

Acta Limnol. Brasil.	Vol. III	115-138	1990
----------------------	----------	---------	------

**CARACTERIZACION ALTITUDINAL DE LOS CUERPOS DE AGUA DEL DEPARTAMENTO DE COCHABAMBA (BOLIVIA)**

**BARRA, C.\*; CADIMA, M.\* e MALDONADO, M.\***

**RESUMO - CARACTERIZAÇÃO ALTITUDINAL DOS CORPOS D'ÁGUA DO DEPARTAMENTO DE COCHABAMBA (BOLÍVIA)**

O propósito deste trabalho é mostrar uma sinopse dos resultados obtidos durante dez anos de estudos limnológicos realizados no Departamento de Cochabamba, através do Programa de Hidronomia.

Uma caracterização dos corpos d'água baseada num critério altitudinal é proposta. A metodologia empregada é a recomendada para estudos biológicos qualitativos e para a determinação das principais variáveis físico-químicas das águas.

Como resultado, pôde-se distinguir as seguintes zonas: 1) cones de dejeção, situados nas regiões mais altas das cordilheiras; 2) lagos rasos de altitude, de origem glacial ou pluvial, e canais naturais em zonas entre 3500 e 4500 m acima do nível do mar; 3) rios de correnteza, caracterizados por seu leito rochoso e declive abrupto; 4) rios de baixada, com declive mais suave, fundo arenoso e com uma pequena área de inundação, localizados entre 2000 e 3000 m acima do nível do mar; 5) riachos de montanha, com leito pedregoso, declive abrupto e águas de origem pluvial;

---

\* Universidad Mayor de San Simón - Bolivia

6) riachos de floresta úmida, também com fundo pedregoso, declive suave e localizados em zonas de 1000 m de altitude;  
7) rios tropicais de planície, encontrados a menos de 300 m acima do nível do mar, com vasta área de inundação onde se localizam inúmeros lagos de várzea, com fundo geralmente arenoso e declive muito suave. Cada uma destas zonas possui características físicas, químicas e biológicas particulares.

**ABSTRACT - ALTITUDINAL CHARACTERIZATION OF THE BODIES OF WATER OF THE DEPARTAMENT OF COCHABAMBA (BOLÍVIA)**

This report presents a synopsis of the result obtained during 10 years of limnological studies carried out in the Department of Cochabamba by the Hydronomy Program. A characterization of water bodies according to altitude is presented. In general the methodology followed was that recommended for qualitative biological studies and for determination of principal water physical and chemical parameters. The following zones were distinguished: 1) Debris cone, situated in the highest regions of the mountain range; 2) High-altitude shallow lakes of glacial or pluvial origin, and "bofedals", in zones between 3500 m and 4500 m above sea level; 3) Torrential rivers, characterized by rocky bottoms very steep slopes, and seasonal variation in flow; 4) High valley rivers, altitude 2000-3000 m, with very gentle slopes, and sandy to silty bottoms, with small flood zones; 5) Mountain streams, with stony bottoms, steep slopes, and waters of mainly pluvial origin; 6) Rainforest streams, also with stony bottoms and very gentle slopes, occurring at altitudes below 1000 m; 7) Rivers of the tropical plains, below 300 m altitudes, with large floodplains including numerous várzea lakes, usually sandy bottoms, and negligible slopes. Each of these zones has its own physical, chemical and biological

characteristics.

## INTRODUCCION

El Departamento de Cochabamba está ubicado al Centro de la República de Bolivia y tiene una superficie de 55631 km<sup>2</sup>, la población era en 1976 de 720.952 habitantes y su capital es la ciudad de Cochabamba (INE, 1982) (Fig. 1).

Sus características climáticas, topográficas y ecológicas en general están determinadas por la presencia de la Cordillera del Tunari, que atraviesa el Departamento de Oeste a Este, dando lugar a la formación de una amplia variedad de ecosistemas a diferente altitud y con características muy peculiares. La Cordillera actúa como un diafragma geográfico que separa al Departamento en dos vertientes: la norte, húmeda y boscosa y la sur, árida y seca (MORALES, 1979).

De manera sinóptica podemos distinguir los siguientes pisos altitudinales: 1) las altas cumbres cordilleranas, donde las temperaturas son bajas en general, pero con grandes variaciones entre el día y la noche, se presentan nevadas durante el invierno y continuamente convergen vientos húmedos y cálidos o fríos y secos, las pendientes son muy empinadas y la precipitación pluvial varía entre 400-1000 mm por año. La vegetación es xerofítica abundando líquenes, musgos, gramíneas duras y resinosas, existen algunos bosques ralos con árboles de poca altura. 2) los valles mesotérmicos, ubicados en las depresiones cordilleranas de mediana altura entre los 2000 y 3000 m.s.n.m. que se forman sobre la vertiente sur. Las temperaturas son moderadas (16<sup>o</sup>-18,5<sup>o</sup>C) y las precipitaciones son inferiores a 700 mm, por esta razón es una zona deficitaria en agua, con una estación seca muy definida entre Abril y Septiembre. La vegetación natural consta de árboles de mediana estatura, unos de hojas



caducas y otros perennes, abundan las especies espinosas (Leguminosas) y suculentas (Cactáceas) que forman en general bosques muy ralos. Son zonas densamente pobladas y casi íntegramente cultivadas. 3) Laderas tropicales de la Vertiente Norte, con pendientes empinadas que forman vegas muy profundas, las temperaturas son elevadas (hasta 25°C en promedio) y la precipitación aumenta a medida que se desciende hacia las llanuras (700-3000 mm anuales). En ambos factores se muestran escasas fluctuaciones a lo largo del año. La humedad atmosférica es siempre muy elevada y se muestra en forma de nieblas continuas. Las formaciones vegetales que se suceden al descender desde las cumbres, se caracterizan en general por la presencia de árboles de mediano a alto fuste, palmáceas, helechos gigantes, gramíneas gigantes y muchas epífitas. 4) Selva pluvial tropical: ocupa la parte plana de la Vertiente Norte en alturas inferiores a los 1000 m.s.n.m., es una zona hiperhúmeda de altas temperaturas (promedio anual 25°C) y precipitaciones (hasta 4500 mm por año) que no sufren grandes variaciones estacionales. La vegetación está formada por grandes árboles, que forman tres o cuatro estratos, gran variedad de lianas y epífitas y un sotobosque muy ralo.

Estas zonas están representadas en las Fig. 2 y 3.

Los ecosistemas acuáticos son igualmente variados que los terrestres y pertenecen a la Cuenca del Amazonas.

Aunque en el Departamento de Cochabamba la superficie ocupada por las aguas es solo 0,1% de la superficie total (BROCKMANN, 1978) su uso es múltiple. El regadío, el consumo humano, la fuerza hidroeléctrica, la navegación, como fuente de proteínas mediante la piscicultura y pesca, son los actuales usos, la mayoría de ellos aún incipientes, pero con un potencial de desarrollo impuesto por las propias necesidades; sin embargo la carencia de información básica ha impedido un aprovechamiento integral y armónico de los cuerpos de agua;

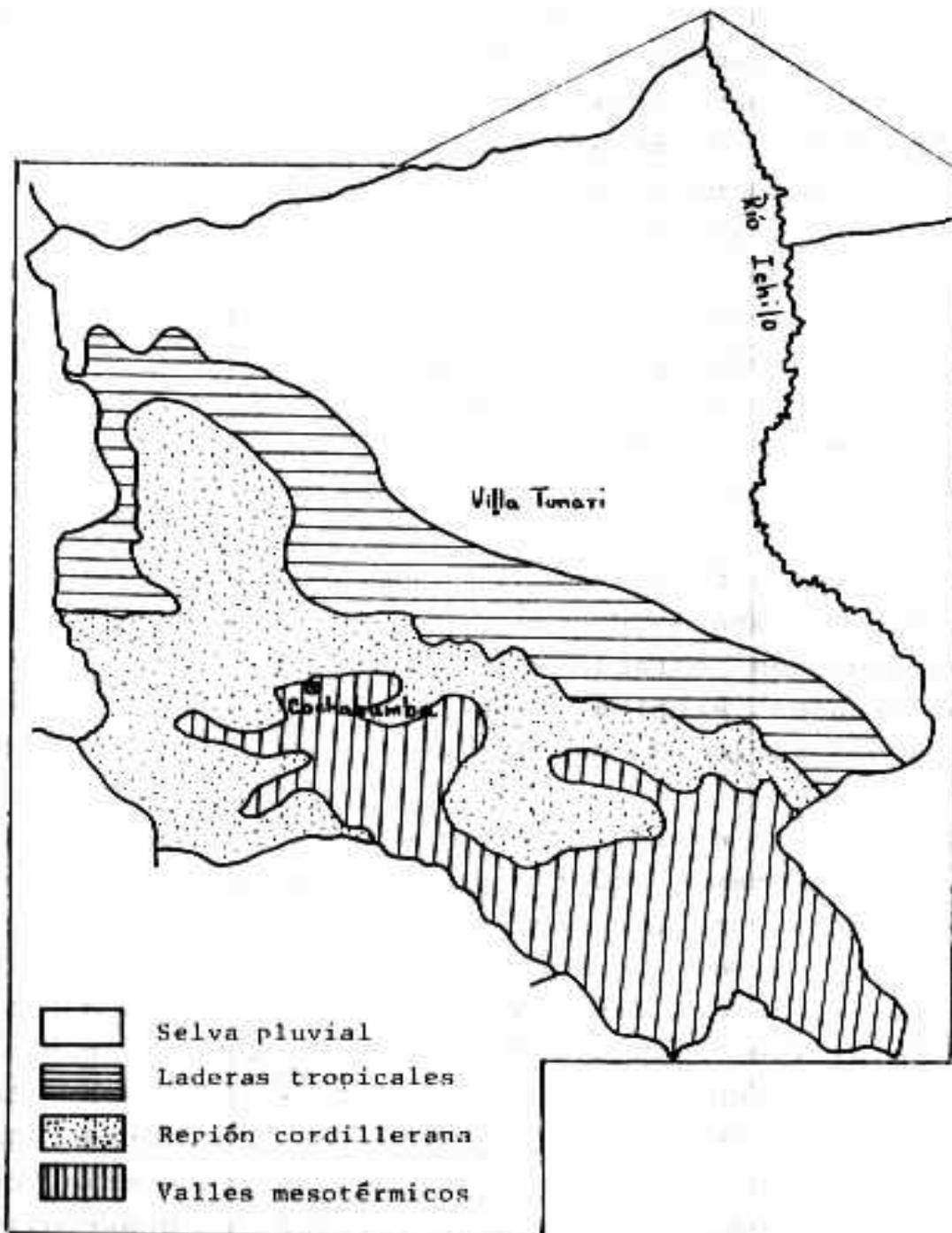


Figura 2 - Departamento de Cochabamba.

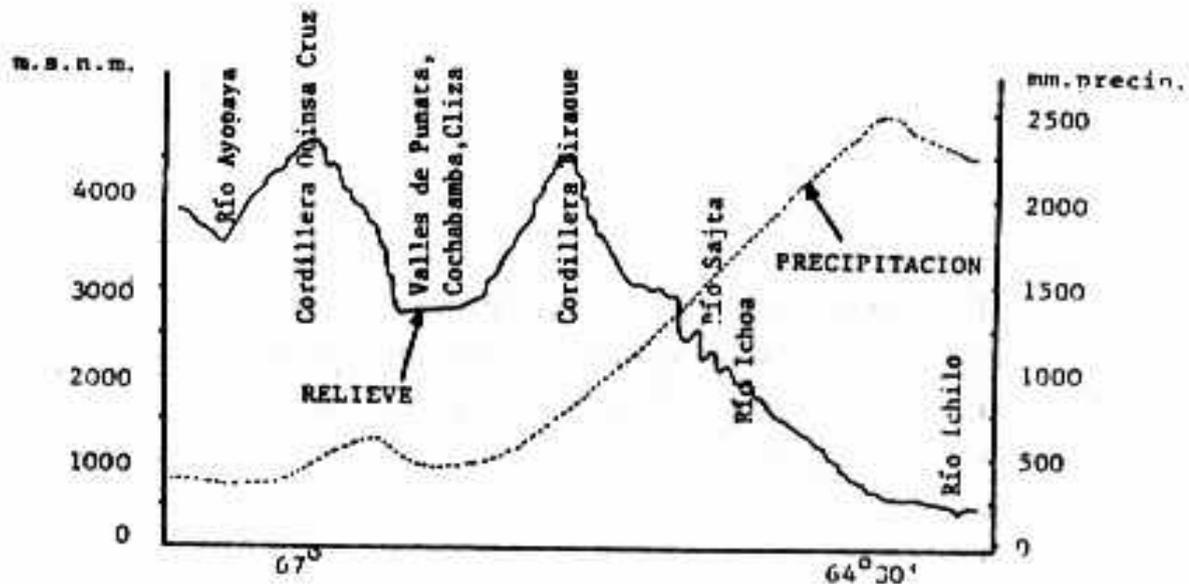


Figura 3 - Perfil del Departamento de Cochabamba a los 17°30' S.

es por ello que la presente comunicación, la primera de una serie, pretende ser un aporte al conocimiento de los mismos en el Departamento de Cochabamba.

#### MATERIAL Y METODOS

Para lograr la caracterización de los cuerpos de agua se consideraron los siguientes parámetros:

1. Altura y topografía de las diferentes zonas;
2. Forma de la cubeta y tipo de sustrato;
3. Características físico-químicas como temperatura, turbiedad, pendiente, oxígeno disuelto, pH, conductividad, contenido de calcio, nitratos, fosfatos, sulfatos, cloruros y alcalinidad;
4. Asociaciones de taxas predominantes.

En general la metodología utilizada es la clásica

para este tipo de estudios, con las modificaciones impuestas por las condiciones particulares de cada zona.

## RESULTADOS

En base a los criterios anteriores se propone la división del sistema en los siguientes pisos:

1. **Cono de Deyección** - Formado por arroyos de origen nival, razón por la cual son intermitentes, corren en las zonas más altas de la Cordillera por sobre los 4000 m.s.n.m. en zonas de pendiente abrupta; los lechos son arenoso-pedregosos y angostos, en forma de V o de cono truncado; las aguas son frías, cristalinas y muy bien oxigenadas.

Los organismos son escasos, pero muestran una gran variedad de especies. Entre la microflora predominan las Bacilaríoficeas (*Fragilaria*, *Synedra*, *Gonphonema* especialmente) y entre la macroflora los musgos epilíticos. Durante el período lluvioso se observa que las Tecamebas predominan sobre los otros Protozoarios; después, prácticamente desaparecen al avanzar la época seca, los Ciliados empiezan a predominar al mismo tiempo que las Clorofitas aumentan en densidad. Cladóceros y Copépodos se encuentran todo el año, aunque con variaciones en sus proporciones relativas. Son también abundantes los Rotíferos del género *Keratella* y los Platelmintos del grupo de los Catenúlidos.

2. **Lagunas de Altura** - Alimentadas por el cono de deyección, o por bofedales con vertientes, están ubicadas entre los 3500 y 4000 m.s.n.m., en las depresiones cordilleranas. Existen lagunas de diferentes tamaños, permanentes o estacionales, de origen glacial o pluvial que alcanzan una elevada densidad (por ejemplo, en la zona de Icarí existen en promedio 26 lagunas en 100 km<sup>2</sup>). La mayoría de ellas son lagunas de "circo", aplicando la

clasificación de WETZEL (1981) y tradicionalmente se ha tendido a usarlas como reserva de agua destinada a riego o consumo humano.

En las lagunas de origen glacial la cubeta es profunda y los sedimentos van de arenosos a limosos; las orillas, si son de pendiente suave son de textura arenosa y si son abruptas, son rocosas. Las aguas son frías, cristalinas y transparentes, de pH neutro o ligeramente ácido, moderadamente oxigenadas y con bajas concentraciones, tanto de nutrientes como de sales (Tab. 1).

En el fitoplancton existe predominio de Clorofíceas (*Ankistrodesmus*, *Crucigenia*, *Scenedesmus*, entre los más abundantes), siguiéndole en importancia las Bacilariofíceas, como *Gomphonema*, *Fragilaria*, *Synedra*. Los otros grupos taxonómicos se encuentran pobremente representados. Las macrofitas constan de especies enraizadas y sumergidas, entre las que destacan Charáceas (especialmente *Nitella*) y Halorragidáceas (*Myriophyllum*).

En cuanto a las algas bentónicas, la mayoría pertenecen al grupo de las Bacilariofitas y se caracterizan por presentar un gran desarrollo de las ornamentaciones de la pared celular.

La flora se muestra casi constante todo el año, en tanto que la fauna es más sensible a las fluctuaciones climáticas. Así Rotíferos como los Brachionidae muestran fluctuaciones marcadas con las variaciones de temperatura. Los Cladóceros son más abundantes al comienzo de la época lluviosa, en tanto que los Copépodos mantienen una constancia relativa todo el año. Entre los Protozoarios predominan los Ciliados cuando el ambiente tiende a la eutrofización y los flagelados cuando se tiende a la oligotrofia. Los Ostrácodos aparecen en aquellos lugares donde existe material orgánico en descomposición, conjuntamente con Chironómidos y Platelminetos. En las zonas de fondo de grava se encuentran Hirudíneos y Bivalvos del

Tabla 1 - Características físico-químicas de los Cuerpos de agua del Departamento de Cochabamba.

	Lagunas de altura	Ríos de valle	Arroyos de selva	Ríos de llamara	Lagunas de varzea
Temperatura (°C)	8 -15	14 - 23	18,8 - 26,5	26 - 28	20 - 30
OD (% saturación)	56 -84	60 - 110	77 -114	90 -100	33,9 -106
CO <sub>2</sub> (mg/l)	2 -32	25 - 84	4 - 16	10 - 24	6,4 - 6,85
pH	6 - 7,4	7 - 7,4	6,88- 8,7	6,80- 6,88	4 - 40
Conductividad (µmbos/cm)	28 -64	210 -1330	98 -280	54 -148	35 - 58
Alcalinidad total (mg/l)	10 -20	30 - 350	40 -200	10 - 15	20 - 27,5
Calcio (mg/l)	10 -15	15 - 600	20 -470	10 - 35	10 - 30
Cloruros (mg/l)	2,5	15 - 30	-	5	5 - 20
Nitratos (mg/l)	0,44- 1,76	1,32- 24,64	2,20- 3,52	1,76- 15,84	1,54- 3,96
Fosfatos (mg/l)	0,01- 0,14	0,02- 0,85	0,32- 0,45	-	0,25- 0,35
Sulfatos	1 - 2,5	55 - 365	2 - 5	17,5- 43,0	1,5- 16,5

género *Pisidium*, además de *Biomphalaria* (Gastrópoda), en las que poseen perifiton. Se pueden encontrar Anélidos, Naidos en las riberas.

En aguas abiertas se encuentran Coríxidos, Notonéctidos, Belostómidos y Crustáceos Gammarídeos. En el caso de los Coríxidos la tradición oral nos informa que en la época del Incario se colocaban ramas para que sirvieran para la ovoposición; luego los huevos eran retirados, secados y molidos y adicionados al pan de maíz. Los Notonéctidos se encuentran en lagunas con perifiton desarrollado y los Gammarídeos en las carentes del mismo.

Una formación altoandina característica, es el bofedal que tiene rasgos muy propios; siendo para CARDOZO (1970) uno de los cuatro tipos de formación forrajera altiplánica caracterizado por ser un campo de pastoreo permanentemente irrigado, sobre un suelo característicamente histisol, muy poco drenado "Chernosem". El pH del agua es ácido (5.5). La vegetación predominante son los musgos de los géneros *Sciaronium*, *Campilotus*, *Drepanicladus*, *Tortula*, *Mielichhoferia*, *Bryum*, *Philonotis*, *Calliergon*, *Polytricum*, *Pholia*. A ellos hay que agregar una vegetación de pastos cortos suculentos y/o duros. Se puede citar como los más comunes: Toja, Paco (*Agropyrum* sp.), Crespillo (*Aciachne pulvinata*), Orcko chiji (*Distichlis humilis*), Llapa (*Aristida humilis*).

En las orillas de los bofedales se encuentran: Kehuiña (*Polylepis incana*), varias especies de Thola (*Baccharis* sp., y *lepidophyllum* spp.), Pajas (*Stipa* spp.) y Caila (*Margyrocarpus cristatus*). El poseer abundante materia orgánica permite el establecimiento de grandes cantidades de animales que pueden soportar principalmente ese pH. Las más notorias en diversidad y número son las Tecamebas, que como ejemplo en el tramo de 4.480-5.020 m.s.n.m. de la Cordillera real presento 88 especies y 22 variedades (CERDÁ, 1986). Le continúan en importancia los Dípteros; donde las pozas son más profundas se encuentran

Copépodos y Cladóceros.

3. **Torrenteras** - Constituyen uno de los efluentes de las lagunas de altura, la mayoría de ellas son estacionales y relacionan las grandes alturas con los valles mesotérmicos; en sus partes más altas muestran una gran pendiente, razón por la cual las aguas al bajar a gran velocidad han erosionado lechos angostos y profundos, pero al llegar a los faldíos de la Cordillera la pendiente disminuye, el lecho se torna amplio y de poca profundidad, por esta misma razón, el material más grueso es depositado en el curso superior y el de menor textura hacia los faldíos. La poca profundidad del curso en esta parte provoca rebalses en la época lluviosa, los cuales condicionan fuertes procesos de erosión en esta zona.

Debido a la estacionalidad, corta duración y alta turbidez de estas aguas, las comunidades que habitan en ellas son también efímeras y muy pobres.

4. **Ríos de Valle** - Son alimentados con aguas provenientes de la zona cordillerana y del escurrimiento durante la época lluviosa, razón por la cual estos cursos muestran una marcada estacionalidad.

Atraviesan las regiones ubicadas entre los 2.000 y 3.000 m.s.n.m. de los Valles Mesotérmicos, donde, la pendiente es suave y por ello son generalmente poco profundos, con lechos amplios, pedregosos a limosos y ya aparece una pequeña zona de inundación. La mayoría de ellos atraviesan zonas densamente pobladas que vierten sus desechos en estos ríos.

Durante la época seca debido a la gran disminución de su caudal, solo permanecen pequeñas pozas donde se desarrollan condiciones de eutrofización y de amplia heterogeneidad. Debido a la poca profundidad y extensión de estas pozas, las aguas sufren bruscas variaciones de temperatura y de oxígeno disuelto, el pH es neutro a ligeramente alcalino y de moderado contenido de sales y nutrientes. Se observa un gran desarrollo de Cianófitas y

Clorófitas como *Cladophora*, que llegan a formar verdaderos tapices, tienen también importancia las Euglenofitas. En el bentos sobresalen los Platelmintos (*Polycephala*, *Dugesia*) en número, en tanto que en biomasa comparten el mismo rango con Artrópodos, Citéridos entre los Crustáceos; Chironómidos y Culícidos entre los Dípteros, Baetidae entre los Efemerópteros y Naucoridae entre los Hemípteros con densidades que van incrementándose rápidamente (promedio 400 en Febrero 1980, 800 en Marzo, 1400 a comienzos de Abril, para caer a 0 con el primer turbión el mismo mes) (Fig. 4). Los Moluscos gastrópodos están representados por *Lymnaea* y *Physa*. De los Vertebrados solo se encuentran representados dos grupos: los Anfibios y los Peces. Los primeros están representados por las larvas (renacuajos u

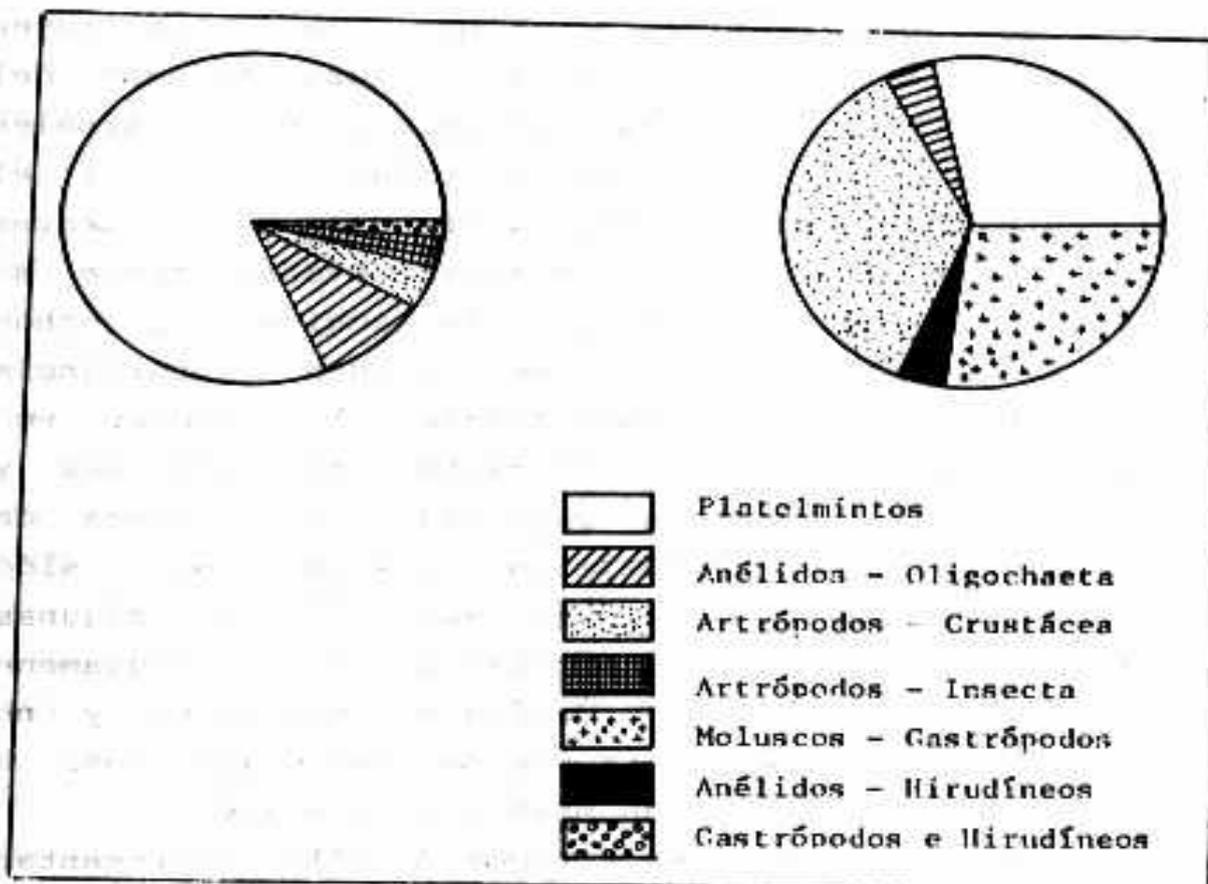


Figura 4 - Composición porcentual de la fauna en un río de Valle, Río Rocha.

ok'ollos) de Bufo, Hyla y Pleurodema. Entre los segundos, existen especies transitorias (Charácidos de los géneros *Oligosarcus* y *Astyanax*) y permanentes (Siluriformes de las Familias Loricáridae y Trichomycteridae). Los Carácidos durante la época de lluvias realizan migraciones de reproducción tratando de alcanzar las cabeceras de los ríos para realizar el desove. Se ha observado que durante esta migración se alimentan a diferencia de los peces de llanura. Los cardúmenes están formados por individuos de diferentes edades y tamaños. Generalmente prefieren migrar por la parte central del río siendo activos durante las veinticuatro horas del día. Los residentes permanentes, han desarrollado diferentes mecanismos adaptativos. Son bien conocidos la boca en posición ínfera de los Loricáridos y al igual que ellos, los *Trichomycterus* adultos (predominantemente las hembras) construyen guaridas, pero a diferencia de los Loricáridos que las construyen directamente en las márgenes del río, los "Suches" del Género *Trichomycterus* aprovechan las raíces de los árboles de las riberas para construir sus guaridas y obtener el alimento representado por Nemátodos, Hirudíneos e Insectos que buscan refugio en dichas raíces. Eventualmente se pueden alimentar de los renacuajos, que también aprovechan ese habitat. A pesar de que no tienen importancia económica, debido a su pequeño tamaño, los Suches son capturados en grandes cantidades durante los turbiones y durante el resto del año son capturados para pesca de subsistencia. Los Loricáridos, en cambio, han sido perseguidos hasta casi provocar su extinción en algunas áreas cercanas a las ciudades, a pesar de que antiguamente se respetaba la creencia de que debían ser regalados y no comercializados para tener buena suerte. Los Charácidos, a pesar de su pequeño tamaño, son bastante apreciados.

5. Arroyos de Montaña - Pocos de ellos representan la continuidad de los ríos de Valle, en tanto que los más son originados por el escurrimiento de los últimos

contrafuertes cordilleranos sobre las laderas Tropicales de la Vertiente Norte; la mayoría son permanentes y corren sobre pendientes muy abruptas donde la erosión del lecho supera la deposición de materiales, por ello son profundos, rocosos y en forma de V. Sus aguas son más o menos temperadas, cristalinas, corren a gran velocidad formando pequeñas cascadas a intervalos regulares. Es por esta característica que la fauna y la flora son pobres. La flora muestra muy baja densidad, predominando las Bacilariofitas. Entre la fauna se encuentran Trichópteros, Belostómidos, Chironómidos, Culícidos, Hidropsíchidos, etc., adheridos a las piedras por el lado opuesto a la corriente; en la parte más baja aparecen los Crustáceos Palaeomonidae *Macrobrachium brasiliensis* y la variedad de peces va aumentando, siendo predominantes los Siluriformes de pequeño tamaño.

6. Arroyos de Selva - Representan la continuación de los arroyos de montaña. Son cursos permanentes que atraviesan zonas de selva pluvial con pendiente muy suave en alturas menores a los 1.000 m.s.n.m.. Van generalmente cubiertos por el dosel arbóreo, sus lechos son poco profundos - en forma de cono truncado o de w, lo cual implica un cauce inestable - en los tramos inferiores tienden a ser meandrosos y durante las crecidas (llamadas turbiones), su plano de inundación es relativamente amplio.

El fondo de las partes más altas es pedregoso y a medida que baja se torna arenoso, dando lugar a la formación de ecotonos cortos e inestables. Existen grandes cantidades de detritus vegetal, cuya deposición se ve favorecida por la existencia de remansos. Las aguas son temperadas, cristalinas y de corriente lenta; químicamente se diferencian en dos grupos: los arroyos con bajo contenido de sales (en especial calcio y bicarbonatos) y los que presentan una elevada concentración de las mismas.

En general la flora está representada pobremente en el Fitoplancton por Bacilariofitas de formas muy

simples; en el bentos se encuentran mayor cantidad de Bacilariofitas, Cianofitas y musgos epilíticos. En cuanto a la fauna se encuentran larvas de Odonatos, Lepidópteros, Efemerópteros y Tricópteros, siendo los dos últimos más abundantes cuando el fondo es pedregoso, en cambio cuando el fondo es blando, los Chironómidos y Culícidos ocupan su lugar.

En los arroyos con mayor cantidad de calcio la fauna está representada característicamente por bivalvos (*Anodontites* sp.), Gastrópodos (*Ancylidae*, *Pilidae*, *Bulimulidae*, *Pleuroceridae*), Camarones (*Macrobrachium*), Cangrejos (*Xantidae*); en cambio, en los arroyos pobres en calcio, éstos grupos están ausentes. La fauna de peces es en general más diversificada variando a medida que se avanzan los tramos la composición de especies, hay especies que son permanentes en cada tramo y otras que son visitantes, por ejm.: en la zona del Chipiriri destacan como permanentes los Loricáridos (Fig. 5) en la zona de San Francisco los Callíctidos.

7. Ríos de Llanura Tropical - Son los tramos finales de todo el sistema, corren bajo los 300 m.s.n.m. en la región de la selva pluvial, en dirección norte con ligera inclinación al este para alimentar los grandes tributarios del Amazonas; la pendiente de estos terrenos es muy baja por lo cual tienden a ser de curso meandroso y poseer un gran plano de inundación; los causes son profundos, de sustrato móvil que va de arenoso a limoso; en los márgenes alternan los barrancos con las playas de arena. Estos ríos son permanentes y navegables durante casi todo el año. Las aguas en general son templadas y turbias, pH ligeramente ácido, bien oxigenadas y pobres en concentración de sales y nutrientes. El fitoplancton muestra una densidad muy baja, predominan las Bacilariofitas con *Fragilaria* sp. y *Navicula* sp.. Los invertebrados están pobremente representados especialmente los bentónicos, en cambio la mayor diversidad la presentan

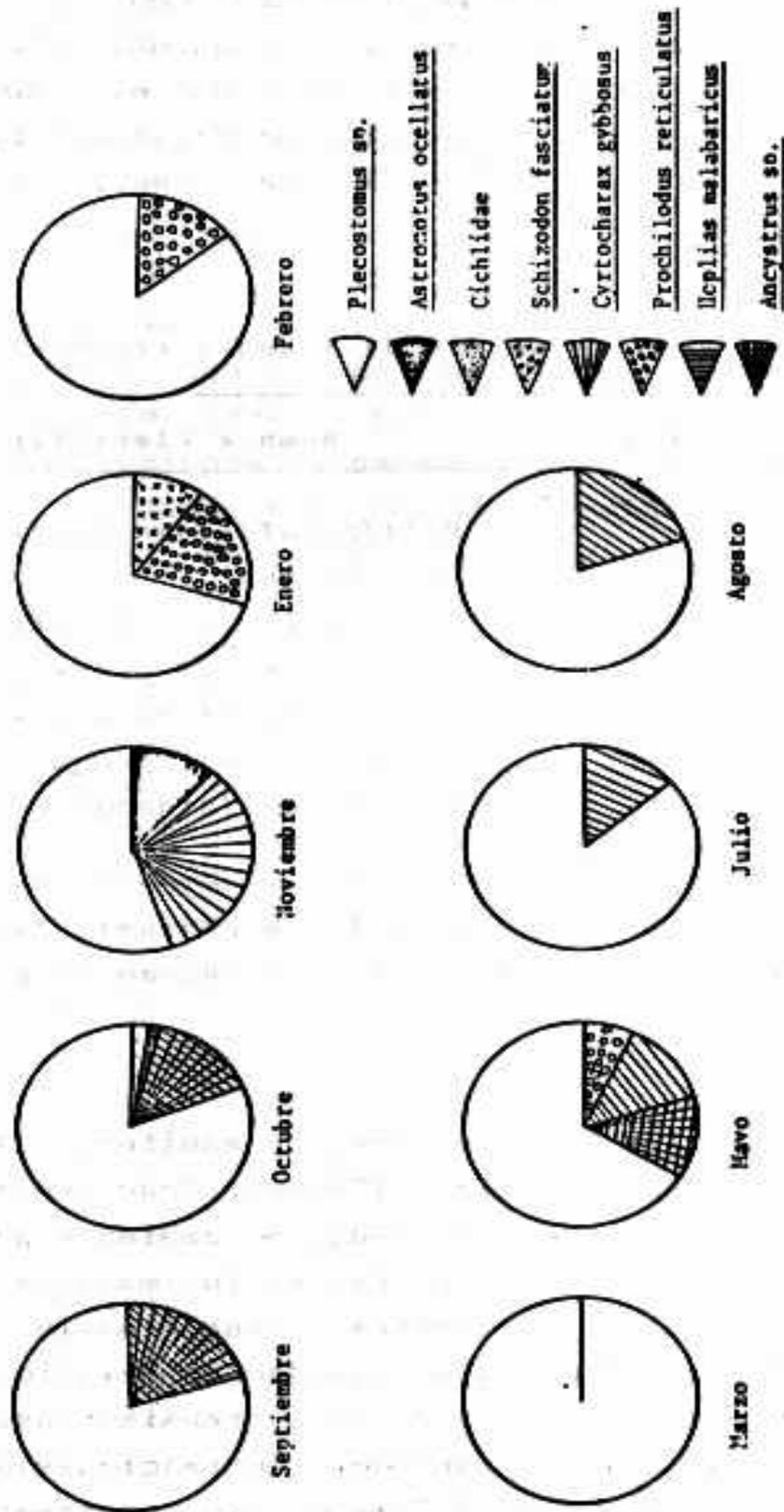


Figura 5 - Composición de capturas por meses en peces de un arroyo de selva, Arroyo Chipiriri.

los vertebrados y paradójicamente con un predominio en biomasa de peces bentónicos, ejm. surubí (*Pseudoplatystoma* spp.), sábalo (*Prochilodus*), etc. En el río Ichilo está asentada la segunda pesquería comercial del país, la cual como se observa en la Tab. 2 está basada en los grandes Pimelódidos.

Tabla 2 - Peces de un río de llanura tropical, Río Ichilo.

Nombre Regional	Nombre Científico	(%)
Surubí	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>	57.2
Simicuyo (Chuncuina)	<i>P. tigrinum</i>	14.3
General	<i>Phractocephalus hemiliopterus</i>	10.4
Paleta	<i>Sorubimichthys planiceps</i>	5.1
Saltador	<i>Brachyplatystoma flavicans</i>	1.2
Pacú	<i>Colossoma macropomum</i>	1.2
Sardinón	<i>Pellona castalneana</i>	1.2
Otros*		9.4

\* Piraiba (*Brachyplatystoma filamentosum*); Tambaquí (*Colossoma brachypomum*); Blanquillo (*Pirirampus pirinampu*), etc.

A ellos hay que agregar mamíferos (*Hydrochoeris*, *Inia*) y reptiles acuáticos (*Caiman*, *Podocnemis*) además de gran variedad de aves asociadas al ambiente acuático entre las que se destaca *Phalacrocorax*. Intimamente asociados a éstos ríos se encuentran una serie de lagunas pertenecientes al plano de inundación del río, algunas de ellas son permanentes, otras son transitorias, en general son poco profundas con grandes fluctuaciones de nivel y de área. Sus límites son difíciles de precisar ya que en periodo de crecida incluyen parte del bosque adyacente. En general se originan por cambios de curso en el río. Las

aguas son poco transparentes y fuertemente coloreadas por la materia orgánica presente. En época de bajo nivel son poco oxigenadas. El fitoplancton muestra una baja densidad pero una alta diversidad. En la época de crecida predominan las Clorofitas (*Closterium* spp., *Euastrum* spp.) en tanto que cuando las aguas bajan predominan las Euglenofitas (*Phacus* spp. y *Euglena* spp.). En las áreas de poca profundidad se forman asociaciones vegetales llamadas curiches que son los lugares de desove de Charácidos y Siluriformes como *Pimelodella*. Las lagunas de varzea se constituyen en un ambiente fundamental para el ciclo vital de los peces al ser lugares de desove especialmente de los grandes Siluriformes. En cambio existen otras especies reofilicas como los sábalos (*Prochilodus* spp.) que nunca penetran en las lagunas excepto cuando hay un brusco descenso del nivel del agua y quedan atrapadas en las lagunas. Se destaca que en los ambientes lénticos existe un predominio de pirañas (*Serrasalmus* y *Roosveltiella*). En las lagunas de varzea se han observado a las Lutra comer peces, también se han observado caimanes que se alimentan de peces o bivalvos. En el bentos se pueden encontrar larvas de insectos acuáticos (Dípteros, Chironómidos), Hirudíneos y bivalvos (*Anodontites*, *Leila* y *Castalia*).

## DISCUSION

La utilización de criterios altitudinales en la clasificación de ecosistemas terretres bolivianos no es nueva, pero sí lo es para los ecosistemas acuáticos, en los cuales además no se han realizado estudios de síntesis.

De las tres cuencas hidrográficas del país la más estudiada es la del Titicaca y la menos estudiada la del Amazonas a pesar de ocupar la mayor extensión en el país, 72.400 km<sup>2</sup> que significan el 65.9% de su superficie (MONTES DE OCA, 1979).

La nomenclatura utilizada en el presente trabajo no es original ya que ella ha sido empleada por geólogos e hidrólogos americanos en especial y también ha sido ya extendida al territorio nacional.

Respecto a los cuerpos de agua de zonas montañosas, discrepamos con el criterio de CERDÁ (1986) de que el bofedal corresponde a una formación de turbera, creemos más bien que es una formación característica altoandina, y que el postulado de POSNANSKY (1982) en sentido de que los bofedales son formaciones artificiales del incario es interesante, aunque necesita una mayor reelaboración.

Concordamos que en los cursos de agua de las alturas el transporte sólido consiste casi exclusivamente de cargas suspendidas esporádicas y que la carga de arrastre es insignificante los datos muestran una gran variación en la concentración de sedimentos, lo que permite concluir que la carga es, en gran medida, producto de incidentes locales (ASOCIACIÓN MISICUNI, 1979).

En general se concuerda con el esquema de Illies de dividir los ambientes lóticos en Rithron y Potamon; sin embargo las zonas Ecotónicas se encuentran desplazadas hacia abajo alrededor de los 1.800 m.s.n.m.. Se ha observado la existencia de algunos tramos de los ríos de llanura con características deltaicas, hecho que se traduce en oscilaciones del flujo del caudal de los cuerpos de agua que les continúan, esas variaciones se traducen en cambios bruscos de la composición faunística.

En cuanto a los cuerpos de agua de zonas bajas de la cuenca Amazónica se han realizado varios estudios de caracterización (Por ejemplo: FITTKAU et alii, 1975; SIOLI, 1975) sin embargo, la mayoría de ellos han sido realizados en las subcuencas de los tributarios más importantes del Amazonas (por ejemplo GOULDING, 1981) siendo prácticamente inexistente los realizados en las cabeceras de estos ríos como es el caso de Cochabamba.

En el caso de la clasificación de los ríos

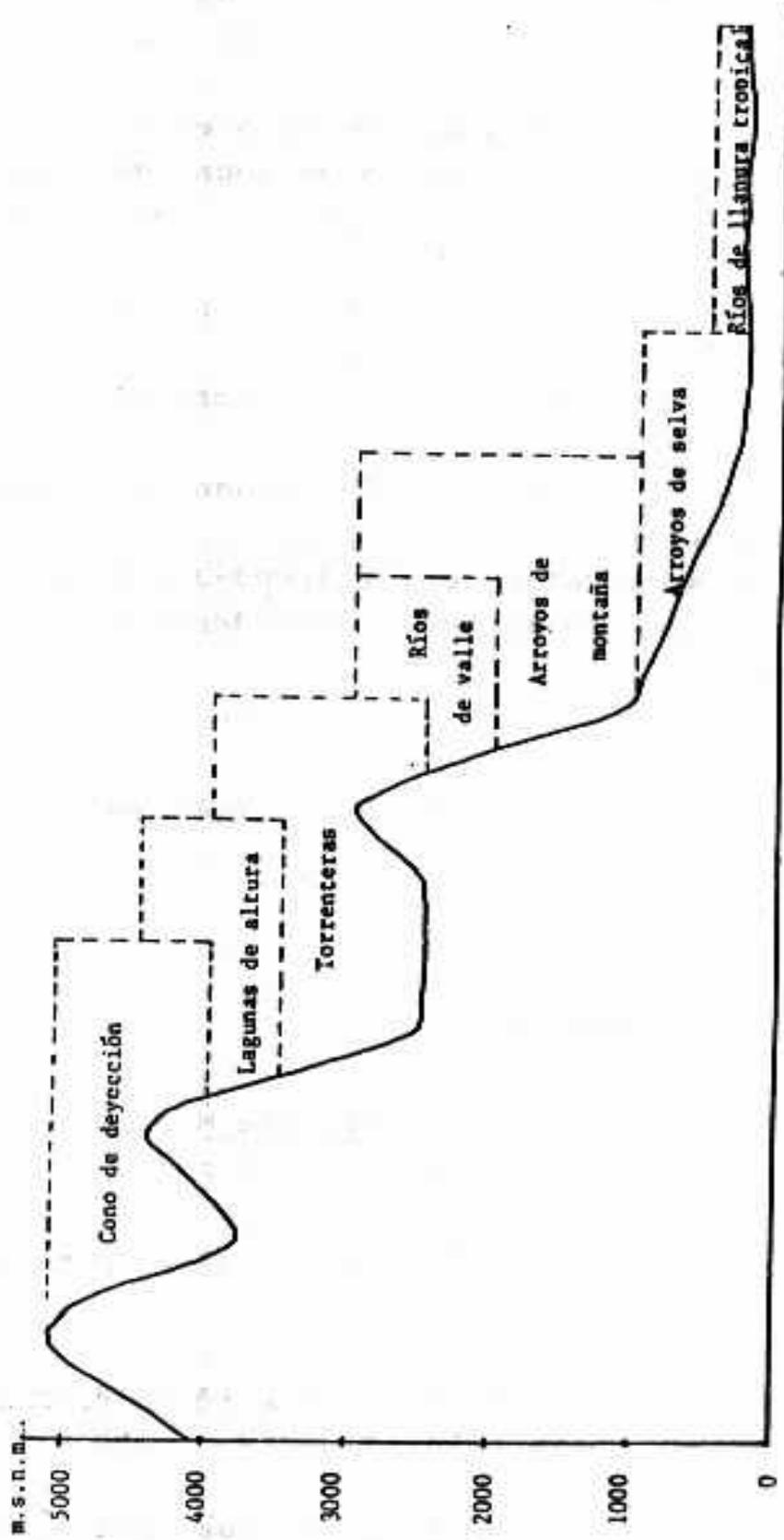


Figura 6 - Zonas limnológicas altitudinales del Departamento de Cochabamba.

propuesto por SIOLI (1975) en ríos de aguas blancas, ríos de aguas negras y ríos de aguas claras no se ha podido aplicar en todos los casos.

De acuerdo a la descripción precedente, y como se resume en la Fig. 6, los cuerpos de agua del departamento de Cochabamba se pueden agrupar en siete zonas altitudinales:

1. Cono de deyección, arroyos de origen nival en las zonas cordilleranas más altas.
2. Lagunas de altura y bofedales, entre los 3.500-4.500 m.s.n.m.
3. Torrenteras, entre las zonas de altura y los valles mesotérmicos.
4. Ríos de valle, entre 2.000-3.000 m.s.n.m.
5. Arroyos de montaña, en laderas tropicales de la vertiente norte.
6. Arroyos de selva, en alturas menores a los 1.000 m.s.n.m.
7. Ríos de llanura tropical y lagunas de varzea, debajo de los 300 m.s.n.m.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASOCIACIÓN MISICUNI. Proyecto múltiple Misicuni: estudios de factibilidad. S.l.p., 1979. 352 p.
- BROCKMANN, C. Mapa de cobertura y uso actual de la tierra. La paz, Geobol, 1978.
- CARDOZO, A. El altiplano de Bolivia y la cría de ovejas. Cochabamba, Ed. Universitaria, 1970. 165 p.
- CERDÁ, F. Contribución al estudio de las Amebas Testaceas (Protozoa, Rhizopoda) de la Cordillera Real Adina. La

- Paz, Los Amigos del Libro, 1986. 520 p.
- FITTKAU, E.J.; IMLER, V.; JUNK, W.J.; REISS, F.; SCHMIDT, G.W. Productivity, biomass, and population dynamics in Amazonian water bodies. s.i., 1975.
- GOULDING, M. Man and fisheries on an Amazon frontier. The Hague, Dr. W. Junk, 1981.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS. Atlas Censal de Bolivia. La Paz, INE, 1982. 204 p.
- MORALES, L. Los recursos naturales renovables del Departamento de Cochabamba. Cochabamba, Ed. Canelas, 148 p. 1979.
- POSNANSKY, M. Los efectos sobre la ecología del Altiplano de la introducción de animales e cultivos por los españoles. In: POSNANSKI, J., ed. Ecología y recursos naturales en Bolivia. Cochabamba, Ed. Centro Pedagógico y Cultural de Portales, p. 13-22. 1982.
- SIOLI, H. Tropical river: the Amazon. In: WHITTON, B.A., ed. River ecology, Ecology Stud., p. 461-88. 1975.
- WETZEL, R. Limnología. Barcelona, Omega, 679 p. 1981.

#### AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestros agradecimientos al Lic. Freddy Navarro por el tiempo y la paciencia dedicados a la impresión del presente trabajo. A la Srta. Ceila Coronado por su gentil colaboración en el dactilografiado.

A todos quienes cooperaron desinteresadamente en la recolección de las muestras, especialmente a los estudiantes

de las carreras de Biología.

**ENDEREÇO DOS AUTORES**

BARRA, C.; CADIMA, M. y MALDONADO, M.  
Programa de Hidronomía - Departamento de Biología  
Facultad de Ciencias y Tecnología  
Universidad Mayor de San Simón  
Casilla 992  
Cochabamba - Bolivia