TIPOLOGÍA DE RÍOS DE LA REGIÓN DEL PIEDEMONTE ANDINO EN COCHABAMBA

TYPOLOGY OF RIVERS OF THE ANDEAN PIEDEMONT REGION IN COCHABAMBA

Nabor Moya[1], Edgar Goitia[1] y Melicio Siles[2]

RESUMEN

Se estudiaron características físicas y químicas en 20 ríos, así como la composición y abundancia de las comunidades bentónicas, para tipificar los ríos del Piedemonte andino en el Departamento de Cochabamba. Mediante las comunidades de Ephemeroptera, Coleoptera, Trichoptera y Plecoptera, se realizaron análisis multivariables para determinar los agrupamientos de ríos y las correspondencias entre los factores ambientales y biológicos. Se determinaron tres tipos de ríos: Un primer tipo de ríos con elevada riqueza y diversidad faunística, que se establecen en substratos gruesos, provenientes de la cordillera andina, alcalinidad y conductividad elevadas; un segundo tipo, cuya riqueza y diversidad es inferior al primer grupo, substratos variables desde piedra hasta arena, la alcalinidad y la conductividad varían desde valores intermedios a bajos; y un tercer grupo, muy pobre en riqueza y diversidad, substrato esencialmente fino, nacen en el mismo Piedemonte, valores bajos de alcalinidad y conductividad con valores de intermedios a altos.

Palabras claves*: Tipología, Piedemonte Andino, Macroinvertebrados, Cochabamba, Bolivia.*

ABSTRACT

We studied the physical and chemical characteristics of 20 rivers as well as the composition and abundance of their benthic communities, in order to typify the rivers in the Piedemonte Andean Region of the State of Cochabamba. Based on the Ephemeroptera, Coleoptera, Trichoptera, and Plecoptera communities, we group the rivers by multivariable analysis and according to environmental and biological factors. We identified three river types. The first river type includes rivers with high fauna diversity and density, coarse substrate from the Andean Cordillera, and high alkalinity and conductivity. The second group consists of rivers with less fauna diversity and density, substrate that includes large stones to sandy materials, and medium to low alkalinity and conductivity. The third group of rivers, that originate in the Piedemonte region, have very low fauna diversity and density, mainly fine substrate, low alkalinity, and medium to high conductivity.

Keywords*: Typology, Andean Piedemonte, macroinvertebrates, Cochabamba, Bolivia.*

1 Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba - Bolivia. Casilla 1187. E-mail: limnoed@fcyt.umss.edu.bo

2 Centro de Inv. Fitoecogenéticas de Pairumani. Cochabamba - Bolivia. E-mail: msiles@supernet.com.bo

INTRODUCCIÓN

Son escasos los trabajos referentes a la tipificación ecológica de los ríos en Bolivia, más aún en una región como el Piedemonte andino del Departamento de Cochabamba, donde no se conocen estudios similares.

El propósito de una tipología ecológica de ríos es obtener grupos de ellos, de acuerdo a la variabilidad en la distribución de las comunidades biológicas (como macroinvertebrados bentónicos) atribuible a un conjunto de variables de mayor escala (geológicas, geomorfológicas y climáticas), y de menor escala (hidrológicas, morfológicas, físicas, químicas y tróficas) (LOTSPEICH, 1980; FRISSELL *et al.*, 1986; WASSON y BARRERE, 1999; RABENI y DOISY, 2000, entre otros).

Los primeros trabajos para tipificar sistemas acuáticos en Bolivia empleando comunidades bentónicas, fueron realizados en la zona andina por WASSON y MARÍN (1988).Otros trabajos referentes a la distribución y estructura de comunidades bentónicas fueron realizados por GOITIA y MALDONADO (1991), CAMPERO (1998), WASSON *et al.*(1998), CLAROS (1999) y ROCABADO y WASSON (1999).

Los macroinvertebrados bentónicos son considerados buenos indicadores ecológicos, debido a que estos organismos ocupan un hábitat a cuyas exigencias ambientales están adaptados, por lo que cualquier cambio en su medio se refleja en la estructura de sus comunidades (ROLDÁN 1992). Este principio permite también que dichas comunidades puedan emplearse para tipificar ecosistemas acuáticos en base a organismos característicos de determinadas zonas o regiones.

Con el presente trabajo, enfocado al estudio de las comunidades bentónicas, se pretende diferenciar tipos de ríos en la región del Piedemonte andino, tomando en cuenta la distribución y abundancia de macroinvertebrados bentónicos y los factores ambientales que los caracterizan.

ÁREA DE ESTUDIO

La zona estudiada se localiza en el Piedemonte andino de la Cuenca Amazónica, sobre las provincias Chapare y Carrasco del Departamento de Cochabamba (Fig. 1).

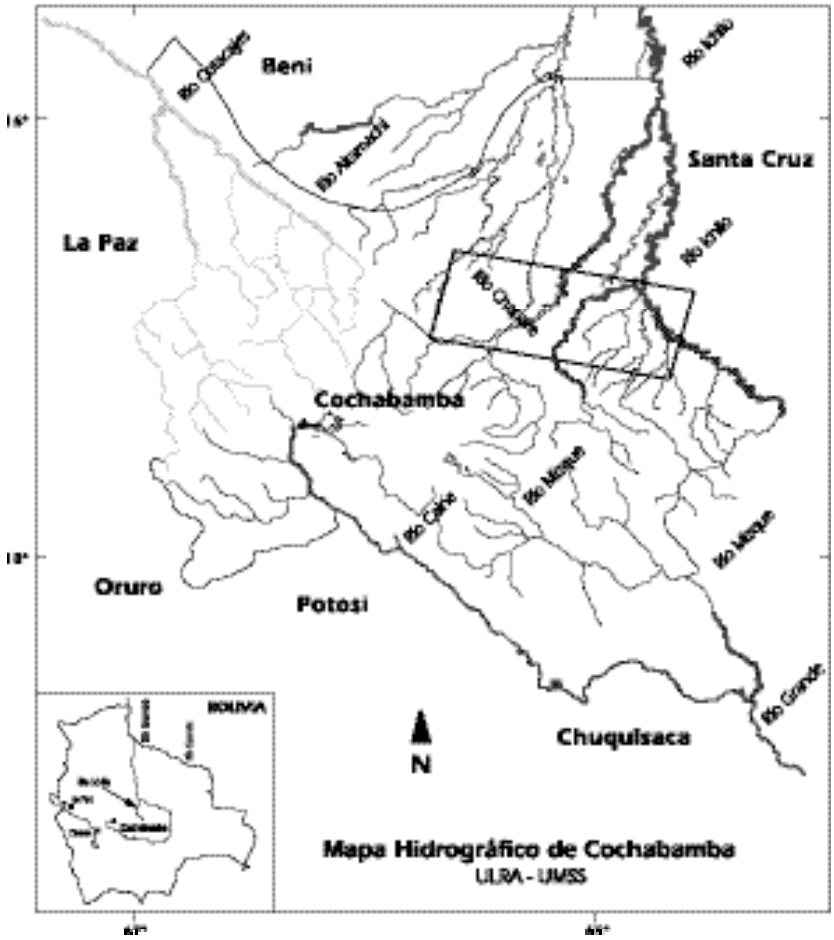

Figura 1. Mapa hidrográfico de Cochabamba, resaltando la ubicación de la región del Piedemonte.

Esta región se caracteriza fisiográficamente por un relieve con ondulaciones y planicies de pendiente amplia, donde los ríos llegan perdiendo su velocidad y depositando su carga sedimentaria en forma de abanicos, dando lugar a un Piedemonte. Los depósitos aluviales tienen grandes espesores y están constituidos por materiales que varían en tamaño desde bloques hasta gravas, arenas y arcillas (MONTES DE OCA 1997).

El clima de esta región es muy húmedo, con frecuentes lluvias que provienen de la región subandina. La precipitación anual está por encima de los 2 000 mm, con un rango de temperaturas entre 24 - 36 °C.

En esta región, se estudiaron 20 ríos pertenecientes a tres subcuencas de Cochabamba, así los ríos Ivirgarzama, Bulo Bulo, Isarzama, Ichoa, Blanco, Lágrima, Chimoré y Mariposas corresponden a la subcuenca del Río Ichilo; los ríos Coni, Eñe, Vinchuta, La Jota y Leticia corresponden a la subcuenca del Río Chapare; y los ríos Colorado, Zapata, Samusabety, Chipiriri, Isinuta, Bomborazama y Mambuelo corresponden a la subcuenca del Río Isiboro-Sécure. Las tres subcuencas, a su vez, son parte de la cuenca del Río Mamoré.

El cuadro 1 muestra la ubicación geográfica de los ríos y algunos datos geomorfológicos como el orden del río, la distancia a la fuente y ancho total. Así mismo, se observa la codificación que se utilizará a lo largo del trabajo.

Cuadro 1. Ubicación geográfica y datos morfológicos de los ríos del piedemonte estudiados.

Río	Código	Ord	DF (km)	AT (m)	Latitud (S)	Longitud (W)
Ivirgarzama	Ivi	3	13	49	17° 07' 35"	64° 58' 50"
La Jota	Jot	2	23	10	16° 59' 50"	65° 10' 30"
Coni	Con	2	9	117	17° 01' 45"	65° 17' 55"
BuloBulo	Bul	3	24	39	17° 14' 40"	64° 23' 08"
Blanco	Bla	1	9	33	17° 13' 31"	64° 28' 40"
Isarzama	Isa	4	25	55	17° 05' 30"	64° 41' 01"
Ichoa	Ich	4	37	178	17° 12' 50"	64° 29' 55"
Eñe	Eñe	2	22	66	17° 04' 55"	65° 13' 05"
Vinchuta	Vin	3	31	129	17° 00' 58"	65° 18' 35"
Samusabety	Sam	3	35	87	16° 48' 683"	65° 34' 407"
Leticia	Let	2	6	21	17° 00' 548"	65° 12' 642"
Chipiriri	Chip	1	8	12	16° 50' 786"	65° 22' 069"
Isinuta	Isi	3	44	95	16° 43' 756"	65° 38' 736"
Bomborasama	Bom	2	12	19	16° 50' 56"	65° 29' 46"
Lágrima	Lag	1	15	16	17° 10' 25"	64° 52' 05"
Colorado	Col	2	3	7	16° 59' 20"	65° 20' 15"
Zapata	Zap	1	4	9	16° 59' 598"	65° 19' 970"
Chimoré	Chim	4	67	151	17° 08' 00"	65° 10' 40"
Mambuelo	Mam	2	10	40	16° 47' 828"	65° 35'128"
Mariposas	Mar	1	6	35	17° 00' 06"	65° 02' 72"

Ord = Orden
DF = Distancia a la Fuente
AT = Ancho Total

MÉTODOS

Se seleccionaron 20 ríos o estaciones de muestreo mediante mapas de escalas 1:250 000 y 1:50 000 del Instituto Gegráfico Militar. Las estaciones de muestreo se ubicaron en zonas con la menor perturbación antropogénica posible y la mejor accesibilidad. De acuerdo a estos criterios, en cada río se tomaron muestras de macroinvertebrados bentónicos y de variables físicas y químicas en dos fascies representativas (poza y rabión o rápido) y en dos épocas: época de aguas bajas (octubre - noviembre, 2000) y mayo del 2001 (época de aguas altas). En algunos ríos, donde no se apreció una clara diferenciación entre poza y rabión, sólo se consideró rabión o rápido.

Los macroinvertebrados bentónicos se colectaron mediante una red Surber de 250 µm de abertura de malla y 0.09 m^2 de área colectora, tomando una muestra compuesta sobre cinco microhábitats representativos, lo que representa un total de 0.45 m^2 de área colectada en cada una de las fascies (poza y rabión o rápido). Cada muestra se conservó, agregando formol al 4%. En el laboratorio, las muestras fueron separadas en tamices de 1 000 y 500 µm de abertura de malla y luego cuantificadas e identificadas hasta el nivel taxonómico posible, utilizando claves y diagnosis propias para cada grupo taxonómico (MERRIT & CUMMINS, 1983; DOMÍNGUEZ *et al.*, 1992; FERNÁNDEZ y DOMÍNGUEZ, 2001).

Se midió *in situ* la conductividad, temperatura, pH, oxígeno disuelto, velocidad de corriente, profundidad, ancho activo y ancho total. También se colectaron muestras de materia orgánica y de agua para determinar la alcalinidad, sólidos totales y suspendidos, calcio, cloruros, magnesio, potasio, sodio y sulfatos los que fueron analizados en el Centro de Aguas y Saneamiento Ambiental (UMSS).

El tipo de substrato se determinó según la escala de Cummins (1962), expresada en porcentaje del número de elementos por clase de tamaño y de acuerdo al protocolo seguido por MALDONADO y GOITIA (2001).

La densidad de organismos se expresó en individuos por m^2 y se determinaron diferencias estadísticamente significativas entre las dos épocas y las dos zonas representativas (poza y rabión), mediante un análisis no paramétrico (Kruskal-Wallis) con un nivel de significancia de 0.05, tanto para variables fisicoquímicas como biológicas. Si no se observaban diferencias significativas entre las dos zonas representativas para la mayoría de los géneros, se procedía a promediar los datos entre zonas para cada uno de los ríos. Además se determinó la diversidad mediante el índice de diversidad de Shannon-Wiener (ODUM 1972).

La tipología de ríos se realizó con la abundancia de cuatro órdenes de la Clase Insecta (Ephemeroptera, Trichoptera, Coleoptera y Plecoptera), los cuales presentan especies con frecuencias de ocurrencias intermedias (entre 45 - 85 %), es decir, no tienen ocurrencia casual (menores de 45 %) ni muy frecuente (100 %), por lo que se consideran los más usuales para tipificar ríos (WASSON, J.G. com. per.). Además, estos grupos presentan mayor número de familias, exceptuando al orden Plecoptera.

Para agrupar los ríos según las variables biológicas de acuerdo a su abundancia, se realizó un análisis de agrupamiento con el método Ward. Posteriormente, con las variables fisicoquímicas, se realizó un análisis de componentes principales (ACP) para agrupar aquellos ríos que presentan características comunes y determinar las relaciones entre variables. Aquellas que tuvieron correlaciones significativas ($r > 0.70$) con los diferentes componentes principales se utilizaron para el posterior análisis de correspondencia canónica (ACC).

Finalmente, se realizó un análisis de correspondencia canónica (ACC) para determinar la relación entre las variables biológicas y las variables ambientales, utilizando como variables de respuesta a las diferentes especies y como variables explicativas a las variables físicas y químicas que tuvieron mayor correlación con los tres primeros componentes principales.

Los análisis se realizaron en los programas estadísticos SAS (versión 6.11), STATISTICA (versión 5.1) y CANOCO (versión 4.0).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los 20 ríos estudiados, se determinaron en total 58 taxa correspondientes a las clases Insecta, Oligochaeta, Arachnida y Pelecypoda. De estos grupos, se observa un claro dominio de la clase Insecta y dentro de esta, la familia Chironomidae (Diptera) es la más abundante, con un promedio general de 64 ind/m^2 por río. El resto de las clases, se presentaron en casos muy raros.

Dentro de la clase Insecta, para las dos épocas, los órdenes Ephemeroptera, Trichoptera, Coleoptera y Plecoptera son los que presentaron frecuencias de ocurrencias intermedias en los 20 ríos (Fig. 2 y 3); el orden Diptera fue el más frecuente (100%) y los lepidópteros, hemípteros, megalópteros, odonatos, junto con Oligochaeta y Pelecypoda tuvieron una ocurrencia muy casual.

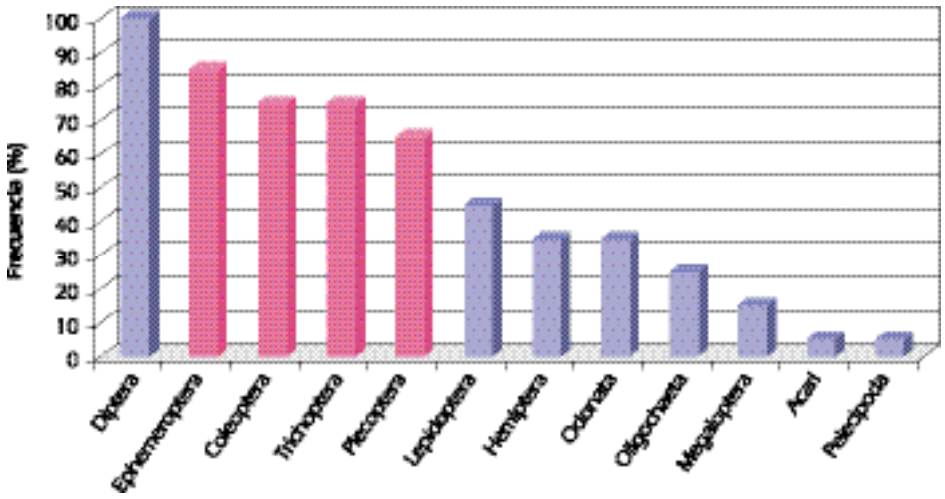

Figura 2. ***Frecuencia de ocurrencia de los diferentes órdenes de macroinvertebrados bentónicos en los 20 ríos del piedemonte durante la época seca. El color más oscuro indica los grupos con frecuencias intermedias.***

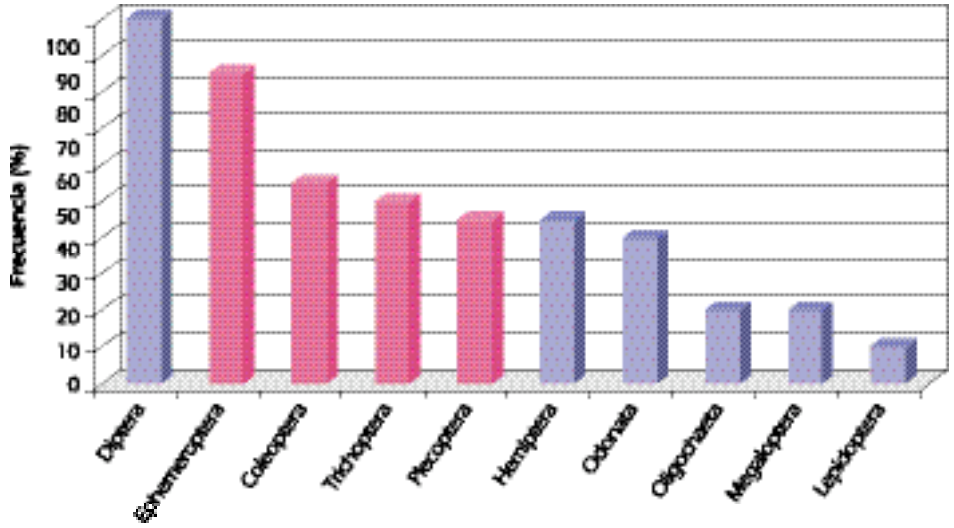

Figura 3. ***Frecuencia de ocurrencia de los diferentes órdenes de macroinvertebrados bentónicos en los 20 ríos del piedemonte durante la época lluviosa. El color más oscuro indica los grupos con frecuencias intermedias.***

Los cuadros 2 y 3 muestran la abundancia promedio de los órdenes estudiados de poza y rabión, para la época seca y lluviosa, respectivamente. Comparando la composición y abundancia entre las dos épocas, durante la época seca, se encontró un total de 56 géneros, distribuidos en los 20 ríos y 47 géneros, distribuidos al final del periodo de lluvias. Durante esta segunda época, la abundancia disminuyó en poco más de la mitad respecto a la época anterior (de 9 240 a 4 636 individuos), probablemente, porque el tiempo de establecimiento del bentos no fue lo suficiente después de una deriva, provocada por las fuertes corrientes en la época de lluvias.

Cuadro 2. Densidad (ind/m^2) de cuatro órdenes de Insecta en ríos de piedemonte durante la época seca. Para códigos de ríos, ver cuadro 1.

TAXA	CÓDIGO	IM	JOT	CON	BUL	BLA	ISA	ICH	EÑE	VIN	SAM	LET	CHIP	ISI	BOM	LAG	COL	ZAP	CHIM	MAM	MAR	TOTAL
EPHEMEROPTERA																						
Baetidae																						
Camelobaetidius	*Camel*	31	18	17	21	10	1		7	29	66	16	3	11	2				2			233
Americabaetis	*Amer*	4	37	2			1		4		1								4			54
Paraplosoodes	*Parol*		1		7																	8
Baetodes	*Baeto*	1	1	1			4	1			4		6		1				2		2	24
Waltzoyphius	*Waltz*									46	14		7	12			2					81
Cloeodes	*Cloeo*											39										39
Guajirolus	*Guaji*												3		6							9
Leptohyphidae																						
Yaurina	*Yaur*	186	28	14	14	2	3	1	52	19	31		24	8	1							394
Traverhyphes	*Traver*		12										14		4							31
Tricorythodes	*Trico*		1							7			21	6								34
Haplohyphes	*Haplo*										2											2
Leptohyphes	*Lepto*												2									2
Leptophlebiidae																						
Demoulinellus	*Demou*	113	10	6	14	11	23	19	69	18	17	1	4	6	21				2			334
Farrodes	*Farro*		2																			2
Pennaphlebia	*Penna*			1						11				1	9							22
Agenetopsis	*Agen*								9													9
Caenidae																						
Brasilocaenis	*Brasil*		1																			1
PLECOPTERA																						
Perlidae																						
Anacroneuria	*Anacr*	51	7	2	7	1	6		21	23	6		7	3	1				2			137
COLEOPTERA																						
Psephenidae																						
Psephenus	*Pseph*	24	36	4	1		7		13	2	6		2	18	1				4			119
Elmidae																						
Stenelmis	*Sten*	11	26	2		2	10	3	24	6	10		33	1	2	4						136
Elsianus	*Elsi*	60	8	7					29		1		43									148
Microcylloepus	*Micro*	2	64				8			4	3		320	1								403
Hetelmis	*Hetel*		1										2									3
Neocylloepus	*Neo*		1																			1
Phanocerus	*Phano*												2									2
Narpus	*Narp*		10										6									16
Ampumixis	*Amp*		1																			1
Elmidae a	*Elma*								1													1
Elmidae b	*Elmb*												21									21
Hydrophilidae	*Hydrp*				1		6		21	1	3		1									33
TRICHOPTERA																						
Hydropsychidae																						
Leptonema	*Lepton*	21	54			12			1	1			12									102
Smicridea	*Smic*				7	4	14	32		13	40		36	7	1							154
Odontoceridae																						
Barypenthus	*Bary*	93	24	4					11	6		1	19									159
Marilia	*Mari*	191		52					67	1			1									312
Hydroptilidae																						
Alisotrichia	*Aliso*	6		1		4	3															14
Abtrichia	*Abtri*									3			1									4
Philopotamidae																						
Chimarra	*Chim*	9	3						10	4	3			2								32
Policentropodidae																						
Polyplectropus	*Polyp*	3		1				2	16	11			1									34
Cernotina	*Cer*		1																			1
Helicopsychidae																						
Helicopsyche	*Helic*	1											1			2						4
Glossosomatidae																						
Glossosomatidae a	*Glossa*		1		1		2				9		3	2								19
Xiphocentronidae	*Xipho*								6				3									9
TOTAL		809	349	116	73	48	89	59	361	206	217	57	601	76	50	7	2	0	18	0	2	3 140

Cuadro 3. Densidad (ind/m²) de cuatro órdenes de Insecta en ríos de piedemonte durante la época lluviosa. Para códigos de ríos, ver cuadro 1.

TAXA	CÓDIGO	IVI	JOT	CON	BUL	BLA	ISA	ICH	EÑE	VIN	SAM	LET	CHIP	ISI	BOM	LAG	COL	ZAP	CHIM	MAM	MAR	TOTAL
EPHEMEROPTERA																						
Baetidae																						
Camelobaetidius	Camel	67	7	34	28	2		6	20	3	3	32	11	4					2			220
Americabaetis	Amer	2						6								2	7					17
Baetodes	Baeto	21	6	6				11	3	1		23	1						40			112
Waltzoyphius	Waltz		2	12	16		4		10	1	1	2		2								51
Guajirolus	Guaji								3				7									10
Paracloeodes	Parcl											1										1
Apobaetis	Apob											3	1				2					7
Leptohyphidae																						
Yaurina	Yaur	43			12	1			1				20	7					4			89
Traverhyphes	Traver	1													1							2
Tricorythodes	Trico				6								4									10
Leptohyphes	Leptoh			1									2									3
Leptophlebiidae																						
Demoulinellus	Demou	48	12	3	130		32	4	26	2		3	8	3	3	2			2			280
Peraphlebia	Penna		1	3					12				7									23
Hagenulopsis	Agen								4													4
Caenidae																						
Brasilocaenis	Brasil					1																1
Euthyplociidae																						
Euthyplocia	Euthy								6					1								7
PLECOPTERA																						
Perlidae																						
Anacroneuria	Anacr	9	9		3		1	1	9			1	4						4			42
COLEOPTERA																						
Psephenidae																						
Psephenus	Pseph		3		1				2				1									8
Elmidae																						
Stenelmis	Stene	1	4		2				1			4							7		2	22
Elsianus	Elsi	41	8						1			13	6							9		78
Microcylloepus	Micro		6									7	3									16
Heterelmis	Heter	4	1					1				1		1								9
Pharceonus	Phaco	3																				3
Narpus	Narp				1				1			1										3
Elmidae d	Elmd												3									3
Hydrophilidae	Hydrp												1									1
TRICHOPTERA																						
Hydropsychidae																						
Leptonema	Lepton	28	4									2	22		2							59
Smicridea	Smic	29	11	2	7			20	6			6	24	3								108
Odontoceridae																						
Barypenthus	Bary	6	24										56									86
Marilia	Mari								1				2									3
Hidroptilidae																						
Alisotrichia	Aliso												1									1
Philopotamidae																						
Chimarra	Chim	7			2																	9
Helicopsychidae																						
Helicopsyche	Helic		2										8									10
Glossosomatidae																						
Glossosomatidae s	Glosa		2									2	4									9
Xiphocentronidae	Xipho												11									11
Leptoceridae																						
Nectopsyche	Necto				1																	1
TOTAL		310	103	62	209	4	38	49	107	8	4	103	209	22	7	4	9	0	60	9	2	1 320

Comparando entre fascies (poza y rabión) y entre épocas, se observa que, en la época seca, casi todos los ríos (12 de los 14 ríos con poza y rabión) presentaron un mayor número de géneros y abundancia en la zona de rabión que la zona de poza (Fig. 4). Para la época lluviosa, igualmente la zona de rabión presentó el mayor número de géneros (para 11 de 14 ríos con poza y rabión) y la mayor abundancia (para 10 de 14 ríos con poza y rabión), como indica la figura 5.

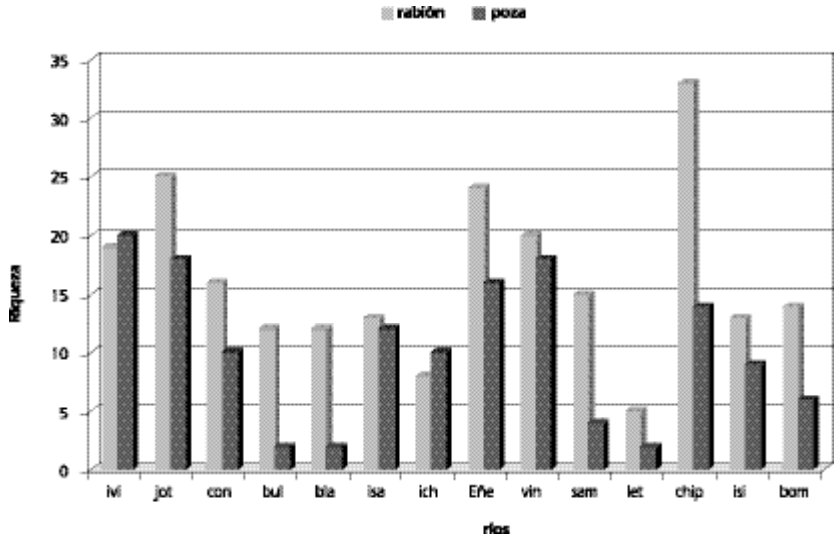

Figura 4. Número de taxa encontrados en ríos del piedemonte en zonas de poza y rabión durante la época seca. Para códigos de ríos, ver cuadro 1.

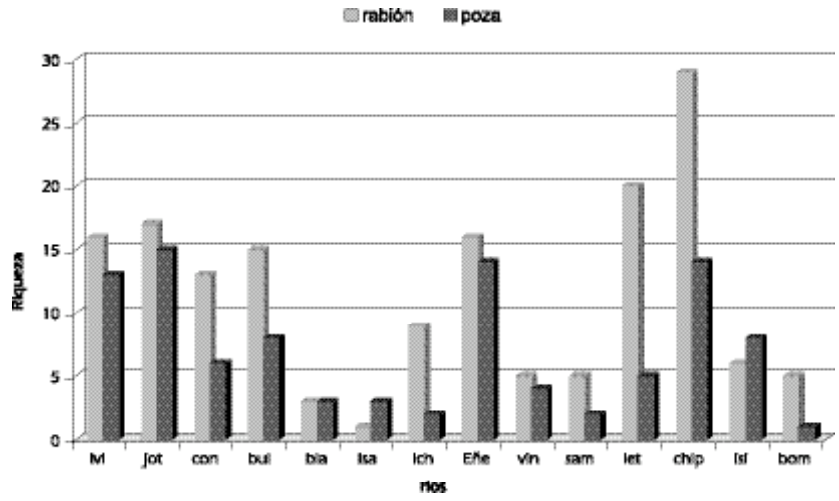

Figura 5. Número de taxa encontrados en ríos del piedemonte en zonas de poza y rabión durante la época lluviosa. Para códigos de ríos, ver cuadro 1.

Durante las dos épocas, los ríos con mayor diversidad (mayor a 2 bits/ind) y con mayor riqueza de géneros (mayor a 15) fueron: Chipiriri, Ivirgarzama, Jota y Eñe (Fig. 6 y 7) además de Isarzama, Vinchuta, Isinuta y Samusabety que también presentan valores altos de diversidad durante la época seca. Por el contrario, los ríos con los índices de diversidad y número de géneros más bajos (menor a 1 bits/ind) para las dos épocas fueron: Lágrima, Colorado, Zapata, Mambuelo y Mariposas, además de Bulo Bulo y Leticia que también presentan bajos valores de diversidad y número de géneros para la época seca. Al contrario, los ríos Blanco, Isarzama, Vinchuta, Samusabety y Bomborazama tuvieron bajos valores de diversidad y número de géneros para la época lluviosa. El resto de los ríos son de diversidades intermedias. De manera general, el número de géneros fue mayor para la época seca.

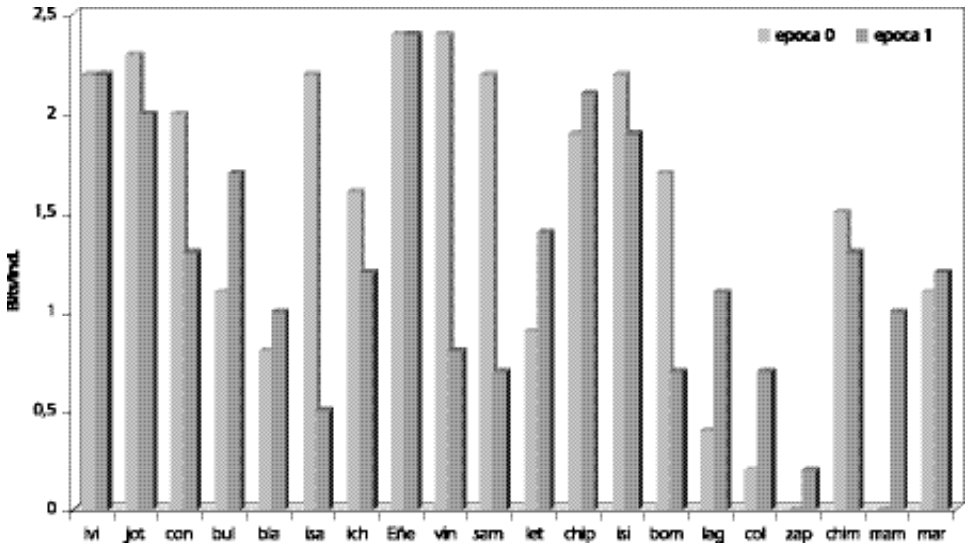

Figura 6. Indices de diversidad para los macroinvertebrados bentónicos en ríos del pie - demonte para las dos épocas estudiadas (0 = época seca, 1 = época lluviosa). Para códigos de ríos, ver cuadro 1.

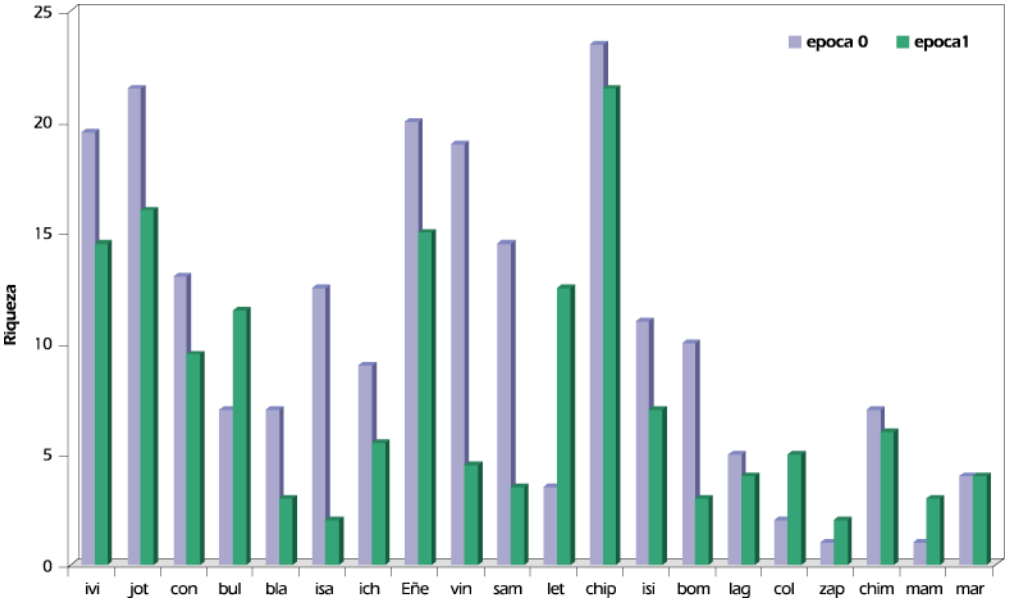

Figura 7. Riqueza de macroinvertebrados bentónicos en ríos del piedemonte para las dos épocas estudiadas (0 = época seca, 1 = época lluviosa). Para códigos de ríos, ver cuadro 1.

El resultado del análisis de Kruskal-Wallis (Cuadro 4) mostró que sólo siete géneros tuvieron diferencias significativas entre épocas de los 35 géneros correspondientes a los cuatro órdenes tomados en cuenta en el análisis. Estos géneros son: *Apobaetis* y *Yaurina* (Ephemeroptera), *Psephenus*, *Stenelmis* e Hydrophilidae sp.a (Coleoptera), *Marilia* y *Polyplectropus* (Trichoptera). Todos estos géneros, excepto *Apobaetis*, presentaron mayor abundancia en la época seca.

Así mismo, entre fascies (poza y rabión), seis géneros presentaron diferencias significativas: *Camelobaetidius* y *Baetodes* (Ephemeroptera), *Anacroneuria* (Plecoptera), *Heterelmis* (Coleoptera), *Smicridea* y *Leptonema* (Trichoptera), siendo todos más abundantes en rabión que en poza. Estas diferencias indican que estos grupos, en cierta manera, están adaptados a fuertes corrientes de agua y un tipo de sustrato predominantemente grueso.

Cuadro 4. Resultado del análisis de Kruskal-Wallis para los géneros que tuvieron diferencias significativas (Pr < 0.05), con promedios de rangos entre épocas y hábitat.

	Media de rangos (época)			Media de rangos (hábitat)		
Géneros	Seca	Lluviosa	$Pr > X^2$	Rabión	Poza	$pr > X^2$
Camelobaetidius	36.1	32.9	0.4975	35.8	21.2	**0.0007**
Baetodes	34.2	34.8	0.8643	34.8	22.2	**0.0003**
Apobaetis	32.5	36.5	**0.0408**	27.5	29.5	0.1536
Yaurina	40.4	28.6	**0.0078**	30.9	26.1	0.2567
Anacroneuria	37.4	31.6	0.1709	35.2	21.8	**0.0008**
Pesphenus	42.3	26.7	**0.0001**	29.7	27.3	0.5374
Stenelmis	42.1	26.9	**0.0005**	30.6	26.4	0.2953
Heterelmis	32.6	36.4	0.1477	31.5	25.5	**0.0228**
Hydrophilidae	38.5	30.5	**0.0061**	30.5	26.5	0.1722
Leptonema	34.6	34.4	0.9654	32.6	24.4	**0.0124**
Smicridea	34.6	34.4	0.9565	33.8	23.2	**0.0092**
Marilia	37.6	31.4	**0.0356**	29.6	27.4	0.4614
Polypiectropus	39.5	29.5	**0.0007**	28.6	28.4	0.9706

En base al promedio de los datos de abundancia de macroinvertebrados bentónicos de las dos épocas, se realizó el análisis de agrupamiento donde se observaron tres grupos de ríos claramente diferenciados, a una distancia euclidiana de cinco (Fig. 8).

El grupo A, formado por los ríos Ivirgarzama, Eñe, La Jota y Chipiriri se caracteriza por la mayor diversidad y abundancia. El substrato predominante es piedra, cascajo y bloque que ofrece buenas condiciones para el establecimiento de macroinvertebrados bentónicos. El grupo B, corresponde a la mayoría de los ríos (Vinchuta, Isinuta, Samusabety, Bulo Bulo, Chimoré, Ichoa, Isarzama, Bomborazama, Blanco, Leticia y Coni) que presentan un substrato grueso y fino y se caracteriza por presentar diversidades y abundancias intermedias. El grupo C, incluye a los ríos Lágrimas, Mariposas, Mambuelo, Colorado y Zapata con características opuestas al grupo A, con escasa diversidad, poca abundancia, además de presentar un tipo de substrato exclusivamente arenoso, lo que produce gran inestabilidad para los organismos bentónicos al cual se adaptan pocas especies (ILLIES & BOTOSANEANU, 1963; WASSON y MARÍN, 1988; ROLDÁN, 1992).

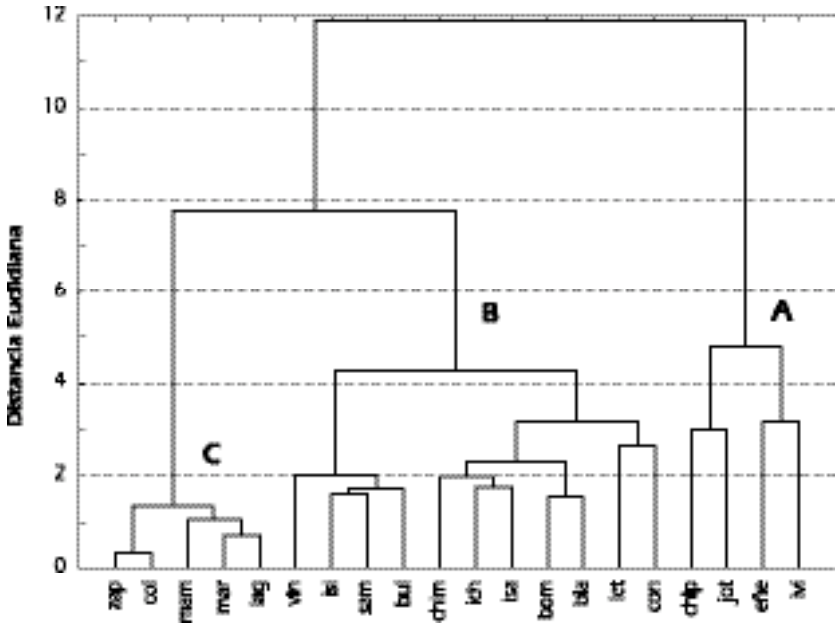

Figura 8. Agrupamiento general de ríos del piedemonte de acuerdo a la abundancia de macroinvertebrados bentónicos durante las dos épocas estudiadas. Para códi - gos de ríos, ver cuadro 1.

El tipo de substrato observado en los grupos se muestra como una variable de importancia para el establecimiento de los organismos bentónicos, por lo que se identificaron según su presencia en los diferentes ríos. Así, en la zona de estudio, se presentaron tipos variables, desde finos hasta gruesos (Cuadro 5), siendo muchos ríos, sobre todo aquellos que son de órdenes bajos, cortas distancias a la fuente de origen y bajas velocidades de corriente, los que presentan sustrato arenoso como los ríos Lágrima, Colorado, Zapata, Mambuelo, Mariposas y Blanco. Aunque, el Río Blanco presenta en menor cantidad, zonas de rabión con substrato de tamaño intermedio (cascajo y grava). En cambio, ríos con características contrarias presentan sustratos gruesos (bloques, piedras y cascajo, esencialmente) como los ríos Ivirgarzama, Jota, Coni, Isarzama, Eñe, Vinchuta, Samusabety Isinuta, Chimoré, Ichoa y Chipiriri. Ríos como el Bulo Bulo, Leticia y Bomborazama se caracterizan por presentar un tipo de sustrato variado, desde piedra hasta arena.

Cuadro 5. Frecuencia de ocurrencia de los diferentes tipos de sustrato en ríos del piedemonte. Para códigos de ríos, ver cuadro 1.

	Tipo de sustrato (%)					
RÍOS	Bloque	Piedra	Cascajo	Grava	Arena	Sustrato dominante
M	0.0	51.6	48.4	0.0	0.0	Piedra
JOT	41.0	56.4	2.6	0.0	0.0	Piedra
CON	34.0	56.6	9.4	0.0	0.0	Piedra
BUL	0.0	12.5	25.0	12.5	50.0	Arena
BLA	0.0	13.3	8.9	0.0	77.8	Arena
ISA	0.0	76.7	23.3	0.0	0.0	Piedra
ICH	4.4	35.6	60.0	0.0	0.0	Cascajo
EÑE	36.4	54.5	9.1	0.0	0.0	Piedra
VIN	30.4	45.7	19.6	4.3	0.0	Piedra
SAM	15.4	50.0	17.3	5.8	11.5	Piedra
LET	0.0	30.9	20.0	1.8	47.3	Arena
CHIP	0.0	43.8	56.3	0.0	0.0	Cascajo
ISI	21.7	56.5	17.4	4.3	0.0	Piedra
BOM	9.3	30.2	7.0	7.0	46.5	Arena
LAG	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	Arena
COL	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	Arena
ZAP	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	Arena
CHIM	16.7	45.8	20.8	16.7	0.0	Piedra
MAM	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	Arena
MAR	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	Arena

Los valores de las diferentes variables físicas y químicas durante la época seca y al final del periodo de lluvias, se muestran en los cuadros 6 y 7, respectivamente.

En general, los iones tuvieron concentraciones mayores durante la primera época (época seca) para la mayoría de los ríos. En la segunda época (al final del periodo de lluvias), los valores fueron menores, lo que podría deberse posiblemente al efecto de dilución, provocada por el incremento del caudal (CORBIN *et al*. 1988, GUYOT *et al*. 1993).

Cabe aclarar que los valores de los iones y, por lo tanto, la conductividad en toda esta región del Piedemonte Andino, son bastante bajos, comparado con las aguas de otras regiones de Bolivia (Altiplano y Cordillera), pero con valores relativamente próximos a la región de la llanura de tierras bajas como lo mencionan MALDONADO y GOITIA (2001).

Cuadro 6. Datos físicos y químicos de los ríos del piedemonte durante la época seca. Para códigos de ríos, ver cuadro 1.

RÍOS	MOR	MOP	AA	PP	PR	VP	VR	Tem	pH	OD	Con	Alc	ST	SS	Cl	K	Na	Sulf	Mg	Ca
	g/Kg		m	cm		cm/seg		℃		%	µs/cm	mg/l								
Ivi	15.37	18.31	11	22	26	41.7	58.4	28	6	109	32.5	15.5	146	106	0.76	0.87	2.06	ND	2.68	3.21
Jot	401.14	17.12	10	34	24	39.7	94.2	28	6	90	24.8	7.0	30	1	0.25	0.90	2.02	2.0	1.71	1.21
Con	45.35	145.03	31	48	22	34.1	37.3	29	8	102	54.1	25.0	42	23	0.50	1.17	2.42	ND	1.95	46.10
Bul	32.05	85.01	24	23	22	25.8	38.3	33	8	113	102.0	33.0	244	69	0.76	2.68	5.13	5.0	2.44	11.22
Blz	6.78	1.23	9	26	21	35.9	40.4	27	7	93	28.8	8.5	64	15	0.50	2.40	1.23	ND	2.44	2.40
Isa	48.08	101.09	13	31	30	75.0	96.7	33	8	105	64.5	18.0	202	126	0.25	1.15	1.89	4.0	2.2	8.82
Ich	47.52	35.51	107	40	32	57.7	99.8	28	6	96	95.1	13.5	154	107	0.50	1.16	3.64	24.5	4.39	7.21
Eñe	105.38	926.6	25	57	22	18.6	43.8	26	7	76	83.5	27.0	254	184	0.25	0.96	3.35	7.0	4.15	6.41
Vln	31.09	73.57	55	41	56	49.7	71.0	28	7	92	75.5	9.5	62	2	0.50	1.20	2.65	13.0	3.66	6.01
Sam	166.9	39.29	53	58	36	56.0	71.4	30	6	83.2	109.6	37.0	60	14	1.63	2.29	3.80	10.0	4.15	11.22
Let	28.01	4.49	11	45	30	29.3	42.1	25	5	77	13.3	3.5	294	191	0.37	1.35	0.54	3.0	0.98	0.80
Chip	31.24	53.20	13	50	15	18.6	49.7	26	7	72	118.9	142.5	267	260	28.44	3.80	2.69	19.0	9.52	22.85
Isl	41.52	52.59	60	47	30	35.2	40.1	27	6	73	72.3	26.7	184	69	0.76	2.23	3.47	6.0	2.44	8.02
Bom	6.70	6.84	10	33	27	44.8	60.4	26	6	64	66.0	29.7	166	72	0.50	1.19	1.52	1.0	2.93	7.61
Lag	17.12	17.12	16	30	30	10.2	10.2	27	5	83	16.8	7.0	30	15	2.01	1.54	1.28	ND	1.22	1.60
Col	14.10	14.10	7	23	23	7.1	7.1	29	6	78	165.1	95.0	78	27	4.28	2.60	5.91	ND	2.93	24.50
Zap	3.90	3.90	6	30	30	12.3	12.3	28	6	60	134.0	66.2	278	132	0.25	2.37	4.28	ND	2.44	16.84
Chim	62.36	62.36	88	30	30	51.8	12.3	24	6	93	55.8	11.0	175	123	0.50	0.76	2.59	9.0	2.93	5.56
Mam	16.28	16.28	18	15	15	42.8	42.8	32	6	62.6	79.3	31.5	236	117	0.37	2.34	2.80	ND	1.46	8.02
Mar	26.60	26.60	9	10	10	41.1	41.1	32	6	11	18.3	7.8	258	156	0.50	1.52	0.52	ND	0.98	1.60

MOR = materia orgánica rabión
MOP = materia orgánica poza
AA = ancho activo
PP = profundidad poza
PR = profundidad rabión

VP = velocidad poza
VR = velocidad rabión
Tem = temperatura
OD = porcentaje de oxígeno disuelto
Con = conductividad

Alc = alcalinidad
ST = sólidos totales
SS = sólidos suspendidos
Cl = cloruros
K = potasio

Na = sodio
Sulf = sulfatos
Mg = magnesio
Ca = calcio

Cuadro 7. Datos físicos y químicos de los ríos del piedemonte durante la época lluviosa. Para códigos de ríos, ver cuadro 1.

RÍOS	MOR	MOP	AA	PP	PR	VP	VR	Tem	pH	OD	Con	Alc	ST	SS	CL	K	Na	Sulf	Mg	Ca
	g/kg		m	cm		cm/seg		°C		%	µs/cm	mg/l								
Ivi	198.00	699.94	55	63	45	43.5	102.8	26.5	5	80	29.3	600	74	30.5	0.86	0.57	1.59	3.0	0.67	2.71
Jot	523.86	55.58	10	38	18	16.8	39.3	20.7	5	90	20.6	115	112	39.5	0.20	0.47	1.74	1.5	0.79	1.45
Con	106.50	77.67	22	35	27	31.0	45.3	25.0	8	98	44.7	310	120	38.0	0.30	0.87	1.96	0.8	6.61	6.61
Bui	875.45	843.03	34	50	40	38.3	85.7	25.6	7	73	186.0	395	124	66.5	1.24	1.71	3.34	4.0	6.95	10.02
Bla	58.18	763.56	7	30	22	16.5	41.4	24.9	7	78	25.1	125	154	55.5	0.37	2.04	0.96	ND	1.34	1.70
Isa	11.80	7.63	63	55	35	72.8	96.3	26.8	7	78	61.4	25	1 556	71.5	0.74	3.28	1.48	1.0	0.67	1.25
Ich	809.72	480.45	187	57	30	33.1	94.2	24.1	7	78	52.1	5	154	47.5	0.74	0.86	2.46	12.0	2.19	3.81
Ene	89.05	101.46	16	42	17	34.1	72.8	21.0	7	97	68.5	270	72	43.0	0.38	0.62	2.60	9.0	3.10	6.61
Vin	647.27	683.46	97	25	16	27.6	56.0	21.0	6	91	49.6	160	106	46.6	0.38	0.85	1.81	9.0	1.76	3.61
Sam	801.15	729.38	44	49	39	23.0	60.4	19.6	7	94	76.9	335	154	71.0	0.45	0.77	3.14	10.5	2.55	8.02
Let	675.72	879.34	11	41	13	46.6	56.7	19.2	6	91	8.4	75	146	28.5	0.30	0.41	0.74	ND	0.61	0.60
Chp	157.68	548.18	12	54	26	22.4	92.0	21.5	8	105	304.0	2 430	264	186.0	2.10	0.52	2.17	ND	17.89	37.88
Isl	22.15	32.95	52	44	39	36.2	38.3	18.7	7	100	68.7	315	234	55.5	3.90	2.98	0.68	8.0	2.13	6.91
Bom	9.15	10.65	15	31	29	37.3	45.2	21.1	6	90	54.4	320	190	48.0	1.60	0.88	1.44	2.5	0.97	7.32
Lag	622.98	622.98	23	50	50	19.6	19.6	25.0	5	77	14.0	5	88	25.0	0.50	0.86	1.17	ND	0.91	1.10
Col	800.00	800.00	4	22	22	10.2	10.2	20.0	7	86	137.4	1 005	286	82.0	1.20	1.14	4.75	ND	2.42	20.44
Zap	9.37	9.37	7	29	29	21.7	21.7	19.4	7	87	93.3	680	106	73.5	0.42	1.09	3.26	ND	4.93	14.73
Chm	753.24	753.24	75	43	40	22.4	22.4	20.8	6	96	57.3	165	142	41.0	0.40	0.53	2.55	10.0	1.76	4.91
Mam	13.96	13.96	14	24	24	38.0	38.0	19.8	6	92	50.2	360	205	48.5	0.42	0.93	2.33	ND	1.24	5.91
Mar	1.38	1.38	5	17	17	41.4	41.4	26.3	5	93	10.0	70	138	37.0	0.25	0.97	0.17	ND	0.52	0.75

MOR = materia orgánica rabión
MOP = materia orgánica poza
AA = ancho activo
PP = profundidad poza
PR = profundidad rabión
VP = velocidad poza
VR = velocidad rabión
Tem = temperatura
OD = porcentaje de oxígeno disuelto
Con = conductividad
Alc = alcalinidad
ST = sólidos totales
SS = sólidos suspendidos
AT = ancho total
Ord = orden del río
DF = distancia a la fuente
Cl = cloruros
K = potasio
Na = sodio
Sulf = sulfatos
Mg = magnesio
Ca = calcio
ND = no detectado

El análisis de Kruskal-Wallis para las variables físicas y químicas mostró que cuatro variables tuvieron diferencias significativas entre las dos épocas de estudio: alcalinidad (p = 0.001), materia orgánica para rabión (p = 0.0186) y poza (p = 0.0231), temperatura (p = 0.0001) y potasio (p = 0.0018), las dos primeras fueron mayores durante la época de lluvias y las dos últimas fueron mayores durante la época seca. Las diferencias observadas entre las épocas, en la materia orgánica, posiblemente fueron provocadas por un mayor arrastre de materia como consecuencia del incremento del caudal durante la época de lluvias. Por otro lado, la temperatura presentó valores más bajos al final del periodo de lluvias, coincidente con los primeros meses fríos del año.

El ACP indica que la variación entre los factores físicos y químicos puede ser descrita por los tres primeros componentes principales en un 58% para la época seca y en un 63% para la época lluviosa.

Durante la época seca, de acuerdo a los dos primeros componentes, que explican el 46.6% de la variación entre las variables físicas y químicas, se observan cuatro grupos de ríos bastante diferenciados (Fig. 9). El grupo I conformado sólo por el Río Chipiriri, presenta valores elevados de alcalinidad, sólidos suspendidos, pH, conductividad, potasio, magnesio, calcio, sulfatos y cloruros (Cuadro 8). El grupo II, conformado por nueve ríos (Chimoré, Vinchuta, Ichoa, Samusabety, Isinuta, Isarzama, Coni, Eñe y Bulo Bulo), presenta valores elevados de las variables físicas como ancho activo, ancho total, velocidad de corriente para rabión y poza, orden del río y distancias a la fuente, y valores intermedios de alcalinidad, conductividad, sodio y calcio. El grupo III, conformado por ocho ríos (Ivirgarzama, Jota, Bomborazama, Mambuelo, Lágrima, Mariposas, Blanco y Leticia), presenta los valores más bajos de pH, alcalinidad, conductividad, sodio, calcio, magnesio y sulfatos con valores relativamente bajos. Por último, el grupo IV, formado por los ríos Colorado y Zapata, presenta baja velocidad de corriente, cortas distancias a la fuente y son de orden menor, los sulfatos no son detectables y presenta valores altos de sodio.

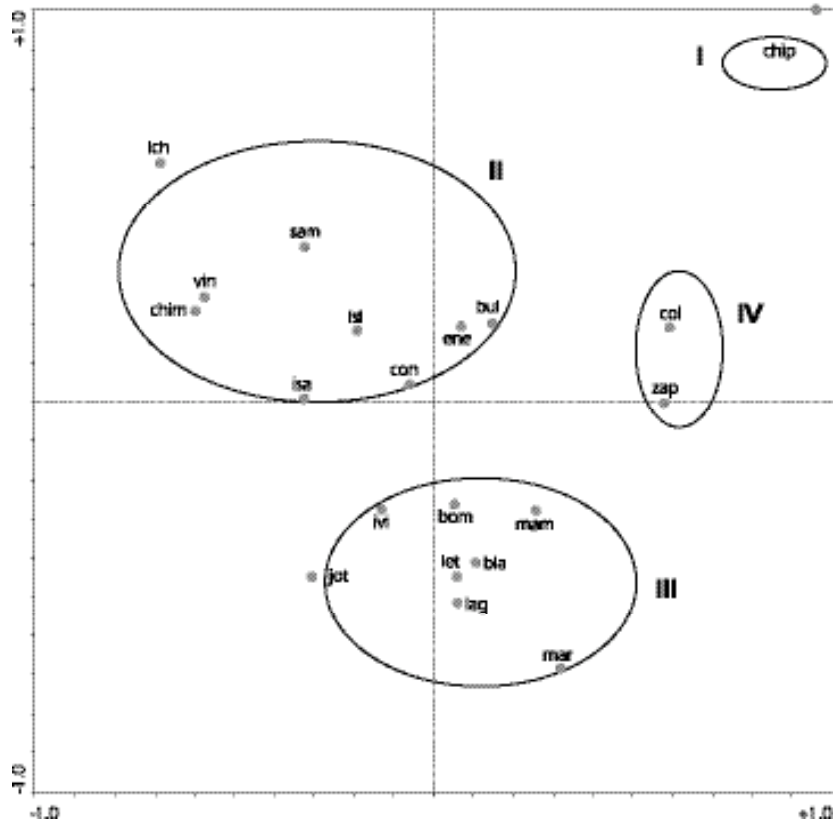

Figura 9. Ordenación de los ríos según el ACP de acuerdo a los datos fisicoquímicos de la época seca. Los promedios por grupo se muestran en el cuadro 8 y los códi - gos de ríos, en el cuadro 1.

Cuadro 8. Valores promedios por grupo de las variables físicas y químicas de la época seca, correspondientes al diagrama de la figura 9.

Grupo	FREQ	PH	ALC	ST	SS	MOR	MOP	AA
I	1	7.5	142.5	266.8	260.0	31.2	53.2	12.5
II	9	7.0	22.3	153.0	79.9	64.5	169.0	50.6
III	8	6.1	13.8	153.0	84.2	64.8	13.5	11.8
IV	2	6.5	80.6	178.0	79.8	9.0	9.0	6.1

Grupo	AT	PP	PR	TEM	OD	CON	VR	VP
I	12.5	50.0	15.0	26.3	72.0	118.9	46.0	16.0
II	101.9	41.7	31.1	28.7	92.6	79.2	52.5	41.3
III	28.0	26.8	22.9	28.1	73.7	35.0	44.9	32.5
IV	8.6	26.5	26.5	28.2	69.0	149.6	7.5	7.5

Grupo	ORD	DF	Cl	K	Na	SULF	Mg	Ca
I	1.0	8.0	28.4	3.8	2.7	19.0	9.5	22.9
II	3.1	32.7	0.6	1.5	3.2	8.7	3.1	12.3
III	1.8	11.8	0.7	1.5	1.5	0.8	1.8	3.3
IV	1.5	3.5	2.3	2.5	5.1	0.0	2.7	20.7

Para la época lluviosa, de acuerdo a los dos primeros componentes que explican el 48.0% de la variación entre las variables físicas y químicas, los ríos se agrupan en tres grupos claramente diferenciados (Fig. 10). El grupo I, conformado por el Río Chipiriri, presenta las mismas características que en época seca, con excepción de una disminución del potasio y de los sulfatos (Cuadro 9). El grupo II, formado por ocho ríos (Ichoa, Chimoré, Isarzama, Ivirgarzama, Vinchuta, Isinuta, Samusabety y Bulo Bulo), presenta valores bajos de alcalinidad, porcentaje de oxígeno disuelto y calcio, valores relativamente bajos de magnesio y valores elevados de algunas variables físicas como distancia a la fuente, ancho activo, ancho total y orden del río.

El grupo III, formado por el resto de los ríos, presenta valores bajos de sólidos suspendidos, sólidos totales, conductividad, cloruros, sodio y magnesio y valores relativamente bajos a intermedios de pH, alcalinidad, sodio, calcio y sulfatos.

Cabe aclarar que, en las dos épocas, se presentan casi los mismos grupos de ríos y con las mismas características, excepto el grupo III que incluye en la segunda época a dos ríos del grupo IV de la primera época más los ríos Eñe y Coni que inicialmente estaban en el grupo II (época seca); el Río Ivirgarzama, que pertenecia al grupo III se incluye en el grupo II (Fig. 10).

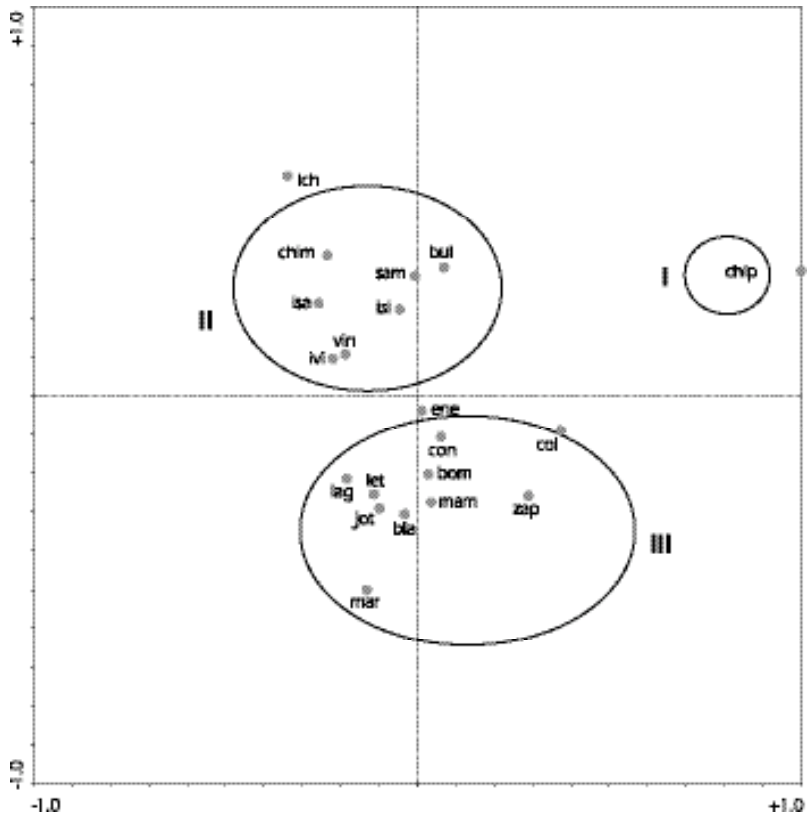

Figura 10. Ordenación de los ríos según el ACP de acuerdo a los datos fisicoquímicos de la época lluviosa. Los promedios por grupo se muestran en el cuadro 9 y los códigos de ríos en el cuadro 1.

Cuadro 9 Valores promedios por grupo de las variables físicas y químicas de la época lluviosa, correspondientes al diagrama de la figura 10.

Grupo	FREQ	PH	ALC	ST	SS	MOR	MOP	AA
I	1	8.3	2 430.0	264.0	186.0	157.7	548.2	12.5
II	8	6.4	250.0	318.0	53.8	514.8	503.8	75.9
III	11	6.3	303.2	147.0	47.1	264.6	303.3	12.4

Grupo	AT	PP	PR	TEM	OD	CON	VR	VP
I	12.5	54.0	26.0	21.5	105.0	304.0	86.7	19.7
II	97.9	48.3	35.5	22.9	86.3	72.7	64.6	33.8
III	34.1	32.6	24.1	22.0	89.0	47.9	35.9	25.5

Grupo	ORD	DF	Cl	K	Na	SULF	Mg	Ca
I	1.0	8.0	2.1	0.5	2.2	0.0	17.9	37.9
II	3.4	34.5	1.1	1.4	2.1	7.2	2.3	5.2
III	1.6	10.8	0.5	0.9	1.9	1.3	2.1	6.1

El análisis de correspondencia canónica indica que la relación entre las variables ambientales y biológicas puede ser explicado por los tres primeros ejes en un 64.3 % para la época seca, y en un 68.1 % para la época lluviosa.

El diagrama de ordenación para la época seca (Fig. 11) muestra que en aquellos ríos con mayor diversidad (Chipiriri y La Jota), mayor riqueza, abundancia y con valores elevados de alcalinidad, conductividad, iones calcio, magnesio, potasio, y substrato predominante de cascajo (parte inferior derecha del diagrama), se encuentra la mayor abundancia de los géneros: *Elmidae sp.b*, *Leptohyphes*, *Traverhyphes*, *Xiphocentroni - dae*, *Phanocerus*, *Stenelmis* y algunos coleópteros.

De manera inversa, en aquellos ríos (Ichoa, Vinchuta, Chimoré, Isinuta e Isarzama) con valores bajos de las anteriores variables químicas, pero con valores intermedios de diversidad, riqueza, abundancia y con valores elevados del ancho activo, ancho total, velocidad de corriente, orden del río, distancia a la fuente y substratos pedregosos, se presentan con mayor frecuencia los géneros *Camelobaetidius*, *Abtrichia*, *Paracloeo - des*, *Chimarra* y otros (parte superior izquierda del diagrama). En otro grupo de ríos (Ivirgarzama, Coni y Eñe), también con mayor diversidad, número de taxa y abundancia y valores intermedios de las anteriores variables físicas y químicas, se distribuyen los géneros *Yaurina*, *Marilia*, *Barypenthus*, *Elsianus* y otros (parte inferior izquierda del diagrama).

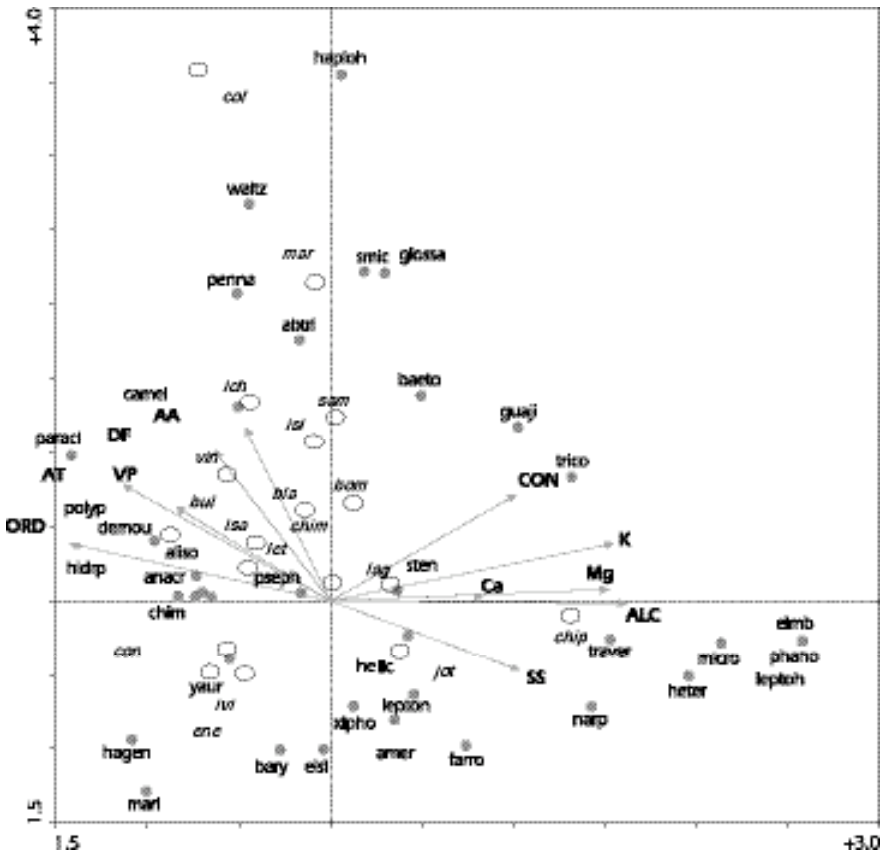

Figura 11. Resultado del análisis de correspondencia canónica (ACC) en la ordenación de los ríos estudiados según la composición de la comunidad de macroinvertebrados y su correlación con las variables ambientales (para la época seca). Los ríos se indican con negrilla y cursiva, las flechas indican las variables ambientales y los puntos pequeños los géneros. Para códigos de ríos, ver cuadro 1 y para códigos de géneros ver cuadro 2.

Si bien la correspondencia entre ríos y variables físicas y químicas es relativamente similar para las dos épocas; la correspondencia entre las mismas y los géneros presentes es diferente entre estas épocas, es decir, algunos géneros predominan en determinados ríos con ciertas condiciones físicas y químicas, mientras que, en otra época, son otros los géneros que predominan en esos mismos ríos con características físicas y químicas similares.

Por ello, no se podría afirmar que determinados géneros sean representativos de ríos que tengan características físicas y químicas similares en dos épocas diferentes. Sin embargo, criterios como la riqueza, diversidad y abundancia, que parecen tener la misma característica de agrupación durante las dos épocas, pueden ser algunas alternativas para caracterizar los grupos de ríos de esta región como lo demostraron WASSON y MARÍN (1988) y ROCABADO y WASSON (1999) para los ríos andinos de la Cuenca Amazónica.

Es de esperar que los resultados de todo los anteriores análisis puedan verse modificados si se incluyen grupos de macroinvertebrados que tienen frecuencias de ocurrencia casual como el caso de lepidópteros, megalópteros, odonatos y otros, como también de otros grupos como los quironómidos (Diptera) que ocurren muy frecuentemente en todo los ríos.

CONCLUSIONES

La región del Piedemonte Andino del Chapare presenta ríos con gran heterogeneidad en características físicas, químicas y en la distribución de la fauna bentónica. Pero, existen elementos que permiten una tipología en función a estas características.

Con los resultados presentados podríamos identificar tres tipos de ríos: un primer grupo caracterizado principalmente por presentar mayor riqueza, diversidad y abundancia faunística, debido a la presencia de un substrato esencialmente grueso y que determina numerosos microhábitas, la fuente proviene de la cordillera y presenta velocidad de corriente elevada, la composición química del agua muestra una alta conductividad y alcalinidad. Un segundo grupo presenta valores intermedios de abundancia y riqueza con un substrato muy variado (grueso y fino) donde se manifiestan secuencias de rabión o rápido y poza, las condiciones químicas son de baja alcalinidad y valores de intermedios a bajos de conductividad. Un tercer grupo es muy pobre en riqueza, diversidad y abundancia faunística, tiene un substrato esencialmente fino (arena) y muy inestable que inhibe el establecimiento de la mayoría de macroinvertebrados, las nacientes de estos ríos están en el propio Piedemonte, químicamente tienen valores bajos de alcalinidad y la conductividad es intermedia-alta.

Si bien la diferenciación faunística no es un parámetro que pone en evidencia esta tipología, si lo son la riqueza, diversidad y abundancia junto al tipo de substrato presente.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el Programa IUC (Convenio de cooperación interinstitucional entre la Universidad Mayor de San Simón y el Consejo de Universidades Flamencas).

BIBLIOGRAFÍA

CAMPERO, M. 1998. Estructura de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos del Río Chapare. Tesis de Licenciatura en Biología, UMSS. Cochabamba, Bolivia. 77p.

CLAROS, D. 1999. Estructura de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la cuenca de los ríos Caine y Mizque. Tesis de Licenciatura en Biología, UMSS. Cochabamba, Bolivia. 84p.

CORBIN, D., J.L. GUYOT, H.CALLEN y J. QUINTANILLA. 1988. Datos fisicoquímicos de los medios acuáticos de la zona del Mamoré central. Informe N° 8. Instituto Francais de Recherche Scientifique . ORSTOM. 58 p.

CUMMINS, K.W. 1962. An evaluation of some techniques for the collection and análisis of benthic samples, with special emphasis on lotic waters. Amer. Midland Naturalist 67:477-503.

DOMÍNGUEZ, E., M.D. HUBBARD y W.L. PETERS. 1992. Clave para ninfas y adultos de Ephemeroptera (insecta) sudamericanos. Biología Acuática N° 16, La Plata Argentina. 142p.

FERNANDEZ, H.R. & E. DOMÍNGUEZ. 2001. Guía para la determinación de artrópodos sudamericanos. Editorial universitaria de Tucumán 282p.

FRISSELL, C., W. LISS, C. WARREN & M. HURLEY. 1986. A hierarchical framework for stream habitat classification: Viewing Streams in a Watershed context. Environmental Management 10(2):199-214.

GOITIA, E. y M. MALDONADO. 1991. Las comunidades de insectos acuáticos del Río Jankho Khala (Cochabamba-Bolivia). Biología Acuática 15:226-227

GUYOT, J. L., J. QUINTANILLA., M. COLLIDONDE y H. CALLE. 1993. Distribución regional de la hidroquímica en la cuenca amazónica de Bolivia, p. 135 - 154. *In* Actas del seminario sobre el PHICAB-ORSTOM, SENAMHI, IHH UMSA Y CONAPHI. La Paz.

ILLIES, J. & L. BOTOSANEAU. 1963. Problèmes et methodes de la clasificación et de la zonatión écologique des eaux courantes, considerées surtout du point de vue faunistique. *Mitt. Internat. Verein. Limnol.*, 12: 1-57.

LOTSPEICH, F. B. 1980. Watersheds as the basic ecosystem: this conceptual framework provides a basis for a natural classification system. Water Resources Bulletin 16(4): 581 - 586.

MALDONADO, M. y E. GOITIA. 2001. Correspondencia entre unidades geofísicas-bioclimáticas y patrones espaciales en ambientes acuuáticos de Bolivia. Rev. Bol. de Ecol. 10: 29-58.

MERRIT R. & K. CUMMINS. 1983. Acuatic Insect of North America. Second edition. Kendall y Hunt Publishing Company. 722 p.

MONTES DE OCA, I. 1997. Geografía y Recursos Naturales de Bolivia. Ediciones EDOBOL. La Paz, Bolivia. 614 p.

ODUM, EP. 1972. Ecología. Tercera edicion. Editorial Interamericana. Mexico. 639 p.

RABENI, C. & K. DOISY. 2000. Correspondence of stream benthic invertebrate assemblages to regional classification schemes in Missouri. J.N. Am Benthol. Soc. 19(3):419-428.

ROCABADO, G.y J.G. WASSON. 1999. Regionalización de la fauna bentónica en la cuenca andina del Río Beni. (Bolivia). Rev. Bol. de Ecol. 6:121-132.

ROLDÁN, G. 1992. Fundamentos de Limnología Neotropical. Ed. Universidad de Antioquia Medellin, Colombia. Pp. 403-433.

WASSON, J.G. y R. MARÍN. 1988. Tipología y Potencialidades Biológicas de los ríos de altura y la región de La Paz (Bolivia). Metodología y primeros resultados. Sociedad de Ciencias Naturales la Salle. XLVIII.: 97-122.

WASSON, J. G., R. MARÍN, J.L. GUYOT, & L. MARIDET. 1998. Hydro-morphological variability and bentic community structure in five high altitude Andean streams (Bolivia). Verh. Internat. Verein. Limnol.: 1-5 p.

WASSON, J.G. y B. BARRERE. 1999. Regionalización de la Cuenca Amazónica Boliviana: Las Hidroecoregiones de la Zona Andina. Rev. Bol. de Ecol. 6: 111-120.

WETZEL, R. 1981. Limnología. Ed. Omega. Barcelona. 679 p.