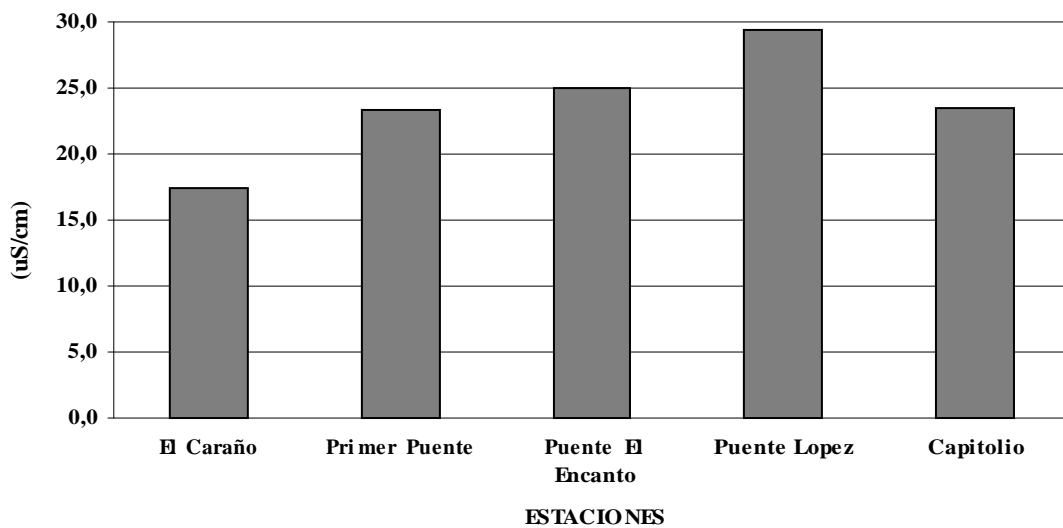


Figura 4. Promedio por estación de la conductividad eléctrica del río Hacha, Florencia Caquetá durante el periodo de octubre de 2004 – febrero de 2005.

Sólidos suspendidos totales (SST)

Los valores los SST se presentan en la Tabla 2. En general sus valores aumentan a medida que el río transcurre aguas abajo, presentando un caso inusual en la estación El Caraño, la cual presentó tanto los valores mínimos 0.5 mg/L como máximos 299.2 mg/L, en los meses de noviembre y diciembre respectivamente. En la figura 5 se observan los valores promedio de SST para las diferentes estaciones de muestreo.

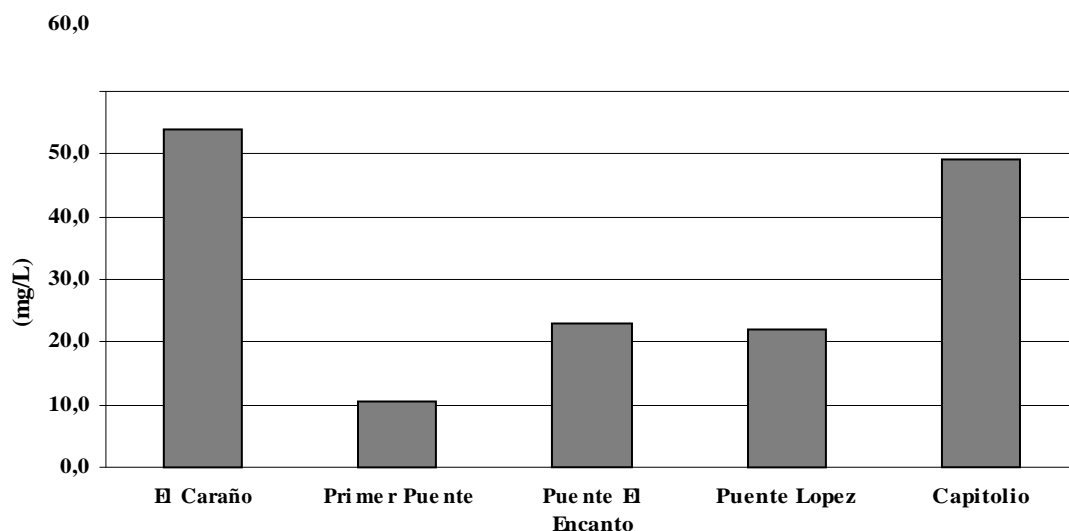


Figura 5. Valores promedio por estación de la concentración de sólidos suspendidos totales del río Hacha, Florencia Caquetá para septiembre de 2004 – febrero de 2005.

Demanda química de oxígeno (DQO)

La DQO del Río Hacha presentó valores que oscilan desde los 5 mgO₂/L hasta 55 mgO₂/L (Tabla 2). La estación El Caraño presentó los valores más bajos y la estación Capitolio los más altos. En la figura 6 se observan los valores promedio de la DQO para las diferentes estaciones de muestreo.

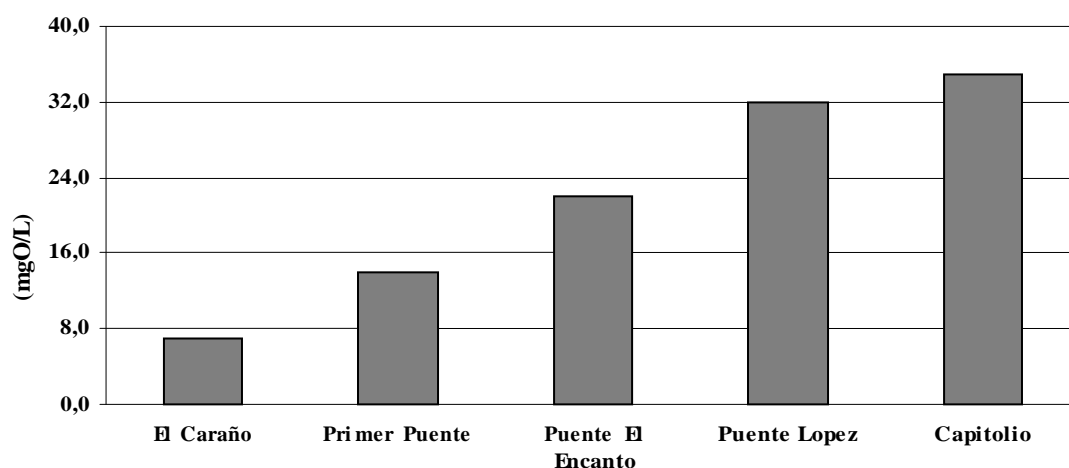


Figura 6. Valores promedio por estación de la demanda química de oxígeno del Río Hacha, Florencia Caquetá, durante el período de septiembre de 2004 – febrero de 2005.

Macroinvertebrados acuáticos

La estación El Caraño corresponde al sitio con mayor cantidad de individuos colectados con un total de 491, distribuidos en 24 familias, pertenecientes a ocho órdenes. Se destacan por riqueza de familias el orden Trichóptera, con seis familias y el orden Coleóptera con cinco. Con respecto a la abundancia los órdenes más abundantes fueron Hemíptera con 183 individuos y Ephemeroptera con 153 (Fig. 7).

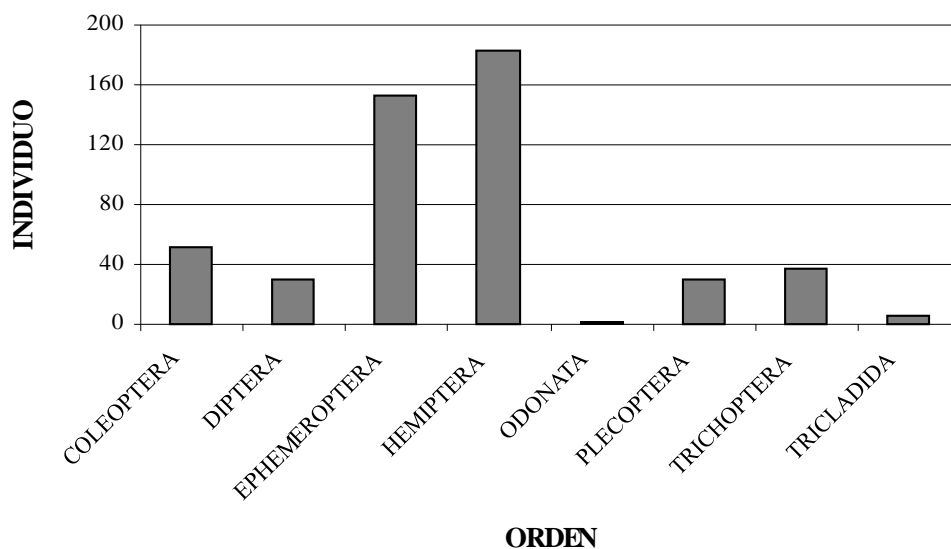


Figura 7. Número de individuos en la estación El Caraño durante el período de septiembre de 2004 – febrero de 2005.

En la estación Primer Puesto se capturaron 218 individuos, distribuidos en 17 familias pertenecientes a nueve órdenes. Los órdenes con más riqueza fueron Hemíptera y Ephemeroptera, con cuatro familias cada uno y coincidieron siendo los más abundantes, con 122 y 62 individuos respectivamente (Fig. 8).

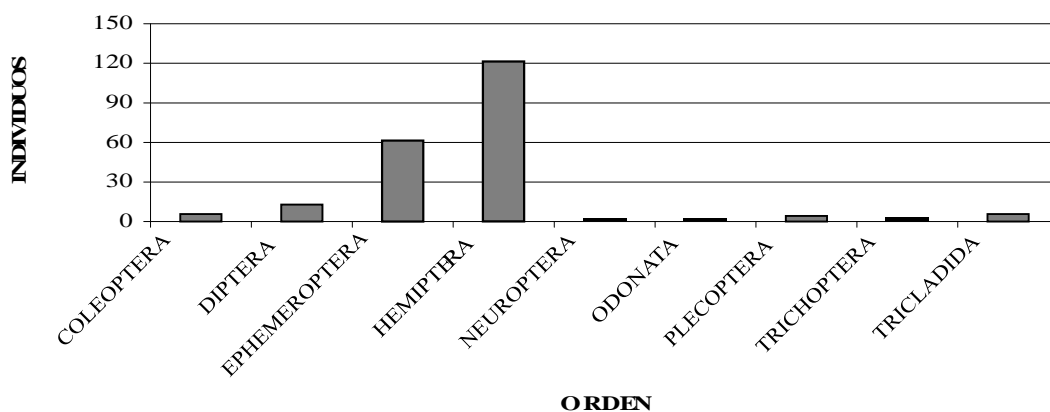


Figura 8. Número de individuos en la estación El Primer Puesto durante el período de septiembre de 2004 – febrero de 2005.

En la estación Puente El Encanto se colectaron 378 individuos, distribuidos en 17 familias pertenecientes a nueve órdenes, donde predominaron en riqueza los órdenes Ephemeroptera y Díptera con cuatro familias cada uno. En lo que a abundancia se refiere, los órdenes más abundantes fueron Hemiptera con 236 individuos y Díptera con 78 (Fig. 9).

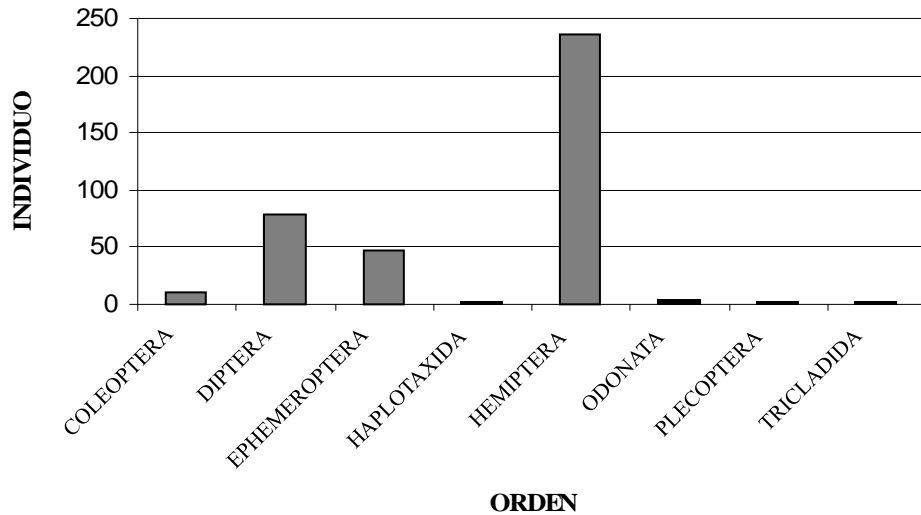


Figura 9. Número de individuos en la estación El Encanto durante el período de septiembre de 2004 – febrero de 2005.

En la estación Puente López se capturaron 276 organismos distribuidos en 16 familias pertenecientes a ocho órdenes. En esta estación el orden Díptera presentó, tanto la mayor riqueza como la mayor abundancia con seis familias y 230 individuos, de un total de 276 colectados (Fig. 10).

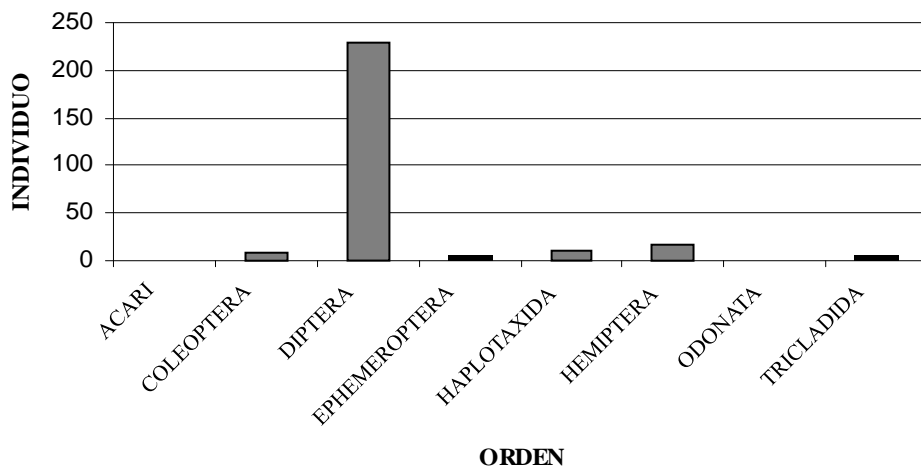


Figura 10. Número de individuos en la estación Puente López durante el período de septiembre de 2004 – febrero de 2005.

En la estación Capitolio se colectaron 212 individuos, de 18 familias, agrupadas en ocho órdenes. Dentro de este grupo los órdenes que presentaron más familias fueron Díptera y Hemíptera, con cuatro familias cada uno. Con respecto a la abundancia el orden Díptera continuó siendo el más abundante con 150 individuos de 212 colectados en esta estación (Fig. 11).

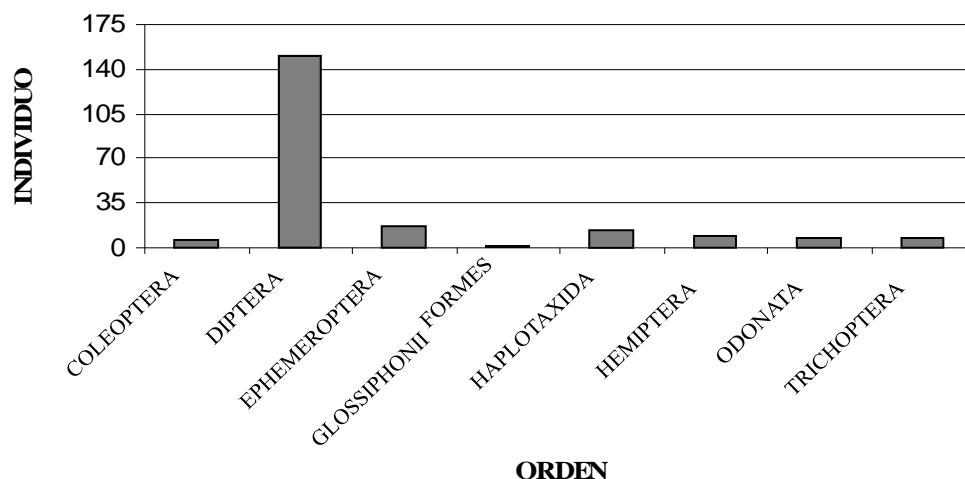


Figura 11. Número de individuos en la estación Capitolio durante el período de septiembre de 2004 – febrero de 2005.

DISCUSIÓN

La velocidad de la corriente del río Hacha disminuye progresivamente a medida que transcurre aguas abajo; por tal razón, en la estación El Caraño, situada aguas arriba, las corrientes son fuertes y el sustrato pedregoso, mientras que en la estación Capitolio, por ser zona de planicie, presenta menor velocidad del agua y sustrato arenoso.

Según Roldán (2003), la temperatura del agua en las zonas tropicales permanece constante a lo largo del año, situación que se reflejó durante el período de estudio, donde los valores oscilaron entre 20.0 a 25.5°C en las estaciones El Caraño y Capitolio, respectivamente. Esta diferencia se debió principalmente a la diferencia de altura entre El Caraño (520 msnm) y las otras estaciones que se encuentran entre 320 y 240 msnm. Los valores del porcentaje de saturación del oxígeno disuelto demuestran que el río presenta, por lo general, aguas bien oxigenadas con 109% en El Caraño y 79% en el Capitolio; las estaciones con influencia de la zona urbana (Puente el Encanto, Puente López y Capitolio) presentan valores menores con respecto a las estaciones El Caraño y Primer Puente.

Con respecto a la conductividad, Ferraz (2000) menciona que la entrada de desechos orgánicos aumenta los valores de conductividad, debido a que se intensifican los procesos de descomposición, esto puede explicar la ocurrencia de los valores más altos de esta variable en las estaciones Puente El Encanto (25 $\mu\text{S}/\text{cm}$), Puente López (29 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y Capitolio (27 $\mu\text{S}/\text{cm}$) las cuales se encuentra dentro del área urbana y reciben por escorrentía aguas residuales. Este impacto de las aguas residuales se evidencia principalmente en la estación Puente López, la cual recibe las aguas de la Quebrada La

Perdiz, principal colector de las aguas servidas de la ciudad. En la estación Capitolio los valores de conductividad disminuyen un ligeramente con respecto a la estación Puente López, esto se debe a que en la estación Capitolio el río Hacha está alejado del área urbana, disminuyendo de esta forma la influencia de las aguas residuales.

Los valores de los SST presentaron una marcada variación entre las estaciones de muestreo. La estación Capitolio presenta mayores valores de SST, lo que se debe principalmente a la extracción de material de lecho del río aguas arriba de dicha estación. Un caso inusual se presentó en el mes de diciembre en la estación El Caraño, en la cual, debido a las lluvias registradas durante el muestreo, se registró un aumento considerable de SST en sus aguas (299,2 mg/L).

Los valores altos de DQO reportados para el Río Hacha coincidieron con las estaciones que tienen mayor aporte de aguas residuales, así como los valores más altos de SST como son Puente López y Capitolio. Esto demuestra el impacto en el río de las actividades mencionadas anteriormente, como son el vertimiento de las aguas residuales y la explotación de material de su lecho.

Los macroinvertebrados son utilizados como bioindicadores de calidad de agua en estudios de monitoreo ambiental, por la respuesta de éstos a las alteraciones del medio acuático y por la sensibilidad que presentan a variables como las concentraciones de oxígeno disuelto y materia orgánica (Zúñiga, 2000). Permiten además, obtener información con poco esfuerzo y bajo costo que puede ser interpretada por el público en general (De Oliveira y Trivinho-Strixino, 2000).

Los hemípteros o chinches acuáticos, son normalmente encontrados en remansos de ríos y quebradas (Roldán, 1988). Son numéricamente muy importantes en las aguas dulces (Margalef, 1983), lo cual se evidencia en el río Hacha, donde la familia Veliidae fue la más numerosa especialmente en las tres primeras estaciones.

Los efemerópteros vienen siendo utilizados como indicadores biológicos de calidad de agua, debido a su abundancia y ubicuidad, así como a la tolerancia a distintos grados de contaminación (Domínguez *et al.* 2001). De las 4 familias colectadas en el río Hacha, la familia Leptophlebiidae, indicadora de aguas limpias a ligeramente contaminadas (Roldán, 1988), solo se encontró en las estaciones El Caraño, Primer Puente y Puente El Encanto. La familia Leptohyphidae, además de encontrarse en las 3 estaciones anteriores, estuvo presente en la estación Capitolio. Las familias Batidae y Tricorythidae, que toleran cierto grado de contaminación (Roldán, 1988), se encontraron en todas las estaciones.

Del orden Díptera la familia Blephariceridae se colectó únicamente en la estación El Caraño; según Roldán (1988), esta familia prefiere ambientes muy oxigenados, limpios y es indicadora de aguas oligotróficas. La familia más abundante de este orden fue Chironomidae, colectándose en todas las estaciones de muestreo, pero su abundancia aumentó considerablemente en las estaciones con influencia urbana, principalmente en la estación Puente López, corroborando lo indicado por Roldán (1988), al mencionar que la familia prefiere ambientes areno-fangosos y con abundante materia orgánica.

Los plecópteros son reconocidos como buenos indicadores de aguas limpias, su hábitat principal lo constituyen los sistemas lóticos generalmente de aguas rápidas, turbulentas, frías y altamente oxigenadas (Romero, 2001). Esto explica la mayor

ocurrencia de la familia Perlidae en la estación El Caraño. En las estaciones Primer puente y Puente El Encanto también se colectaron pero en un número menor.

Los oligoquetos son organismos que habitan ambientes preferiblemente lénticos y enriquecidos por materia orgánica. Pueden llegar a convertirse en dominantes, por lo que son usados como indicadores de ambientes degradados (Ferraz, 2000; Higuí, 1996). La presencia de su orden Haplotaxida a partir de la estación Puente El Encanto y, su aumento en las estaciones Puente López y Capitolio, las cuales presentaron mayor contenido de materia orgánica, confirman el efecto de la materia orgánica sobre la biota del río.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos de conductividad eléctrica, SST y DQO permiten afirmar que los mayores impactos a que se encuentra sometido el río Hacha son el vertimiento de las aguas residuales de la ciudad de Florencia y la explotación de material de su lecho.

El impacto de las actividades, mencionadas anteriormente en la ecología del río Hacha, se evidencia en la participación porcentual de los órdenes de macroinvertebrados colectados, ya que en las estaciones El Caraño y Primer Puente predominaron los órdenes Hemíptera y Ephemeroptera. Este último orden fue reemplazado por el orden Díptera en la estación Puente El Encanto, mientras en las estaciones Puente López y Capitolio pasó a ser el único orden dominante con el 83% y 71%, respectivamente.

Con respecto a las familias colectadas, las más numerosas fueron Veliidae, Leptophlebiidae o Chironomidae. Esta última familia, a pesar de ser poco representativa en las dos primeras estaciones, aumentó a partir de la estación Puente El Encanto y especialmente en las estaciones Puente López y Capitolio, donde fue la más numerosa, lo que puede reflejar que en estos sitios se están creando condiciones favorables para el desarrollo de organismos que toleran altos grados de contaminación orgánica como son los Chironomidae.

BIBLIOGRAFÍA

APHA, AWWA, WPCF, 1989. *Standard methods for the examination of water and waste water*. 17th Edition. Washington, U.S.A.

DE OLIVEIRA, RF y S TRIVINHO–STRIXINO, 2000. Avaliação preliminar da qualidade da água dos córregos do Município do Luiz Antônio (SP) utilizando macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores: Subsídio para o monitoramento ambiental. PUC-SP. *Ciênc. Biol. Ambient.* 2(1) 21-34 pp.

DOMINGUEZ, EJ; MD HUBBARD; ML PESCADOR y C MOLINERI, 2001. Ephemeroptera. (capítulo 1) 17-54pp en: Fernández, H.R. y E. Domínguez. Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos Universidad Nacional de Tucumán. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto M. Lillo.

FERNÁNDEZ, HR y E DOMÍNGUEZ, 2001. Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos. Universidad Nacional de Tucumán. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto M. Lillo.

FERRAZ, FC, 2000. Impacto de diversos usos do solo sobre o Ribeirão Canchin (PPSE-Embrapa), São Carlos-SP: Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores. Dissertação Mestrado en Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de São Carlos. Brasil.

HIGUTI, J, 1996 Invertebrados como indicadores de poluição ambiental. Dissertação de mestrado en Ecologia de Ambientes Aquáticos continentais. Universidade Estadual de Maringá. Brasil.

MARGALEF, R, 1983. *Limnología*. Ediciones Omega. Barcelona España.

NORRIS, R. y C. HAWKINS, 2000. Monitoring river health. *Hidrobiología* 435: 5-17 pp.

POMCA (Plan de ordenamiento y manejo de la cuenca del río Hacha), 2006-2025. Florencia-Caquetá. 2005. Universidad de la Amazonia-Corpoamazonia. Colombia.

ROLDÁN, PG, 1988. *Guía para el estudio de macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia*. Universidad de Antioquia, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales; Centro de Investigaciones CIEN; FEN Colombia Colciencias.

ROLDÁN, PG, 2003. *Bioindicación de la calidad del agua en Colombia Propuesta para el uso del método BMWP /Col*. Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia.

ROMERO, VF, 2001. Plecoptera. (capítulo 1) 110-120 pp en: Fernández, H.R. y E. Domínguez. Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos Universidad Nacional de Tucumán. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto M. Lillo.

TRIVINHO-STRIXINO, S y VM NASCIMENTO, 2000. *Indicadores básicos de qualidade ambiental para bacias hidrográficas: macroinvertebrados bentônicos como indicadores biológicos*. Curso teórico-prático sobre bioindicadores de qualidade de água. Organizado pela Embrapa meio Ambiente.

ZÚÑIGA, de CM del C, 2000. *Los Insectos como bioindicadores de calidad de agua*. Universidad del Valle. Departamento de procesos químicos y biológicos Cali Colombia.

Los humedales contribuyen de manera esencial a la diversidad y productividad de la biósfera, a la vez que proporcionan al hombre numerosos bienes y servicios. Se estima que de ellos dependa cerca del 25% de la productividad neta del planeta. Son además, reservorios de biodiversidad, áreas de cría y refugio de diferentes especies. Sin embargo, Los humedales aparecen como los sistemas más vulnerables ante los cambios globales los cuales están repercutiendo sensiblemente en la alteración del funcionamiento y la degradación acelerada de sus valores y servicios que proporciona al hombre.

En este libro, publicado por la RED 406RT0285 del Programa CYTED, se presentan los resultados de las investigaciones en diferentes países de Iberoamérica sobre los efectos de los cambios globales en la biodiversidad. En particular, se abordan los efectos de estos cambios en diferentes taxones claves (fitoplancton, zooplancton, peces, aves, vegetación) y en comunidades de ecosistemas emblemáticos templados y tropicales de la región; los efectos de los cambios en el uso de la tierra y la contaminación por metales pesados y compuestos orgánicos; la fragmentación de los humedales y la introducción de especies exóticas; los eventos extremos (sequías e inundaciones) sobre los recursos de los humedales y su uso; los eventos ENOS y su repercusión sobre el zooplancton marino y peces de importancia comercial, entre otros temas.