

## ESTUDIO DE LOS MOLUSCOS DE AGUA DULCE DE LA RESERVA ECOLÓGICA "CERRO DE SAN MIGUEL" (CALDAS, ANTIOQUIA, COLOMBIA)

### STUDY OF THE FRESHWATER MOLLUSCS OF THE ECOLOGICAL RESERVATION "CERRO DE SAN MIGUEL" (CALDAS, ANTIOQUIA, COLOMBIA)

María Isabel Gómez<sup>1</sup> y Luz Elena Velásquez<sup>2</sup>

#### Resumen

Se realizaron dos muestreos de los moluscos de agua dulce de la Reserva Ecológica "Cerro de San Miguel" en los meses de julio y octubre de 1996. Diez estaciones fueron elegidas aleatoriamente correspondientes a cuatro cuerpos de agua, tres lóticos y un humedal. En cada sitio se midió la temperatura y la humedad relativa ambiental, así como la temperatura, el pH, el oxígeno disuelto y la dureza total del agua. Se emplearon cedazos de mano para la recolección de las muestras, las cuales se trasladaron al laboratorio en bolsas plásticas. Además de los moluscos se colectó la fauna acompañante. Se encontraron tres familias de moluscos pertenecientes a tres órdenes y se capturaron 112 individuos. En cuanto a la fauna acompañante se observó predominio de Trichoptera, Coleoptera, Diptera y Acarina. Se calcularon la abundancia absoluta, la dominancia de Simpson, la diversidad de Shannon-Weaver, la riqueza de Margalef y la equidad de Pielou. En general la abundancia absoluta es baja y la diversidad está más relacionada con la dominancia y la equidad que con la riqueza. Tanto la temperatura del agua como el oxígeno disuelto sufrieron pocas variaciones, la dureza del agua fue baja y el pH se mantuvo cercano a la neutralidad.

*Palabras clave:* agua dulce, Antioquia, bioindicadores, moluscos.

#### Abstract

In July and October of 1996 two collects of freshwater molluscs in the Ecological Reserve "Cerro de San Miguel" were carried out. Ten stations were aleatory selected corresponding to four kinds of ecosystems, three lotics and a marsh. In each place air temperature and relative humidity and water temperature, dissolved oxygen, pH and total hardness were measured. Samples were taken with hand screens and transported to the laboratory. The companion fauna were also collected. Three families corresponding to three orders were found, total capture was of 112 individuals. The companion fauna were representd mainly for Trichoptera, Coleoptera, Diptera and Acarina. Absolut abundance, Simpson's dominance, Shannon-Weaver's diversity, Margalef's richness and Pielou's evennes were calculated. In general, absolute abundance is low and diversity is more related with dominance that with richness. Water temperature was stable with high dissolved oxygen, hardness of the water was low and pH was near to neutrality.

*Key words:* Antioquia, bioindicators, freshwater, molluscs.

## INTRODUCCIÓN

Los miembros del phylum Mollusca son unos de los invertebrados más notorios y conocidos para el ser humano. Este grupo es el segundo más numeroso con aproximadamente 12.000 especies

vivas, siendo apenas superados por los artrópodos (Díaz y Puyana, 1994). De las siete clases que conforman el grupo, gastrópodos y bivalvos son los que han incursionado con gran éxito en las aguas

Recibido: febrero de 1999; aprobado para publicación: mayo de 1999.

<sup>1</sup> Universidad de Antioquia, Departamento de Biología, apartado 1226, Medellín, Colombia. E-mail: migomez@quimbaya.udea.edu.co.

<sup>2</sup> Universidad de Antioquia, Programa de Estudio y Control de Enfermedades Tropicales (PECET). E-mail: lvelasq@carios.udea.edu.co.

dulces y el medio terrestre (Barnes, 1992). Los moluscos dulceacuícolas tienen importancia como hospedadores intermediarios de tremátodos productores de enfermedades en hombres y animales, alimento y producción perflífera (Soler, 1983).

En Colombia son pocos los trabajos realizados sobre moluscos: como hospedadores de parásitos se tienen los reportes de Uribe (1950), Malek (1968, 1985), Moreno y Patiño (1978) y Velásquez *et al.* (1997). Como indicadores de la calidad del agua se tienen los trabajos de Bedoya y Rodríguez (1983), Soler (1983), Matthias y Moreno (1983) y Roldán (1988). Existen además reportes hechos por Pilsbry (1924),

el hermano Daniel (1941), Prain (1956), Malek y Little (1971) y Coomans (1978). El objetivo del presente trabajo es el de conocer la malacofauna de agua dulce de la Reserva Ecológica “Cerro de San Miguel” en sus diversos ambientes y determinar la diversidad, riqueza, equidad y similitud de organismos para las estaciones estudiadas.

### Área de estudio

El municipio de Caldas se encuentra ubicado en el departamento de Antioquia a 6° 5' 29" N y 1° 33' 1" O y dista de Medellín unos 20 km (figura 1).

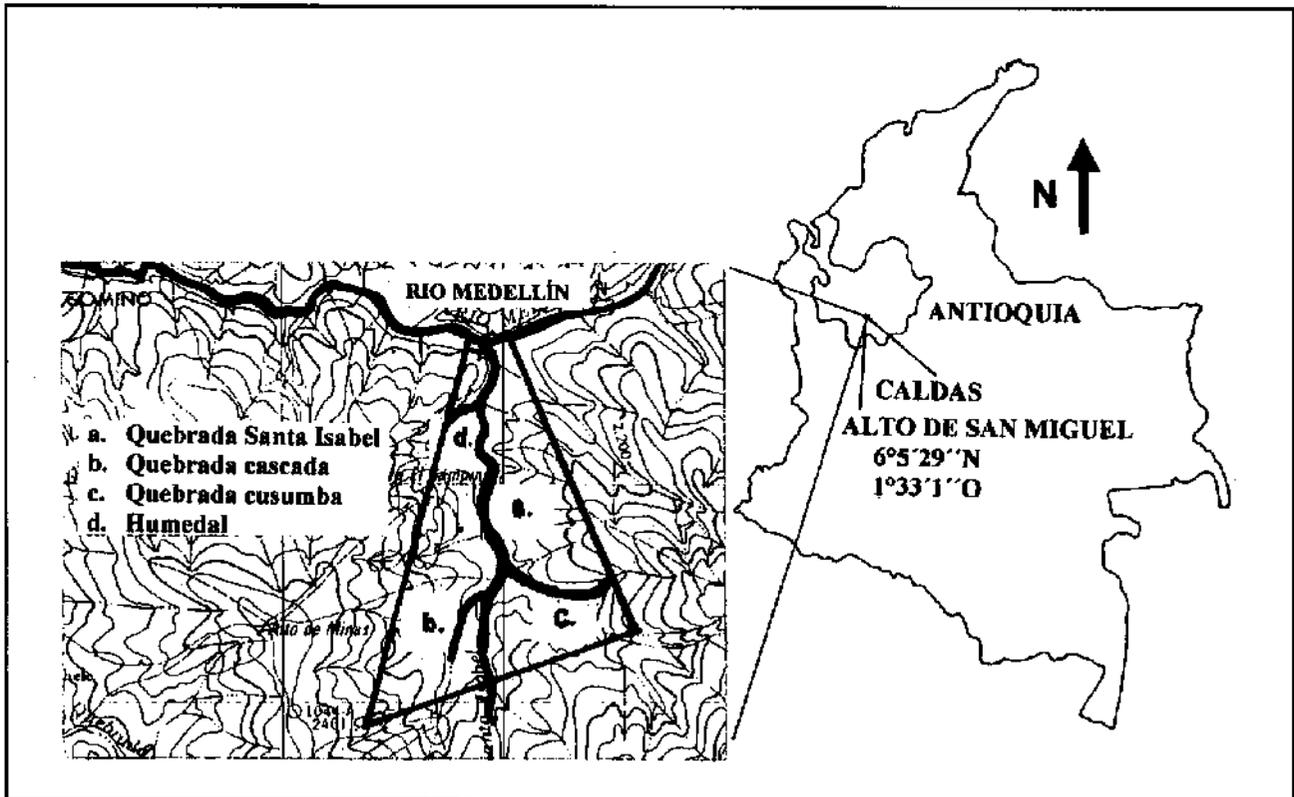


Figura 1. Localización de la reserva ecológica “Cerro de San Miguel” y de los cuatro cuerpos de agua muestreados (escala 1:25.000)

El Alto de San Miguel es una cuchilla ubicada al suroriente del municipio de Caldas y alcanza una altura promedio de 2.700 msnm. A lo largo de esta cuchilla se encuentra el nacimiento de varias quebradas, entre ellas La Vieja, La Moladora, Santa Isabel y el río Medellín. En otras palabras, esta área

representa la cabecera —o cuenca de recepción— de la cuenca hidrográfica del río Medellín. El sitio se encuentra ubicado en la zona de vida bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB), con temperatura entre 12 y 20 °C y precipitación anual de 2.000 a 3.500 mm. Gran parte de este nacimiento está

cubierto de bosque natural secundario con un alto grado de sucesión. La zona tiene laderas de pendientes altas, algunas superiores al 50%, y una llanura aluvial propia de un torrente joven que apenas está construyendo su lecho mayor por lo que el cauce del río es muy dinámico y cambiante. La ganadería en pequeña escala y la producción forestal fueron los dos últimos usos del suelo establecidos en esta área de nacimiento del río.

El Alto de San Miguel da origen, por sus características, al principal sistema hidrográfico del Valle del Aburrá, el cual alberga un importante patrimonio florístico y faunístico (Instituto Mi Río, 1995).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Dentro de las 700 hectáreas iniciales de reserva se eligieron las quebradas Santa Isabel, Cascada, Cusumba y un humedal (figura 1), sitios en los que se ubicaron aleatoriamente 6, 1, 2 y 1 estaciones respectivamente, cada una de 4 m<sup>2</sup> según la metodología propuesta por Edwards (1967) y WWF (1987). Se realizaron dos muestreos en cada estación en época lluviosa (julio) y seca (octubre).

Para obtener las muestras de cada sustrato se emplearon cedazos de mano de acuerdo con Schwoerbel (1975). El material colectado se transportó al laboratorio en bolsas plásticas con agua del biotopo. Se midieron la humedad relativa y la temperatura ambiental con un termohigrómetro digital; la temperatura, el oxígeno disuelto y el pH con un oxímetro y un peachímetro digital WTW, y la dureza total del agua con un kit Merck. En el laboratorio las muestras se preservaron por refrigeración. Los organismos completos fueron guardados en alcohol y glicerina y las conchas vacías se almacenaron en seco (World Health Organization, 1968).

Para la determinación de los especímenes se analizó la morfología de la concha teniendo en cuenta la presencia o no de opérculo, el sentido de la torsión, la forma general de la concha, el número de vueltas y la forma del incremento de éstas (lento o rápido), el borde de la apertura, las dimensiones (diámetro y longitud), las marcas sobre la superficie, el color y estructuras sobre la concha y la presencia o no de ombligo (Malek, 1985). Además se identificó la fauna acompañante de cada muestra. La descripción de las estaciones aparece en la tabla 1.

Tabla 1. Descripción de las estaciones de muestreo

Estaciones	Tipo de sustrato	Vel. de la corriente	Vegetación riparia
Cascada (1)	Fango y mat. orgánica	Media	Bosque nativo
Santa Isabel (2)	Gravas	Rápida	Rastrojo alto
Santa Isabel (3)	Rocas y gravas	Rápida	Rastrojo alto y pastizal
Santa Isabel (4)	Rocas y gravas	Rápida	Pastizal
Santa Isabel (5)	Rocas y mat. orgánica	Rápida, remansos en orilla	Bosque
Santa Isabel (6)	Gravas	Media	Rastrojo alto y pastizal
Santa Isabel (7)	Rocas y arenisca	Rápida	Pastizal
Cusumba (8)	Rocas	Rápida	Pastizal
Cusumba (9)	Lodo y mat. orgánica	Media	Vegetación acuática
Humedal (10)	Lodo y mat. orgánica	Lenta	Vegetación acuática

## RESULTADOS

En cuanto a las variables fisicoquímicas los resultados aparecen en la tabla 2. Para las gráficas se promediaron los valores de los dos muestreos (figura 2). La temperatura del aire se mantuvo entre

19 y 26.8 °C y la humedad relativa osciló entre 63.8 y 92.5%, lo que muestra temperaturas más altas que las del promedio para el área, no así la humedad que es normalmente alta debido a las masas de aire que traen los vientos del noroeste provenientes del Valle del Aburrá (Instituto Mi Río, 1995).

Tabla 2. Variables fisicoquímicas para cada estación acuática en los dos muestreos

Variables	Estaciones									
	Cascada	Santa Isabel						Cusumba		Humedal
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	I II	I II	I II	I II	I II	I II	I II	I II	I II	I II
T° amb. (°C)	20 18	19 29	23 25	26 28	28 18	25 28	29 32	23 24	21 27	18 25
Hum. rel. (%)	86 99	77 64	83 72	79 62	68 97	62 66	56 61	80 79	87 73	70 67
T° agua (°C)	15 15	16 16	16 16	17 16	16 15	17 16	17 16	15 15	16 15	17 16
Ox. dis. (mg/l)	7,3 12	6,6 8,1	7,6 7,7	7,6 9,4	6,3 9,1	7,9 9,3	7,5 9,4	7,5 12	6,7 11	7,6 9,1
pH	6,5 6,5	7 6,9	6,7 6,7	7 7	7 7	6,8 7	7 6,7	7 7	6,5 6,3	6,7 6,7
Dureza (ppm)	18 7,1	21 5,3	20 8,9	20 27	18 20	18 25	18 13	20 8,9	20 8,9	21 25

I = primer muestreo (julio)  
 II = segundo muestreo (octubre)

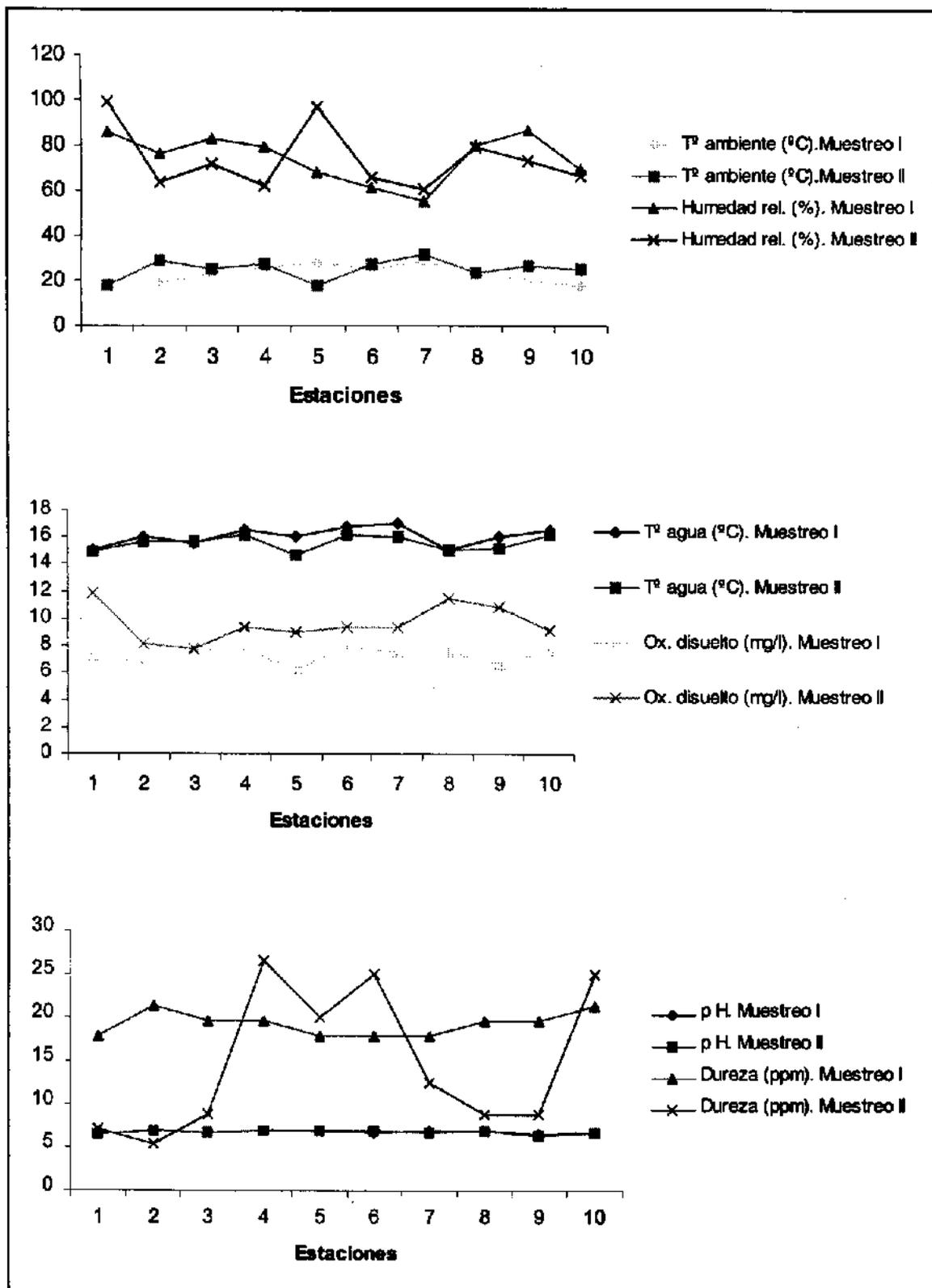


Figura 2. Variación de los valores fisicoquímicos en cada estación durante los dos muestreos

En los dos muestreos la temperatura del agua fue muy estable con una variación entre 14.7 y 16.8 °C; el oxígeno disuelto en el agua fue alto, con valores entre 6.25 y 11.81 mg/l; el pH tendió a la neutralidad y mostró poca variación, oscilando entre 6.3 y 7.0. Finalmente, la dureza total corresponde a aguas pobres a medianamente productivas (Roldán, 1992) pues los valores obtenidos se encuentran en el rango de 5 a 25 ppm, siendo el valor mínimo 5.34 y el máximo 26.5.

En la tabla 3 se muestran los individuos colectados y su abundancia absoluta durante los dos muestreos.

Tabla 3. Organismos y abundancia en cada muestreo

Orden	Familia	Género	Total de indiv.	
			I	II
Mesogastropoda	Hydrobiidae	<i>Aroapyrgus</i>	7	88
		<i>Pyrgophorus</i>	0	1
Bassomatophora	Planorbidae	<i>Helisoma</i>	2	3
Veneroidea	Sphaeriidae	<i>Pisidium</i>	6	5

I = primer muestreo (julio)

II = segundo muestreo (octubre)

La fauna acompañante estuvo conformada principalmente por trichópteros de las familias Leptoceridae, Calamoceratidae, Hydropsychidae, Helicopsychidae, Hydroptilidae y Glossosomatidae; coleópteros de las familias Elmidae, Dryopidae, Hidrophilidae, Scirtidae, Ptilodactilidae y Dytiscidae; dípteros de las familias Chironomidae, Psychodidae, Tabanidae y Ceratopogonidae, y varias especies de ácaros.

La dominancia, diversidad, riqueza y equidad se promediaron por cuerpo de agua para reflejar la

Se encontraron las familias Hydrobiidae (géneros *Aroapyrgus* y *Pyrgophorus*), Planorbidae (género *Helisoma*) y Sphaeriidae (género *Pisidium*). Cabe anotar que estos géneros aún están por confirmar. Es de resaltar la poca abundancia de la fauna de moluscos en los cuerpos de agua muestreados en los cuales se encontraron sólo 112 individuos (incluyendo uno por fuera de las estaciones de muestreo). Durante la época seca se encontró la mayor cantidad de organismos en una sola estación (humedal).

estructura de la comunidad hallada. La mayor dominancia la presentó el humedal con 0.761 y la menor la Cascada con 0.190, que a su vez mostró los mayores valores de diversidad (1.007) y riqueza (1.542); el ecosistema con menor diversidad fue la quebrada Cusumba con 0.339 y el menor valor de riqueza se dio en la quebrada Santa Isabel con 0.434, que a su vez tiene el mayor valor de equidad (0.804) (tabla 4).

Tabla 4. Diversidad, dominancia, equidad y riqueza para cada ecosistema

Índices	Ecosistemas			
	Cascada	Santa Isabel	Cusumba	Humedal
Dominancia (Ds)	0.190	0.533	0.500	0.761
Diversidad (H')	1.007	0.557	0.339	0.508
Riqueza (R1)	1.542	0.434	1.443	0.651
Equidad (J')	0.727	0.804	0.489	0.367

## DISCUSIÓN

Se encontraron diferencias entre las estaciones de acuerdo con el sustrato y la velocidad de la corriente. Respecto al primero se encontró mayor abundancia de organismos en los fondos con materia orgánica o en aquellos con presencia de vegetación, que en los fondos combinados de arena y gravas o arena y rocas debido a que los caracoles pueden encontrar alimento todo el tiempo en los sitios con depósitos de materia orgánica. Como las especies de moluscos colectados carecen de estructuras de fijación para soportar la alta velocidad de la corriente este hecho puede influir en la ausencia de organismos en algunas estaciones.

De acuerdo con Roldán (1992), la calidad fisicoquímica del agua en las partes altas de las corrientes es normalmente buena. Debido a los mecanismos de protección de muchos de los

moluscos de agua dulce, los factores climáticos ejercen una influencia menos drástica en su distribución que los factores químicos (Perera y Yong, 1984; Andrade, 1954; Andrade *et al.*, 1955). Aunque los cambios en la temperatura del agua pueden causar daños en el funcionamiento de los moluscos o regular la oviposición (Perera y Yong, 1984 y 1991) en la zona la variación de la temperatura es muy poca, tanto entre estaciones como entre cuerpos de agua, por lo que no se considera una variable limitante para la ocurrencia de organismos (figura 2). La falta de oxígeno disuelto en el agua impone limitaciones (Dreher-Mansur *et al.*, 1994) pero en los cuerpos de agua de la reserva este elemento presentó valores altos, que pueden ser atribuidos a la irregularidad del cauce que produce corrientes rápidas y turbulencias y a la relativamente baja temperatura del agua (figura 2).

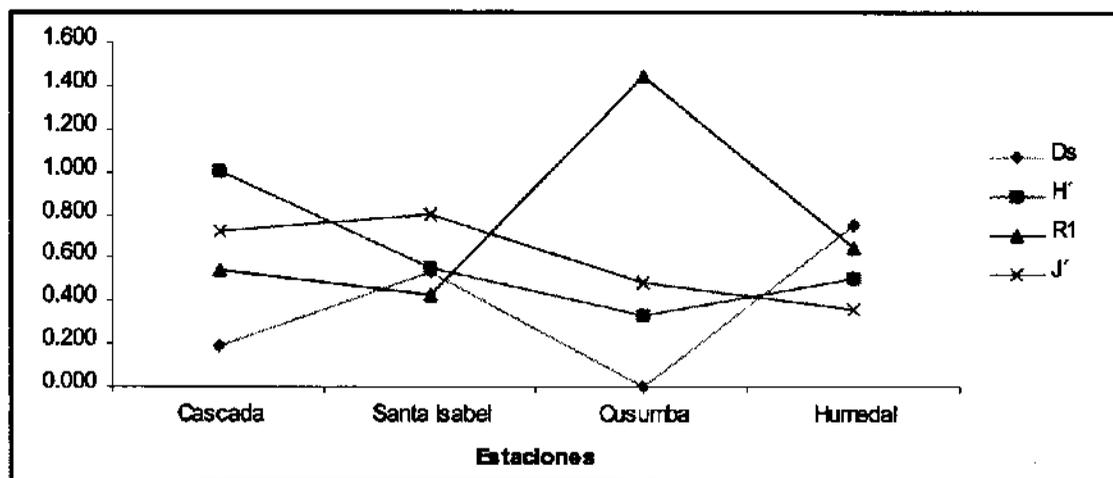


Figura 3. Dominancia (Ds), diversidad (H'), equidad (J') y riqueza (R1) de organismos para cada ecosistema

Los ecosistemas acuáticos tropicales son por lo regular pobres en calcio (Roldán, 1992). Este hecho fue corroborado por las durezas obtenidas en los muestreos en los que se encontró el agua pobre a medianamente dura (figura 2). La dureza total puede favorecer la densidad de los juveniles pues ellos necesitan aguas medianamente duras para el desarrollo de sus conchas. En aguas con bajo contenido de calcio la concha es frágil y la abundancia de moluscos es baja (Okland, 1983). La baja dureza de las aguas de la zona, aunque puede ser factor decisivo para las bajas densidades de

moluscos, aparentemente no incide en las poblaciones habitantes de la reserva ecológica.

La concentración de iones hidrógeno en el agua parece ser un factor importante en la distribución de los moluscos de agua dulce pues existen pocas especies que soporten pH por debajo de 6.0 (Perera y Yong, 1984). Como alterador del pH en el agua se encuentran los ácidos húmicos (provenientes de la descomposición de materia orgánica) que causan debilitamiento de la concha (Volkmer-Ribeiro *et al.*, 1998). El pH encontrado para los cuatro ecosistemas

tiende a la neutralidad (figura 2), lo que contribuye a la permanencia de moluscos en la zona.

La abundancia absoluta para cada estación acuática es baja en general para los dos muestreos, con excepción de la estación 10 en la cual este valor aumenta debido a la presencia de una gran cantidad de individuos del género *Aroapyrgus* en el segundo muestreo. Esta abundancia puede deberse al no arrastre de organismos durante la estación seca. En cuanto a la abundancia absoluta por muestreo se tiene que en el primero los valores son bajos mientras que en el segundo se aumentan debido al valor presentado en la estación 10. En la figura 3 la curva de la diversidad para los ecosistemas acuáticos varía de igual forma que las curvas de dominancia y de equidad y las tres varían de forma inversa a la de la riqueza, lo que muestra cierta relación entre diversidad, dominancia y equidad. Los organismos encontrados como fauna acompañante son considerados bioindicadores de aguas limpias y bien oxigenadas (Roldán, 1988). Se observó además una relación inversa entre las abundancias de trichópteros y moluscos, es decir, en los sitios con mayor abundancia de trichópteros no se encontraban moluscos, debido a que son competidores por alimento y a que los tricópteros sí poseen estructuras de adhesión para enfrentar fuertes corrientes (McCafferty, 1981).

### Descripción de los especímenes

**Familia Hydrobiidae** (syn. Amnicolidae). Conchas diminutas (3-4 mm), suaves, de color café, con finas estrías poco notorias, elongadas-globosas. Vueltas de la espira redondeadas, en número de  $5\frac{1}{2}$  (en los adultos) a  $3\frac{1}{2}$  (en los juveniles). Apertura redondeada cerrada por un opérculo. Ombligo parcialmente cubierto por el lado interno de la apertura.

**Familia Planorbidae**. Conchas pequeñas (8 mm aproximadamente), de color café, discoidales, con escultura reticulada muy fina, umbilicadas, con espira deprimida. Vueltas de la espira aplanadas en número de cinco. Apertura recta (aguda) con callo parietal.

**Familia Sphaeriidae**. Concha redondo-ovalada alargada hacia el borde posterior, pequeña (3-4 mm), blanca, finamente estriada con espinas microscópicas a lo largo de cada línea de crecimiento, umbones casi centrales, anchos, poco salientes. Charnela heterodonta con un diente cardinal en cada valva y dos laterales posteriores y un lateral anterior en la valva derecha y un lateral posterior y un anterior en la izquierda.

Los especímenes aparecen en la figura 4 y permanecen en la colección de referencia del Laboratorio de Limnología de la Universidad de Antioquia.

### AGRADECIMIENTOS

El proyecto fue financiado por el convenio Instituto Mi Río - Universidad de Antioquia. Agradecemos a los profesores Tito Machado, Javier Muñoz, Alicia Uribe y Ramiro Fonnegra por la coordinación del convenio. Al profesor Gabriel Roldán, por su apoyo al trabajo. A Andrés Sierra, por su valiosa colaboración. A Elizabeth Noreña por la elaboración de los dibujos y a José Andrés Posada por la fotografía.

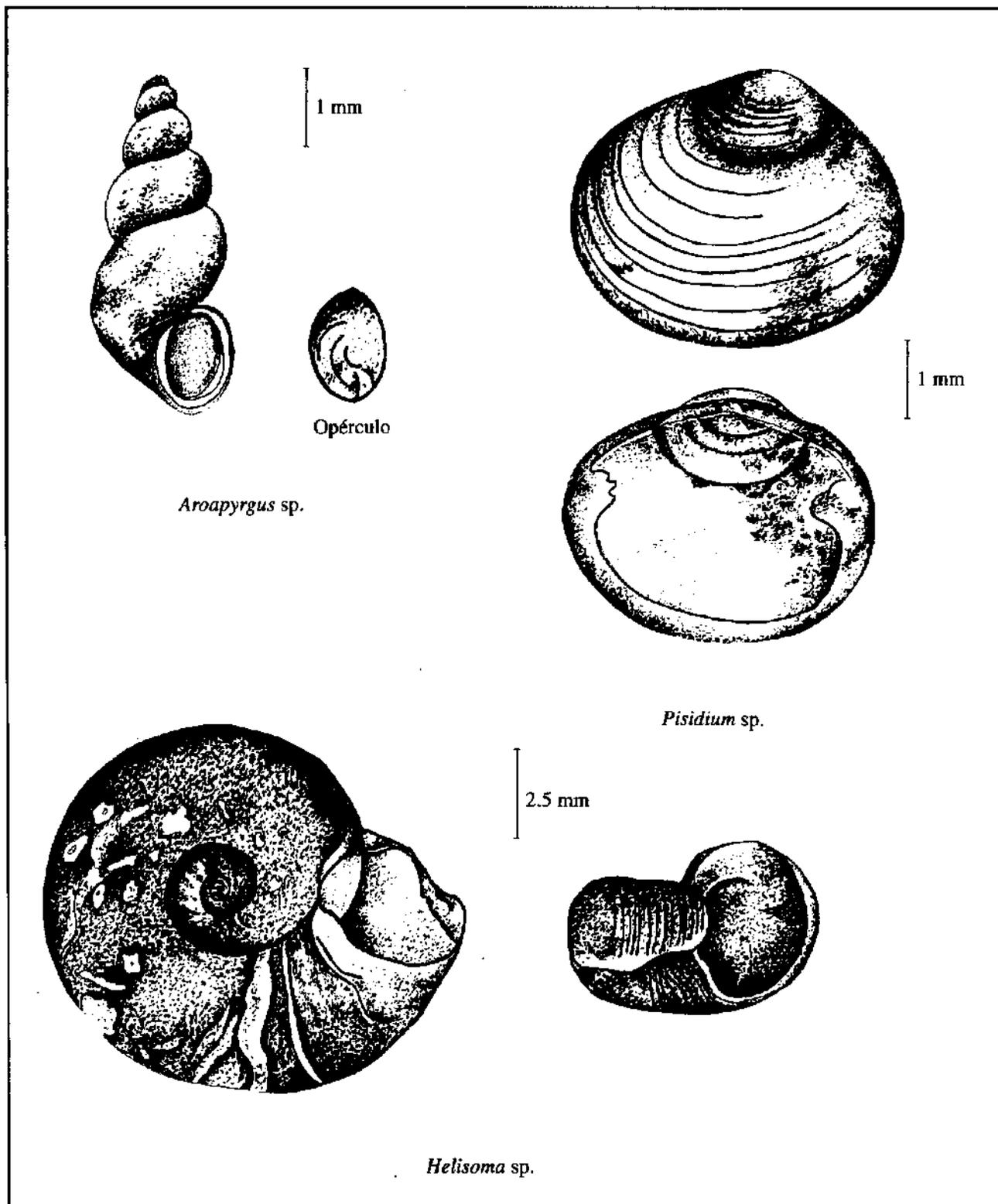


Figura 4. Representación esquemática de los géneros de moluscos encontrados

## REFERENCIAS

- Andrade RM.** 1954. Algunos datos hidroquímicos de criadouros de planorbideos do Distrito Federal. *Rev Bras Malar* 6:473-475.
- Andrade RM, Santos IN, Olivera R.** 1955. Contribução para o conhecimento dos criadouros de planorbideos na arena do Distrito Federal 1. Variação de diferentes factores químicos de ouas agua. *Rev Bras Malar* 7:103-130.
- Barnes RD.** 1992. *Zoología de los invertebrados*. 5ª. ed. Edit. Interamericana-Mc Graw-Hill. México DF. 369 p.
- Bedoya A, Rodríguez CA.** 1983. Macroinvertebrados como bioindicadores de contaminación en el río Bogotá: estudio ecológico de algunas familias de las clases Pelecypoda, Gasteropoda. Bogotá. Universidad INCCA de Colombia. Facultad de Docencia. 145 p.
- Coomans HE.** 1978. Investigaciones arqueológicas en los abrigos rocosos del Tequendama. El cuaternario de Colombia, Volumen especial I.
- Díaz JM, Puyana M.** 1994. *Moluscos del Caribe Colombiano. Un catálogo ilustrado*. Colciencias/ Fundación Natura/INVEMAR. Edit. Presencia. Santafé de Bogotá. pp. 11-26.
- Dreher-Mansur MC, Valer RM, Aires NCM.** 1994. Distribuição e preferências ambientais dos moluscos Bivalves do acude do parque de proteção ambiental copesul, Município de Triunfo, Rio Grande do Sul, Brasil. *Biociências*, Porto Alegre. 2(1):27-45.
- Edwards AL.** 1967. *Statistical methods*. 2ª. ed. Printed in USA.
- Hermano Daniel.** 1941. Apuntes sobre algunos moluscos colombianos. *Rev Col Cienc Exact Fis y Nat* 4:15-16. Bogotá.
- Instituto Mi Rfo.** 1995. *Guía ecológica y ambiental*. Colección Agua Fuente de Vida. Edit. Litotipo Ltda. Medellín. Colombia.
- Malek EA.** 1968. *A guide for the identification of the snail intermediate hosts schistosomiasis in the Americas*. Pan American Health Organization. World Health Organization. Washington DC. USA.
- Malek EA.** 1985. *Snail hosts of schistosomiasis and other snail-transmitted diseases in Tropical America: A manual*. Pan American Health Organization. World Health Organization. Washington DC. USA.
- Malek EA, Little MD.** 1971. *Aroapyrgus colombiensis* n.sp. (Gastropoda: Hydrobiidae) snail intermediate host of *Paragonimus caliensis* in Colombia. *Nautilus* 85:20-26.
- McCafferty WP.** 1981. *Aquatic Entomology*. Science Books International. Boston, Massachusetts. USA. pp. 237-244.
- Matthias U, Moreno H.** 1983. Estudio de algunos parámetros fisicoquímicos y biológicos en el río Medellín y sus principales afluentes. *Actual Biol.* 12(46):106-117.
- Moreno J, Patiño R.** 1978. Laboratorio. Estudio de *Pseudosuccinea columella*, huésped intermediario de *Fasciola hepatica*. *Actual Biol* 7(23):19-22.
- Okland J.** 1983. Factors regulation the distribution of freshwater snails (Gastropoda) in Norway. *Malacologia* 24(1-2):277-288.
- Perera G, Yong M.** 1984. The influence of some abiotic factors on the distribution of freshwater mollusks on the Isle of Youth (Isle of Pines), Cuba. *Walkerana. Trans POETS Soc* 2(7):131-139.
- Perera G, Yong M.** 1991. Seasonal studies on *Pomacea paludosa* in Cuba. *Walkerana* 5(13):19-23.
- Pilsbry HA.** 1924. South American land and freshwater mollusks. IX Colombian species. *Proc Acad Nat Sci Philadelphia* 87:83-88.
- Prair T.** 1956. On a collection of *Pomacea* from Colombia, with description of a new subspecies. *J Cochol* 24:73-79.
- Roldán G.** 1988. *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia*. Fondo FEN. Colombia/Colciencias/ Universidad de Antioquia. Edit. Presencia Ltda. Bogotá. Colombia.

- Roldán G.** 1992. *Fundamentos de limnología neotropical*. Edit. Universidad de Antioquia. Vol. 1. Medellín. Colombia.
- Schwoerbel J.** 1975. *Métodos de hidrobiología*. Edic. H. Blume. Madrid.
- Soler E.** 1983. Contribución al estudio taxonómico y ecológico de caracoles (pulmonados) de agua dulce de la sabana de Bogotá. Tesis de grado. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. 86 p.
- Uribe C.** 1950. Contribución al estudio de algunos tremátodos larvarios de Colombia. *Rev Col Cienc Exact Fis y Nat* VII(28):526-533.
- Velásquez LE, Villa M, Gómez MI, Vélez I, Vélez ID.** 1997. El molusco hospedero de *Paragonimus emberai* n.sp. parásito de la etnia embera en Colombia. Memorias XIII Congreso Latinoamericano de Parasitología. La Habana, Cuba. 47 p. 17-23 de noviembre.
- Volkmer-Ribeiro C, Dreher-Mansur MC, Mera PAS, Ross SM.** 1998. Biological indicators in the aquatic habitats of the ilha de Maracá. En: Milliken W, Ratter JA (eds.). *The biodiversity and environment of an amazonian rainforest*. John Wiley & Sons Ltd. pp. 403-414.
- World Health Organization.** 1968. *An introductory guide for intermediate hosts of schistosomiasis in the Americas*. Washington DC. USA.
- WWF.** 1987. *Manual de técnicas de gestión de vida silvestre*. Printed by the Wildlife Society. USA.