

## Biología alimentaria y reproductiva de *Hyphessobrycon poecilioides* (Pisces: Characidae) en la cuenca del río La Vieja, Alto Cauca, Colombia

Carlos A. GARCÍA-ALZATE<sup>1</sup> & César ROMÁN-VALENCIA<sup>2</sup>

Universidad del Quindío, Laboratorio de Ictiología, A. A. 2639, Armenia, Quindío, Colombia.

<sup>1</sup>cagarcia@uniquindio.edu.co. <sup>2</sup>ceroman@uniquindio.edu.co

**Abstract: Feeding and reproductive biology of *Hyphessobrycon poecilioides* (Pisces: Characidae) from La Vieja River basin, Alto Cauca, Colombia.** The ecology of a characid fish (*Hyphessobrycon poecilioides*) from upper Cauca River (Colombia) was studied. The secondary drainages display width and depth 2.4 m and 0.5 m respectively. The pH is around 7.0 (mean 7.35), the surface temperature 21.4° C, air temperature 24.2° C, oxygen low (mean 3.2 ppm). The diet consisted primarily of algae (24.46%) and insects (21.24%). A variation of the diet was observed, showing a tendency to eat algae (24.46%) in the wet season and insects (21.24%) in the dry one. The reproduction of the species takes place at the end of the wet season (April). The sex ratio is 1:1. Fecundity is high (2048 oocytes) and the mean small oocytes (0.052 mm). The size of sexual maturity is 52 mm SL for males and 55 mm SL for females. They showed reproductive strategy "r" and wide spectrum in the diet. A low and positive correlation was observed between standard length and intestinal length ( $r = 0.56$ ), and a significant positive correlation between total weight and stomach weight ( $r = 0.9$ ). Physical and chemical data are also included.

**Key words:** *Hyphessobrycon poecilioides*, trophic, reproduction, tropical fish, Colombia.

**Resumen:** Se estudió la ecología de un pez caracido (*Hyphessobrycon poecilioides*) en la cuenca alta del Río Cauca (Colombia). El drenaje secundario posee un ancho y una profundidad de 2,4 m y 0,5 m respectivamente. El pH está alrededor de 7,0 (7,35 en promedio), la temperatura superficial 21,4° C, la temperatura del aire 24,2° C, el oxígeno fue bajo (3,2 ppm, en promedio). La dieta consistió principalmente de algas (24,46%) e insectos (21,24%). Se observó variación en la dieta, mostrando una tendencia a consumir algas (24,46%) en épocas de lluvias e insectos (21,24%) en sequía. La especie se reproduce al culminar el periodo de lluvias (Abril). La relación de sexos es 1:1. La fecundidad es alta (2.048 ovocitos) y con un ovocito pequeño en promedio (0,052 mm). La talla de madurez sexual es de 52 mm LE para machos y 55 mm LE para hembras. Estrategia reproductiva "r" y un amplio espectro en la dieta. Se observó una baja y positiva correlación entre la longitud estándar y la longitud intestinal ( $r = 0,56$ ) y una alta y positiva correlación entre el peso total y el peso del estomago ( $r = 0,9$ ). Datos fisicoquímicos son incluidos.

**Palabras claves:** *Hyphessobrycon poecilioides*, trófica, reproducción, pez tropical, Colombia.

### INTRODUCCIÓN

Entre los peces de agua dulce, los menos conocidos corresponden al sureste asiático y América del Sur (Cala, 1987). El desconocimiento de la ictiofauna es particularmente lamentable debido al aumento del impacto antrópico adverso sobre los ecosistemas acuáticos y los peces que habitan Centro y Suramérica (Vari & Malabarba, 1998). Teniendo presente los cambios inevitables del paisaje, que actualmente ocurren con las ocupaciones humanas, se deben efectuar trabajos que suministren información sobre las especies nativas que no sólo serán de valor histórico, sino que servirán de base para medidas de manejo y conservación (Cala, 1987). Mas aún en el neotrópico, donde las comunidades de peces de agua dulce presentan una alta biodiversidad (De Pinna,

2006) y compleja interacción entre sus componentes (Lowe-McConnell, 1987).

Estudios sobre régimen alimenticio y relaciones tróficas de los peces indican algunos aspectos importantes en el flujo de energía, como las relaciones entre presa-depredador, cambios ontogénicos y estacionales de la dieta, lo que permite una mejor interpretación de la dinámica de la comunidad en estudio (Ferriz & Salas, 1994). El género *Hyphessobrycon* propuesto por Durbin (1908), es un amplio grupo de carácidos que comprende 111 especies válidas. Las especies de éste género aparecen en partes estancadas de pequeños ríos de aguas turbias, fondos con detritos y vegetación sumergida y se distribuyen desde el sur de México hasta el Río de la Plata en Argentina (Moreira *et al.*, 2002). *Hyphessobrycon poecilioides*, se encuentra restringido a pequeños drenajes

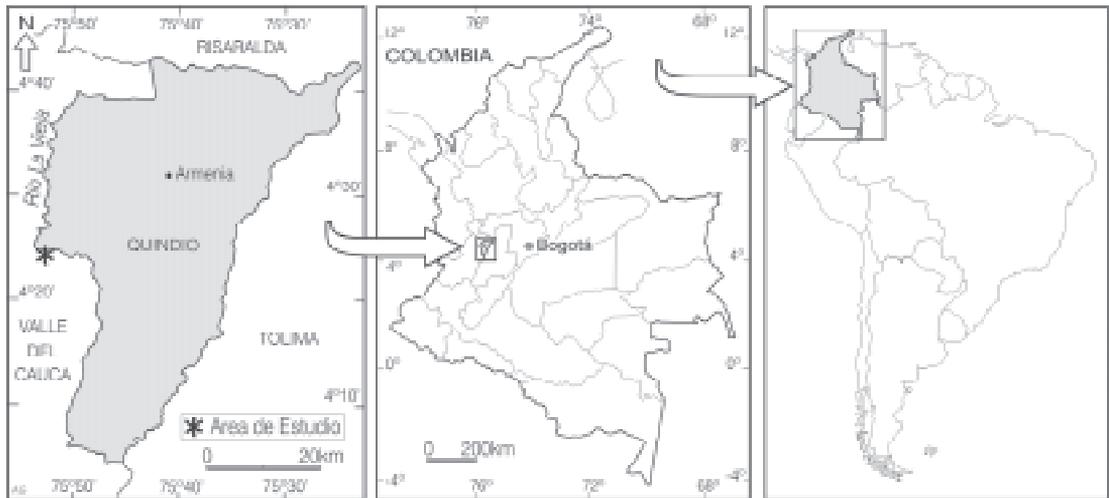


Fig. 1. Ubicación del área de estudio (\*), en la cuenca alta del río Cauca, Colombia.

del Alto Río Cauca y en estado crítico de conservación (Maldonado-Ocampo *et al.*, 2005) y de la cual se desconocen las características bioecológicas, su interacción en el ecosistema y las condiciones de hábitat.

En este estudio se pretende determinar las características de la ecología trófica y reproductiva de *H. poecilioides* en la cuenca alta del Cauca, Colombia (Fig. 1), a partir del análisis de su contenido estomacal, ciclo reproductivo y características propias de su hábitat.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

Con red de arrastre y abarcando los diferentes microhábitats que se presentaron en el arroyo: remanso o hábitat léntico, corriente o hábitat lóxico, y vegetación ribereña. Se realizaron muestreos mensuales durante el día (entre las 8 hs y 16 hs) entre diciembre de 2002 y noviembre de 2003 en los arroyos: El Indio (4° 24' 22" N - 75° 53' 08" O) a 1070 msnm, Agua Bonita (4° 23' 52" N - 75° 52' 19" O) a 1064 msnm., y Pijao (4° 23' 31" N - 75° 52' 04" O) a 1061 msnm, en donde se reportó la presencia de la especie. Mensualmente se registraron *in situ* variables fisicoquímicas como: pH con potenciómetro, temperaturas de agua y aire, y además, oxígeno disuelto con oxímetro digital. El ancho y profundidad fueron definidas con flexómetro y varetta graduada en centímetros. Se tomaron muestras por periodo climático (sequía y lluvia) para análisis de DBO, DQB, durezas, alcalinidad, acidez, sólidos y cloruros respectivamente, las cuales fueron analizadas en el laboratorio de aguas de la Universidad del Quindío, Armenia, Colombia

(IUQ). Los ejemplares capturados, fueron conservados *in situ* en hielo y transportados en neveras de icopor para posteriormente ser disectados en el laboratorio de Ictiología de la Universidad del Quindío. Para obtener coordenadas y altura se utilizó un GPS 4000XL.

La determinación de la ictiofauna acompañante en las capturas se realizó *in situ* y posteriormente fue devuelta al agua. Se examinaron 90 ejemplares (entre 40,2 y 86,1 mm de largo estándar). Siete de ellos fueron medidos, pesados y devueltos al agua. Muestras representativas se depositaron en el laboratorio de Ictiología de la Universidad del Quindío, Armenia, Colombia (IUQ) y el Museo de Historia Natural de Guanare de la Universidad experimental de los llanos Ezequiel Zamora, Portuguesa, Venezuela (MCNG): IUQ 519, 46 ejemplares; Colombia, arroyo El Indio, 100m en el peaje vía Alambrado-Corozal, Valle, 2003. IUQ 517, 33 ejemplares; Colombia, arroyo El Indio, 100 m en el peaje vía Alambrado-Corozal, Valle, 2003. MCNG 55351, 4 ejemplares, Colombia, arroyo El Indio, 100m en el peaje vía Alambrado-Corozal, Valle, 2003.

Se realizaron disecciones uroventrales para extraer gónadas, estómagos e intestinos. Cada una de estas estructuras fue pesada, medida y luego fijada en formol al 5%. Con los métodos de frecuencia de ocurrencia, numérico (Hyslop, 1980; Hynes, 1950), volumétrico (Capitoli, 1992; Pedley & Jones, 1978) e índice de importancia alimentaria:  $IA = \% V \times \% FO / 100$  (Lauzanne, 1975) se realizó el análisis de los organismos presentes en 83 estómagos con contenido. Los restos de insectos no se asumieron como una unidad. La fecundidad se determinó por el método de submuestras secas

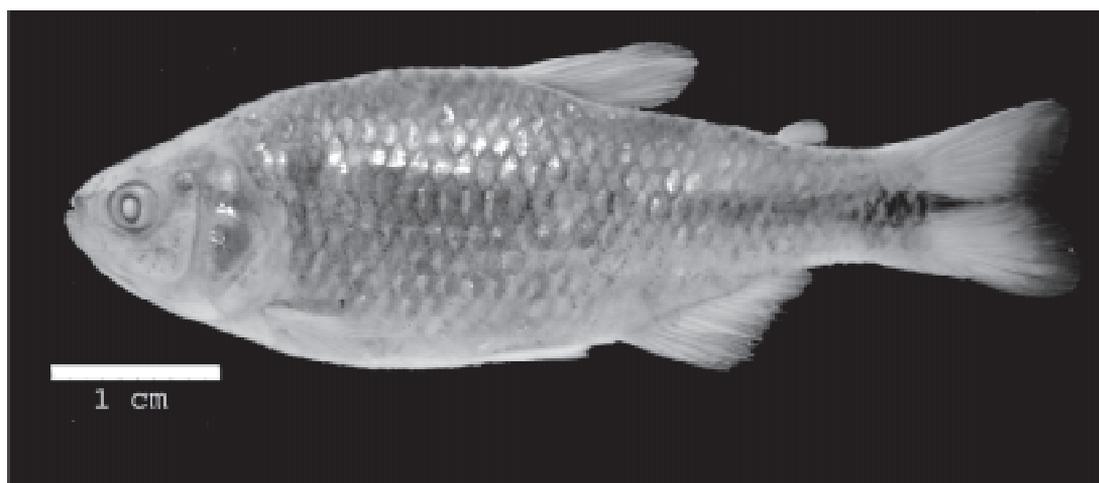


Fig. 2. *Hyphessobrycon poecilioides*, 50,43 mm LE, Arroyo El Indio, Alto Cauca, Colombia.

(Ricker, 1971). El factor de condición  $K$  (Vazzoler, 1996) se utilizó para determinar el grado de bienestar y robustez de peces con crecimiento alométrico, expresado como:  $K = wt / Ls^b$  donde  $wt$  = peso total en g,  $Ls$  = longitud estándar en mm y  $b$ , la pendiente total obtenida de la relación  $w/L$  (0,246). Para determinar la época de desove de la especie se utilizó la tendencia en relación gonadosomática (RGS) expresada como:  $RGS = Wo / Wc \times 100$ , siendo  $Wc = Wt - Wo$ , donde  $Wo$  = peso de la gónada en g,  $Wt$  = peso total en g, y  $Wc$  = peso del cuerpo en g. (Vazzoler, 1996). La talla de madurez sexual se determinó a través del método estadístico gráfico (Sokal & Rohlf, 1995). Los intervalos de talla fueron definidas arbitrariamente en rangos de 10 mm de longitud estándar cada una para facilitar el procesamiento de los datos y determinar variaciones ontogénicas de la dieta. Las correlaciones entre longitud estándar y la longitud intestino, longitud estándar y peso estómago, peso total y el peso del estómago, longitud total y peso total se llevaron a cabo a través del programa Statistics versión 11 bajo Windows.

## RESULTADOS

**Hábitat.** *Hyphessobrycon poecilioides* (Fig. 2) se colectó sólo en los arroyos el Indio y Agua Bonita. En este último lugar fueron examinados siete ejemplares capturados en noviembre de 2003. Es una especie relictual, restringida en abundancia y distribución en al arroyo Agua Bonita y en menor medida en el arroyo El Indio (Fig. 1). Este último es un arroyo de tipo secundario, con agua típicamente de color marrón, ancho promedio de 2,4 m y profundidad promedio de 0,5 metros. El

sustrato está conformado por arena y abundante material vegetal en descomposición. La vegetación ribereña está compuesta predominantemente por guadua (*Guadua angustifolia*), pasto kikuyo (Poaceae) utilizado para el mantenimiento de potreros de ganado vacuno y de árboles frutales de *Psidium guajava* (Guayaba). Charcos y remansos con profundidades entre 1 y 1,5 m fue el biotopo donde se colectó la totalidad de los ejemplares y es donde la especie obtiene el alimento en las horas del día, ya que no se encontraron estómagos vacíos. *H. poecilioides* convive de manera sintópica con *Bryconamericus caucanus*, *Astyanax fasciatus*, *Characidium caucanus*, *Brycon henni*, *Poecilia caucana* y *Piabucina* sp.

No se presentaron marcadas diferencias entre los valores de las variables fisicoquímicas durante el periodo de muestreo. El pH registró valores alrededor de la neutralidad (promedio 7,35), el oxígeno disuelto es bajo de 1,1 mg/l (marzo) a 3,2 mg/l (junio), al igual que el porcentaje de saturación entre 20% (marzo) y 75% (junio). La alcalinidad es alta (190 mg/l  $CaCO_3$  y 240 mg/l  $CaCO_3$  en sequía y lluvias respectivamente). La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) es alta (promedio de 6,05 mg/l) al igual que la Demanda Química de Oxígeno (DQO) (92 mg/l en sequía y 20 mg/l en lluvias). Los sólidos, las durezas y los cloruros también fueron altos, aumentando durante las lluvias (Tabla 2). Todas las variables estuvieron altamente influenciadas por la actividad ganadera que se lleva a cabo en las laderas del arroyo. En general, estos valores corresponden a ambientes eutroficados de alta montaña neotropical (Tablas 1 y 2).

Tabla 1. Variables fisicoquímicas en el arroyo El indio, Alto Cauca, Colombia. entre diciembre de 2002 y noviembre de 2003.

Variable	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov
Temperatura del agua °C	21,6	20,7	23,5	20,6	22,4	23,1	21,4	21,8	21,5	21,1	22,2	21,1
Temperatura ambiente °C	25	21,8	23,3	21,5	21,4	25,9	21,7	22,8	26,3	23,1	21,3	23,3
pH	7,2	7,1	7,25	7,25	7,2	7,35	7,1	7,38	7,05	7,14	7,16	6,55
Oxígeno disuelto mg/l	2,5	2	3,2	1,1	2,66	1,5	6,1	3,1	3,3	0,6	2,5	4,4
Oxígeno %	23	20	40	20	36,6	44,5	75	42	43	31	33	55

Tabla 2. Variables fisicoquímicas del arroyo El Indio, Alto Cauca, Colombia

Variable	Sequía (marzo de 2003)	Lluvia (mayo de 2003)
Altura (msnm)		1,070
Humedad relativa (%)	90	84
Sustrato	Detritos y material vegetal en descomposición	Detritos y material vegetal en descomposición
Color	Marrón	Marrón
Velocidad de corriente (m/s)	0	0,048
Ancho (m)	2,5	2,46
Profundidad (m)	0,50	0,54
D. B. O (mg/l)	8,6	3,5
D. Q. O (mg/l)	92	20
Dureza total (mg/l CaCO <sub>3</sub> )	100	300
Dureza cálcica (mg/l CaCO <sub>3</sub> )	48	66
Dureza magnésica (mg/l CaCO <sub>3</sub> )	52	234
Alcalinidad (mg/l CaCO <sub>3</sub> )	190	240
Acidez (mg/l)	6	6
Sólidos totales (mg/l)	175	371
Sólidos disueltos (mg/l)	161	366
Sólidos suspendidos (mg/l)	14	5
Cloruros (mg/l)	39	250

**Dieta.** *H. poecilioides* posee una boca terminal, con dientes tricúspides, los cuales permiten capturar el alimento al realizar barridos en el sustrato del arroyo, lo que se infiere por la presencia de abundante material vegetal (hojas y tallos), piedras y abundante detrito en el contenido estomacal. El estómago es de forma sacular, más largo (12,22 mm) que ancho (6,5 mm). Se observaron de cuatro a seis ciegos pilóricos, siendo cinco el número más frecuente. El intestino presentó un largo promedio 81,5 mm (44,6-153,5 mm), observándose una positiva correlación entre la longitud intestino y la longitud estándar ( $y = -3,451 + 0,88 x$ ;  $n = 50$   $r = 0,56$ ). El peso estómago y la longitud estándar exhiben una alta

y positiva correlación ( $y = -0,3502 + 0,088 x$ ;  $n = 50$ ,  $r = 0,82$ ), tanto como una alta y positiva correlación entre longitud total y peso total ( $y = -11,96 + 0,246 x$ ;  $r = 0,92$ ). El peso del estómago y el peso total presentan una estrecha correlación ( $y = -0,005 + 0,03 x$ ;  $r = 0,9$ ), sugiriendo que la cantidad de alimento ingerido no es necesariamente proporcional al tamaño del individuo. No se encontraron estómagos vacíos ni diferencias cualitativas o cuantitativas de alimento ingerido por diferentes sexos.

De acuerdo con los contenidos estomacales se establecieron 22 categorías. Los resultados obtenidos según los métodos utilizados señalan que *H. poecilioides* presentó tendencia a consumir

algas e insectos, ya que fueron los ítems consumidos en mayor número (24,46%) y volumen (2,82%), las Clorophyceae fueron las más consumidas (6,81% V, 17,22% FO, 1,17 IA), siguiéndole Diptera (21,24% N, 3,82%V, 16,15% FO, 0,24 IA), siendo los Chironomidae la más ingerida (14,40% N, 2,80% V, 11,67% FO, 0,17 IA). Luego sigue Ceratopogonidae (10,28% N, 1,44% V, 0,16 IA) y Orthorrhapha (1,54% N, 0,36% V, 1,67% FO, 0,006 IA) (Tabla 3).

La Fig. 3 presenta el número de ejemplares de cada talla en el período de estudio. La talla III con 44 ejemplares (48,8%) colectada durante todos los meses de muestreo fue la más abundante, mientras la talla V registró dos ejemplares (1,1%) en abril y agosto. Con base en lo anterior, e independientemente del mes de muestreo, se observaron diferencias marcadas del alimento ingerido con respecto a talla y periodos de sequía y lluvia. Las algas se registraron en mayor cantidad en lluvias (9,81% V, 23,6% F.O, 1,34 IA), así Cloroficeae (6,31% V, 21,53 % F O, 1,35 IA) fue la que más aportó a la dieta en éste periodo, seguido de Cianobacteria (3,5% V, 3,07% F O, 0,10 IA). Sin embargo, no realizan aporte nutricional en periodo seco. Los restos de insectos (32,98% N, 7,3% V, 15,96% F O, 1,16 I. A.) son importantes en la época seca, siendo las más abundantes y frecuentes larvas de Chironomidae (28,19% N, 5,36% V, 5,32% F O, 0,28 I. A.), seguidas por larvas de Ceratopogonidae (11,70% N, 1,20% V, 12,77% F O, 0,15 I. A) (Tabla 4). Lo anterior indica que la especie se alimenta predominantemente de algas en periodo lluvioso y de larvas de insectos en sequía. Los ejemplares de las tallas I y II presentaron tendencia a consumir ítems de origen animal (larvas de insectos), los de tallas III y IV algas (Clorophyceae y Cianobacteria) y los de talla V presentan tendencia a ingerir exclusivamente Clorophyceae (Tabla 5). El índice de diversidad de Shanon-Weaver para los organismos consumidos por *H. poecilioides* registra un valor de 2,26, por lo que se deduce que la especie tiende a la eurifagia.

El factor de condición K (Fig. 4) encontrado, se adecua al índice y se considera que la especie se encontró bien alimentada. Para hembras el valor más alto se registra en abril (3,99), y el más bajo en junio (2,01). En machos se registra un valor máximo (2,7) en agosto y mínimo (1,99) en junio, en coincidencia con el registro mínimo de hembras en junio. El comportamiento general del factor de condición en hembras coincide con el comportamiento del RGS (Figs. 4 y 7).

**Reproducción.** De 77 ejemplares examinados 36 (56,73%) fueron machos y 41 (61,19%) hembras;

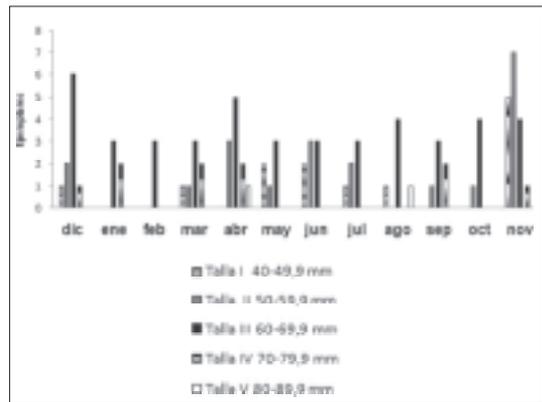


Fig. 3. Frecuencia mensual de tallas (longitud estándar en mm) de *Hyphessobrycon poecilioides* en el arroyo El Indio, cuenca del río La Vieja, diciembre 2002 – noviembre 2003.

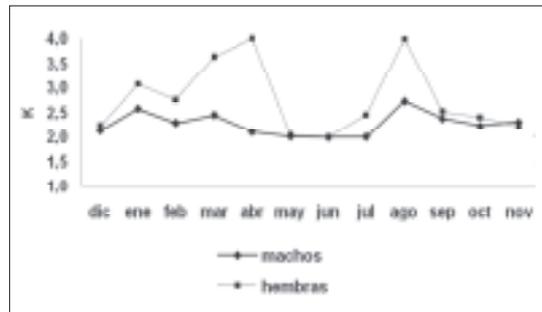


Fig. 4. Factor de condición (K) para *Hyphessobrycon poecilioides* en el arroyo El Indio, cuenca de río La Vieja, Colombia, diciembre 2002 – noviembre 2003

30 con gónadas en estadio 4 de maduración, 5 en estadio 1 y 6 en estado de postdesove. La diferencia no resultó significativa ( $X^2 = 2,110$ ,  $p \geq 0,1$ , g. l. = 1), acogiéndose a la proporción 1:1 esperada. Sin embargo, las hembras fueron dominantes en diciembre, enero, mayo y junio de 2003 (Fig. 5).

La talla de madurez sexual para el 50% de los machos se observó a los 52 mm de longitud estándar y para hembras a los 55 mm de longitud estándar. La talla mínima se registró alrededor de los 20 mm de longitud estándar (Fig. 6). El mayor desarrollo de los ovarios se observó de febrero a marzo. La relación gonadosomática (RGS) obtenida para hembras registró valores entre 0,01 en junio y 0,24 en marzo, en tanto que en machos el RGS presentó un aumento en marzo (0,1) y una disminución abrupta en junio (0,05). Se observó un aumento progresivo de la RGS desde diciembre hasta marzo en hembras y machos, hasta llegar a un descenso en junio. Los

Tabla 3. Contenido estomacal de *Hyphessobrycon poecilioides* en la cuenca del río La Vieja, Alto Cauca, Colombia, N = Numérico, F = Frecuencia, V = Volumen e I. A. = Índice de Importancia Alimentaria.

Organismo	% N	% V	% F O	I. A.
Clorophyceae		6,81	17,22	1,17
Cianobacteria		1,91	3,89	0,07
Isópoda		0,26	0,07	0,56
0,04				
Díptera:				
Ceratopogonidae	10,28	1,44	11,67	0,16
Chironomidae	14,40	2,80	6,11	0,17
Tipulidae	0,26	0,67	0,56	0,03
Orthorhapha	1,54	0,36	1,67	0,05
Trichoptera:				
Calamoceratidae	0,26	0,07	0,56	0,00
Leptoceridae	2,83	0,62	2,78	0,01
Capsula Leptoceridae	1,03	0,33	2,22	0,01
Coleóptera:				
Ptilodactilidae	2,31	0,49	1,67	0,01
Odonata:				
Libellulidae	0,51	0,27	1,11	0,01
Hymenoptera:	0,51	0,07	0,56	0,01
Restos de insectos	8,74	3,09	8,89	0,27
Bivalvia	0,26	0,20	0,56	0,01
Nematodo (Parasito)	3,86	0,20	1,67	0,03
Hojas de <i>Guadua angustifolia</i>	1,29	0,40	1,11	0,04
Semilla	3,08	0,22	0,55	0,01
Restos vegetales (raíces y tallos)		15,99	16,11	2,58

registros bajos de RGS, correspondieron al final de lluvias, lo que constituye el momento en el cual la población lleva a cabo su desove (Fig. 7). Los conteos arrojaron un promedio de 2048 ovocitos (rango 46-7660), indica que la especie presenta una fecundidad relativamente alta para organismos de alta montaña neotropical. Los ovocitos presentaron un diámetro promedio de 0,52 mm (rango entre 0,46 y 0,62 mm).

## DISCUSIÓN

Estudios sobre la alimentación de peces tropicales de agua dulce indican que en general los mismos no presentan especializaciones tróficas, cambiando su dieta conforme se alteran sus biotopos, y de acuerdo con los cambios estacionales (Lowe-McConell, 1987). En los sistemas abiertos, como ríos y arroyos, los diferentes organismos que sirven de alimento para peces no siempre se encuentran disponibles, debido a que estos ecosistemas presentan fluctuaciones ambientales que determinan su presencia y abundancia (Díaz-Pardo & Trujillo, 1995). Los resultados obtenidos permiten estimar que *H. poecilioides* es un organismo que se adapta a los cambios que presenta su hábitat, ya que se observó variación estacional de la dieta, evidente por el consumo de algas en

lluvias y larvas de díptera (Chironomidae y Ceratopogonidae) en sequía. De esa manera evitan competencia por alimento con *B. caucanus*, el cual consume larvas de insecto en lluvias (Román-Valencia & Muñoz, 2001) y donde las larvas de Chironomidae son abundantes en sequía. Lo mismo sucede con *Piabucina* sp. (Román-Valencia, 1997) y *Creagrutus brevipinnis* (Román-Valencia, 1998) que se alimentan de estadios adultos e inmaduros de coleópteros, dípteros, himenópteros y restos de otros grupos de insectos. Esto a su vez se demuestra por el diverso espectro trófico de *H. poecilioides*, razón por la cual se lo considera oportunista, con tendencia a la alguivoría en lluvias y a la entomofagia en época de sequía. En general *H. poecilioides* puede ser catalogada entonces como una especie herbívora acuática, que consume esencialmente algas de las familias Clorophyceae y Cyanophyceae, de acuerdo con la clasificación de Hahn (1998), que, unido a otros organismos de origen autóctono, representaron el 78,26% del total del alimento ingerido, en coincidencia con los informes de Costa (1987) para *Hyphessobrycon reticulatus* e *H. bisfasciatus* donde el 66,67% del alimento ingerido es de origen autóctono.

Los resultados obtenidos del análisis tallas revelaron que existen ciertas variaciones en cuanto a la cantidad y variedad de alimento ingerido, puesto

Tabla 4. Contenido estomacal de *Hyphessobrycon poecilioides* por periodos de lluvia (abril-mayo, septiembre-noviembre) y sequía (diciembre-marzo, junio-agosto) en la cuenca del río La Vieja, Alto Cauca, Colombia,

Organismo	%N	Lluvia		
		%V	%F. O.	I. A.
Clorophyceae		16,12	44,03	2,7
Cianobacteria		3,5	3,07	0,10
Coleoptera				
Ptilodactilidae	1,15	0,15	3,07	0,01
Trichoptera				
Leptoceridae	0,57	0,45	3,07	0,01
Cápsula Leptoceridae	0,86	0,65	4,61	0,03
Restos insectos	4,03	1	6,15	0,06
Hymenoptera				
cabeza hormiga	0,57	0,15	1,53	0,01
Nematodo	1,72	0,2	4,61	0,01
Material vegetal (tallos y hojas)		15,03	16,91	2,54
Organismo	%N	Sequía		
		%V	%F. O.	I. A.
Clorophyceae	5,11	2,62	6,38	0,17
Diptera				
Ceratopogonidae	11,70	1,20	12,77	0,15
Chironomidae	28,19	5,36	5,32	0,28
Orthorrhapha	1,06	0,10	1,06	0,01
Tipulidae	0,53	1,46	1,06	0,01
Coleoptera				
Ptilodactilidae	2,66	0,24	1,06	0,03
Trichoptera				
Leptoceridae	2,66	0,44	2,13	0,01
Odonata				
Libellulidae	1,06	0,24	2,13	0,05
Isopoda	0,53	0,15	1,06	0,01
Restos de insectos	32,98	7,30	15,96	1,16
Nematodo	0,53	0,05	1,06	0,01
Semillas	6,38	0,49	1,06	0,01
Restos vegetales (hojas y tallos)		22,35	20,21	4,51
Hojas de <i>Guadua angustifolia</i>	2,66	0,88	2,13	0,01

que la talla I y la talla II se inclinaron principalmente por el consumo de alimento de origen animal, debido probablemente a la necesidad proteica en la dieta de un pez de crecimiento rápido, mientras las intermedias (tallas III, IV) prefirieron los vegetales, y la clase de talla V mostró ingestión de algas, debido a que el reparto de los recursos alimenticios entre las tallas evita la competencia intraespecífica (Díaz-Pardo & Trujillo, 1995).

El hábito trófico de los peces está relacionado con los cambios que se observan en las variables fisicoquímicas del sistema de estudio (Díaz-Pardo & Trujillo, 1995). En sequía el arroyo El Indio se caracteriza por tener aguas con poca velocidad de corriente, eutrofizadas y con alta concentración de sólidos disueltos y suspendidos (Tablas 1 y 2), las cuales generan condiciones óptimas para los

ciclos de vida de insectos que tienen su etapa larvaria en el agua y que sirven de alimento a *H. poecilioides* en esta época. Por lo contrario, cuando llegan las lluvias el arroyo presenta abundante caudal, mayor oxigenación, posibilitando la existencia de algas y macrófitas acuáticas que sirven de alimento en esta época. A su vez, eliminan competencia intraespecífica con las especies convivientes, ya que en ninguna se ha reportado consumo predominante de algas. Además de ser morfológicamente semejantes en la estructura del aparato bucal, los recursos alimentarios encontrados son diferentes, lo que pone en evidencia una repartición de los mismos entre las especies e indica, asimismo, que la separación trófica es más importante que la del hábitat cuando se trata de comunidades de peces (Ross, 1986).

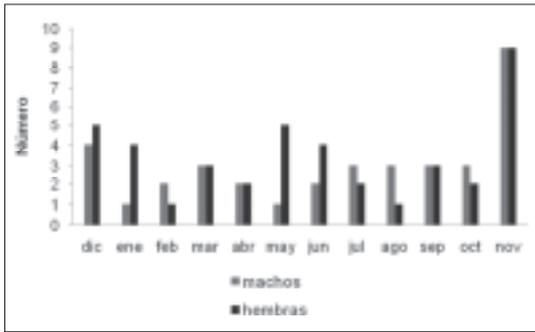


Fig. 5. Distribución de machos y hembras en *Hyphessobrycon poecilioides*, arroyo El Indio, cuenca del río La Vieja, diciembre 2002 - noviembre 2003.

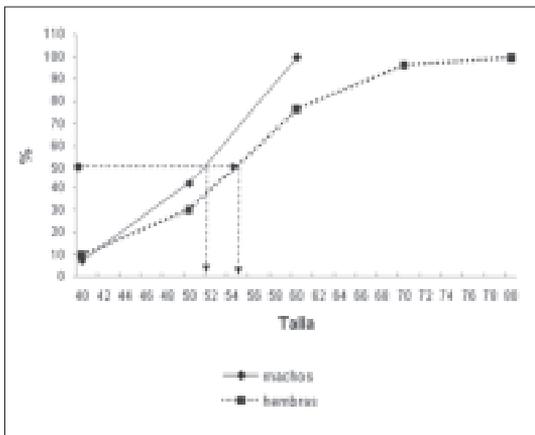


Fig. 6. Talla de madurez sexual de *Hyphessobrycon poecilioides* en el arroyo El Indio, cuenca del río La Vieja.

*H. poecilioides* no está estructurada morfológicamente al consumo algas, siendo esta una excepción a la generalidad sugerida por Wikramanayake (1990) y Wootton (1992), quienes afirmaron que la orientación de la cavidad bucal es un atributo relacionado con el comportamiento alimentario.

Otra evidencia que muestra la tendencia hacia la herbivoría de *H. poecilioides* es la relación obtenida entre la longitud estándar-longitud intestino, asociada con la eficiencia digestiva. La longitud del intestino es indicador de la condición alimentaria, ya que especies que consumen preferiblemente algas y partes de plantas (herbívoros) presentan por lo general un intestino largo (Kramer & Bryan, 1995).

El factor de condición (K) presentó valores altos en abril y agosto, los que decrecen en julio, siendo entre estos los meses donde la especie lleva a cabo la expulsión de sus productos sexuales. Es

así como (K) evidencia el momento reproductivo, debido a la relación estrecha de este evento con el peso del organismo.

Los hechos reproductivos de muchas especies en los ríos tropicales se asocian a los cambios intraanuales del caudal que inducen el proceso de maduración gonadal (Lowe-Mc Connell, 1987; Welcomme, 1992). El aumento progresivo de la relación gonadosomática (RGS) indica el grado de madurez de la especie y la caída abrupta de sus registros señala la época de desove (Kaiser, 1973; Htun-Han, 1978). *H. poecilioides* presentó una época de desove entre abril-mayo, en correspondencia con la época del final de las lluvias o inicio de sequía en la región, lo que coincide con lo sugerido por Kramer (1978) y Townsted (1984), quienes indican que la reproducción de algunas especies puede ocurrir en época de sequía. Por su parte, trabajos de González (1980), Lowe-Mc Connell (1987), Machado-Allison & López (1975), Machado-Allison & Zaret (1984), y para el alto Cauca por Román-Valencia *et al.* (2003), Román-Valencia (2004), Román-Valencia & Perdomo (2004), Román-Valencia & Ruiz (2005) concluyeron que el principal periodo reproductivo de especies relacionadas con *H. poecilioides* se corresponde con el comienzo de las lluvias. El patrón estacional de desove de *H. poecilioides* indica la no coincidencia con lluvias altas de alguna de las épocas reproductivas, y muestra que las generalizaciones acerca del comportamiento reproductivo de las especies neotropicales dependen, además, de las características del ambiente en que habitan (Ortiz, 1997) y las biológicas propias de las especies. Una estrategia reproductiva que consista en un importante desove en la época de sequía puede garantizar el suministro adecuado de insectos o larvas con fases acuáticas a aquellos individuos que aparecerán en este periodo. Asimismo, puede ser además una adaptación que reduce el efecto de lavado de las larvas que ocurre en la época de flujo (Townsted, 1984) y una forma de eliminar la competencia con *B. caucanus* y con *Piabucina* sp., especies que se reproducen en lluvias.

Einum & Fleming (2002) plantean que el tamaño de los ovocitos depende de variables ambientales, como la concentración de oxígeno disuelto. En tal sentido, en organismos de drenajes con poco oxígeno, los ovocitos tendrán un tamaño mayor al de especies que habitan drenajes con concentraciones altas de oxígeno. Sin embargo, esto no coincide con lo observado en *H. poecilioides*, donde el ovocito fue pequeño y las concentraciones de oxígeno bajas.

La distribución restringida y endémica de *H. poecilioides* se podría sustentar mediante el

Tabla 5. Dieta según estructura de tallas en *Hyphessobrycon poecilioides* en la cuenca del río La Vieja, Alto Cauca, Colombia

<b>Organismo</b>	<b>Talla I</b> (40-49,9 mm)			
	<b>% N</b>	<b>% V</b>	<b>% F. O.</b>	<b>I. A.</b>
Diptera				
Ceratopogonidae	28,84	2,027	19,44	0,39
Tipulidae	1,17	6,63	4,34	0,28
Trichoptera				
Leptoceridae	18,18	1,47	4,76	0,07
Odonata				
Libellulidae	1,92	0,38	2,77	0,01
Restos de insectos	25	4,05	19,44	0,78
Restos vegetales (raíces y tallos)		7,09	13,88	0,98
Isopoda	1,17	0,66	4,34	0,02

<b>Organismo</b>	<b>Talla II</b> (50-59,9 mm)			
	<b>% N</b>	<b>% V</b>	<b>% F. O.</b>	<b>I. A.</b>
Clorophyceae	4,54	0,09	4,76	0,04
Diptera				
Ceratopogonidae	13,63	0,36	9,52	0,29
Trichoptera				
Calamoceratidae	4,54	0,55	4,76	0,03
Leptoceridae	18,18	1,47	4,76	0,07
Odonata				
Libellulidae	4,54	0,36	4,76	0,01
Coleoptera				
Ptilodactilidae	22,72	0,91	4,76	0,04
Restos de insectos	22,72	2,2	14,28	0,32

<b>Organismo</b>	<b>Talla III</b> (60-69,9 mm)			
	<b>% N</b>	<b>% V</b>	<b>% F. O.</b>	<b>I. A.</b>
Clorophyceae	23,3	1,69	17,85	0,3
Cianophyceae	29,12	2,11	3,57	0,07
Coleoptera				
Ptilodactilidae	3,88	0,31	7,14	0,02
Restos vegetales (hojas y tallos)	13,59	2,11	14,28	0,3
Nematodo	2,91	0,1	3,57	0,04

<b>Organismo</b>	<b>Talla IV</b> (70-79,9 mm)			
	<b>% N</b>	<b>% V</b>	<b>% F. O.</b>	<b>I. A.</b>
Clorophyceae	16,92	2,67	17,64	0,47
Cianophyceae	76,92	11,16	5,88	0,65
Hymenoptera (cabeza hormiga)	1,53	0,67	5,88	0,03
Nematodo	2,3	0,67	11,76	0,07
Restos vegetales (tallos y hojas)		21,2	17,64	3,74

principio de exclusión competitiva, ya que ésta especie no tolera competencia excesiva evidente por las pocas especies con las que convive y las pocas capturas de individuos en este análisis. El porcentaje de endemismo tiende a incrementarse en grupos con baja eficiencia en mecanismos dispersores y menor capacidad de competencia (Exell & Gonçalves, 1974), y en no tener la

capacidad de competir por alimento con otras poblaciones de peces ampliamente distribuidos, como por ejemplo *Chaetostoma fischeri* con hábitos alimenticios semejantes (López & Román-Valencia, 1996), y en el efecto antrópico adverso sobre el ecosistema, lo que determina que las poblaciones de peces se restrinjan a pequeños drenajes.

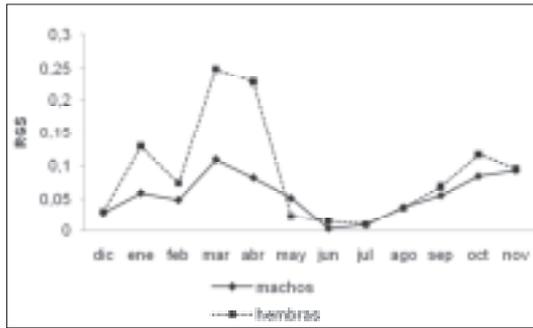


Fig. 7. Variación estacional de la relación gonadosomática (RGS) de *Hyphessobrycon poecilioides* en el arroyo El Indio, cuenca del río La Vieja, diciembre 2002 - noviembre 2003.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se benefició con las correcciones y sugerencias de Mario Ortaz (U.C.V, Venezuela), de un evaluador anónimo y del Comité Editor de la Revista del MACN. Raquel I. Ruiz C. y Roberto J. García Alzate colaboraron en tareas de campo y laboratorio. IDEA WILD donó equipo de campo y reactivo de laboratorio. A las personas e Instituciones nombradas los autores expresan su sincero agradecimiento.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Cala, P. 1987. La ictiofauna dulceacuícola de Colombia: Una visión histórica y su estado actual. *Revista de la Academia Colombiana*, XVI: 69-84.
- Capitoli, R. 1992. Método para estimar volúmenes de contenido alimentar de peixes e macroinvertebrados.- *Atlantica. Rio Grande*, 4:17-120.
- Costa, W. 1987. Feeding habits of a fish community in a tropical coastal stream, Rio Mato Grosso Brazil. *Studies Neotropical Fauna Environmental*, 22:145-153.
- De Pinna, M.C. 2006. *Diversity of tropical fishes. The Physiology of Tropical Fishes*, 21: 47-84.
- Díaz-Pardo, E. & J.P. Trujillo. 1995. Espectro trófico de *Ilyodon whitei* (Pisces: Goodeidae) en el río del muerto, Morelos, México. *Revista de Biología Tropical*, 44:795-801.
- Einum, S. & I.A. Fleming. 2002. Does Within-population variation in fish egg size reflect maternal influences on optimal values. *American Naturalist*, 160:756-764.
- Exell, A. & M.L. Gonçalves. 1974. A statistical analysis of a sample of flora of Angola. *Garcia De Orta. Ser Botanical*, 1:105-128.
- Ferriz, R.A. & W. Salas. 1994 Relaciones tróficas de los peces de un embalse patagónico, provincia del Neuquén, Argentina. *Bioikos, (Campinas)*, 8:7-19.
- Hahn, N.S. 1998. Estructura trófica da ictiofauna do reservatório de Itaipu (Paraná-Brasil) nos primeiros años de sua formação. *Interciencia*, 23:299-305.
- Htun-Han, M. 1978. The reproductive biology of the dab *Limanda limanda* (L) in the North Sea: Gonadosomatic index, Hepatosomatic index and Condition factor. *Journal Fish Biology*, 13:369-378.
- Hynes, H.B.N. 1950. The food of Fresh-water Sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*) with a review of methods used in studies of the food of fishes. *Journal Animal Ecology*, 19:36-58.
- Hyslop, E.J. 1980. Stomach contents analysis- a review and methods and their application. *Journal Fish Biology*, 17:411-429.
- Kaiser, C.E. 1973. Gonadal maturation and fecundity of horse mackarel, *Trachurus murphyi* of the Coast of Chile. *Transaction of American Fishes Society*, 102:101-108.
- Kramer, D.I. 1978. Reproductive seasonality in the fish of a tropical stream. *Ecology*, 59:976-985.
- Kramer, D. & M.J. Bryant. 1995. Intestine length in the fishes of tropical streams: ontogenetic allometry. *Environmental Biology Fish*, 42:115-127
- Lauzanne, L. 1975. Régime alimentaire d'*Hydrocyon forskalii* dans le lac Tchad et ses tributaires. *Cah. Orstom, Hydrobiologie*, 9:105-121.
- Lowe-McConnell, R.H. 1987. *Ecological studies in tropical fish communities*. New York: Cambridge, University Press.
- López, J. & C. Román-Valencia. 1996. Sobre la biología del Corroncho *Chaetostoma fischeri* en la cuenca del río La Vieja, Alto Cauca. *Boletín Ecotrópica*, 30:37-56.
- Maldonado-Ocampo, J., A. Ortega-Lara, S. Usma, V. Galvis, A. Villa-Navarro, G.L. Vásquez, S. Prada-Pedrerros, & R.C. Ardila. 2005. *Peces de los andes de Colombia*. Instituto de investigaciones de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt". Bogota, D. C. Colombia.
- Machado-Allison, A. & H. López. 1975. Etapas del desarrollo de *Loricariichthys typus* (Bleeker, 1864) (Pisces: Loricariidae). *Acta Biológica Venezuelica*, 9:93-113.
- Machado-Allison, A. & T. Zaret. 1984. Datos sobre la biología reproductiva de *Hoplosternum littorale* (Siluriformes-Callichthyidae) de Venezuela. *Acta Científica Venezuelica*, 35:142-1446.
- Moreira, C.R., F.C.T. Lima, & W.J. Costa. 2002. *Hyphessobrycon moniliger*, a new characid fish río Tocuntias basin, central Brazil (Ostariophysi: Characiformes). *Ichthyological Explorer Freshwater*, 13:73-80.
- Ortiz, M. 1997. Ciclo reproductivo de *Creagrutus bolivari* (Pisces: Characidae) en Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 45(3):1147-1153.
- Pedley, R.B., & J.W. Jones. 1978. The comparative Feeding behaviour of brown trout, *Salmo trutta* L. And Atlantic salmon, *Salmo salar* L. in Llyn Dwythwhch, Wales.- *Journal Fish Biological* 12: 239-256.
- Ricker, E. 1971. *Methods for Assessment of Fish Production in Freshwater IBP*, Handbook 3.
- Román-Valencia, C. 1997. Dieta de una especie nueva de *Piabucina* (Pisces: Lebiasinidae) en Alto Cauca, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 45:1255-1256.

- 1998. Alimentación y reproducción de *Creagrutus brevipinnis* (Pisces: Characidae) en el Alto Cauca, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 46(3):783-789.
- 2004. Sobre la bioecología de *Lebiasina panamensis* (Pisces: Lebiasinidae) en la Cuenca del río León, Caribe Colombiano. *Dahlia (Revista Asociación Colombiana de Ictiólogos)* 7:33-35.
- Román-Valencia, C. & V.A. Muñoz 2001. Sobre la reproducción de *Ichthyoelephas longirostris* (Pisces: Prochilodontidae) en la cuenca del río Magdalena, Colombia. *Dahlia (Revista Asociación Colombiana de Ictiólogos)*, 4:33-35.
- Román-Valencia, C. & A. Perdomo. 2004. Ecología trófica y reproductiva de *Argopleura magdalenensis* (Pisces: Characidae) en la cuenca alta de los ríos Cauca y Magdalena, Colombia. *Rev. Mus. Argentino Cienc. Nat. n. s.* 6(1): 175-182.
- Román-Valencia, C. & R. Ruiz. 2005. Diet and reproduction aspects of *Astyanax aurocaudatus* (Teleostei: Characidae) from the upper parte of the Río Cauca, Colombia. *Dahlia (Revista Asociación Colombiana de Ictiólogos)* 8: 9-17.
- Román-Valencia, C., A. Botero, & R. Ruiz. 2003. Trophic and reproductive ecology of *Roebooides dayi* (Teleostei: Characidae) from upper Río Cauca, Colombia. *Boll. Mus. Reg. Sci. nat. Torino* 20 (2): 487-496.
- Ross, T. 1986. Resource partitioning in fishes assemblages: A review of field studies. *Copeia*, 2:352-388.
- Sokal, R. & F.J. Rohlf. 1995. *Biometry*. Third Edition W.H. Freeman and Co.
- Townsted, T.J. 1984. *Effects of food availability on reproduction in Central America cichlid fishes*. Tesis Ph D., Univ. of Wales, 120 p.
- Vari, P. & L.R. Malabarba. 1998. *Neotropical Ichthyology: An Overview in: Malabarba et al. Phylogeny and Clasification of Neotropical Fishes*. Edupuers, Porto Alegre, Brazil.
- Vazzoler, A.E.A de M. 1996. *Biología da Reprodução de Peixes Teleósteos: Teoria e Prática*. Maringá: EDUEM; São Paulo: SBI,
- Welcomme, R. 1992. *Pesca fluvial*. FAO Documento técnico de pesca. Roma. 303p.
- Wikramanayake, D.E. 1990. Ecomorphology and biogeography of a tropical stream fish assemblage: evolution of assemblage structure. *Ecology*, 7:1756-1764.
- Wootton, R.J. 1992. *Ecology of teleost fishes*. 2.ed. Chapman y Hall.

Recibido: 25-VI-2007

Aceptado: 17-IV-2008