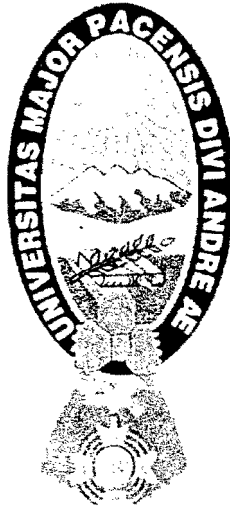


UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES
CARRERA DE BIOLOGÍA



RELACIÓN ENTRE LA DIETA Y LA DISPONIBILIDAD DE ALIMENTO DE
Ancistrus e Hypostomus (Pisces Loricariidae) EN CINCO RIOS DE LA SUBCUENCA
DEL RIO CHIPIRIRI, CHAPARE
(COCHABAMBA-BOLIVIA)

Tesis de grado para optar el título de:

Licenciatura en Biología

Presentada por: *Antonietta Dora Mollo Vino*

Tutor:

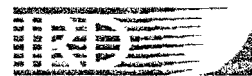
M Sc: Pinto Julio

Asesores:

Dr. Pouilly Marc

Dra. Ibáñez Carla

M Sc. Cadima Mirtha



Institut de recherche
pour le développement

La Paz - Bolivia

2007

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES
CARRERA DE BIOLOGÍA

TESIS DE GRADO

RELACIÓN ENTRE LA DIETA Y LA DISPONIBILIDAD DE ALIMENTO DE
Ancistrus e Hypostomus (Pisces Loricariidae) EN CINCO RIOS DE LA SUBCUENCA
DEL RIO CHIPIRIRI, CHAPARE
(COCHABAMBA-BOLIVIA)

Presentada por: Antonietta Dora Mollo Vino

Tutor: M. Sc. Julio J. Pinto M.

Asesores científicos:

Dr. Pouilly Marc

Dra. Ibañez Carla

Lic. Cadima Mirtha

Tribunales:

M. Sc. Francisco Osorio

Lic. Guido Miranda Ch.

JEFE DE CARRERA

M. Sc. Emilia García

LA PAZ – BOLIVIA
2007

“La diversidad biológica debe tratarse como un recurso mundial que debe ser inventariado, utilizado y, por encima de todo, preservado” (E. O. WILSON)

Dedicado a las personas que mas amo ... Leito y Dorita, que con su amor y paciencia me han dado la fuerza para culminar los estudios y seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo de tesis fue realizado gracias a la colaboración de la Unidad de Limnología de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA).

A la cooperación francesa Institut de Recherche pour le Développement (IRD), por su apoyo financiero muy importante en el desarrollo de la tesis.

Al Instituto de Ecología (IE), FUND - ECO, por la cooperación económica elemental para el desarrollo del trabajo.

Al Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos (ULRA) de la Universidad Mayor de San Simón (UMSS).

A mi tutor: Julio Pinto por su cooperación y aporte al presente trabajo.

A mi asesor Marc Pouilly (investigados del IRD) por su experiencia transmitida, cooperación y valiosas sugerencias para el presente trabajo.

A mi asesora Carla Ibáñez, por su constante apoyo y confianza que me hicieron comprender que las dificultades son fáciles de superar.

A mi asesora Mirtha Cadima, por su confianza, amabilidad, hospitalidad, enseñanza en la identificación y transmisión de conocimientos del fascinante mundo de las algas, que hicieron posible la información importante del presente trabajo.

A mis tribunales Francisco Osorio y Guido Miranda por su cooperación y aporte al presente estudio.

A Rémy Vigorne, José Zubieta, Ximena Camacho por su colaboración en el trabajo de campo y colección de los datos. a Fernando Carvajal

A José Alcoveza por su colaboración en laboratorio y Pamela en la transcripción de los datos importantes para realizar el análisis.

A mis papás: Leito y Dorita y hermanos (Rosario-Vladimir, José-Geovana, Fanita-Miguel, Natita-Jaime, Freddy-Rosa) y mis sobrinos, en especial Rodriguito, Jorge, Fabito, quienes me apoyaron incondicionalmente en el transcurso de la carrera universitaria.

A mi amigo y fiel compañero Ross, por su cariño, tiempo, paciencia, apoyo moral, anímico y guía en la realización de la tesis.

A mis amigos: Mirtha (mi hermana y consejera), Claudia y Cinthya (mis compañeras), Micky, Fabiany, Vania, Araceli, Janet P, Jannet L, Vivi, Natali, MaCriss, Anita por los consejos y por el apoyo.

A mis compañeros y amigos del laboratorio: Mónica, Karina, Carlitos, Yuba, Magali, Agustín, Kelo, Bertha, Vere, Prisci, Susy, Mery, Don Claudio, Don Ramón, quienes estuvieron siguiendo mis pasos en los buenos y difíciles momentos dándome su apoyo y fortaleza. A Martha por su asistencia en la identificación de las algas. Al Dr. Gibon, Lic. Ruben Marin, Roberto Apaza por su apoyo y consejos.

A Marita Davison, por sus observaciones y colaboración en el manuscrito.

A Mabel de la biblioteca, don Abraham, doña Ruth, gracias por su atención.

CONTENIDO

CONTENIDO.....	I
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VI
ÍNDICE DE ANEXOS.....	VII
RESUMEN.....	XI
INTRODUCCION.....	1
MARCO TEÓRICO.....	3
CARACTERÍSTICAS DE ANCISTRUS SP. E HYPOSTOMUS SP.	3
<i>Ancistrus sp.</i>	3
<i>Hypostomus sp.</i>	6
Importancia Económica de <i>Ancistrus sp.</i> e <i>Hypostomus sp.</i>	9
<i>Características del Perifiton</i>	10
<i>Perifiton en relación a la dieta de Ancistrus e Hypostomus</i>	10
<i>Competencia interespecifica, sobreposición de nicho y segregación ecológica</i>	11
OBJETIVOS.....	12
OBJETIVO GENERAL.....	12
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	12
AREA DE ESTUDIO.....	12
LA CUENCA AMAZÓNICA BOLIVIANA.....	12
ÁREA DE ESTUDIO.....	13
<i>La subcuenca del río Chipiriri.</i>	13
<i>Ríos de muestreo.</i>	13
Río Colorado (R-Col).....	15
Río Espíritu Santo (R- 86).....	16
Río R-24.....	17
Río R-75.....	17

Río Central (R-28).....	17
METODOS.....	18
DISEÑO DEL ESTUDIO.....	18
RECOLECCIÓN DE DATOS EN CAMPO.....	19
Parámetros Físico-Químicos.....	19
Parámetros Biológicos.....	19
Colecta de peces.....	19
Muestreo del perifiton.....	20
Recolección de datos en laboratorio.....	21
a) Extracción del tracto digestivo y análisis del contenido de los peces.....	21
b) Análisis de perifiton.....	22
Evaluación del área superficial de las algas.....	22
ANÁLISIS DE DATOS.....	23
Riqueza de algas del perifiton.....	23
Riqueza de algas de contenidos digestivos.....	23
Índice de Diversidad y Equitatividad algal en los ríos y en los contenidos digestivos.....	24
Equitatividad (E').....	24
Composición cuantitativa de la comunidad de algas en los ríos (Análisis de Componentes Principales (ACP).....	24
Análisis de perfil alimenticio de las especies.....	25
Análisis del Perfil alimenticio Corregido por cada río y por cada especie.....	25
Coeficiente Comunitario (CC).....	25
Riqueza de algas entre individuos (n) de <i>Ancistrus</i> e <i>Hypostomus</i> en ríos de estudio.....	26
RESULTADOS.....	26
PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS.....	26
PARÁMETROS BIOLÓGICOS.....	27
Composición cualitativa y riqueza de algas en el perifiton.....	27
Área superficial de las Clases de Algas.....	31
Porcentaje relativo del espacio que ocupa cada clase, en el perifiton (oferta) de ríos.....	32
Diversidad de algas del perifiton y contenido en cada río.....	35

Diferencia de composición cuantitativa de algas entre ríos.....	35
Correlación de las algas en los diferentes sustratos del perifiton.....	36
Consumo del Perifiton por <i>Ancistrus sp.</i> , e <i>Hypostomus sp.</i>	38
PERFIL ALIMENTICIO DE CONSUMO.....	38
Perfil de consumo de <i>Ancistrus sp.</i>	38
Perfil de Consumo de <i>Hypostomus sp.</i>	40
Perfil alimenticio corregido por genero: <i>Ancistrus sp.</i> e <i>Hypostomus sp.</i>	41
Porcentaje de similitud en la dieta de <i>Ancistrus</i> , <i>Hypostomus</i> y la oferta perifiton por ríos .	42
Perfil Alimenticio Corregido por río para las dos especies.....	42
Perfil Alimenticio de <i>Ancistrus sp.</i>	42
Perfil alimenticio de <i>Hypostomus sp.</i>	42
Riqueza de algas entre la dieta de <i>Ancistrus</i> e <i>Hypostomus</i> en los ríos de estudio.....	45
DISCUSIONES.....	45
ÁREA SUPERFICIAL.....	47
COMPOSICIÓN CUANTITATIVA DE LOS GÉNEROS DE ALGAS EN RÍOS Y SUSTRATOS DEL PERIFITON.	50
CONSUMO DE LAS ALGAS DEL PERIFITON POR <i>ANCISTRUS SP</i> E <i>HYPOSTOMUS SP</i>	51
CONCLUSIONES.....	58
BIBLIOGRAFÍA.....	60
ANEXOS.....	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	<i>Vista frontal, ventral y dorsal de Ancistrus sp. Fotografía: URM-139UMSS</i>	4
Figura 2.	<i>Vista frontal de la boca succionadora a manera de ventosa de Ancistrus sp.</i>	5
Figura 3.	<i>Dientes pequeños, numerosos y bicúspidos de Ancistrus sp.</i>	5
Figura 4.	Longitud del tracto digestivo, se advierte una relación de longitud (cm) de 10 a 1	4
Figura 5.	<i>Vista frontal, ventral y dorsal de Hypostomus sp. Fotografía: URM-139UMSS</i>	8
Figura 6.	<i>Vista frontal de la boca manera de ventosa de Hypostomus sp.</i>	8
Figura 7.	<i>Dientes grandes, fuertes, espatulados Hypostomus sp.</i>	9
Figura 8.	Longitud del tracto digestivo, se advierte una relación de longitud (cm.) de 14 a 1	9
Figura 9.	<i>Mapa de ubicación de los ríos de muestreo en la Subcuenca del Río Chipiriri (Fuente: IRD -ULRA-UMSA).</i>	15
Figura 10.	<i>Vista panorámica del Río Colorado (R-Col), río de cobertura vegetal abierta (Fotografía: Cadima Mirtha).</i>	16
Figura 11.	<i>Vista panorámica del río R-28, río de cobertura vegetal cerrada (Fotografía: Cadima Mirtha)</i>	18
Figura 12.	<i>Método de la pesca eléctrica para la colecta de peces (Fotografía: Pouilly M.)</i>	19
Figura 13.	<i>Aparato fabricado para la colecta de perifiton de piedra (algas epilíticas).</i>	21
Figura 14.	<i>Esquema del submuestreo para la evaluación cuantitativa y cualitativa del contenido del tracto digestivo.</i>	22
Figura 15.	<i>Esquema de cálculo de la superficie de algas en μ^2</i>	23
Figura 16.	<i>Curva de acumulación de géneros de algas en los contenidos digestivos de Ancistrus sp. e Hypostomus sp. Las barras indican la varianza de la media</i>	31
Figura 17.	<i>Área superficial promedio (μ^2) de las clases de algas y su desviación estándar, estimada a partir de la medida de los 30 individuos de cada género en las 7 clases. n = número de géneros encontrados por clase.</i>	32
Figura 18.	<i>Porcentaje relativo de espacio que ocupan las clases de algas del perifiton (hoja, piedra, tronco y sedimento) en ríos ordenados de menor a mayor conductividad</i>	34
Figura 19.	<i>Comparación del porcentaje de área superficial (μ^2) que ocupan las clases de algas en el perifiton y la riqueza en cada una de las clases: .Ba. Bacillarophyceae; Zy:</i>	

Zygothyceae; Cy: Cyanophyceae; Ec: Euchlorophyceae; Eg: Euglenophyceae; Ro: Rhodophyceae; Ul: Ulothrycophyceae. _____ 34

- Figura 20** A. Diagrama de correlación de la composición de algas en ríos de alta conductividad: R-86 (360 $\mu\text{S}/\text{cm}$), R-28 (325 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y R-24 (242 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y ríos de baja conductividad R-75 (195 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y R-Col (76 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y Diagrama de correlación de la composición de algas en los sustratos del perifiton (hoja, piedra, tronco y sedimento). B. Circulo de correlación y mapa factorial con los géneros de algas en los ríos muestreados. C. Gráfica de porcentajes de explicación. _____ 37
- Figura 21.** Proporción del área superficial de las clases de algas (orden decreciente) que ocupan en el consumo (*Ancistrus sp.* e *Hypostomus sp.*) y la oferta (Perifiton). 38
- Figura 22.** Perfil de consumo de *Ancistrus sp.* en cinco ríos ordenados de acuerdo a su conductividad. _____ 39
- Figura 23.** Perfil de consumo de *Hypostomus sp.* en cinco ríos ordenados de menor a mayor conductividad. _____ 40
- Figura 24.** Perfil corregido de *Ancistrus sp.* e *Hypostomus sp.*, en las clases de algas (orden decreciente de tamaño). _____ 41
- Figura 25.** Perfil alimenticio corregido (Consumo vs. Oferta) de *Ancistrus sp.* en los ríos de estudio. _____ 43
- Figura 26.** Perfil alimenticio corregido de *Hypostomus sp.* (Consumo vs. Oferta en ríos de estudio. _____ 44
- Figura 27.** Riqueza de algas (Mediana = cuartil) en *Ancistrus sp.* e *Hypostomus sp.* en los ríos de estudio. N= Número de individuos _____ 45

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Características generales de los ríos de estudio.</i>	14
<i>Tabla 2. Parámetros fisicoquímicos de los cinco ríos de estudio.</i>	27
<i>Tabla 3. Número de especímenes capturados por río y por género.</i>	27
<i>Tabla 4. Categoría taxonómica de 59 géneros de algas de los contenidos digestivos (Ancistrus e Hypostomus) y perifiton en cinco ríos muestreados de la Subcuenca del Río Chipiriri (Chapare).</i>	29
<i>Tabla 5. Riqueza de géneros de algas de los contenidos digestivos de Ancistrus sp., Hypostomus sp. y perifiton en los ríos de estudio.</i>	30
<i>Tabla 6. Índice de Diversidad (H'), Equitatividad (E') del consumo (contenido digestivo de Ancistrus sp., e Hypostomus sp.) y el de la oferta (perifiton). En negrillas los valores máximos.</i>	35
<i>Tabla 7. Clasificación taxonómica de 30 especies de peces presentes en ríos de la Subcuenca del Río Chipiriri (Ibañez et al. 2007)</i>	55
<i>Tabla 8. Clasificación de dieta para Ancistrus e Hypostomus por otros autores</i>	58

ÍNDICE DE ANEXOS

<i>Anexo 1. Índice de crecimiento R (Longitud estándar vs. Peso total) de Ancistrus sp e Hypostomus sp y sus correlaciones.</i>	75
<i>Anexo 2. Clase Zygothryx: Q. Closterium, R. Cosmarium, S. Actinotaenium. T. Euastrum, U. Staurastrum V. Micrasterias, W. Penium; Clase Euglenophyceae: X Phacus, Y. Trachelomonas, Z. Anisonema Clase Ulothricophyceae: Cloniophora, B.Saprochaete; Clase Rhodophyceae: C. Audowinella, D. Hildebrandia; Clase Cyanophyceae: E.Merismopedia, F. Oscillatoria; Clase Bacillarophyceae: G Amphipleura, H. Gyrosigma, I. Nitzschia, J Eunotia, K. Navicula, L. Cymbella M. Gomphonema; Clase Eucchlorophyceae: O Scenedesmus, P. Ankistrodesmus (Fotografías: M Sc Mirtha Cadima y Antonietta Mollo).</i>	
<i>Anexo 3. Abundancia de los géneros de algas en los contenidos digestivos de Ancistrus en los ríos</i>	77
<i>Anexo 4. Abundancia de los géneros de alga en los contenidos digestivos de Hypostomus en los ríos.</i>	78
<i>Anexo 5. Abundancia de los géneros de algas en los sustratos del perifiton: hoja piedra, tronco y sedimento de los ríos</i>	79
<i>Anexo 6. Densidad absoluta (Nº algas/cm²) de las clases de algas</i>	80
<i>Anexo 7. Tabla con valores de diversidad, abundancia en el perifiton de hoja, piedra, tronco y sedimento en los ríos de estudio.</i>	80
<i>Anexo 8. Proporción del consumo de algas entre sustratos del perifiton por Ancistrus sp. e Hypostomus sp.</i>	80
<i>Anexo 9. Diferencia del consumo (Nº de géneros de algas) por tamaños de Ancistrus sp. e Hypostomus sp., donde: 1= 20-40mm, 2= 40-60mm, 3= 60-80 mm., 4= 80->100mm.</i>	81
<i>Anexo 10. Consumo de algas por Ancistrus sp. e Hypostomus sp., de acuerdo diferentes rangos de tamaño (Longitud estándar (LS)).</i>	82

Anexo 11. Porcentaje de otros organismos en los contenidos digestivos de Ancistrus e Hypostomus en los ríos _____ 83

Anexo 12. Porcentaje de rotíferos en los contenidos digestivos de Ancistrus e Hypostomus de los ríos _____ 83

**RELACION ENTRE LA DIETA Y LA DISPONIBILIDAD DE ALIMENTO DE *Ancistrus*.
E *Hypostomus*. (Pisces Loricariidae) EN CINCO RIOS DE LA SUBCUENCA DEL RIO
CHIPIRIRI, CHAPARE (COCHABAMBA-BOLIVIA)**

Antonietta Dora Mollo Vino

RESUMEN

Se evaluó la dieta de *Ancistrus sp.* e *Hypostomus sp.* en relación a la disponibilidad de alimento (algas del perifiton) en cinco ríos de la Subcuenca del Chapare. Bacilliarophyceae se presentó en mayor proporción tanto en la oferta (69%) como en el consumo (89%) para dos especies simpátricas *Ancistrus* e *Hypostomus* (Loricariidae) que presentaron competencia a nivel de su dieta. Ambas especies muestran diferente morfología bucal para la aprehensión de algas y presentan indicios de segregación ecológica como una estrategia para reducir su competencia. *Hypostomus*, con dientes grandes y espatulados a manera de peine mostró una preferencia por Rodophyceae, en el perfil alimenticio corregido, (0.2%) más que *Ancistrus* (-0.4%) que presenta dientes pequeños filiformes a manera de cepillo y muestra mayor preferencia por Bacilliarophyceae.

**RELACION ENTRE LA DIETA Y LA DISPONIBILIDAD DE ALIMENTO DE *Ancistrus*.
E *Hypostomus*. (Pisces Loricariidae) EN CINCO RIOS DE LA SUBCUENCA DEL RIO
CHIPIRIRI, CHAPARE (COCHABAMBA-BOLIVIA)**

INTRODUCCION.

La sobrevivencia, crecimiento y reproducción de los peces dependen de la captación de energía y de nutrientes presentes en el medio (Wotton 1990, Zavala-Camin 1996). Por eso los estudios relacionados con la dieta y la red trófica en general, son la base para el entendimiento de los roles ecológicos que juegan los peces en ríos (Garrison & Link 2000, Segatti *et al.* 2004). Según Lowe- McConnel (1975), investigaciones de hábitos alimenticios en ríos tropicales mostraron la importancia del material de origen alóctono (frutos, semillas, insectos y sus larvas). De la misma manera son importantes los de origen autóctono (fitoplancton, perifiton y detritos) (Angermeier & Karr 1983, Power 1984, Burcham 1988, Ortaz 1992, Delariva & Agostinho 2001, Andrade & Braga 2005).

El perifiton esta constituido por algas, bacterias, hongos, animales, detritos orgánico e inorgánico, embebidos en una matriz mucopolisacárida fijada en sustratos naturales o artificiales (hojas, troncos, rocas, lodo, arena y otros) (Austin *et al.* 1981, Wetzel 1983, Roldán 1992, Morales 2006).

Constituye la base trófica y fuente de energía para los niveles superiores (Wetzel 1983, Planas 1998). Peces de la familia Loricariidae, de cuerpo robusto, deprimido, cubierto de placas en el dorso, vejiga natatoria reducida o ausente, opérculos pequeños boca ventral y succionadora, habitan fondos de ríos en busca de este recurso (Gosline 1947, Power 1983 y 1984, Burgess 1989, Santamaria & García 1993, Kramer & Bryant 1995, Yossa & Araujo Lima 1998, Fisch-Muller 2001).

Ancistrus e *Hypostomus* (Loricariidae), son importantes en la red trófica por consumir algas del perifiton (Power 1983, 1984a, c, Santamaria & García 1993, Casatti 2002, Garavello & Garavello

2004). Ambos, con similar régimen alimenticio presentan una competencia interespecífica (Power 1983, Santamaria & García 1993). Por lo que comparten el mismo nicho, pueden competir haciendo que una especie excluya parcialmente o totalmente a la otra (exclusión competitiva), dependiendo del grado y forma de sobreposición de nicho y las eficiencias competitivas propias de cada especie (Begon *et al.* 2006).

La competencia interespecífica de especies ecológicamente similares y simpátricas puede reducirse a través de la segregación de nicho ó desplazamiento de caracteres, lo que corresponde a una estrategia en el uso permisible de recursos escasos a un nivel por el cual se diferencian en factores espaciales, tróficos y temporales (Jaksic 2000, Smith & Smith 2001, Begon *et al.* 2006).

Como indica Payne (1986), especies simpátricas exploran nuevos ambientes para utilizar los nichos tróficos disponibles. Las limitaciones ambientales recientes y adaptaciones morfológicas adquiridas como producto de la filogenia (historia evolutiva de las especies) permiten y limitan la competencia (Begon *et al.* 2006). Para algunas especies de Loricariidae, la competencia puede ser evidente en la época seca, por efecto de reducción de hábitats. Sin embargo, si los recursos son suficientemente abundantes, puede existir sobreposición de nicho y coexistencia (Jaksic 2000).

En función a estos antecedentes se plantea el estudio de comparación de dieta (en función a la disponibilidad de alimento) de *Ancistrus* e *Hypostomus* en cinco ríos de la Subcuenca del río Chipiriri, para responder las siguientes hipótesis:

- ◆ La diferente morfología bucal de *Ancistrus sp.* e *Hypostomus sp.* corresponde a un distinto hábito alimenticio.
- ◆ Esas diferencias generan una segregación ecológica que limita la competencia por el recurso trófico entre esos dos géneros.

El presente trabajo de tesis fue realizado en el convenio Institut de Recherche pour le Développement (IRD), Unidad de Limnología del Instituto de Ecología (IE) de la Universidad

Mayor de San Andrés (UMSA) y la Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos (ULRA) de la Universidad Mayor de San Simón (UMSS).

MARCO TEÓRICO.

La familia Loricariidae presenta entre 400 a 600 especies, distribuidas en el neotrópico de Centroamérica y Sudamérica (desde Panamá a Uruguay) (Moodie & Power 1982, Lauzanne & Loubens 1985, Burgess 1989, FishBase 2000, Suzuki *et al.* 2000, Delariva & Agostinho 2001).

Constituye uno de los grupos más especializados de Siluriformes (Gosline 1947, Delariva & Agostinho 2001). Se caracteriza por presentar boca ventral conformada a manera de disco, ojos dorsales y reducidos, barbillas maxilares sensitivas (vibrisas), cuerpo deprimido, cubierto de placas dérmicas (lóricas) o desnudo y aletas ventrales desarrolladas, que les permite equilibrarse horizontalmente en el fondo de los ríos (Power 1984a, Lauzanne & Loubens 1985, Burgess 1989, Santamaria & García 1993, Delariva & Agostinho 2001, Garavello & Garavello 2004, Cardone *et al.* 2006).

Loricariidae habitan también ríos de montaña con material arenoso y pedregoso, prefieren tramos correntosos (rápidos), sin embargo se han reportado en pozas (Power 1984a). Se trata de peces nocturnos que exhiben una dieta altamente específica (Giora & Fialho 2003). Son ramoneadores o raspadores de perifiton (Power 1983 y 1984a, Gerking 1994).

CARACTERÍSTICAS DE *Ancistrus* sp. E *Hypostomus* sp.

Ancistrus sp.

Se han registrado 56 especies de este género (Figura 1) (Burgess 1989). En Bolivia habitan desde los 240 a 1270m. de altitud. Desde la cuenca del Río Beni (Pearson 1924, Pouilly *et al.* 2006). Entre la transición de la cuenca Beni- Mamoré (Pearson 1924). En Beni se reportan en la zona de El Charal, específicamente en cabecera del río Quiquibey (Alvarez 2006). En la cuenca del Mamoré (Lauzanne & Loubens 1985). En la vertiente oriental andina de Bolivia (Pearson 1924). En La Paz se registran en el Parque Nacional y ANMI Cota Pata específicamente en el río Huarinilla (Miranda 2006). De igual manera en Cochabamba en la zona del Chapare (Pearson 1924, Lauzanne *et al.* 1991, Ayala *et al.* 1997).

En el Chapare, Lauzanne *et al.* (1991) señalan que es la más importante en ríos de piedemonte, con más del 60% de abundancia total. Presenta adaptaciones morfológicas como ser: rostro carnososo, barbicelos alrededor de la boca como órganos sensoriales (nueve a veinte y cuatro), la boca a manera de ventosa para adherirse al sustrato (Figura 2). Sus dientes son pequeños numerosos y bicúspidos o bilobulados romos a manera de cepillo (Figura 3) (Power 1984a, Burgess 1989). Se caracterizan por un largo y enrollado tubo intestinal, de pared delgada propio de los peces detritívoros y herbívoros (Figura 4) (Santamaria & García 1993, Zabala-Camin 1996). En la zona interopercular hembras y machos presentan espículas evertibles u odontodos que son prominencias con apariencia de dientes (Power 1984, Burgess 1989).



Figura 1. Vista frontal, ventral y dorsal de *Ancistrus* sp. Fotografía: URM-139UMSS

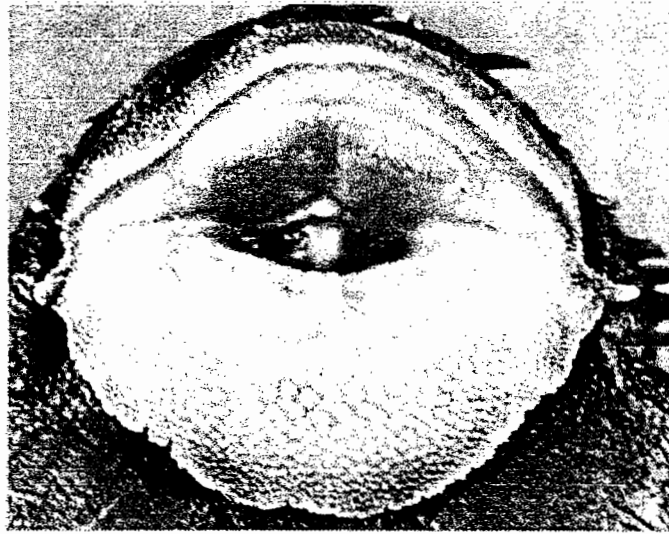


Figura 2. Vista frontal de la boca succionadora a manera de ventosa de *Ancistrus sp.*



Figura 3. Dientes pequeños, numerosos y bicúspidos de *Ancistrus sp.*

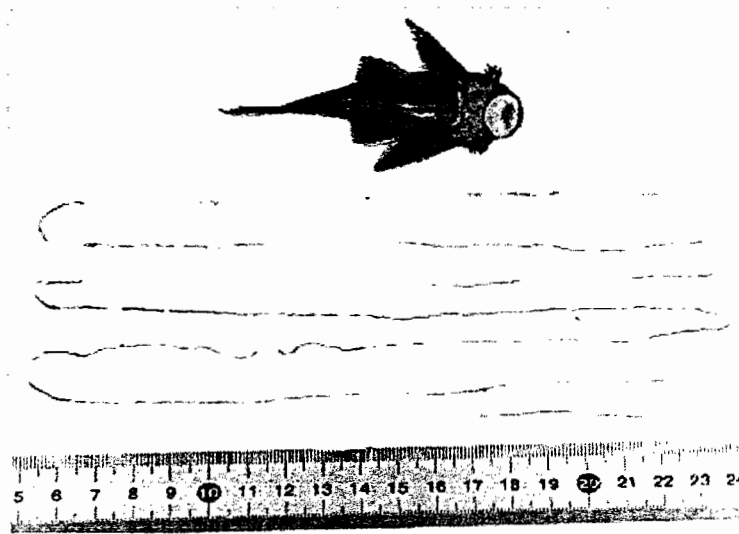


Figura 4. Longitud del tracto digestivo, se advierte una relación de longitud (cm) de 10 a 1. *Ancistrus* muestra dimorfismo sexual poco desarrollado, los machos son de mayor longitud y presentan barbicelos largos y bifurcados en forma lobulada (Burgess 1989, Santamaria & García 1993, Fisch-Muller 2001).

En su comportamiento interespecífico, comparten refugio con larvas de insectos, crustáceos, anfibios y peces de las familias: Anostomidae, Auchenipteridae, Cichlidae, Curimatidae, Crenuchidae, Loricariidae, Potamotrygonidae, Sternachidae y Synbranchidae (Santamaria & García 1993). Intraespecíficamente los machos son territorialistas, se enfrentan durante el periodo reproductivo por que presentan cuidado parental (Burgess 1989, Santamaria & García 1993).

Power (1984c) observó en el Río Frijoles (Panamá) que *Ancistrus* entre 6 a 7 cm de talla muestran comportamientos de defensa frente a predadores, éstos nadan en círculos para evitar ser individualizados, mientras los de talla menor (4 cm.) se esconden bajo piedras para evitar ser capturados por garzas.

Hypostomus sp.

Actualmente se han reportado 143 especies del género *Hypostomus* (anteriormente llamado *Plecostomus*) (Figura 5). En Bolivia, se han registrado en un gradiente altitudinal entre 240 y 800

m. Comenzando en la cuenca del río Beni (Pearson 1924, Pouilly *et al.* 2006). En la transición de la cuenca del río Beni - Mamoré (Pearson 1924, Lauzanne & Loubens 1985). En Beni el río Quiquibey (Alvarez 2006). La vertiente Oriental Andina de Bolivia (Pearson 1924, Lauzanne & Loubens 1985). En Cochabamba habitan en los ríos de piedemonte (zona del Chapare) (Ibáñez *et al.* 2007, Navarro & Maldonado 2005). Finalmente en la Cuenca del Pilcomayo en Tarija habitan los ríos aledaños a la Reserva Tariquí (Moraes & Sarmiento.1999).

Hypostomus presenta una alta variabilidad intraespecífica de morfología y coloración (Weber 2003). Presentan mayores tallas que *Ancistrus*, llegando a medir 50 cm (Burgess 1989). La boca se caracteriza por presentar labios modificados a manera de ventosa, el arco dental tiene forma de rombo (Figura 6). Dientes grandes, fuertes espatulados y móviles, poco numerosos ordenados a manera de peine (Figura 7) que cortan, raspan algas y pequeñas partículas del perifiton en las superficies duras y ásperas (Angermeier & Karr 1983, Shaeter & Lauder 1986, Burgess 1989, Delariva & Agostinho 2001, Garavello & Garavello 2004, Cardone *et al.* 2006). Como los loricaridae, cuenta con un largo tubo intestinal (Santamaria & García 1993, Delariva & Agostinho 2001) (Figura 8).

A pesar de contar con el cuerpo deprimido, éste es mas alto que *Ancistrus*, ambas especies presentan las aletas ventrales bien desarrolladas y adaptadas para equilibrarse en el fondo de los ríos (Garavello & Garavello 2004). No presentan un dimorfismo sexual desarrollado careciendo de cerdas u odontodos en el área interopercular (Weber 2003).

Durante el día permanecen bajo las rocas o ramas muertas, buscan su alimento después de la puesta del sol en fondos arenosos y rocosos (Weber 2003, Armbruster & Lesley 2005, Casatti *et al.* 2005).

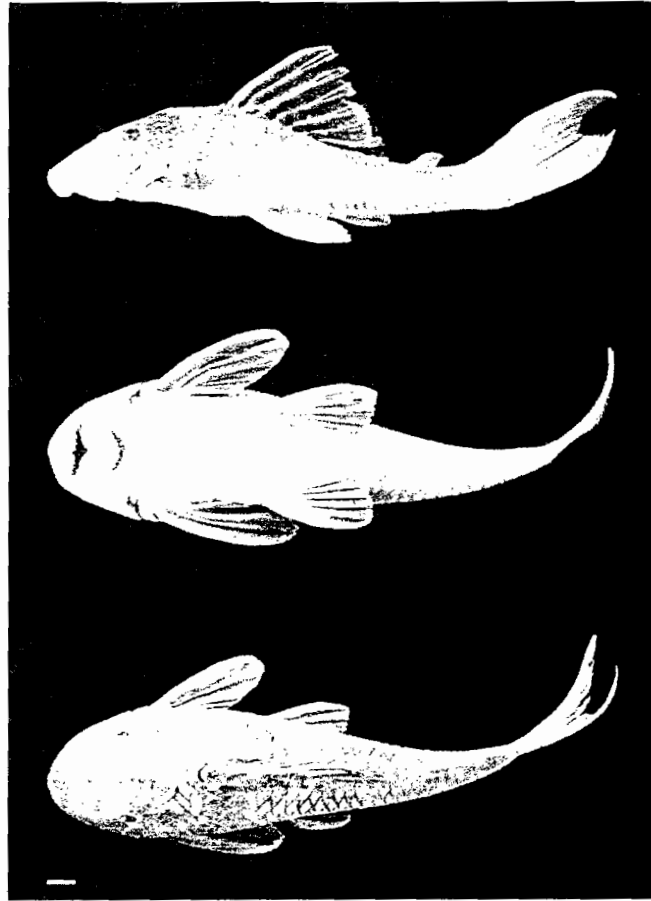


Figura 5. Vista frontal, ventral y dorsal de *Hypostomus* sp. Fotografía: URM-139UMSS



Figura 6. Vista frontal de la boca manera de ventosa de *Hypostomus* sp.



Figura 7. Dientes grandes, fuertes, espatulados *Hypostomus* sp.

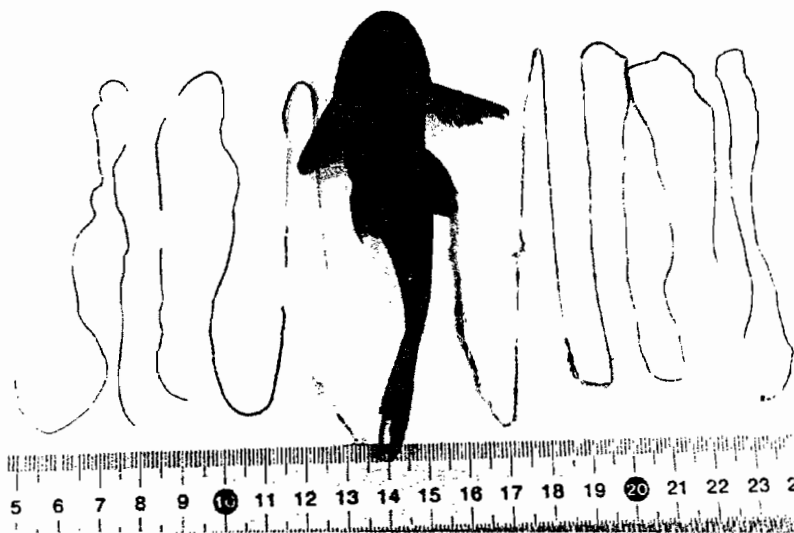


Figura 8. Longitud del tracto digestivo, se advierte una relación de longitud (cm.) de 14 a 1.

Importancia Económica de *Ancistrus* sp. e *Hypostomus* sp.

Ambas especies son promisorias en la piscicultura ornamental, apreciados por su utilidad en la limpieza de algas que se desarrollan en las paredes de los acuarios, además por ser atractivos resistentes y pacíficos con otros peces (Burgess 1989).

Junto a *Ancistrus*, se los utiliza en la subsistencia de algunas poblaciones humanas asentadas en orillas de ríos (Burgess 1989, Santamaria & García 1993). En la medicina tradicional, Alvarez (2006) señala que en las comunidades de El Charal, *Hypostomus* sp. es empleado contra afecciones pulmonares.

Características del Perifiton

Se compone por bacterias, hongos, animales, detritos orgánicos e inorgánicos y principalmente algas, que se desarrollan sobre sustratos naturales o artificiales (Austin *et al.* 1981, Wetzel 1983, Roldán 1992, Morales 2006).

Un componente principal del perifiton son las algas. Las filamentosas como Chlorophytas, Rhodophytas y Cyanophytas cuentan con tallos o pedúnculos que facilitan su adhesión al sustrato de los rápidos en ríos (Cronquist 1997). Las simples como diatomeas presentan frústulo silíceo que facilita su precipitación y adhesión al sustrato por medio de secreciones mucilaginosas (Bourrely 1981, Díaz-Quirós & Rivera-Rondón 2004). Por el tipo de sustrato donde habitan se clasifican en: epipélicas (se desarrollan sobre fango o humus), algas epilíticas (se desarrollan sobre piedras, rocas u objetos similares), algas epipsámicas (se desarrollan sobre arena) y algas epifíticas (se desarrollan sobre plantas) (Roldan 1992, Cadima *et al.* 2005).

En zonas tropicales, existe la mayor diversidad de organismos por la gran cantidad de hábitats (Roldan 1992). Según (Power 1984a) los hábitats mas favorables para el desarrollo del perifiton son los de mayor intensidad de luz, en pozas poco profundas donde su densidad es mayor que en pozas profundas (Morales 2006). La cobertura de la vegetación ribereña influye en el crecimiento mostrándose menor en ríos muy sombreados donde no llega la luz.

Perifiton en relación a la dieta de *Ancistrus* e *Hypostomus*

El perifiton es fundamental en la dinámica de ecosistemas acuáticos, llegando a aportar el 80% de productividad total (Roldan 1992). Constituye fuente de energía para protozoos, rotíferos, crustáceos, insectos, moluscos y peces (Cronquist 1997, Dam *et al.* 2002, Morales 2006). Peces de los géneros *Ancistrus* e *Hypostomus* también se alimentan de perifiton (Mac Arthur & Levis 1964, Burgess 1989, Santamaria & García 1993, Power 1999, 2004b, Delariva & Agostinho 2000, Trajano 2001, Cassati 2002, 2005, Garavello 2004, Andrade y Braga 2005, Miranda 2006, Pouilly 2006).

Competencia interespecífica, sobreposición de nicho y segregación ecológica

La competencia interespecífica, sucede cuando dos especies comparten y explotan el recurso alimenticio o el espacio, por lo que una puede ser afectada disminuyendo su fecundidad, crecimiento y sobrevivencia (Jaksic 2000, Smith & Smith 2001, Begon *et al.* 2006).

Esta competencia da lugar al principio de exclusión competitiva, por lo que dos o más especies no podrían coexistir (Hardin 1960). Aunque pueden utilizar el recurso en baja intensidad o de diferente forma (Power 1984a, Begon *et al.* 2006). Así desarrollan como estrategia la segregación de nicho, contrario a la sobreposición (Howe & Estandrook 1977, Jaksic 2000). La sobreposición de nicho alimenticio permite enfatizar el grado y forma en que dos especies usan un mismo recurso (Shoener 1974). Si éstos son abundantes, la sobreposición podría ser total, dándose así la coexistencia, pero si son escasos podrían producirse diferentes consecuencias dependiendo del grado (Jaksic 2000).

La cantidad de nicho solapado es proporcional al grado de competencia por este recurso. No obstante, un solapamiento de nicho no siempre indica una alta interacción de recursos. Un extenso solapamiento de nicho puede indicar que hay poca competencia y que los recursos son abundantes (Smith & Smith 2001). Otra tendencia que pareciera ser frecuente es la alta sobreposición de nichos tróficos, independientemente en algunos casos, de las adaptaciones morfoanatómicas para explotar determinados recursos (Ortaz 1992).

Diversas consecuencias ocurren cuando los recursos no son abundantes para dos especies que lo comparten. Si una especie es dominante, excluirá de una parte de los recursos a la otra especie, pudiendo coexistir ambas. Por otro lado, si es competitivamente dominante, se producirá exclusión competitiva, por lo cual se extinguirá localmente la especie menos dominante (Jaksic 2000, Smith & Smith 2001).

En otra circunstancia se puede producir segregación de nicho o divergencia de una o mas especies, esto ocurre cuando dos especies alopatricas convergen en simpatria (Jaksic 2000, Herler & Patzner 2005). Esta estrategia es un factor importante que permite la coexistencia de

competidores por alimento, espacio y abundancia entre otros (Schnitzler *et al.* 1992, Genner *et al.* 1999).

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Determinar la relación de la dieta y la disponibilidad de alimento de *Ancistrus sp.* e *Hypostomus sp.* (Pisces Loricariidae) en cinco ríos de la subcuenca del Río Chipiriri.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Conocer la dieta de *Ancistrus sp.* a través de la cuantificación de ítems alimenticios en cinco ríos de la subcuenca Chipiriri.
- Evaluar la dieta de *Hypostomus sp.* a través de la cuantificación de los ítems alimenticios en cinco ríos de la subcuenca Chipiriri.
- Describir la oferta alimenticia del perifiton en cinco ríos de la Subcuenca del río Chipiriri.
- Comparar la relación de dieta entre *Ancistrus sp.* e *Hypostomus sp.*

AREA DE ESTUDIO

La Cuenca Amazónica boliviana

En Bolivia, la Cuenca Amazónica ocupa entre 724.000 a 742.000 km² que corresponden al 66% del territorio nacional. Es parte del alto Madeira, conformado por cuatro sub cuencas ordenados a manera de abanico: Madre de Dios (2. 715 Km²), Beni (12. 2400 Km²), Iténez (303. 300 Km²) y Mamoré (222. 000 Km²) (Montes de Oca 1997).

Esta gran región con llanuras húmedas y clima tropical cálido, esta ubicada entre la cadena montañosa de Los Andes y el Escudo Brasileiro, incluyendo pantanos, sabanas, chaparrales, selvas y zonas boscosas con bosques en galería a lo largo de los ríos (Boero 1993, Pouilly *et al.* 2004, Díaz 2004).

La subcuenca del Río Mamoré, constituye una de las redes más extensas de la cuenca amazónica (Montes de Oca 1997). Sus principales afluentes son los ríos: Ichilo, Chapare, Grande, Iténez o Guaporé, Apere, Yacuma, Yata, Sécore entre otros. Los afluentes del río Sécore son el Isiboro, Ichoa y Chipiriri (Loubens *et al.* 1992, Montes de Oca 1997, Díaz 2004).

Área de estudio

La subcuenca del río Chipiriri.

La subcuenca del río Chipiriri se encuentra en la Provincia Chapare (Dpto. Cochabamba) aproximadamente entre los 24°30'86" Longitud Oeste y 81°45'55" Latitud Sur, una altitud media de 270 m., ocupa alrededor de 127 Km². Nace en inmediaciones de Villa Tunari con el nombre de Río Colorado, recibiendo en su recorrido el aporte de arroyos de primer y segundo orden, confluye en el río Isiboro (Strahler 1957, Díaz 2004).

Biogeográficamente forma parte del sector Amazónico de Piedemonte Andino de zonas hiperhúmedas con vegetación compuesta principalmente por *Apeiba membranacea*, *Dipterix odorata*, *Eschweitera coriacea*, *Inga capitata* y *Swietenia macrophylla*, como también gran cantidad de plantaciones frutales, principalmente banano (*Musa paradisiaca*), papaya (*Carica papaya*), cítricos (*Citrus* spp.), piña (*Ananas comosus*) entre otros (Moya *et al.* 2003, Navarro & Maldonado 2005, Moya 2006).

Climáticamente pertenece a la ecoregión subtropical húmedo con una temperatura promedio de 24 °C (variaciones anuales entre 12–40 °C), humedad relativa 80% y precipitación media de 5.174 mm (Montes de Oca 1997). Se distinguen dos épocas definidas, época lluviosa (Diciembre a Febrero) y época seca (Abril a Septiembre). Julio y agosto son los meses de menor precipitación (100 mm) (Hoffmann *et al.* 1999).

Ríos de muestreo.

Los ríos seleccionados fueron codificados en el marco de proyecto dirigido por la IRD (Institut de Recherche pour le Développement) para investigar la dinámica poblacional y abundancia de especies de peces. Estos ríos son el R-Col, R-75, R-24, R-28 y R-86 que fueron seleccionados

para el presente estudio considerando su tamaño, cobertura de dosel y composición de sustrato (Figura 9, Tabla 1).

Tabla 1. Características generales de los ríos de estudio.

Nombre del Río	Código del río	Coordenadas		Ancho max. (m)	Profundidad max. (cm)	Sustrato dominante
		UTM (X)	UTM (Y)			
Río Colorado	R - Col	293139	8130846	25	60	Grava
Río Espíritu Santo	R - 86	243086	8121975	25	170	Piedra
—	R - 24	250374	8129804	20	150	Limo y arena
—	R - 75	251849	8145555	15	70	Grava y piedra
Río Central	R - 28	251503	8136032	10	50	Grava y piedra

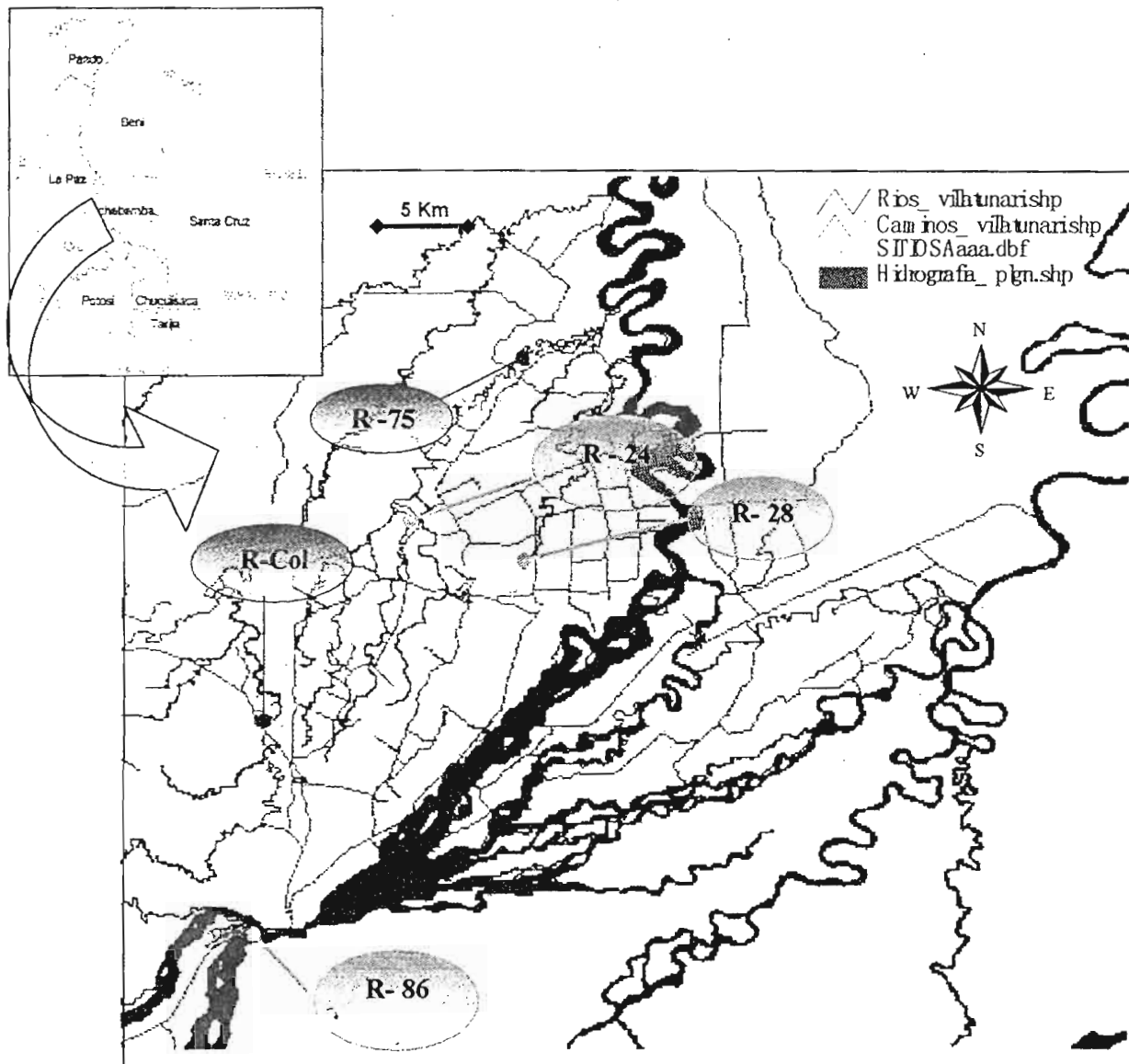


Figura 9. Mapa de ubicación de los ríos de muestreo en la Subcuenca del Río Chipiriri (Fuente: IRD -ULRA-UMSA).

Río Colorado (R-Col)

Se encuentra cerca de la colonia Chipiriri y Bella Vista, es uno de los más grandes y anchos de los cinco ríos estudiados. Su sustrato está compuesto principalmente de grava, contrariamente en zonas de poza (lenítica) por arena y limo donde se encuentran troncos sumergidos y alcanza 60 cm. de profundidad. Las zonas de corriente (rápidos) muestran sustrato pedregoso con profundidades máximas de 40 cm. (Figura 10 Tabla 1.).

Se trata de un río con vegetación ribereña de cobertura abierta a despejada que posibilita la mayor incidencia de luz solar sobre su cauce. Esta incidencia produce una cobertura algal de aproximadamente 90% sobre la superficie de las piedras sumergidas. Aledaños al río Colorado se observaron cultivos y basura (latas, bolsas).



Figura 10. Vista panorámica del Rio Colorado (R-Col), río de cobertura vegetal abierta (Fotografía: Cadima Mirtha).

Río Espíritu Santo (R- 86)

Se localiza cerca de la población Espíritu y desemboca en el río Junta Corani, forma parte de los ríos mas grandes y caudalosos entre los cinco estudiados. El sustrato es pedregoso, la zona de corriente (rápidos) se compone de piedras, alcanzando una profundidad aproximada de 170 cm.

Es un río de cobertura vegetal abierta que permite mayor incidencia de luz solar sobre el río, que favorece la densa cobertura algal compuestas principalmente de algas verdes y filamentosas, cerca del 90% sobre la superficie de piedras. Constituye uno de los ríos con aguas transparentes y frías, al igual que el río R-28 y R-75 se observa un puente.

Río R-24

Se ubica entre la colonia San Carlos y Litoral, es un río mediano entre los cinco estudiados, cuyo sustrato esta compuesto principalmente de grava. En pozas el sustrato esta compuesto de abundante limo, arena y materia orgánica como hojas, semillas y macrófitas de *Chara*, *Nitella*, entre otros. Alcanza una profundidad de 1.50 m. En las zonas de corriente (rápidos) el sustrato se compone de piedra, grava, arena, troncos, conchas de caracol entre otros y alcanza 50 cm de profundidad.

Es un río de cobertura vegetal cerrada formado por plantas arbóreas y herbáceas que aportan con hojas, semillas y frutos al río, cuya incidencia de luz solar permite el crecimiento de algas sobre piedras en aproximadamente 50%.

Río R-75

Situado cerca del Puerto San Francisco, constituye un río mediano entre los ríos de estudio. El sustrato es de grava y piedra. El sustrato en la zona de poza se forma de limo y escasos troncos en los bordes del río cuya profundidad llega a 1.50 cm. Contrariamente la zona de corriente (rápidos) se compone de abundante grava y piedra cuya profundidad aproximada es de 60 a 70 cm.

Se trata de un río de cobertura vegetal cerrada que permite la incidencia de luz solar y la producción de algas que cubren piedras aproximadamente en 60%. De manera similar que el R-86 y R-28, presenta un puente, se observó personas que asisten al mismo a lavar su ropa y a beber el ganado vacuno.

Río Central (R-28)

Se encuentra entre Villa Colonia Barrientos y Villa Litoral, es el río más pequeño entre los cinco estudiados, presenta sustrato de piedras y grava. La zona de poza con sustrato de arena, troncos sumergidos alcanza la profundidad de 50 cm. En zonas de rápidos el sustrato está compuesto por grava, piedra alcanzando 40 cm. de profundidad (Figura 11).

Presenta vegetación ribereña, compuesta de arbustos y árboles que cubren densamente al río que posiblemente brinda aporte alimenticio a los peces pero no facilita el buen crecimiento de algas pues solo permite un 20% de incidencia de luz solar. Se observa un puente por encima del mismo.



Figura 11. Vista panorámica del río R-28, río de cobertura vegetal cerrada (Fotografía: Cadima Mirtha)

METODOS.

Diseño del estudio

El estudio se realizó el 2005, en julio a comienzos de la época seca. Se seleccionaron cinco ríos en función a su accesibilidad, características fisicoquímicas, ancho del río y cobertura vegetal (abierta o cerrada) (Figura 1, Tabla 1). De los ríos de estudio, dos eran grandes (> 25 m de ancho), dos medianos (10 y 25 m de ancho) y uno pequeño (< 10 m. de ancho); con tramos de rápidos y pozas de poca pendiente y medianamente caudalosos (excepto el R-86), de diferente profundidad (Tabla 1).

Recolección de datos en campo.**Parámetros Físico-Químicos.**

En cada río se registró la conductividad y la temperatura con un equipo portátil (YSI 85), como también el pH con un aparato (Testo 230).

Parámetros Biológicos.**Colecta de peces.**

Una de las técnicas utilizada en la captura de peces es la pesca eléctrica (Marín 1989, Granado 1996). La cual se realizó mediante un equipo (EFKO) de 400 y 600 voltios. Los especímenes fueron colectados con redes de mano (Figura 12). La pesca se realizó en zonas del río que incluyen pozas y rápidos contemplados longitudinalmente. Los individuos fueron fijados en formol (10%) y conservados en alcohol (70%) para su posterior disección.



Figura 12. Método de la pesca eléctrica para la colecta de peces (Fotografía: Pouilly M.)

Muestreo del perifiton

El perifiton fue colectado en cada río, dos replicas por sustrato (hoja, piedra, tronco y sedimento), en tramos de pozas y rápidos de la siguiente forma:

- Perifiton de troncos: Una vez emergido cuidadosamente el tronco, se utilizó un cepillo delgado para raspar el área superficial (25 cm². aprox.), cuya muestra fue depositada en frascos con ayuda de una espátula para evitar pérdidas.
- Perifiton de hoja: Se colectó el perifiton de hoja, emergiéndola a la superficie cuidadosamente para no perder muestra, se recortó el área superficial de (2×2 y 3×3 cm.) porque se considera la superficie menos destrozada y con mayor perifiton.
- Perifiton de piedras: Se utilizó un muestreador diseñado para este tipo de colecta, con el que se colectó perifiton del área superficial (8 cm. aprox.) de piedra (Figura 13).
- Perifiton de sedimento: Se colectó sedimento para determinar la existencia de organismos intersticiales relativos al perifiton. Se utilizó un frasco con una apertura de 4 cm. de diámetro, el cual se sumergió en el río hasta llegar al sedimento, dentro del río, se tapó el frasco con la muestra, evitando perturbaciones (burbujas).

Todas las muestras de perifiton fueron fijadas con formol al 4% en frascos debidamente etiquetados para su posterior análisis en laboratorio.

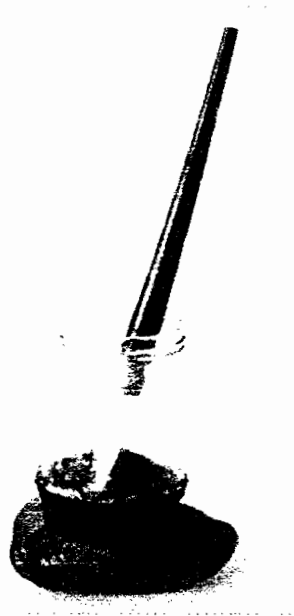


Figura 13. Aparato fabricado para la colecta de perifiton de piedra (algas epilíticas).

Recolección de datos en laboratorio

Las algas fueron identificadas hasta género mediante claves (Bourrely 1981, 1985 & 1986, Timothy *et al.* 1986, Infante 1988, Boltovskoy 1990, Lopretto & Tell 1995, Diaz & Maidana 2005, Bicudo & Menezes 2006).

a) Extracción del tracto digestivo y análisis del contenido de los peces

Mediante disección se extrajo el sistema digestivo completo de todos los individuos de *Ancistrus* e *Hypostomus*., los cuales no presentan estómago bien diferenciado. Se evaluó el 20 % del sistema digestivo cercano a la boca, el cual fue diluido en agua destilada y separado en un tamiz de malla 25 μ . Para las muestras muy concentradas se realizó un submuestreo evaluando la cuarta parte del tamiz (Figura 14).

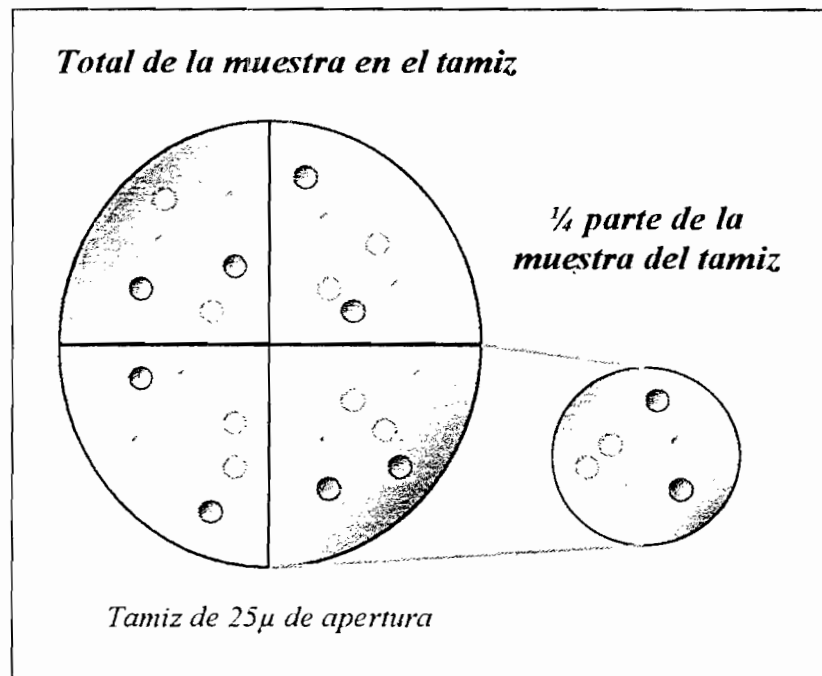


Figura 14. Esquema del submuestreo para la evaluación cuantitativa y cualitativa del contenido del tracto digestivo.

El análisis cualitativo y cuantitativo se realiza mediante microscopio (ZEISS) a 250x de aumento, los contenidos digestivos se evalúan en la cámara Sedgwick-Rafter mediante el método numérico, contando los ítems alimenticios por individuo y expresándose al final el porcentaje total examinado (Hyslop 1980, Tresierra & Culquichicón 1986, Lima-Junior & Goitein 2001, Pereira *et al.* 2004).

b) Análisis de perifiton

Se realizaron submuestreos del perifiton de: piedra, hoja, tronco y sedimento. Mediante la cámara Sedgwick-Rafter en microscopio (método modificado de Infante 1988) se evaluaron cualitativa y cuantitativamente por tamaño individuos completos de algas.

Evaluación del área superficial de las algas

Se consideraron organismos completos de acuerdo a dos dimensiones (largo x ancho). Sin embargo, las algas presentan amplio rango de formas y tamaños, el cálculo de la superficie se

realizó, ajustando la forma del alga con formas geométricas conocidas, siguiendo consideraciones de Hillebrand *et al.* (1999) como se observa en la Figura 15.

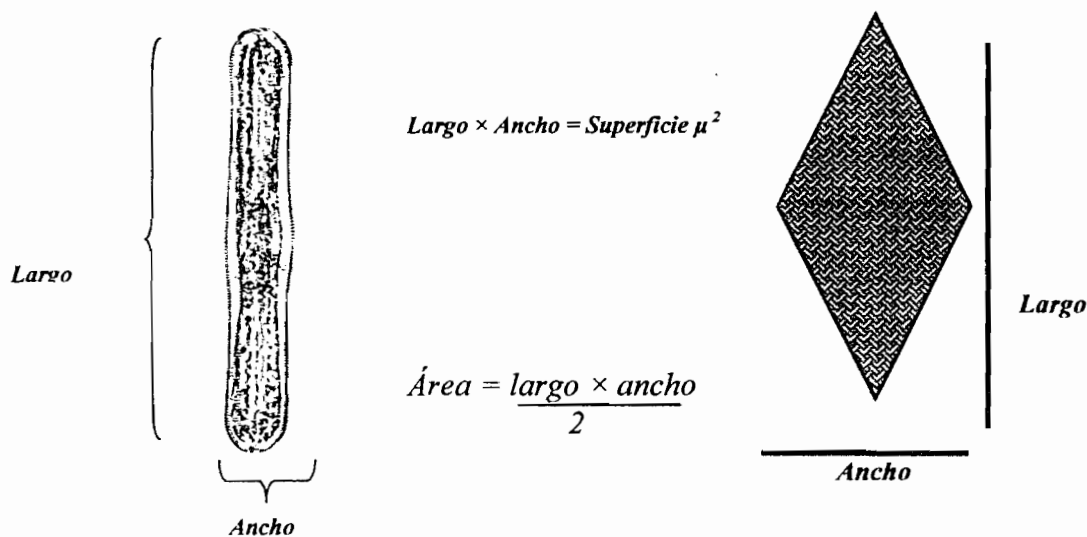


Figura 15. Esquema de cálculo de la superficie de algas en μ^2

ANÁLISIS DE DATOS

Riqueza de algas del perifiton

La riqueza se evaluó por el número de géneros de algas del perifiton de los sustratos: hoja, piedra, tronco y sedimento.

Riqueza de algas de contenidos digestivos

De la misma forma se calculó la riqueza de géneros de algas en los contenidos digestivos de *Ancistrus* sp. e *Hypostomus* sp.

Curva de Acumulación

La curva acumulativa fue elaborada con el programa EcoSim (Gotelli & Entsminger 2001). Para comparar el número de géneros de algas que puede esperarse en los contenidos digestivos de N individuos de *Ancistrus* e *Hypostomus*.

Relación del área superficial y riqueza de algas

Se evaluó la relación entre el porcentaje de área superficial que ocupan las clases de algas en el perifiton y el número de géneros de algas mediante un modelo de regresión cuadrática utilizando el programa Biostat 2.0 (Ayres *et al* 2004).

Índice de Diversidad y Equitatividad algal en los ríos y en los contenidos digestivos.

Se aplicó el Índice de Shannon para determinar la diversidad de géneros de algas del perifiton en los diferentes ríos y contenido digestivo de las especies (Moreno 2001).

Donde:

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

H' = Diversidad
 Pi = Abundancia relativa de los géneros dentro de la muestra.

Equitatividad (E')

Es la relación de la diversidad encontrada y estimada, que varía de 0 cuando casi la totalidad de los datos está concentrada sobre un género y 1 cuando los géneros tienen la misma abundancia, estandarización de la fórmula del índice de Shannon-Wiener (Barbault 1992, Moreno 2001).

$$E' = \frac{H'}{H \text{ max.}}$$

Donde:

$$H \text{ max.} = \ln (\text{número de género})$$

Composición cuantitativa de la comunidad de algas en los ríos (Análisis de Componentes Principales (ACP))

Para obtener una visión general acerca de la distribución y la composición de los géneros de algas, se realizó un análisis multivariable de Componentes Principales (ACP), mediante el paquete estadístico R (versión 2.4.0). En el cual se ordenaron en filas las variables sustratos

(hoja, piedra, tronco y sedimento) y ríos (R-86, R-24, R-28, R-Col, R-75); y en columnas de la tabla los valores del área superficial transformada por Ln (Ls+1) de los géneros mas abundantes. Finalmente estos valores se ordenan en el mapa factorial cuyos datos se interpretan a través del círculo de correlación, que ordena los géneros de algas en dos ejes (F1 y F2), según su porcentaje de variabilidad (Hair *et al.* 2001, Fossati *et al.* 2003).

Análisis de perfil alimenticio de las especies

Este análisis frecuentemente utilizado en la ecología de especies y comunidades, compara la relación consumo-oferta, mediante el listado del número de ítems de la dieta que se compara con la lista de especies de la oferta (Daget & Godron 1982).

$$\text{Perfil Alimenticio} = \frac{\text{Perfil alimenticio Consumo}}{\text{Perfil alimenticio de la Oferta}}$$

Análisis del Perfil alimenticio Corregido por cada río y por cada especie

Para determinar cuáles son los ítems alimenticios seleccionados por cada especie en cada río, se realizó, el perfil ecológico corregido, el cual se calcula mediante la diferencia del porcentaje total del consumo (*Ancistrus sp.* e *Hypostomus sp.*) y el porcentaje total de la oferta Perifiton.

$$\text{Perfil Alimenticio Corregido} = \left[\frac{\text{Perfil ecológico Consumo}}{\text{Perfil ecológico de la Oferta}} \right] - 1$$

Coefficiente Comunitario (CC)

Para determinar el grado de similitud o disimilitud de la dieta entre *Ancistrus sp.* e *Hypostomus sp.* con respecto al perifiton en cada río, se empleó el Coeficiente Comunitario (CC):

$$CC = \frac{2c}{a+b}$$

Donde *a* es el número de géneros de algas en la dieta de *Ancistrus sp.* para cada río, y *b* el número de géneros en la dieta de *Hypostomus sp.* y *c* es el número de géneros de algas presentes en la dieta de ambos. El intervalo de valores de este índice va de 0 a 100%. Será 0% cuando no hay géneros de algas compartidos entre *Ancistrus sp.* e *Hypostomus sp.* y lo contrario cuando es 100%. De manera similar se realizará el cálculo para cada género (*Ancistrus sp.* e *Hypostomus sp.*) con respecto al perifiton de cada río (Moreno 2001, Smith & Smith 2001, Miranda & Barrera 2005).

Riqueza de algas entre individuos (n) de *Ancistrus* e *Hypostomus* en ríos de estudio.

Para estimar la variación de riqueza de géneros de algas entre *Ancistrus* e *Hypostomus*, se calculó la Mediana ± cuartil máximo y mínimo, por cada río mediante (SPSS versión 11.5)

RESULTADOS

Parámetros Físico-Químicos.

Los ríos que presentaron mayor conductividad fueron: R-86, R-24 y R-28 ubicados cerca al cauce principal del río Chipiriri, contrariamente a los ríos R-Col y R-75 que registraron menor conductividad (Figura 1).

Las temperaturas mayores se registraron en estaciones de ríos anchos y de cobertura vegetal abierta (R-Col, R-86) y los ríos angostos de cobertura vegetal cerrada (R-24, R-28, R-75) registraron temperaturas menores (Tabla 2).

Tabla 2. Parámetros fisicoquímicos de los cinco ríos de estudio.

Código del río	Conductividad $\mu\text{S/cm}$	pH	Temperatura $^{\circ}\text{C}$	Cobertura Vegetal Ribereña
R - Col	76	7.7	26.7	Abierta y despejada (40%) compuesta de árboles
R - 86	360	5.7	25	Abierta (40%) con árboles.
R - 24	242	7.5	21.8	Cerrada (50%) con árboles y arbustos
R - 75	195	7.5	22.9	Parcialmente cubierta (60%) con arbustos y árboles
R - 28	325	8.1	24.3	Cerrada (80%) con árboles y arbustos.

Parámetros Biológicos.

Se han capturado un total de 210 individuos de los cuales el mayor número de individuos capturados para *Ancistrus* (n=50) ocurrió en el R-75, mientras que para *Hypostomus* (n=15) en el R-28 (Tabla 3).

Tabla 3. Número de individuos capturados por río y por género.

Cod- Ríos	N° de peces		N° total peces por río
	<i>Ancistrus</i> sp.	<i>Hypostomus</i> sp.	
R- Col	33	13	46
R-75	50	3	53
R-24	44	1	45
R- 28	44	15	59
R-86	2	5	7
Total	173	37	210

Composición cualitativa y riqueza de algas en el perifiton

La composición de algas del perifiton presenta 56 géneros agrupados en siete clases. Bacillariophyceae con 24 géneros, agrupados en 8 familias y 5 órdenes. Zygothryceae presenta 8 géneros agrupados en 2 familias y 1 orden. Cyanophyceae con 7 géneros distribuidos en 6 familias y 4 órdenes. Euclythryceae con 6 géneros reunidos en 4 familias cada una incluida en

2 ordenes. Ulothricophyceae presenta 5 géneros dentro de 4 familias y 4 ordenes. Euglenophyceae con 4 géneros incluidos en 2 familias y 1 orden, finalmente Rhodophyceae con solo 2 cada uno pertenece a una familia y a un orden diferente (Tabla 4).

La riqueza de algas (Tabla 4) fue mayor en el perifiton del R-Col (45 géneros) que presenta cobertura vegetal abierta. El valor mas bajo se registró en el R-75 (36 géneros) con cobertura vegetal parcial (Tabla 1).

Composición cualitativa y riqueza de algas en los contenidos digestivos

La composición de algas en los contenidos digestivos es de 58 géneros agrupados en siete clases. Bacillarophyceae con 24 géneros, agrupados en 8 familias y 5 órdenes. Zygothryx presenta 11 géneros agrupados en 2 familias y 1 orden. Cyanophyceae que se compone de 7 géneros distribuidos en 6 familias y 4 ordenes. Euchlorophyceae con 6 géneros reunidos en 4 familias cada una incluida en un orden diferente. Ulothricophyceae presenta 4 géneros dentro de 3 familias y 3 órdenes. Euglenophyceae con 4 géneros incluidos en 2 familias y 1 orden, finalmente Rhodophyceae registró menor número de géneros, con solo 2, cada uno pertenece a una familia y a un orden diferente (Tabla 4).

Tabla 4. Categoría taxonómica de 59 géneros de algas de los contenidos digestivos (*Ancistrus* e *Hypostomus*) y perifiton en cinco ríos muestreados de la Subcuenca del Río Chipiriri (Chapare).

DIVISION	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO			
Chromophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i>			
				<i>Amphipleura</i>			
				<i>Gyrosigma</i>			
				<i>Amphora</i>			
				<i>Cymbella</i>			
				<i>Pinnularia</i>			
				<i>Gen. no ident.naviculiforme</i>			
				<i>Gomphonema</i>			
				<i>Stauroneis</i>			
				<i>Frustulia</i>			
				<i>Rhopalodia</i>			
				<i>Nitzschia</i>			
				<i>Surirella</i>			
				<i>Achnanthes</i>			
<i>Cocconeis</i>							
<i>Cyclotella</i>							
<i>Melosira</i>							
<i>Diatoma</i>							
<i>Fragilaria</i>							
<i>Synedra</i>							
<i>Asterionella</i>							
<i>Tabellaria</i>							
<i>Ceratoneis</i>							
<i>Eunotiales</i>	<i>Eunotiaceae</i>	<i>Eunotia</i>					
Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Acrochaetales</i>	<i>Audouinellaceae</i>	<i>Audouinella</i>			
		<i>Cryptonemiales</i>	<i>Hildebrandiaceae</i>	<i>Hildebrandia</i>			
Cyanophyta	Cyanophyceae	<i>Chroococcales</i>	<i>Chroococcaceae</i>	<i>Merismopedia</i>			
		<i>Chamaesiphonales</i>	<i>Chamaesiphonaceae</i>	<i>Chamaesiphon</i>			
		<i>Stigonematales</i>	<i>Capsosiraceae</i>	<i>Capsosira</i>			
		Oscillatoriales	<i>Oscillatoriaceae</i>	<i>Oscillatoria</i>			
			<i>Lyngbya</i>				
			<i>Nostocaceae</i>	<i>Anabaena</i>			
<i>Tubiellaceae</i>	<i>Johannesbaptista</i>						
Chlorophyta	Zygophyceae	Zygonematales	Desmidiaceae	<i>Closterium</i>			
				<i>Penium</i>			
				<i>Actinotaenium</i>			
				<i>Cosmarium</i>			
				<i>Staurastrum</i>			
				<i>Staurodesmus</i>			
				<i>Micrasterias</i>			
				<i>Euastrum</i>			
				<i>Hyaloteca</i>			
				<i>Spirogyra</i>			
				<i>Mougeotia</i>			
				<i>Tetrasporales</i>	<i>Gloeocystaceae</i>	<i>Gloeocystis</i>	
				Euchlorophyceae	Chlorococcales	<i>Hydrodictyceae</i>	<i>Sorastrum</i>
						<i>Chlorella</i>	
<i>Ankistrodesmus</i>							
<i>Selenastrum</i>							
<i>Scenedesmaceae</i>	<i>Scenedesmus</i>						
Ulothricophyceae	<i>Ulotricales</i>	<i>Ulothricaceae</i>	<i>Ulothrix</i>				
	<i>Chaetophorales</i>	<i>Chaetophoraceae</i>	<i>Saprochaete</i>				
	<i>Cloniophora</i>						
	<i>Oedogoniales</i>	<i>Oedogonaceae</i>	<i>Oedogonium</i>				
	<i>Siphonocladales</i>	<i>Cladophoraceae</i>	<i>Cladophora</i>				
Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales	<i>Euglenaceae</i>	<i>Euglena</i>			
			<i>Phacus</i>				
			<i>Trachelomona</i>				
			<i>Peranemaceae</i>	<i>Anisonema</i>			

En los contenidos digestivos de *Ancistrus sp.*, se encontró un total de 57 géneros de algas con un promedio de 17.6 algas por individuo, y la riqueza de algas varía entre 21 a 46 géneros, mostrando la menor riqueza en el río R-86 donde sólo se capturaron 2 ejemplares y la mayor riqueza en R-75 y R-24, con mayor captura (50 y 44 individuos respectivamente) (Tabla 5).

La riqueza de algas en *Hypostomus sp.*, fue menor con 49 géneros y un promedio por individuo de 14 géneros, con un rango de 10 a 30, encontrándose el valor menor en el R-24, en el que un solo individuo fue capturado y el mayor en el R-28 donde se colectaron 15 individuos (valor máximo de captura entre los ríos de estudio) (Tabla 3).

Tabla 5. Riqueza de géneros de algas de los contenidos digestivos de *Ancistrus sp.*, *Hypostomus sp.* y perifiton en los ríos de estudio.

Cod - Río	Riqueza de generos de algas			
	<i>Ancistrus sp.</i>	<i>Hypostomus sp.</i>	Riqueza total (<i>Ancistrus</i> e <i>Hypostomus</i>)	Perifiton
R-Col	41	27	42	45
R-75	46	28	47	36
R-24	47	10	47	42
R-28	45	30	45	42
R-86	21	28	31	37

La curva de acumulación de géneros de algas no alcanza una asíntota, en *Ancistrus* e *Hypostomus sp.*, lo que sugiere que se necesitaría mayor número de peces para alcanzar la estabilidad de la curva (Figura 16).

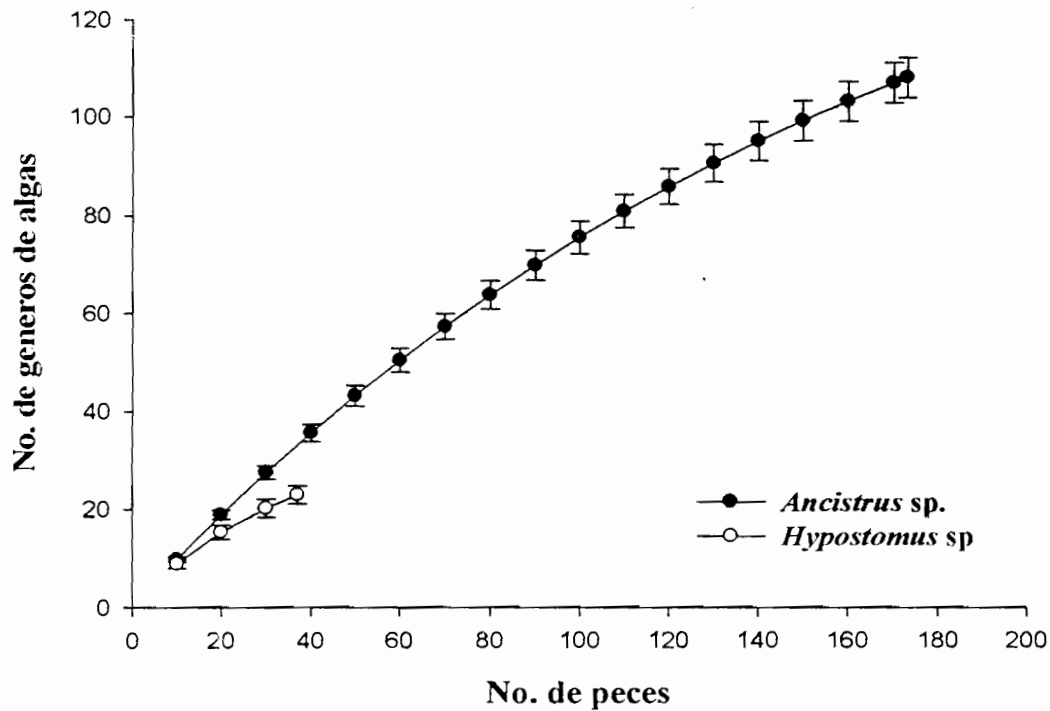


Figura 16. Curva de acumulación de géneros de algas en los contenidos digestivos de *Ancistrus sp.* e *Hypostomus sp.* Las barras indican la varianza de la media

Área superficial de las Clases de Algas.

El área superficial (ancho \times largo μ^2 máximo promedio de cada género en cada una de las clases) de acuerdo al tamaño máximo y su desviación estándar en las siete clases de algas (Figura 17), muestra a Ulothricophyceae con la mayor biosuperficie (14820 μ^2), luego Rhodophyceae (13800 μ^2), Cyanophyceae (3865 μ^2), Bacillarophyceae (2764 μ^2), Euglenophyceae (1127 μ^2) y Euchlorophyceae (956 μ^2).

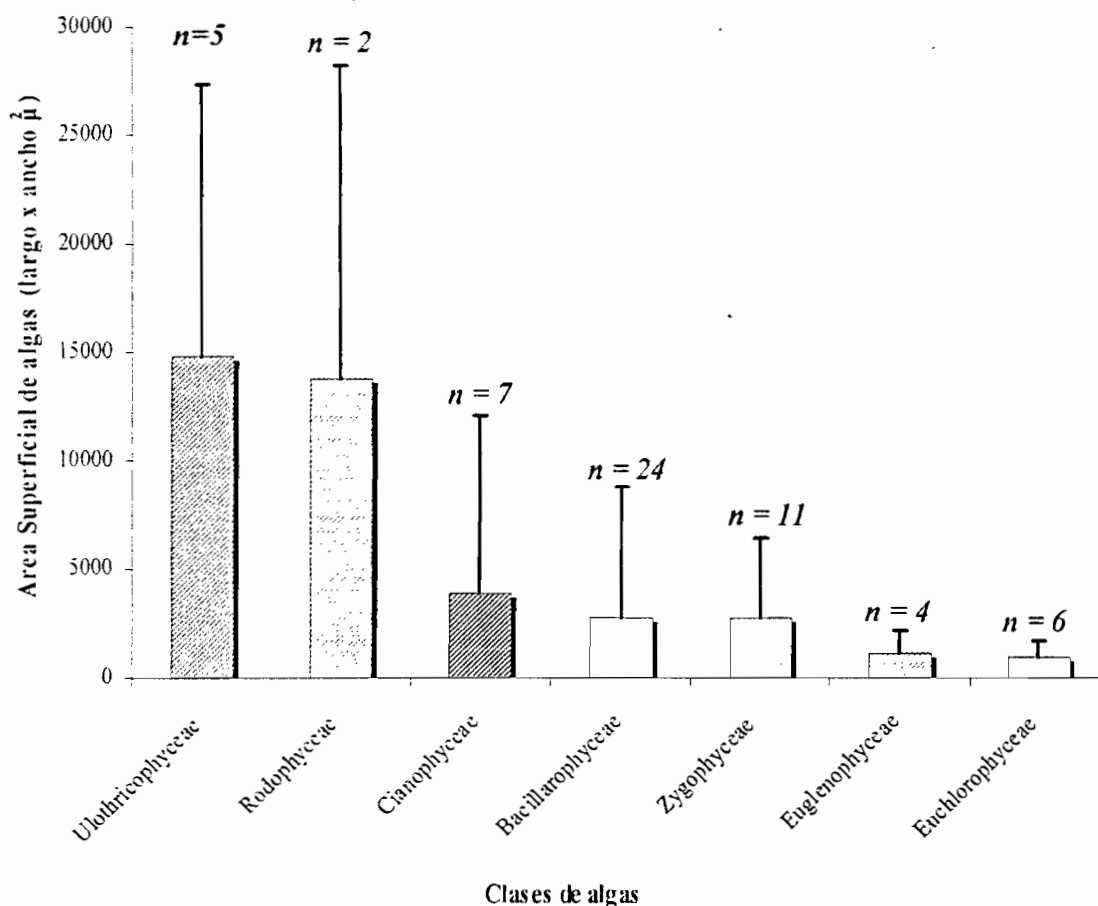


Figura 17. Área superficial promedio (μ^2) de las clases de algas y su desviación estándar, estimada a partir de la medida de los 30 individuos de cada género en las 7 clases. n = número de géneros encontrados por clase.

Porcentaje relativo del espacio que ocupa cada clase, en el perifiton (oferta) de ríos

Bacillariophyceae mostró el mayor porcentaje relativo en el perifiton, excepto el R-86. Las que presentaron menor porcentaje relativo fueron: Eulichlorophyceae, Euglenophyceae y Zygothryxaceae (Figura 18).

La densidad absoluta de algas de: piedras y troncos presentaron 39081 y 34739 algas/cm² respectivamente, mientras que en hojas y sedimentos 29339 y 25675 algas/cm². En general la densidad absoluta por clase de algas muestra a Eulichlorophyceae con el mayor valor (186579 algas/cm²) mientras que el menor (6080 algas/cm²) se encuentra en Ulothricophyceae (Anexo 6).

El río con mayor porcentaje relativo de Bacillariophyceae (82.5%) fue el R-28, que presenta mayor conductividad y cobertura vegetal cerrada. Sin embargo también registró menor presencia de (Ulothricophyceae, Rhodophyceae, Cyanophyceae, Zygothricophyceae, Euglenophyceae y Euchlorophyceae) en comparación con el resto de ríos.

En el río R-86 (de alta conductividad y cobertura vegetal abierta) donde únicamente se tomaron muestras de algas epilíticas porque no se observaron troncos ni hojas; La clase Bacillariophyceae presentó una menor abundancia (29,1%), sin embargo una mayor presencia de las clases Ulothricophyceae (43.3%) y Rhodophyceae (23.6%).

El río R-75, de menor conductividad y mediana cobertura vegetal, también presenta dominancia de Bacillariophyceae (80.4%) aunque en menor proporción que el río R-28. El río R-24, de conductividad intermedia entre los cinco ríos muestreados, muestra 60.2% de Bacillariophyceae y el mayor porcentaje de Cyanophyceae (24.4%) con respecto a los demás ríos. El río R-Col de menor conductividad entre los ríos, registra 58.8% de Bacillariophyceae y el segundo porcentaje relativo más alto entre clases de algas y entre ríos, es el de Ulothricophyceae (28.40%). Este río, se caracteriza por presentar cobertura vegetal abierta (Tabla 2).

Existe una relación entre el porcentaje de área que ocupan las algas en el perifiton y el número de géneros algas ($R^2= 0.91$, $P=0.0016$) donde Bacillariophyceae ocupó mayor área superficial ocupó (69%) a comparación de las demás clases Ulothricophyceae (16.43%), Cyanophyceae (7.37%), Rhodophyceae (5.63%), Zygothricophyceae (1.12%), Euglenophyceae (0.28%), y finalmente Euchlorophyceae (0.09%) (Figura 19)

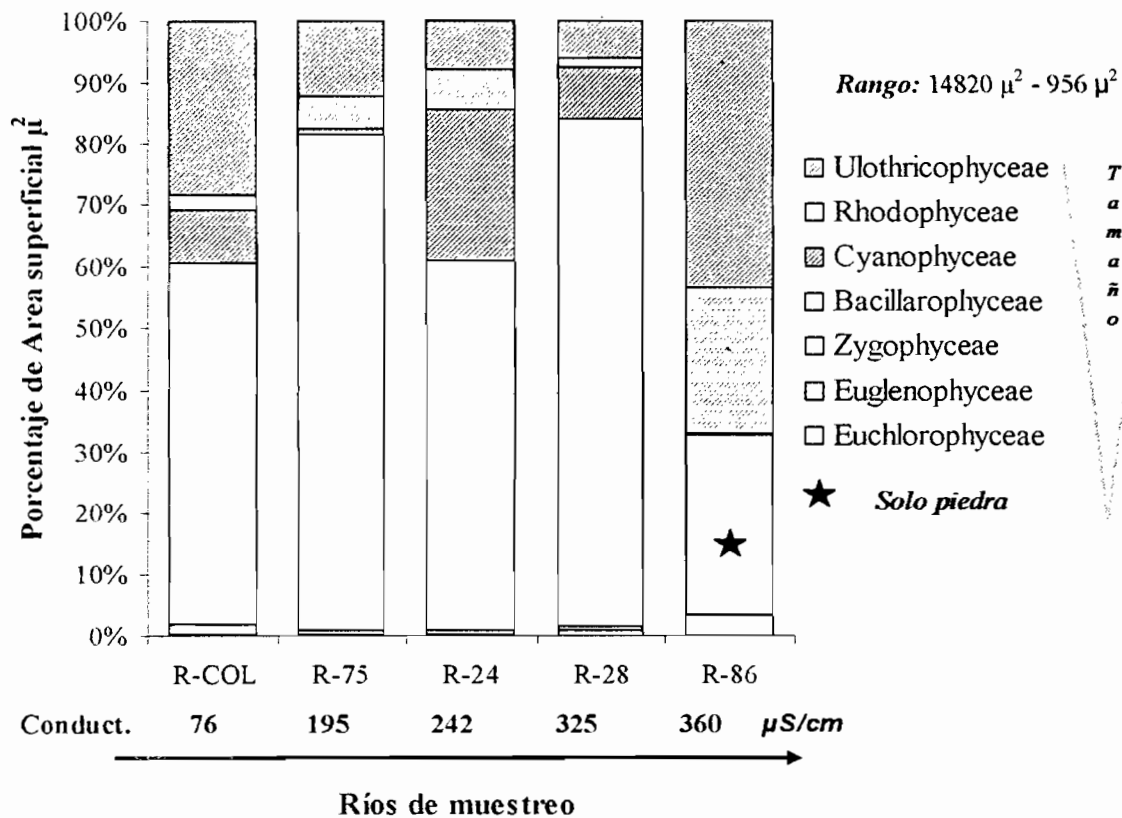


Figura 18. Porcentaje relativo de espacio que ocupan las clases de algas del perifiton (hoja, piedra, tronco y sedimento) en ríos ordenados de menor a mayor conductividad

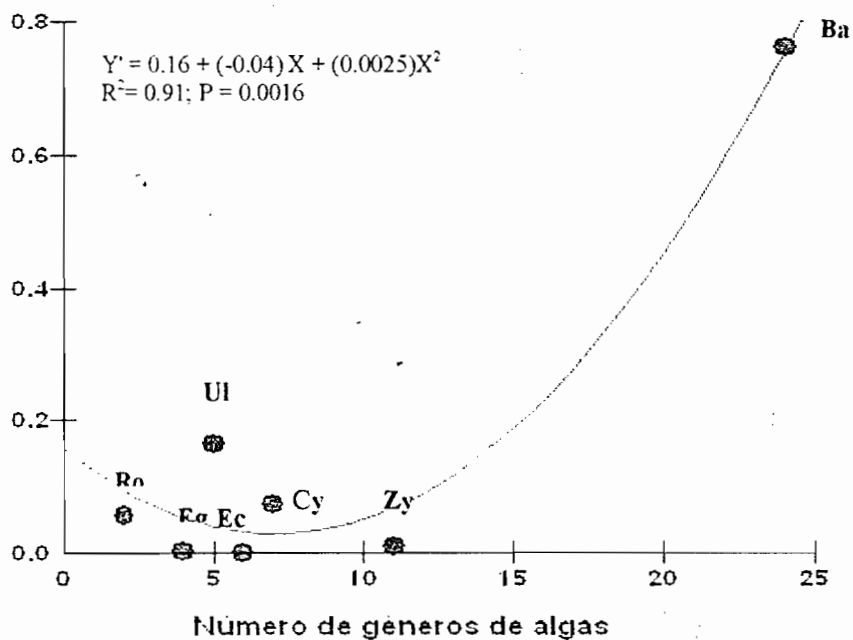


Figura 19. Comparación del porcentaje de área superficial (μ^2) que ocupan las clases de algas en el perifiton y la riqueza en cada una de las clases: .Ba. Bacillarophyceae; Zy: Zygomyceteae; Cy: Cyanophyceae; Ec: Euchlorophyceae; Eg: Euglenophyceae; Ro: Rhodophyceae; Ul: Ulothricophyceae.

Diversidad de algas del perifiton y contenido en cada río

La mayor diversidad algal ocurre en los ríos R-86 (1.211), R-Col (1.056) y R-24 (1.079), con menor cobertura vegetal (40%, 40% y 50% respectivamente). En cuanto a la equitatividad, el mayor valor se registró en el río R-28 (0.193), que presenta mayor cobertura vegetal cerrada (80%) (Tabla 2). El segundo valor de equitatividad sucede en el R-Col (0.129), el menor valor se registra en el R-86 (0.111) (Tabla 4).

En los contenidos digestivos de *Ancistrus* e *Hypostomus*, se observa que la mayor diversidad ocurre en el R-28, de cobertura vegetal cerrada, en el mismo río, *Ancistrus* muestra el mayor valor de equitatividad. En *Hypostomus* no ocurre lo mismo, la mayor equitatividad sucede en el R-75 con el segundo valor más alto de diversidad y mediana cobertura vegetal (60%) (Tabla 6).

Tabla 6. Índice de Diversidad (H'), Equitatividad (E') del consumo (contenido digestivo de *Ancistrus sp.*, e *Hypostomus sp.*) y el de la oferta (perifiton). En negrillas los valores máximos.

Cod-Ríos	<i>Ancistrus sp.</i>		<i>Hypostomus sp.</i>		Perifiton	
	H*	E*	H*	E*	H*	E*
R- Col	0,449	0,250	0,231	0,144	1,056	0,129
R- 75	0,307	0,158	0,918	0,512	0,685	0,081
R- 24	0,445	0,229	—	—	1,079	0,118
R- 28	0,731	0,376	0,950	0,488	0,678	0,193
R- 86	0,299	0,216	0,533	0,384	1,211	0,111

Diferencia de composición cuantitativa de algas entre ríos

El Análisis de Componentes Principales (ACP) indica los porcentajes de variabilidad explicada en los ejes F1 y F2, en los cuales la ordenación de los ríos y la composición cuantitativa de géneros de algas es del 25,1% (Figura 20 C).

Los ríos R-Col y R-75, presentan una mayor composición cuantitativa de géneros de Bacillariophyceae. El R-Col (río con menor conductividad) presenta un mayor número de individuos de los géneros: *Amphiptera*, *Fragilaria*, *Cymbella*, *Surirella*, *Pinnularia*

(*Bacilliarophyceae*); *Closterium*, *Cosmarium* (*Zygophyceae*); *Merismopedia* (*Cyanophyceae*). El R-75, presenta mayor densidad de los géneros *Gyrosigma*, *Eunotia*, *Amphipleura* (*Bacilliarophyceae*); *Closterium*, *Cosmarium* (*Zygophyceae*) (Figura 20 B).

Los ríos de mayor conductividad (R-86, R-28 y R-24), tienen una mayor proporción de individuos de Euglenophyceae, Zygophyceae, Rhodophyceae, Cyanophyceae y en menor proporción Bacilliarophyceae. El R-86 presenta mayor densidad de *Spyrogira* (*Zygophyceae*), *Ankistrodesmus* (*Euchlorophyceae*), *Stauroneis*, *Cocconeis* (*Bacilliarophyceae*), *Audouinella* (*Rhodophyceae*) y *Lyngbia* (*Cyanophyceae*), *Ulothrix* (*Ulothricophyceae*) entre otros. El río R-28, muestra mayor abundancia de los géneros *Rhopalodia*, *Diatoma* y *Melosira* (*Bacilliarophyceae*). Finalmente en el R-24 se encuentran principalmente *Mougeotia*, *Spirogyra* (*Zygophyceae*), *Amphora* (*Bacilliarophyceae*), *Audouinella* (*Rhodophyceae*).

Correlación de las algas en los diferentes sustratos del perifiton

El Análisis multivariable (ACP) graficó la ordenación del perifiton de: hoja, piedra, tronco y sedimento, en relación a la composición cuantitativa de géneros de algas. Al igual que el ACP de ríos (Figura 20 A), los porcentajes de variabilidad explicada por los ejes F1 y F2 es de 25,1% (Figura 20 C).

En la Figura 20A, se observa que el sustrato sedimento presenta una mayor composición cuantitativa de los géneros de la clase Bacilliarophyceae (*Eunotia*, *Gyrosigma*, *Naviculiforme*, *Surirella*, *Fragilaria*, *Cymbella*) en comparación al resto de sustratos. Sin embargo los demás sustratos no presentan alguna preferencia de composición cuantitativa de géneros.

Consumo del Perifiton por *Ancistrus sp.*, e *Hypostomus sp.*

Ancistrus sp. e *Hypostomus sp.* consumen predominantemente Bacillarophyceae, que se observa, en menor proporción en la oferta. *Ancistrus* presenta un mayor consumo seguida de *Hypostomus*. El resto de las clases se caracterizan por ocupar menor área superficial tanto en el consumo como en la oferta. A pesar de que Rhodophyceae y Ulothrycophyceae presentan mayor tamaño (Figura 17), están pobremente representadas en la oferta (perifiton) y el consumo (*Ancistrus* e *Hypostomus*) (Figura 21).

Por otra parte, la densidad absoluta de algas en *Ancistrus* fue inferior con 58055 algas/cm² a la de *Hypostomus* con 64182 algas/cm².

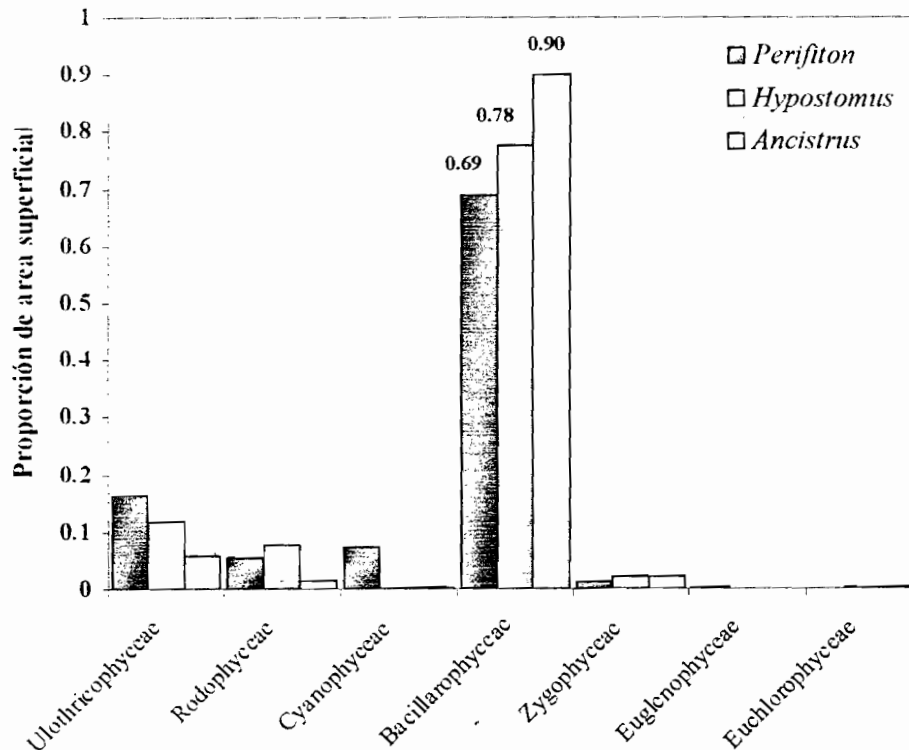


Figura 21. Proporción del área superficial de las clases de algas (orden decreciente) que ocupan en el consumo (*Ancistrus sp.* e *Hypostomus sp.*) y la oferta (Perifiton).

PERFIL ALIMENTICIO DE CONSUMO

Perfil de consumo de *Ancistrus sp.*

En los cinco ríos, *Ancistrus sp.*, presentó un consumo predominante de Bacillarophyceae, el 93.60% en el río R-75. En otros ríos, fueron consumidos en menor proporción: Ulothricophyceae

(2.86%), Zygothyceae (2.75%). En el R-Col consume proporciones similares de Ulothricophyceae (8.58%), Zygothyceae 3.43% que el R-75, ambos ríos son de baja conductividad (Figura 22). Bacillarophyceae también predomina en el R-28 con 77.81%, el segundo río con mayor conductividad (Tabla 2), en el cual se presentan otros ítems consumidos en menor proporción como: Ulothricophyceae (15.54%) Rhodophyceae (4.48%), Cyanophyceae (1.22%) Euglenophyceae (0.16 %) y Euchlorophyceae (0.39%).

El río R-86, río grande que registró el mayor valor de conductividad, también presentó el mayor consumo de Zygothyceae con 7.05% de biosuperficie. En los ríos R-24 y R-28, ríos de alta conductividad y cobertura vegetal cerrada, se observa también, el mayor consumo de Rhodophyceae. Por otra parte en el R-Col, uno de los ríos de menor conductividad y cobertura vegetal abierta, además de la mayor dominancia (mayor biosuperficie) en el consumo de la clase Bacillarophyceae, se observó también el consumo de Ulothricophyceae (8.58%) y Zygothyceae (3.43%) (Figura 22).

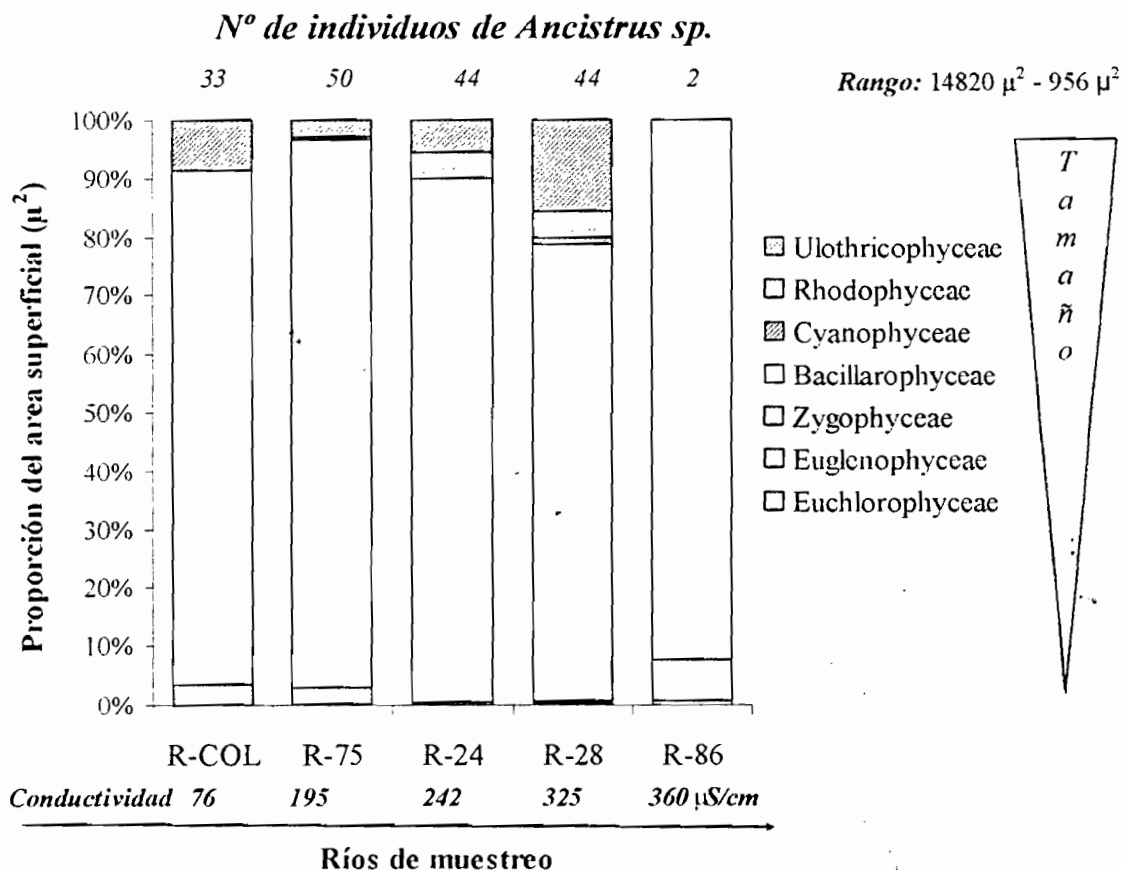


Figura 22. Perfil de consumo de *Ancistrus* sp en cinco ríos ordenados de acuerdo a su conductividad.

Perfil de Consumo de *Hypostomus* sp.

Hypostomus sp consume mayormente a Bacillarophyceae, especialmente en el río R-24 (100%), , esto podría ser porque solo se examinó un individuo de *Hypostomus* sp. (Tabla 2 y 3). El río R-Col, que se caracteriza por ser un río grande (Tabla 1 y 2), registró un alto porcentaje de Bacillarophyceae con 95%, seguida de Zygoephyceae 3.1% y Ulothricophyceae 1.8% entre otros. El R-86, presenta a Bacillarophyceae (86%), acompañado de porcentajes inferiores de Ulothricophyceae (8.34%), Zygoephyceae (5.4%) y Cyanophyceae (0.7%) (Figura 23).

El consumo en los ríos R-28 y R-75 (con cobertura vegetal cerrada y parcialmente abierta), registraron mayor porcentaje de Rhodophyceae (19.54% R-28 y 16.80% R-75) y Ulothricophyceae (8.93% y 19.09%). Los ríos R-Col, R-75 y R-86 mostraron similares porcentajes en consumo de Zygoephyceae con 3.06%, 1.89% y 5.42% respectivamente.

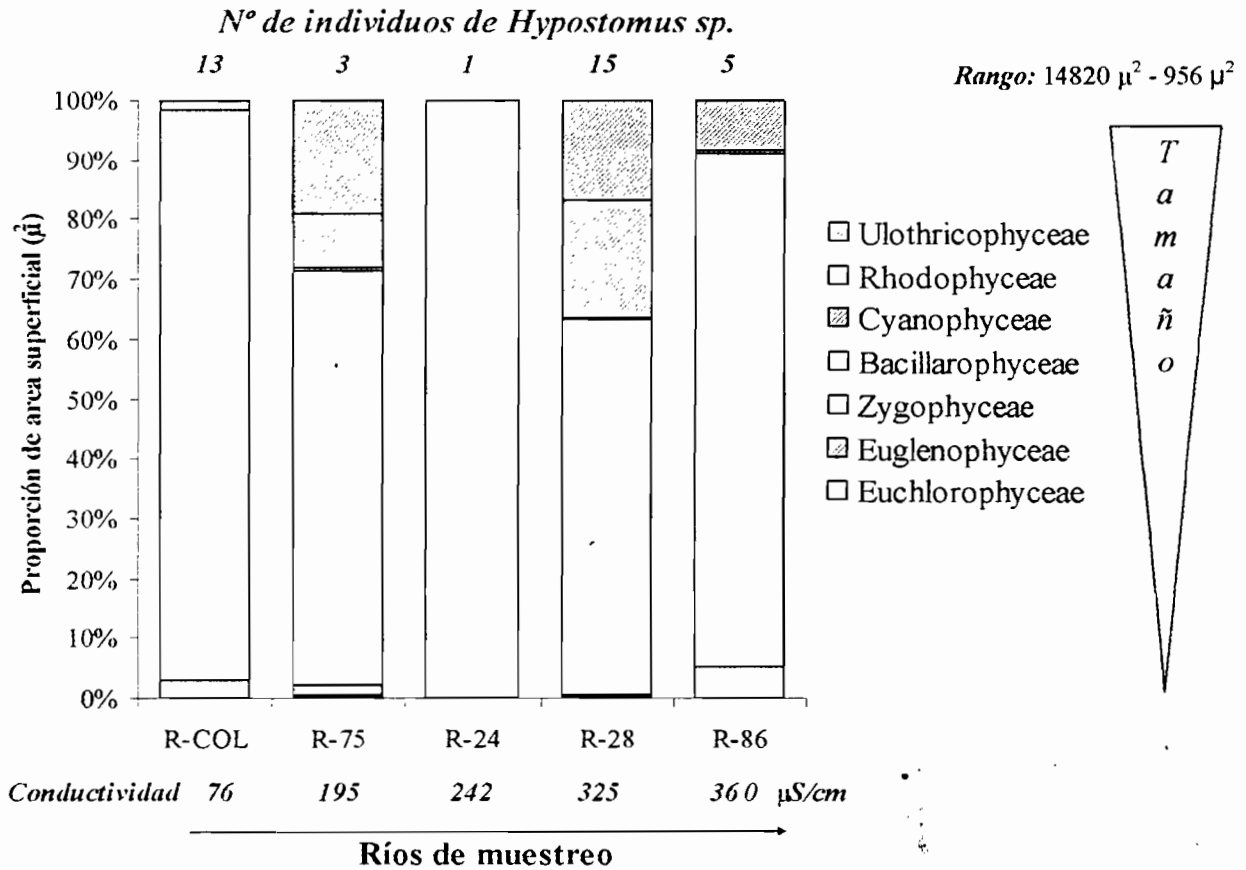


Figura 23. Perfil de consumo de *Hypostomus* sp en cinco ríos ordenados de menor a mayor conductividad.

Perfil alimenticio corregido por genero: *Ancistrus sp.* e *Hypostomus sp.*

Ambas especies presentan similar hábito alimenticio con la mayoría de las clases de algas del perifiton, excepto por la selección positiva de la clase Rhodophyceae de parte de *Hypostomus sp.* (0.38), a comparación de *Ancistrus sp.* que la selecciona negativamente (-0.79) (Figura 24).

Ancistrus sp. e *Hypostomus sp.* seleccionan positivamente: Zygothyceae (1.016 y 1.043 respectivamente), Euchlorophyceae (0.819, 0.848) y Bacillarophyceae (0.302, 0.124). Ambos peces seleccionan negativamente: Cyanophyceae (-0.978, -0.956), Euglenophyceae (0.81, 0.848) y Ulothricophyceae, este último presenta un valor más negativo en *Ancistrus* (-0.646) que *Hypostomus* (-0.284).

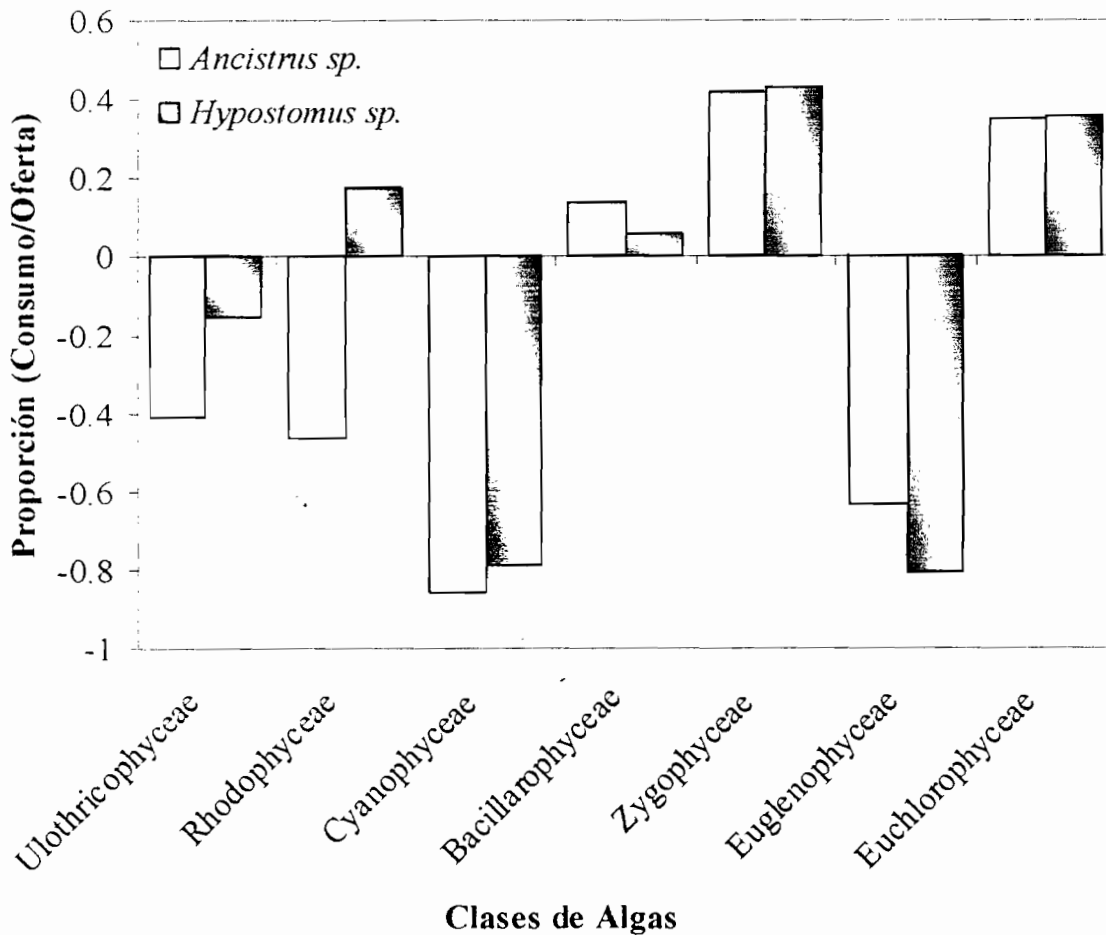


Figura 24. Perfil corregido de *Ancistrus sp.* e *Hypostomus sp.*, en las clases de algas (orden decreciente de tamaño).

Porcentaje de similitud en la dieta de *Ancistrus*, *Hypostomus* y la oferta perifiton por ríos

En la tabla 7, se observa que existe un mayor porcentaje de similitud en la riqueza de algas entre *Ancistrus* e *Hypostomus* en el río R-28. Con la relación Anc-Perif, es mayor en el R-Col el cual es diferente a la relación Hyp-Perif que presenta mayor similitud en el R -75.

Tabla 7. Porcentaje de similitud del consumo de *Ancistrus* e *Hypostomus* y la oferta perifiton. Fórmula presentada en Moreno 2001

Cod-Río	<i>Ancistrus</i> sp.	<i>Hypostomus</i> sp.	Perifiton	Porcentaje de Similitud Anc-Hyp	Porcentaje de Similitud Anc-Perf	Porcentaje de Similitud Hyp-Perf
R-Col	41	27	45	23	23	20
R-75	46	28	36	22	20	25
R-24	47	10	42	10	20	11
R-28	45	30	42	24	21	22
R-86	21	28	37	22	16	21

Perfil Alimenticio Corregido por río para las dos especies

Perfil Alimenticio de *Ancistrus* sp.

En el perfil corregido de *Ancistrus* sp., (Figura 25), se observa que consume en mayor grado Euchlorophyceae en los ríos R-86, R-28 y R-75. En el R-28, selecciona en menor grado Ulothricophyceae, mientras que en el R-Col y R-75 selecciona preferentemente a Zygothyceae. También se observa en los ríos R-Col, R-24 y R-86 similar consumo de Bacillarophyceae (Figura 22), en el R-24 selecciona únicamente Bacillarophyceae.

Perfil alimenticio de *Hypostomus* sp.

El perfil corregido de *Hypostomus* (Figura 26), en el río R-75, se observa una selección por Euchlorophyceae seguida de Zygothyceae. Mientras que en el R-28, ocurre un mayor consumo de Rhodophyceae seguida de Ulothricophyceae, cabe mencionar que en este río se han capturado mayor número de individuos que los otros ríos. En el resto de clases el consumo es inferior. En los ríos R-Col, R-24 y R-86, se observa el consumo preferencial de la clase Bacillarophyceae la cual es seleccionada negativamente en el R-28 y el R-75. En el R-86 se observó una menor selección por Cyanophyceae y Zygothyceae.

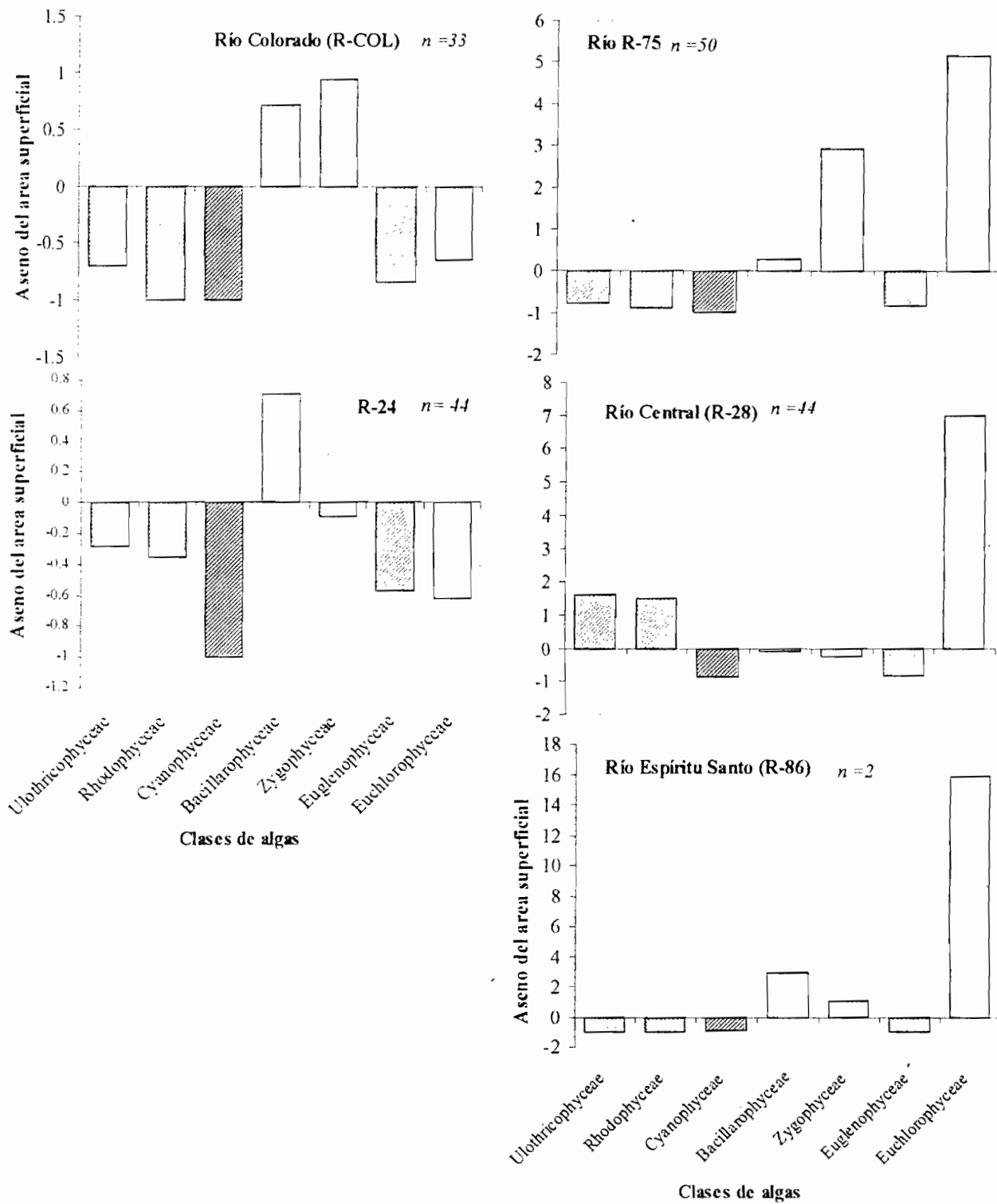


Figura 25. Perfil alimenticio corregido (Consumo vs. Oferta) de *Ancistrus* sp en los ríos de estudio.

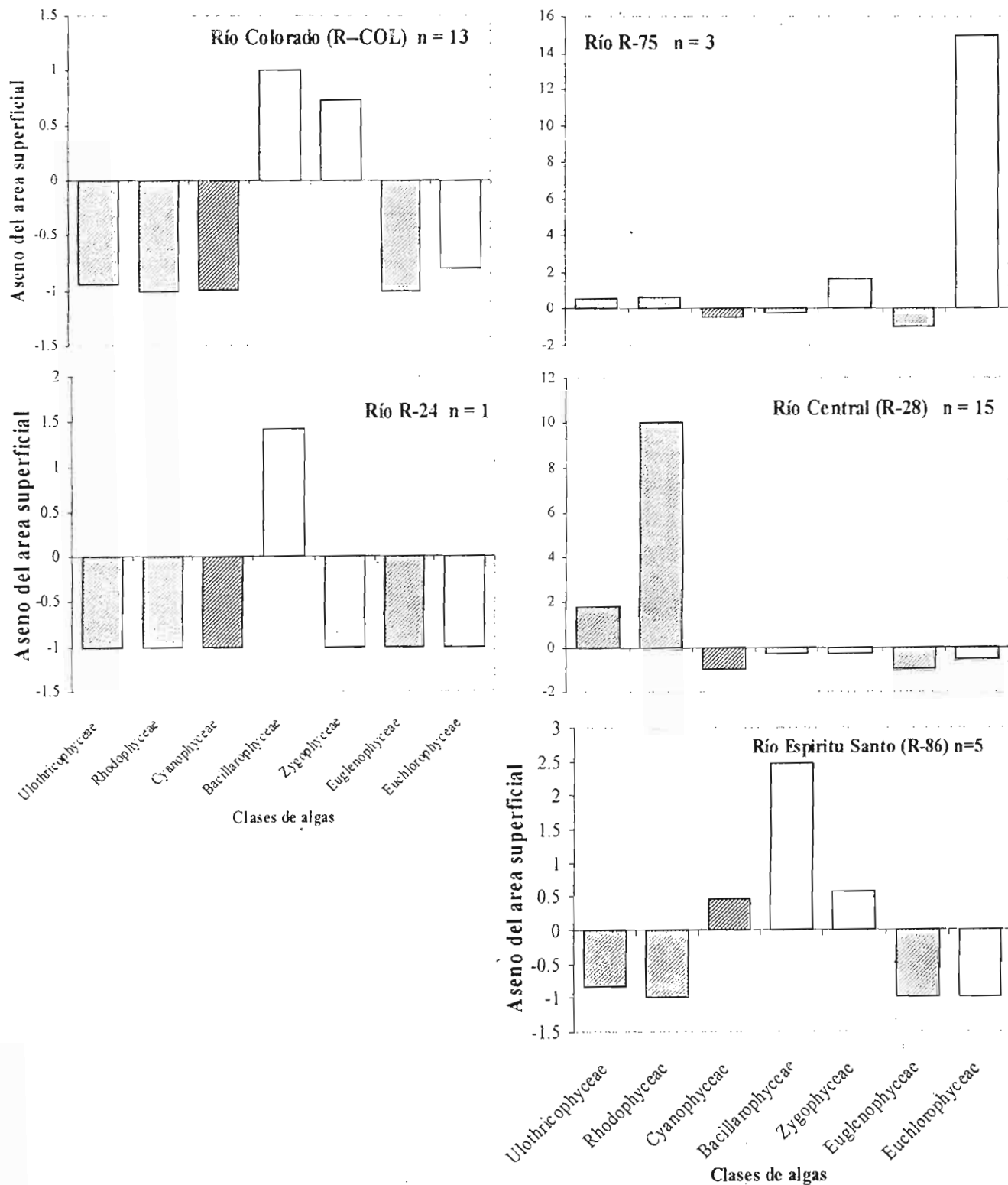


Figura 26. Perfil alimenticio corregido de *Hypostomus* sp. (Consumo vs. Oferta en ríos de estudio).

Riqueza de algas entre la dieta de *Ancistrus* e *Hypostomus* en los ríos de estudio,

La variación de géneros de algas por individuo, muestra que *Ancistrus* es superior a *Hypostomus* en todos los ríos. Ambos muestran sus valores máximos en el R-75 y mínimos en el R-28 (Figura 27).

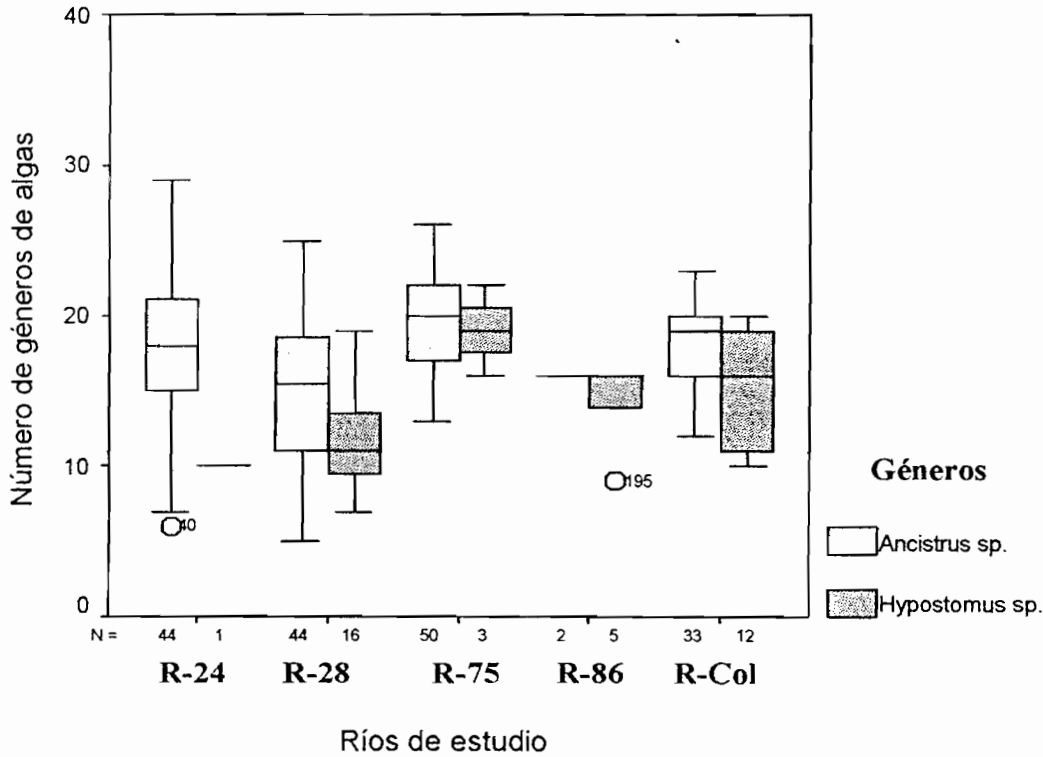


Figura 27. Riqueza de algas (Mediana ± cuartil) en *Ancistrus sp.* e *Hypostomus sp.* en los ríos de estudio. N= Número de individuos

DISCUSIONES

La mayor riqueza de algas de Bacillariophyceae en el perifiton, se debe a que constituyen uno de los grupos más ampliamente distribuidos principalmente en el bentos de aguas dulces, dentro de los sistemas lóticos y lénticos (Bourrely 1981, Cadima *et al.* 2005). Gran parte de los géneros que la componen, presentan la pared celular compuesta de sales de sílice, por lo cual se desarrollan en los fondos de los cuerpos de agua adhiriéndose sobre los sustratos de los ríos, embebidas en una matriz gelatinosa que permite su fácil desarrollo, con formas unicelulares coccales libres, en colonias o filamentos simples y ramificados que forman parte importante del perifiton (Bourrely

1981, Cadima *et al.* 2005, Díaz *et al.* 2005). En lo que se refiere a las algas de contenidos digestivos de *Ancistrus e Hypostomus*, también existe una mayor riqueza de Bacilliarophyceae porque estos peces habitan principalmente los fondos de ríos y raspan el perifiton de diferentes sustratos que albergan estas algas en mayor proporción (Tabla 4, 5).

A pesar de que las clases Zygothyceae, Cyanophyceae, Euchlorophyceae y Ulothricophyceae constituyen grupos cosmopolitas con diversidad de formas que ocupan numerosos hábitats en zonas bentónicas (Gutiérrez 1999, Cadima *et al.* 2005), éstos presentaron menor número de géneros (Tabla 4); con respecto a otros estudios están poco representados en ríos tropicales de Cochabamba (Martinic 1988, Gutiérrez & Cadima 2004).

Las clases que presentaron menor riqueza fueron Rhodophyceae y Euglenophyceae, un factor por el cual la clase Rhodophyceae registra solo dos géneros, podría ser porque habita escasamente los ambientes continentales, distribuyéndose con mayor diversidad y riqueza en los océanos (Bourrelly 1986, Acleto & Zuñiga 1998, Gutiérrez & Cadima 2004). En ríos tropicales de aguas frías se distribuyen preferentemente en zonas bentónicas (Bourrelly 1968, Cronquist 1997). Finalmente la clase Euglenophyceae presentó cuatro géneros, posiblemente porque se encuentran preferentemente distribuidos en ecosistemas lénticos pequeños como charcas y lagunas temporales con elevado contenido de materia orgánica (Bourrelly 1985, 1986, Cadima *et al.* 2005) (Tabla 4).

La riqueza de algas en el perifiton de los ríos es relativamente uniforme (Tabla 5) y no esta relacionada con el grado de cobertura vegetal, ya que los ríos R-Col y R-86 (con cobertura vegetal abierta) no presentan diferencias con los ríos R-28 y el R-24 (de cobertura vegetal cerrada), mas bien otros factores como: la velocidad de corriente, transparencia, temperatura entre otros, podrían estar influenciando la riqueza de algas en ríos (Díaz-Quiróz & Rivera-Rondon 2004).

En relación a otros ríos tropicales de montaña, como el río Tota del municipio Cuitiva (Boyacá-Colombia), que registró gran diversidad de algas del perifiton con cuatro divisiones: Bacilliarophyta, Chlorophyta, Cyanophyta y Euglenophyta, donde la primera presentó mayor

número de géneros (46), dominando: *Cocconeis*, *Cymbella*, *Navicula*, *Nitzschia* y *Gomphonema* (Martinez & Donato 2003). En ríos no tropicales de Estados Unidos (Lowe & Gale 1980) y Argentina (Luchini 1981) también las Bacillarophytas son predominantes en el perifiton.

La riqueza algal del perifiton en los contenidos digestivos registró mayor variación porque depende del número de individuos analizados, por ejemplo: En *Ancistrus* se registraron los mayores valores de riqueza en los ríos R-75 y R-24 (ambos con 47 géneros) donde se capturaron la mayor cantidad de peces (50 y 44 respectivamente), mientras que en el R-86 se observó la menor riqueza (21 géneros) con solo dos individuos capturados. En *Hypostomus*, se observó similar tendencia, registrándose la mayor riqueza en el R-28 (30 géneros) donde se capturaron 15 individuos (número mayor de captura entre los ríos) y el menor valor de riqueza se registró en el R-24 (10 géneros) con un individuo capturado (Tablas 3 y 5).

La curva acumulativa del número de géneros de algas y peces (Figura 16), mostró que no existe una estabilización, sugiriendo que, a mayor intensidad de muestreo (173 *Ancistrus* y 37 *Hypostomus*), no necesariamente se asegura la estabilidad, posiblemente porque en la región neotropical podrían existir especies raras que aportan a la diversidad siendo su distribución poco conocida (Romero-Saltos *et al.* 2001). Otro factor sería el escaso conocimiento de la dinámica sucesional de algas en estos ríos que implican su establecimiento. La curva acumulativa es una herramienta importante en estudios sobre biodiversidad y su simplicidad en la metodología como también las numerosas evidencias de su buen funcionamiento, la hacen un método sencillo y robusto para la valoración de la calidad de los inventarios biológicos (Moreno & Halfiter 2000, Velarde & Hortal 2000, Willot 2001).

ÁREA SUPERFICIAL

En relación a la variación de tamaño de las algas (largo×ancho en μ^2), los géneros de las clases Ulothricophyceae y Rhodophyceae presentaron mayor promedio de biosuperficie (14820 y 13800 μ^2 respectivamente) que Cyanophyceae, Bacillarophyceae, Zygothryxophyceae, Euglenophyceae y Euchlorophyceae (Figura 17), posiblemente porque las clases Ulothricophyceae (con los géneros: *Ulotrix*, *Saprochaete*, *Cloniophora*, *Oedogonium*, *Cladophora*) y Rhodophyceae (géneros:

Audowinella e *Hildebrandia*), son algas filamentosas ramificadas epipélicas, epilíticas y epifíticas frecuentes en riachuelos y ríos (Cadima *et al.* 2005) (Anexo 2).

Otra razón por la cual presentan mayor tamaño es por su organización pluricelular, talosa simple o ramificada que forman representantes macrófitas ó también dispuestas a manera de colchoneta o alfombra, ocupando mayor área superficial del sustrato, donde sus filamentos flotan libremente, apegándose al sustrato por medio de sus células rizoidales (Hutchinson 1975). Las Clases Cyanophyceae, Bacillariophyceae, Zygothryxales, Euglenophyceae y Euchlorophyceae presentan menor biosuperficie (3865 μ^2 , 276.4 μ^2 , 1127.5 μ^2 y 956.4 μ^2 respectivamente) y por su organización simple en relación a los anteriores grupos, con algunos géneros representativos: *Lingbya*, *Oscillatoria*, *Navicula*, *Cymbella*, *Closterium*, *Cosmarium*, *Trachelomona*, y *Scenedesmus*; se caracterizan por ser cosmopolitas, unicelulares, simples, de hábitat reófilo bentónico (Cadima *et al.* 2005) (Anexo 2).

En el perifiton de los ríos, el área superficial relativa que ocupan las clases de algas no presenta variaciones notables (Figura 18), ya que Bacillariophyceae predomina en la mayoría de los ríos excepto en el R-86, en el cual sólo se analizaron muestras de piedras, porque en el tramo estudiado eran ausentes las hojas, troncos y sedimento. Las piedras eran redondeadas y cubiertas hasta un 80% de algas filamentosas de la clase Ulothricophyceae y Rhodophyceae, que pese a contar con pocos géneros presentan mayor área (14820 μ^2 y 13800 μ^2 respectivamente) (Figura 17 y Anexo 2), El hábitat preferencial de crecimiento de este tipo de algas constituye las aguas frías, transparentes y correntosas, sin polución orgánica como se observó en el R-86 (Timothy *et al.* 1986, Cadima *et al.* 2005).

En los contenidos digestivos algales, su abundancia fue mayor en *Hypostomus* que *Ancistrus* (Anexo 4), posiblemente por el menor número de individuos colectados y analizados, por lo que sus valores son poco representativos. La mayor densidad de algas/cm² se registró en la clase Euchlorophyceae (Anexo 6) el cual presenta algas de tamaño inferior a comparación de las demás clases, Ulothricophyceae fue la clase con menor densidad, comprende algas filamentosas que presentan mayor tamaño (Figura 17 y Anexo 2).

Pese a que los ríos de estudio presentaron condiciones distintas (características fisicoquímica y de su entorno: cobertura vegetal, ancho, tipo de sustrato) la composición de algas fue semejante, posiblemente porque la distribución de *Ancistrus* e *Hypostomus* no dependería fuertemente del recurso alimenticio, sino de otros factores como por ejemplo la altitud. Al respecto *Ancistrus sp.*, es más tolerante, distribuyéndose desde los 240 a 1270m (Lauzanne & Loubens 1985, Lauzanne 1991, Miranda 2006, Pouilly *et al.* 2006). En cambio *Hypostomus sp.* desde los 240 a 800m, con preferencia en zonas cálidas (Pearson 1924, Lauzanne & Loubens 1985, Montoya-Burgos 2003, Alvarez 2006, Pouilly *et al.* 2006). Los ríos de estudio se encuentran entre 300 a 411m de altitud por lo que ambas especies estarían dentro del rango de distribución, sin embargo es difícil explicar la diferencia de abundancia 173 (*Ancistrus*) y 37 (*Hypostomus*) por lo que es necesario realizar estudios de factores que determinen su distribución.

Con respecto al tamaño se ha observado que *Ancistrus* presenta un promedio de LS máximo de 103.55 mm. y mínimo de 35.68, superior a *Hypostomus*, con 68.36 y 31.406 mm respectivamente (Anexo 1). Sin embargo Burgess (1989) señala que *Hypostomus* puede llegar a medir 500 mm, por lo que es superior a *Ancistrus* que alcanza longitudes de 150 mm. Pouilly (2006) también encuentra esta relación para *Ancistrus* con tallas de 14.5 a 116, inferior a *Hypostomus* con 23.9 a 225mm respectivamente. De acuerdo con el índice R, ambas especies presentan similar tendencia de crecimiento presentando correlaciones positivas de $R= 0.98$ y 0.97 (Anexo 1).

Esta diferencia de talla puede deberse a que el hábitat donde normalmente se distribuye *Ancistrus sp* comprende preferentemente ríos de montaña de la zona andina o subandina (Pearson 1924 Miranda 2006, Pouilly *et al.* 2006), mientras que *Hypostomus sp.*, se encuentra ampliamente distribuido en zonas tropicales de tierras bajas (Pearson 1924, Lauzanne & Loubens 1985, Hill & Yanong 2002, Bichuette & Trajano 2003, Montoya-Burgos 2003, Garavello & Garavello 2004, Casatti *et al.* 2005, Alvarez 2006, Pouilly *et al.* 2006)

De acuerdo a la oferta "algas del perifiton", la mayor diversidad se da en los ríos R-86, R-Col y R-24 (Tabla 6), siendo los primeros, los ríos más grandes de cobertura vegetal abierta y el último mediano de cobertura vegetal parcial. Estos resultados podrían estar relacionados con la interpretación de Power (1984a), quien menciona que los ríos con cobertura vegetal abierta son

los que presentan también mayor productividad por el acceso de luz solar que permite la actividad fotosintética de las algas.

En el presente estudio, los ríos R-28 y R-75 presentaron cobertura vegetal cerrada (Tabla 2) y registraron menor diversidad algal (Tabla 6), no mostrando una tendencia significativa ($r_s = -0.26$, $p = 0.67$). La mayor diversidad de algas en los contenidos digestivos de *Ancistrus* e *Hypostomus* ocurre en el río R-28, el cual presenta cobertura vegetal cerrada, contradiciendo la mención de Power (1984a), quien sostiene que, en ríos de cobertura vegetal cerrada, disminuye la calidad intrínseca del hábitat para los loricariidae y por ende su densidad, lo que no sucede en el estudio, pues se capturaron más individuos (Tabla 3). También sostiene que en ríos de cobertura cerrada disminuye la cantidad de luz y la producción autótrofa de algas, no obstante en el estudio la tendencia no es significativa en relación a la cobertura vegetal, para *Ancistrus* con ($r_s = 0.46$, $p = 0.43$) e *Hypostomus* ($r_s = 0.66$, $p = 0.22$).

El índice de equitatividad muestra que la dieta de *Ancistrus* y la oferta del perifiton (tabla 6) coinciden en sus valores máximos y mínimos en los ríos R-28 y R-75 respectivamente, mientras que *Hypostomus* presenta máximo aprovechamiento en los ríos R-75 y R-28 y el mínimo en el río R-Col. Por lo tanto *Ancistrus* y *Hypostomus* aprovechan los recursos de la misma manera de cómo se presenta la oferta en el perifiton.

Composición cuantitativa de los géneros de algas en ríos y sustratos del perifiton.

Mediante el Análisis de Componentes Principales, la composición de géneros de algas en cada río se diferenció en dos agrupaciones, los ríos de alta conductividad (R-86, R-28 y R-24), y los ríos de baja conductividad (R-Col y R-75). Esto podría ocurrir porque los parámetros fisicoquímicos como la conductividad, por su gran importancia determina la comunidad de algunas algas (Díaz-Quirós & Ribera-Rondón 2004, Cadima *et al.* 2005).

La composición cuantitativa de los géneros de algas analizados mediante el ACP, (Figura 20 A), muestra que su composición no se rige o se diferencia por alguno de los sustratos considerados: piedras (algas epilíticas), hoja (algas epifíticas), tronco y sedimento (algas epipsámicas), estas nominaciones son parte de la clasificación de algas de acuerdo al sustrato en el perifiton (Darley 1982, Roldan 1992, Smith & Smith 2001, Cadima *et al.* 2005). Sin embargo existe una ligera

diferencia con las algas que habitan en el sustrato sedimento, el cual presentó mayor composición de la clase Bacillarophyceae. (Figura 20 B), esta relación también fue corroborada por Solomon *et al* 2004, en el Río Marías de la zona Piedemonte andino (Venezuela).

Consumo de las algas del Perifiton por *Ancistrus sp* e *Hypostomus sp*

En lo que se refiere al consumo de las algas del perifiton, la dominancia de Bacillarophyceae en el consumo no es indicativo de que exista alguna acción selectiva de los peces sobre este grupo algal, los resultados muestran que estas algas son dominantes en la oferta respecto a las otras clases de algas y aprovechan al máximo este recurso de la oferta alimenticia que se encuentra en hoja, piedra, tronco y sedimento. Siendo especies oportunistas comen lo que encuentran sin mucha selección.

En los ríos, la dieta de *Ancistrus* incluye una amplia gama de recursos (Anexo 3) que ofrece el perifiton donde, el consumo de algas de Bacillarophyceae fue elevado, registrándose el mayor valor en el R-75 (93.6%) y el menor valor en el R-28 (77.8%). Estos resultados no están relacionados con el porcentaje de cobertura vegetal, la mayor o menor conductividad de los ríos y el número de individuos analizados (Tabla 1, 2 y 3), más bien parece estar relacionado a la cantidad de oferta disponible en el medio.

El consumo por los peces es superior a lo registrado en la oferta (perifiton) (Figura 21), esto podría deberse a que estos peces estarían aprovechando al máximo el recurso de la oferta alimenticia en los hábitats considerados (hoja, piedra, tronco y sedimento) ya que estos peces necesitan una gran cantidad de energía (Power 1983). Además estos peces podrían estar forrajeando en diferentes microhábitats como debajo de troncos caídos, lugares fangosos entre otros, que no han sido considerados en el muestreo de la oferta.

De manera general, en todos los ríos, el consumo de la clase Bacillarophyceae, es mayor que las demás clases, alcanzando un 89.97% (Figura 21). Las Clases Ulothricophyceae, Zygothyceae y Euchlorophyceae también forman parte importante de la dieta (5.81, 2.25 y 0.16% respectivamente), aunque en menor grado que Bacillarophyceae, esto se debe a que el consumo

estaría en base a la disponibilidad de los recursos más abundantes (Bacilliarophyceae), los cuales aprovechan por las adaptaciones morfológicas como por ejemplo, boca ventral, labios a manera de ventosa con forma de disco y dientes pequeños a manera de cepillo que le permiten raspar las superficies del perifiton, no así cortar las formas filamentosas como es Ulothricophyceae. Por lo que se sugiere que existe cierto grado de selectividad de los peces por las algas adheridas a los diferentes sustratos.

Según reportes de Power (1984a), indican que *Ancistrus* consume las diatomeas del perifiton en el río Frijoles (Panamá). Santamaria & García (1993), en el río Yucao (Colombia) también observa proporciones mayores de la clase Bacilliarophyceae pero también mayores porcentajes (60%) de algas filamentosas de la familia Cladophoraceae (clase Ulothricophyceae). En el presente estudio también se observaron otros ítems alimenticios en menor proporción que las algas del perifiton (Anexo 11 y 12).

Similar a *Ancistrus*, *Hypostomus* posee amplia gama de recursos en su dieta, sobre todo por la clase Bacilliarophyceae y en menor grado de Rhodophyceae y Ulothricophyceae. El porcentaje de consumo de Bacilliarophyceae es mayor en el R-24 con un 100% de consumo (Figura 23), esto podría deberse a que en ese río solo se capturó un ejemplar, razón por la cual no se observa variedad de algas de otras clases en el consumo.

A comparación de *Ancistrus*, *Hypostomus* presenta mayores porcentajes de consumo de las clases Ulothricophyceae y Rhodophyceae en los ríos R-75 (19.09% y 8.93% respectivamente) y R-28 (16.80% y 19.54% respectivamente) (Figura 23), esto podría explicarse por la mayor oferta de algas filamentosas y las adaptaciones morfológicas que presenta en sus dientes, que le permiten aprovechar al máximo este recurso disponible a comparación de *Ancistrus* que mas bien prefiere consumir en mayor proporción otros ítems de algas no filamentosas, las cuales son aprovechadas por el tipo de dientes que presenta.

Esta relación de las adaptaciones morfológicas para la explotación del recurso alimenticio, como: la posición y forma de los dientes han sido discutidos por Al-Hussaini (1949), Angelescu & Gneri (1949), Blabers *et al.* (1994), y son considerados importantes en procesos de evolución dirigidos por la naturaleza (Veregina, 1990).

En ríos del Brasil, los recursos algales que regularmente consume *Hypostomus*, comprende principalmente diatomeas-Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cyanophyceae y gran cantidad de sedimento; en menor proporción consume Rhodophyceae, Euglenophyceae e hifas de hongos (Delariva & Agostinho 2000, Casatti 2002, Casatti *et al.* 2005, Cardone *et al.* 2006). La mayoría de estos recursos, consumidos en mayor y menor grado, son similares a los encontrados en el presente estudio.

De acuerdo con el perfil alimenticio corregido (consumo/oferta) el cual permite detectar cuales son los items que son seleccionadas y los que son sub-explotados, se ha visto en cada río diferencias en el consumo de *Ancistrus sp.* que selecciona ampliamente la clase Euchlorophyceae en el río R-75, al igual que *Hypostomus sp.* Pero a diferencia de *Hypostomus sp.* selecciona a Rhodophyceae en el río R-28 y a Bacillariophyceae en el R-86. Ambos géneros presentan similar tendencia de consumo en el R-24, seleccionando de forma positiva a la clase Bacillariophyceae, aunque es bueno mencionar que para *Hypostomus sp.*, en este río solo se examinó un individuo.

El porcentaje de similitud de dieta entre *Ancistrus* e *Hypostomus* (Tabla 7) es mayor en el R-28, posiblemente porque es un río pequeño de cobertura vegetal cerrada que presenta el segundo valor más alto de riqueza (Tabla 4) por lo cual existe mayor número de individuos capturados (Tabla 2) que a menor espacio presentan mayor interacción entre especies y por ende mayor competencia por el recurso, esto demuestra los segundos valores más altos de similitud entre Anc-Peri e Hyp- Perif.

El porcentaje de similitud entre Anc-Peri e Hyp-Perif (Tabla 7), no coinciden sus valores más altos en un mismo río sino en distintos, lo que hace ver que podrían estar eligiendo su lugar de forrajeo en distintos ríos para aprovechar los recursos de manera diferente (Figura 24 y 25).

Con respecto a la variación de géneros de algas por individuo (Figura 27), *Ancistrus* fue superior a *Hypostomus* en todos los ríos por presentar mayor abundancia, excepto en el R-86 el cual presenta una ligera diferencia (Tabla 3, Anexo 9). A la vez, el mayor número de individuos examinados puede brindarnos mejor conocimiento de cómo está compuesta la preferencia por algún ítem consumido en la dieta de *Ancistrus* e *Hypostomus*, ya que en el R-28, en el cual se

capturó el mayor número de individuos ($n=15$), *Hypostomus* muestra mayor preferencia por la clase Rhodophyceae. Para *Ancistrus*, en los ríos donde presentan mayor número de individuos: R-75 (50 individuos), R-28 (44 individuos) seleccionan de forma positiva a la clase Euchlorophyceae, aunque esta selección es en menor proporción que *Hypostomus* en el R-75.

De acuerdo a la dieta de ambos géneros en función al largo estándar del pez, existe una clara diferencia en el rango 20-40mm, en la cual *Hypostomus* consume en mayor porcentaje que *Ancistrus* las algas de las clases Ulothricophyceae, Rhodophyceae y Cyanophyceae. En el rango 40- 60 mm *Hypostomus* consume otros ítems que los de menor tamaño, mientras que *Ancistrus* consume en menor proporción las algas de mayor preferencia por tallas menores. Finalmente en el rango 60->80 el porcentaje de consumo de *Ancistrus* es superior a la de *Hypostomus* en la mayoría de las clases de algas (Anexo 10).

Por la abundancia, de los dos géneros evaluados *Ancistrus sp.* es dominante en casi todos los ríos estudiados por lo que *Hypostomus sp.* parece estar en desventaja, posiblemente para reducir o escapar de la competencia que podría estar ocurriendo al presentar ambos similar dieta. *Hypostomus*, estaría optando por seleccionar diferentes ítems de algas para poder coexistir mostrando así indicios de segregación alimenticia (Krebs 1986, Smith & Smith 2001).

De este modo, *Hypostomus* fue observado en mayor proporción en rápidos de aguas frías y transparentes, como señala Burguess (1989) dentro su hábitat preferencial; a diferencia de *Ancistrus sp.* que habita preferentemente pozas. Además *Hypostomus sp.*, consume principalmente algas filamentosas que crecen en ríos de aguas frías y corrientosas (*Obs. personal*), por ejemplo en el río R-86 (correntoso, pedregoso y con abundantes algas filamentosas) se encontraron mayor cantidad de individuos ($n = 5$) de *Hypostomus* a comparación de *Ancistrus* ($n = 2$).

Por otra parte una de las razones para la mayor abundancia de *Ancistrus* en los ríos de estudio, podría ser por su habilidad en la distribución y adaptación, respondiendo rápidamente a cambios o perturbaciones en su ambiente (Fedatto *et al* 2001) como lo reportó Power (1984a) en el Río Frijoles (Panamá).

Las interacciones entre *Ancistrus sp.* e *Hypostomus sp.*, no son bien conocidas, es necesario evaluarlas en épocas diferentes, ya que en la época analizada (época seca) el recurso es abundante. Sin embargo en el Río Frijoles (Panamá), en época seca el recurso es limitado en los diferentes sustratos por lo cual existe mayor solapamiento de especies (Power 1981, 1983). Lo contrario afirma Zaret & Rand (1971), para la misma época, en el que el solapamiento de nicho es bajo de modo que predomina el principio de exclusión competitiva. "Cuando dos consumidores requieren el mismo tipo de alimento, tenderán a divergir en el hábitat en que lo buscan antes que el tipo de alimento buscado (*hipótesis de compresión del nicho*") (Jacksic 2000). De otra forma, a mayor similitud en requerimiento trófico debiera existir una distribución alopatrica para que dos o mas especies puedan coexistir (Jacksic 2000).

Es bueno mencionar que estas especies coexisten con otras en estos ríos de la Subcuenca Chipiriri, como se muestra en la Tabla 7, y se ha observado que curimatidaes presentan similares ítems en su dieta por lo que es posible pensar que estén compitiendo.

En el perfil corregido de consumo para ambas especies, se observó claramente la preferencia de *Hypostomus sp.* por la clase Rhodophyceae, esto puede explicarse por el tipo de dientes que posee, los cuales son grandes, fuertes, espatulados, a manera de peine, que le permiten cortar las algas filamentosas o dispuestas a manera de cojín como lo son las que componen la clase Rhodophyceae. *Ancistrus sp.* en cambio, no selecciona la clase Rhodophyceae, sino mas bien muestra una ligera selección positiva por la clase Bacillarophyceae, mayor que *Hypostomus*, posiblemente por el tipo de dientes que presenta, los cuales son delgados, débiles, filiformes y pequeños ordenados en un fila, dispuestos a manera de cepillo, que mas bien le permiten raspar las superficies del perifiton, aprovechando de mejor manera los organismos pequeños de formas coccales, fáciles de consumir, como lo son los de la clase Bacillarophyceae

También se ha observado que en el consumo del perifiton (algas, detritos y sedimento), *Ancistrus* consume aproximadamente el 83.8 % de detritos, 15.8 % de algas y 0.4 de sedimento, diferente a *Hypostomus* que consume 69.5 %, 28.5% y 2% respectivamente. En el presente estudio se consideró solamente a las algas porque constituyen el principal alimento para loricariidaes como menciona Power (1983, 1984 c), y dentro del contexto algal, las diatomeas son preferidas por su

fácil digestión a comparación de algas verdeazules que son menos digeribles, además se observó que el sedimento perjudica en el crecimiento (peso y talla), afecta también en su respiración produciendo un mayor desgaste energético para limpiar sus agallas.

Tabla 8. Clasificación taxonómica de 30 especies de peces presentes en ríos de la Subcuenca del Río Chipiriri (Ibañez *et al.* 2007)

ORDEN	FAMILIA	Nombre científico
Beloniformes	Belonidae	<i>Potamorhaphis eigenmanni</i> (Miranda-Ribeiro, 1915)
Characiformes	Anostomidae	<i>Leporinus striatus</i> (Kner, 1858)
	Characidae	<i>Astyanax abramis</i> (Jenyns, 1842)
		<i>Astyanax lineatus</i> (Perugia, 1891)
		<i>Characidium bolivianum</i> (Pearson, 1924)
		<i>Gephyrocharax chaparae</i> (Fowler, 1940)
		<i>Hemigrammus cf. lunatus</i> (Durbin, 1918)
		<i>Hemibrycon</i> sp.
		<i>Knodus</i> sp.
		<i>Moenkhausia oligolepis</i> (Günther, 1864)
		<i>Phenacogaster pectinatus</i> (Cope, 1870)
		<i>Serrapinnus</i> sp.
	<i>Tytocharax cf. madeirae</i> (Fowler, 1913)	
	Curimatidae	<i>Steindachnerina dobula</i> (Günther, 1868)
		<i>Steindachnerina guentheri</i> (Eigenmann & Eigenmann, 1889)
Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	
Lebiasinidae	<i>Pyrrhulina vittata</i> (Regan, 1912)	
Parodontidae	<i>Parodon cf. buckleyi</i> (Boulenger, 1887)	
Prochilodontidae	<i>Prochilodus nigricans</i> (Spix & Agassiz, 1829)	
Perciformes	Cichlidae	<i>Apistogramma</i> sp.
		<i>Cichlasoma boliviense</i> (Kullander, 1983)
		<i>Crenicichla cf. semicineta</i> (Steindachner, 1892)
		<i>Satanoperca jurupari</i> (Heckel, 1840)
Siluriformes	Callichthyidae	<i>Corydoras</i> spp
	Heptapteridae	<i>Imparfinis cf. stictonotus</i> (Fowler, 1940)
		<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy & Gaimard, 1824)
	Loricariidae	<i>Ancistrus</i> spp.
		<i>Hypostomus gr. cochliodon</i> (Kner, 1854)
		<i>Rineloricaria lanceolata</i> (Günther, 1868)
	Trichomycteridae	<i>Ituglanis cf. amazonicus</i> (Steindachner, 1882)

Una definición del tipo de dieta de ambas especies resulta complicada, según los resultados, ambas especies basan su alimentación en algas del perifiton, siendo su dieta “perifitívora”, como lo mencionan: Power (1984 a, b; 1990), Trajano (2001), Santa María & García (2003), Garavello & Garavello (2004), Casatti (2002, 2005), Andrade & Braga (2005), Pouilly *et al.* (2006) (Tabla

9), además de consumir materia orgánica Miranda (2006), Cassatti (2002) señala además que *Hypostomus* muestra una dieta perifítica compuesta principalmente por diatomeas, clorofíceas y materia orgánica. Otros autores: Zaret & Stanley (1970), Angermeier & Karr (1983), Solomon *et al.* (2004), Ambruster *com. pers.* (2005), señalan su dieta como “alguívora”. Sin embargo Vaz *et al.* (1999), Delariva & Agostinho (2000), Reis *et al.* (2005), Pouilly *et al.* (2006), señalan como “detritívora” por el consumo de materia orgánica en descomposición (plantas, troncos degradados), como lo es el consumo de sedimento según Power (1984c), Delariva & Agostinho (2000), Cardone *et al.* (2006) (Tabla 9)

El sedimento fangoso es importante porque reviste los sustratos de muchos ríos neotropicales, sus niveles son frecuentemente altos durante la época seca (Power 1984a, Pringle *et al.* 1993, Flecker 1997). Además es rico orgánicamente y está compuesto de una matriz de partículas inorgánicas, detritus, bacterias, células algales y productos derivados (Hall & Meyer 1998) que aportan gran cantidad de energía a los peces de hábitos detritívoros y perifítivos (Power 1984c, Giora & Fialho 2003, Cardone *et al.* 2006). Por lo que podría ser el más consumido (Anexo 8), aunque no aporte energéticamente, sino más bien el hecho de pasar el mayor tiempo cerca de él, enterrándose en la arena, hace posible su mayor consumo (Power 1983) (Anexo 8).

McCloed *et al.* (1966), Smith *et al.* (1966), señalan que el sedimento para *Ancistrus* no constituye alimento, sino más bien un mayor costo energético ya que invierten su energía en la protección de sus agallas, limpiándolas frecuentemente y respirando más rápido para compensar esta función, como también en asimilar el alimento diluido a través de su largo tubo intestinal (Lautenschlager *et al.* 1978, Bowen 1981)

Power (1984c) observó que se invierte un elevado porcentaje de energía como respuesta a la mayor exposición al sedimento, con respuestas de pérdida de grasa corporal, y tallas de longitud, que los no expuestos a sedimento.

Tabla 9. Clasificación de dieta para *Ancistrus* e *Hypostomus* por otros autores

Autores	Hábito alimenticio	<i>Ancistrus</i>	<i>Hypostomus</i>
Casatti (2002)	Perifitívoro		✓
Casatti <i>et al.</i> (2005)			✓
Miranda (2006)	Perifitívoro + materia orgánica	✓	
Trajano 2001		✓	
Santamaría & García (2003)	Perifitívoro e iliófagos	✓	✓
Garavello & Garavello (2004)			✓
Power (1984 a, b; 1990)	Perifitívoro con respecto al consumidor primario	✓	✓
Andrade & Braga (2005)			✓
Solomon <i>et al.</i> (2004)	Alguívoro	✓	
Angermeier & Karr (1982)		✓	
Zaret & Stanley 1970		✓	
Ambruster <i>com. pers.</i> (2005)	Alguívoro con relación a Bacillarophytas	✓	✓
Abelha <i>et al.</i> 2001	Alguívoro + detritus	✓	
Reis <i>et al.</i> (2005)	Detritívoro	✓	
Vaz <i>et al.</i> (1999)			✓
Pouilly <i>et al.</i> (2006)	Detritívoro+ algas del perifiton	✓	✓
Power (1984c)	Consumidor de sedimento	✓	
Cardone <i>et al.</i> (2006)			✓
Delariva & Agostinho (2000)		Sedimento, detritus y perifiton	

CONCLUSIONES.

- Los ríos de la subcuenca del Chipiriri, que se caracterizaron por ser ríos de piedemonte, presentaron a la clase Bacillarophyceae como la más predominante (69.08%) en los cinco ríos estudiados, seguida de Ulothricophyceae (16.43%), Rhodophyceae (5.63%), Cyanophyceae (7.37%); con menores porcentajes las clases: Zygothricophyceae (1.12%) Euglenophyceae (0.28%) y Euchlorophyceae (0.09%).
- La dieta de *Ancistrus sp.* está compuesta por siete clases de algas, entre ellas la clase Bacillarophyceae fue consumida en mayor proporción (89%). Las clases Ulothricophyceae, (5.8%) Zygothricophyceae (2%), Rhodophyceae (1.6%), Cyanophyceae (0.1%), Euchlorophyceae (1%) y Euglenophyceae (0.04%) fueron consumidas en menor porcentaje. De manera que las diatomeas forman parte principal en la dieta de esta especie.

- El consumo de *Hypostomus*, se compone principalmente por la clase Bacillariophyceae (77%), seguida de Ulothricophyceae (12%) y Rhodophyceae (7.7%), en menor proporción Zygothryxaceae (2%), Cyanophyceae (0.3%), Eukaryotophyceae (0.1%) y Euglenophyceae (0.01%). Siendo que las diatomeas y algas filamentosas los principales recursos alimenticios de *Hypostomus sp.*
- Ambas especies de peces presentan similar consumo de clases de algas, seleccionando positivamente a Bacillariophyceae, Zygothryxaceae y Eukaryotophyceae; selecciona negativamente a Ulothricophyceae, Cyanophyceae y Euglenophyceae. La clase Rhodophyceae es seleccionada positivamente por *Hypostomus sp.*, mientras que *Ancistrus*, la selecciona negativamente.
- El consumo de algas del perifiton es similar en la dieta de *Ancistrus sp.* e *Hypostomus sp.*, constituyéndose como peces generalistas dentro del perifiton.
- Sin embargo unas diferencias pueden ser destacadas: aparentemente *Hypostomus* muestra alguna preferencia por las algas filamentosas como son los de la clase Rhodophyceae, mientras que *Ancistrus*, prefiere algas unicelulares como Bacillariophyceae, esta diferenciación en el uso de recursos (segregación de tipo de alimento), posiblemente ocurre para reducir la competencia.

BIBLIOGRAFÍA

- Acleto, C. & Zuñiga, Reina. 1998. Introducción a las algas. Ed. Univ. Mayor de San Marcos. Lima 377p.
- Angermeier P.L. & Karr J.R. 1983. Fish communities along environmental gradient in a system of tropical streams. *Environmental Biology of Fishes*, 9, 117–135.
- Angelescu, V. & Gneri, F. S., 1949. Adaptaciones del aparato digestivo al régimen alimenticio en algunos peces del Río Uruguay y Río de La Plata. *Rev. Inst. Nac. Invest. Nat.*, 1: 161-281.
- Al-Hussaini, A. H., 1949. On the functional morphology of the alimentary tract of some fish in relation to differences in their feeding habits: anatomy and histology. *Quart. Journ. Micr. Sci.*, 90(2): 109-139.
- Alvarez, G. 2006. Uso de la ictiofauna en la localidad de el Charal (Beni-Bolivia) en época de transición, húmeda y seca. Tesis de licenciatura en Biología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. 46p.
- Andrade, P. M. & Braga, F. M. S. 2005. Diet and feeding of fish from Grande River, located below the Volta Grande Reservoir, MG-SP 1. *Braz. J. Biol.*, Vol. N° 65 (3): 377-385.
- Armbruster, J. & Lesley S. 2005. *Hypostomus macushi*, a new species of the *Hypostomus cochliodon* group (Siluriformes: Loricariidae) from Guyana. *Zootaxa* 920: 1–12.
- Ayala, G. 1997. Relaciones tróficas de los peces de ambientes lenticos de la llanura aluvial del Río Chapare (Cochabamba). Tesis de licenciatura en Biología, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba. 75 p.

- Ayres, M. , Ayres M. Jr, Ayres L. D. Santos dos Santos . A. A.& Murcia, C. 2004. Biostat. Apñicaciones estadísticas par alas ciencias biológicas y médicas. Belem Pará Brasil. Sociedad civil Mamirauá , Brasilia.
- Austin, A. Lang, S. & Pomeroy, M. 1981 Simple methods for sampling periphyton with observations on sampler design criteria. *Hidrobiología*. 85(1): 33-47.
- Begon, M., Townsend M., & Harper Jhon. 2006. Ecology from individuals to Ecosystems. Ed. Blackwell Publishing. Australia 714 p.
- Bicudo, C.E.M. & Menezes, M. 2006. Gêneros de algas de águas Continentais de Brasil, Chave para identificação e descrições, 2 edição. Rima Editora São Carlos. 228p.
- Bichuette, M. E.& Trajano, E. 2003. Epigean and subterranean ichthyofauna from the Sao Domingos karst area, Upper Tocantins River basin Central Brazil. *Journal of Fish Biology* 63: 1100–1121.
- Bladers, S. J. M., Brewer, D. T. & Salini, J. P., 1994. Diet and dentition in tropical ariid catfishes from Australia. *Environ. Biol. fishes*, 40: 159-174.
- Boero, R. H. 1993. Bolivia Mágica. Edit. Vertiente. La Paz 321 p.
- Boltovskoy, A. 1990. Biología Acuática. Instituto de Limnología, La Plata. 37p.
- Bourrely, P. 1981. Les Algues d'Eau Douce. Tomo II. Les algues Jaunes et brunes. Societé Nouvelle des Éditions Boubée, Paris. 399p.
- _____. 1985. Les Algues d'Eau Douce. Tomo III. Les algues bleues et rouges. Societé Nouvelle des Éditions Boubée, Paris. 453p.

- _____. 1986. Les Algues d'Eau Douce. Tomo I. Les algues Vertes. Societé Nouvelle des Éditions Boubée, Paris. 475p.
- Bowen. S.W. 1981. Digestion and assimilation of periph!tic detrital aggregate by Trans. Anier. Fish. Soc. 110: 239-245.
- Burcham J. 1988. Fish communities and environmental characteristics of two lowland streams in Costa Rica. Revista de Biología Tropical, 36, 273-285.
- Burgess, W. E. 1989. An atlas of freshwater and marine Catfishes. A preliminary survey of the Siluriformes. 1ra Ed. TFH productions. USA. Pp305-325.
- Cadima, F. M., Fernández, T. E., & López, Z. L., 2005. Algas de Bolivia con énfasis en el fitoplancton. Importancia, ecológica, aplicaciones y distribución de géneros. 1ra. Edición. Editorial: Centro de Ecología Difusión Simón I. Patiño. Santa Cruz 396 p.
- Cardone, I. B., Lima-Junior, S. & Goitein, R. 2006. Diet and capture of *Hypostomus strigaticeps* (Siluriformes, Loricariidae) in a small Brazilian stream: relationship with limnological aspects. Brazial Journal of Biology. 66:25-33.
- Casatti, L. 2002. Alimentação dos peixes em um riacho do parque estadual Morro do Diabo, Bacia do Alto rio Paraná, Sudeste do Brasil. Biota Neotropica. 2(2):1-14.
- Casatti, L. F., Rocha, C. & Pereira, D. 2005. Habitat use by two species of *Hypostomus* (Pisces, Loricariidae) in Southeastern Brazilian streams. Biota Neotropica 5(2):1-9.
- Cronquist, A. 1997. Introducción a la Botánica. Compañía Editorial Continental. S. A. México. 847 p.
- Daget, P. & Godron, M. 1982. Analise de l'ecologie de espèces dans la communites. Nasion 23-143 pp.

- Dam, V. A., Beveridge, M., Ekram A. & Verdegem M. 2002. The potential of fish production based on periphyton. *Reviews of Fish Biology and Fisheries* 12:1-31 pp.
- Darley, M. 1982. *Algal Biology: A physiological approach*. Basic Microbiology 9. Blackwell scientific publications. London. 168p.
- Delariva, R. L. & Agostinho, A. A. 2001. Relationship between morphology and diets of six Neotropical Loricariids. *Journal of Fish Biology* 58: 832 – 847.
- Diaz, C. & Maidana, C. 2005. *Diatomeas de los Salares Atacama y Punta Negra*. Centro de Ecología Aplicada, Santiago. 18-56 pp.
- Díaz-Quirós, C. & Rivera-Rondón, A. 2004. Diatomeas de pequeños ríos andinos y su utilización como indicadores de condiciones ambientales. *Caldasia* 26(2) 2004: 381-394.
- Fedatto, A, M. Agostinho, A. & Goulart, E. 2001. Plasticidade trófica em peixes de água doce. *Acta Scientiarum Maringá*, Vol 3. 2: 425-434.
- Fish-Muller, S. 2001. Subfamily Ancistrinae (armored catfishes). Pp 373-379. En: Reis, R. Kullander, S. Ferraris, C. *Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America*. Porto Alegre. 729p.
- Flecker A. S. 1997 Habitat modification by tropical fishes: environmental heterogeneity and the variability of interaction strength. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 16: 286–295.
- Fossati, O., Simier, M., Blanc, L. & Marín, R. 2003. *Tratamientos multivariados de datos ecológicos*. 1 Presentación y análisis simples. 73p.
- Garavello, J.C. & Garavello, J. P. 2004. Spatial distribution and interaction of four species of the catfish genus *Hypostomus* Lacépède with bottom of Río São Francisco, Caninde do São

- Francisco, Sergipe, Brazil (Pisces Loricariidae, Hypostominae). Brazilian Journal of Biology. 64 (3B):591-598.
- Garrison, L. & Link, J. 2000. Dietary guild structure of the fish community in the Northeast United States continental Shelf ecosystem. Marine Ecology Progress 202: 231-240.
- Gerking, S. D. (1994). Feeding Ecology of Fish. San Diego: Academic Press.
- Genner, M., Turner, G. & Hawkins, S. 1999. Niche segregation among Lake Malawi cichlid fishes?. Evidence from stable isotope signatures. Ecology Letters, 2: 185-190.
- Giora, J. & Fialho, C. B. 2003. Biología alimentar de *Steindachnerina brevipinna* (Characiformes, Curimatidae) do Rio Ibicuí-Mirim, Rio Grande do Sul, Brasil. Iheringia, Sér. Zool., Porto Alegre, 93(3):277-281.
- Gotelli, N. J. & G. L. Entisminger. 2001. Eco Sim: null models software for ecology. Version 7.0. Acquired Intelligence Inc. & Kesey-Bear.
- Gosline, W. 1947. Contributions to the classification of the Loricariid catfishes. Arquivos do Museu Nacional Rio de Janeiro 41: 79-144.
- Granado, C. 1996 Ecología de Peces. Edit. Secretaria de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Serie Ciencias Nº 45, 317p.
- Gutiérrez, M. & Cadima, M. 2004. Fitoplancton del Río Mamoré central. Capítulo 9, 236-268 p. En: Pouilly, M., Beck, S., Moraes, M. & Ibáñez, C. 2004. Diversidad biológica en la llanura de inundación del Río Mamoré. Importancia ecológica de la dinámica fluvial. Ed. Centro de Ecología Simón I. Patiño. Santa Cruz, 383p.

- Gutiérrez, M. 1999. Composición de la comunidad en ocho lagunas de la zona central del Río Mamoré. Tesis de licenciatura en Biología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. 47p.
- Hair, J.F., Anderson, R. E. Tatham RL, Black WC. 2001. Análisis Multivariante. 5ª ed. Traducido por Preense E, Cano D. Prentice Hall. Madrid, España. 799 pp.
- Hall, R. & Meyer, J. 1998. The trophic significance of bacteria in a detritus-based stream food web Institute of Ecology, University of Georgia, Athens, Georgia 30602 USA. Ecological Society of America. *Ecology*, 79(6): 1995–2012.
- Hardin, G. 1960. Measurement of overlap in comparative ecological studies. *American Naturalist* 100: 419-424.
- Herler, J. & Patzner, R. 2005. Spatial segregation of two common *Gobius* species (Teleostei: Gobiidae) in the northern Adriatic Sea. Blackwell Publishing Ltd. *Marine Ecology* 26: 121–129.
- Hill, J. & Yanong, R. 2002. Freshwater Ornamental Fish Commonly Cultured in Florida. Universidad de Florida. Circular N° 54. 3 pp.
- Hoffmann, K, Cladera, F. Antezana, A. & Guardia, I. 1999. Perfil de proyecto Defensivo en el Río Chapare. Honorable Alcaldía Municipal Villa Tunari. Proyecto de Inversión Rural Participativa – PDCR II Fondo de Desarrollo Campesino. Servicio de Desarrollo Integral. Cochabamba-Bolivia. 24p.
- Howe, H. S. & Estabrook, G. F. 1977. On intraespecific competition for avian disperses in tropical trees. *American Naturalist*. 111:817-832.
- Hyslop, E. J. 1980. Stomach contents análisis: a review of methods and their application. *J. Fish Biology* 17: 411-429.

- Ibáñez, C. 2000. Composición de la comunidad de zooplácton en 8 lagunas de la planicie de inundación del Río Mamoré-variación espacio temporal con relación a los parámetros físico-químicos al ciclo hidrológico. Tesis de licenciatura en Biología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. 85p.
- Ibáñez, C., Tedesco, P., Bigorne, R., Hugueny, B., Pouilly, M., Zepita, C., Zubieta, J., & Oberdorff, T., 2007. Dietary-morphological relationships in fish assemblages of small forested streams in the Bolivian Amazon. *Aquat. Living Resour.* 20: 131-142
- Infante, A. 1988. El plancton de las aguas continentales. Organización de los Estados Americanos, Washington, DC. 68p.
- Jaksic, F. 2000. Ecología de Comunidades. Ed. Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile. 191 p.
- Kramer, D. & Bryant M. 1995. Intestine length in the fishes of a tropical stream: 2. Relationships to diet — the long and short of a convoluted issue. *Environmental Biology of Fishes*, 42(2):129-141.
- Krebs, CH. 1986. Ecología. Análisis experimental de la distribución y abundancia. Ediciones Pirámide S.A. Madrid. 773p.
- Lauzanne, L. & Loubens G. 1985. Peces del Río Mamoré. Collection Travaux et Documents 192, ORSTOM-CORDEBENI-UTB, Paris. 65p.
- Lauzanne, L., Loubens, G. & B. Le Guennec. 1991. Liste commentée des poissons del' Amazonie bolivienne. *Revue d'hydrobiologie Tropicale*, 24 : 61-76.
- Lima-Junior, S. & Goitein, R. 2001. A new method for the análisis of fish stomach contents. *Maringa*. 23(2): 421-424.

- Lino, F. 2002. Biología de reproducción y crecimiento de *Pygocentrus natterii* (Pisces Serrasalminae) en la cuenca del Mamoré y del Iténez (Beni, Bolivia). Tesis de licenciatura en Biología. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. 350 p.
- Lopretto, E. & Tell, G. 1995. Ecosistemas de aguas continentales metodologías para su estudio. Ed. Sur, Buenos Aires. 377p.
- Loubens G., Lauzanne L. & Le Guennec B. 1992. Les milieux aquatiques de la région de Trinidad Béni, Amazonie bolivienne. *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*, 25: 3-21.
- Lowe Mc Connel, R. 1975. Fish communities in tropical freshwaters. Their distribution, ecology and evolution. Longman, New York.
- _____ 1987. Ecological studies in tropical fish communities. Tropical Biology Series. 382 p.
- Lowe, R. & Gale, W. 1980. Monitoring river periphyton with artificial benthic substrates. *Hydrobiología* 69(3):235-244.
- Luchini, L. 1981 Estudios ecológicos en la cuenca del Río Limay (Argentina). *Revista de Ciencias Naturales Litoral* 12: 44-58.
- Mac Arthur, R.H. & Levins R. 1964. Competition. Habitat selection. and character displacement in a patchy environment. *Proc. Nat. Acad. USA* 51: 1207-1210.
- Marín, P. R. 1989. Elementos para una tipología de los ríos de altura de la región de La Paz; Caracterización biológica y potencialidades piscícolas. Tesis de licenciatura en Biología. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. 74p.

- Martinic, J. 1998. Composición y abundancia del fitoplancton en lagunas de la varzea del Río Ichilo. Tesis de licenciatura en Biología, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba. 109p.
- Martínez, f. & Donato, J. 2003. Efectos del caudal sobre la colonización de algas en un río de alta montaña tropical (Boyacá, Colombia). Influence of the flow on the colonization of algae in a river of tropical. *Caldasia* 25 (2): 337-354.
- Miranda, Ch. G. 2006. Distribución altitudinal, abundancia relativa y densidad de especies en el Río Huarinilla y sus tributarios (Cotapata, Bolivia). *Ecología en Bolivia* 41(1):79-73.
- Miranda, G., & Barrera, S. 2005 Riqueza y abundancia de peces en dos lagunas de los Andes tropicales. *Ecología en Bolivia*, 40(2): 41-52.
- Montes de Oca, I. 1997. Geografía y Recursos Naturales de Bolivia. Ediciones EDOBOL La Paz. 614 p.
- Montoya-Burgos, J. 2003. Historical biogeography of the catfish genus *Hypostomus* (Siluriformes: Loricariidae), with implications on the diversification of Neotropical ichthyofauna *Molecular Ecology* 12: 1855-1867
- Moraes, M. & Sarmiento, J. 1999. Informe del estudio de la Biodiversidad de la Reserva Nacional de flora y fauna Tariquia (Tarija). Ed. Instituto de Ecología-FUNDECO, La Paz. 135p.
- Morales, E. 2006. Algas de Bolivia. *Bolivia Ecológica* N° 41-Centro de Ecología Difusión Simón I. Patiño. Santa Cruz., 36 p.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza. 84 p.

- Moreno, C.E. & Halffter, G. 2000. Assessing the completeness of bat diversity inventories using species accumulation curves. *J. Appl. Ecol.* 37:149-158.
- Moodie, E. & Power, M. 1982. The reproductive biology of an armoured catfish, *Loricaria uracantha*, from Central America. *Environmental Biology of Fishes.* 7: 143-148.
- Moya, N., Goitia, E. & Siles, M. 2003. Tipología de ríos de la región de Piedemonte Andino en Cochabamba. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental* 13: 95-115.
- Moya, N. 2006. Índice Multimétrico de integridad biótica para la cuenca del Río Chipiriri, Cochabamba – Bolivia. Tesis de grado para optar el título de Magister Scientiarum, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. 45p.
- Moodie, G. E. & Power, M. 1982. The reproductive biology of an armoured catfish, *Loricaria uracantha*, from Central America. *Environ. Biol. Fish* 7: 143-148.
- Navarro, G. & Maldonado, M. 2005. Geografía ecológica de Bolivia. Vegetación y ambientes acuáticos. 3ra Edición. Editorial: Centro de Ecología Difusión Simón I. Patiño. Santa Cruz 719 p.
- Ortiz, M., 1992. Hábitos alimenticios de los peces de un Río de Montaña Neotropical. *Biotropica* 24(4): 550-559.
- Payne, A. I. 1986. The ecology of tropical lakes and rivers. John Wiley & Sons, New York
- Pearson 1924. The fishes of the eastern slope of the Andes. I. The fishes of the Rio Beni basin, Bolivia, collected by the Mulford expedition. *Ind. Univ. Studies* 1-83.
- Pereira, C. C., Smith, W. S. & Espíndola, E. 2004. Hábitos alimenticios de nueve especies de peces de embalse de três irmãos, São Paulo. *Universidade y Ciencia*, número especial 1. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villa Hermosa, México. Pp.33-38.

- Planas, D. 1998. Optimización del muestreo del perifiton en los estudios de impacto. 295-306. En: ANAIS. IV Congreso Latinoamericano, II Reunión Iberoamericana, VII Reunión Brasileira de Ficología. Sociedade Ficologica da America Latina e Caribe Sociedade Brasileira de Ficología. Vol 1. Sao Paulo. 450p.
- Pouilly, M. & Beck, S. 2004. Geografía General. Capítulo 1, pp: 1-26. En: Pouilly, M., Beck, S., Moraes, M. & Ibáñez, C. 2004. Diversidad biológica en la llanura de inundación del Río Mamoré. Importancia ecológica de la dinámica fluvial. Ed. Centro de Ecología Simón I. Patiño. Santa Cruz, 383p.
- Pouilly, M., Barrera, S. & Rosales, C. 2006. Changes of taxonomic and trophic structure of fish assemblages along an environmental gradient in the Upper Beni watershed (Bolivia). *Journal of Fish Biology*. 68: 137-156.
- Power, M. E. 1981. The grazing ecology of armored (Loricariidae) in a Panamanian stream. Ph. D. dissertation, University of Washington.
- _____ 1983. Grazing responses of tropical freshwater fishes to different scales of variation in their food. *Environmental Biology of Fishes* 9(2):103-115.
- _____ 1984a. Habitat quality and the distribution of algae grazing catfish in a Panamanian stream. *Journal of Animal Ecology* 53: 357-374.
- _____ 1984b. Depth distributions of armored catfish: Predator-induced resource avoidance? *Ecology* 65 (2): 523-528.
- _____ 1984c. The importance of sediment in the grazing ecology and size class interactions of armoured catfish, *Ancistrus spinosus*. *Environmental Biology of Fishes* 10 (3):173-181.

- Pringle, C. M, Blake, A. G., Covich, A. P., Buzby, M. K & Finley, A. 1993. Effects of omnivorous shrimp in a montane tropical stream: sediment removal, disturbance of sessile invertebrates and enhancement of understory algal biomass. *Oecologia* (Berlin) 3:1-11.
- Roldán P. G. 1992. Fundamentos de limnología Neotropical. 1ª edición. Universidad de Antioquia. Colombia: 529 p.
- Romero-Saltos, H. , Valencia, R. & Macia, M. J. 2001. Patrones de diversidad y rareza de plantas leñosas en el parque nacional Yasuni y la Reserva Étnica Huaorani, Amazonia Ecuatoriana. En: J. F. Duivenvoorden, H. Balslev, J. Cavelier, C. Grandez, H Tuomisto, R. Vcia (Eds.) Evaluación de recursos no Maderables en la Amazonía Noroccidental. IBED, Universiteit van Amsterdam, Amsterdam.
- Santamaria, C. A. & García, M. H. 1993. Estudio del hábitat comportamiento, alimentación crecimiento y reproducción de la "Cucha" (*Ancistrus triradiatus triradiatus*) Colombia Amazónica. 6 (2): 85-106.
- Schnitzler, A., Carbiener, R. & Tremolieres, M. 1992. Ecological segregation between closely related species in the flooded forest of the upper Rhine plain. *New Phytol.* 121: 293-301.
- Segatti, N., Fugi. R. y Fatima Andrian I. 2004. Trophic Ecology of the fish assemblage. Chapter 11. Ecology and Conservation. Pp. 247-269.
- Shoener, T. W. 1974. Resource partitioning in ecological communities. *Science.* 185:27-39.
- Smith, R.L. y T. M. Smith. 2001. Ecología. 4º edición. Pearson Educación S.A. Madrid. 642p.
- Solomon, C., Flecker, A. & Taylor, B. 2004. Testing the role of sediment –mediated interactions between Tadpoles and armoured catfish in a Neotropical Stream. *Copeia.* 8: 610-616.

- Strahler, A. 1957. Quantitative análisis of watershed geomorphology. Transactions of the American Geophysical Union, 38: 913-920.
- Suzuki, H., Agostinho, A. & Winemiller, O. 2000. Relationship between oocyte morphology and reproductive strategy in loricariid catfishes of the Parana River, Brasil. Journal of fish Biology. 57: 791-807.
- Timothy, J., Sonnernan, J., Leurs, H. 1986. Freshwather algae in Australia. Royal botanical garden, Melbourne. 120p.
- Trajano, E. 2001. Habitat and population data of troglobitic armored cave catfish, *Ancistrus cryptophthalmus* Reis, 1987, from central Brazil (Siluriformes: Loricariidae) *Environmental Biology of Fishes* 62: 195-200.
- Tresierra, A. & Culquichicón, Z. 1986. Biología Pesquera. FCB-UNT. Trujillo. 432p.
- Veregina, I. A., 1990, Basic adaptations of the digestive system in bony fishes as a function of diet. *J. Ichthyology*,30(6): 897-907.
- Velarde, A. & Hortal, J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de valuar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica Aracnología*. Vol. 3:151-161.
- Vaz, M., Petrere, M., Martinelli, L. & Mozeto, A. 1999. The dietary of detritivorous fish from the River Jacaré Pepira, Brazil. *Fisheries Management and Ecology*. 6:121-132.
- Weber, C. 2003. Subfamily Hypostominae (armored catfishes). Pp 351-365. En: Reis, R. Kullander, S. Ferraris, C. Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre. 729p.

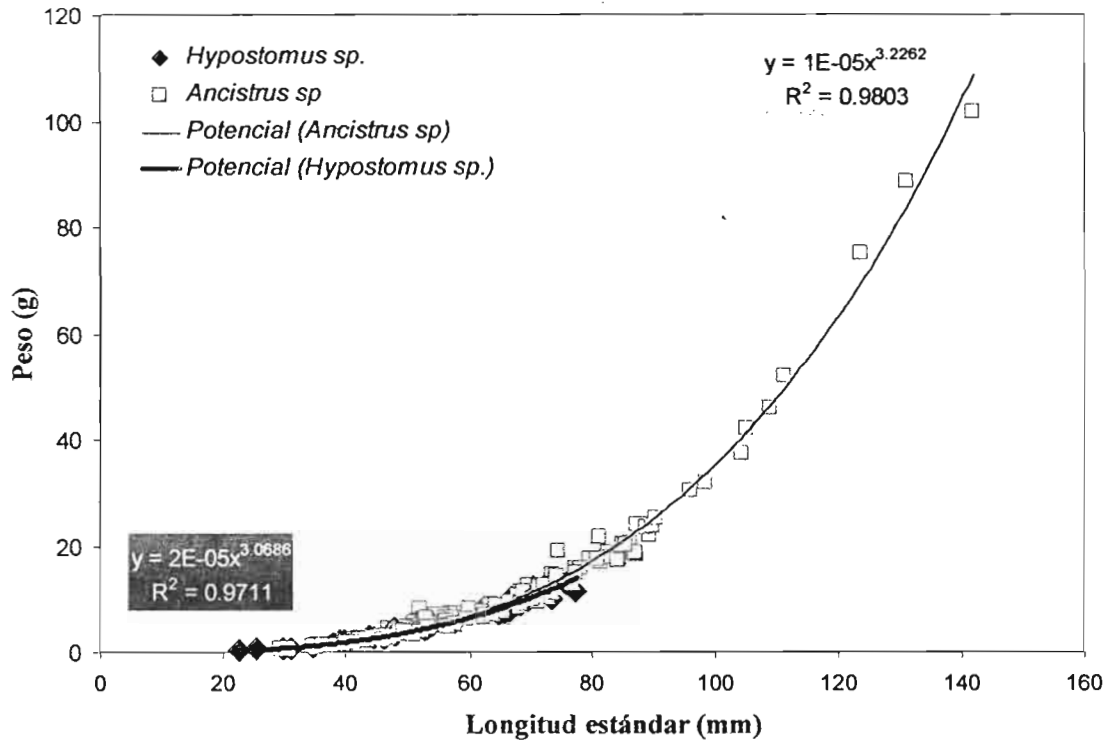
- Wetzel, R. G. 1981. Limnología. Ed. Omega, S. A, Barcelona. 671 p.
- _____. 1983. Periphyton. En: Dr. Junk Publishers. Freshwater Ecosystem. The Hague. 346p.
- Willot, S. 2001. Species accumulation curves and the measure of sampling effort. J. Appl. Ecol. 38:484-486.
- Wotom, R. 1990. Ecology of Teleost Fishes. Ed. Chapman & Hall, London. 160-195 p.
- Yossa M. & Araujo-Lima M. 1998. Detritivory in two Amazonian fish species. Journal of fish Biology. 52: 1141-1153.
- Zabala-Camin, L.A. Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes. Maringá: NUPELIA, 1996; 129p.
- Zaret, T. & Standley, R. 1971. Competition in tropical stream fishes: support for the competitive exclusion principle. Ecology 52: 336-342.
- Zavala-Camin, L. 1996 Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes. Edit. Universidade Estadual de Maringá 125p.
- W. N. Venables, D. M. Smith & el R Development Core Team., versión 2.5.0. 2006. www.r-project.org R.



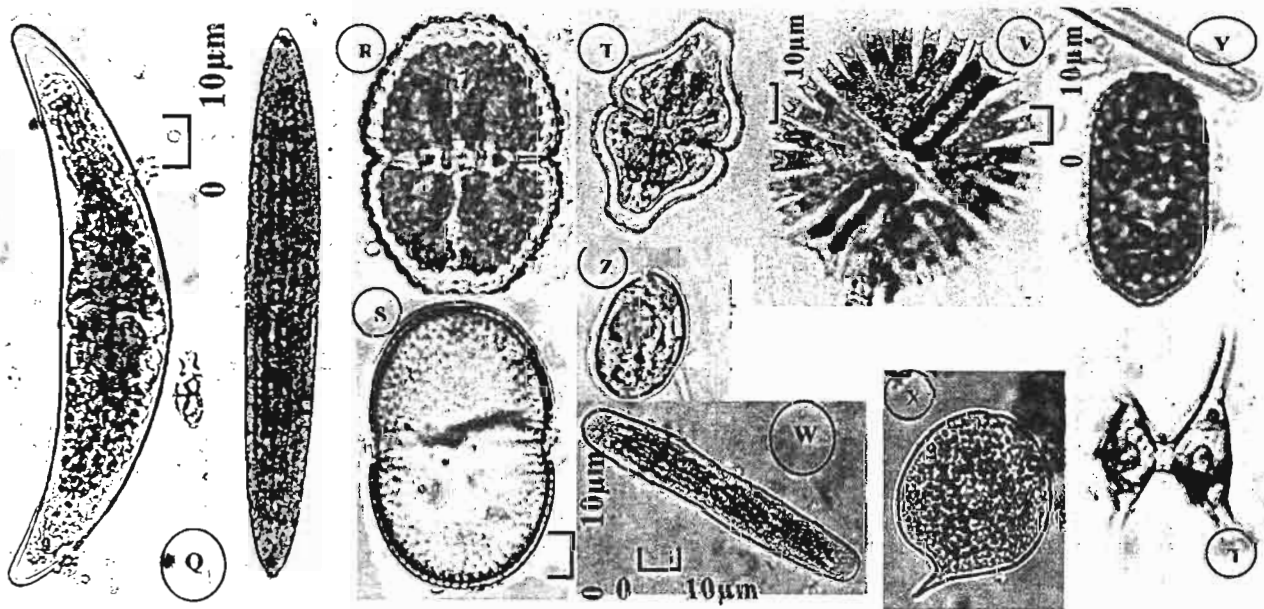
ANEXOS



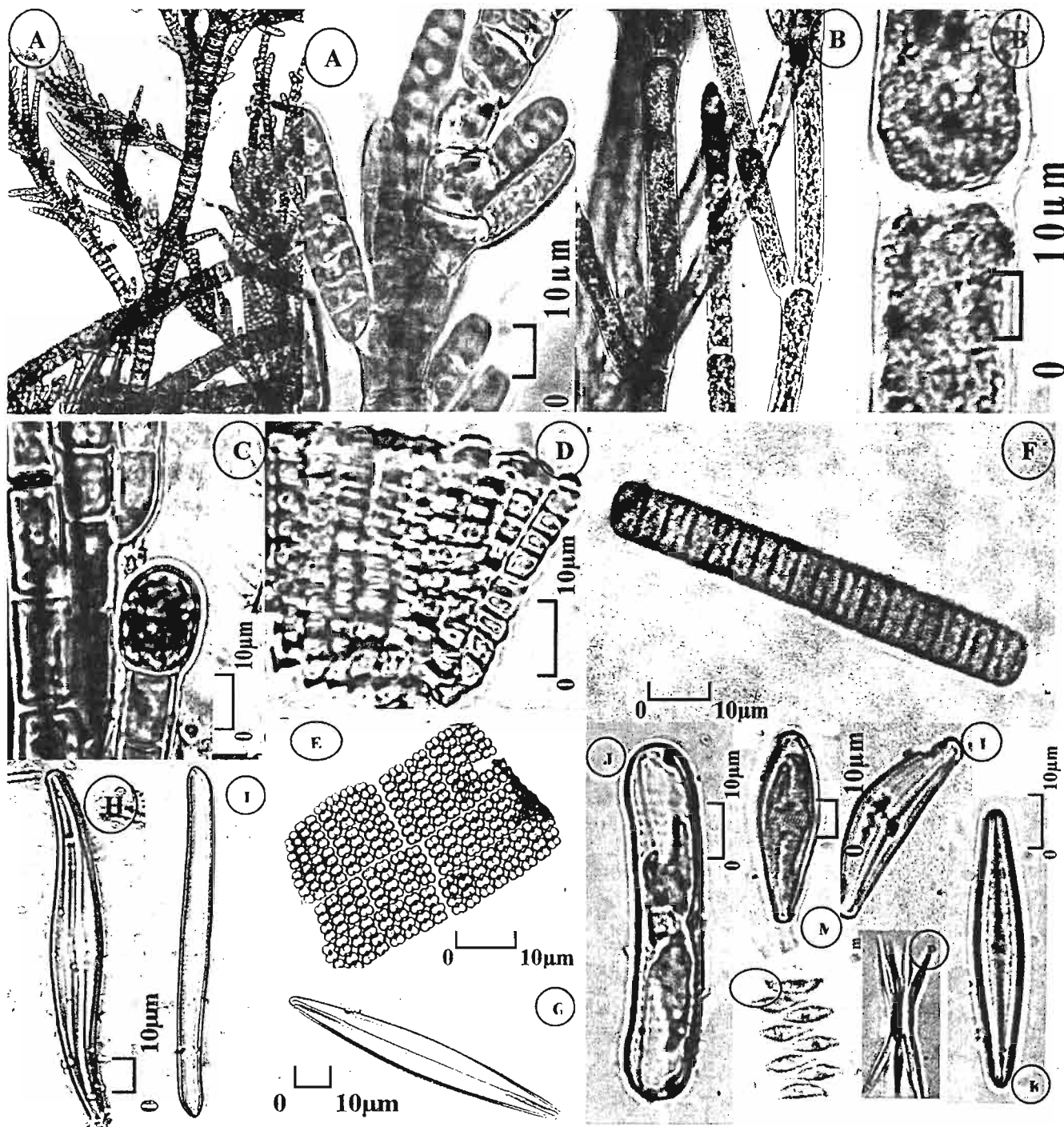
Anexo 1. Índice de crecimiento R (Longitud estándar vs. Peso total) de *Ancistrus* sp e *Hypostomus* sp y sus correlaciones.



Anexo 2. Clase Zygothryx: Q. Closterium, R. Cosmarium, S. Actinotaenium, T. Euastrum, U. Staurastrum V. Micrasterias, W. Penium; Clase Euglenophyceae: X Phacus, Y. Trachelomonas, Z. Anisonema (Fotografías: M Sc Mirtha Cadima y Antonietta Mollo).



Anexo 2. Clase Ulothricophyceae: *Cloniophora*, *B.Saprochaete*; **Clase Rhodophyceae:** *C. Audowinella*, *D. Hildebrandia*; **Clase Cyanophyceae:** *E. Merismopedia*, *F. Oscillatoria*; **Clase Bacillariophyceae:** *G Amphipleura*, *H. Gyrosigma*, *I. Nitzschia*, *J Eunotia*, *K. Navicula*, *L. Cymbella* *M. Gomphonema*; **Clase Euchlorophyceae:** *O Scenedesmus*, *P. Ankistrodesmus* (Fotografías: M Sc Mirtha Cadima y Antonietta Mollo).



Anexo 3. *Abundancia de los géneros de algas en los contenidos digestivos de Ancistrus en los ríos*

CLASE	FAMILIA	GÉNERO	R-COL	R-76	R-24	R-28	R-86
			<i>Ancistrus</i> (n=33)	<i>Ancistrus</i> (n=50)	<i>Ancistrus</i> (n=44)	<i>Ancistrus</i> (n=44)	<i>Ancistrus</i> (n=2)
Bacillariophyceae	Achnantheaceae	<i>Achnanthes</i>	634	2008	351	150	-
		<i>Cocconeis</i>	102	1455	2470	863	705
	Coscinodiscaceae	<i>Cyclotella</i>	72	292	193	169	-
		<i>Melosira</i>	14	19	41	10	24
	Diatomaceae	<i>Ceratoneis</i>	-	9	2	18	-
		<i>Diatoma</i>	167	330	324	210	1923
		<i>Fragilaria</i>	10889	8873	4785	1067	311
		<i>Synedra</i>	12714	4812	2665	671	366
		<i>Tabellana</i>	39	2	-	5	-
	Epithemiaceae	<i>Rhopalodia</i>	10	-	-	2	8
	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i>	118	737	189	28	36
	Naviculaceae	<i>Amphipleura</i>	487	5101	1740	552	-
		<i>Amphora</i>	12	175	203	63	-
		<i>Cymbella</i>	24665	27212	5397	1430	1502
		<i>Frustulia</i>	26	64	29	4	-
		<i>Gomphonema</i>	2341	12660	2693	628	138
		<i>Gyrosigma</i>	122	764	46	12	-
		<i>Navicula</i>	1592	3517	6497	1487	333
		<i>Naviculiforme</i>	9715	19271	12271	3050	224
		<i>Pinnularia</i>	466	860	882	581	-
<i>Stauroneis</i>		32	29	26	8	3	
Nitzschiaceae	<i>Nitzschia</i>	6	7	22	11	9	
Sunrellaceae	<i>Sunrella</i>	1403	194	160	59	-	
Cyanophyceae	Capsosiraceae	<i>Capsosira</i>	-	-	-	118	-
	Chamaesiphonaceae	<i>Chamaesiphon</i>	-	23	-	8	-
	Chroococcaceae	<i>Merismopedia</i>	8	21	8	-	-
	Nostocaceae	<i>Anabaena</i>	-	-	3	-	-
	Oscillatoriaceae	<i>Lynxbya</i>	4	42	112	3	-
		<i>Oscillatoria</i>	-	-	3	-	-
	Tubiellaceae	<i>Johannesbaptista</i>	102	32	46	15	7
Euchlorophyceae	Gloeocystaceae	<i>Gloeocystis</i>	8	-	4	8	51
	Hydrodictyaceae	<i>Sorastrum</i>	2	11	14	-	-
	Oocystaceae	<i>Ankistrodesmus</i>	3	230	19	105	-
		<i>Chlorella</i>	314	-	-	17	-
		<i>Selenastrum</i>	7	8	-	-	-
	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus</i>	41	87	41	6	-
	Volvocaceae	<i>Gonium</i>	-	6	4	-	-
Euglenophyceae	Euglenaceae	<i>Euglena</i>	2	19	2	-	-
		<i>Phacus</i>	6	13	12	32	-
		<i>Trachelomonas</i>	-	-	21	32	-
Peranemaceae	<i>Anisonema</i>	2	-	-	-	-	
Rodophyceae	Audouinellaceae	<i>Audouinella</i>	-	41	144	55	-
	Hildebrandiaceae	<i>Hildebrandia</i>	-	4	28	72	-
Ulothricophyceae	Chaetophoraceae	<i>Cloniophora</i>	-	-	-	34	-
		<i>Saprochaete</i>	258	200	185	193	-
	Oedogonaceae	<i>Oedogonium</i>	388	160	74	13	-
Ulothricaceae	<i>Ulothrix</i>	-	-	2	8	-	
Zygophyceae	Desmidiaceae	<i>Actinaeternium</i>	281	25	28	79	24
		<i>Closterium</i>	899	695	96	20	33
		<i>Cosmarium</i>	194	1966	45	18	186
		<i>Euastrum</i>	-	24	-	-	-
		<i>Hyalotheca</i>	-	-	60	-	-
		<i>Micrasterias</i>	-	12	20	2	-
		<i>Penium</i>	-	19	10	-	-
		<i>Staurastrum</i>	2	11	-	4	33
		<i>Staurodesmus</i>	-	-	-	-	3
	Zygnemataceae	<i>Mougeotia</i>	170	42	12	-	3
		<i>Spirogyra</i>	-	16	6	6	-
Abundancia			68317	92098	41986	11926	6922

Anexo 4. Abundancia de los géneros de algas en los contenidos digestivos de *Hypostomus* en los ríos.

CLASE	FAMILIA	GÉNERO	R-Col	R-76	R-24	R-28	R-86
			<i>Hypostomus</i> (n=13)	<i>Hypostomus</i> (n=3)	<i>Hypostomus</i> (n=1)	<i>Hypostomus</i> (n=15)	<i>Hypostomus</i> (n=5)
Bacillariophyceae	Achnantheaceae	<i>Achnanthes</i>	151	48	-	39	22
		<i>Cocconeis</i>	12	18	2	749	197
	Coscinodiscaceae	<i>Cyclotella</i>	-	8	-	22	-
		<i>Melosira</i>	24	-	-	3	80
	Diatomaceae	<i>Asterionella</i>	-	-	-	-	39
		<i>Ceratoneis</i>	-	-	-	1	-
		<i>Diatoma</i>	144	6	2	43	1041
		<i>Fragilaria</i>	729	348	6	621	237
		<i>Synedra</i>	700	234	10	237	444
		<i>Tabellaria</i>	8	-	-	2	8
	Epithemiaceae	<i>Rhopalodia</i>	-	-	-	-	12
	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i>	4	48	-	-	-
	Naviculaceae	<i>Amphipleura</i>	32	222	2	53	-
		<i>Amphora</i>	32	2	-	2	6
		<i>Cymbella</i>	3139	428	14	405	773
		<i>Frustulia</i>	2	-	-	-	-
		<i>Gomphonema</i>	173	614	6	494	210
		<i>Gyrosigma</i>	36	24	-	1	7
		<i>Navicula</i>	242	72	24	507	401
		<i>Naviculiforme</i>	1433	556	52	1433	312
<i>Pinnularia</i>		160	24	6	39	34	
<i>Stauroneis</i>		-	-	-	-	-	
Nitzschiaceae	<i>Nitzschia</i>	-	-	-	-	8	
Surirellaceae	<i>Surirella</i>	158	-	-	5	-	
Cyanophyceae	Capsosiraceae	<i>Capsosira</i>	-	-	-	5	-
	Chamaesiphonaceae	<i>Chamaesiphon</i>	-	4	-	-	-
	Chroococcaceae	<i>Mersmopedica</i>	-	4	-	-	24
	Nostocaceae	<i>Anabaena</i>	-	-	-	-	2
	Oscillatoriaceae	<i>Lyngbya</i>	-	-	-	1	2
		<i>Oscillatoria</i>	-	2	-	-	-
	Tubiellaceae	<i>Johannesbaptista</i>	9	-	-	-	2
Euchlorophyceae	Gloeocystaceae	<i>Gloeocystis</i>	-	-	-	-	-
	Hydrodictyaceae	<i>Sorastrum</i>	-	4	-	-	-
	Oocystaceae	<i>Ankistrodesmus</i>	-	30	-	-	-
		<i>Chlorella</i>	38	-	-	-	-
		<i>Selenastrum</i>	-	-	-	-	-
	Scenedesmeaceae	<i>Scenedesmus</i>	-	4	-	10	-
	Volvocaceae	<i>Gonium</i>	-	-	-	-	-
	Euglenophyceae	Euglenaceae	<i>Euglena</i>	-	-	-	-
			<i>Phacus</i>	-	-	-	1
		Peranemaceae	<i>Trachelomonas</i>	-	-	-	5
<i>Anisonema</i>			-	-	-	-	
Rodophyceae	Audouinellaceae	<i>Audouinella</i>	-	34	-	63	
	Hildebrandiaceae	<i>Hildebrandia</i>	-	2	-	-	
Ulothricophyceae	Chaetophoraceae	<i>Cloniophora</i>	-	-	-	-	
		<i>Saprochaete</i>	6	72	-	54	13
	Oedogonaceae	<i>Oedogonium</i>	12	18	-	2	
	Ulothricaceae	<i>Ulothrix</i>	-	-	-	-	
Zygophyceae	Desmidiaceae	<i>Actinotaenium</i>	22	-	-	4	2
		<i>Closterium</i>	88	24	-	4	72
		<i>Cosmarium</i>	22	68	-	2	67
		<i>Euastrum</i>	2	-	-	-	-
		<i>Hyalotheca</i>	-	-	-	-	3
		<i>Micrasterias</i>	-	-	-	1	-
		<i>Peridium</i>	-	2	-	-	-
		<i>Staurastrum</i>	-	-	-	-	24
		<i>Staurodesmus</i>	-	-	-	-	13
	Zygnemataceae	<i>Mougeotia</i>	20	-	-	-	2
		<i>Spirogyra</i>	-	-	-	-	-
Abundancia			7398	2920	124	4908	4064

Anexo 5. Abundancia de los géneros de algas en los sustratos del perifiton: hoja piedra, tronco y sedimento de los ríos

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	Hoja				Piedra					Sedimento				Tronco				
				R-COL	R-75	R-24	R-28	R-COL	R-75	R-24	R-28	R-86	R-COL	R-75	R-24	R-28	R-COL	R-75	R-24	R-28	
Bacillariophyceae	Achnanthes	Achnantheaceae	<i>Achnanthes</i>	2	14	10	12	2	2	6	16	54	52	10	26		6	12	8		
			<i>Cocconeis</i>	3	112	88	38	3	4	16	56	242	6	52	134		8	4	52	40	
	Coscinodiscales	Coscinodisceaceae	<i>Cyclotella</i>	7	14		4	8	2	6	2	9	4	6	6	24	6	8	16		
			<i>Melosira</i>	9				2		4	4	72	16		2	6	24		12	10	
	Diatomales	Diatomeaceae	<i>Asterionella</i>								8										
			<i>Ceratonella</i>								8										
			<i>Diatoma</i>	10	4	32	16	10	2	4	18	1227	16	2	16	36	2	4	20	28	
			<i>Fragilaria</i>	279	106	48	44	349	374	12	38	131	395	62	36	96	226	58	20	56	
			<i>Synedra</i>	194	115	20	16	154	26	10	20	183	312	46	32	34	85	34	16	22	
			<i>Tabellaria</i>				2														
	Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i>		68				38		1	2	2	2			5				
			<i>Rhopalodia</i>								10	2				16		2			
	Naviculales	Epithemiaceae	Naviculaceae	<i>Amphipleura</i>	3	252	18	52	3	121	12	44	45	300	44	270	14	202	48	22	
				<i>Amphora</i>	10	24		8	10		6		30	12	6	8	8	8	8	12	2
				<i>Cymbella</i>	258	944	54	92	287	620	54	30	313	2052	66	108	88	268	172	102	54
				<i>Frustulia</i>	1				1					1							
				<i>Naviculliforme</i>	41	1356	46	106	113	558	48	80	375	985	434	124	136	61	170	170	92
				<i>Gomphonema</i>	7	234	48	26	8	28	6	20	239	33	24	40	78	2	34	24	26
				<i>Gyrosigma</i>	2	82			2	27			4	27	82	2	6	4	34		4
				<i>Navicula</i>	39	370	62	38	39	50	38	40	474	224	80	108	72	28	38	36	28
<i>Pinnularia</i>				6	160	22	44	8	17	12	62	11	93	34	110	212	12	48	42	30	
<i>Stauroneis</i>					4								13	2			2				
													5		2	2	2				
													239	12	18	74	37	14	8	2	
Cyanophyceae	Chamaesiphonales	Chamaesiphonaceae	<i>Chamaesiphon</i>		6	8	4			38	112	45			8	75	3				
			<i>Merismopedia</i>		20	4	18		6		1	16	2	6	16	2	18	8	11		
	Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Anabaena</i>	1							15			6	2		7				
			<i>Lyngbya</i>	41		18	14	22	234	10	26	72	15	4	40	16	12	44	96	10	
	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i>			8	4		2	16	67		52	42		8	8				
			<i>Johannesbaptista</i>	1	4	6	4		3			9	3		2	6	4		13		
	Stigonematales	Caposiraceae	<i>Caposira</i>			64												11	10		
			<i>Sorastrum</i>		4							3									
	Euchlorophyceae	Chlorococcales	Hydrodictyceae	<i>Ankistrodesmus</i>								8		8		2					
				<i>Chlorella</i>			20	14				22			14	50			6	2	
			<i>Selenastrum</i>								4			6							
Euglenophyceae	Tetrasporales	Gloeocystaceae	<i>Scenedesmus</i>		12						3	48		6	8	2	2	6	4		
			<i>Gloeocystis</i>								4	4		2				8			
			<i>Euglena</i>	7	14		28				12									6	
			<i>Phacus</i>	4	6	2	4			2	2	3			2	2	2				
Rodophyceae	Acrochaetiales	Audouinellaceae	<i>Trachelomonas</i>																		
			<i>Anisonema</i>					21											2		
Ulothricophyceae	Chaetophorales	Chaetophoraceae	<i>Audouinella</i>		8				58	7		8					18				
			<i>Hildebrandia</i>	128			90				16										
Zygophyceae	Zygonematales	Desmidiaceae	<i>Cloniophora</i>		2																
			<i>Saprochaete</i>	223		10	34				76	11				6	38	16	6		
			<i>Oedogonium</i>	5	8			5	20					8			14	2			
			<i>Cladophora</i>																		
			<i>Ulothrix</i>				8							2	18	6	4	8			
			<i>Actinotaenium</i>	46	10		2	28	2			97		2	4	18		8			
			<i>Closterium</i>	11	12			11	16	1		28	6		8	16	12				
			<i>Cosmarium</i>						13												
			<i>Penium</i>									2				2					
			<i>Staurastrum</i>			10															
			<i>Staurodesmus</i>									16	52	4	14		2	4			
			<i>Mougeotia</i>						4								2	4			
			<i>Sprogyra</i>				6			6							8	2			
			Abundancia	1383	3973	812	732	1136	2333	550	673	3772	4870	1240	874	1569	919	981	875	531	

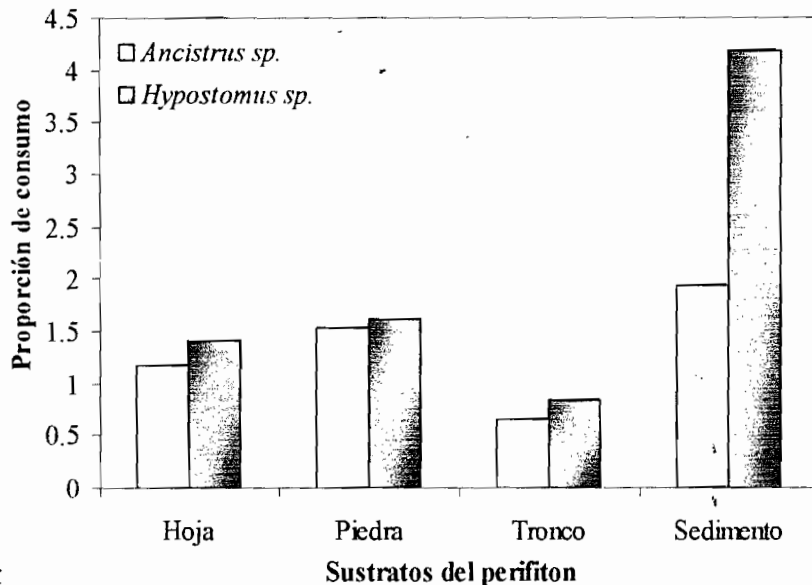
Anexo 6. Densidad absoluta (Nº algas/cm²) de las clases de algas

CLASE	Nº de algas/cm ²
Bacillariophyceae	59501
Cyanophyceae	32594
Euchlorophyceae	186579
Euglenophyceae	91697
Rhodophyceae	6355
Ulothricophyceae	6080
Zygomycetes	61521

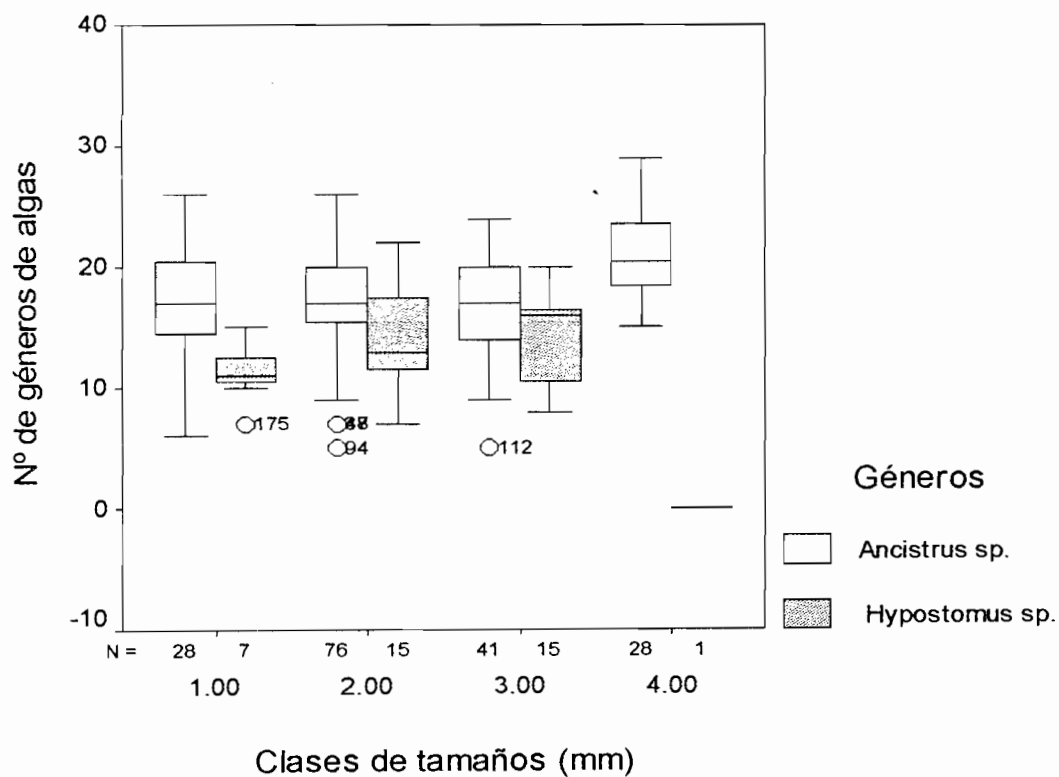
Anexo 7. Tabla con valores de diversidad, abundancia en el perifiton de hoja, piedra, tronco y sedimento en los ríos de estudio.

Sustrato	R-COL	R-75	R-24	R-28	R-86
Hoja	27	28	23	29	
Piedra	22	25	24	24	37
Tronco	32	26	32	31	
Sedimento	37	22	33	35	
Nº de generos total por sustrato	45	36	42	42	37
Diversidad	0.129	0.089	0.118	0.193	0.111
Abundancia	8308	8527	2911	3505	

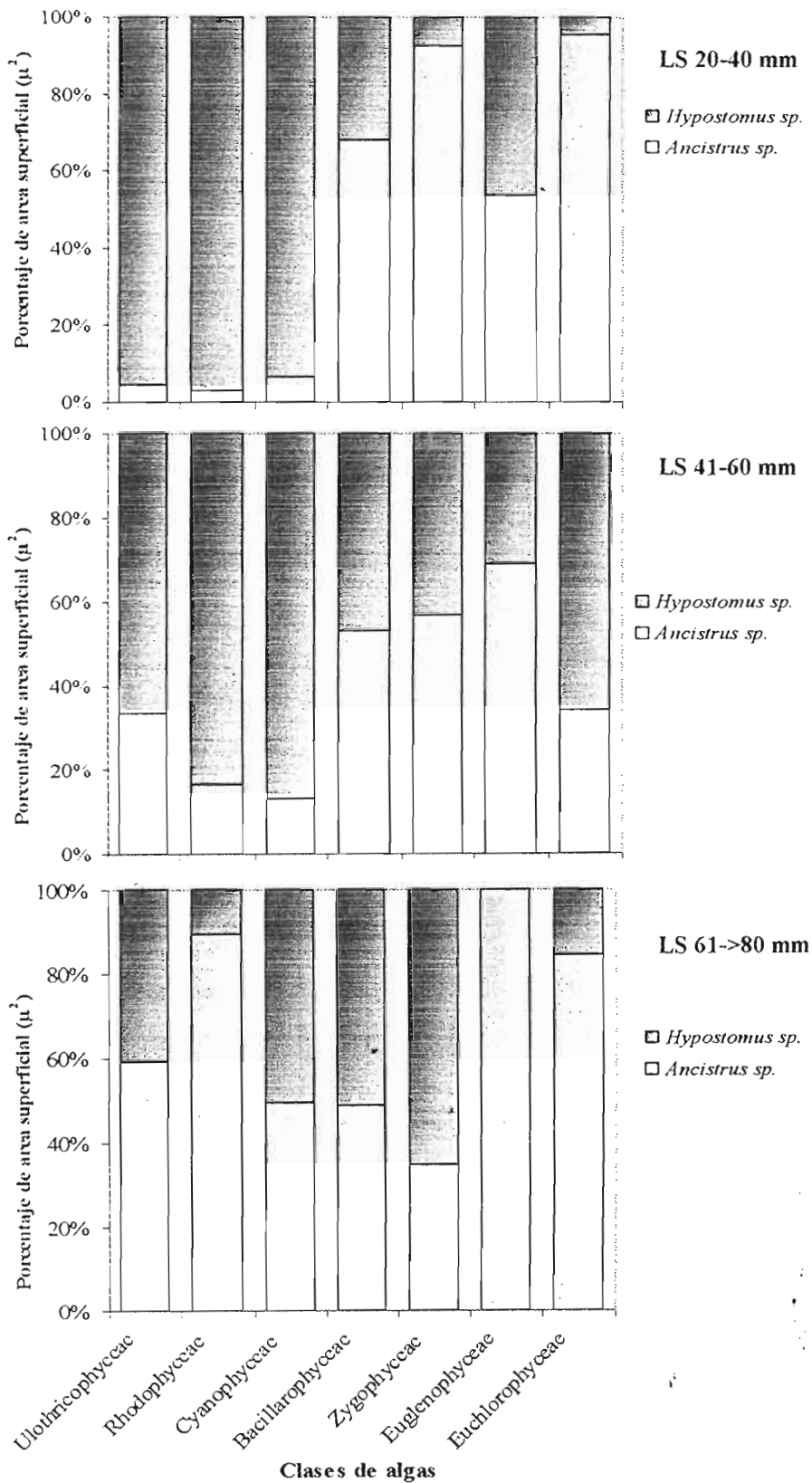
Anexo 8. Proporción del consumo de algas entre sustratos del perifiton por *Ancistrus* sp. e *Hypostomus* sp.



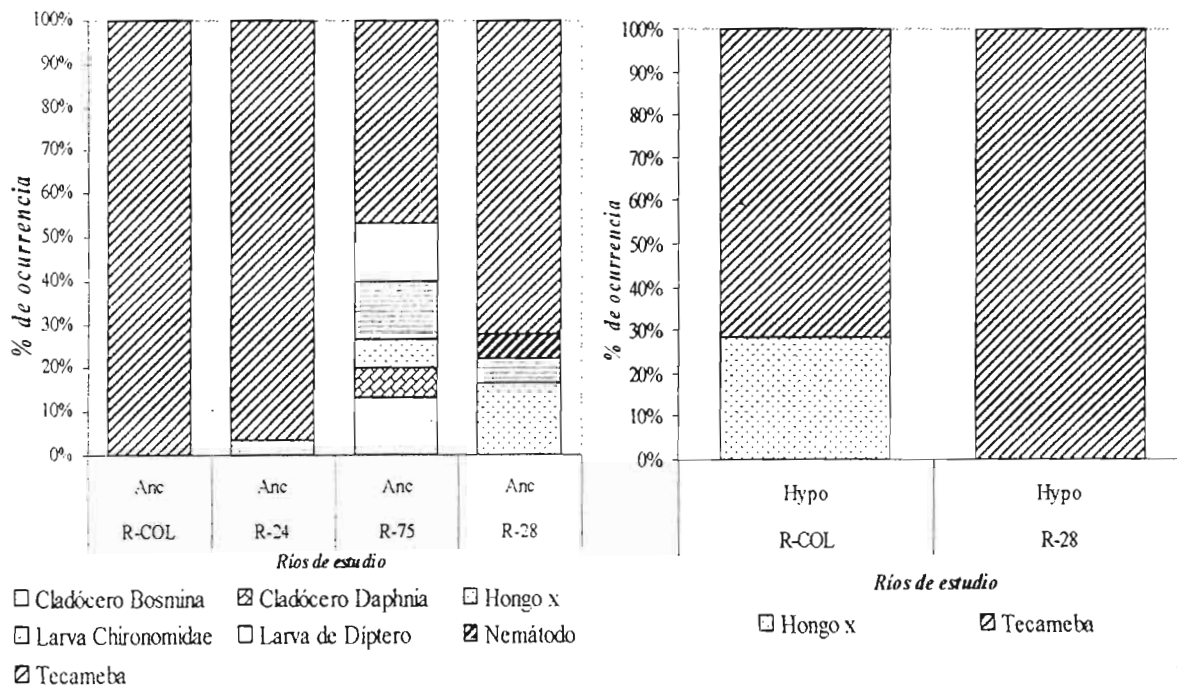
Anexo 9. Diferencia del consumo (Nº de géneros de algas) por tamaños de *Ancistrus* sp. e *Hypostomus* sp., donde: 1= 20-40mm, 2= 41-60mm, 3= 61-80 mm., 4= 81->100mm.



Anexo 10. Consumo de algas por *Ancistrus* sp. e *Hypostomus* sp., de acuerdo diferentes rangos de tamaño (Longitud estándar (LS)).



Anexo 11. Porcentaje de otros organismos en los contenidos digestivos de *Ancistrus* e *Hypostomus* en los ríos



Anexo 12. Porcentaje de rotíferos en los contenidos digestivos de *Ancistrus* e *Hypostomus* de los ríos

