

Ecología trófica y reproductiva de *Argopleura magdalenensis* (Pisces: Characidae) en la cuenca alta de los Ríos Cauca y Magdalena, Colombia

César ROMÁN-VALENCIA & Alvaro PERDOMO

Universidad del Quindío, Laboratorio de Ictiología, A.A. 460, Armenia, Quindío, Colombia.
croman@uniquindio.edu.co y alpessa10@latinmail.com

Abstract: Trophic and reproductive ecology of *Argopleura magdalenensis* (Pisces: Characidae) in the upper basin of the Cauca and Magdalena rivers, Colombia. Trophic and reproductive ecology was studied in the characid fish *Argopleura magdalenensis*, collected in the high watersheds of the Cauca and Magdalena rivers, Colombia. *A. magdalenensis* is insectivorous and algivorous. It was observed that the fish reproduced in the early wet season and is migratory. The male to female ratio was 2.2:1. The fecundity was low (288 oocytes) and the eggs were small (0.66 mm). Physical and chemical variables of the species habitat were measured.

Key words: Trophic ecology, reproduction, *Argopleura magdalenensis*, tropical fish.

El río La Vieja, y aún el Alto Cauca, no son zonas pesqueras, ya que pocas personas en la actualidad viven de este recurso. Esto se debe al efecto antrópico sobre las comunidades de peces, que ha conllevado a la casi extinción de aquellas especies de importancia económica directa (Román-Valencia, 1995). Existe una apreciable degradación de las fuentes hídricas en esta región, ocasionada por procesos agropecuarios e industriales y por el vertido de aguas negras domésticas sobre los cursos naturales, lo que causa variaciones drásticas en sus condiciones físico-químicas y biológicas y produce alteraciones irreversibles en la ictiofauna que van desde el desequilibrio en algunas poblaciones hasta la extinción de ciertas especies.

Román-Valencia (1993), Cardona *et al.* (1998) y Jiménez *et al.* (1998) determinaron que una de las especies más abundantes y de amplia distribución en la cuenca del río La Vieja es *Argopleura magdalenensis*. Esta especie fue descrita por Eigenmann (1913) sobre la base de material colectado en el Alto Cauca, pero no existen estudios sobre su ecología, ni sobre las otras tres especies de *Argopleura*. La especie no posee importancia económica directa. Pero cabe destacar que forma parte de la dieta del Bagre Sapó *Pseudopimelodus zungaro* (Román-Valencia, 2004). La distribución del género se limita a la cuenca de los ríos Atrato-San Juan (*A. chocoensis*) y Cauca-Magdalena (*A. diquensis* y *A. magdalenensis*) (Eigenmann, 1922;

Weitzman & Fink, 1985; Cala & Román-Valencia, 1994). El propósito de este artículo es estudiar la ecología trófica y reproductiva de *Argopleura magdalenensis* en la cuenca alta de los ríos Cauca y Magdalena.

MATERIALES Y METODOS

Para el Alto Cauca se realizaron muestreos mensuales entre enero y diciembre de 2002 (11 diurnos y uno nocturno) en siete estaciones establecidas (Tabla 1) (entre los 4° 24' 06"N y 75°52'13"O y los 4° 36'29"N y 75°48'30"O), que abarcaron los periodos secos (enero-marzo, junio-agosto) y lluviosos (abril-mayo, septiembre-diciembre). En total se capturaron y examinaron 349 ejemplares (talla mínima 18,11 mm de largo estándar; máxima 59,8 mm).

Para el Alto Magdalena se realizaron tres muestreos diurnos, uno en la quebrada La Criolla en la vía Pitalito-San Agustín, Pitalito, Huila (1° 51'40"N y 76°08'51" O), sistema río Suaza, afluente quebrada La Viciosa, otro en la quebrada La Sapayera, alrededor del puente Km 2 vía Guadalupe-Florencia, Guadalupe, Huila (1°59'27" N y 75°45'08" O), y un tercero en la quebrada La Guinea en la vía Guadalupe-Florencia, Guadalupe, Huila (1°54'14" N y 75°58'18" O); los muestreos se realizaron en abril, julio y octubre de 2002 cubriendo el periodo seco (enero a febrero, junio a julio) y lluvioso (marzo a mayo, agosto a noviem-

Tabla 1. Variables físicas y químicas en el hábitat de *Argopleura magdalenensis* en el Alto Río Cauca (1 a 7) y Magdalena. Enero-diciembre de 2002. Promedio entre paréntesis.

Variable	1. Playa azul	2. San Pablo	3. Kings Kings	4. Río Quindío	5. Maravelez	6. Alejandria	7. Maria	Alto Magdalena
Temperatura superficial °C	19,8-23,7 (22)	20,4-23,6 (22)	20,1-24,6 (22,1)	20,1	21,9	22,3	21,7	18,2
Oxígeno disuelto mg/l	6,8-8,1 (7,3)	7,3-15,2 (11,2)	7,2-10,2 (8,5)	6,9	6,9	6,9	6,4	7,3
Porcentaje saturación %	88-115 (97)	91-193 (142)	89,5-135 (112)	93	127	92	80,3	112
Conductividad μ s/cm	124-230 (180,6)	169-198,3 (184)	153-196 (170)	217	176,4	206	179	116
pH	7,75-8,16 (7,9)	7,5-7,8 (7,6)	7,4-7,77 (7,5)	7,7	7,7	8,8	-	7,76
Color	gris-café	gris-café	gris-café-verde	café-claro	café	café	café	cristalino

bre), en estos tres muestreos del Alto Magdalena se examinaron 133 ejemplares en total (talla mínima 21,6 mm longitud estándar; talla máxima 56,45 mm). En ambas localidades (Alto Cauca y Alto Magdalena) se utilizaron métodos estándares de captura como chinchorros o redes de mano. Los análisis de precipitación se basaron en los datos del anuario meteorológico de Cenicafe.

Los ejemplares colectados se preservaron mediante refrigeración, *in situ*; posteriormente se transportaron al laboratorio de ictiología de la Universidad del Quindío en Armenia (IUQ). Se hicieron disecciones de estómago, hígado y gónadas. Con los métodos de ocurrencia, numérico (Hynes, 1950; Hyslop, 1980) y volumétrico (Pedley & Jones, 1978; Capitoli, 1992) se realizó el análisis en 349 estómagos del Alto Cauca y 133 estómagos del Alto Magdalena. El análisis de la actividad alimentaria (R) se basó en el coeficiente de contenido estomacal (Ghazai, *et al.* 1991) se determinó con la fórmula: $R = We/Wt \times 100$ donde We = peso estómago, Wt = peso total del ejemplar. Se utilizó el índice de Importancia (I) (Oda & Parrish, 1981) para determinar la importancia de cada ítem alimenticio, donde $I = (\% \text{ Ocurrencia} \cdot \% \text{ Volumen})/100$. Además, se determinó el índice de diversidad del espectro alimentario para ambos drenajes, estimado con la función de Shannon y Weaver, citada por Margalef (1986). El Índice Hepatosomático (IHS) (Rodríguez, 1992) se evaluó con la fórmula: $IHS = Wh/Wt \times 100$ donde Wh = peso del hígado en gramos, Wt = peso total del ejemplar en gramos. La relación gonadosomática (RGS) (Vazzoler, 1996) se calculó con la ecuación: $RGS = Wo/wc \times 100$. Así,

$Wc = Wt - Wo$ donde wo = peso de la gónada en gramos, Wt = peso total del ejemplar en gramos y Wc = peso del cuerpo en gramos. Las tallas de madurez se determinaron a través del método estadístico gráfico y la proporción de sexos se valoró con el Chi cuadrado (Sokal & Rohlf, 1995). El factor de condición total alométrico (Vazzoler, 1996) se obtuvo por la ecuación: $K = W/Lt^b$ donde W = peso total del cuerpo en gramos, Lt = longitud total en mm y $b = 0,1$, donde el valor de b es la pendiente de la regresión calculada del peso-longitud total del pez. Coordenadas y altura fueron determinadas con un Sistema de Posición Global (SPG) 4000XL.

Las determinaciones de variables físicas y químicas se hicieron *in situ* como sigue: 1) coloración y sustrato por observación directa, 2) oxígeno disuelto, porcentaje de saturación y temperaturas con oxímetro Oxi 96; 3) pH con peachímetro Pinpoint, 4) conductividad con conductímetro Hanna; 5) ancho y profundidad con decámetro; 6) velocidad de la corriente con decámetro, cronómetro y una bola de icopor, aquí se registra el tiempo que tarda en recorrer esta bola una distancia conocida; 7) Humedad relativa con higrómetro Extech. Otras variables como dureza, alcalinidad, acidez, D.Q.O. (Demanda Química de Oxígeno), cloruros, sólidos disueltos y en suspensión se determinaron de acuerdo a Wetzel & Likens (2000), en el Laboratorio de Ictiología de la Universidad del Quindío en Armenia, Colombia (IUQ).

Hábitat. *Argopleura magdalenensis* habita en la cuenca alta de los ríos Cauca y Magdalena, que allí tienen entre 3 y 5 m de ancho y 0,9 m de pro-

Tabla 2. Datos físicos y químicos en hábitat de *Argopleura magdalenensis*, Alto Cauca, Río La Vieja.

Variable	Estación 1: Kingos		Estación 2: San Pablo		Estación 3: Alejandría
	Época seca ago 30-02	Época lluviosa sep 27-02	Época seca ago 30-02	Época lluviosa sep 27-02	Época lluviosa ago 30-02
Color (%)	71,83	45,61	-	-	-
Sustrato	piedra-arena	piedra	piedra-arena	piedra-arena	piedra-arena
Ancho (m)	17,9	13,47	41	35	40
Profundidad (m)	0,81	1,4	0,82	1,4	1,5
Temperatura superficial °C	22	20,9	23,9	21,1	23
Temperatura ambiente °C	31,6	22,2	32,5	22,2	29,4
Oxígeno disuelto mg/l	7,6	6,61	7,78	7,79	6,96
Saturación %	92,4	82,8	104	94	90,8
D.Q.O mg/l	18	-	34,8	-	-
Dureza total mg/l Ca	160	-	146	-	-
Alcalinidad mg/l CaCO ₃	64	-	58	-	-
Acidez mg/l	2	-	1	-	-
Conductividad μ s/cm	208	221	265	340	282
Sólidos totales mg/l	388	-	408	-	-
Sólidos suspendidos mg/l	9	-	37	-	-
Sólidos disueltos mg/l	397	-	445	-	-
Cloruros mg/l	30,3	-	42,54	-	-
Transparencia	0,71	0,64	0,5	0,48	0,26
Velocidad de la corriente m/s	0,42	6,7	0,6	3,8	3,5
Humedad relativa %	50	78	55	63	65

fundidad. Estas cuencas se ubican entre los 850 y los 1486 m s.n.m.. Las riberas de los ríos donde se capturaron ejemplares están cubiertas por vegetación, formada en su mayoría por: leguminosas (*Mimosoideas*), Rutaceae (cultivo de naranja), Euforbiáceae (*Higuerilla*), café, maíz, guadua (*Guadua angustifolia*) y pasto Kikuyo (*Poaceae*) que es utilizado para la alimentación del ganado vacuno. En los sitios de captura el sustrato presentó una textura mixta, constituido por piedra, arena y detritos. En la época de sequía se observó gran cantidad de algas Bacillariophyceae (=perifiton).

El color del agua varió de gris a café claro; la temperatura osciló entre 18,2 (La Criolla) y 24,6 °C (Kingos) con un promedio 21,2 °C; el oxígeno disuelto fue alto, directamente proporcional con el porcentaje de saturación y la temperatura del agua (promedio de 8,0 mg/l); la saturación de oxígeno osciló entre 80,3 % (La María) y 193% (San Pablo); la conductividad fue alta, lo que indica alto contenido de sólidos disueltos en todas las estaciones de muestreo (promedio 178 μ s/cm); el pH presentó valores entre 7,4 (Kingos) y 8,8 (Alejandría) promedio 7,8. Los valores de dureza, acidez, DQO, sólidos suspendidos, cloruros, hume-

dad y transparencia son bajos, mientras que los de alcalinidad son altos (Tablas 1 y 2). Estos valores corresponden a los esperados para los ríos de alta montaña neotropical.

RESULTADOS

Alimentación. *A. magdalenensis* posee un estómago en forma de saco, redondo; los ciegos pilóricos se hallaron en el extremo anterior del estómago, su número varió entre dos y ocho, donde seis es el número más frecuente. La dieta de *A. magdalenensis* es diversa, con predominio de insectos y material vegetal. Los contenidos se agruparon en 53 categorías para las poblaciones del alto Cauca y en 37 para las del alto Magdalena (Tabla 3).

De acuerdo con los resultados, *A. magdalenensis* del alto Cauca consume predominantemente insectos (80,8% según el método numérico N y 90,2% según el índice de importancia I); el 17,7% del material ingerido fue de origen vegetal (método numérico). Las partes de insectos fueron el ítem más común (61,7% N; 75,7% I), siguieron partes de Ephemeroptera (9,23% N) y larvas de Ephemeroptera de la familia Baetidae (2,9%

Tabla 3. Contenido estomacal de *Argopleura magdalenensis*. N: numérico, O: Ocurrencia, V: Volumétrico, I: Índice de importancia, A: Adulto, L: Larva.

ORGANISMO	Alto Cauca				Alto Magdalena			
	%N	%O	%V	%I	%N	O%	V%	I%
Trichoptera	0,37	2,67	1,27	0,24	0,15	1,75	0,44	0,04
Hydrobiosidae (L)	0,81	5,1	3,85	1,39	0,1	1,05	0,26	0,01
Hydropsychidae (L)	0,08	0,5	0,25	0,01				
Hydroptilidae (L)	0,09	0,62	0,42	0,02				
Glossosomatidae (L)	0,03	0,23	0,2	0,003				
Odontoceridae (L)	0,02	0,15	0,11	0,001				
Polacentropodidae (L)	0,04	0,23	0,17	0,003				
Partes de Trichoptera	0,03	0,6	0,34	0,015	0,03	0,35	0,04	0,001
Diptera (L)	0,32	1,64	0,76	0,12	0,06	0,7	0,21	0,007
Muscidae (L)	0,48	2,43	2,41	0,41	0,06	0,7	0,05	0,001
Ceratopogonidae (L)	0,22	1,72	0,4	0,05	0,18	2,1	0,18	0,018
Simuliidae (L)	0,28	2,27	0,6	0,1	0,12	1,4	0,12	0,008
Tipulidae (L)	0,02	0,15	0,1	0,001				
Culicidae (L)					0,03	0,35	0,04	0,0007
Chironomidae (L)	1,56	7,61	3,54	1,9	1,17	8,1	1,67	0,64
Psychodidae	0,04	0,23	0,05	0,001	0,1	1,05	0,18	0,01
Empididae (L)	0,02	0,15	0,02	0,0003				
Dolichopodidae (L)	0,04	0,31	0,12	0,003				
Partes de Diptera					0,45	1,4	0,23	0,015
Ephemeroptera	0,18	1,25	0,55	0,05				
Baetidae (L)	2,9	9,65	8,5	5,78	0,4	4,21	1,25	0,25
Leptophlebiidae (L)	0,74	2,98	4,42	0,92	0,27	2,45	0,94	0,1
Tricorythidae (L)	0,16	0,86	0,62	0,03				
Oligoneuriidae (L)	0,02	0,15	0,063	0,0007				
Partes de Ephemeroptera	9,23	6,2	6,95	3,03	0,12	0,7	0,1	0,003
Hymenoptera	0,02	0,15	0,01	0,001	0,15	1,4	0,8	0,05
Formicidae (A)	0,34	2,59	1,46	0,26	0,4	4,21	3,93	0,78
Sphecidae (A)	0,01	0,08	0,03	0,0001				
Mutillidae (A)	0,04	0,08	0,48	0,003	1,71	3,15	11,51	1,72
Partes de Hymenoptera					0,96	0,35	1,25	0,02
Arachnida (A)					0,03	0,35	0,44	0,007
Hemiptera	0,08	0,5	0,17	0,006	0,27	1,4	2,67	0,17
Gelastocoridae (A)	0,01	0,08	0,04	0,0002				
Naucoridae (A)	0,03	0,08	0,04	0,0001				
Notonectidae (L)	0,48	1,72	0,8	0,1	0,15	1,05	0,4	0,02
Pleidae (L)	0,01	0,08	0,04	0,0002				
Neuroptera (L)	0,02	0,08	0,06	0,0003				
Coleoptera	0,05	0,5	0,4	0,02	0,27	2,8	1,25	0,17
Hydrophilidae (A)	0,01	0,08	0,02	0,0001				
Dytiscidae (A)					0,06	0,7	0,66	0,02
Plecoptera								
Perlidae (L)	0,02	0,08	0,07	0,0004				
Odonata	0,24	0,9	0,75	0,05	0,1	1,05	0,283	0,01
Lestidae (L)	0,03	0,08	0,04	0,0002				
Libellulidae (L)	0,03	0,23	0,33	0,005				
Coenagrionidae (L)	0,05	0,23	1	0,016	0,15	1,4	0,49	0,03
Partes de insectos no identificados	61,68	25,04	42,9	75,67	83,56	31,58	61,05	91,72
VEGETALES								
Bacillariophyceae	15,6	10,91	12,35	9,5	7,3	12,63	5,94	3,56
Chlorophyceae					0,45	2,1	0,6	0,06
Hojas (monocotiledóneas)	0,8	1,65	0,4	0,047	0,03	0,35	0,4	0,006
Hojas (dicotiledóneas)	0,04	0,23	0,21	0,003	0,1	0,35	0,4	0,006
Semillas (dicotiledóneas)	0,05	0,47	0,4	0,012				
Raiz					0,03	0,35	0,08	0,001
Partes de tallos	0,09	0,79	0,3	0,016	0,03	0,35	0,04	0,0006
Flor	0,02	0,15	0,7	0,0008				
Rizoides	0,04	0,23	0,15	0,002	0,1	0,35	0,08	0,001
Material vegetal no identificado	1,1	2,12	1,03	0,15	0,1	0,7	0,18	0,006
OTROS								
Escamas	0,06	0,47	0,14	0,004	0,06	0,7	0,08	0,002
Vidrio	0,02	0,16	0,01	0,0001				
Piedra	0,46	1,41	0,03	0,03	0,03	0,35	0,04	0,0006
Ovocitos	0,46	0,16	0,06	0,0006				

N); con relación al material vegetal, las algas Bacillariophyceae fueron las más consumidas (15,6% N; 9,5% I) (Tabla 3). El análisis de las categorías alimentarias a través del método de frecuencia de ocurrencia O, indicó la preferencia de la especie hacia la selección y captura insectos (25%), algas Bacillariophyceae (10,9%), larvas de Ephemeroptera familia Baetidae (9,65%) y larvas de Diptera familia Chironomidae (7,61%) (Tabla 3). En general, no hay diferencias entre N, I y O.

De igual manera, *A. magdalenensis* del alto Magdalena consume predominantemente insectos (91,83% N; 96,6% I); el 8,1% del material ingerido fue de origen vegetal, en su mayoría algas Bacillariophyceae (7,3%). Entre el material de origen animal, los ítems más comunes fueron insectos (83,6% N; 91,7% I) (Tabla 3). El análisis de las categorías alimentarias a través del método de frecuencia de ocurrencia O, indicó la preferencia de la especie hacia la selección y captura de insectos (31,6%), algas Bacillariophyceae (12,6%), larvas de Diptera familia Chironomidae (8,1%) y otros Diptera (5,9%) (Tabla 3). Los individuos de *A. magdalenensis* de ambas localidades se encontraban parasitados por nematodos

El espectro alimentario de *A. magdalenensis* presenta un alto valor del índice de diversidad (Shannon - Weaver), para la población del Alto Cauca es de 3,7 bits por individuo y para el Alto Magdalena es de 3,3 bits por individuo. De esta manera, la especie registra un carácter trófico con tendencia a la eurifagia.

La actividad de alimentación en la especie parece ocurrir entre las 9:00 hrs y 12:00 hrs, pues en las capturas hechas en estos momentos del día, el contenido estomacal estaba poco digerido, a diferencia de las realizadas entre 13:00 hr y las 20:00 hr, cuando el contenido estomacal se encontraba altamente transformado por la acción metabólica.

Se obtuvo una relación positiva entre el peso total - longitud total (Alto Cauca: $r = 0,97$, $n=349$; Alto Magdalena: $r = 0,96$, $n = 133$), al igual que la relación entre la longitud estándar-longitud del intestino (Alto Cauca $r = 0,85$, $n = 349$; Alto Magdalena $r = 0,76$, $n = 133$).

Reproducción. En el Alto Cauca se observó un predominio de uno de los sexos: machos 233 ejemplares (68,9%) y las hembras 105 ejemplares (31,1%) ($X^2 = 31,44$; $p < 0,001$; $gl = 1$), la cual es de 2,2:1. De igual manera, para la población del alto Magdalena, machos 65 ejemplares (69,9%) y hembras 28 ejemplares (30,1%) ($X^2 = 14,72$; $p < 0,001$; $gl = 1$), la relación entre sexos es de 2,3:1.

En el Alto Cauca se obtuvo un promedio ponderado de 288 ovocitos por hembra en estado de predesove, bajo con relación al observado en *A.*

magdalenensis del Alto Magdalena (1600 ovocitos). El diámetro de los ovocitos para ambos sitios varió entre 0,52 y 0,71mm (promedio 0,64mm). Se obtuvo una relación baja entre la talla y la fecundidad ($r = 0,41$, $n = 25$), al igual que entre el peso total y la fecundidad ($r = 0,41$, $n = 25$).

En *A. magdalenensis* del Alto Cauca el mayor desarrollo de las gónadas (RGS) para los machos se registró en febrero y para las hembras en enero y julio, que abarcan el período de lluvias mínimas o "verano". El RGS disminuyó en marzo - abril y septiembre - noviembre, de esta manera el desove se realizó al iniciar las lluvias (marzo y septiembre) (Fig. 1). Para el Alto Magdalena los registros bajos de la RGS en las hembras se presentaron en julio lo que puede sugerir que el desove se efectuó en esta época del año.

En el Alto Cauca el Índice Hepatosomático (IHS) alcanzó su mayor valor entre febrero-marzo y en julio-agosto, en marzo-mayo y octubre se observó un descenso en los valores (Fig. 2) que

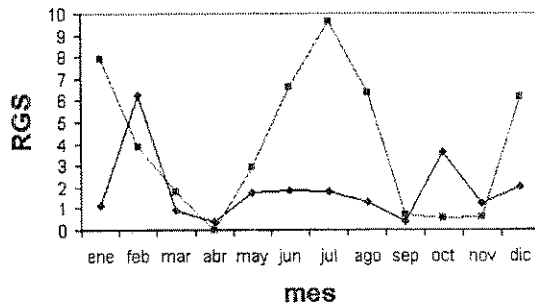


Fig. 1. Relación gonadosomática (RGS) en *Argopleura magdalenensis*, Alto Cauca. Enero-diciembre 2002. Rombo: macho, cuadrado: hembra.

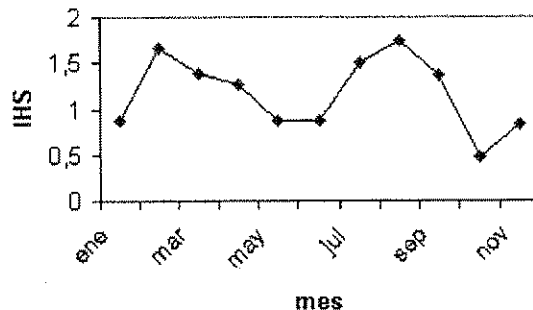


Fig. 2. Índice Hepatosomático (IHS) en hembras de *Argopleura magdalenensis* del Alto Cauca. Enero-diciembre de 2002.

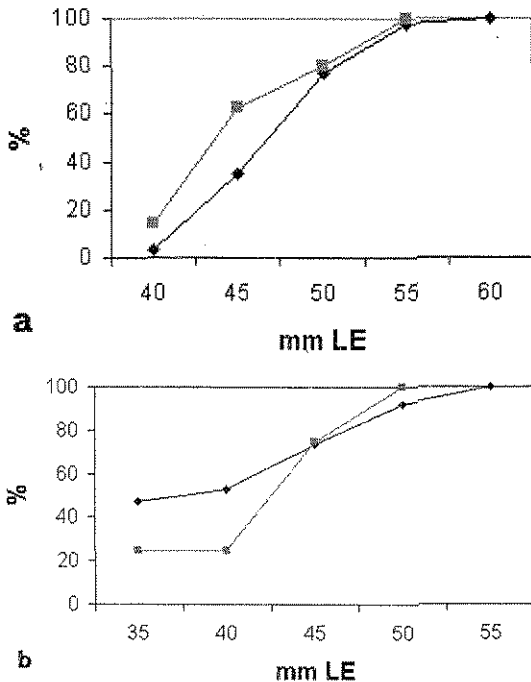


Fig. 3. Porcentajes acumulativos según las clases de talla para machos y hembras en *Argopleura magdalenensis*. **a**, Alto Cauca. **b**, Alto Magdalena. Rombo: macho, cuadrado: hembra.

coincide con la época de lluvias. En peces esta relación se utiliza como un indicador del desove, pues sus valores decaen justo antes de que la expulsión de los productos sexuales se efectúe (Rodríguez 1992).

En el alto Cauca, machos y hembras alcanzaron una talla mínima de maduración a los 40 mm de longitud estándar (Fig. 3). La talla de maduración gonadal para el 50% de los machos y de las hembras es de 49 mm de longitud estándar. En el alto Magdalena, tanto machos como hembras alcanzaron la talla mínima de madurez a los 35 mm de longitud estándar; el 50% de los machos alcanzó la talla de madurez a los 40 mm y para las hembras a los 45 mm de longitud estándar (Fig. 3).

En el Alto Cauca se observó que *A. magdalenensis* se encontraba subalimentada en enero ($K=0,87$ en machos, $0,54$ en hembras) y en octubre ($K=0,68$, sólo hembras), se observó sobrealimentación en marzo ($1,83$ en machos, $1,86$ en hembras), que precede la primera época de desove (abril - mayo) cuando se registró un descenso en RGS; para el resto del año las variaciones en el factor de condición (K) no fueron muy marcadas (Fig. 4). Para el Alto Magdalena se registraron va-

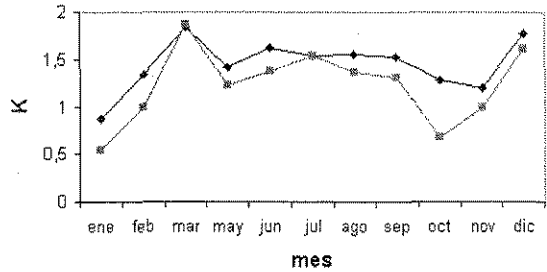


Fig. 4. Factor de condición (K) en *Argopleura magdalenensis*: Alto Cauca. Enero-diciembre de 2002. Rombo: macho, cuadrado: hembra.

lores de subalimentación en julio ($K=0,69$ en machos, $0,50$ en hembras) y octubre ($K=0,95$ en machos, $0,79$ en hembras), los ejemplares en abril se encontraron sobrealimentados.

Se determinó que *A. magdalenensis* del Alto Cauca convive con *Creagrutus brevipinnis*, *Brycon henni*, *Lasiancistrus caucanus*, *Poecilia caucana*, *Roeboides dayi*, *Bryconamericus caucanus*, *Chaetostoma fischeri*; mientras la población del Alto Magdalena lo hace con *Creagrutus magdalenae*, *Bryconamericus huilae*, *Cheirodon insignis*, *Poecilia caucana*, *Xiphophorus* sp, y *Cetopsorhamdia nasus*.

DISCUSION

Los cambios en temperatura, oxígeno y conductividad no presentaron relación directa con los eventos reproductivos y alimenticios de *A. magdalenensis*, las variaciones de la Relación Gonadosomática (RGS), Índice Hepatosomático (IHS), factor de condición (K), fecundidad, talla de madurez y dieta estuvieron más determinadas por el régimen de lluvias, la disponibilidad de espacio y de alimento.

No se observaron variaciones estacionales en su dieta. Al parecer la actividad de búsqueda de alimento se efectúa sobre el sustrato de la zona litoral, evidenciado por el contenido estomacal (macroinvertebrados bentónicos, piedras y fitobentos: Bacillariophyceae).

En cuanto a las interacciones tróficas, *A. magdalenensis* en el Alto Cauca, podría competir por espacio y alimento con *C. brevipinnis* (Román-Valencia, 1998), con los juveniles de *B. henni* (Builes & Uran, 1974) y con *B. caucanus* (Román-Valencia & Muñoz, 2001) especies con hábitos predominantemente insectívoros, y los registros muestran una dieta muy relacionada entre estos taxones. Además por la alta diversidad de la dieta en ambas cuencas, *A. magdalenensis* tiende a ser

más generalista y oportunista. Este mecanismo reduce la competencia interespecífica, lo que permite una explotación diferencial de los recursos (Ferriz & Salas, 1994).

Los peces pueden morir al ser debilitados por organismos patógenos, estos incluyen micropatógenos (virus, bacterias y hongos) y macropatógenos como platelmintos y nematodos (Wootton, 1992). Al igual que *Bryconamericus caucanus* (Román-Valencia & Muñoz, 2001), *A. magdalenensis* es hospedador de nematodos; aunque estos organismos se presentaron en pocos estómagos (5%) y son de vida libre. De esta manera, es posible deducir que constituyen alimento ocasional.

El aumento progresivo en la relación gonadosomática RGS (Fig. 1) indicó el grado de madurez de la especie (Kaiser, 1973; Htun - Han, 1978); el valor máximo se alcanzó antes del desove y los picos indicaron el período de reproducción durante el año. Los resultados muestran que *A. magdalenensis* se reproduce anualmente en aguas lólicas: su período reproductivo abarca desde marzo hasta septiembre, con un pico reproductivo en abril-mayo, coincidentemente con lo registrado para el "bocachico" *Prochilodus magdalenae* (Cala & Román-Valencia, 1999). En *B. henni* se plantearon dos épocas de desove, en marzo - mayo y de septiembre - noviembre (Builes & Urán, 1974), lo cual es una interpretación errónea, por que confundieron el período de maduración gonadal o gametogénesis (enero-marzo). Las hembras capturadas en el Alto Cauca a fines de mayo y noviembre presentaron el ovario vacío y de color naranja oscuro, lo que evidencia el desove.

El factor de condición (K) puede considerarse como otro indicador del período de desove, ya que el tamaño de las gónadas influye directamente (Barbieri *et al.*, 1996). Sin embargo, en las hembras de *A. magdalenensis* del alto Cauca los valores de la RGS de enero fueron altos (Fig. 1), en comparación con el factor de condición (Fig. 4) que en enero alcanzó valores de sub-alimentación, para esta época la oferta de alimento en la zona fue baja, lo que afecta así el grado de bienestar nutricional de los peces.

La especie hace una mayor inversión de energía y a la vez compete por espacio y alimento con *B. caucanus* (Román-Valencia & Muñoz, 2001), *C. brevipinnis* (Román-Valencia, 1998) y *B. henni* (Builes & Urán, 1974), los cuales desovan en el mismo período y tienen una fecundidad alta, lo que genera una disminución en la oferta de alimento, ya que la tasa de consumo de organismos en crecimiento es más elevada. Al igual que *C. brevipinnis* (Román-Valencia, 1998) y *B. galvisi* (Muñoz & Román-Valencia, 2001), *A. magda-*

lenensis también almacenó energía en forma de grasa para superar el alto gasto energético que implica la época reproductiva.

A. magdalenensis del alto Cauca registró una fecundidad promedio de 288 ovocitos en predesove, la cual es baja al compararla con la de *A. magdalenensis* del Alto Magdalena (1600 ovocitos), con *B. caucanus* (3759 ovocitos) (Román-Valencia & Muñoz, 2001), con *B. galvisi* (1391 ovocitos) (Muñoz & Román-Valencia, 2001) y *C. brevipinnis* (613 ovocitos) (Román-Valencia, 1998). El tamaño del ovocito en *A. magdalenensis* es pequeño y coincide con el observado (0,5-0,9 mm, media 0,6 mm) para *C. brevipinnis* (Román-Valencia, 1998), esto indica que las condiciones de hábitat son satisfactorias para la sobrevivencia de las poblaciones aquí estudiadas. Cuando existen condiciones óptimas en la calidad del ambiente se selecciona un ovocito pequeño, debido a que los ambientes con mejor oferta de oxígeno disuelto son ocupados por hembras que producen este tipo de ovocitos (Einum & Fleming, 2002).

La proporción de sexos obtenida 2,2:1, con predominio de machos sobre hembras, podría explicar una organización de las poblaciones que garantice la fecundación de los ovocitos, es decir, que *A. magdalenensis* puede considerarse una especie poliándrica.

A. magdalenensis presentó migración de tipo reproductivo, ya que en los períodos abril-mayo y agosto-septiembre no se encontraron adultos en las zonas de muestreo, además al iniciar la época de lluvias hubo una disminución en el número de machos y de hembras, con esto se confirmó que los ejemplares sexualmente maduros se desplazaron a lugares (e.g. a corrientes secundarias de la cuenca) que les proporcionaron las condiciones adecuadas para lograr el éxito reproductivo y evitar la competencia interespecífica por el espacio. Al finalizar las lluvias se comenzaron a registrar hembras con ovarios vacíos y además se observó acumulación de grasa en la cavidad celómica en mayo y septiembre (época de lluvias).

Con base en lo expuesto anteriormente, sería interesante evaluar la capacidad que podría tener *A. magdalenensis* como control de poblaciones de insectos de interés en agricultura y medicina tropical.

AGRADECIMIENTOS

Se recibió ayuda en material y equipos de IDEA WILD. Raquel Ruiz C. y Alejandro Giraldo (IUQ) por su asistencia durante el trabajo de laboratorio y campo. Mario Cardona y dos revisores anónimos efectuaron sugerencias y anotaciones al manuscrito.

BIBLIOGRAFIA

- Barbieri, G., S. M. Hartz & J. R. Verani. 1996. O fator de condição e índice hepatosomático como indicadores do período de desova de *Astyanax fasciatus* da represa do lobo, São Paulo (Osteichthyes, Characidae). *Iheringia*, Ser. Zool., Porto Alegre, (81):97-100.
- Builes, J. & A. Uran. 1974. Estudio del ciclo sexual de la sabaleta *Brycon henni* Eigenmann. Su comportamiento y fecundación artificial. *Actual. Biol.* 3(7):2-12.
- Cala, P. & C. Román-Valencia 1994. Lista y distribución geográfica de las especies de la familia Characidae (Pisces, Characiformes) en Colombia. *Biol. & Educ.* 4(7): 15-23.
- 1999. Cambios cíclicos histomorfológicos en las gónadas del bocachico, *Prochilodus magdalenae* (Pisces: Curimatidae), del Río Atrato, Colombia. *Dahlia* (Rev. Asoc. Colomb. Ictiol.) 3: 3-16.
- Capitoli, R.R. 1992. Método para estimar volúmenes de conteúdo alimentar de peixes e macroinvertebrados. *Atlântica*, Rio Grande, 4:117-120.
- Cardona, M., C. Román-Valencia, J.L. Jiménez & H. Hurtado. 1998. Composición y diversidad de los peces de la quebrada San Pablo en el Alto Cauca, Colombia. *Bol. Ecológica* (32): 11-24.
- Eigenmann, C.H. 1913. Some results from an Ichthyological reconnaissance of Colombia, South America. *Indiana University Studies*, part II, 131:1-30
- 1922. The fishes of the North western South America. *Mem. Carn. Mus.*, 9(1):1-348.
- Einum, S. & I.A. Fleming. 2002. Does within-population variation in fish egg size reflect maternal influences on optimal values?. *Amer. Nat.* 160 (6):756-765
- Ferriz, A.R. & W. Salas. 1994. Relaciones tróficas de los peces de un embalse patagónico, provincia del Neuquén, Argentina. *Bioikos*, Campinas 8(1/2): 7-19
- Ghazai, A.M., V. Benech & D. Paugy. 1991. L'alimentation de *Brycinus leuciscus* (Teleostei: Characidae) au Mali: aspects qualitatifs, quantitatifs et comportementaux. *Ichthyol. Explor. Freshwaters* 2 (1): 47-54.
- Htun-Han, M. 1978. The reproductive biology of the dab *Limanda limanda* (L) in the North sea: gonadosomatic index, hepatosomatic index and condition factor. *J. Fish. Biol.* 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. *J. Anim. Ecol.* 19: 36-58.
- Hyslop, E.J. 1980. Stomach contents analysis - a review of methods and their application. *J. Fish Biol.* 17(3): 410 - 429
- Jiménez, J.L., C. Román - Valencia & M. Cardona. 1998. Distribución y constancia de las comunidades de peces de la quebrada San Pablo, cuenca del río La Paila, Alto Cauca, Colombia. *Actual. Biol.* 20(68):21-27.
- Kaiser, C.E. 1973. Gonadal Maturation and Fecundity of horse mackarel, *Trachurus murphy* of the Coast of Chile. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 102:101-108.
- Margalef, R. 1986. Ecología. Edit. Omega, S.A. Barcelona, 951 p
- Muñoz, A. & C. Román-Valencia. 2001. Alimentación y reproducción de *Bryconamericus galvisi* (Pisces: Characidae) en Alto Putumayo, Amazonia Colombiana. *Bol. Ecológica*. 35: 37-50.
- Oda, D.K. & J.D. Parrish. 1981. Ecology of commercial snappers and groupers introduced to Hawaiian reefs. *Proc. Fourth International Coral Reef Symp.*, 1:59-67.
- 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 Dwythych, Wales. *J. Fish. Biol.* 12: 239-256.
- Rodríguez, M. 1992. *Técnicas de evaluación cuantitativa de la madurez gonádica en peces*. 1ra ed. A.G.T. Editor. México D.F. 79 p.
- Román-Valencia, C. 1993. Composición y estructura de las comunidades de peces en la cuenca del río La Vieja, Alto Cauca, Colombia. *Biol. & Educ.*, 5: 8-19.
- 1995. Lista anotada de los peces de la cuenca del río La Vieja, alto Cauca, Colombia. *Boletín Ecológica* (29): 11-20
- 1998. Alimentación y reproducción de *Creagrutus brevipinnis* (Pisces: Characidae) en Alto Cauca, Colombia. *Rev. Biol. Trop.* 46(3): 783-789.
- 2004. Datos bioecológicos del peje sapo *Pseudopimelodus zungaro* (Pisces: Pimelodidae) de los Ríos Atrato y La Vieja, Alto Cauca, Colombia. *Dahlia* (Rev. Asoc. Colomb. Ictiol.) 7: 29-31.
- Román-Valencia, C. & A. Muñoz 2001. Ecología trófica y reproductiva de *Bryconamericus caucanus* (Pisces: Characidae). *Boll. Mus. Reg. Sci. nat. Torino*, 18 (2): 4 - 12
- Sokal, R.S. & F.J. Rohlf. 1995. *Biometry*, W.H. Freeman and Co., New York, 887p.
- Vazzóler, A.E.A. de M. 1996. *Biología da reprodução de peixes Teleosteos: teoria e prática*. EDUEM, Maringa, São Paulo. 169 p.
- Weitzman, S.H. & S.V. Fink. 1985. Xenobryconin phylogeny and putative pheromone pums in Glandulocaudine fishes (Teleostei: Characidae). *Smith. Contr. Zool.* 421: 1-118.
- Wetzel, R.G. & G.E. Likens. 2000. *Limnological analyses*. Third edition, Springer-Verlag New York, Inc. 429 p.
- Wootton, R.J. 1992. *Fish ecology*. Chapman & Hall, New York, 221p.

Recibido: 19-VIII-2003

Acceptedo: 10-II-2004