NOTA EDITORIAL

Con ocasión de la celebración de los 30 años del Departamento de Biología y de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, se realizó como evento central el II Encuentro Científico del Departamento de Biología - 30 años.

El encuentro se llevó a cabo del 18 al 22 de septiembre de 1995 en el Departamento de Biología, y durante el evento, además de 50 posters, se expusieron 76 trabajos, los cuales fueron agrupados en el: II Simposio Colombiano de Ictiología, Simposio de Ecología de Aguas, Simposio de Biología Vegetal, Simposio de Biotecnología Vegetal, Seminario de Gestion y Manejo de Fauna Silvestre, Mesa Redonda sobre los Sistemas Complejos y la Unidad de la Ciencia, Sesiones Especializadas y Conferencias Magistrales. Los resúmenes de los trabajos expuestos han quedado consignados en ***P. Cala*** *et al. (eds.) Programas & Resúmenes II Encuentro Científico del Departamento de Biología, 1965 (30 años) 1995, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Santafé de Bogotá. 1995. 75 p.*

Los trabajos publicados en este número son las Memorias del Primer & Segundo Simposio Colombiano de Ictiología organizado por ACICTIOS, junto con el VI Congreso Colombiano de Ecología (Melgar, mayo 1994. Resúmenes en: ***P. Cala*** *et al., 1994:1-40) y el II Encuentro Científico del Departamento de Biología - 30 años (septiembre 1995). Aquí se incluyen parte de los trabajos expuestos en los dos simposios.*

CYCLIC HISTOMORPHOLOGICAL CHANGES IN THE OVARY OF THE CATFISH CAPAZ, *Pimelodus grosskopfii* (PIMELODIDAE, SILURIFORMES), IN THE UPPER PART OF THE RIO MAGDALENA, COLOMBIA

PLUTARCO CALA
Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia,
A.A. 14 490, Bogotá, Colombia

Resumen

El propósito principal de esta investigación fue establecer los cambios histomorfológicos anuales en el ovario de peces adultos del capaz, *P. grosskopfii*, en el embalse de Betania, alto río Magdalena en 1991. El proceso oogenésico del capaz pasa por diferentes cambios morfológicos de naturaleza cíclica y estacional. En este estudio, el desarrollo de los oocitos fue agrupado convenientemente en cuatro estadios: Formación de oogonios y oocitos basofílicos; iniciación de la vitelogénesis; vitelogénesis completa; postdesove. El estudio también determina el período de reprodución de la especie en el área entre octubre y marzo, y que toda hembra mayor de 16 cm de longitud estándar habían alcanzado su madurez sexual.

Abstract

The main purpose of this research is to establish the annual morphohistological changes in the ovaries of the catfish capaz *Pimelodus grosskopfii*, stranded upstream of the Betania Reservoir, in the upper Rio Magdalena in Colombia. The oogenic process of *P. grosskopfii* shows that it undergoes distinct morphological changes, which are of cyclic and seasonal nature. Four stages can broadly be recognised: Formation of oogonia and beginning of maturing or formation of basophilic oocytes, beginning of vitelogenesis, mature oocytes or completed vitelogenesis, and spent ovary. Also, most *P. grosskopfii* in the upper Magdalena spawn from October to March. The available data show that all female *P. grosskopfii* larger than 16 cm standard length were mature.

Key words: Oogenic process of *P. grosskopfii*

Introduction

There are few studies on the morpho-histological changes in the gonads of Colombian fishes, i.e. Blanco and Cala (1974), Cala and Sarmiento (1982), Cala (1986), and some unpublished examination works. During the last two decades the pisciculture has increased in Colombia, which has motivated studies on fish reproduction of commercial native fish species, such as the catfish capaz, *P. grosskopfii* Steidachner, 1880. The pisciculture in Colombia is based mostly on exotic species, such as tilapias, rainbow trout and some cyprinids, although the country has a very rich ichthyofauna that includes several hundred of species of very important fishery value, but their bioecology and reproduction cycles are not well known.

The principal aim of this investigation is to establish the annual histomorphological changes in the ovary of the catfish capaz, *P. grosskopfii*, stranded upstream of the Betania Reservoir in the upper Magdalena River in Colombia, with regard to the reproductive cycle, size of the mature fish and seasonal changes in the environment.

Materials and Methods

Thirty two females *P. grosskopfii*, ranging from 11 to 33.5 cm standard length (15 to 45 cm total length) and 80 to 1052 g, were collected monthly in the Magdalena River arm of the Betania Reservoir, upper part of the river basin, from February to December 1991. The fishes were kept alive in the field until used or dissected immediately. The gonads were fixed in Bouin's fixative. Subsequently they were washed several times in 40, 50 and 70% ethanol.

Transversal sections of about 2 cm in length, each of which produced 5 slides with approximately 5 to 20 sections per slide, were taken from the center to the anterior portion of one of the paired ovaries of each fish, since no macroscopically significant differences were observed in the oogenic process in the anterior, central and posterior portions of the ovary. The sections were dehydrated in 80%, 96% and absolute ethanol, and embedded in paraffin. Sections were cut at 6 microns and stained with haematoxylin and eosin (H & E).

Results

General structure of the gonads. There is not observed any external sexual dimorphism in *P. grosskopfii*, but there is in the morphology of the paired gonads. The ovaries exteud back from a blunt anterior tip to join, as the testes do, at a point prior to the egg or sperm duct, covering almost the full length of the coelom. On the contrary, the testes are lobulated, and the size and weight of the gonads exhibit seasonal variation. Differences between males and females are observed only in specimens in stage I of gonadal development in mature fish and stage II in fish maturing for the first time (Cala et al., 1995). However, just prior and during the breeding season the mature females are easily separated by the flaccid and enlarged abdominal size, and a more gold-yellowish color specially on the fish belly.

In this study the oogenic process of *P. grosskopfii* was divided into four stages in the mature fish, on the bases of the morpho-histological changes in the ovary.

Stages I (Figuras 1 to 3) - Beginning of maturation. Wheu the fish become mature or immediately after spawning, they begin the proliferation of germinal cells, intensive development of oogonia and formation of early oocytes with cytoplasm that stains highly basophilic with H & E (Figura 1). The cytoplasm of the oocytes is homogeneous and without vacuoles. The nucleus is large and stains less basophilic than the cytoplasm, and has from 1 to about 20 mostly peripheral nucleoli. The number of nucleoli increases with the size of the oocyte (Figura 3). The nuclear membrane is well delimited. Through this stage the oogonia become organized in clusters (Figura 1), and the oocytes clearly organized in lamellas (Figuras 2 & 3). This early basophilic oocytes are present in the ovary throughout the year in the capaz mature females (vide Figuras 1 to 5, and 7), being more abundant in the beginning of maturation, just before vitellogenesis.

Stage II (Figura 4) - The beginning of vitellogenesis. The primary yolk globules appear in a ring within the cytoplasm rather near to the cell membrane. The globules are at first clear and colorless, but they begin to turn acidophilic by the time new layers of yolk globules appear. Successive layers of yolk globules form centrally from the primary layer. At the beginning of vitellogenesis, fine granules begin to accumulate immediately beneath the membrane, forming the granular cortical layer: beneath this layer there is a zone containing numerous vacuoles. The cytoplasm stains highly basophilic with H & E, but it begins to turn acidophilic as yolk is deposited. The nuclear membrane may become irregular in shape.

Stage III (Figuras 5 & 6) - Mature oocytes present. The nucleus starts to become eccentric and smaller, when visible (Figura 5). The cortical layer gradually becomes thicker and a radial striation becomes visible in it; and a single layer

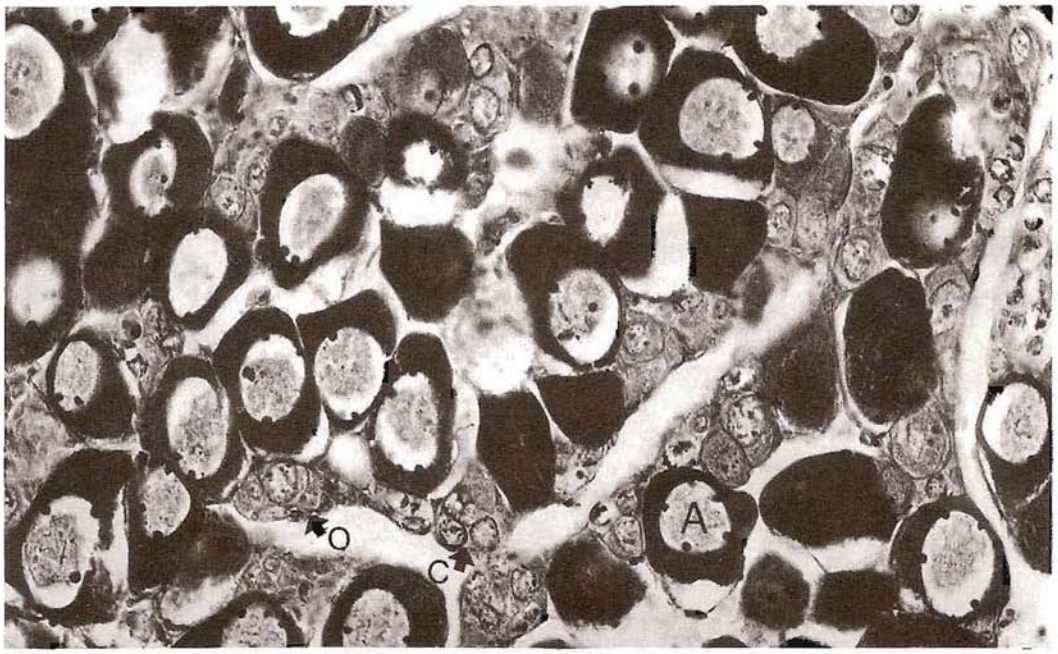


Figura 1. Section of an ovary of 16 cm standard length virgin capaz (maturing for the first time), collected on 13 October 1991, showing early proliferation of germinal cells (**C**), oogonia (**O**) and oocytes (**A**). x250.

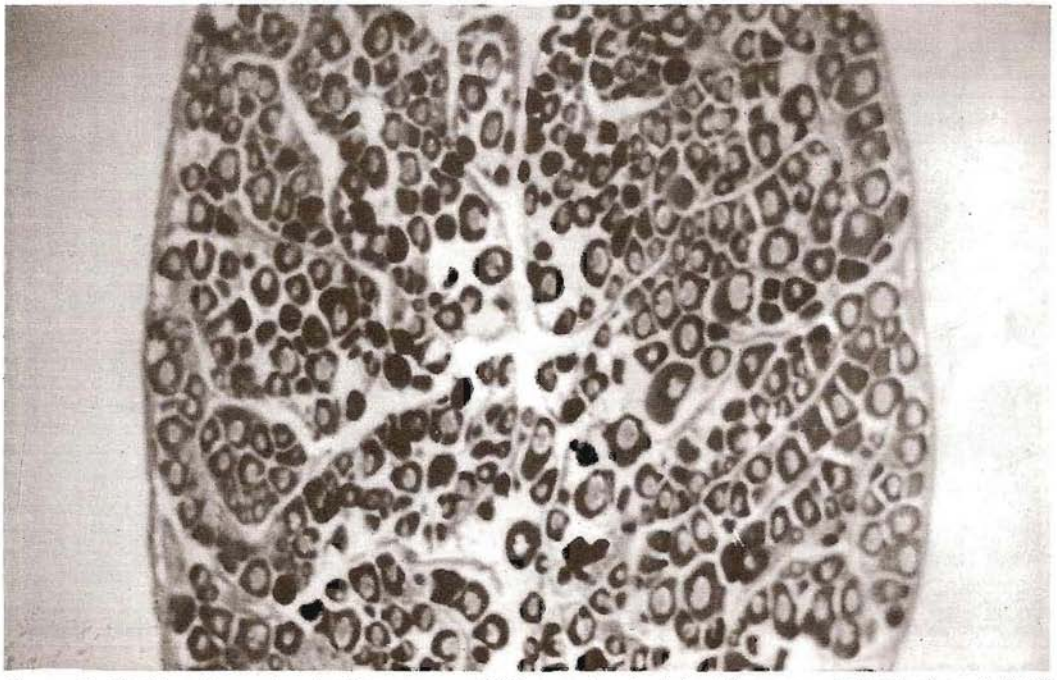


Figura 2. Section throughout of an ovary of 35 cm standard length capaz, collected on 4 April 1991, showing early oocytes (stage I) organized in lamellas. x40.

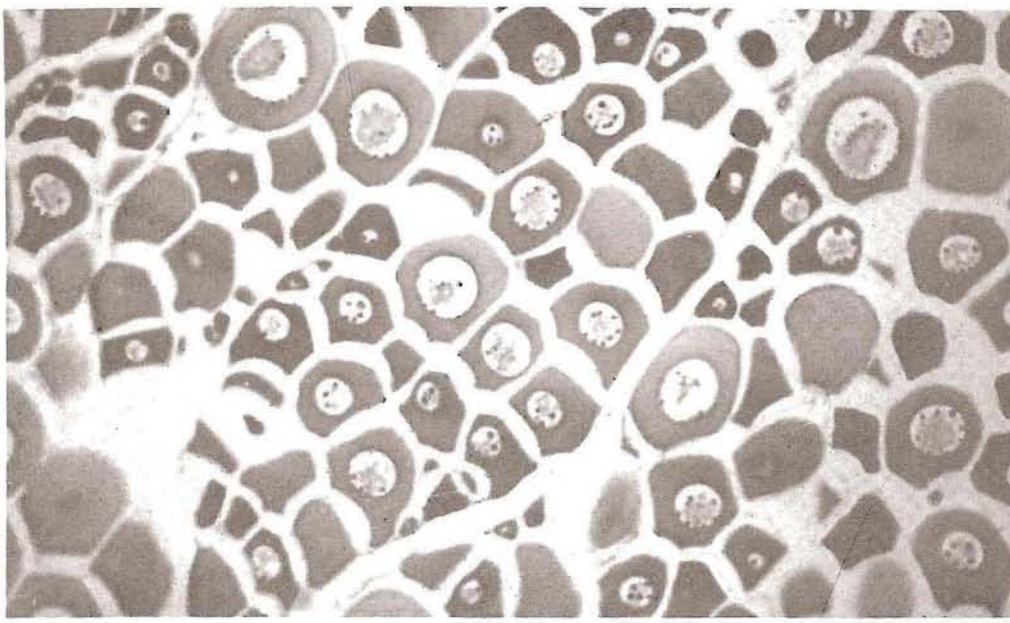


Figura 3. Section of an ovary of 33.5 cm standard length capaz, collected on 24 May 1991, showing basophilic oocytes clearly organized in lamellas in different stages of development and number of nucleoli. x63.

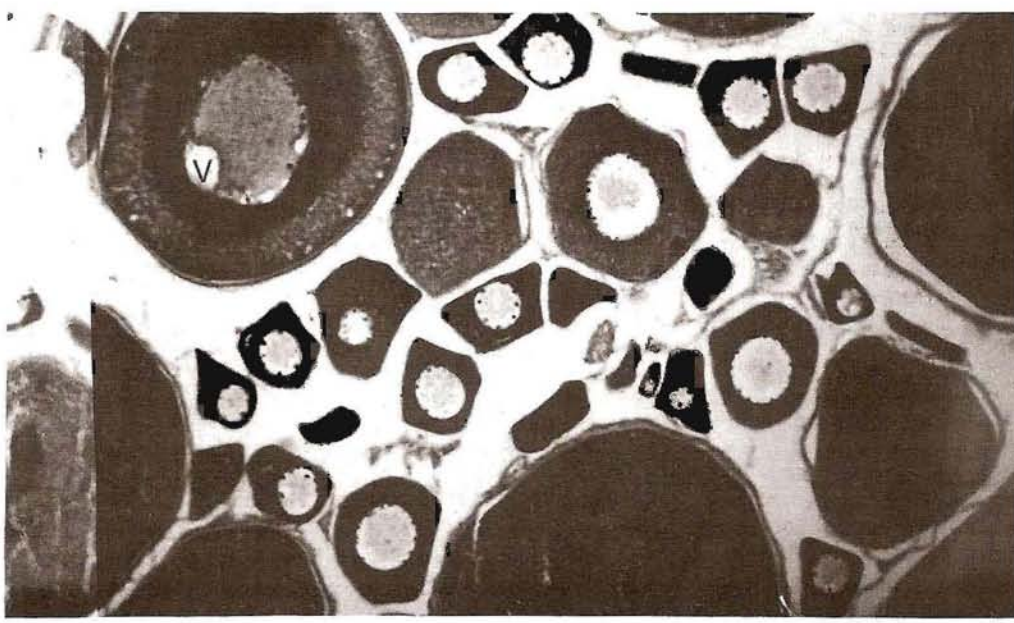


Figura 4. Section of an ovary of 29 cm standard length capaz, collected on 11 October 1991, showing beginning of vitellogenesis (V), and the nuclear membrane may become irregular in shape. x63.

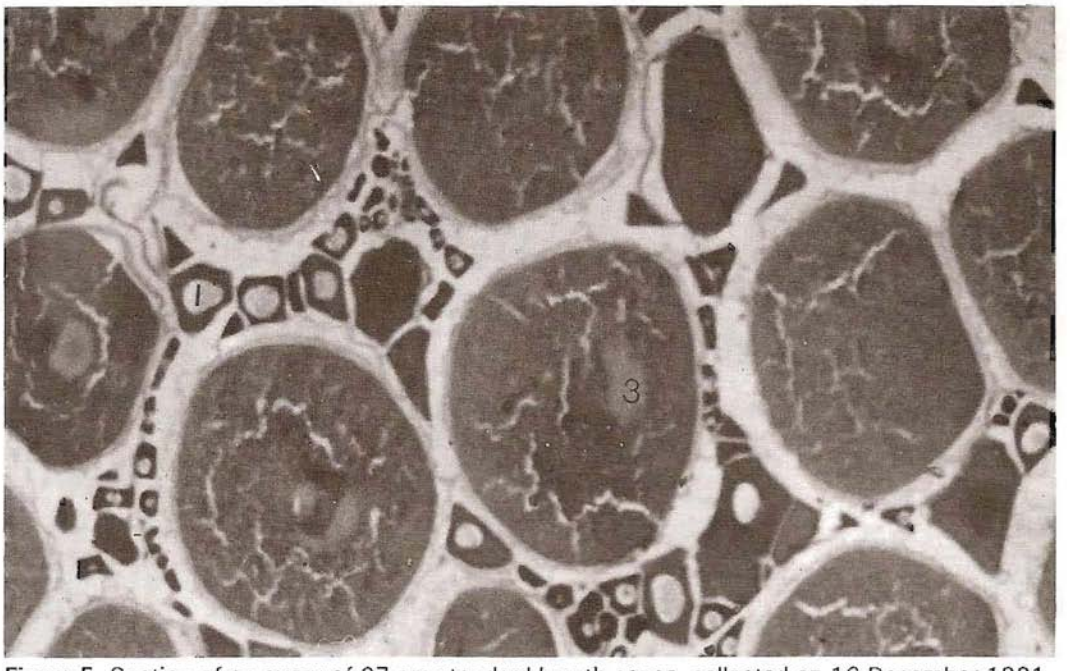


Figura 5. Section of an ovary of 27 cm standard length capaz, collected on 16 December 1991, showing mature eosinophilic oocytes in stage III, alternating with oocytes in stage I. x40.

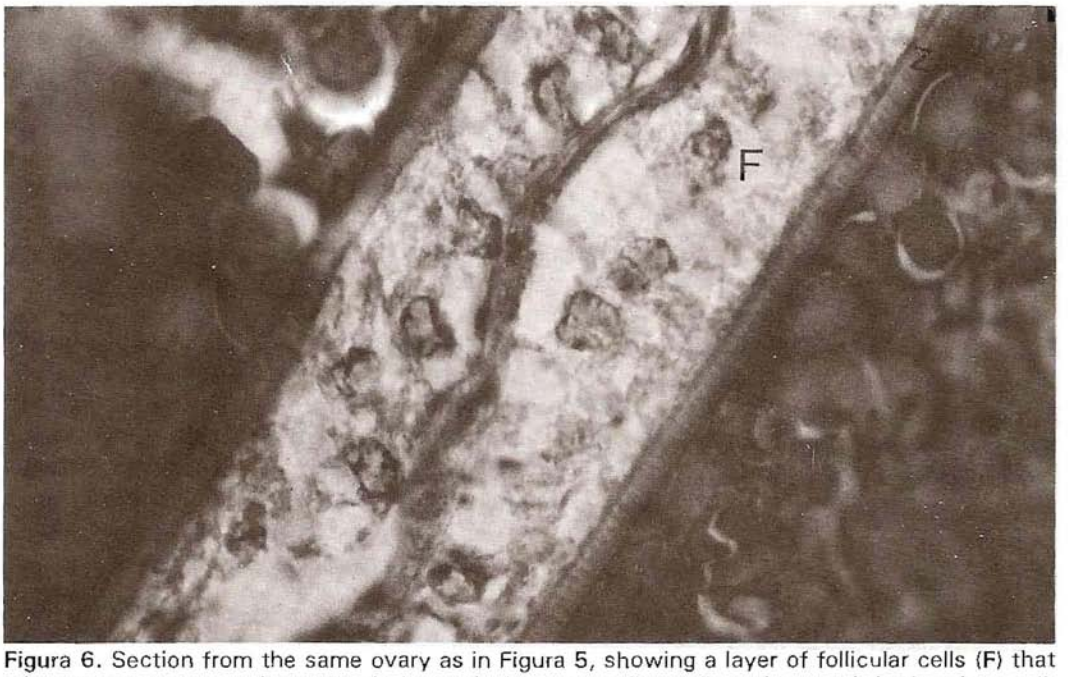


Figura 6. Section from the same ovary as in Figura 5, showing a layer of follicular cells (F) that join two mature eggs, immediately beneath the zona radiata (Z), and beneath it abundant yolk vacuoles are present. x1000.

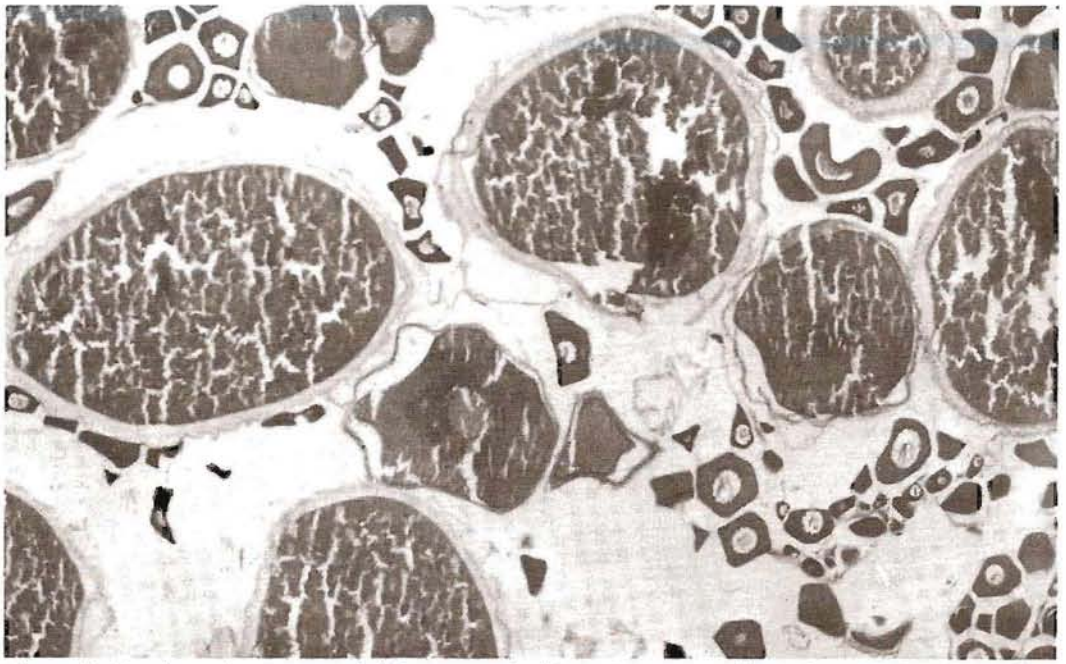


Figura 7. Section of an ovary of 25 cm standard length capaz, collected on 12 October 1991, just after ovulation showing ripe oocytes not shed, some undergoing atresia. x40.

of follicular cells surrounds the oocyte (Fig. 6). The oocytes are almost as large as ripe eggs, but whereas the yolk is eosinophilic numerous vacuoles appear in the yolk-filled cytoplasm just beneath the zone radiata (Figura 6).

Stage IV (Figura 7) - Post-ovulation. Not all the ripe oocytes are shed during the spawning. Those that remain in the ovary after spawning time undergo atresia. Phagocytes derived from follicular cells (Beach, 1959; cited by Cala, 1970) congregate at the periphery of the oocyte and begin to ingest the yolk. As the ooplasm is engulfed and digested, the vitelline membrane and follicular layer collapse.

Discussion

Oocytes of stage I can be found in the ovaries of mature *P. grosskopfii* throughout the year (vide Figuras 1 to 5, and 7).

In capaz, one to a few peripheral nncleoli of varying size are present in the early stage of the oocyte (vide Figura 1). The nucleoli increase in size as the oocyte approaches vitellogenesis (vide Figuras 2 & 3), snggesting subdivision and fragmentation (Raven, 1961; cited by Cala, 1970). The primary egg membrane (vitelline membrane) is thick and exhibits radial stration, forming the zona radiata (vide Figura 6).

The *P. grosskopfii* sexes can be distinguished with certainty by examination of the gonads of mature fishes, however the mature female prior to spawning is easily separated by the flaccid and enlarged abdominal size. There is a gonadal morphological differenciation. A female capaz reach larger size than males. Capaz females larger than 11 cm standard length were matnre.

P. grosskopfii is an annual breeder an its spawuing period extentds from October to March upstream the Betania Reservoir in the upper Magdalena River. Also, this investigation showed

that the stranded capaz population upstream of the Reservoir is breeding and producing a good fishery since the construction of the reservoir, which divided the Magadalena River fish fauna in two parts.

Acknowledgements

The research was carried ont at the Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Seccional Bogotá. The gonads were collected simultaneously with the carrying out of the contract 268-90 Universidad Nacional & Central Hidroeléctrica de Betania. To the head of the Department of Structural Zoology, Lund Uni- versity, Sweden, R. Elofsson, I wish to express my sincere gratitude for allowing me to use the microphotographic laboratory. I further thank Colciencias in Colombia for providing partial economic support to visit the University of Lund. To R. Fernandez for the sectioning and preparing of the slides.

References

CALA, P. 1986. Cambios histomorfológicos en los testes del capitán, *Eremophilus mutisii* (Trichomycteridae, Siluriformes), durante el ciclo reproductivo anual en el sistema del río Bogotá en Colombia. Caldasia XIV (68-70):659-678.

CALA, P. & N. G. SARMIENTO. 1982. Cambios histomorfológicos en el ovario del pez capitán, *Eremophilus mutisii* (Humboldt, 1805) (Pisces: Trichomycteridae), durante el ciclo reproductivo anual, en la laguna del Muña, sistema del río Bogotá, Colombia. Acta Biol. Colombiana 1(1): 9-30.

CALA, P., M. del C. PEREZ & I. RODRIGUEZ. 1996. Estado actual del capaz, *Pimelodus grosskopfii* (Pisces: Pimelodidae), en el embalse de Betania y aguas arriba en el río Magdalena, Colombia. Rev. Acad. Col. Cienc., Exat. Fis. 20(77): 319-330.

BLANCO, M. C. & P. CALA. 1974. Contribución al conocimiento de la sardina *Astyanax bimaculatus* (L.) 1758 (Characidae: Pisces), del caño Pachiaquiarito, Meta, Colombia. Ecología Tropical 1(2): 1-44.

LOS PECES DE LOS LLANOS, ANATOMIA, HISTOLOGIA Y FISIOLOGIA DE LA SAPUARA *Semaprohilodus laticep* c.f.

JOSÉ A. ARIAS CASTELLANOS
Profesor Titular UNILLANOS, Instituto de Acuicultura de los Llanos IALL
A.A. 3019 Villavicencio Meta (Colombia)

Resumen

La Sapuara es un extraordinario macro bocachico de doble propósito, (carne y ornamental), originario de la cuenca del río Orinoco. Durante un año, mes a mes, se colectaron un total de 123 Sapuaras adultas (peso medio 2.285 gramos), con el propósito de estudiar su biología básica en condiciones naturales, en especial sus hábitos alimenticios y ciclo reproductivo. El material preservado fue seleccionado y sobre un grupo de 21 ejemplares fueron hechas disecciones sistémicas y topográficas de órganos y aparatos. Muestras tomadas y fijadas de especímenes recién sacrificados fueron procesadas para observaciones histológicas. Bio-ensayos diversos fueron realizados en procura de información fisiológica.
La especie se puede catalogar como iliófaga especializada, de reproducción anual (aguas subiendo), con dos estrategias reproductivas definidas, vive en cardumen y prefiere aguas lénticas de lagunas y rebalse.

Introducción

De las varias especies de peces comerciales de la cuenca del río Orinoco, en la familia Prochilontideae se destacan las especies del género *Semaprohilodus* por sus delicadas y apetitosas carnes y sus alevinos especialmente vistosos y coloridos; condiciones que han propiciado en los últimos años una extraordinaria presión de pesca sobre el recurso. Con el propósito de conocer los principales aspectos de la biología en ambientes naturales de la Sapuara, *Semaprohilodus laticeps*, se colectaron durante un ciclo hidrológico completo, en el alto y medio río Meta, un total de 123 ejemplares adultos de la especie. Un grupo selecto de 21 animales fueron estudiados en los aspectos de anatomía, histología y fisiología. Los resultados han permitido realizar bioensayos en reproducción inducida, larvicultura y sobrevivencia de la especie en condiciones controladas.

Metodología

El método de trabajo fue el descriptivo soportado en diferentes técnicas conocidas tanto para la captura, fijación y preservación como para la disección y estudio de la anatomía, histología y fisiología de peces, ligeramente modificado por Arias (1995), Parra (1991), se basó en: Becerra y Martín (1983), Gery (1967), Junqueira y Corneiro (1973), Nikolski (1963), Roberts (1985), Romer y Pearson (1966), Sisson y Grossman (1982) y Vegas (1977).

Todos los ejemplares utilizados fueron sacrificados inmediatamente después de su captura; una vez hechos los registros de color, fueron pesados y tallados para los diferentes morfométricos establecidos y luego fijados y conservados en formol al 10%, después de habérseles practicado retiro visceral. Muestra de los diferentes órganos fueron tomadas para cortes histológicos y se registraron pormenorizadamente datos de captura, comportamiento y hábitos.

Resultados

Morfología externa. La figura 1 y la tabla 1 reúnen las características fenotípicas que definen la especie; se trata de un pez ligeramente ensanchado, con tallas relativamente grandes y que se distingue fácilmente de otros congéneres por su especial y vistoso patrón de coloración (Gery 1977, Goulding 1980, Vinarea 1983).

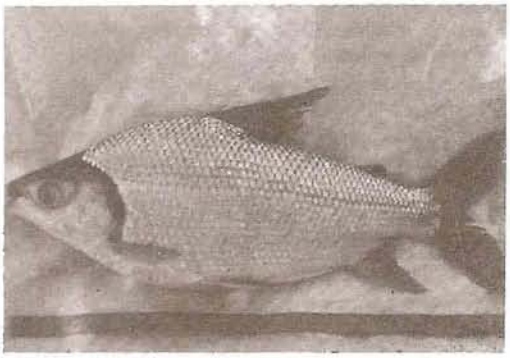


Figura 1.

Tegumento. La piel en Sapuara esta recubierta por escamas cicloides, en los cortes histológicos transversales observados se define un tegumento similar al descrito para otros peces de la gran familia Characideae. Se resalta la presencia común y permanente de varios pigmentos en un mismo cromatóforo al igual que agrupaciones celulares pigmentarias que explican el patrón, diseño y colorido de la especie.

Sistema digestivo. Es sin duda el complejo estructural y funcional mas especializado de Sapuara (Arias 1995, Chavez y Vazzoler 1984). En la Figura 2 se esquematizan algunos aspectos así: *Cavidad bucofaringea*. Es una cavidad amplia con una abertura oral subterminal delimitada por labios carnosos fuertemente musculados. La musculatura está complejamente relacionada con toda la estructura branquial y la movil, ornada y rugosa lengua, disponiendo así una boca especialmente protactil. Diminutos dientes dérmicos homodontos, monofiodontos y viliformes se implantan acrodontos acompañados de dentículos corneos en doble hilera sobre los labios, el conjunto funciona como un fino y especializado rastrillo dentario. *Branquispinas,* se localizan en los bordes internos de ambas caras de cada una de las partes óseas branquiales, la forma, apariencia y disposición de las branquispinas conforman un delicado y eficiente tamiz microscópico capaz de atrapar las diminutas partículas alimenticias de las que se nutre el animal.

Tabla 1. Biometría de 92 Sapuaras adultas en el Río Meta entre noviembre de 1989 y octubre de 1990.

	Σ	$\bar{x}$	✔	Var
Peso (gr)	21027.5	2285.7	576.3	33.5718
L. Total (cm)	4472.8	48.6	4.3	18.7
L. Estándar	3954.4	43.0	3.5	12.6
L. Cabeza	1080.1	11.7	1.3	1.7
L. Preorbital	357.7	3.9	0.7	0.5
Diámetro Ojo	196.1	2.1	0.2	0.06
L. Postorbital	540.6	5.9	0.7	0.6
Ancho Cabeza	963.3	10.5	1.4	1.9
L. Dorsal-Adipo	947.7	10.3	1.0	1.0
L. Dorsal-Caud.	477.9	5.2	0.6	0.4
Ancho Total	162.0	17.6	1.8	3.2
Radios A. Dorsal	917	10	0.6	0.4
R.A. Caudal	1978	21.5	1.0	0.9
R.A. Anal	920	10	0.6	0.4
R.A. Ventral	835	9.1	1.0	1.1
R.A. Pectoral	1225	13.3	0.9	0.8
Escama Arriba Línea Lateral	934	10.2	0.5	0.2
Línea Lateral	4752	51.7	1.2	1.4
E. Debajo Línea Lateral	1072	11.5	0.7	0.5

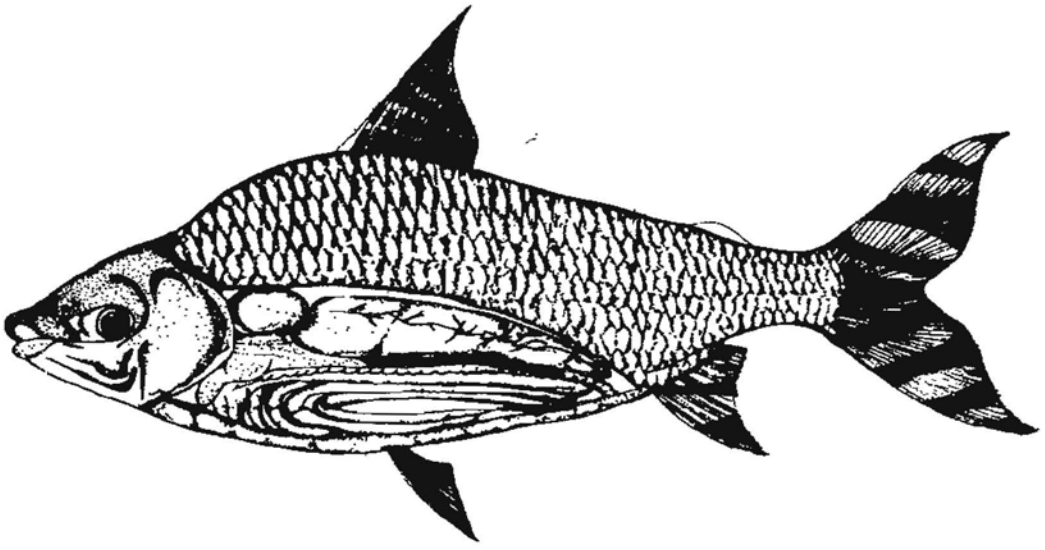


Figura 2. Dibujo esquemático del primer plano de disección de la organización morfológica.

El conteo de branquispinas de la arcada izquierda del primer acto branquial efectuado en 75 ejemplares arrojó siempre 38 grupos funcioanles de branquispinas (Figura 3). *Estómago,* es una estructura de tres porciones así: una primera continua al esófago en todas sus condiciones que es enzimática; la porción media es una ampula a manera de bolsa muy distendible que cumple funciones de almacenamiento y fermentación de alimentos: la porción distal es una modificación destinada a funciones de microtrituración; en forma de tabaco, es una molleja musculosa y potente. La histología revisada de todas estas partes estomacales es la conocida para especies del grupo; llama la atención el aglutinamiento constante en la submucosa de nodulos linfoides. *Ciegos Pilóricos.* Son sáculos digitiformes de hasta 35 mm, que en número superior a los 200 se arraciman compactamente en la parte proximal del duodeno. Son especialmente abundantes ycumplen funciones esencialmente de absorción pero también tienen funsiones enzimáticas. *Intestino.* Se trata de un largo tubo (3 a 5 veces la longitud estandar del animal según la edad), se presenta ordenado de manera más o menos constante en la cavidad corporal sin que morfológicamente se pueda distinguir región alguna. Histológicamente, mantiene la disposición y descripción que para otros peces se conoce, pero es posible distinguir tres secciones distintas por diferencias de complejidad del epitelio luminar. Otras estructuras y órganos digestivos tales como el Hígado, la Vesícula Biliar o el Páncreas presentan formas y arquitecturas semejantes a la de otros bocachicos (Becerra y Martín, 1983; Castro, 1990).

Figura 3. Dibujo esquemático de tres grupos de branquispinas x 600.

Sistema Respiratorio. Excepto por las especiales modificaciones descritas para las branquias no existen mayores diferencias morfológicas en los diferentes componentes del sistema, sin embargo es pertinente anotar la gran capacidad de la especie para acondicionar las superficies labiales para el intercambio aseoso cuando las condiciones de Oxígeno Disuelto en el agua son

críticas. Igual se anota la gran capacidad de resonancia de la Vejiga Hidrostática en particular en la cámara anterior especialmente musculada y conectada tanto a la faringe como al ensanchado Aparato de Weber (Zheing y LiIu 1988).

Sistema Excretor. Se define un sistema tipo de peces de agua dulce, riñones mesonéfricos, ductos arquinéfricos pares que drenan en una ampolla (análoga a la vejiga urinaria de los mamíferos), la que a su vez desemboca en una papila que comparte con los ductos reproductivos. Histológicamente se destaca la ausencia de una corteza renal y la definición de nefrones sin ducto intercalado (asa de henle), y corpúsculos de Malpighl relativamente grandes. Como se presentan en la figura 4 (Junqueira y Carneiro 1973).

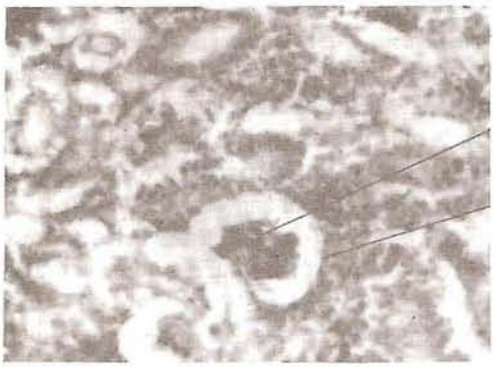


Figura 4. Microfotografía de riñón detalle de glomerulo H.E. x 300.

Sistema Circulatorio. La complejidad de órganos y ductos circulatorios de Sapuara son los descritos para las especies del género (Castro 1990). Se resalta la conspicua expansión del Seno Venoso que literalmente invade adosado la cara interna del *Os.* cleitro coloreándolo de tono marón oscuro, carácter taxonómico relievante en la definición de la especie.

Sistema Reproductivo. La anatomía e histología de las gónadas en esta especie no presentan variaciones importantes comparadas con las gónadas descritas para otras especies del grupo. Se incluye la Tabla 2 que resume el comportamiento reproductivo para un ciclo anual (Arias, 1995; Vazzoler *et al.*, 1989 a y b).

Tabla 2. Estados de madurez sexual y ocurrencia (número de ejemplares) de hembras y machos adultos de Sapuara, en el curso medio del Río Meta, entre noviembre de 1989 y octubre de 1990.

SEXO	Hembra					Macho					TOTALES		
MES./EST.	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	H	M	
NOV./89	3_{60}		1_{20}			1_{20}					4	1	5
DIC.	2_{66}					1_{33}					2	1	3
ENE./90		1_{33}	1_{33}			1_{33}					2	1	3
FEB.			2_{40}			1_{20}	2_{40}				2	3	5
MAR.	1_{25}		1_{25}	1_{25}		1_{25}					3	1	4
ABR.—			6_{46}	1_{8}	2_{15}			3_{23}		1_{8}	9	4	13
MAY.			1_{4}	3_{11}	11_{41}			1_{4}	5_{19}	6_{22}	15	12	27
JUN.				1_{8}	7_{54}				1_{8}	4_{31}	8	5	13
JUL.	7_{33}			1_{5}	8_{38}	2_{10}				3_{14}	16	5	21
AGOS.	3_{100}										3	0	3
SEPT.	3_{43}					3_{43}	1_{14}				3	4	7
OCT.	2_{22}	2_{22}				4_{44}	1_{11}				4	5	9
TOTALS.	21	3	12	7	28	14	4	4	6	14	71	42	113

Bioecología y comportamiento. Las exploraciones anatómicas que aquí se presentan son concluyentes en el sentido de definir los hábitos iliófagos de *Semaprohilodus laticeps*. Las dietas alimenticias de los animales en aguas uaturales están constituidas por alimentos en general escasos y pobres en nutrientes que dependen del proceso de recirculación de los mismos eu la época invernal (Arias 1994-1995, Couthino y Cothino 1979, Florez 1983, Lilyestrom 1983, Lowe McConnell 1964). En la estación de aguas altas en donde las áreas cubiertas por el líquido son de gran tamaño, los cardúmenes de sapuaras exploran hábidos y diligentes los fondos de los rebalses y lagunas en donde viven la mayor parte del año, entonces sus estómagos e intestinos se mantienen con las mayores llenuras, sus reservas

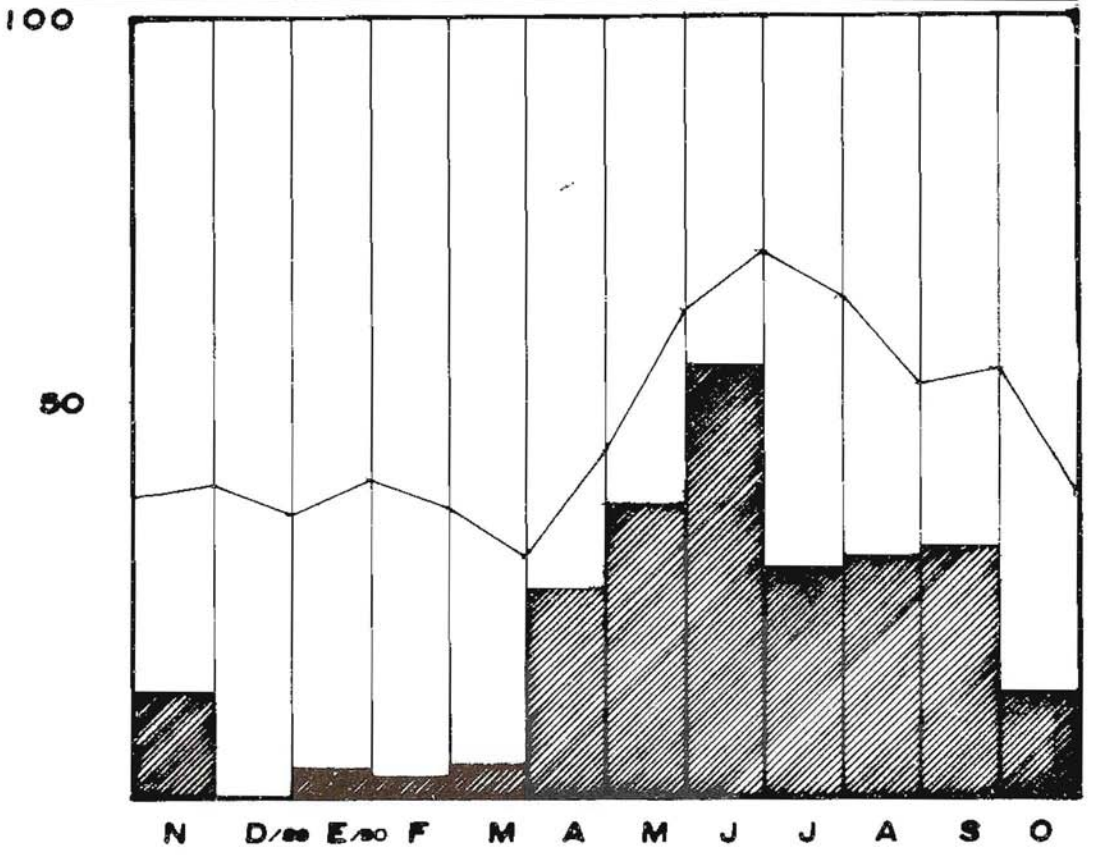


Figura 5. Variación de la Llanura Relativa en porcentaje de los contenidos estomacales de Sapuara y Fluctuación del Río Meta en Pto. Texas entre noviembre de 1989 y octubre de 1990.

aumentan y en general se "preparan" para la temporada de verano y de reproducción (Figura 5) (Arias 1994, Cothino y Coutinho 1990, Hyslo 1980).

La especie se reproduce en aguas de un afluente mediano o una laguna entre marzo y julio de cada año, después de cortas migraciones para tal fin (Arias 1995, Dahl *et al.*, 1963, Vazzoler *et al.* 1989 a, b). Las larvas y postlarvas utilizan una interesante cstrategia alimenticia que va desde fitoplanctófaga pasando por zooplanctgófaga hasta perifitónfagas en tan solo dos semanas (Arias, 1995; Sandor *et al.*, 1983). Como la mayoría de los alevinos de las demás especies de prochilontidos las vistosas y pequeñas sapuaras son a temprana edad eslavón alimenticio de gran cantidad de peces ictiófagos; las que se salvan de esta condición natural terminan, la más de las veces, en la red de algún pescador artesanal, esto explica lo agotado del recurso (Mago-Lecía 1970, Novoa y Ramos 1978). Los ejemplares adultos que se toman en cautiverio son de difícil adaptación, por lo general una vez capturados entran en shock yliteralmente se matan a golpes contra las paredes en los recipientes que los contienen. Los reportes de reproducción manipulada que se conocen Arias, 1995, han sido sin uso de inductores *in situ*. En priucipio en cultivo es una especie aceptable en términos de conversión (Arias 1995, Kawakami *et al.*, 1985, Parra 1991).

Agradecimientos

El autor agradece a la Universidad de los Llanos por el apoyo, a COLCIENCIAS por su cofinanciación. Hace especial mención de reconocimiento a Elizabeth Aya, Ruben Parra y Mauricio Alvarez por su colaboración e interlocución durante la realización del trabajo.

Referencias

ARIAS, C. J. A. 1984. Abióticos del medio río meta. UNILLANOS. Villavicencio. Rev. Fac. M. V. Z. 1(1):31-35.

ARIAS, C. J. A. 1995. Contribución al conocimiento biológico de los peces de los llanos Yamú *(Brycon sp.)* y Sapuara *(Semaprohilodus sp.) con fines de cultivo, Unillanos-Colciencias. Inf. Result. 125p.*

BECERRA, Z. & MARTIN, L. 1983. Estudios de la antomía del pez Bocachico *(Prochilodus reticuletus magdelense)*. Universidad Nacional. Bogotá. 100 p.

CASTRO, R. M. C. 1990. Revisão taxonómica da familia Prochilodontidae *(Ostariophysi: Characoidei)*. São Paulo. Dissetaçao (Doutorado). Universidade Estadual Paulista USP. 347 p.

COUTINHO, J. & COUTINHO, C. 1979. Observações sobre alimentação do Jariqui *(Prochilodus brama* Valenciennes 1979), da Bacia do Rio Araguaia-Goias (Pisces: Charcidae, Procholodontinae). Bol. Técnico No. 8. Convenio EMGOPA/SUDEPE, Goiania Goias, Brasil, 15 p.

CHAVEZ, P. & VAZZOLER, G. 1984. Aspectos biológicos dos peixes amazonicos III. Antomía Microscópica do esófago, estomago e cecos piloricos de *Semaprochilodus insignis* (Characiformes: Procilondontidae). Acata Amazónica. 14 (3-4): 343-353.

DAHL, M.; MEDEM, F. & RAMOS, A. 1963. El Bocachico. Contribución al estudio de su biologia y de su ambiente. C.V.S. 144 p.

FLOREZ, F. 1983. Observaciones ecológicas sobre los peces Bocachico Real *(Prochilodus mariae.* Eigenmann 1922) y el Bocachico cardumero *(Suprasinelepichthys laticeps.* Valenciennes 1949) del sistema del río Metica y algunos datos comparativos del Bocachico *(Prochilodus reticulatus Magdalenae.* Steindachner 1878) del río Cauca. afluente del río Magdalena. Colombia. Tesis Universidad Nacional. Santafé de Bogotá, 112 p.

GERY, J. 1977. Characoids of the world. Publications Neptune New York.

GOULDING, M. 1980. The fishes and the forest, explotation in Amazonian natural history. Los Angeles. University of California Press, 280 p.

HYSLOP, E. J. 1980. Stomach content analysis, a review methods and their application. J. Fish. biol. 17: 411-429.

JUNQUEIRA, L. C. & CARNEIRO, J. 1973. Histologia Basica. Salvat Editores, Barcelona, España, 442 p.

KAWAKAMI, E. *et al.* 1985. Avaliação do crescimento da produção de Jaraqui *(Semaprohilodus sp)* en açude de igararapé de terra firme nos arrededores de Manaku. Amazonas. Polamazonia. INPA, Manaus, Braso. Acta Amazonica. 15 (1-2): 19-36.

LILYESTROM, C. 1983. Aspectos de la biología del Coporo *(Prochilodus mariae)*. Rev. Unellez Cienc. y Tec., 1(1):5-11.

LOWE-McCONELL, R. H. 1964. The fishes of the Ruponuni Savanna district of British Guiana, South America. Part v. Ecological Groupings of fish species and effects of the seasonal cycle on the fish. Joum. London (Zoology). 45(304):103-144.

MAGO-LECCIA, F. 1970. Estudios preliminares sobre Ecología de los peces de los Llanos de Venezuela. Acta Biol. Venez. 7(1): 71-102 p.

NIKOLSKI, G. 1963. The ecology of fishes. Academic Press. London, 520 p.

NOVA, D. & RAMOS, F. 1978. Las pesquerías comerciales del río Orinoco. Segunda Parte. Descripción de las especies comerciales. Corporación Venezolana de Guayana. Editorial Venegráfica S.A., Caracas.

RICKER, W. E. 1968. Methods for assesment of fish production in fresh water. Brackwell, Scit. Publ. Oxford, 180-125 p.

ROBERTS, J. R. 1985. Grundlagen der Fischpathologie. Verlag Paul Pares, Berlin und Hamburg, 425 p.

ROMER, J. & PEARSON, A. 1966. Anatomía comparada de los vertebrados. Editorial Interamericana. Cuarta Edición. México, D.F. 512 p.

SANDOR, N. DE SOUZA, N. et al. 1983. A mudança do habito alimentar da curamata pacu *(Prochilodus marggravii)* no periodo de alivinagem. Unidade de piscicultura de Itiuba. U.P.I. CODEVASF-AGROVER, Boletín.

SISSON, S. & GROSSMAN, A. 1982. Anatomía de los animales domésticos. Tomo I. Salvat Editores. Quinta Edición. 815 p.

VAZZOLER, A. E. *et al.* 1989a. Aspectos biológicos dos peixes amazónicos XI. Reprodução das espécies do género *Semaprochilodus,* Characiforme, Prochilodontidae do baixo Rio Negro. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. INPA Amazonas. Brasil. Rev. Bras. biol. 49(1): 165-173.

VAZZOLER, A. *et al.* 1989b. Aspectos biológicos dos peixes amazónicos XII. Indicadores cuantitativos do periódo da desova das especies do género *Semaprochilodus,* Characiforme, Prochilodontidae do baixo Rio Negro. Instituto Oceanografico da Universidad do Sao Paulo. INPA. Amazonas. Brasil. Rev. Bras. biol. 39(1):175-181.

VEGAS, U. M. 1977. Ictiología. Universidad del Valle. Facultad de Ciencias. Cali, 271 p.

VINATEA, S. E. *et al.* 1983. Reviçã sobre o Curimbatá *(Prochilodus scrofa).* C.R.L.A. Boletin.

ZHENG, W. B. & LILU, W. S. 1988. Morphology and histology of the swimbladder and ultrastructure of respiratory epithelium in the air-breathing catfish, *Pangasius sutchi* (Pangasiidae). J. Fish. biol. 1988. 33(2): 147-154.

ASPECTOS BIOLOGICOS Y TAXONOMICOS DEL TUCUNARE, *Cichla monoculus* (PISCES: CICHLIDAE)

PLUTARCO CALA*, EDUARDO GONZÁLEZ & MÓNICA P. VARONA **
* Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Seccional Bogotá, A.A. 14 490, Bogotá.
** Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Seccional Palmira, Valle

Resumen

Este trabajo se desarrolló en los alrededores de Leticia, Amazonas (69° 57' de Longitud Oeste y 04° 09' de Latitud Sur), y 84 msnm; precipitación promedia anual entre 3000 y 3500 mm, humedad relativa 84% y temperatura del aire casi constante de 26°C. Los peces se coleccionaron en los lagos de Tarapoto (Colombia), Cayarú (Perú), Yabari, Zarahiba y Aratituba (Brasil). Se utilizaron las artes de pesca de la región: flecha, espinel, atarraya y malla. Las capturas se realizaron entre diciembre de 1992 y diciembre de 1993, repartidas en siete muestreos a través del año, examinándose un total de 216 ejemplares.

La relación hembra: macho, no presenta un dominio significativo de uno de los sexos (1:1.43). La época de la reproducción se estableció entre septiembre y enero. La talla mínima de madurez sexual se determinó entre 22.5 y 23.5 cm de LT, y la talla media de madurez entre 36.5 y 37.5 cm. Se propone una talla mínima de captura de 38 cm para el tucunaré. La fecundidad estimada fue aproximadamente de 7.400 huevos por pez. Los peces, restos de macrófitas y los crustáceos decápodos son de gran importancia en la dieta de *C. monoculus*, ya que fueron las tres categorías dominantes en los tres rangos de talla durante todo el tiempo de estudio. La relación longitud-edad indica que para el primer año de vida el tucunaré alcanza una longitud cercana a 24.6 cm, alcanzando la talla mínima de captura (38 cm) a los 27 meses de edad. Los ejemplares más viejos encontrados sobrepasan los cinco años de vida.

Finalmente, se incluye una discusión sobre las especies del género *Cichla* existentes en Colombia, y se concluye que hasta la fecha se ha confundido *C. monoculus* y *C. orinocensis* con *C. ocellaris*. Esto indica que actualmente se registran para el país las especies *C. monoculus* para el Amazonas, *C. orinocensis* y *C. temensis* para la Orinoquia. Es necesario evaluar los estudios sobre *C. ocellaris* y establecer hasta qué grado ellos corresponden a *C. monoculus* o a *C. orinocensis*.

Palabras claves: Bioecología, taxonomía, *Cichla monoculus*.

Abstract

This investigation tooks place near Leticia, Amazonas, at Longitude 69°57' West and Latitude 04°09' South. Rainfall ranges from 3000 to 3500 mm yearly. Altitude of 84 m above sea level, 84% of relative humidity, and an almost constant air temperature of 26°C. Fish material was obtained from three diferent locations: Tarapoto lakes (Colombia), Cayarú lakes (Perú), and Yabarí, Zarahiba and Aratituba lakes in Brasil (Figura 1). The methods used by the fishermen of the region were taken into account, basically arrows, nets, casting nets and fishing lines. Samples were collected from December 1992 to December 1993, measuring a total of 216 specimens of *C. monoculus*.

There was no significant dominance of either sex (1:1.43). The spawning season was determined from September to January. The minimum maturity length was settled at 22.5-23.5, and the medium maturity length at 36.5-37.5, recommending minumum capture length of 38 cm TL. The estimated mean fecundity was 7.400. Fish, plant matter and crustacean, are of great importance in the natural diet of *C. monoculus*. High frecuency rates of these items were found

throughout the study period and in all the analized length intervals. The length - age relationship indicates that at one year of age *C. monoculus* has a total length of 24.6 cm, reaching its medium maturity length (38 cm) at an age of 27 months. The specimens captured with the larger lengths are older than five years.
Finally, it discusses the taxonomic status of the species of *Cichla* in Colombia. This genus includes three species in the country: *C. monoculus, C. orinocensis* and *C. temensis*. In Colombia, *C. monoculus* and *C. orinocensis* has been synonymized with *C. ocellaris*. Therefore, it is necesary to evaluate the biological works done on *C. ocellaris*, and to establish to what degree they refer *C. monoculus* or *C. orinocesis*.

Key words: Bioecology, taxonomy, *Cichla monoculus*.

Introducción

El conocimiento adecuado de aspectos importantes de una especie, como la reproducción, alimentación, comportamiento en el medio natnral, es fundamental para lograr el éxito en la producción y buen manejo de la misma.

Por esta razón se decidió iniciar el estudio de una especie nativa con características de interés comercial como el tucunaré, *Cichla monoculus*, esperando lograr un aporte a la integración de la investigación con el desarrollo de la acuacultura en el Amazonas colombiano.

El desarrollo de la piscicultura y de las pesquerías en Colombia se ha orientado básicamente hacia un número limitado de especies, muchas de las cuales son exóticas con paquetes tecnológicos importados que si no son manejados de manera adecuada pueden causar un impacto negativo sobre el potencial íctico nativo, además de afectar el equilibrio del ecosistema. Hay una buena cantidad de especies nativas promisorias que debido a la falta de investigación y promoción se encuentran subaprovechadas, o amenazadas por la sobrepesca.

Las especies ícticas de la cuenca amazónica, y para el caso en las cercanías de Leticia, que presentan una importancia económica efectiva (ornamental o de consumo), pertenecen a las siguientes familias en orden de volumen de pesca: Pimelodidae (67.83%), Characidae (16.99%), Osteoglossidae (7.87%), Sciaenidae (7.02%), Cichlidae (0.29%).

En la familia Characidae se encuentran una gran cantidad de especies de consumo, pero también ornamentales, v. gr. bocachico, doradas, palometas. La familia Osteoglossidae posee una especie con importancia económica en la cuenca amazónica - el pirarucú, *Arapaima gigas*. La familia Sciaenidae está principalmente representada por la corvina de agua dulce, la cnal tiene gran importancia, debido a la calidad de su carne.

De los cíclidos son de importancia el tucunaré, carahuazú y los acara. La calidad de la carne de los primeros y la belleza ornamental de los acaras son responsables de las posibilidades comerciales que las especies de esta familia pueden tener.

Entre los trabajos que se destacan en el campo de la estructura trófica de peces amazónicos están el de Knöppel (1970), que analiza contenidos estomacales de peces en los caños de aguas negras de los bosques lluviosos; Goulding (1979), estudia el recurso pesquero del río Madeira, en 1980 recopila información referente a la importancia del bosque inundable en la dieta de los peces amazónicos; Goulding et al. (1988) estudian la estructura trófica de la comunidad íctica del río Negro.

Para la amazonia colombiana se cuentan entre otros, los trabajos de Arboleda (1984), Baptiste (1988). Para el trapecio amazónico, se encuentran los estudios de, v. gr. Ramírez (1986), Prada (1987), Muñoz et al. (1996).

Generalidades de la Especie

Tucunaré, *Cichla monoculus* Spix, 1831. El género *Cichla* ocupa un lugar especial, por ser el único dentro de los cíclidos americanos que posee un cráneo tipo *Haplochromis*, en el cnal los huesos faríngeos superiores se fusionan con los huesos paraesfenoides y baseoccipital. En el otro tipo de disposición, solo los paraesfenoides contribuyen a esta fusión, lo que se conoce generalmente como disposición tipo *Tilapia* (Goldstein 1988).

En Colombia, además de *C. monoculus*, el género incluye las especies *C. orinocensis, C. temensis. C. ocellaris* no ha sido registrada para Colombia, solamente se ha confundido con *C. monoculus* del Amazonas, o con *C. orinocensis* de la Orinoquia (e. g. Cala 1977). *C. ocellaris* se conoce originariamente de las Guayanas, y para el sureste de Venezuela (Kullander, com. pers. 1995). Su presencia posible para Colombia puede ser a través del Guainía. Finalmente, una quinta especie ha sido descrita para Venezuela como *C. intermedia* por Machado-Allison (1971).

Dentro de las especies del género *Cichla* hasta hoy descritas, *C. monoculus* es mncho más similar a *C. ocellaris*, siendo comparativamente de cuerpo alto y con escamas a lo largo de la línea lateral entre 70 y 80. Difiere de *C. ocellaris*, como fue rediagnosticada por Kullander et al. (1986, tomado de Kullander 1986), en:

1. Línea lateral discontinua, generalmente completa en *C. ocellaris*;

2. Mandíbulas isognatas hacia los 50 mm de longitud estándar (LE) en *C. ocellaris*, mandíbula inferior prognata, inclusive en ejemplares menores, en *C. monoculus*;

3. Carece de barras desvanecidas verticales (barras 1_a, 2_a en *C. ocellaris*) entre las tres principales barras negras laterales (barras 1, 2, 3,), barras 1-3 más anchas que en *C. ocellaris* y extendidas ventralmente desde la base de aleta dorsal en lugar de estar bien separadas de la base de la aleta dorsal, en peces en período reproductivo las barras en vez de ser desvanecidas se intensifican y reducen a tres puntos negros dorsales a la línea lateral;

4. Pedúnculo caudal menos alto en especímenes grandes (altura 12.0 - 13.2% de la LE, $\bar{x} = 12.5 \pm 0.12$, en 11 *C. ocellaris*, 138.6 - 324.1 mm LE; 10.3 - 12.3%, $\bar{x} = 11.2 \pm 0.15$, en 14 *C. monoculus*, 138.0 - 324.5 mm LE; comparablemente poca altura en juveniles de ambas especies).

En *Cichla temensis*, el pedúnculo caudal es angosto (altura 24.0 - 27.3% de la LE, $\bar{x} = 25.5 \pm 0.3$, en 12 ejemplares de 158.4 - 315 mm LE).

Cichla orinocensis, descrita por Machado-Allison (1971 como *C. ocellaris*), tiene tres grandes ocelos laterales en la línea media.

Cichla intermedia, como fue descrita por Machado-Allison (1971), tiene numerosas barras cortas a lo largo de una banda lateral angosta.

En el país se han hecho algunos trabajos acerca de la biología del tucunaré (e.g. Garzón 1977), en piscicultura (e.g. Sanclemente 1972, Ramos - Henao & Corredor 1978), posiblemente confundiendo las especies *C. monoculus* y *C. orinocensis* con *C. ocellaris*. También, el tncnnaré se ha utilizado como control natal en cultivos de especies de alta prolificidad, como la tilapia herbívora, *Tilapia rendalli*. Similarmente, en el Brasil se han hecho estudios del tucunaré con el nombre de *C. ocellaris*, v.gr. Braga (1951, 1952), Menezes (1952), Peixoto (1954).

Es un pez de vida sedentaria, ampliamente distribuida en muchas localidades en la cuenca del río Amazonas, busca refugio en las palizadas o en los lugares más intrincados de los lagos en donde espera sus presas. Junto con otros tucunarés o pavones, es una especie muy apreciada dentro de los cíclidos por los pescadores comerciales y deportivos.

Area de estudio y métodos

La captura de los peces de estudio, debido a las características ambientales preferidas por la especie, se realizó en ambientes lénticos (lagos, lagunas) de la zona de influencia de Leticia, tanto en territorio colombiano como brasilero y peruano. Básicamente se escogieron tres lugares de muestreo (Figura 1): lagos de Tarapoto (Colombia), Cayaru (Perú) y de Yaravi, Aratituba y Zarahiba (Brasil). Estos lagos fueron seleccionados por presentar buenos volúmenes de pesca de la especie a estudiar. Los peces fuerou obtenidos mediante las capturas realizadas por los pescadores de la regióu, desde diciembre de 1992 hasta diciembre de 1993.

En el campo se tomaron medidas de peso, longitud estándar (LE) y total (LT), además se registraron datos referentes a desarrollo gonadal e identificación general. Luego, los ejemplares se preservaron en formol al 10% para ser evalnados en el laboratorio, donde se llevaron a cabo los análisis de ruorfometría y merística, fecundidad y hábitos alimenticios.

Análisis de crecimiento

Relación Longitud-Peso. La relacióu longitud-peso es ampliamente utilizada por los investigadores como estimativo del crecimiento, dado que este puede ser medido en cualquier dimensión, en este caso se utiliza el peso (Ricker 1971). Con esta relación es posible determinar la velocidad de incremento de peso con relación a la longitud y viceversa, se puede utilizar como una manera indirecta de ver el ritmo de crecimiento. La ecuación de la curva de correlación permite conocer el peso de un animal cuando sólo se conoce su talla y viceversa. En cuanto al procedimiento a seguir en este punto, son indispensables los trabajos de Ricker (1971), Pauly (1984), FAO (1982), Laevastu (1980), Werder & Soares (1985). En peces, esta relación usualmente se representa por la ecuación: $P_t = a(L_t)^b$.

Relación Longitud vs Edad. En las regiones tropicales la determinación de la edad de los peces es particularmente difícil, puesto que los métodos directos utilizados en las zonas templadas no son aplicables en el trópico. En estas regiones el cambio de estaciones es la base de formación de annuli o anillos anuales de crecimiento en las escamas y otolitos principalmente, representando así un buen y ágil apoyo en la evaluación de crecimiento de la población.

En nuestro medio, los anillos en las escamas y en otras partes óseas no son necesariamente anuales; pueden estar asociados a factores externos tales como épocas secas o lluviosas, cambios en la alimentación, migraciones, reproducción, y pérdida de condición corporal. Por esta razón, para el análisis de crecimiento poblacional en peces generalmente se debe recurrir a métodos indirectos que aunque teóricos, son un buen indicador de esta medida si se tienen en cuenta todas las consideraciones necesarias tanto del pez como del método (Ricker 1971).

Para la determinación de la edad, se agruparon los datos de longitud en clases de talla de longitud total de 4 cm, obteniéndose los respectivos porcentajes de frecuencia; información que fue procesada en computador a través del programa Electronic Length Frecuency Analysis (ELEFAN I), mediante el cual se elaboran los histogramas correspondientes para cada mes. Aunque las muestras obtenidas solo representan información de un año, el ELEFAN I permite resolver este problema recurriendo a un artificio, que consiste simplemente en la repetición de las muestras para un rango adecuado de años, suponiendo que todas los cohortes siguen la misma curva de crecimiento.

Con la información anterior y tomando una serie de tiempo de siete años, el programa comienza a evaluar un número indeterminado de curvas, hasta encontrar el mejor estimativo, determinando simultáneamente los valores de los parámetros de crecimiento.

El incremento en longitud con relación a la edad en un tiempo dado, se determinó por la ecuación de Von Bertalanffy, la cual representa un buen estimativo de esta medida y complemento en el análisis de crecimiento poblacional. Los parámetros de la ecuación, $L_t = L\infty\ [1-e^{-k(t-to)}]$, se calculan con base en la gráfica talla vs edad, según el Programa ELEFAN. Para obtener un estimativo de la edad hipotética t_o, se recurrió a la ecuación de Pauly (1984): $Log(-t_o) = -0.2752 \log L\infty - 1.038 \log k$.

Talla Mínima (TmM) y Media (TMM) de Madurez Sexual. Para encontrar los valores de la TmM, todos los ejemplares sexualmente diferenciados a través de su estado de desarrollo gonadal (virgen o inmaduro, madurando y maduro) se agruparon por clases de tallas de longitud total de 1 cm. Para determinar la TMM se realizó la distribución de frecuencia acumulada de longitud de los ejemplares maduros (e. g. Espinosa 1972, Gulland 1975).

Factor de Condición (K). El factor de condición es un valor que cambia a través del tiempo, y permite establecer el grado de nutrición del pez en un determinado momento de su desarrollo y registrar la influencia de los cambios ambieutales sobre la condición de vida en relación con la edad y sexo del pez (Nikolsky 1963), dependiendo de los cambios en el ritmo de crecimiento que se manifiestan en los tres ejes del cuerpo (Laevastu 1980). El factor K se calculó mediante la fórmula: $K = (P/L^3)x100$.

Desarrollo Gonadal. Para determinar el estado de desarrollo gonadal de los ejemplares capturados, se realizó un corte veutral con el propósito de exponer las gónadas para un examen visual. Esta evaluación se basó en la escala de madurez sexual de Nikolsky (1963, modificada por Cala et al. 1996).

Indice gonadosomático (IGS). Indica el desarrollo estacional en peso de la gónada en maduración, expresado en porcentaje con respecto al peso del animal (Vladykov 1956, en Cala 1971).

Fecundidad. Para calcular el número promedio de huevos por desove, se utilizaron gónadas de hembras en estadio V, siguiendo la metodología descrita por Cala (1971).

Hábitos alimenticios. Para determinar los hábitos alimenticios, se analizaron contenidos estomacales de especímenes representativos de diferentes tallas. Los ejemplares menores de 15 cm se conservaron en formol al 10%, para los peces de mayor tamaño se practicó un corte de costado y/o se les inyectó formol (2-5 ml) antes de su preservación total en formol al 10%. Luego se extrajeron los tractos digestivos, los cuales se etiquetiaron, y ligaron en sus extremos para evitar pérdidas del contenido estomacal. Estos se examinaron individualmente en el laboratorio, mediante estereoscopio y microscopio, siguiendo la metodología sugerida por Laevastu (1980) y Ricker (1971).

Para el análisis de contenidos estomacales se utilizó el método de frecuencia de ocurrencia, el cual indica el número de estómagos en los que aparece la misma categoría alimentaria, expresada como un porcentaje del número total de estómagos analizados.

Como métodos complementarios se utilizaron el Promedio de llenado, calculado entre todos los ejemplares que contenían alimento. Pues cuando hay diferentes tipos de alimento durante cada período del año, este valor sirve como una evaluación subjetiva de la importancia relativa de un ítem en la contribnción total del alimento consumido Goulding (1980); y el Coeficiente de vacuidad, o porcentaje de estómagos vacíos.

Resultados y discusión

Análisis morfométrico y de crecimiento

Debido a la necesidad de establecer una variable representativa de talla, para ser utilizada como medida patrón en el análisis de la información, se inició por definir la relación entre la longitud total (LT) y la longitud estándar (LE). Se utili-

zaron 216 ejemplares de *Cichla monoculus* de 12.7 - 50.4 cm LT ($\times$ = 32.2 cm) y 47.6 - 1949 g ($\bar{x}$ = 607.9 g), de los cnales 82 fueron hembras de 17.5 - 49.9 cm LT y 86.8 - 1949 g de peso total, 117 machos de 18.8 - 50.9 cm LT y 81.3 - 1945.8 g, 17 sexualmente indiferenciados o juveniles de 12.7 - 27.4 cm LT y 47.6 - 284 g.

Relación LT vs LE. En el tucunaré se encontró una fuerte correlación entre las dos variables (R^2 = 0.99), tanto en machos como en hembras, obteniéndose las siguientes ecuaciones de ajuste: hembras LT = 1.15+1.1(LE), machos LT = 1.3 +1.1(LE). Es decir, no se encontró diferencia significativa entre sexos, y los modelos se pueden aplicar indistintameute para estimar una de las variables en función de la otra. De lo anterior se decidió utilizar la longitud total como base eu el desarrollo de las metodologías descritas.

Relación Longitud Total (LT) vs Profundidad máxima corporal (Prof). Esta relación también presentó valores altos de asociación (R^2 de 0.96 y 0.97) para hembras y machos. Las ecuaciones de ajuste encontradas fueron: hembras LT = 3.19 +3.47(Prof), machos LT = 2.07+3.59(Prof).

Este análisis muestra que el ritmo de crecimiento de la población estudiada, en los ejes longitudinal y vertical, es sostenido a través del desarrollo del pez, lo cual indica hasta cierto punto que ésta presenta un crecimiento con tendencia isométrica. Esta característica puede ser interesante desde el punto de vista productivo, si se analiza en conjunto con valores de incremento en peso y rendimiento en carne.

Relación Longitud-Peso. Con los datos de longitud y peso total, se hizo un análisis de regresión potencial para cada sexo, encontrándose los siguientes valores: hembras $P = 0.099\ L^{3.115}$ (R^2 = 0.97), machos $P = 0.007\ L^{3.183}$ (R^2 = 0.97).

Se aprecia una coustante de alometría (b) muy similar para ambos sexos cercana a tres, que indica un crecimiento isométrico, es decir, los individuos crecen en la misma proporción en todos los sentidos. Sin embargo, se evidencia un incremento ligeramente mayor en peso que en longitud (valores por encima de tres).

Como las diferencias encontradas entre sexos no tienen un valor estadísticamente significativo, se optó por determinar la relación matemática para machos y hembras conjuntamente, encontrándose la siguiente ecuación (Figura 2): $P = 0.014\ L^{3.02}$ (R^2 = 0.97).

Debido a las diferencias existentes en la relación longitud-peso entre la población juvenil y adulta, estas se analizaron separadamente, encontrándose la siguiente ecuación para los juveniles (Figura 3): $P = 0.351\ L^{1.93}$ (R^2 = 0.80).

El valor del coeficiente de regresión (b), por debajo de 2 indica que la población juvenil presenta un crecimiento más acelerado en longitud que en peso, presentando por lo tauto un crecimiento de tipo alométrico.

Relación Longitud vs Edad. Una vez obtenidos $L\infty$ (52.4) y K (0.55), se calculó la edad hipotética en un tiempo dado t_o = 0.155, o sea Log $(-t_0)$ = –0.2752 Log 52.4 - 1.038 Log 0.55; luego la relación longitud-edad de la población de tucunaré aquí estudiada, se expresa por la ecuasión $L = 52.4\ (1-e^{-0.55\ (t+0.155)})$.

Asignando valores de edad (t) se obtiene la figura 4, donde se puede apreciar un alto incremento en la longitud de la especie a través del tiempo hasta aproximadamente los dos primeros años de edad; pero el incremento decrece paulatinamente hasta alcanzar su longitud asintótica correspondiente. Al primer año de vida, el tucunaré presenta una longitud cercana a 24.6 cm (de la población muestreada, el 19.9% se encuentra por debajo de esta talla). Sólo a los 27 meses se alcanza la talla media de madurez establecida de 38 cm (Figura 4), por lo tanto el 67% de los ejemplares no eran aptos para su captura. El mayor porcentaje de individuos capturados (38%) medían entre 30 y 40 cm, que correspon-

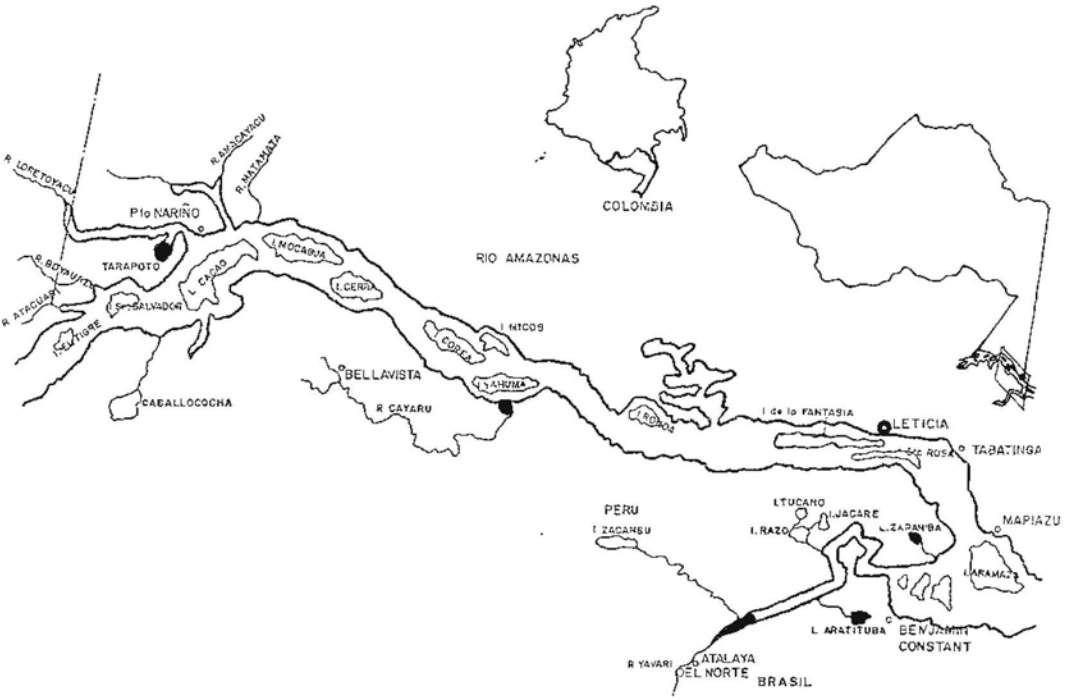


Figura 1. Localización de las áreas de muestreo (áreas sombreadas), lagos de Tarapoto, Cayaru, Yaravi, Aratituba y Zarahiba.

Regression Output

Constant	-2.08	X Coefficient(s)	3.1589
Std Err of Y Est	0.06	Std Err of Coef	0.0378
R Squared	0.97		
No. of Observations	199		
Degrees of Freedom	197		

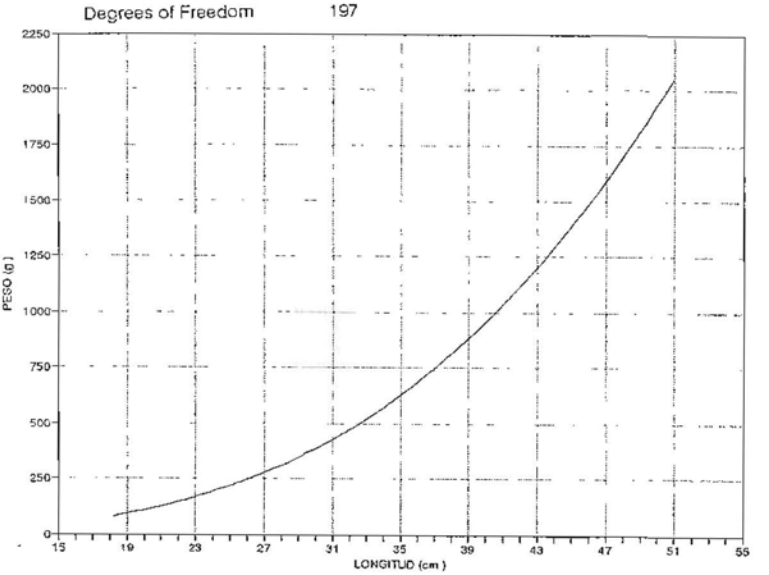


Figura 2. Relación longitud total - peso de machos y hembras de *Cichla monoculus*.

Regression Output:

Constant	-0.45455	X Coefficient(s)	1.933171
Std Err of Y Est	0.097247	Std Err of Coef.	0.25
R Squared	0.803666		
No of Observations	17		
Degrees of Freedom	15		

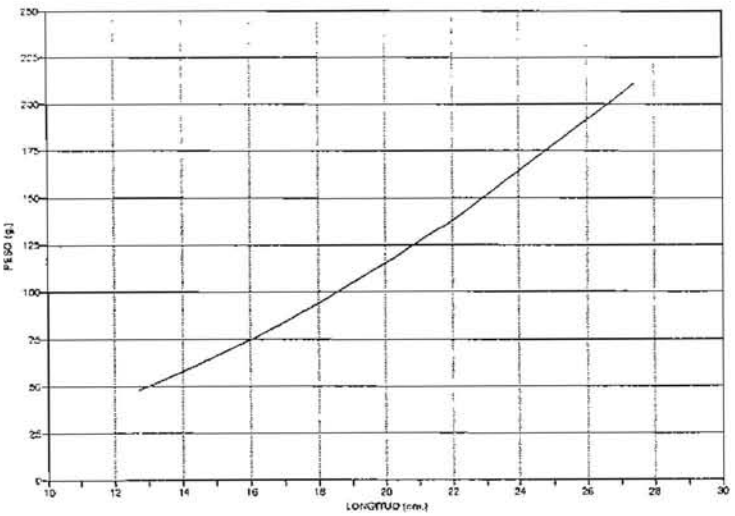


Figura 3. Relación longitud total - peso de la población juvenil indeterminada sexualmente de *Cichla monoculus*.

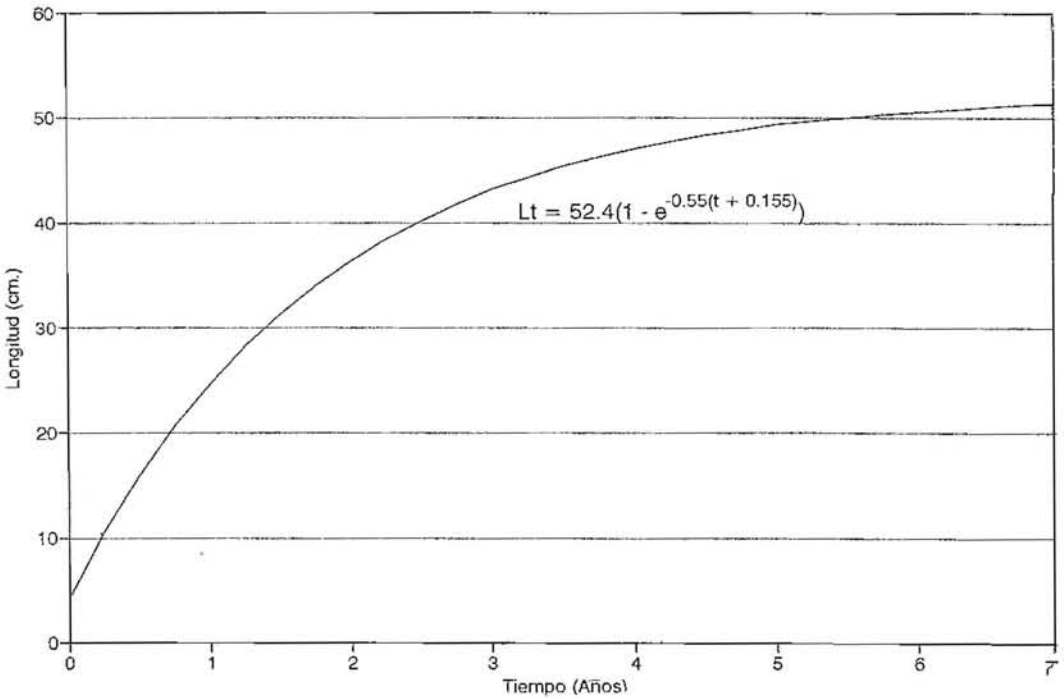


Figura 4. Relación longitud vs edad de *Cichla monoculus*.

de a una edad de 1.5 a 2 años. Los ejemplares más viejos encontrados (50 cm) sobrepasan los cinco años de vida (Figura 4).

Factor de condición (K). Los valores promedios del factor K son muy similares para ambos sexos - 1.35 para machos y 1.41 para hembras. Al iniciar la época de aguas altas, octubre y noviembre, se observan los mayores valorcs de K (1.48 y 1.48), que luego descienden hasta el mes de marzo con un valor mínimo en diciembre de 1.27, relacionado con la liberación de gametos. Desde marzo hasta agosto el factor de condición aumenta progresivamente, ya que la condición del pez se ve favorecida por la mejor oferta ambiental por el incremento en el área inundada. Para el mes de septiembre el factor desciende nuevamente (1.27) al presentarse los menores niveles de agua.

Talla Mínima (TmM) y Media (TMM) de Madurez Sexual. En la población estudiada de tucunaré, no se observaron difereucias significativas en la TmM entre machos y hembras. Así, los individuos vírgenes o inmaduros sexnalmente se ubicaron entre 18.5 y 28.5 cm para ambos sexos; todos los ejemplares mayores de 28.5 cm de longitud habían alcanzado su madurez sexual. En la fase de maduración se encontraron machos entre 21.5 y 50.5 cm., y hembras entre 20.5 y 50.5 cm. Para los ejemplares maduros la distribución comprende un rango entre 22.5 y 51.5, y 22.5 - 49.5 cm para machos y hembras, respectivamente. Para el tucunaré se determinó entre 22.5 y 23.5 cm para machos y hembras.

Al graficar la distribución de frecuencias acumuladas de los ejemplares maduros, por sexos separados y combinados, se observa quc para el 50% la TMM de las hembras es de 34.5 a 35.5 cm, y para machos de 37.5 a 38.5 cm; para los sexos combinados de 36.5 a 37.5 cm LT (Figura 5).

Estos valores pueden ser de gran interés ecológico para la especie, puesto que permiten establecer en pesquerías una talla en la cual se supone que un porcentaje de la población se ha reproducido, permitiendo en términos generales que un individuo tenga la oportunidad de reproducirse por lo menos una vez antes de ser capturado. Con un pequeño margen por encima de esta longitud, se puede establecer la talla mínima de captura (TMC), con el fin de que un mayor porcentaje de la población alcance un perído reproductivo posterior, y así asegurar una explotación sostenible del recurso. Para el tucunaré se proponen la TMC de 38.5 cm LT.

Al comparar la talla mínima de captura propuesta (38.5 cm LT), con la talla promedio de captura (32.2 cm) durante el año de estudio, se evidencia una sobre explotación del recurso, que pone en peligro la conservación de la población natural. El incremento en el esfuerzo de pesca en los últimos años, reportado por los pescadores de la región y el alto precio de comercialización, refuerzan esta conclusión.

Aspectos reproductivos

Proporción de sexos. Para este análisis se tuvieron en cuenta 82 (41.2%) hembras y 117 (58.8%) machos. En términos generales, con una relación hembra-macho de 1: 1.43, la estructura de la población muestreada no presentó un dominio significativo de uno de los sexos; pero al evaluar estas proporciones en términos de época de muestreo, se pneden apreciar ciertas tendencias que permiten una mejor interpretación. Se encontró un mayor número de hembras en los muestreos I, VI y VII (septiembre-enero), mientras que en los muestreos II - V (febrero-agosto) la proporción de machos fue casi del doble al de las hembras. En la evaluación por clases de tallas se encontraron diferencias marcadas fundamentalmente en los rangos entre 21.2 y 33.9 cm, donde el número de machos fue muy superior al de las hembras, alcanzando en uno de los intervalos una proporción hembra-

macho de 1:4.7, condición probablemente atribuible a casualidad y/o a aspectos de comportamiento biológico de la población en estas tallas.

Desarrollo gonadal. Para facilitar el análisis, los estadios de desarrollo gonadal en ambos sexos fueron agrupados en tres categorías: vírgenes o inmaduros (Estadio II); madurando o en maduración (Estadios III y VII); maduros o en desove (Estadios IV, V y VI). El estadio VII entra en el grupo madurando, puesto que una vez desovado el pez, la gónada retorna al estadio III para comenzar el próximo ciclo. El estadio VI se tendrá en cuenta en la clasificación maduros por estar próximo al desove, aunque el número de individuos es muy bajo por la dificultad de su determinación (Figuras 6 & 7).

Para ambos sexos, el mayor número de individuos de la población se encontró en el estadio III, lo cual se podría atribuir en parte a que la duración en este estadio es mas prolongada, debido en parte a las condiciones de presión ambiental o menores niveles del agua. El estadio II (inmaduro) registró el menor número de ejemplares, situación que puede explicarse por la selectividad en el arte de la pesca.

En machos se registraron peces en todos los estadios de desarrollo gonadal a lo largo del tiempo, sin embargo hacia el mes de septiembre se incrementa el número de animales maduros, llegando a su máximo entre diciembre y enero. La época reproductiva se inicia en septiembre y termina en febrero, con mayor frecuencia en diciembre.

Indice gonadosomático (IGS). Para cada sexo, este confirma los resultados hasta ahora presentados en el aspecto reproductivo. Entre los meses de septiembre y enero los valores para hembras fueron entre 0.74 y 1.15, con un IGS máximo de 1.82 en diciembre; para machos entre 0.25 y 0.31, con un pico de 0.37 en octubre. De forma general, los valores mínimos se observaron entre marzo y agosto.

El inicio de la época reproductiva del tucunaré coincide con la llegada de la temporada de lluvias en septiembre (230 mm), a partir del cual la precipitación y el número de animales maduros presentan un incremento gradual hasta los meses de diciembre y enero (339 mm) cuando se alcanza el pico reproductivo, el período de lluvias continua hasta el mes de abril (352 mm) (Figura 8).

En cuanto al nivel de los cuerpos de agua con respecto al desarrollo gonadal del tucunaré, se observa que aunque al iniciar la época reproductiva los niveles registran los valores más bajos (600 cm para 1993). Al alcanzar el pico de desarrollo gonadal, las aguas han adquirido un buen nivel (1030 cm) sin ser el máximo, el cual se registra en mayo (1325 cm).

A partir del análisis del ciclo reproductivo de la especie, se establece la época de veda, con el fin de permitir que un mayor porcentaje de animales maduros puedan reproducirse y así, asegurar la protección del recurso. Para el tucunaré se puede establecer de octubre a enero.

Durante la época de lluvias, el incremento en el volumen del agua ocasiona desbordamientos sobre las áreas planas, produciendo cambios drásticos en el ecosistema acuático, lo que favorece en cierto grado, la reproducción de esta especie. El aumento del área disponible, en especial de bosque inundado, conlleva a una mayor oferta espacial y alimenticia, que proporciona mejores condiciones de nidificación en cuanto a refugio y sustrato para realizar los desoves.

Fecundidad. Para 10 hembras de tucunaré, los conteos de huevos arrojaron una fecundidad promedio aproximada de 7400 huevos. Estos valores son similares a los mencionados por, e. g. Fontenele (1950) y Goldstein (1988) para esta especie.

Hábitos alimenticios

Generalmente los estudios de hábitos alimenticios se realizan con el fin de conocer las preferencias y necesidades nutritivas de una especie. Además de hacer una descripción de la dieta, los estudios basados en el análisis de contenidos estomacales se pueden clasificar en dos categorías según su finalidad principal.

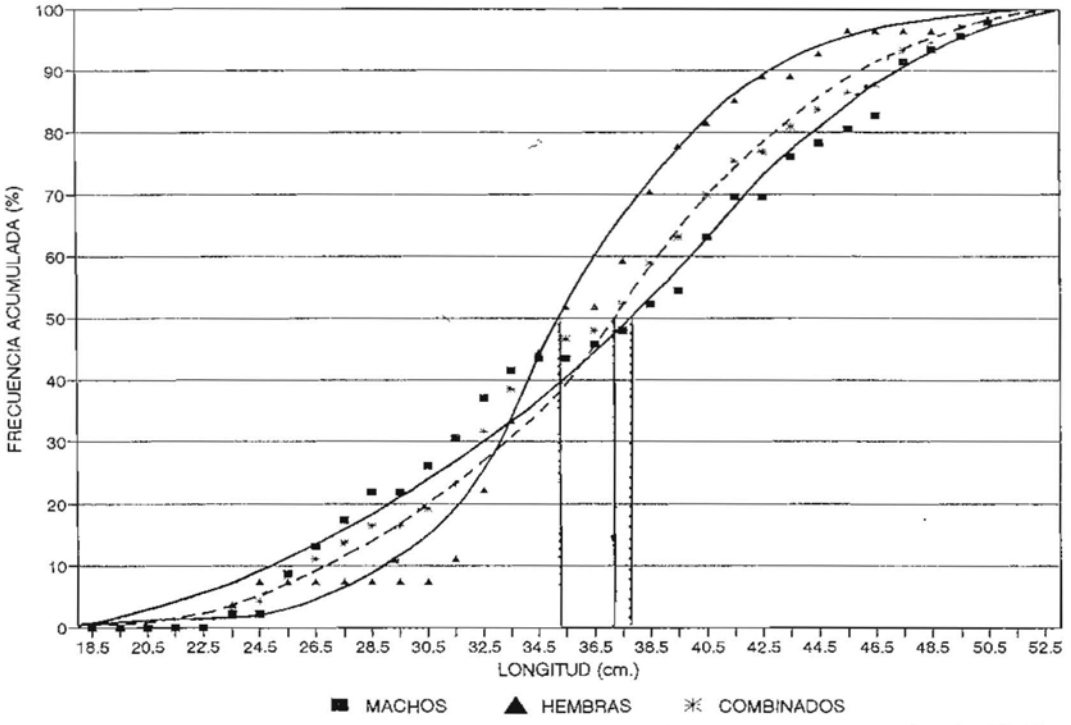


Figura 5. Tallas medias de madurez sexual de machos, hembras y sexos combinados de *Cichla monoculus*.

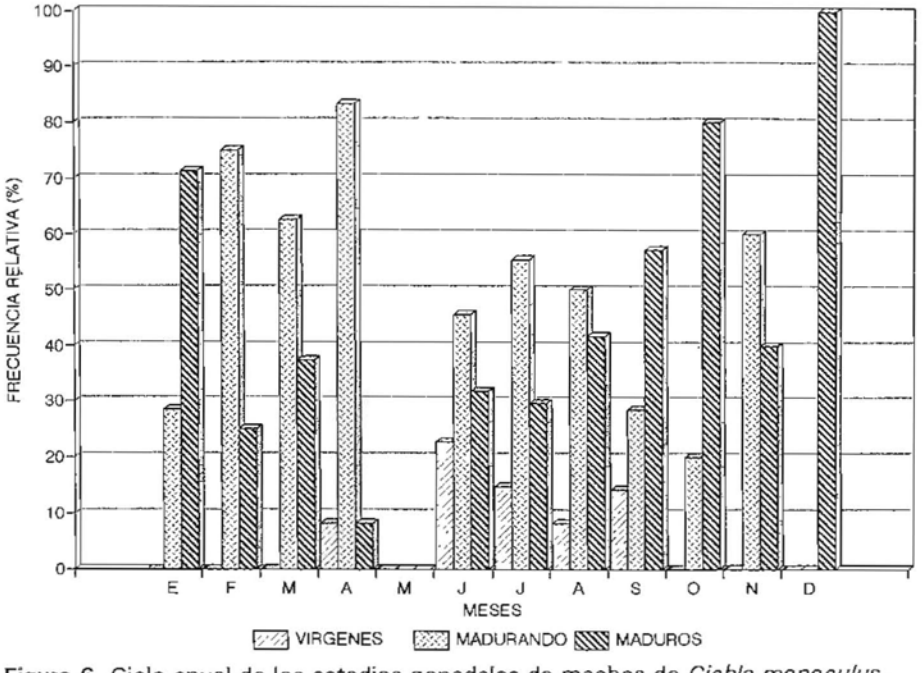


Figura 6. Ciclo anual de los estadios gonadales de machos de *Cichla monoculus*.

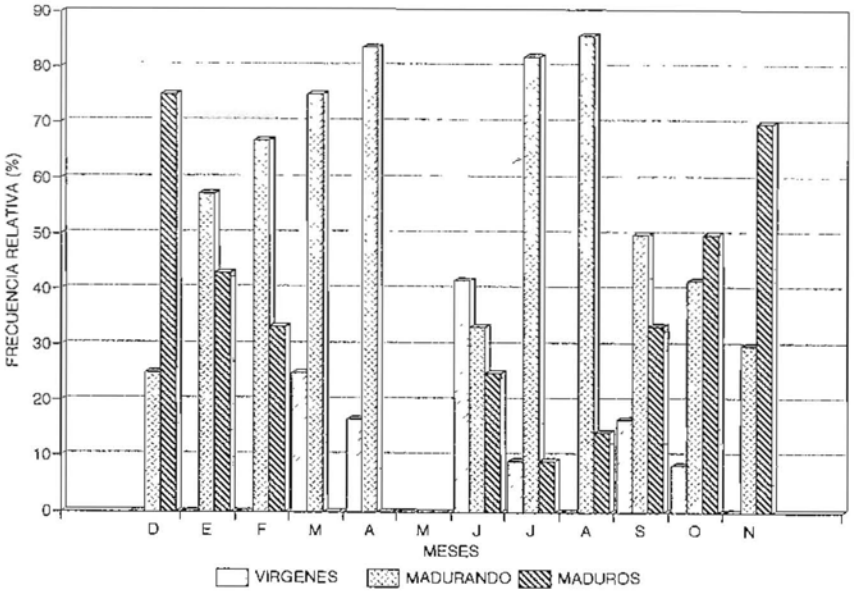
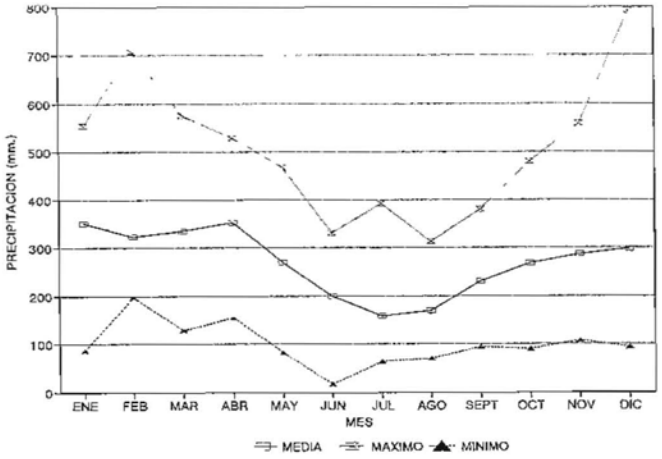
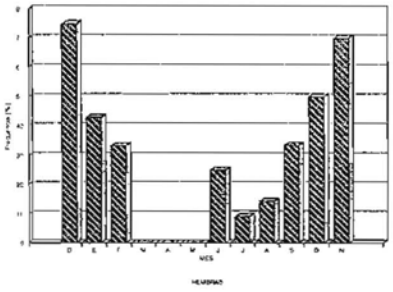


Figura 7. Ciclo anual de los estadios gonadales de hembras de *Cichla monoculus*.





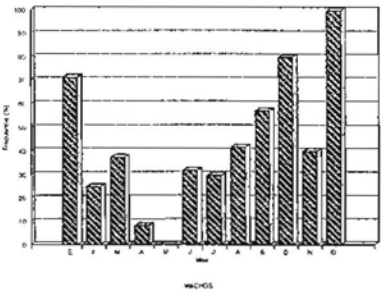


Figura 8. Relación entre la precipitación y el ciclo reproductivo de *Cichla monoculus*.

Una trata de comparar las dietas de una manera cualitativa, entre grupos diferentes de peces (tallas, épocas), y la otra pretende estimar la composición energética y valor nutricional aportado por los diferentes items en la dieta (Ricker 1971). En el presente estudio se siguió el método numérico y el de frecuencia de ocurrencia.

A partir del examen de contenidos estomacales, se hizo una clasificación de cinco categorías alimentarias básicas: invertebrados: Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Orthoptera, Hemiptera, Homoptera, Odonata, Aracneida, Decapopda; peces; material vegetal; detritus; otros. Se dio mayor detalle a los invertebrados, puesto que estos permitieron una mejor clasificación taxonómica. Estos resultados obtenidos por el método de frecuencia de ocurrencia, permiten agrupar los contenidos estomacales en 13 categorías para el tucunaré. No se presentaron diferencias cualitativas en la composición de la dieta entre los períodos de muestreo, aunque se encontró variación en la frecuencia de las categorías dominantes.

De las 13 categorías definidas para *C. monoculus*, se destacan en orden de importancia de frecuencia relativa el pescado (41.4%), restos de macrófitas (11.63%), decápodos (6.05%), odonatos y dípteros con 5.12%. La dominancia de estas cinco categorías se sostiene a través de todos los muestreos, presentando variaciones pequeñas que en ocasiones son compensadas con otras categorías de menor importancia como son los himenópteros, los ortópteros, los hemípteros y las arañas.

Los tucunarés pequeños (menores de 25 cm LT) presentaron el mayor promedio de llenado (2.9). La composición básica está dada por peces (41.8%), Odonata (11.6%), restos de macrófitas (9.3%), Coleoptera (6,98%) y Decapoda (4.65%).

Los animales medianos (25 a 35 cm), tienden a presentar un régimen alimenticio intermedio, donde disminuye la frecuencia de ocurrencia de algunos de los insectos cou respecto a la talla anterior y aumentan otras categorías como los decápodos, que alcanza un porcentaje de 8.7% de los estómagos analizados.

En los individuos mayores de 35 cm de LT, los peces alcanzan su máximo valor de frecuencia (45%), lo mismo que las fibras de macrófitas (12.5%) y los dípteros con 10.87%. En general, la frecuencia de insectos se reduce marcadamente, junto con el número total de categorías alimenticias.

Los peces, restos de macrófitas y los crustáceos decápodos presentan gran importancia en la alimentación de *C. monoculus*, ya que se presentan en forma significativa en los tres rangos de talla y durante todo el tiempo de estudio. La presencia de insectos en las tres tallas, indica que estos ocupan un lugar importante en la cadeua trófica. El número total de familias encontradas en los tractos digestivos fue de 7 en tucunaré, en su mayoría de origen terrestre, algunos de estos cumplieudo parte importante de su ciclo biológico en el agua, por lo general ninfas y larvas.

El tipo de branquiespinas tuberculiformes, y su bajo número 16 a 19 en tucunaré, además de la ausencia de apéndices pilóricos, corrobora la tendencia alimenticia descrita a partir de los contenidos estomacales, para la especie. Esto y la relación longitud intestinal-longitud total del pez (0.68 - 1.39), permite clasificar la especie como polífaga, con tendencia a piscívora.

Peixoto (1954) estudió 1195 ejemplares de *C. ocellaris* (= *C. monoculus* ?) capturados en un reservorio natural. De los estómagos examinados, 120 estaban vacios (10.05%), en los 1075 restantes se comprobó una variación mínima en sus contenidos, constatando una predominancia de camarones y peces. El camarón tuvo una mayor frecuencia 83.85% (75.57% exclusivo, y 8.28% asociado). De las siete especies de peces encontradas en los estómagos, el propio tucunaré fue el más ingerido (2.28% restricto, y 4.02% asociado). *Serrasalmus rhombeus* fue encontrado en una proporción de 1.43%; *Prochilodus* sp., una especie abundante en el lugar de estudio, figuró entre los iteins de menor incidencia.

Ramos - Henao (1984) describe los hábitos alimenticios de *C. ocellaris* (= *C. monoculus*?) adultos como netamente piscívoros, y a veces canibal. Los alevinos se alimentan de zooplancton (copépodos, rotíferos, dafnias); larvas de mosquitos y zancudos que habitan generalmente la superficie del agua. Desde los 30 días en adelante prefiereu peces pequeños.

Coeficiente de vacuidad (CV). A lo largo del periodo de estndio no presentó tendencia marcada que se pueda relacionar directamente cou alguna época del ciclo hidrológico anual, aunque el menor porcentaje de estómagos vacíos (3.3%) se encontró en el inicio de la época de aguas altas. El porcentaje promedio de estómagos vacíos fue aproximadamente de 15%, valor relativamente bajo, considerada la tendencia piscívora que se le atribuye a esta especie.

Promedio de llenado. Se encontró un comportamiento inverso al coeficiente de vacuidad. En geueral los valores fueron bajos, con un promedio de 2.9, lo que indica que independientemente de la época, se pueden preseutar dificultades eu la consecución de alimento.

Hay que tener en cuenta que estos dos índices no dependeu únicamente de la oferta alimenticia, ya que son varias las razones para encontrar estómagos vacíos entre las cuales se destacan: escasez de alimento disponible; hay alimento pero no se ha buscado por diversas razones (hora del día, condición fisiológica, época y lugar) estaba lleno, pero al ser capturado regurgitó.

Finalmente, debido a que *C. monoculus*, en Colombia, Brasil y Venezuela, se ha confundido taxonómicamente con *C. orinocensis*, y principalmente con *C. ocellaris*, hay que revaluar los estudios bioecológicos sobre *C. ocellaris* y establecer hasta donde se trata de *C. monoculus* o de *C. orinocensis*.

Agradecimientos

Nuestros sinceros agradecimientos a la Universidad Nacional de Colombia (UNC), seccionales de Bogotá y Palmira, y a su Vicerrectoría Académica por haber financiado parte del proyecto (CINDEC - 803192/93). S. O. Kullander confirmó la especie. A la Estación Científica de Leticia (Amazonas) de la UNC. También, al INPA, pescadores de Leticia y demás personas que en una u otra forma colaboraron en el éxito de esta investigación.

Referencias

ARBOLEDA, A. L. 1984. Biología pesquera de los grandes bagres del río Caquetá. Trabajo de grado. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.

8APTISTE, L. G. 1988. Contribución al conocimiento de la ictiofauna de Araracuara, río Caquetá y afluentes, Amazonas. Trabajo de grado. Universidad Javeriana, Dept. de Biol., Bogotá. 182 pp.

BRAGA, R. A. 1951. Crescimento do Tucunaré común; *Cichla ocellaris*, (Bloch y Schneider), em cativeiro. Caça e Pesca. S. Paulo, 11(122): 16-19.

BRAGA, R. A. 1952. Ninhos de Tucunarés, *Cichla temensis* e *Cichla ocellaris*. Pub. 174. Servico de Piscicultura do DNOCS, Fortalez-Ce. En: Coletanea de Tralhos Tecnicos, 1982. pp.362-368.

CALA, P. 1971. Size and age at maturity, ripening and fecundity of the ide *Idus idus* (L.). Rep. Inst. Freshw. Res., Drottninholm, 51: 31-46.

CALA, p. 1977. Los peces de la Orinoquia colombiana: Lista preliminar anotada. Lozania. (Acta Zoológica Colombiana) 24:1-21.

CALA, P., PEREZ, C. & RODRIGUEZ, I. 1996. Aspectos bioecológicos de la población de capaz, *Pimelodus grosskopfii* (Pisces: Pimelodidae), en el embalse de Betania y parte alta del río Magdalena, Colombia. Rev. Acad. Col. Cienc. Exactas, Fís. Nat. 20(77): 319-330.

ESPINOSA, V. 1972. La biología y pesca de la corvina *Cynoscion maracaboensis* del lago de Maracaibo. Serv. Rec. Explot. Pesq. 2(3): 132-140.

FAO. 1982. Métodos de recolección y análisis de datos de talla y edad para la evaluación de poblaciones de peces. Circ. de Pesca No. 736. Roma.

FONTENELE, O. 1950.Contribuicao para o conhecimiento da biología dos Tucunares, em cativeiro. Aparelho de reproducao. Häbitos de incubacao. Publ. 167, Servico de Piscicultura do DNOCS, Fortaleza-Ce. En Coletanea de Trabalhos Tecnicos, 1982. pp. 256-274.

GARZON, J. F. 1977. El pavón, *Cichla ocellaris*, contribución al conocimiento de su biología en los Llanos Orientales de Colombia. Trabajo de grado, Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá.

GOLDSTEIN, R.I. 1988. Cichlids of the world. T.F.H. Publications, Inc. Ltd. The British crown colony of Hong Kong.

GOULDING, M. 1979. Ecología da pesca do río Madeira. Trad. Naercio Menezes, INPA, Manaus. 172 pp.

GOULDING, M. 1980. The fishes an the forest, explorations in Amazonian Natural HIstory. University of California Pres. 280 pp.

GOULDING, M., CARAHLO, M. & FERREIRA, E. 1988. Río Negro - rich life in poor water. Amazonian diversity and food chain ecology. SPB Publ. 200 pp.

GULLAND, J. 1975. Manual of sampling methods for fisheries biology. FAO Fish. Tech. 26:296-315.

KNÖPPEL, H. A. 1970. Food of central Amazonian fishes. Contributions to the nutrient ecology of Amazonian rain-forest streams. Amazoniana II(3): 257-352.

KULLANDER, S. O. 1986. Cichlid fishes of the Amazon river drainage of Perú. Swedish Mus. Nat. Hist., Stockholm. 431 pp., pls. XXXVIII.

LAEVASTU, T. 1980. Manual de métodos de biología pesquera. Ed. Acríbia, Zaragoza, España. 243 pp.

MACHADO-ALLISON, A. 1971. Contribución al conocimiento de la taxonomía del género *Cichla* en Venezuela. Parte I. Acta Biol. Venez. 7: 459-497.

MUÑOZ, S. E. & PINEDA, I. Z. A. & CALA, P. 1996. Aspectos bioecológicos y caracterización de la pesca de *Prochilodus nigricans, Schizodon fasciatus, Mylossoma duriventris, Brycon melanopterus y Pterygoplichthys punctatus* en el Trapecio Amazónico Colombiano. Dahlia (1996) 1.

MENEZES, R. S. DE. 1952. Nota bio-econimica sobre el Tucunaré comun *Cichla ocellaris* e Tucunaré pinima *Cichla temensis*. Serv. Infor. Agr., Min. Agric. Río de Janeiro. 170 pp.

NIKOLSKY, G. V. 1963. The ecology of fishes. Academic Press, London and New York. 352 pp.

PAULY, D. 1984. Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. FAO. Doc. Tec. Pesca. (234):49 pp.

PEIXOTO, J. T. 1954.. Alimento de Tucunare, *Cichla ocellaris* (Bloch & Schneider) no açude Lima Campos, Icó, Ceará. DNOCS, Fortaleza, Pub. 162, Serie I-C, pp. 161-170.

PRADA, S. 1987. Acercamientos etnopiscicolas con los indios Ticuna del Parque Nacional Natural Amacayacu. Trabajo de grado, Dept. de Biol., Univ. Nal. Col., Seccional Bogotá. Bogotá.

RAMIREZ, J. 1986. Estudios sobre capturas de peces realizadas en la época seca de 1984 en la desembocadura de la quebrada Mata-Mata en el río Amazonas. Trabajo de grado, Dept. Biol. U. Nal. de Col., Seccional Bogotá. Bogotá.

RAMOS HENAO, A. & CORREDOR, G. 1978. Influencia del tucunaré (*Cichla ocellaris*) sobre el crecimiento y la producción de *Tilapia rendalli*, en un estanque fertilizado con abono orgánico. Informe Técnico Centro Piscícola Experimental. Universidad de Caldas, 2: 57-62. Manizales, Colombia.

RICKER, W. (ed.) 1971. Methods for assesment of fish production in freshwaters. 2 ed. IBP. Handbook, No 3. Blackwell Cientific, Oxford. 348 pp.

SANCLEMENTE, Z. J. E. 1972. Cría y cultivo del tucunaré. Buga. Inst. Nal. de Piscicult. Trop. de Buga, Buga (Valle). 16 pp.

WERDER, U. y SOARES, M.G. 1985. Age determination, sclerite numbers and scale variations in six species from the Central Amazon (Osteichthyes, Characoide). An. Rev. Res. 21: 23-46.

HISTOMORFOLOGIA DE OVARIOS DE TRUCHA ARCO IRIS *Oncorhynchus mykiss* (PISCES: SALMONIDAE) CRIADA EN LA ESTACION PISCICOLA DEL NEUSA-CAR

Diana del Socorro Daza Ardila & César A. Bejarano Montero
Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Departamento de Biología, Bogotá

Resumen

Esta investigación analiza los cambios histomorfológicos de los ovarios de trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss*, para determinar los estadíos de maduración oocitaria y el ciclo reproductivo. El análisis histológico de los micropreparados del biomaterial recolectado entre 1992 y 1994, en la Estación Piscícola del Neusa (Cundinamarca-Colombia), permitió ubicar los siete estadíos oocitarios descritos por Muir y Roberts (1989) y describir por primera vez los cuerpos epitelioides no referenciados en estudios semejantes a éste, en publicaciones en América, para esta especie. La investigación reveló el proceso de la vitelogénesis endógena o crecimiento primario caracterizado por la presencia de oocitos I, II y III, provistos de capa folicular con células epiteliales planas, de una teca, pero sin zona radiata. Igualmente, el proceso de la vitelogénesis exógena o crecimiento secundario de los oocitos IV a VII, caracterizado por la incorporación de vitelio exógeno de origen hepático. La zona radiata con sus estrías, la teca y la capa folicular son bien evidentes. El ciclo reproductivo consta de los períodos de preovulación, ovulación y post-ovulación, de ocurrencia indistinta en cualquier época del año en el Neusa. Los folículos post-ovulatorios originan los cuerpos epitelioides a partir de la proliferación de las células de la capa folicular conformando un macizo celular de aspecto glandular, tal como Cerisola (1984) lo describió para *Sicyases sanguineus*.

Abstract

The histomorphological changes in the ovary of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*, are analyzed in this research in orden to determine the oocitory stages, the reproductive cicle and the epiteloid bodies. The research showed the endogen vitelogenetic process or primary growth in oocytes I, II and III, and the exogen vitelogenetic process or secundary growth in oocytes IV to VII. In stages IV-VII, the zona radiate, the thecal and folicular layers are notorious. In the population of rainbow trout studied, all stages of the reproductive cycle wer found at any time of the year. The epitheloid bodies are originated from the folicular layer.

Introducción

Dada la importancia de la trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss* a nivel comercial y nntricional, por su rápido desarrollo para el abastecimiento del mercado, es indispensable conocer el ciclo reproductivo de las hembras con el fin de aprovechar al máximo su etapa fértil, lográndose de esta forma una mayor eficiencia-rentabilidad en la obtención de semilla y en el cultivo de esta especie en las estaciones piscícolas. Otra aplicación práctica del conocimiento de la Biología de la Reproducción Ictica es la conservación de la especie a través de programas de repoblamiento y períodos de veda y pesca, entre otros.

Como antecedentes científicos relacionados con la presente investigación en América Latina se puede citar los trabajos que se han venido realizando desde 1974. Así, Godinho et al. (1974), reportaron los cambios morfohistológicos en el ovario de *Pimelodus maculatus* relacionados con el ciclo reproductivo. Balbontín y Fisher (1981), determinaron el ciclo sexual y la fecundidad de la merluza *Merluccius gayi gayi* en las costas de

Chile. Cala y Sarmiento (1982), investigaron los cambios histomorfológicos en el ovario del capitán de la sabana *Eremophilus mutisii* durante el ciclo reproductivo anual en la laguna del Muña, determinando los períodos preovulatorio, ovulatorio y post-ovulatorio. Bejarano (1982), hizo la descripción histológica de la embriogénesis de trucha *Salmo gairdnerii* criada en el Neusa, determinando en la organogénesis la formación del campo gonadal en la cavidad celómica en embriones de 17 días (hora 423). Alarcón et al. (1984), analizaron la histología de folículos post-ovulatorios de la sardina *Sardinops sagax*, evidenciando en su estudio la existencia del desove fraccionado o asincrónico. Baez y Da Costa (1984), describieron los estadíos de maduración oocitaria del bonito *Katsuwonus pelamis*. Cerisola (1984), estudió los cambios estructurales del folículo ovárico durante su maduración en el pejesapo *Sicyaces sanguineus*, describiendo los cuerpos epitelioides. Muir y Roberts (1989) establecieron los siete estadíos de maduración oocitaria para la trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss*.

La presente investigación pretendió realizar un aporte al conocimiento de la Biología Reproductiva de la trucha arco iris *O. mykiss* criada en la Estación Piscícola del Neusa-CAR, con especial énfasis en las características morfohistológicas de la gónada femenina en sus diferentes estadíos de maduración oocitaria y en la descripción de los cuerpos epitelioides y del ciclo reproductivo.

Materiales y métodos

El material de *O. mykiss* fue recolectado en la Estación Piscícola del Neusa (Cundinamarca), entre octubre de 1992 y enero de 1994, de individuos seleccionados en los estanques de la Estación y de las jaulas flotantes de la represa. Las gónadas recolectadas fueron diseccionadas, pesadas, medidas y preservadas en Bouin, para posteriormente ser transportadas al Laboratorio de Histología de la Universidad Distrital FJC. Allí se sometieron a proceso histotécnico, obteniéndose seriales de micropreparados que se analizaron histológicamente teniendo como marco de referencia el modelo investigativo de Cala y Sarmiento (1982) y la publicación de Muir y Roberts (1989).

Resultados

En esta sección se describen los siete estadíos de maduración oocitaria de la trucha arco iris *O. mykiss* así como los cuerpos epitelioides, a partir del análisis histológico de los micropreparados obtenidos, de los que se incluye el registro microfotográfico de cortes longitudinales y transversales.

Oocito I. (Estadío de cromatina nuclear). Este estadío se caracterizó por presentar diámetros entre 20 y 50 micras. Un núcleo esférico débilmente basofílico. El citoplasma es una delgada capa alrededor del núcleo de reacción basofílica con H&E. Las envolturas oocitas que se presentan en este estadío están formadas por tres o cuatro células epiteliales planas que formaran posteriormente la capa folicular continua (Figura 1 y Tabla 1).

Oocito II. (Estadío temprano perinucleolar). En el segundo estadío de desarrollo oocitario, los oocitos presentan un diámetro que oscila entre 70 y 250 micras, el núcleo esférico, grande y prominente. Aparecen algunos nucléolos de localización periférica, cercanos a las membranas nucleares de donde toma el nombre de estadío temprano perinuclear. Los nucléolos eran fuertemente basofílicos y en número aproximado de diez al corte histológico. El citosplasma del oocito está caracterizado por la basofilia con H&E. Es homogéneo, es decir, sin granulaciones. Las envolturas oocitarias en este estadío están representadas por una capa folicular continua alrededor del oocito, formada por epitelio plano simple y se evidencia los comienzos de una teca formada por tejido conectivo areolar laxo, ricamente vascularizado (Figura 2 y 3, y Tabla 1).

Oocito III. (Estadío tardío perinucleolar). Estos oocitos se caracterizan por poseer un núcleo esférico con veinte nucléolos aproximadamente al corte histológico, con diámetros que oscilaban entre 300 y 400 micras. El citoplasma comienza a perder su basofilia y a hacerse acidofílico. Las envolturas oocitarias para este estadío están conformadas por la capa folicular (epitelio plano simple) y la teca (tejido conectivo areolar laxo) (Figura 4 y Tabla 1).

Tabla 1. Características principales de los oocitos en Vitelogénesis Endógena (Estadios I, II y III) de trucha arco iris.

CARACTERISTICAS	DESCRIPCION
Diámetro en micras	Mayores de 20 y menores de 400
Relación del núcleo con H&E	Débilmente basofílico
Forma del núcleo	Circular prominente
Nucléolos	En promedio 20 al corte histológico
Reacción del citoplasma con H&E	Desde Basofílico a débilmente acidófilico
Organización de citoplasma	Homogéneo
Presencia de zona radiata	No
Presencia de capa folicular	Sí
Presencia de teca	Sí, (excepto en el oocito I)

Oocito IV. (Estadío vesicular). El período oocitario IV se caracteriza por la presencia de un núcleo ovalado débilmente basofílico con H&E, con treinta nucléolos periféricos al corte histológico aproximadamente. El citoplasma pierde la basofilia y comienza la formación de vesículas vitelinas, que en un principio se sitúan en la periferia y luego ocupan la totalidad del citoplasma, dando la apariencia de red. Las envolturas oocitarias están compuestas por una capa folicular formada por epitelio cúbico simple y una teca totalmente diferenciada (Figura 5 y Tabla 2).

Oocito V. (Estadío de gránulos de vitelo). En este estadío hay un aumento considerable en el tamaño del oocito alcanzando hasta 2000 micras de diámetro. El núcleo de reacción débilmente basofílica se encuentra en el centro del oocito con diez nucléolos al corte histológico aproximadamente. En el estadio V, comienza los procesos de vitelogénesis exógena que se inician con la entrada de gránulos de vitelo de reacción acidofílica con H&E. Las envolturas oocitarias se caracterizan por la aparición de la zona radiata de naturaleza acelular con estriaciones perpendiculares al oocito; además están presentes la capa folicular y la teca (Figura 6 y Tabla 2).

Oocito VI. (Estadío migración del núcleo). El tamaño del oocito continua aumentando debido al proceso de vitelogénesis exógena. El núcleo comienza la migración desde el centro de la célula hacia la periferia. Este núcleo es de forma ovalada y de contornos irregulares, debido a la pérdida de sus membranas nucleares. Los nucléolos se encuentran presentes en número reducido, de diez y menos al corte histológico. El citoplasma que en el oocito IV estaba lleno de gránulos de vitelo, en esta etapa de oocito VI se comienzan a condensar para formar glóbulos de vitelo. Las envolturas oocitarias están representadas por una zona radiata engrosada con estrías perpendiculares, una capa folicular formada por tejido epitelial cúbico simple y teca (Figura 7 y 8, y Tabla 2).

Oocito VII. (Oocito maduro). Su núcleo se encuentra cercano a la membrana citoplasmática determinando el polo animal. En el citoplasma,

Tabla 2. Características principales de los oocitos en Vitelogénesis Exógena (Estadios IV, V, VI y VII) de trucha arco iris.

CARACTERISTICAS	DESCRIPCION
Diámetro en micras	Mayores de 400 y menores de 2500
Reacción del núcleo con H&E	Débilmente basofílico
Forma del núcleo	Ovalado con contornos irregulares
Nucléolos	20 en promedio al corte histológico
Reacción del citoplasma con H&E	Acidofílico
Organización del citoplasma	Desde vesículas hasta lámina de vitelo
Presencia de zona radiata	Sí
Estrías en la zona radiata	Sí, perpendiculares al oocito

los glóbulos de vitelo pasan por un proceso de coalescencia y fusión para formar una lámina de vitelo acidofílico H&E. Las envolturas oocitarias están conformadas por la zona radiata que alcanza su máximo grosor, la capa folicular y la teca (Figura 9 y Tabla 2).

Cuerpos epitelioides. En los ovarios post-ovulatorio se hace evidente la formación de los cuerpos epitelioides, caracterizados por la proliferación de las células que conformaban la capa folicular. Los cuerpos epitelioides formados, consisten en cordones de células de tipo epitelial, epitelio cúbico estratificado, que llenan todo el folículo post-ovulatorio hasta formar un macizo celular de aspecto glandular. La teca formada por tejido conectivo no se nota involucrada en la formación del cuerpo epitelioide (Figuras 10, 11 y 12).

Discusión

La diferenciación sexual en *O. mykiss* ocurre aproximadamente 60 días después de la fertilizacióu (Muir y Roberts, 1989). No obstante se conoce que luego de la diferenciación, a los 2-3 meses siguientes, los ovarios constan solamente de oogonias. En esta especie se han determinado dos estadíos de maduración oogonial, caracterizados por presentar diámetros de 15 a 20 micras, con uno o más nucléolos y una delgada banda de citoplasma. Estas células sufren mitosis para aumentar su número y se encuentran en los ovarios durante todo el ciclo reproductivo, lo que indica que una reserva de células oogoniales están permanentemente disponibles y presentes en el ovario. Las oogonias se encuentran asociadas con células prefoliculares que presentan tamaños muy pequeños, de las cuales se deriva, en estadíos posteriores del desarrollo, la capa folicular. La oogénesis es el proceso mediante el cual se transforman las oogonias en oocitos primarios, marcando el inicio de la primera profase meiótica.

En el desarrollo oocitario de *O. mykiss* se distinguieron dos fases: primera fase de crecimiento o de vitelogénesis endógena, oocitos I, II y III, en esta fase los oocitos crecen y se preparan para los procesos de vitelogénesis exógena, carentes de vitelo, muy numerosos y presentes durante todo el año. Segunda fase de crecimiento, caracterizada por oocitos IV a VII en distintos grados de vitelogénesis exógena este vitelo de procedencia hepática tiene como objetivo la posterior alimentación del embrióu, siendo su presencia en el ovario limitada a las épocas de prepuesta y puesta. Los oocitos no emitidos son reabsorbidos.

En la trucha arco iris *O. mykiss*, criada en el Neusa-CAR, se confirmaron los siete estadíos oocitarios descritos por varios autores. Además, se describieron por primera vez los cuerpos epitelioides para esta especie, no referenciados en estudios semejantes a éste en publicaciones de América Latina. Estos cuerpos epitelioides se originan a partir de la invasión de las células foliculares en el espacio dejado por el oocito en el momento de la ovulación; según Cerisola (1989), existe una similitud entre los cuerpos epitelioides y los cuerpos lúteos en los mamíferos, respecto a las características citoplasmáticas de sus células. En ambos casos, el citoplasma se presenta claro y vacuolar pero, por otra parte, existen dos diferencias principales entre ambas formaciones: en el cuerpo epitelioide no hay invasión de las células tecales en forma de cordones hacia el interior del órgano, como es el caso de los cuerpos lúteos. Y, en los cuerpos epitelioides se encuentran vasos sanguíneos únicamente entre las células tecales y no invaden los cordones de células foliculares diferenciadas. Por consiguiente, aunque el cuerpo epitelioide no es una formación similar a la de un cuerpo lúteo de mamífero, muestra algunas similitudes que indican una función endocrina importante.

Para *O. mykiss* criada en las condiciones de la Estación Piscícola del Neusa-CAR, no fue posible determinar un ciclo reproductivo anual con períodos de preovulación, ovulación y post-ovulación uniforme para toda la población de hembras, aun cuando las muestras gonadales fueron

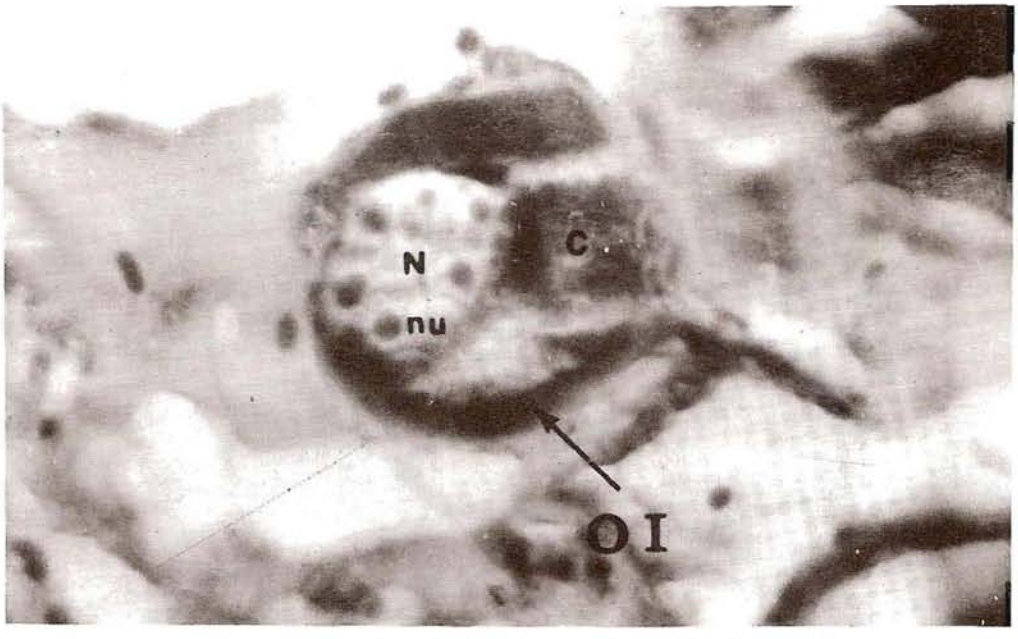


Figura 1. Corte histológico en período ovulativo. Coloración T.V.G. 320X. Se observa un oocito I (O I), con núcleo central (N) débilmente basofílico; nucléolos periféricos (nu), y una delgada capa de citoplasma (C).

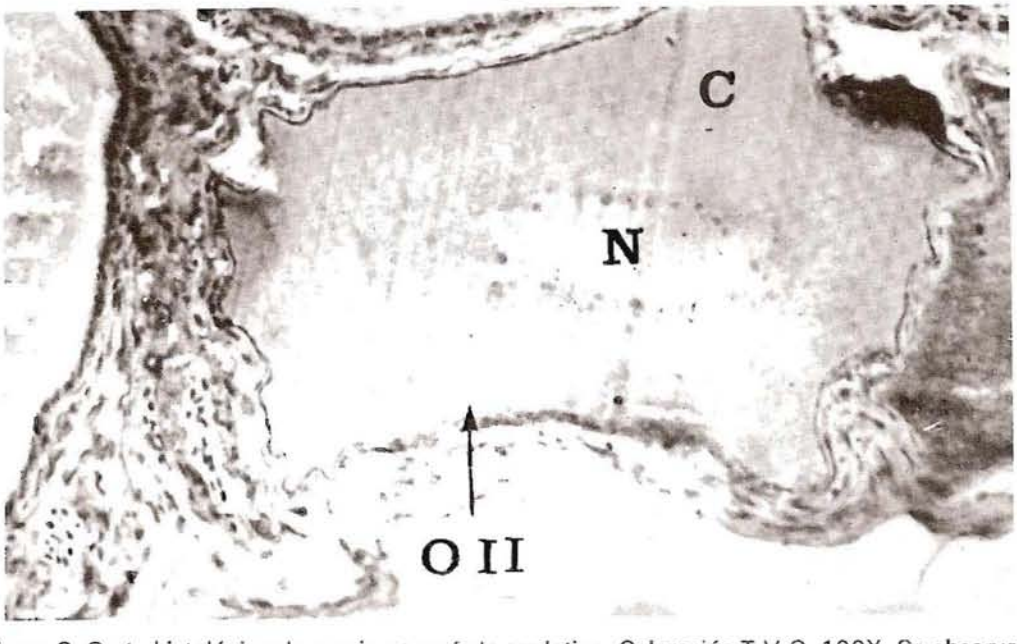


Figura 2. Corte histológico de ovario en período ovulativo. Coloración T.V.G. 100X. Se observan oocitos en estadio II (O II), núcleo (N) prominente y en posición central, y varios nucléolos (nu) perinucleares, el citoplasma (C) homogéneo.

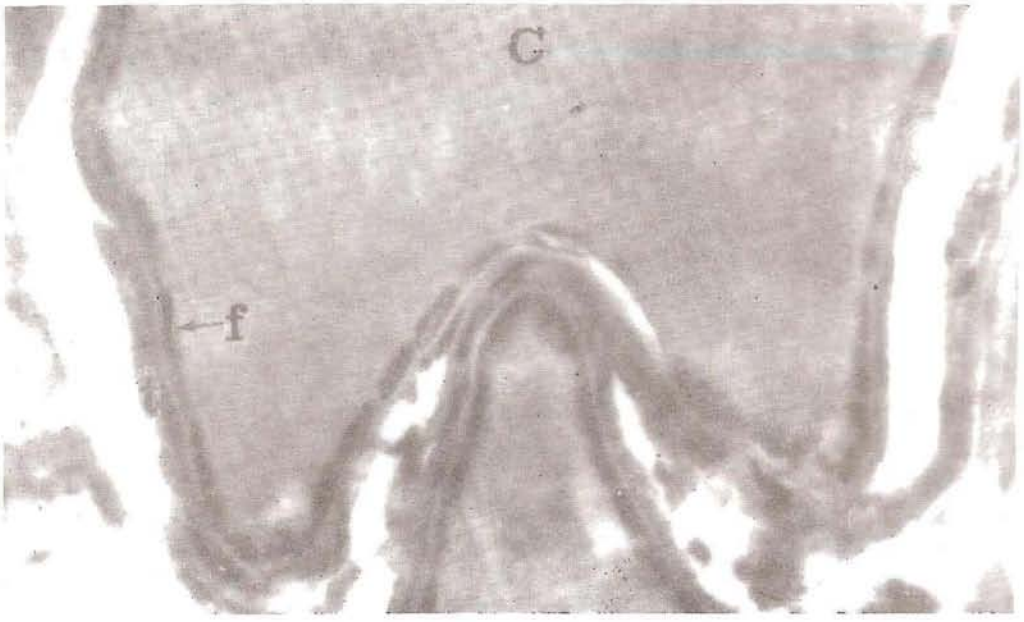


Figura 3. Corte histológico de ovarios en período ovulativo. Coloración H&E. 400X. Detalle de un oocito II donde se aprecia el citoplasma (C) homogéneo y basofílico, rodeado de una capa de células epiteliales planas correspondientes a la capa folicular (F).

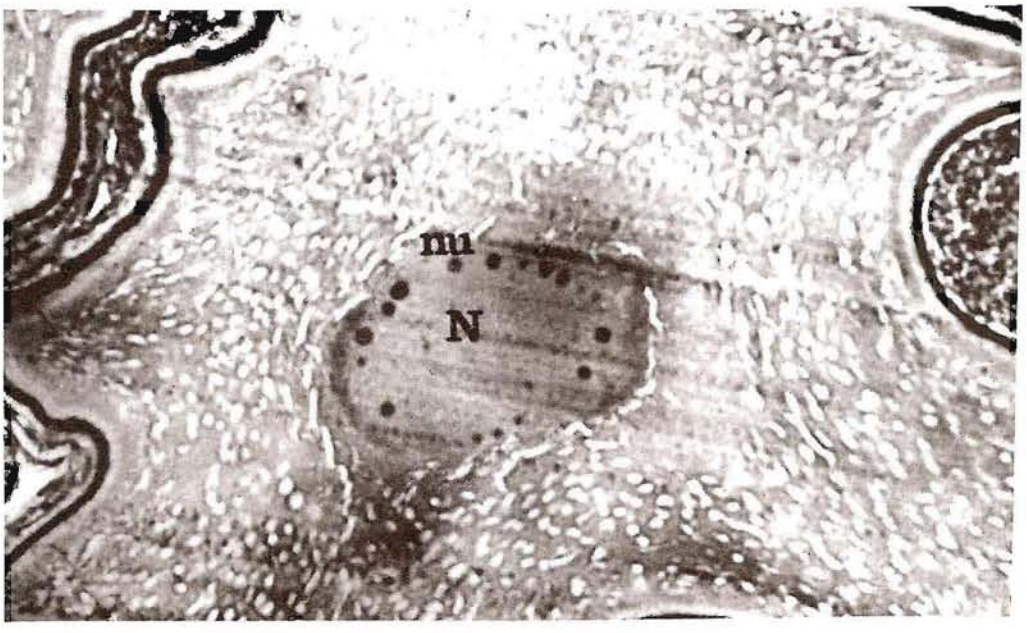


Figura 4. Corte histológico de ovario en período preovulativo. Coloración H&E. 320X. Detalle de un oocito III donde se aprecia un citoplasma (C) con vesículas vitelinas (vv) y las envolturas oocitarias típicas: capa folicular (f) y teca (t).

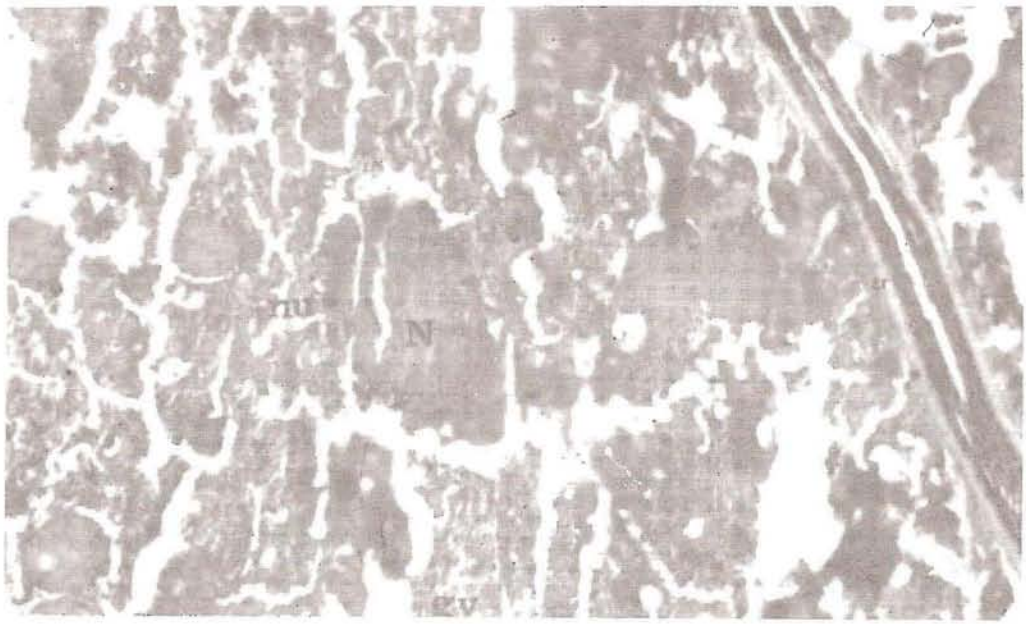


Figura 5. Corte histológico de ovario en período preovulativo. Coloración H&E. 100X. Oocito en estadio IV (O IV), con núcleo (N) central y ovalado, con varios nucléolos (nu) periféricos el citoplasma se observa en forma de red.

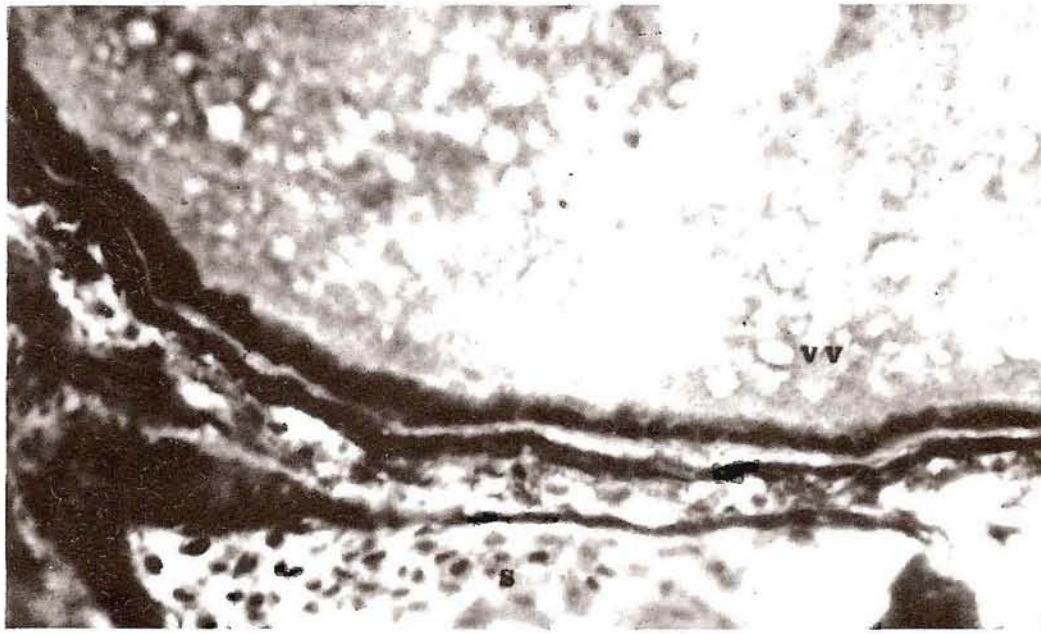


Figura 6. Corte histológico de ovario en período ovulativo. Coloración H&E. 100X. Oocito V: su núcleo (N) mucho menos evidente con algunos nucléolos periféricos (nu). El citoplasma (C) lleno de granos de vitelo (g v) acidofílico.

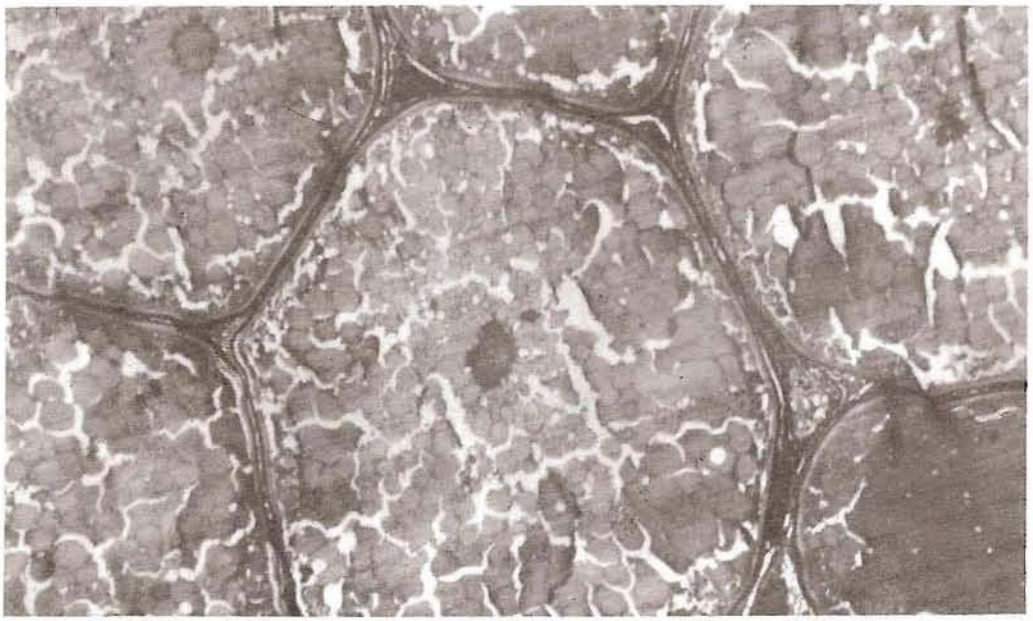


Figura 7. Corte histológico de ovario en período ovulativo. Coloración H&E. 25.2X. Oocito VI (O VI). Panorámica. núcleos ovalados (nu). Citoplasma formado por glóbulos de vitelo (gl v) de reacción acidofílica. Nótese la migración del núcleo hacia la periferia.

Figura 8. Corte histológico de ovario en período ovulativo. Coloración H&E. 200X. Detalle de las envolturas oocitas de un oocitos VI, zona radiata (zr), capa folicular (f) y teca (t).

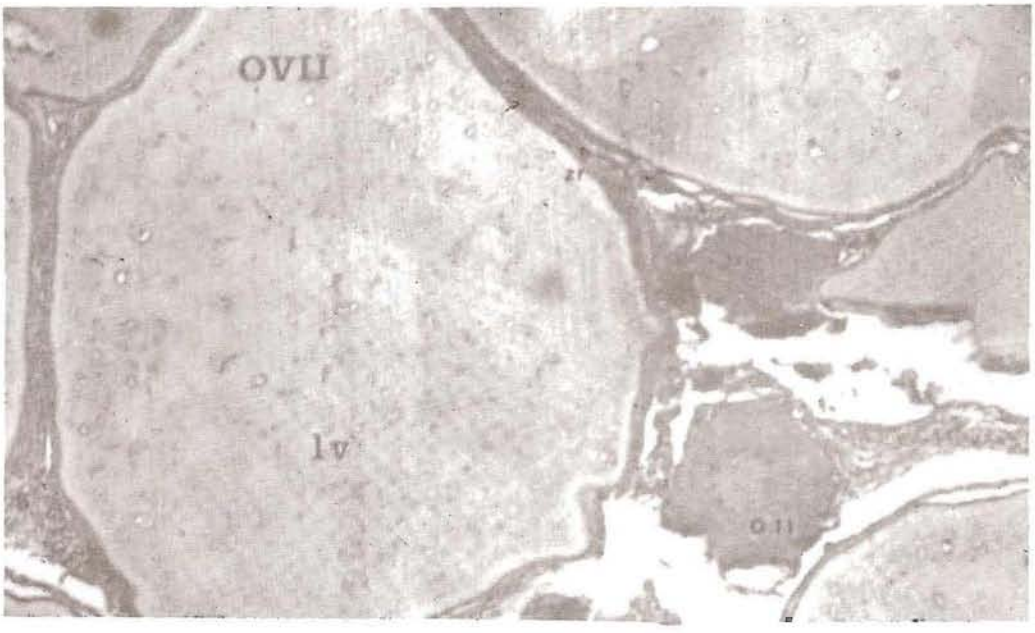


FIGURA 9. Corte histológico de ovarios en período ovulativo. Coloración T.V.G. 50.4X. Oocito VII (O VII) en el que los glóbulos de vitelo se han fusionado para formar la lámina vitelina (lv). Las envolturas oocitarias son: zona radiata, capa folicular y teca.

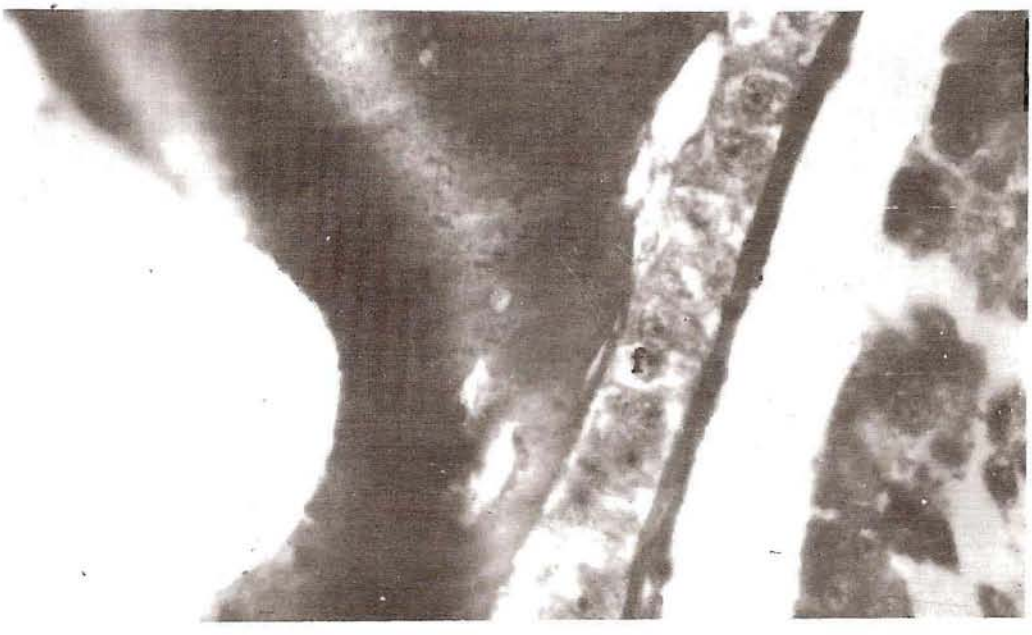


Figura 10. Corte histológico de ovarios en período post-ovulativo. Coloración H&E. 400X. Detalle de un folículo post-ovulativo donde se observa la teca (t) y la proliferación de la capa folicular (f).

FIGURA 11. Corte histológico del ovario en período post-ovulativo. Coloración H&E. 50.4X. Se observan cuerpos epitelioides (ce) con apariencia glandular.

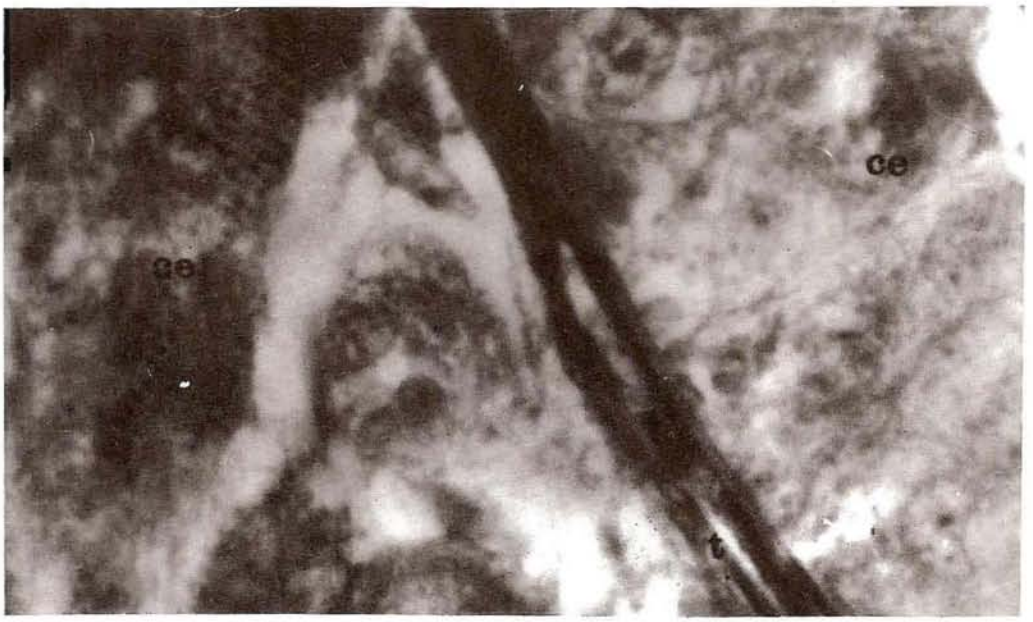


Figura 12. Corte histológico de ovario en período post-ovulativo. Coloración H&E 800X. Detalle de la periferia de un cuerpo epitelioide (ce) donde se observa la teca (t) que no ha sido alterada en el proceso de formación del cuerpo. Nótese las células epiteliales que lo conforman.

recolectadas en diferentes épocas del año. Según Rosado (1993), esta situación se debe a la regularidad en aspectos climáticos y al fotoperiodo que se mantienen en Colombia debido a su ubicación tropical, que favorece la maduración sexual constante de la especie a lo largo del año sin que se presente estacionalidad acusada manifiesta en un ciclo reproductivo anual.

Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos a el Dr. Rafael Rosado Puccini; a el Dr. Andrés Eraso Keller y a la Universidad Distrital FJC, Departamento de Biología.

Referencias

ALARCON, V. H., GOLDBERG, S. R. & ALHEIT, J. 1984. Histología del folículos post-ovulatorios de la sardina *Sardinops sagax* de Perú. Boletín Instituto del Mar del Perú. Lima 8(1):5-15.

BAEZ, M. & DA COSTA, M. E. 1984. Histología de los ovarios maduros del bonito *Katsuwonus pelamis* (Linnaeus, 1785). Revista de Investigaciones Marinas. Cuba. 5(3):57-63.

BALBONTIN, F. & FISCHER, W. 1981. Ciclo sexual y fecundidad de la merluza, *Merluccius gayi gayi* en la costa de Chile. Revista Biología Marina. Instituto Oceanológico Universidad Valparaíso. Chile 17(3):285-334.

BEJARANO, C. A. 1983. Estudios histológicos de la embriogénesis de trucha arco iris *Salmo gairdnerii*, criada en la Estación Piscícola del Neusa. Tesis de Postgrado, Magister en Biología. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.

CALA, P. & SARMIENTO, N. G. 1982. Cambios histomorfológicos en el ovario del pez capitán de la sabana *Eremophilus mutisii* (TRCHOMYCTERIDAE, SILURIFORME), durante el ciclo reproductivo anual en el sistema del Río Bogotá en Colombia. Acta Biológica Colombiana. 1(1):9-30. Marzo.

CERISOLA, H. 1984. Cambios estructurales del folículo ovárico durante su maduración en el pejesapo *Sicyases sanguineus* Muller y Troschel 1834 (Gibiesocidae: Teleostei). Revista de Biología Marina. Valparaíso. 20(1):1-21. Agosto.

ESTAY, E., DIAZ, N. & MELLA, J. 1990. Ciclo reproductivo gonadal de una población de trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss* de la zona central de Chile. Medio ambiente. 11(1):15-23.

MUIR, J. & ROBERTS, R. 1989. Recent advances in aquiculture. European Society for Conparative Physiology and Biochemistry. 7th Conference. Barcelona. España.

ROSADO, R. 1993. Comunicación personal. Director Estación Piscícola del Neusa-CAR (Cundinamarca, Colombia).

DATOS BIOLOGICOS DEL OSCAR, *Astronotus ocellatus* (PISCES: CICHLIDAE), EN LOS ALREDEDORES DE LETICIA, AMAZONIA

EDUARDO GONZÁLEZ, MÓNICA P. VARONA* & PLUTARCO CALA**
*Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Seccional Palmira, Valle
**Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Biología, Seccional Bogotá, A.A. 14 490, Santafé de Bogotá

Resumen

Este trabajo se desarrolló cerca a Leticia, Amazonas, 69° 57' Longitud Oeste y 04° 09' Latitud Sur, y 84 msnm; con precipitaciones entre 3000 y 3500 mm al año, humedad relativa de 84% y temperatura del aire casi constante de 26°C. La captura de los peces se hizo en los lagos de Tarapoto (Colombia), Cayarú (Perú), Yabari, Zarahiba y Aratituba en Brasil. Las capturas se realizaron entre diciembre de 1992 y diciembre de 1993. La relación hembra:macho (1:1.17) de las poblaciones de *Astronotus ocellatus*, no presentó un dominio significativo de uno de los sexos.

La época reproductiva se estableció entre diciembre y abril. La talla mínima de madurez se determinó para el carahuazú entre 21 y 22 cm LT, y la talla media de madurez (TMM) de 24.5 a 25.5. Así, se propone una talla mínima de captura de 26 cm para Carahuazú. La fecundidad se estimó en cerca de 1160 huevos. Además de los peces y restos de macrófitas, los insectos de las familias Coleoptera, Hemiptera y Odonata fueron las categorías alimenticia dominantes en *A. ocellatus*. La relación longitud-edad para la especie indica que para el primer año de vida los carahuazú miden alrededor de 18.2 cm, la TMM la alcanzan a los dos años. Los animales con mayores tallas tendrían como mínimo cuatro años y medio de edad.

Palabras claves: Bioecología, *Astronotus ocellatus*, alrededores de Leticia, Amazonas.

Abstract

This investigation tooks place near Leticia, Amazonas, geographically located at Longitude 69°57' West, Latitude 04°09' South. Rainfall ranges from 3000 to 3500 mm yearly. Altitude of 84 meters above sea level, 84% of relative humidity and an almost constant air temperature of 26°C. Fish material was obtained from three diferent locations: Tarapoto lakes (Colombia), Cayarú lakes (Perú), and Yabarí, Zarahiba and Aratituba lakes in Brasil. Samples were collected from December 1992 to December 1993. There was no significant dominance of either sex (1:1.17).

The spawning season was determined from December to April, and the gonadosomatic index confirms this finding. Minimum maturity length was settled at 21-22. Medium maturity length was determined at 24.5-25.5 cm; recommending a minumum capture length of 26 cm for *A. Ocellatus*. The fecundity was calculated in aproximately 1160. Fish, plant matter and the insect families Coleoptera, Hemiptera and Odonata are also of importance in the diet of *A. ocellatus*. The length age relation curve, indicates that at one year of age has a total length of 18.2 cm, reaching its medium maturity length at two years. The larger specimens captures are at least 4.5 years old.

Key words: Bioecology, *Astronotus ocellatus*, Leticia, Amazonas.

Introducción

El fin de este trabajo de investigación es aportar nuevos conocimientos del oscar, *Astronotus ocellatus*, sobre reproducción, alimentación, comportamiento en el medio natural, con miras a mejorar el buen manejo de la especie, teniendo en cuenta su importancia económica efectiva en el área, ya sea como pez ornamental o de consumo. Esta es una de las especies nativas promisorias que debido a la falta de investigación y promoción se encuentran subaprovechadas, o amenazadas por la sobrepesca.

De los cíclidos, son de importancia económica en el área el tucunaré, carahuazú y los acara. La calidad de la carne de los primeros y la belleza ornamental de los acaras y del carahuazú, son las causas comerciales de estas especies.

Generalidades de la especie

Oscar, *Astronotus ocellatus* (Agassiz, 1831). En este género se conocen dos especies, *A. crassipinis* (Heckell, 1840) y *A. ocellatus*. El género *Astronotus* está distribuido desde el oriente de Venezuela, las Guayanas, las cuencas de los ríos Amazonas y Paraguay. Junto con los tucunarés y pavones, es una de las especies más conocidas y apreciadas comercialmente entre los cíclidos suramericanos. En el área de estudio se le conoce como carahuazú.

En los lugares de captura se utiliza principalmente para consumo, además es apreciado como pez ornamental en otros países; llegando a ser uno de los peces ornamentales de mayor longitud, ya que alcanza hasta 35 cm (Axelrod & Vorderwinkler 1986). Las crías crecen rápidamente y presentan una coloración oscura que comienza a desaparecer a los 8 cm, dando paso a la coloración adulta (Goldstein 1988).

Entre otros trabajos realizados sobre esta especie, se encuentran los de Augusto (1979) acerca del cultivo de alevinos, Fontenele (1946, 1959) sobre parásitos en alevinos y conocimiento biológico de la especie, Menezes (1951, 1961), y Bastos (1954, 1956) sobre los requerimientos de oxígeno y agua, Braga (1953, 1962) y Chacón (1954) evaluaron su reproducción y crecimiento en piscicultura. En Colombia, Estevez (1990) describe la importancia ornamental de este pez y las consideraciones para su cultivo en cautiverio.

Area de estudio y métodos

La captura de los peces se realizó en lagos y lagunas de la zona de influencia de Leticia. Básicamente se escogieron tres lugares de mnestreo: lagos de Tarapoto (Colombia); lagos de Cayaru (Perú) y lagos de Yaravi, Aratituba y Zarahiba (Brasil). Los lagos fueron seleccionados por ser representativos de los mejores volúmenes de pesca de la especie de estudio (Figura 1, en Cala et al., 1996a). Las capturas fueron realizadas por los pescadores de la región entre diciembre de 1992 y diciembre de 1993, repartidas en siete fechas diferentes a lo largo del año.

En el campo se tomaron datos sobre peso, longitud estándar y total, notas referentes a desarrollo gonadal e identificación general. Posteriormente, los ejemplares se preservaron en formol al 10% para su evaluación en el laboratorio, donde se llevaron a cabo básicamente análisis de morfometría, merística, fecundidad y hábitos alimenticios. Los registros climáticos y de cambios en el nivel del agua fueron obtenidos en la estación meteorológica e hidrológica de Nazaret y el Himat, seccional Amazonas, Leticia.

Relación Longitud-Peso. Con esta relación es posible determinar la velocidad de incremento de peso con relación a la longitud y viceversa, se puede utilizar como una manera indirecta de ver el ritmo de crecimiento. La ecuación de la curva de correlación permite conocer el peso de un animal cuando sólo se conoce su talla y viceversa. En peces, esta relación usualmente se representa por la ecuación: $P_t = a(L_t)^b$.

Relación Longitud vs Edad. Para determinar el incremento en longitud con respecto a la edad en un tiempo dado, se utilizaron las ecuaciones de Von Bertalanffy & Pauly (Pauly 1984).

Talla Mínima (TmM) y Media (TMM) de Madurez Sexual. Para encontrar los valores de la TmM, todos los ejemplares sexualmente diferenciados a través de su estado de desarrollo gonadal (virgen o inmaduro, madurando y maduro) se agruparon por clases de tallas de longitud total de 1 cm. Para determinar la TMM se realizó la distribución de frecuencias acumuladas de los ejemplares maduros, según metodología tomada de Espinoza (1972) y Gulland (1975).

Factor de Condición (K). El factor de condición es un valor que cambia a través del tiempo, que permite establecer el grado de nutrición del pez en un determinado momento de su desarrollo y registrar la influencia de los cambios ambientales sobre la condición de vida en relación con la edad y sexo del pez (Nikolsky 1963), dependiendo de los cambios en el ritmo de crecimiento que se manifiestan en los tres ejes del cuerpo (Laevastu 1980).

Desarrollo Gonadal. Para determinar el estado de desarrollo gonadal de los ejemplares capturados, se hizo un corte ventral al pez con el propósito de exponer las gónadas para un examen visual. Esta evaluación se basó en la escala de madurez sexual de Nikolsky (1963, modificada por Cala et al. 1996b).

Indice gonadosomático. Indica el desarrollo estacional de la gónada con respecto al peso del animal (Vladykov 1956, en Cala 1971).

Fecundidad. Para calcular el número promedio de huevos por desove, se utilizaron gónadas de hembras en estadio V, y se siguió la metodología descrita por Cala (1971).

Hábitos alimenticios. Para determinar los hábitos alimentarios de la especie, se analizaron contenidos estomacales de ejemplares conservados en formol al 10% bufferizado, para peces pequeños (menoros de 15 cm); para peces de mayor tamaño, se practicó un corte de costado y/o por inyección directa de formol (2-5 cc), para mayor absorción del preservativo. Los contenidos estomacales se examinaron individualmente al estereoscopio y microscopio, y se utilizó el método de frecuencia de ocurrencia, siguiendo la metodología sugerida por Windell & Bowen (1978) y Laevastu (1980).

Como métodos complementarios se utilizaron: *Promedio de llenado,* calculado entre todos los ejemplares que contenían alimento. Según Goulding (1980), cuando hay diferentes tipos de alimento durante cada período, este valor sirve como nna evaluación subjetiva de la importancia relativa de un item en la contribución total del alimento consumido; y el *Coeficiente de vacuidad,* o porcentaje de estómagos vacíos.

Resultados

Análisis morfométrico y de crecimiento

Para establecer una variable representativa de talla, para ser utilizada como medida patrón, se definió la relación entre la longitud total (LT) y la longitud estándar (LE). Se utilizaron 244 (114 machos, 97 hembras, 33 sexualmente indeterminados) *A. ocellatus*, con un promedio de 22.98 cm LT (9.0-33.8), 19.07 cm LE (7.1-28.0), y un peso promedio de 330.6 g (49.4-118.6).

Relación LT vs LE. En el oscar se halló una alta correlación, con un R^2 de 0.99 y 0.92 para machos y hembras, respectivamente. Las ecuaciones estimadas fueron: para hembras LT = 0.966+1.15 (LE) y para machos LT = 0.984+1.15(LE).

No se encontró diferencia significativa entre los sexos. Los modelos se pueden aplicar indistintamente para estimar una de las variables en función de la otra. Así, se decidió utilizar la

longitud total como base en relación a otras medidads morfométricas del pez, como la profundidad o altura corporal.

Relación longitud total (LT) vs Profundidad (Prof). Esta relación también presentó valores altos de asociación en la especie, con un R^2 de 0.88 y 0.86 para hembras y machos, respectivamente. Las ecuaciones de ajuste encontradas fueron: para hembras LT = 2.11+2.4(Prof) y para machos LT = 1.87+2.4(Prof).

Relación Longitud-Peso. Con los datos obtenidos de longitud y peso total de la especie, se hizo un análisis de regresión potencial para cada sexo, encontrándose los siguientes valores: para hembras $P = 0.015\ L^{3.160}$, R^2 de 0.95, y para machos $P = 0.03\ L^{2.923}$, R^2 de 0.93.

Se aprecia una constante de alometría (b) muy similar para ambos sexos, cercana a tres, que indica un crecimiento isométrico. Es decir, los individuos crecen en la misma proporción en todos los sentidos. Sin embargo, las hembras presentan un incremento ligeramente mayor en peso que en longitud (b = 3.160); pero en los machos, por el contrario, se observa un valor menor de tres (2.923), esta pequeña diferencia podría indicar un crecimiento a favor de la longitud sobre el peso a través del tiempo.

Como las diferencias encontradas entre sexos no tienen un valor estadísticamente significativo, se optó por determinar la relación matemática para machos y hembras conjuntamente, encontrándose la siguiente ecuación, representada gráficamente en la figura 1 ($P = 0.022\ L^{3.05}$, $R^2 = 0.94$).

Debido a las diferencias biológicas existentes en cuanto al tipo y ritmo de crecimiento entre los animales juveniles y adultos, se analizó separadamente la población juvenil, encontrando los siguientes valores para el grupo (Figura 2): $P = 1.99\ L^{1.45}$, $R^2 = 0.80$.

El valor por debajo de 2 de la constante de alometría (b = 1.45), indica que durante esta fase *A. ocellatus* presenta un crecimiento más acelerado en longitud que en peso, presentando por lo tanto un crecimiento de tipo alométrico evidente.

Talla Mínima (TmM) y Media (TMM) de Madurez Sexual. En la población estudiada de oscar, los individuos vírgenes coinciden en el mismo rango de longitud para ambos sexos (18.5 - 22.5 cm); en la etapa de maduración se encontraron machos entre 18.5 y 32.5 cm, y hembras entre 18.5 y 34.5 cm; para la fase maduros el intervalo para machos fue de 21.5 a 33.5 cm, y para las hembras de 20.5 a 34.5 cm. Como la TmM se considera cuando los tres grupos de tallas están re-presentados, en carahuazú estos valores oscilaron entre 21.5 y 22.5 cm para los machos, y 20.5 - 21.5 cm para las hembras.

La determinación de la TMM fue basada en la distribución de frecuencias acumuladas de los ejemplares maduros. Al graficar esta información se observa que en el 50% la TMM para hembras es de 25.5 - 26.5, para machos de 24.5 - 25.5, y para sexos combinados de 24.5 - 25.5 cm LT (Figura 3). Estos valores son de interés en el manejo de la especie en el área de estudio, puesto que permiten establecer en pesquerías una talla en la cual se supone que un porcentaje de la población ha desovado, permitiendo en términos generales que un individuo tenga la oportunidad de reproducirse por lo menos una vez antes de ser capturado. Para el carahuazú se propone una talla mínima de captura de 26.5 cm LT.

Al comparar la talla mínima de captura propuesta, con las tallas promedio de captura durante el año de estudio, se evidencia una sobre explotación del recurso que pone en peligro la conservación de la población natural. El incremento en el esfuerzo de pesca en los últimos años, reportado por los pescadores de la región y el alto precio de comercialización, refuerzan esta conclusión.

Factor de condición (K). Los valores promedios del factor K son muy similares para ambos sexos, 2.10 para machos y 2.14 para las hembras. Para *A. ocellatus* no se aprecia una relación

Regression Output:

Constant	-1.68	X Coefficient(s)	3.040718
Std Err of Y Est	0.05	Std Err of Coef.	0.05339
R Squared	0.94		
No. of Observations	211		
Degrees of Freedom	209		

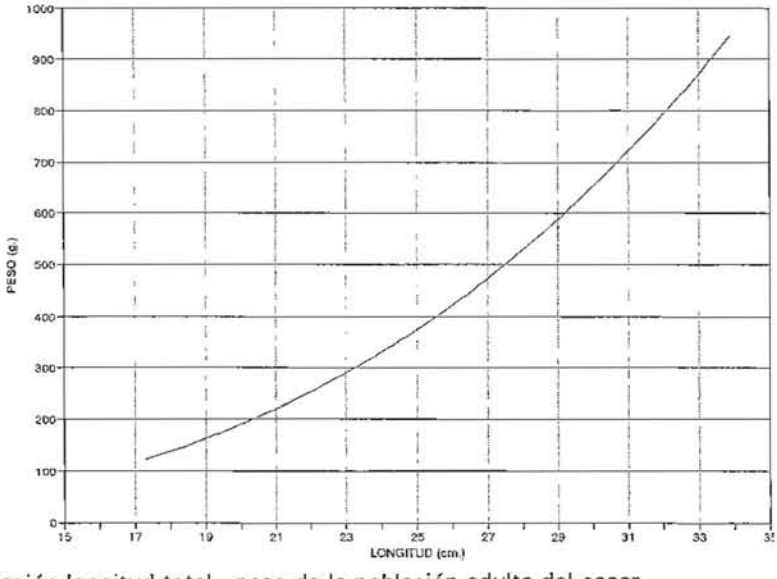


Figura 1. Relación longitud total - peso de la población adulta del oscar.

Regression Output:

Constant	0.298796	X Coefficient(s)	1.451349
Std Err of Y Est	0.070063	Std Err of Coef.	0.147475
R Squared	0.801409		
No. of Observations	26		
Degrees of Freedom	24		

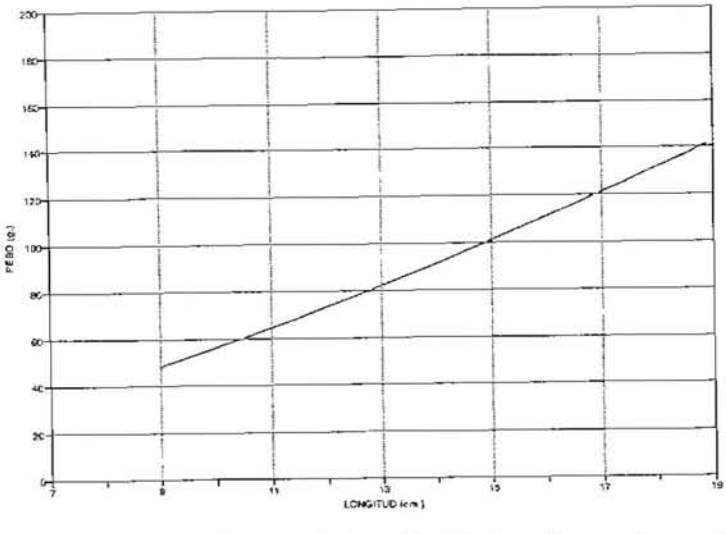


Figura 2. Relación longitud total - peso de la población juvenil sexualmente indiferenciada del oscar, *Astronotus ocellatus*.

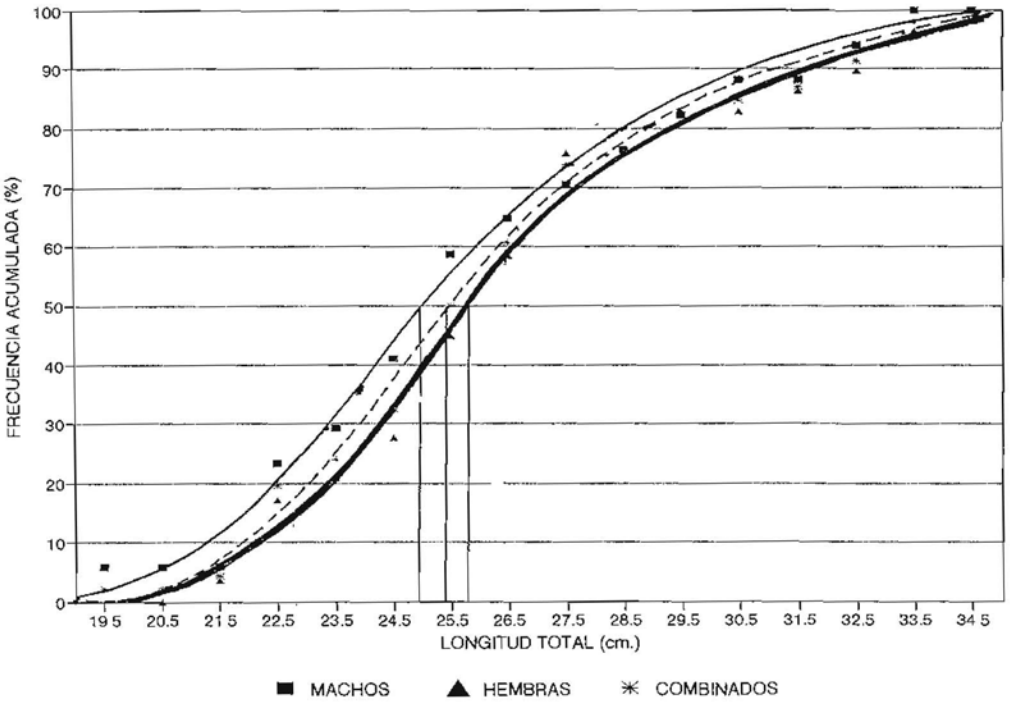


Figura 3. Talla media de madurez sexual del carahuazú, *Astronotus ocellatus*.

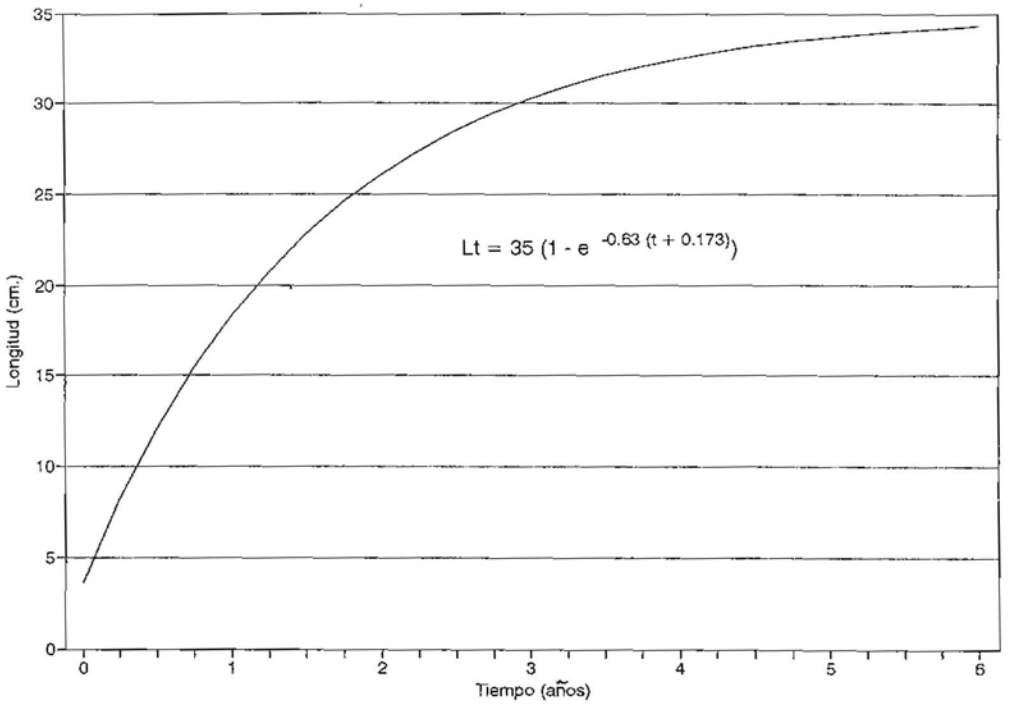


Figura 4. Relación longitud total vs edad del carahuazú, *Astronotus ocellatus*.

marcada del factor de condición con la reproducción, aunque en el mes de marzo, al final de la época reproductiva, se obtiene un valor bajo de K (1.96). Con respecto al nivel de las aguas, el K presenta incrementos de diciembre a febrero, con un máximo de 2.23, y de marzo a julio (2.15), época considerada de aguas altas. Los valores más bajos se presentan en el mes de diciembre (1.84) cuando los niveles se encuentran en un punto de transición.

Relación Longitud vs Edad. La ecuación que describe esta relación fue $L = 35.0\ (1-e^{-0.63\ (t+0.173)})$. Asignando valores de edad (t) se obtiene la figuras 4, donde se puede apreciar un alto incremento en la longitud de la especie a través del tiempo hasta aproximadamente los dos primeros años de vida; pero el incremento decrece paulatinamente hasta alcanzar su longitud asintótica correspondiente. Al año los peces pueden medir alrededor de 18.2 cm, la talla media de madurez establecida (26.5 cm) se alcanza a los dos años de edad. Los ejemplares capturados que están por debajo de esta talla (70%) no tuvieron oportunidad de reproducirse. El rango de talla con la más alta frecuencia de ocurrencia (42%) está entre 20 y 26 cm, que representa una edad de 15 a 24 meses. Los animales con longitudes mayores de 32.4 cm, tendrían como mínimo cuatro años y medio de vida.

Aspectos reproductivos

Proporción de sexos. Para este análisis se tuvieron en cuenta 211 ejemplares - hembras 97 (39.7%) y machos 114 (46.8%). En términos generales, con una relación hembra-macho de 1:1.17, la estructura de la población muestreada no presentó un dominio significativo de uno de los sexos; pero al evaluar estas proporciones en términos de época de muestreo, se pueden apreciar ciertas tendencias que permiten una mejor interpretación.

Estadíos gonadales. Para facilitar el análisis y presentación de las diferentes características reproductivas de la especie, los estadios gonadales en ambos sexos fueron agrupados en tres categorías de la siguiente manera: vírgenes o inmaduros (Estadio II); madurando o en maduración (Estadios III y VII); maduros o en desove (Estadios IV, V y VI). El estadío VII entra en el grupo madurando, puesto que una vez desovado el pez, la gónada retorna al estadio III para comenzar el próximo ciclo. El estadio VI se cuenta en la clasificación maduros, por estar próximo a la reproducción.

En *A. ocellatus*, para machos y hembras, el estadio III fue el más frecuente, posiblemente debido a que este estadio se prolonga más en tiempo por condiciones de presión ambiental. El estadio V presentó el menor número de individuos, ya que cuando estos se reproducen, se dificulta su captura por el nivel alto de las aguas (Figuras 5 & 6).

Indice Gonosomático (IGS). Este índice se asemeja al ciclo de desarrollo gonadal y al ciclo reproductivo. En los machos, debido al tamaño de las gónadas, la variación del IGS a lo largo del año es muy pequeña (Figura 7).

Ciclo reproductivo. Se encontró una mayor incidencia de animales maduros entre diciembre y abril. Después de este mes se nota una marcada disminución hasta julio, a partir del cual aparece una pequeña proporción de peces en estadio V, por lo cual, solo se podría tomar como desoves esporádicos y no como una segunda pico reproductivo.

El ciclo reproductivo del oscar presenta un comportamiento muy similar al de la precipitación, coincidiendo la época de mayores desoves con el período de máximas lluvias, de diciembre hasta abril (299 a 352 mm). El IGS también presenta los valores más altos durante las épocas máximas de lluvias (Figura 8 & vide Figura 7).

Al inicio de la época reproductiva, los niveles del agua son los más bajos (600 cm para 1993), pero al llegar el pico de la reproducción, las

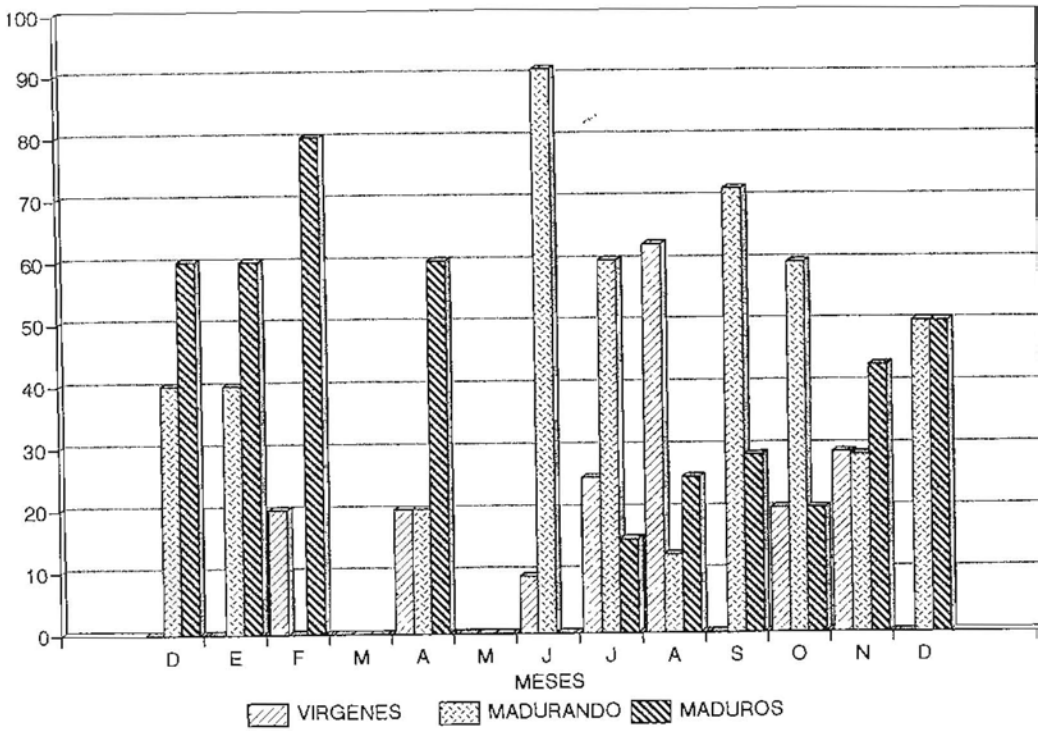


Figura 5. Estadíos gonadales de hembras de *Astronotus ocellatus*.

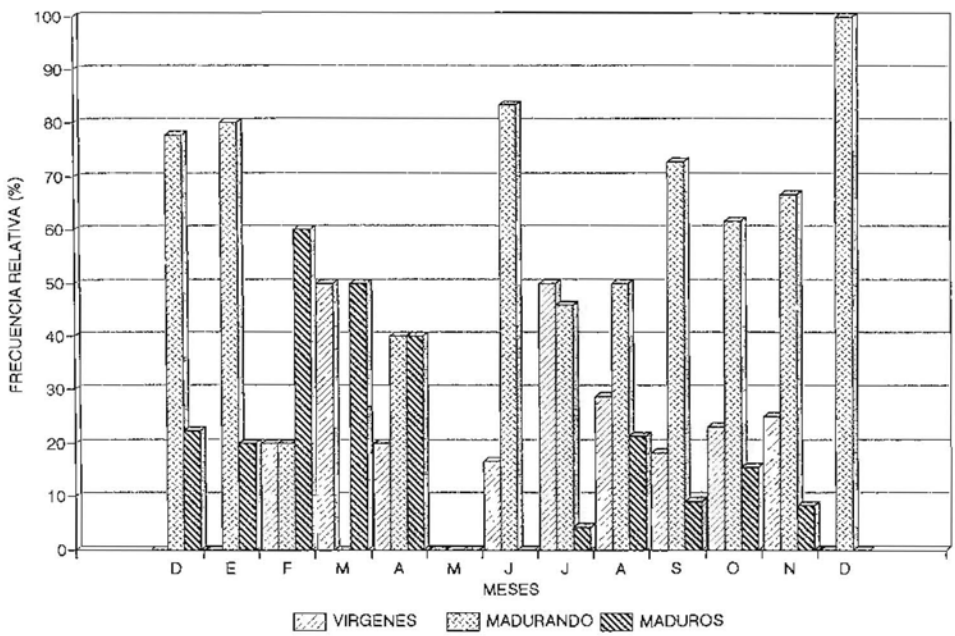


Figura 6. Estadíos gonadales de machos de *Astronotus ocellatus*.

aguas han adquirido un buen nivel (1030 cm), sin ser el máximo, pues éste se midió en mayo (1325 cm).

Durante la época de lluvias, el incremento en el volumen del agua ocasiona desbordamientos sobre las áreas planas, produciendo cambios drásticos en el ecosistema acuático, lo que favorece en cierto grado, la reproducción de esta especie. El aumento del área disponible, en especial de bosque inundado, conlleva a una mayor oferta alimenticia y proporciona mejores condiciones de nidificación en cuanto a refugio y sustrato para realizar los desoves.

Fontenele (1959) establece que en condiciones favorables, tanto machos como hembras de *A. ocellatus*, alcanzan la madurez sexual entre los 10 y 12 meses de edad, de aquí que un pez nacido en un período de desove estará listo para reproducirse para el próximo, lo que es muy favorable para la especie. Para Florez (1986) los machos alcanzan la madurez sexual a los 7-10 meses y las hembras de 10-12 meses, una LT entre 20 y 25 cm, y 200 a 1000 g. Para Fontanele (1959), enero es el mes de mayor cantidad de desoves.

Los óvulos son macroscópicos y cuando maduros antes de entrar en contacto con el agua miden en promedio 2.2 por 1.9 mm de diámetro longitudinal y transversal. El tiempo de incubación de los huevos de oscar se reduce a 50 horas según Fontenele (1959), o de 3-4 días (22-26°C) según Mills & Vevers (1986).

A partir del análisis del ciclo reproductivo evaluado para la especie, se pueden llegar a establecer épocas de veda, con el fin de permitir que un mayor porcentaje de animales maduros pnedan desovar, y así asegurar la protección del recurso. Para el oscar se recomienda de enero a abril.

Fecundidad. Para las 10 hembras de *A. ocellatus* estudiadas, entre 22.5 y 33.1 cm de LT (promedio 26.8) y 237.5 - 1010.5 g de peso total (promedio 497.3), los conteos de huevos arrojaron un promedio de 1160. Los valores encontrados por desove, coinciden con los reportados por, e. g. Fontenele (1959).

Hábitos alimenticios

Además de hacer una descripción de la composición de la dieta, los estudios basados en el análisis de contenidos estomacales se pueden clasificar en dos categorías según su finalidad principal. Una trata de comparar las dietas de una manera cualitativa, entre grupos diferentes de peces (tallas, épocas, etc.), y la otra pretende estimar la composición energética y valor nutricional aportado por las diferentes categorías alimentarias. En el presente estudio se siguió el método numérico y el de frecuencia de ocurrencia.

A partir del análisis de los contenidos estomacales, se hizo una clasificación por items alimentarios en cinco categorías básicas: 1. Invertebrados, 2. Peces, 3. Material vegetal, 4. Detritus, 5. Otros, dando mayor detalle a la categoría de los invertebrados, puesto que estos permiten una mejor clasificación taxonómica.

Los resultados obtenidos por el método de frecuencia de ocurrencia, permiten agrupar los contenidos estomacales en 20 categorías alimentarias para el oscar. No se presentarou diferencias cualitativas en la composición de la dieta entre los períodos de muestreo, aunque se encontró variación en la frecuencia de las categorías dominantes.

De las 20 categorías identificadas sobresalen como las de mayor frecuencia los peces (39%), Coleoptera (17.7%), restos de plautas macrófitas (15.5%), Hemiptera (11.7%), Odouata (8.4%), Hymenoptera (6.7%) y Ortoptera (5.5%). Además, aparecen con menos frecuencia Gastropoda (caracoles) y Trichoptera.

Los peces pequeños (menores de 22 cm de LT), tuvieron un promedio de llenado de 2.33, aunque no se presentan grandes variaciones entre los tres rangos de tallas. Se observó una mayor proporción de iusectos, en especial Coleoptera

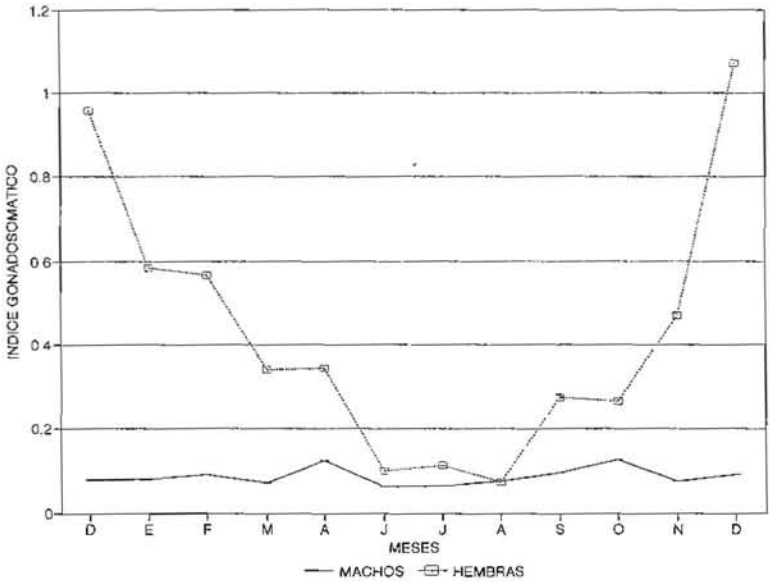
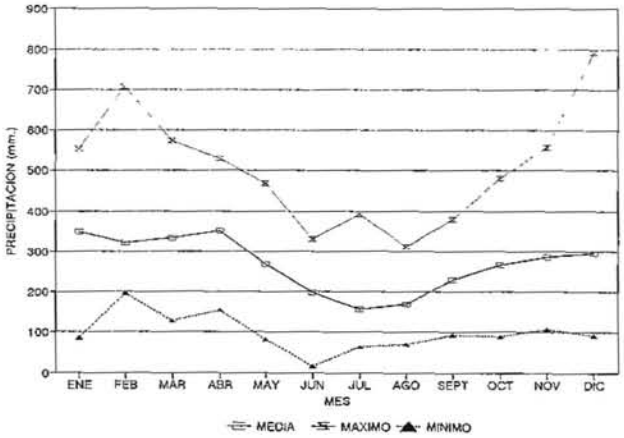


Figura 7. Indice gonosomático de *Astronotus ocellatus*.



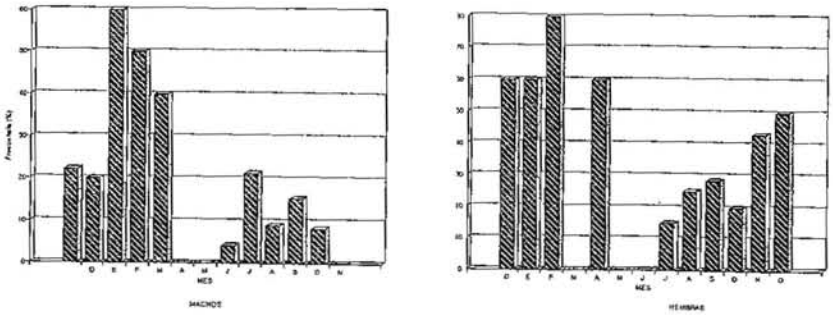


Figura 8. Relación entre la precipitación y la época de reproducción de machos y hembras de *Astronotus ocellatus* en 1993.

(20.3%), Hemiptera (13.6%), Hymenoptera (9.7%) y Odonata (11.7). Además, en este intervalo se presentaron las mayores frecuencias de peces (53.3%) y restos de macrófitas (17.5%).

En los individuos medianos (22 a 27 cm), se dio un promedio de repleción de 2.57. Los porcentajes de frecuencia de ocurrencia de pescado y restos de macrófitas disminuyen substancialmente a 28.1 y 13.5%, respectivamente. En cuanto a los insectos, los porcentajes son menores, pero sin alejarse de forma mareada de los reportados para el grupo anterior. En este grupo también se presenta la mayor frecuencia de ocurrencia de caracoles (5.6%).

Los animales eon tallas mayores de 27 em presentaron solo 12 items alimentarios en su dieta, además del promedio de llenado más bajo (1.76). Se encontró peseado en un 32.6% de los estómagos, restos de macrófitas en un 15.2%, y hemípteros en 8.7% de los estómagos. Los demás items se detectaron en frecuencias menores del 5%.

En A. ocellatus, además de los peces y los restos de plantas, también son de importaneia en su régimen alimenticio los Coleoptera, Hemiptera y Odonata. Los insectos ocupan un lugar importante en la eadena trófica del oscar, que en su mayoría son de origen alóetono o terrestre, algunos de estos cumpliendo parte importante de su ciclo biológico en el agua (e. g., ninfas y larvas).

El tipo de branquiespinas, tuberculiformes, y su bajo número 10 a 13, además de la ausencia de apéndices pilóricos, corrobora la tendencia alimenticia descrita a partir de los contenidos estomacales. Lo anterior, sumado a una relaeión de longitud intestinal-longitud total del pez de 0.89 a 1.98, pemite clasificar la especie como omnívora. Aunque para *A. ocellatus*, los hábitos alimentarios deseritos son, por lo general observados en condiciones de acuario (de aquí su poca utilidad como punto de comparaeión en este estudio).

En cuanto a su uso ornamental, Harvey & Hems (1953) afirman que es preferiblemente piscívoro; Schneider & Whitney (1957) afirma que es un pez glotón con gusto por los caracoles y lombrices de tierra. Para los alevinos, Mills y Vevers (1986), sugieren principalmente rotíferos, nauplius de *Artemia*, además larvas de insectos.

Referencias

ARBOLEDA, A. L. 1984. Biología pesquera de los grandes bagres del río Caquetá. Trabajo de grado. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá.

AUGUSTO, J. 1979. Nota previa sobre o cultivo de alevinos de apaiari *Astronotus ocellatus*, (Agassiz, 1829) utilizándose três diferentes dietas, no Estação de Piscicultura "Valdema C. de França" (Maranguape, Ceará, Brasil). Bol. Tec. DNOCS, Fortaleza, 37(2):153-158.

AXELROD, H. R. & VORDERWINKLER, W. 1986. Encyclopedia of tropical fishes: with special emphasis on techniques of breeding. T.F.H. Publ.,.Neptune, N.J. 631 p.

BAPTISTE, L. G. 1988. Contribución al conocimiento de la ictiofauna de Araracuara, río Caquetá y afluentes, Amazonas. Tesis de Grado (Biólogo); Universidad Javeriana, Fac. Cien. Bas. Dep. de Biol. Bogotá. 182 p.

BASTOS, J. A. M. 1954. Influência do volume dágua na mortalidade e no tamanho de Apaiaris *Astronotus ocellatus*, (Spix) criados em tanques (no prelo).

BASTOS, J. A. M. 1956. Consumo e taxa mínima de oxigêno do apaiari, *Astronotus ocellatus*, (spix); cangati, *Trachycorystes* sp. e corvina, Plagioscion squamosissimus (Heckel, 1840). Rev. Brasil. Biol. 16(1):103-114.

BRAGA, R. A. 1953. Frequencia de desovas de reprodutores de Apaiari, *Astronotus ocellatus*, mantidos em cativeiro. Pub. 173. Servico de Piscicultura do DNOCS, Fortaleza-Ce. En: Coletanea de Tralhos Tecnicos, 1982. p. 350-357.

BRAGA, R. A. 1962. Apaiari ou Acará-Açu, *Astronotus ocellatus* (Agazzis), serviço de Piscicultura, Fortaleza.

CALA, P. 1971. Size and age at maturity, ripening and fecundity of the ide *idus idus* (L.) Rep. Inst. Freshw. Res., Drottningholm, 51:31-46.

CALA, P., GONZALEZ, E. & VARONA, M. P. 1996a. Aspectos bioecológicos y taxonómicos del tucunaré, *Cichla oeclaris* (Pisces: Cichlidae). Dahlia (1996) 1:23-37.

CALA, P., PEREZ, C. & RODRIGUEZ, I. 1996b. Aspectos bioecológicos de la población de capaz, *Pimelodus grosskopfii* (Pisces: Pimelodidae), en el embalse de Betania y parte alta del río Magdalena, Colombia. Rev. Acad. Col. Cienc. Exactas, Fís. Nat. 20(77):319-330.

CHACON, J. O. 1954. Evoluçao do ovo, larva e alevino de Apaiari, *Astronotus ocellatus*. Pub. 160. Servico de Piscicultura do DNOCS, Fortaleza-Ce. En: Coletanea de Tralhos Tecnicos, 1982. p. 137-156.

ESPINOSA, V. 1972. La biología y pesca de la corvina *Cynoscion maracaiboencís* del lago de Maracaibo. Serv. Rec. Explot. Pesq. 2 (3): 132-140.

ESTEVEZ, M. 1990. Manual de piscicultura. Universidad Santo Tomás, Centro de enseñanza desescolarizada (USTA), Bogotá. p. 176-178.

FLOREZ, P. E. 1986. Hojas de vida de algunos peces de aguas cálidas. Corporación Autónoma Regional del Cauca. Buga.

FONTENELE, O. 1946. Um caso de Helmintiase em alevions de Apaiari, *Astronotus ocellatus* (Spix) (Pisces:Cichles) en ciação. Pub. No. 111 DNOCS, Serviço de Piscicultura, Fortaleza-Ce. 4 p.

FONTENELE, O. 1959. Contribuicao para conhecimento da biología do Apaiari, *Astronotus ocellatus*, em cativeiro. Aparello de reproduçao. Hábitos de desova e prolificidade. Pub. 154. Serviço de Piscicultura do DNOCS, Fortaleza-Ce. En: Coletanea de Trabalhos Tecnicos, 1982. p. 22-41.

GOLDSTEIN, R.I. 1988. Cichlids of the worl T.F.H. Publications, Inc. Ltd. The British crown colony of Hong Kong.

GOULDING, M. 1980. The fishes an the forest, explorations in Amazonian Natural History. University of California Press, 280 p.

GULLAND, J. 1975. Manual of sampling methods for fisheries biology. FAO. Fish. Tech. 26: 296-315. Roma.

HERVEY, F. Z. S. y HEMS, J. 1953. Freshwater tropical aquarium fishes. The bathworth Press, 2nd edition. London. 342-353.

LAEVASTU, T. 1980. Manual de Métodos de Biología Pesquera. Ed. Acribia, Zaragoza. 243 p.

MENEZES, R. S. De. 1951. O Apaiari nos Açudes do Nordeste do Brasil (*Astronotus ocellatus*). Chacaras e Quintais, 84(3): 305-307.

MENEZES, R. S. De. 1961. O peixe Apaiari *Astronotus ocellatus*, Characas e Quintais, 104(6): 251-254.

MILLS, D. y VEVERS, G. 1986. Peces de acuario. Ed. Blume, Barcelona. Título original: Tropical aquarium fishes. 208 p.

NIKOLSKY, G. V. 1963. The ecology of fishes. G. V. Nikolsky Academic Press. London and New York. 352 p.

PAULY, D. 1984. Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. FAO. Doc. Tec. Pesca, 234. 49 p.

SCHNEIDER, E. & WHITNEY, L. F. 1957. The complete guide to tropical. Thomas Nelson & Sons, New York.

WINDELL, J. T. & BOWEN, S. H. 1978. Methods for study of fish diets based on analysis of stomach contents. E. T. Bagenal (ed.). Methods for assessment of fish production in fresh waters (3rd. ed.) IBP Handbook No. 3. Blackwell Scientific Publ., Oxford et al. p 219-226.

ASPECTOS BIOECOLOGICOS Y CARACTERIZACION PRELIMINAR DE LA PESCA DE *Prochilodus nigricans, Schizodon fasciatus, Mylossoma duriventris, Brycon melanopterus* y *Pterygoplichthys punctatus,* EN EL TRAPECIO AMAZONICO COLOMBIANO

SANDRA E. MUÑOZ, IVETH Z. A. PINEDA & PLUTARCO CALA
Universidad Nacional de Colombia, AA 14490, Departamento de Biología, Santafé de Bogotá

Resumen

Los datos de campo se registraron entre octubre de 1994 y agosto de 1995, en los municipios de Leticia y Puerto Nariño, Amazonas. Se analizaron aspectos relacionados con los hábitos alimenticios, crecimiento y tallas mínimas y medias de madurez sexual, y la pesca de cinco especies importantes en pesquerías artesanales de la región: bocachico (*Prochilodus nigricans*), cucha (*Pterygoplichthys punctatus*), palometa (*Mylossoma duriventris*), sábalo (*Brycon melanopterus*), lisa (*Schizodon fasciatus*). Con base en el análisis de los contenidos estomacales, *P. nigricans* y *P. punctatus* se catalogaron como detritívoras, en tanto que *M. duriventris, S. fasciatus* y *B. melanopterus* como omnívoras, con predominancia de material vegetal de origen alóctono dentro de su dieta. Se observó mayor grado de bienestar y mayor número de categorías alimenticias durante el período de aguas altas, cuando la oferta ambiental aumenta por el aporte del bosque inundado. Las tallas medias totales de captura no estuvieron muy por debajo de las mínimas establecidas (*P. nigricans* 24.7 cm, *S. fasciatus* 23.6 cm, *M. duriventris* 15.3 cm, *P. punctatus* 21.9 cm), por lo que al parecer la población reproductora de estas especies no se ve comprometida.

En las áreas de pesca seleccionadas se determinó, el número de pescadores (Esfuerzo de Pesca), captura (Kg) y composición de la misma, igualmente se caracterizaron los equipos de pesca, Unidades Económicas de Pesca y comportamiento estacional del recurso pesquero. Se encontraron 50 especies pertenecientes a 18 familias y a 5 órdenes. Del total de Unidades Económicas de pesca definidas el 25.9% utiliza vara de pescar, el 23.4% flecha, el 14.8% atarraya, el 13.1% malla estacionaria, el 12.1% malla rodada, el 7.3% líneas de anzuelos, el 2.1% artes combinadas y el 0.1% arpón. Los mayores esfuerzos correspondieron a las áreas 1 y 5 (Lagos de Yahuarcaca y Tarapoto respectivamente), dado el mayor número de comunidades asentadas en su área de influencia. En la captura los valores porcentuales más altos se obtuvieron para las áreas 2 y 5 (San José y Lagos de Tarapoto) con 20.4 y 21.4%, respectivamente.

Abstract

This research was carried out in the municipal areas of Leticia and Puerto Nariño, Colombian Amazonas. Fish material was obtained from the fishermen in Leticia, but the evaluation of the fisheries was done in six different localities - lakes of Yahuarcaca, San José, Santa Sofía, Tarapoto, Naranjales and Chorros de Valencia (Figura 1). Samples were collected from October 1994 to August 1995, corresponding to the five commercially most important species - *Prochilodus nigricans, Pterygoplichthys punctatus, Mylossoma duriventris, Schizodon fasciatus, Brycon melanopterus*. However, the total capture included 50 species (Table 4).

The diet of *P. nigricans* and *P. punctatus*, consists mainly of detritus and Phytoplankton from sediments; *M. duriventris, S. fasciatus* and *B. melanopterus* are omnivorous, and consists mainly of allochthonous plant matter. Finally, this work discusses the length - weight relation, the minimum and medium size at maturity, and the artisanal fisheries of the five especies in the areas of study.

Introducción

El presente estudio es una contribución al conocimiento de los aspectos bioecológicos del bocahico (*Prochilodus nigricans*, la lisa (*Schizodon fasciatus*), la palometa (*Mylossoma duriventris*), el sábalo (*Brycon melanopterus*) y la cucha (*Pterygoplichthys punctatus*), importantes peces de consumo en la zona. Igualmente, se caracteriza el tipo de actividad pesquera desarrollada en la región, con el fin de obtener la información necesaria que sirva como base para la posterior formulación de un plan de manejo del recurso pesquero en el área.

La pesca es una actividad esencial que no solo proporcioua la principal fuente de proteína animal para los pobladores de la Amazonia, sino que se constituye como un renglón fundamental en la economía de la región, por lo tanto son necesarias las medidas qne permitan el manejo del recurso con el objeto de lograr el rendimiento sostenido de las especies destinadas al consumo, a fin de lograr el equilibrio de la actividad sin afectar la dinámica de las poblaciones naturales.

Métodos y materiales

El estudio se realizó en los municipios de Leticia y Puerto Nariño, en el Trapecio Amazónico Colombiano, entre octubre de 1994 y agosto de 1995. Los peces se obtubieron directamente de los pescadores en el puerto civil y plaza de mercado de Leticia. Se registró, sobre material fresco, la longitud estándar (LE), la longitud total (LT) y el peso total. En el laboratorio se hizo la determinacón de estados de madurez gonadal e índice de llenado estomacal. A la vez se preservaron en formol al 10% dos ejemplares de cada especie para efectos de su determinación taxonómica.

Los estadios de madurez gonadal, se establecieron mediante observación macroscópica utilizando la escala propuesta por Nikolsky (1963, modificada por Cala et al., 1996). A partir de los datos de madurez se elaboraron curvas de frecuencia (e.g. Espinoza 1972), con la cuales se determinaron las tallas mínimas y medias de madurez de las especies en estudio.

Para la determinación de hábitos alimenticios se extrajeron los estómagos y fijaron en formol al 4%. En el caso de *P. punctatus* donde no se diferencia bien el estómago, se tomó como tal la sección anterior que va hasta la primera curvatura del tracto digestivo. Inicialmente se determinó el índice de llenado de los estómagos en fresco, de acuerdo a las siguientes categorías: estómago vacío, 25% de llenado, 50% de llenado, 75% de llenado, y estómago lleno. Por la predominancia de detritos y barro en los contenidos estomacales de *P. nigricans y P. punctatus*, éstos se analizaron según el método seguido por Prejs (1981). Para la determinación taxonómica de los organismos se recurrió a las claves de Needham & Needham (1982), Díaz (1988) y Roldán (1989). Los resultados se expresan como número de observaciones de cada grupo (n), porcentaje de abundancia, frecnencia de ocurrencia (FO) y porcentaje de frecuencia de ocurrencia (%FO) con relación al número total de estómagos observados. El análisis de los contenidos alimenticios de *S. fasciatus, M. duriventris y B. melanopterus* se realizaron según el método de Windell & Bowen (1978). Complementariamente, se calcularon los coeficientes de vacuidad y repleción los cuales expresan el porcentaje de estómagos vacíos y con alimento respectivamente.

La relación longitud-peso, tomada como medida indirecta del crecimiento de la población, y el factor de condición (K) o estado de "bienestar", se evaluaron siguiendo la metodología descrita por Bagenal & Tesch (1978).

Para la evaluación de aspectos pesqueros se eligieron tres áreas de pesca en el municipio de Leticia (Lagos de Yahuarcaca, San José y Santa sofía) y tres en el municipio de Puerto Nariño: Chorros de Valencia, lagos de Tarapoto y Naranjales (Figura 1).

Los períodos hidrológicos durante el tiempo de muestreo se definieron con base en la información hidrológica obtenida en la estacióu limnimétrica del IDEAM (1994-1995) en Nazareth, ubicada en la margen del río Amazonas a 21 Km de Leticia. Los datos fueron promediados para obtener los valores medios mensuales del nivel del río.

El muestreo comprendió visitas a las áreas de pesca con una intensidad mensual, que permitió observar las variaciones estaciouales (por período hidrológico) en la abundancia y composición del recurso pesquero. El período de encuesta en cada área de pesca fue de 24 horas consecutivas con el fin de observar la variación diaria de la actividad.

Se definió la Unidad Económica de Pesca (UEP), como aquella compuesta por el pescador o los pescadores, la embarcación y el arte o las artes de pesca utilizadas. En cada área de pesca se colectó información sobre tipo y número de artes y especies capturadas, se determinó el peso de la captura por UEP discriminando por especies. El esfuerzo de pesca (E) se midió en número de canoas por jornada de muestreo y la Captura por Unidad de Esfuerzo de Pesca (CPUEP) se expresó en kg/día por UEP.

Resultados y discusión

Definición de los niveles del río. El régimen hidrológico del río Amazonas se caracteriza por la fluctuación anual en el nivel de las aguas lo que provoca inundaciones periódicas de extensas áreas del bosque circundante, ocasionando a la vez variaciones notorias en el hábitat, oferta alimenticia y otra serie de condiciones abióticas que influyen en los ciclos de vida de la mayoría de especies ícticas. Durante el estudio se definieron 4 períodos hidrológicos (Figura 2):

PH1: Aguas bajas (agosto, septiembre, octubre)

PH2: Aguas ascendentes (noviembre, diciembre)

PH3: Aguas altas (enero, febrero, marzo, abril, mayo)

PH4: Aguas descendentes (junio, julio)

Durante el trabajo de campo se observó variación en la pesca, influenciada por el ciclo hidrológico anual; por tal razón el número de ejemplares analizados no fue constante durante los meses de muestreo, e igualmente su número varió de una especie a otra.

Relación Longitud-Peso. La relación longitud-peso de las 5 especies estudiadas se ilustra en las figuras 3, 4, 5, 6, 7. Los valores del coeficiente de regresión b para las especies indican la tendencia hacia el crecimiento isométrico de *Myloss oma duriventris, Schizodon fasciatus*; en tanto que, *Prochilodus nigricans* y *Pterygoplichthys punctatus* muestran tendencia hacia el crecimiento de tipo alométrico.

Las relaciones longitud-peso, no muestran diferencias evidentes por sexo separados, de tal forma que sólo se presentan las correspondientes a sexos combinados. Useche-L. et al. (1993), tampoco encuentran variación en esta relación por sexo para *M. duriventris* del río Cafre afluente del río Guayabero, Parte alta del sistema del río Guaviare, Orinoquia colombiana.

Tallas mínima (TmM) y media (TMM) de madurez sexual y de captura (TMC). Las tallas (cm de LT) que a continuación se presentan e ilustran (Figuras 8, 9, 10 y 11) corresponden a sexos combinados. Por no contar con capturas de especímenes maduros de *B. melanopterus* no se determinaron para esta especie dichas tallas. En el caso de *M. duriventris* no se estableció la TmM ya que los ejemplares maduros sobrepasaron el 25%:

	TM	TmM	TMC
P. nigricans	26.6	24.7	24.2
S. fasciatus	24.8	23.6	23.0
M. duriventris	26.1		12.8
P. punctatus	23.6	21.9	24.7

Al comparar las TmM y TMM con las TMC, se deduce que la población muetreada teóricamente se ha reproducido, pero está en el límite de una sobrepesca.

Proporción de sexos. En las poblaciones estudiadas se encontraron algunas diferencias, aunque en general el número de hembras fue mayor como se muestra a continuación:

P. nigricans, machos (112), hembras (142)	proporción 1:1.3
S. fasciatus, machos (29), hembras (50)	proporción 1:1.7
M. duriventris, machos (24), hembras (68)	proporción 1:2.8
B. melanopterus, machos (33), hembras (13)	proporción 2:5.1
P. punctatus, machos (38), hembras (82)	proporción 1:2.2

Factor de condición (K). Para los individuos muestreados de las diferentes especies se encontraron los siguientes valores promedio para K: *P. nigricans* 8.08, *S. fasciatus* 0.61, *M. duriventris* 9.16, *B. melanopterus* 0.42 y *P. punctatus* 4.75. En general los valores obtenidos indican un buen grado de bienestar de los ejemplares, los valores más altos se hallaron en su mayoría durante los meses correspondientes a aguas ascendentes y altas, con mayor oferta alimenticia proveniente del bosque inundado, y durante las épocas de mayor desarrollo gonadal.

Hábitos alimenticios

Prochilodus nigricans. Se analizó el contenido de 57 estómagos de bocachicos entre 20 y 40 cm de longitud total. Los contenidos estomacales mostraron predominio de detritos, y se encontraron 44 géneros de fitoplancton, clasificados en 6 clases y 5 géneros de zooplancton, clasificados en 3 clases (Tabla 1). La clase Bacillariophiceae, con los géneros *Navicula, Gyrosigma, Surirella* y *Closterium*, fue la más representativa. *Navicula* fue el grupo dominante en todos los períodos hidrológicos. *Gyrosigma* y *Surirella* no se encontraron durante el período de aguas altas.

Schizodon fasciatus. Se observaron 38 estómagos de lisas con longitud total entre 17 y 37 cm. Los contenidos se separaron en 7 categorías alimenticias (Tabla 2): restos vegetales, frutos, semillas, insectos, larvas de insectos, arácnidos y escamas, definiendo sn dieta como omnívora. Los restos vegetales son la categoría alimenticia más significativa dentro de la dieta de la especie. Jiménez (1994) y Ruiz (1994) la ubican dentro de la misma categoría; Goulding et al. (1988), y Castro (1994) la definen como una especie herbívora.

Mylossoma duriventris. Es una especie omnívora. Dentro de su dieta se encontraron 9 categorías alimenticias: restos vegetales, frutos, semillas, flores, insectos, larvas de insectos, escamas, restos animales y heces. Se analizarou los contenidos de 32 estómagos, con una longitud total entre 11 y 32 cm. De las categorías encontradas las más representativas son los restos vegetales presentes durante todos los períodos hidrológicos (Tabla 2). Useche-L. et al. (1993) reportan que su alimento consiste en general de material vegetal terrestre, especialmente de frutos (73%) proveniente de la vegetación aledaña a los cursos fluviales.

Brycon melanopterus. Se observaron 49 contenidos estomacales de ejemplares con longitud total entre 28 y 46 cm, encontrándose 6 categorías alimenticias: restos vegetales, frutos, semillas, flores, insectos y materia orgánica. Se estableció para esta especie una dieta frugívora aunque dependiendo de la oferta ambiental puede consumir otro tipo de alimentos (Tabla 2).

Pterygoplichthys punctatus. Se analizaron 39 estómagos de individuos con longitud total entre 21 y 43 cm, con predominancia de barro y detritos, con importantes aportes de fitoplanctou representado por 4 clases y 21 géneros, siendo la clase Bacillariophiceae la más representativa con los géneros *Navicula, Pinnularia* y *Gyrosigma*. De zooplancton solo se observó la clase Rotifera con el género *Keratella* (Tabla 3).

Tabla 1. Categorías alimenticias por período hidrológico (PH) encontradas en *Prohilodus nigricans*, expresadas en porcentajes de frecuencias de ocurrencia (% FO) e índices de abundancia (Iab)

	PH1				PH2				PH3				PH4			
Taxones	N	% Iab	FO	% FO	N	% Iab	FO	% FO	N	% Iab	FO	% FO	N	% Iab	FO	% FO
BACILLARIOPHYCEAE																
Bacillaria									1750	1.14	3	5.26				
Cymbella									1460	0.95	11	19.3	580	2.6	9	15.8
Navicula	320	16.8	1	1.8	3290	31.6	8	14.0	24750	16.1	32	56.1	4590	20.5	11	19.3
Fragilaria									1455	0.9	15	26.3	40	0.2	7	12.3
Pinularia					250	2.4	2	3.5	19310	12.5	27	47.4	1300	5.8	11	12.3
Gyrosigma	820	43.2	1	1.8	1390	13.3	4	7.0	670	0.4	6	10.5				
Frustulia					1420	13.6	6	10.5	3290	2.1	9	15.8				
Synedra	30	1.6	1	1.8					2600	1.7	10	17.5				
Rhopalodia									190	0.1	1	1.7	1600	7.2	9	15.8
Gomphonema					310	3.0	3	5.3	2560	1.7	8	14.0	2020	9.0	8	14.0
Surirella	300	15.8	1	1.8	1280	12.2	2	3.5	30	0.02	1	1.7				
Ciclotella									70	0.05	2	3.5				
Closterium	200	10.5	1	1.8	950	9.1	2	3.5	14230	9.2	20	35.1	730	3.3	10	17.5
Cosmarium									750	0.5	3	5.3	70	0.3	7	12.3
Pleurosigma									100	0.1	1	1.7				
Nitzchia									330	0.2	1	1.7				
Coconeis									150	0.1	2	3.5				
Stauroneis									40	0.03	1	1.7				
CYANOPHYCEAE																
Oocystis									810	0.5	6	10.5	210	0.9	9	15.8
Anavaena	90	4.7	1	1.8					28740	18.6	19	33.3	3030	13.5	9	15.8
Nostoc									1220	0.8	5	8.8	250	1.2	8	14.0
Oscillatoria									24950	16.2	33	57.9	2530	11.3	8	14.0
Microcistis									50	0.03	1	1.7				
Merismopedia									10	0.01	2	3.5				
Nodularia									1170	0.8	9	15.8				
Gleocapsa									1310	0.8	8	14.0				
Lyngbia									1720	1.1	7	12.3				
Chrococus									430	0.3	2	3.5				
Eunotia									320	0.2	4	7.0				

Tabla 1. Continuación.

	PH1				PH2				PH3				PH4			
Taxones	N	% Iab	FO	% FO	N	% Iab	FO	% FO	N	% Iab	FO	% FO	N	% Iab	FO	% FO
CHLOROPHYCEAE																
Zignema	140	7.4	1	1.8	150	1.4	2	3.5	2180	1.4	10	17.5				
Ulothrix					70	0.7	1	1.8	4450	2.9	9	15.8				
Scenedesmus					80	0.8	1	1.8	181	0.1	3	5.3	110	0.5	7	12.3
Spirogyra									2239	1.4	12	21.0				
Desmidium									20	0.01	1	1.7				
Oedogonium									150	0.1	4	7.0				
Microspora									1600	1.0	3	5.3				
Pediastrum									80	0.05	3	5.3				
DINOPHYCEAE																
Gimnodinium									210	0.1	3	5.3				
Peridinium									10	0.01	1	1.7				
EUGLENOPHYCEAE																
Trachelomonas					1090	10.5	4	7.0	1910	1.2	15	26.3	1900	8.5	12	21.0
Phacus									2955	1.9	15	26.3	1082	4.8	12	21.0
Euglenas					140	1.3	3	5.3	1030	0.7	15	26.3	2113	9.4	11	19.3
ZYGOPHYCEAE																
Spirulina									570	0.4	2	3.5				
Staurastrum									20	0.01	1	1.7				
CILIOPHORA																
Paramecio									190	0.1	4	7.0				
Stylonichia									13	0.01	2	3.5				
ROTIFEROS									1760	1.1	23	40.3	200	0.9	9	15.8
CRUSTACEOS																
Anfipodos									60	0.04	2	3.5				
Cladóceros									10	0.01	1	1.7				
TOTAL	1900	100	7	12.3	10420	100	38	66.6	154301	100	378	663.2	22.235	100	157	275.4

Tabla 2. Contenidos estomacales de *Schizodon fasciatus, mylossoma duriventris y Brycon melanopterus,* en porcentajes de frecuencia de ocurrencia (%FO) y peso (%P) por período hidrológico.

	PH1			PH2			PH3			PH4		
Categoría alimenticia	FO	%FO	%P	FO	%FO	%P	FO	%FO	%P	FO	%FO	%P
Schizodon fasciatns												
Restos veget.	5	13.6	100	4	10.5	95.8	16	42.1	36.5	6	15.8	38.7
Frutos				1	2.6	0.9	12	31.6	27.9	1	2.6	1.7
Semillas	1	2.6	0				1	2.6	17.3	5	13.6	47
Insectos							6	15.8	0.6			
Larv. insec.							2	5.7	7.8	1	2.6	12.6
Arácnidos	1	2.6	0									
Escamas				1	2.6	3.3	1	2.6	9.9			
Mylossoma duriventris												
Restos veget.	4	7.5	100	5	9.4	50.7	18	34	31.4	8	15.1	77.2
Frutos							14	26.4	15.2			
Semillas				2	3.8	47.4	15	28.3	30	4	7.5	16.7
Flores							1	1.9	0.5	2	3.8	1.2
Insectos				1	1.9	0.5	4	7.5	0.6	3	5.7	1.3
Larv. insec.							2	3.8	0.2			
Escamas							3	5.7	1.6	1	1.9	3.4
Restos anim.							3	5.7	0.5			
Heces				1	1.9	1.4	2	3.8	20	2	3.8	0.2
Brycon melanopterus												
Restos veget.	1	5.3	100				2	10.5	3.6	2	10.5	52.9
Frutos							10	52.6	42.2	1	5.3	17.6
Semillas							1	5.3	36.7			
Flores							1	5.3	0.3	2	10.5	29.5
Insectos							2	10.5	7.6			
Heces							1	5.3	9.6			

Tabla 3. Categorías alimenticias encontradas en *Pterygoplichthys punctatus*, expresadas en porcentajes de frecuencias de ocurrencia (% FO) e índices de abundancia (Iab) por período hidrológico (PH).

Taxones	PH1				PH2				PH3				PH4			
BACILLARIOPHYCEAE	N	% Iab	FO	% FO	N	% Iab	FO	% FO	N	% Iab	FO	% FO	N	% Iab	FO	% FO
Cymbella									7775	5.5	17	43.6	50	2.9	11	28.2
Navicula	210	59.1	1	2.6	300	23.1	5	12.8	3200	22.9	21	53.8	750	43.4	11	28.2
Fragilaria									800	5.7	145	38.5	10	0.6	4	10.2
Pinularia					100	7.7	5	12.8	1662	11.9	21	53.8	460	26.6	11	28.2
Gyrosigma	75	21.1	1	2.6	60	4.6	3	7.7	590	4.2	20	51.3				
Rhopalodia	20	5.7	1	2.6					950	6.8	21	53.8	30	1.7	11	28.2
Gomphonema									230	1.6	11	28.2				
Ciclotella									610	4.4	4	10.3	60	3.5	4	10.2
Closterium									200	1.4	12	30.8				
Cosmarium													20	1.2	4	10.2
Hantzchia									4	0.02	4	10.3				
Coconeis									250	1.8	4	10.3				
CYANOPHYCEAE																
Anabaena	50	14.1	1	2.6	60	4.6	4	10.2	810	5.8	9	23.1				
Nostoc									530	3.8	16	41.0				
Oscillatoria					370	28.5	5	12.8	1815	13.0	4	10.3	20	1.2	4	10.2
CHLOROPHYCEAE																
Spirogyra									116	0.8	4	10.3				
Mougeotia									10	0.1	4	10.3				
Bumilleria									210	1.5	4	10.3				
Hormidium									250	1.8	4	10.3				
EUGLENOPHYCEAE																
Trachelomonas					410	31.5	5	12.8	440	3.1	15	38.5	190	10.9	11	28.2
Phacus									245	1.7	7	17.9	30	1.7	11	28.2
Euglenas									80	0.6	11	28.2				
ROTIFEROS									210	1.5	16	41.0	110	6.3	11	28.2
TOTAL	355	100	4	10.4	1300	100	27	69.1	20987	100	244	625.6	1730	100	93	238.2

Las estrategias alimenticias de estas especies están determinadas por el régimen hidrológico, coincidiendo el mayor número de categorías alimenticias con los períodos de aguas altas (mayor oferta ambiental), lo qne favorece la prodnctividad en general.

Coeficientes de vacuidad (Cv) y repleción (Rp). Como complemento al estudio de la dieta alimenticia de estas espcies, se calcularon los Cv y Rp, obteniéndose los siguientes valores porcentuales:

P. nigricans	Cv = 52.9, Rp = 47.1
S. fasciatus	Cv = 34.5, Rp = 65.5
M. duriventris	Cv = 39.2, Rp = 60.8
B. melanopterus	Cv = 38.8, Rp = 61.2
P. punctatus	Cv = 11.9, Rp = 88.1

A excepción de *P. nigricans*, en las demás especies se observó un mayor número de estómagos con alimento. El mayor número de estómagos vacíos se observó durante los meses de aguas bajas, en tanto que los estómagos con algún contenido alimenticio fueron más frecuentes en los períodos de aguas ascendentes y altas. A este respecto Walschburguer et al. (1990), dicen que los porcentajes de estómagos vacíos y con alimento son buenos indicadores de la oferta ambiental.

Estadios de madurez gonadal. Durante los muestreos a través de año se observaron ejemplares en todos los estadios de madurez, razón por la cual se pudo determinar las épocas de maduración y reproducción de las especies, a excepción de *B. melanopterus* de la cual no se colectaron ejemplares maduros, o cercanos y durante el período reproductivo. En su mayoría se encontraron ejemplares en estadios de maduración II y III.

Prochilodus nigricans, dominaron los estadios V y III, para los machos con 31 y 30; para las hembras con 38.7 y 19%, respectivamente.

Schizodon fasciatus, dominaron los estadios II, III y V para las hembras con 30.9, 23.6 y 19.1%, respectivamente; para los machos los estadios II y III con 79.2 y 12.5%.

Mylossoma duriventris, en las hembras dominaron los estadios II, III y V con 30.9, 23.6 y 19.1%, respectivamente; en los machos los estadios II y III con 79.2 y 12.5%.

Pterygoplichthys punctatus, en las hembras dominaron los estadios III y V con 42.64 y 23.2%; en los machos los estadio III con 51.4%.

Se determinó el período abril-noviembre como de maduración y diciembre-marzo como período de reproducción de las especies. Los períodos de reproducción coincidieron con los niveles altos del río, que favorecen los procesos migratorios de las especies en estudio, a excapción de *P. punctatus* considerada como una especie sedentaria.

Aspectos pesqueros

Según los datos obtenidos, se define la actividad pesquera en la zona como "de subsistencia" y en menor proporción "comercial artesanal". La primera ejercida por la mayoría de pescadores con la única finalidad de conseguir alimento para sus familias; la segunda ejercida por un número menor de pescadores entre temporales y permanentes, se sustenta en la captura de los grandes bagres.

Unidad Económica de Pesca (UEP). Según el arte de pesca utilizado, se definieron nueve UEP entre individuales y combinadas, de las cuales se presentan sus valores porcentuales respecto al total de embarcaciones muestreadas o esfuerzos.

UEP/individuales: vara de pescar 25.4, flecha 23.4, atarraya 14.8, malla estacionaria 13.1, malla rodada 12.1, línea de anzuelos 7.3, arpón 0.1%.

UEP/combinadas: flecha-vara de pescar 2.5, malla estacionaria-vara de pescar 1.3%.

Tabla 4. Especies de peces capturadas en las 6 áreas de pesca.

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	N. VULGAR
Clupeiformes	Clupeidae	Pellona sp.	Arenga
Osteoglossiformes	Osteoglossidae	Osteoglossum bicirrhosum	Arawana
		Arapaima gigas	Pirarocú
Characiformes	Characidae	Acestrorhinchus heterolepis	Perro
		Mylossoma duriventris	Palometa
		Brycon melanopterus	Sábalo
		Triportheus angulatus	Sardina
		Colossoma macropomum	Gamitana
		Piaractus brachypomus	Paco
		Serrasalmus nattereri	Piraña
		Serrasalmus rhombeus	Piraña
	Erythrinidae	Hoplias malabaricus	Dormilón
		Hoplerythrinus unitaeniatus	Chuyo
	Cynodontidae	Raphiodon vulpinus	Perro
		Hydrolicus scomberoides	Perro
	Prochilodontidae	Semaprochilodus amazonense	Yaraquí
		Prochilodus nigricans	Bocachico
	Curimatidae	Potamorhina altamazonica	Branquiña
		Curimata sp.	Cascuda
		Charax gibbosus	Dentón
	Anostomidae	Schizodon fasciatus	Lisa
		Rhytiodus argenteofuscus	Lisa
		Abramites hypselonotus	San pedro
Siluriformes	Doradidae	Oxydoras niger	Matacaimán
		Pterodoras granulosus	Bacú
	Pimelodidae	Pimelodella sp.	Picalón
		Sorubimichthys planiceps	Paletón
		Paulicea lutkeni	Pacamú
		Pseudoplatystoma fasciatum	Pintadillo
		Pseudoplatystoma tigrinum	Pintadillo
		Lejarius sp.	Barbudo
		Phractocephalus hemiliopterus	Pes torre
		Goslinia platynema	Baboso
		Brachyplatystoma flavicaus	Dorado
		Brachyplatystoma vaillanti	Pirabutóu
		Brachyplatystoma filamentosum	Piraiba
	Ageneiosidae	Ageneiosus brevifilis	Bocóu
	Hypophthalmidae	Hypophthalmus edentatus	Mapara
	Cetopsidae	Cetopsis sp.	Carnero
	Callichthyidae	Hoplosternum thoracatum	Chirui
	Callophysidae	Callophysus macropterus	Mota
	Loricariidae	Pterygoplichthys punctatus	Cucha
		Hypostomus plecostomus	Cucha
		Ancistrus sp.	Cucha
Perciformes	Sciaenidae	Plagioscion squamosissimus	Corvina
	Cichlidae	Cichla monoculus	Tucunaré
		Astronotus ocellatns	Carahuazú
		Cichlasoma festivum	Cará
		Cichlasoma bimaculatum	Bnjurqui
		Crenicichla sp.	Botello

Tabla 5. Composición porcentual de la captura por área de pesca.

ESPECIE	Area 1	Area 2	Area 3	Area 4	Area 5	Area 6	TOTAL	% TOTAL
Arawana					3.7		3.7	0.5
Arenga		0.3	1.5	0.1		0.3	2.2	0.3
Baboso		7.3	10.5	2.3			20.1	2.9
Bacú	1.9	2.9	4.1	0.5	0.4	8.0	17.8	2.5
Barbudo				2.6		5.3	7.9	1.1
Bocachico	2.4	3.7	6.2	5.8	8.8	7.4	34.3	4.9
Bocón		1.0	10.9	0.9		0.9	13.7	2.0
Botello						0.2	0.2	0.03
Branquiña	4.3	0.4	1.1	1.1	1.2	0.9	9.0	1.3
Bujurqui	0.3				5.4	2.6	8.3	1.2
Cará	0.6	0.4			1.9	1.2	4.1	0.6
Carahuazú	0.5	0.9	3.0	2.2	4.0	1.6	12.2	1.7
Cascuda			0.1	3.6	0.4		4.1	0.6
Chirui	0.8	0.3		0.3		0.3	1.7	0.2
Chuyo	0.2	2.9		1.4	2.2	7.5	14.2	2.0
Corvina	0.4		0.9	0.1		1.0	2.4	0.3
Cucha	1.2	1.7	4.3	9.5	7.0	6.2	29.9	4.3
Cucha 1	0.1			0.4			0.5	0.1
Cucha 2						0.1	0.1	0.01
Cucha 3	0.2						0.2	0.03
Cucha mama				3.0			3.0	0.4
Dentón				0.2	1.5	0.2	1.9	0.3
Dorado		40.0	8.0	7.0			55.0	7.9
Dormilón	0.8	0.6	2.4	0.3	4.7	2.8	11.6	1.7
Gamitana		9.0			6.6	8.0	23.6	3.4
Lisa	1.9	0.7	0.3	0.7	1.8	0.8	6.2	0.9
Lisa negra	0.9	0.4	0.5	0.7	1.6	0.4	4.5	0.6
Mantarayada		3.5	6.7	3.6			13.8	2.0
Mapará	1.3	0.3	2.1			0.4	4.1	[illegible].6
Matacaimán	0.3			0.3	1.8	0.5	2.9	0.4
Mojarra	0.1	0.1	0.3	0.2	0.2		0.9	0.1
Mota	0.2	5.5	19.1	0.3		0.5	25.6	3.7
Pacamú		18.9	1.1			16.3	36.3	5.2
Paco	0.6				3.8	5.1	9.5	1.4
Paletón		0.7				1.1	1.8	0.3
Palometa	1.3	0.7	0.3	0.8	2.0	0.7	5.8	0.8
Perro	0.3	0.1	0.4	0.5	2.8	0.2	4.3	0.6
Pez torre		10.0		30.0		4.9	44.9	6.4
Picalón	0.2		0.3	0.2	0.2	0.4	1.3	0.2
Pintadillo	1.6	13.5	6.7	7.8	9.8	18.2	57.6	8.2
Pirabutón			6.7	20.9			27.6	3.9
Pirahiba		4.0					4.0	0.6
Piraña	2.3	1.3	1.1	0.3	6.1	0.9	12.1	1.7
Pirarocú					40.0		40.0	5.7
Sábalo		2.9	0.9		1.1	0.2	5.1	0.7
San Pedro	0.2				0.4		0.6	0.1
Sardina	3.5	1.0	0.8	0.7	0.8	0.5	7.3	1.0
Senobia						0.7	0.7	0.1
Tucunaré	0.8		2.0		21.9	0.7	25.4	3.6
Yahuarache	1.7	0.5	0.1	0.2	0.3	1.4	4.2	0.6
Yaraquí	0.8	0.1			0.5		1.4	0.2
Yulillo	0.4	0.2			0.2		0.8	0.1
Otros	2.1	7.1	25.8	24.5	7.0	3.3	69.8	10.0
TOTAL	34.2	142.9	128.2	133	150.1	111.7	700.1	100
% TOTAL	4.9	20.4	18.3	19	21.4	16.0	100	

Tabla 7. Captura por unidad de esfuerzo de pesca (CPUEP) en el Lago Tarapoto (Area 5), por arte y nivel del río.

		CPUEP			
MESES	NIVEL DEL RIO (m)	FLECHA	VARA DE PESCAR	MALLA ESTAC.	FLECHA Y V. PESCAR
Oct.	5.7	1.5	0.3	10.0	
Nov.	6.7	0.7	1.8	10.0	
Dic.	8.8	1.2	6.7	10.9	
Ene.	8.5	3.7	1.6	5.6	10.7
Feb.	8.1	1.9	2.0	4.3	
Mar.	9.2	3.1	4.1		4.8
Abr.	10.6	2.8	2.2	3.4	8.4
May.	9.9	1.9	2.7		1.2
Jun.	8.6	8.1	2.4		
Jul.	6.4	2.7	3.2	2.7	5.4
Ago.	5.4	7.1	3.1		5.4

Tabla 8. Captura por unidad de esfuerzo de pesca (CPUEP) en San José (Area 2), por arte y nivel del río.

		CPUEP		
MESES	NIVEL DEL RIO (m)	VARA DE PESCAR	MALLA RODAOA	MALLA ESTAC.
Oct.	5.7			3.0
Nov.	6.7		7.7	
Dic.	8.8		11.4	
Ene.	8.5	0.9	5.4	0.9
Feb.	8.1	0.8	4.0	29.5
Mar.	9.2	1.0	12.0	
Abr.	10.6	0.4	12.6	
May.	9.9	0.7	8.1	
Jun.	8.6	0.5	8.0	8.7
Jul.	6.4	1.7	1.9	5.5
Ago.	5.4	3.7	4.2	3.7

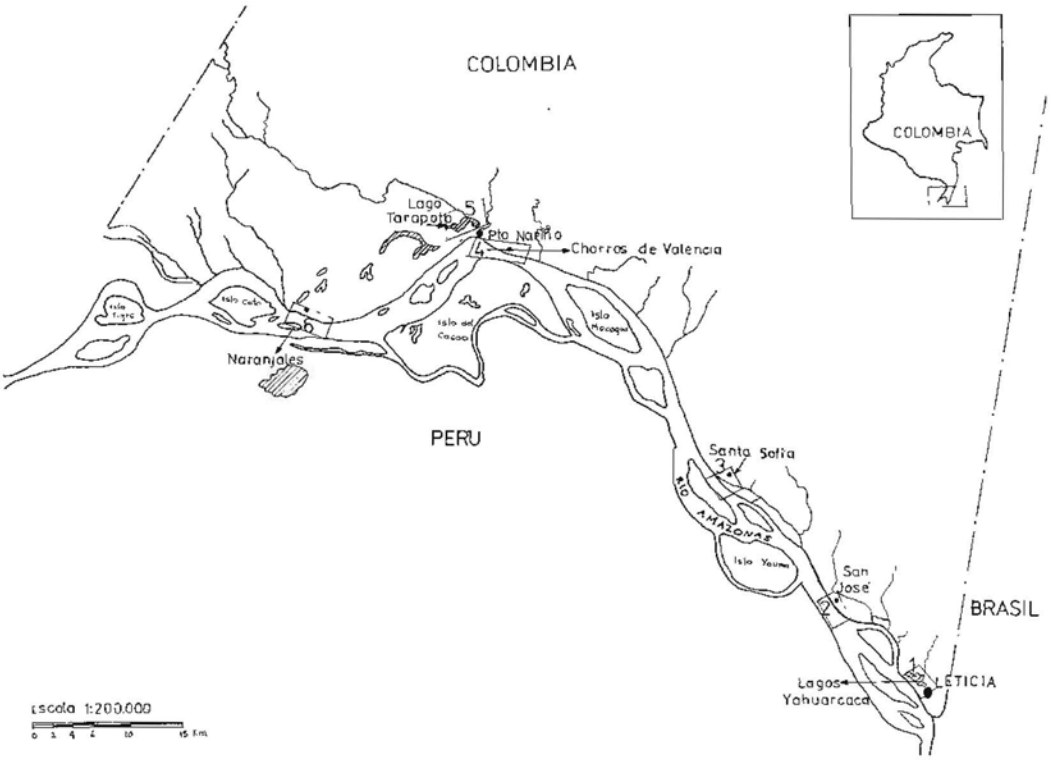


Figura 1. Localización de las áreas de pesca: Lagos de yahuarcaca, San José, Santa Sofía, Chorros de Valencia, Lago de Tarapoto y Naranjales.

Se consideran como artes básicas de todo pescador la flecha y la vara de pescar. La malla rodada de uso exclusivo sobre el río Amazonas se utiliza en la captura de los grandes bagres.

Composición de la captura. Se encontraron 50 especies pertenecientes a 18 familias y 5 órdenes. Las familias más representativas fueron: Pimelodidae, Cichlidae, Characidae y Serrasalmidae (Tabla 4).

Del total de especies encontradas se obtuvieron los valores promedio (Kg) como aporte a la captura y su correspondiente valor porcentual. Según esto los valores más altos fueron los aportados por las especies de cuero o bagres de la familia Pimedolídae: pintadillo, dorado, pez torre y pacamú con 8.2, 7.9, 6.4 y 5.2, respectivamente. Otras como el bocachico, la cucha, el tucunaré y la gamitana con 4.9, 4.3, 3.6 y 3.4, respectivamente (Tabla 5). En cuanto a las áreas de pesca los mayores aportes se observan en los lagos de Tarapoto (área 5) con 21.4 y San José (área 2) con 20.4, Chorros de Valencia (área 4) con 18.9 y Santa Sofía (área 3) con 18.3%.

Esfuerzo de pesca (E). Se obtuvo un total de 717 esfuerzos, distribuidos por área de pesca así: área 1/150 E, área 2/124 E, área 3/74 E, área 4/84 E, área 5/183 E y área 6/102 E.

Los datos de esfuerzo se relacionaron con el área de pesca, el período hidrológico y el arte de pesca utilizado, definiéndose los artes más representativos para cada área (Tabla 6). Se observa que el mayor número de esfuerzos se ejerce du-

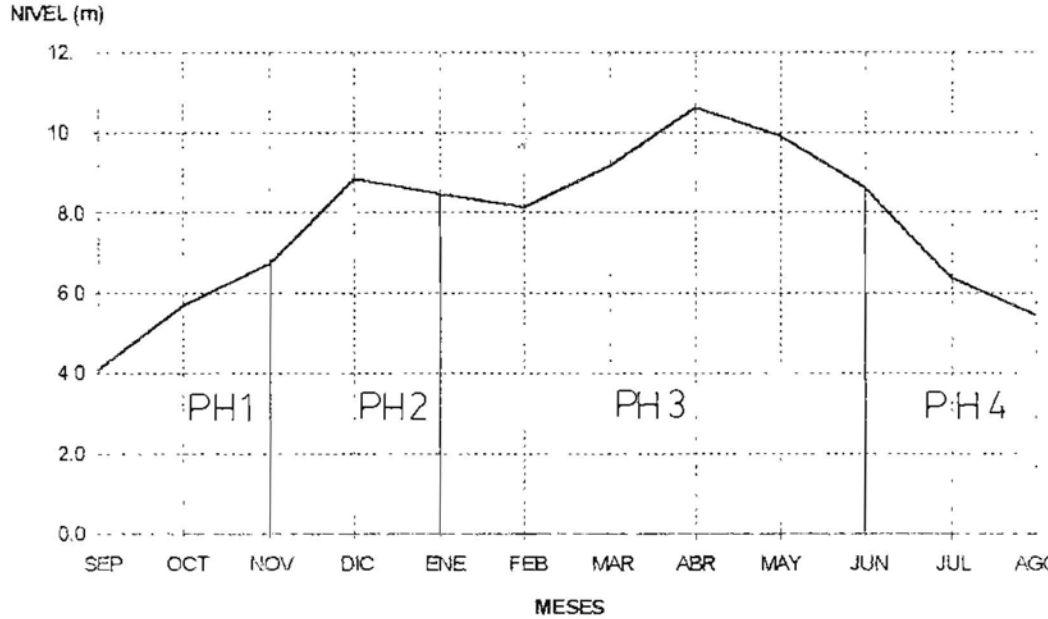


Figura 2. Registros de los períodos hidrológicos (PH) del río Amazonas, septiembre de 1994 - agosto de 1995, datos tomados en la estación de Nazareth (IDEAM) a 20 km al noroccidente de la ciudad de Leticia.

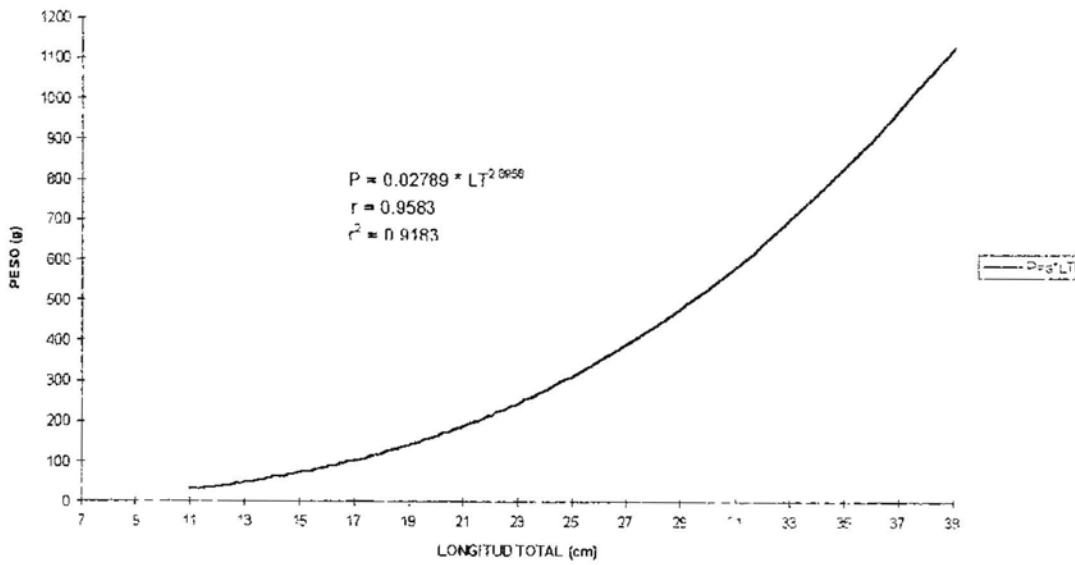


Figura 3. Relación longitud-peso de la palometa, *Mylossoma duriventris*.

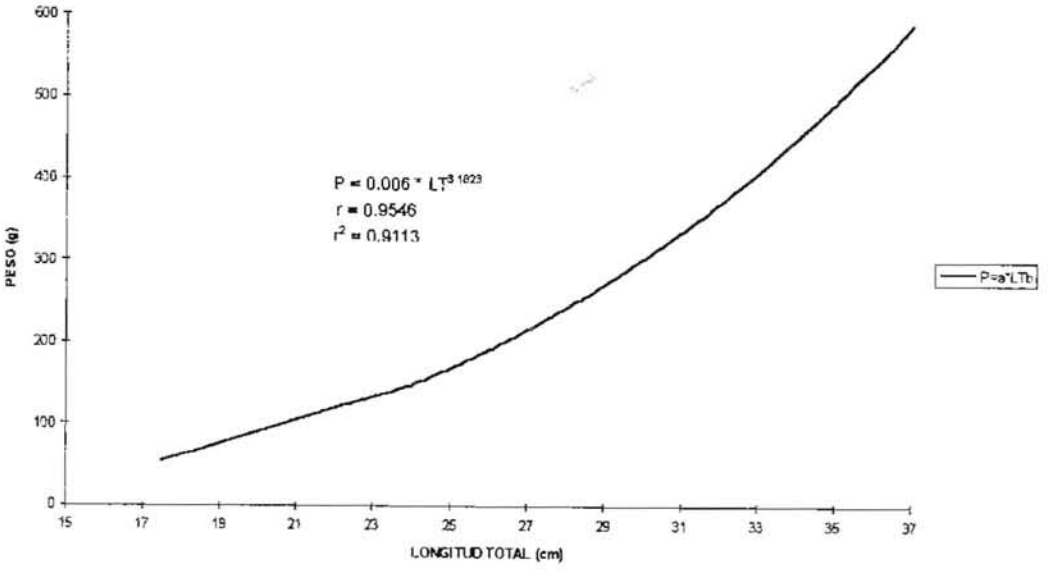


Figura 4. Relación longitud-peso de la lisa, schizodon fasciatus.

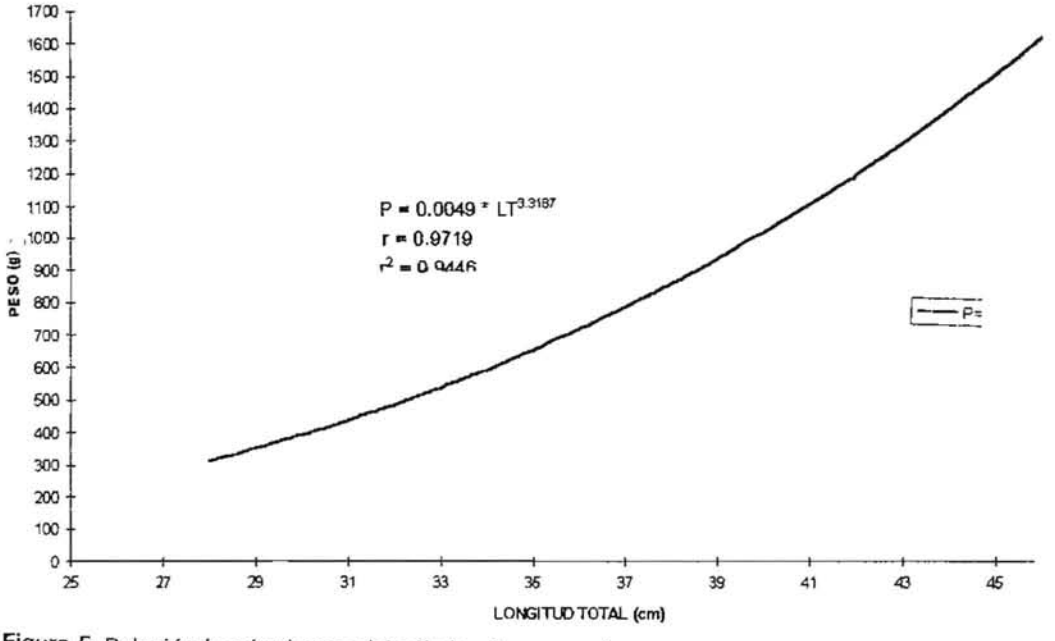


Figura 5. Relación longitud-peso del sábalo, *Brycon melanopterus*.

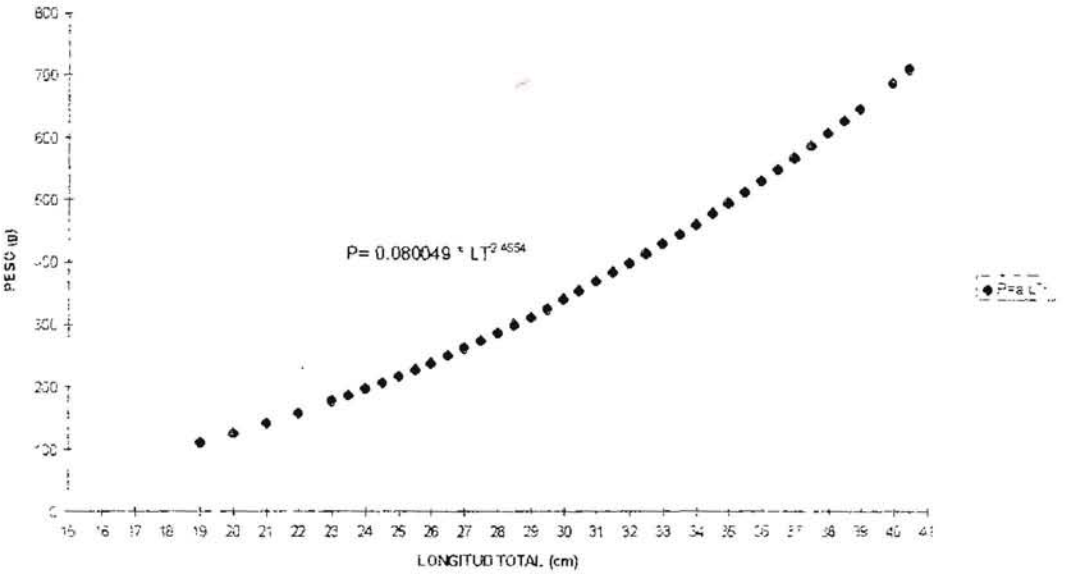


Figura 6. Relación longitud - peso del bocachico, *Prochilodus nigricans.*

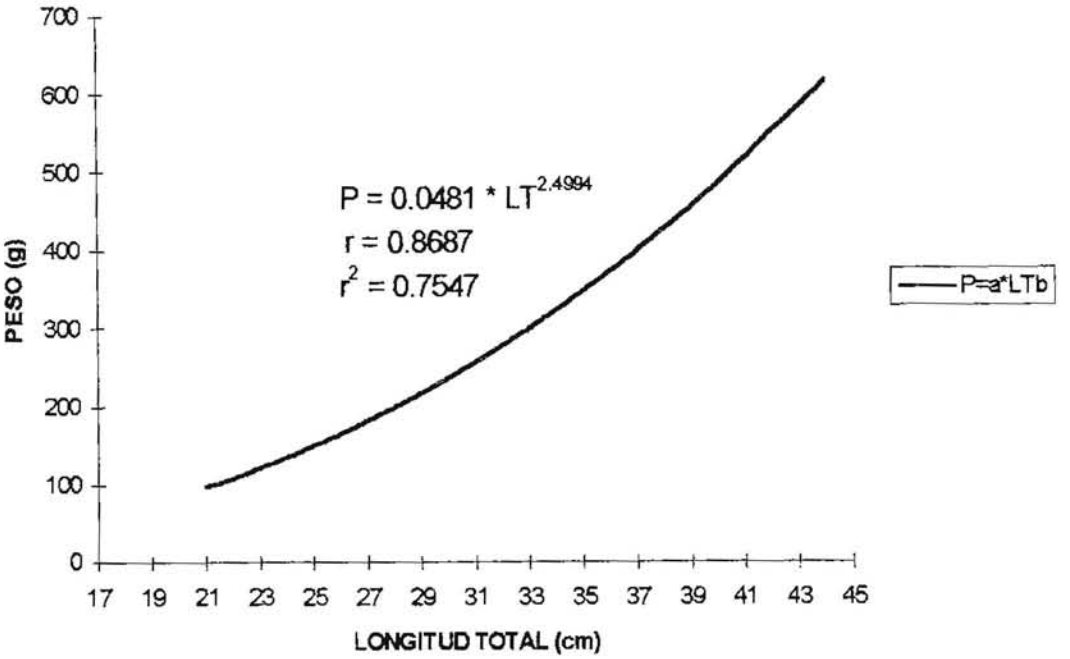


Figura 7. Relación longitud-peso de la cucha, *Pterygoplichthys punctatus.*

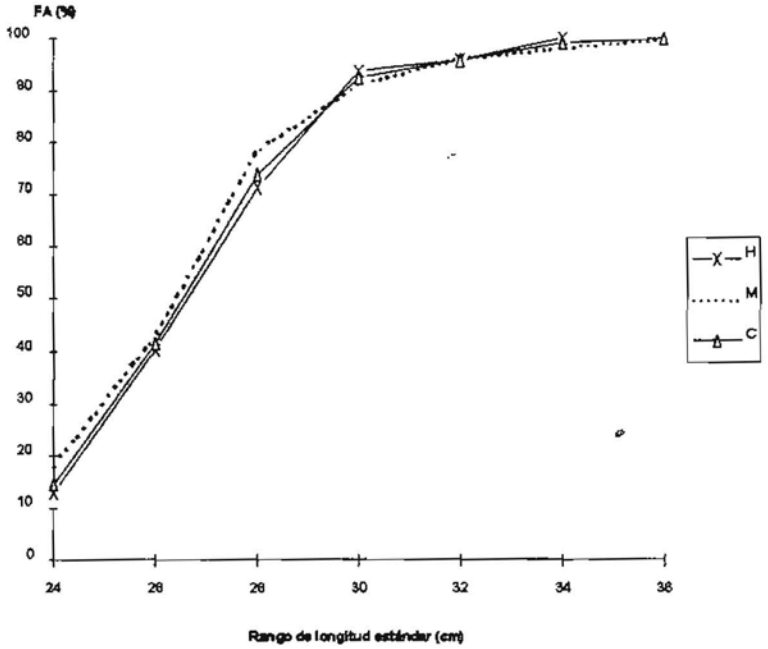


Figura 8. Tallas mínima y media de madurez sexual del bocachico, *Prochilodus nigricans*. FA: frecuencia acumulada, H: hembras, M: machos, C: sexos combinados.

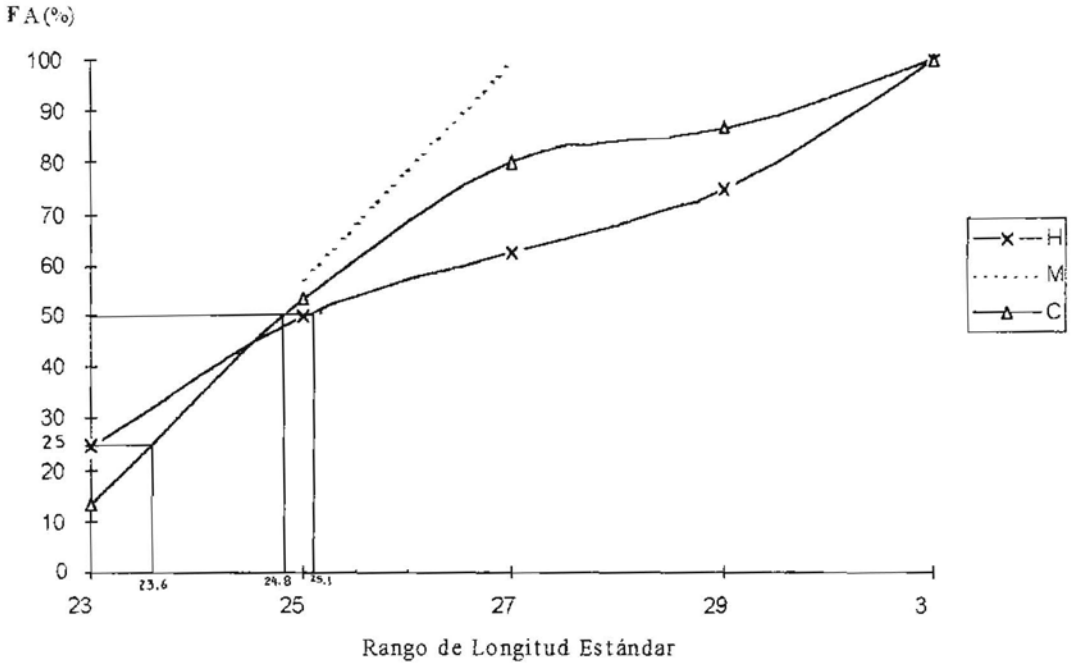


Figura 9. Tallas mínima y media de madurez sexual de la lisa, *schizodon fasciatus*. FA: frecuencia acumulada, H: hembras, M: machos, C: sexos combinados.

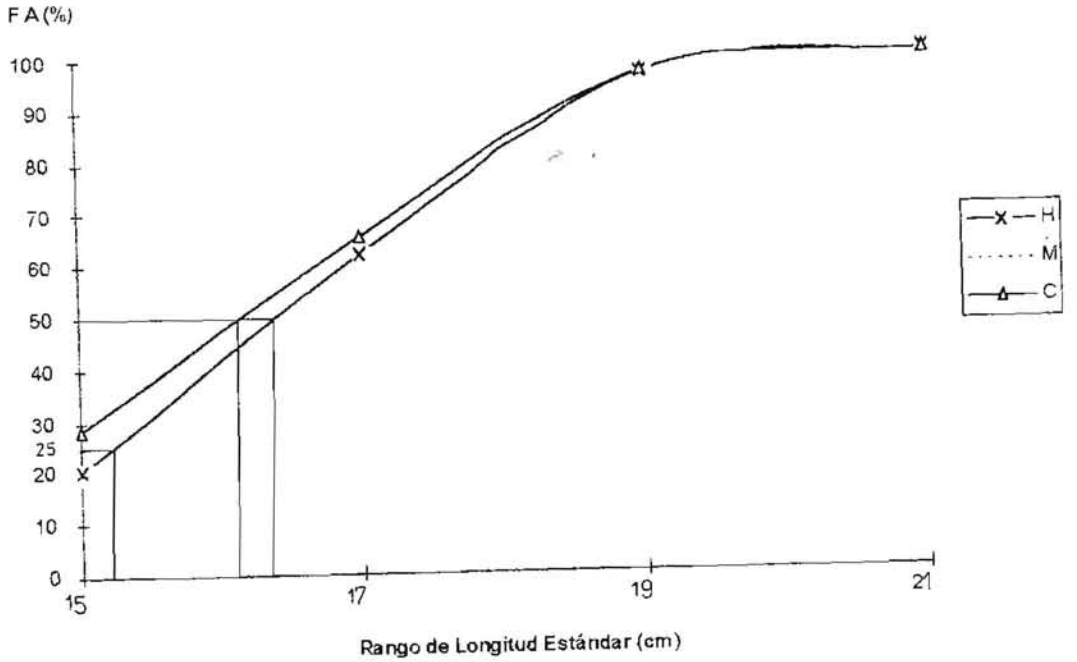


Figura 10. Tallas mínima y media de madurez sexual de la palometa, *Mylossoma duriventris*. FA: frecuencia acumulada, H: hembras, M: machos, C: sexos combinados.

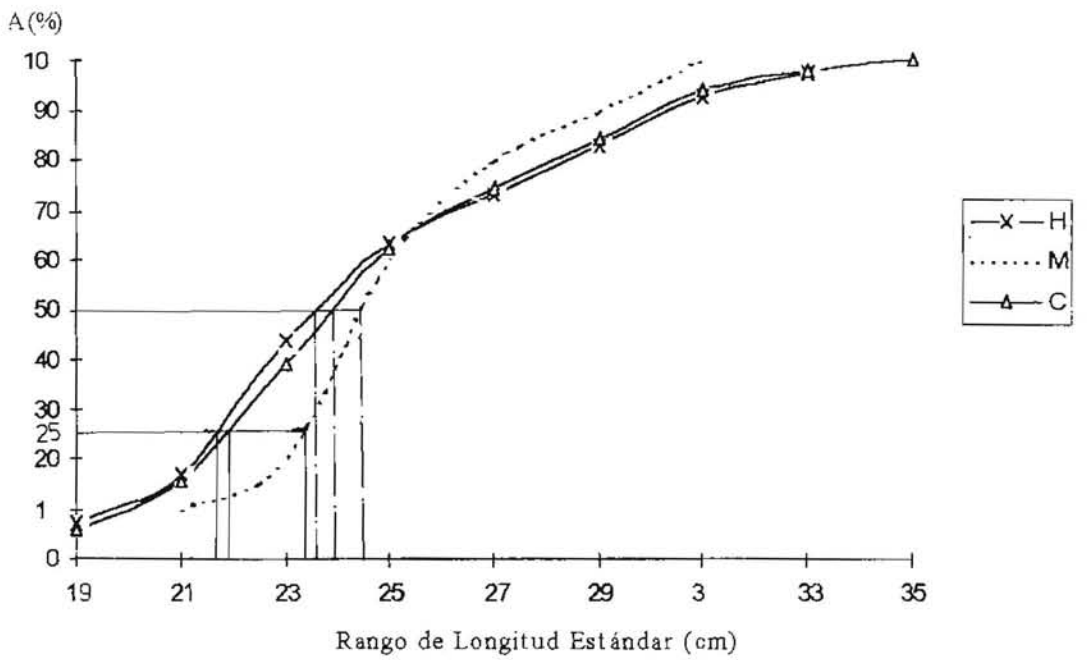


Figura 11. Tallas mínima y media de madurez sexual de la cucha, *Pterygoplichthys punctatus*. FA: frecuencia acumulada, H: hembras, M: machos, C: sexos combinados.

rante el período de aguas altas e igualmente en éste período hay mayor variedad en cuanto al tipo de arte pesquero utilizado, aumentan el número y duración de las jornadas de pesca, ésto buscando mayor efectividad en las capturas.

Captura por Unidad de Esfuerzo de Pesca (CPUEP). Se destacaron los aportes de las áreas 2 y 5 con valores de CPUEP de 90.2 y 98.3 Kg/día, respectivamente. Para éstas dos áreas se relacionaron los valores de CPUEP aportados por las artes más importantes con los niveles del río. Para el área 2 se encontró una relación entre las dos variables, hallándose un r de 0.73 para niveles vs malla rodada y 0.85 para niveles vs vara de pescar (Tabla 7 & 8). Para el área 5 no se encontró relación entre las variables es decir, los valores de la captura son independientes de la fluctuación del nivel de las aguas.

Agradecimientos

Por sus valiosos aportes, a Mauricio Valderrama Barco, especialmente en el análisis y tratamiento de los datos pesqueros. A Isabel C. Beltrán y Mónica Estrada por su colaboración y apoyo permanente en la fase de campo. A los pescadores de las comunidades donde se realizaron los muestreos, por su ayuda y cooperción en las jornadas de trabajo. La investigación se llevó a cabo a través del Departamento de Biología de la Universidad Nacional de Colombia, Seccional Bogotá. El trabajo de campo fue facilitado por el apoyo financiero y logístico dado por el INPA.

Referencias

BAGENAL, T. B. & F. W. TESCH. 1978. Age and growth. En T. Bagenal (ed.) Methods for assessement of fish production in fresh waters. IBP Handbook No.3, erd. ed. Blankwell Scientific Publications. Oxsford, London, Edinburgh, Melbourne. p. 101-136.

CALA, P., C. PEREZ & I. RODRIGUEZ. 1996. Aspectos bioecológicos de la población de capaz, *Pimelodus grosskopfii* (Pisces: Pimelodidae), en el embalse de Betania y parte alta del río Magdalena, Colombia. Rev. Acad. Col. Cienc. Exactas, Fís. Nat. 20(77):319-330.

CASTRO, D. 1994 Peces del Río Putumayo sector de Puerto Leguizamo. Corporación Autónoma Regional del Putumayo. Mocoa-Colombia. 174 p.

DIAZ, J. 1988. Claves taxonómicas para la identificación de organismos de agua dulce. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja. Colombia.

ESPINOZA, V. 1972. La biología y pesca de la corvina (*Cynoscion maracaiboencis*) del lago de Maracaibo, Serv. Rec, Explot. Pesq. 2(3):132-140.

GOULDING, M., M. CARVALHO & E. FERREIRA. 1988. Río Negro: rich life in poor water. SPB Academic Publishing. 200 p.

INSTITUTO DE ESTUDIOS AMBIENTALES Y METEOROLOGIA (IDEAM). 1994-1995. Datos hidrológicos en la estación Limnométrica de Nazareth, Amazonas.

JIMENEZ, L. F. 1994. La comunidad íctica presente en la zona de los gramalotes ubicados sobre el margen colombiano del río Amazonas. Trabajo de grado Dept. de Biología; Universidad Nacional de Colombia, Seccional Bogotá.

NEEDHAM, J. & P. NEEDHAM. 1982. Guía para el estudio de los seres vivos de las aguas dulces. Edit. Reverté S.A., Barcelona. España.

PREJS, A. 1981. Métodos para el estudio de los alimentos y las relaciones tróficas de los peces. Universidad Central de Venezuela y Universidad de Varsovia. Polonia, Caracas. 129 p.

ROLDAN, G. 1989. Manual de limnología. Ediciones previas. No. 17. Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia.

RUIZ, O. 1994. Algunos aspectos de la biología de cinco especies ícticas *P. nigricans* (Agassiz, 1829), *M. duriventris* (Cuvier, 1818), *B. melanopterus* (Cope, 1871), *S. fasciatus* (Agassiz, 1829), *P. punctatus* (Günter, 1864) y caracterización básica del mercado pesquero de Leticia. Trabajo de grado Dept. de Biología. Universidad Nacional de Colombia, Seccional Bogotá.

USECHE-L, C., P. CALA & H. HURTADO-R. 1993. Sobre la ecología de *Brycon siebenthalae y Mylossoma duriventris* (Pisces: Characidae), en el río Cafre, Orinoquia. Caldasia 17(2):341-352.

WALSCHBURGUER, T., C. MONJE & D. MUÑOZ. 1990. Importancia de los bosques inundables para el recurso pesquero en la amazonía colombiana. Fundación Puerto Rastrojo. Bogotá, Colombia.

WINDELL, J. T. & S. H. BOWEN. 1978. Methods for estudy of fish diets based on analysis of estomach contents. En T. Bagenal (ed.) Methods for assessment of fish production in fresh waters (3rd. ed.) IBP. Handbook No 3. blakwell Scientific Publ., Oxford et al. p. 219-226.

AVANCES EN REPRODUCCION INDUCIDA DE SILURIDOS

JOSÉ ARIEL RODRÍGUEZ P.
Biólogo UN Director Acuacultura Las Brisas,
Docente IALL-UNILLANOS. A.A. 3540. Villavicencio, Colombia

Resumen

En los últimos años la reproducción de peces ha sido objeto de numerosos estudios, llevando a la piscicultura a constituirse en uno de los renglones de mayor proyección en el sector agropecuario. De este desarrollo no se han marginado los Silúridos. Así, ejemplares juveniles de bagres, producto de la pesca artesanal en el río Meta (Orinoquia Colombiana), se acondicionaron a estanques piscícolas, algunos de ellos se mantuvieron en compañía de tilapia roja, alimentada esta con concentrados (25% proteina).

Las especies así mantenidas han sido bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*), cajaro (*Phractocephalus hemioliopterus*) y el paletón (*Sorubim planiceps*). Las dos primeras especies alcanzaron la madurez y respondieron positivamente a la hipofisación obteniéndose alevinos. Otros bagres, mapurito (*Callophysus macropterus*) y el yaque (*Leiarius marmoratus*) aceptaron concentrados comerciales, alcanzando la madurez sexual pero dando respuestas parciales a la hipofisación, obteniéndose alevinos únicamente de *C. macropterus*. Además, se han manejado en estanques en tierra ejemplares de cucha mariposa (*Pterygoplicthys sp*) y de curito (*Hoplostermun litorae*), estos se reproducen libremente y se aceptan concentrado en la dieta.

Introducción

Son los silúridos los peces de mayor valor económico en las pesquerias del Orinoco, generalmente representados en grandes especies pertenecientes a los géneros: *Brachyplatystoma, Goslina, Paulicea, Phractocephalus, Pseudoplatystoma;* todos ellos con hábitos predominantemente carnívoros, como también por bagres de menor tamaño y de hábitos omnívoros, entre otros están los géneros *Callophysus, Leiarius, Pimelodus, Pinirampus, Sorubim.*

A pesar de la riqueza íctica de la cuenca del Orinoco y específicamente en su afluente el Meta, su abundancia ha venido declinando por las alteraciones del habitat, la sobrepesca. En los últimos años se han hecho reportes sobre la reproducción en cautiverio de bagre rayado (*P. fasciatum*), cajaro (*P. hemiliopteros*), blanquillo (*Surubim lima*), mapurito (*C. macropterus*). De las cuatro especies, tres se han logrado manejar en Acuacultura las Brisas.

Metodología

Instalaciones. La estación piscícola "Acuacultura Las Brisas", ubicada en la Vereda la Unión (kilómetro 14 vía Villavicencio-Acacias), con una temperatura promedio de 25.5 C., pluviosidad 4580 mm., humedad relativa 76% y una altura de 400 m.s.n.m; cuenta con laboratorio, cuatro salas de manejo y 60 estanques que cubren 6.5 Ha en espejo de agua. La fuente principal de suministro hídrico son pozos semiprofundos.

Pie de cría. Los ejemplares de *P. fasciatun, P. hemioliopterus, S. planiceps, C. macropterus, L. marmoratus,* se obtuvieron de las pescas comerciales en el río Meta, en cercanías de Puerto López y Puerto Gaitán, en el Departamento del Meta. Todos ellos fueron transportados en canecas plásticas desde el sitio de captura a la estación, con relación máxima en transporte de 3.5 kg/20 litros de agua. Luego de cuarentenados se sembraron en estanques de tierra en dos grupos. El primero con tilapia roja, en libre reproduc-

ción, (*P. fasciatum, P. hemiliopterus* y *S. planiceps*). El segundo se sembró con parentales de cachama (*Piaractus*), *C. macropterus* y *L. marmoratus*.

Reproducción. Hay dimorfismo sexual en la papila genital y generalmente son las hembras las de mayor tamaño. En todos los casos se han hecho muestreos de las hembras mediante biopsia ovárica y se tratan las muestras obtenidas con líquido de serra. En caso de encontrar ovocitos maduros se procede a hipofisar usando dosis 0.5 y 4.5 mg/kg extracto de carpa; peso vivo con intervalos de ocho (8) horas. Además se usó acetato de buserrelina (análogo Gn Rh). Cuando se han obtenido óvulos maduros, su fecundación se ha realizado por extrucción gonadal y fertilización en seco. Durante las prácticas de desove los animales se tranquilizaron con 0.03 ml de quinaldina/litro de agua de 4 a 5 minutos.

Alevinaje. Los huevos se llevaron a incubadoras cónicas de tela, de flujo vertical y woynarovich. El levante de larvas y alevinos se efectuó en piletas circulares (3 m de diámetro), piletas cuadradas (2 X 25 m.), acuarios (40 litros), con recambio, aireación y estanques en tierra.

Resultados y discusión

Instalación. Los adultos se comportan muy bien en general en los estanques de tierra. En las salas de manejo toleran los tratamientos profilácticos (50 ppm de formol y 0.07 ppm de verde de malaquita). No mostraron reacciones negativas a dosis de 15-20 mg/Kg de succinato de quemicetina. Sin embargo cuando permanecen por más de dos semanas en las piletas de cemento, se presentaron pérdidas de los barbicelos y además mostraron lesiones en la piel. En las especies carnívoras casi siempre que se traen de los estanques a las salas de manejo, algunos adultos regurgitan tilapias en proceso de digestión.

Maduración. En los machos se logra la espermización en dosis combinadas de 0.5 mg/kg de estracto crudo de hipófisis EPC con 5 X 10 (-5) mg/kg acetato de buserrelina y 0.5 ml/Kg de metoclopramida (Tabla 1). A pesar de que *C. macropterus* mostró semen, se ha requerido hacer cirugía para extraer una gonada y macerarla.

Tabla 1. Resultados de la espermización en machos tratados.

Especie	Peso (gr)	Tratamiento	Resultado
P. fasciatum	750-300	EPC + Buserrelina Metoclopramida	Semen 2 días
P. hemioliopterus	1500-4000	EPC + Buserrelina Metoclopramida	Semen 2 días
S. planiceps	2000	EPC + Buserrelina Metoclopramida	No mostró semen
C. macropterus	1500-2500	EPC + Buserrelina Metoclopramida	Semen 2 días
L. marmoratus	1500-2000	EPC + Buserrelina Metoclopramida	No mostró semen

En las hembras se logró la maduración final y ovoposición con EPC + BUSERRELINA, entre los 208-240 grados, hora después de la útima dosis (Tabla 2).

Tabla 2. Resultados de la maduración y ovulación en hembras tratadas.

Especies	Peso (gr)	Tratamiento	Resultado madur/ovul
P. fasciatum	2000-6000	EPC + Buserrelina	208 gr/hor
P. hemioliopterus	8000	EPC + Buserrelina	240 gr/hor
S. planiceps	2000	EPC + Buserrelina	No
C. macropterus	2000-2500	EPC + Buserrelina	230 gr/hor
L. marmoratus	2000	EPC + Buserrelina	235 gr/hor

Durante las biopsias se observó aumento del diámetro más o menos 700 a 950 micras y de oocitos en posición migrando pasaron a periféricos. En algunos casos se llegó rápidamente a condición atrésica (*L. marmoratus*). No se observó cambio alguno en los oocitos de *S. planiceps*.

En el último año ha sido posible inducir en dos ocasiones una misma hembra (600 gr) de *P. fasciatum*, con resultado positivo en las dos ocasiones; abril 21 y agosto 5 de 1995 con 6 y 8 litros de huevos respectivamente.

Alevinaje. Los oocitos en el momento del desove son esféricos, de color amarillo, no adhesivos, con diámetros entre 850 y 1200 mm.

Después de la fecundación en *P. fasciatum*, *P. hemioliopterus* y *C. macropterus*, los oocitos se hidratan, mostrando doble membrana, un espacio perivitelinico y corión denso. Pasadas dos horas se observa la tercera división en el polo animal y una gran tendencia a agruparse; a las tres (3) horas, mórula; a las cinco (5) horas, blástula; a las nueve (9) horas, neurula. Entre las 15 y 18 horas, ocurre la eclosión con la participación activa de la larva, pero en algunos casos *P. fasciatun* y *P. hemioliopterus*, las envolturas coriónicas, dificultan el proceso siendo necesaria la aplicación de enzimas papaverina o tratamiento a los huevos con taninos. De las 30-35 horas aparecen las barbillas maxilares. Los barbillones maxilares y mentonianos ya están formados a las 50 horas en *P. fasciatum* y *P. hemioliopterus*; a las 72 horas se observan proyecciones maxilares a manera de dientes y son capaces de comer *artemia*, aún sin haber reabsorbido el saco vitelino. Después del cuarto día el saco vitelino es absorbido completamente y se ha formado la aleta adiposa. Además presentan pigmentación café oscura. Su alimento principal es zooplancton. Larvas de *P. fasciatum* y *P. hemioliopterus*, huyen de la luz, amontonándose en las esquinas de acuarios y piletas o hacen densos grupos.

Alevinos

Crecimiento. *P. fasciatun* y *P. hemioliopterus*, mayores de dos cm, se alimentan de insectos (*Noctonectidae, Chaeborus, Culicidae*); aceptan una papilla obtenida de moler y licuar peces grandes, proferencialmente huevos, larvas y pececillos de menor talla (canivalismo). En *C. macropterus* se acepta concentrados molidos (de alto nivel protéico) (Tabla 3).

Tabla 3. Resultados del crecimiento de rayado, cajaro y mapuro en estanques.

DIAS	RAYADO (*P. fasciatum*)		CAJARO (*P. hemioliopterus*)		MAPURO (*C. macropterus*)	
Cultivo	Peso (g)	Cms	Peso (g)	Cms	Peso (g)	Cms
0	7.5	8.7	12.1	7.3	15.4	9.5
15	60.3	13.7	49.2	12.7	23.8	11.7
30	77.1	16.1	53.7	15.0	35.9	12.3
45	130.6	23.2	64.0	17.1	93.9	14.6
60	268.9	37.0	245.0	25.5	139.3	23.3
75	428.0	49.2	660.0	37.6	297.0	38.0
90	848.0	61.1	830.0	52.0	416.0	47.6

Referencias

CONTRERAS, P. J. & J. CONTRERAS. 1989 a. Resultados preliminares de la reproducción inducida del bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*) Linnaeus, 1766. INDERENA, proyecto Estación Piscicola San Silvestre. Investigaciones. p. 13-22.

CONTRERAS, P. J. & J. CONTRERAS. 1989 b. Desarrollo embrionario y larval del bagre rayado (*Psudoplaystoma fasciatum*) linnaeus, 1766 (Pisces, Pimelodidae) INDERENA, proyecto Estación Piscicola San Silvestre, investigaciones. p. 23-36.

GARZON, J. F. & M. VALDERRAMA. 1982. Análisis de la captura comercial de peces de consumo, su conservación, transporte, producción y valor de la pesca en el sistema de la orinoquia. Divulgación pesquera INDERENA XVI(1).

GODINHO, H., N. FENERICH & M. NARAHARA. 1978. Desemvolvimento embrionario e larval de Rhandia hilarii, Val. 1840 Siluriformes, Pimelodidae). Rev. Brasil. Biol. Rio de Janerio 38(1): 151-156.

KOSSOWSKI, C. & F. MADRID. 1985. Ensayo de la reproducción inducida en el bagre rayado cabezón (*Pseudoplatystoma fasciatum*). Linnaeus, 1766 (Pisces, Siluriformes). Acta Científica venezolana 36:284-285.

KOSSOWSKI, C. 1981. Experiencias iniciales sobre la hibridización de (*Leiarius marmoratus*) Gill 1871 por (*Pseudoplatystoma fasciatum*) Linnaeus, 1766 (Pisces, Siluriformes, Pimelodidae), Acta Científica Venezolana 42:48-50.

LUCHINI, L. & C. RANGEL. 1981. Reproducción inducida y desarrollo larval del Bagre Negro Rhandia sapo. Val. 1840. Rev. Asociación Ciencias Naturales Litoral 12:1-7.

LUCHINI, L. 1988. Cultivo y reproducción de bagre negro *catfish sudamericano*. Red Acuicultua Boletín 2(1 y 2):24-25.

PARDO, B. E. 1995. Revisión y compilación sobre técnicas de reproducción inducida de silúridos de la cuenca del Orinoco. Tesis Zootecnista. Facultad de MVZ de la UN de Colombia.

RODRIGUEZ, J. A. & A. MENDEZ. 1989. Reproducción inducida en cachama con buserrelina (*Piaractus brachipomun*) Cuvier 1818. Rev. SIALL. 6(1):7-11.

RODRIGUEZ, J. A. & G. NIELSEN. 1990. Ensayos de la reproducción y alevinaje del bagre rayado (*Pseudoplatistoma fasciatum*) Linnaeus, 1766. Rev. Ciencia y Tecnología. Unillanos (12):20-23.

RODRIGUEZ, J. A. 1994. Reproducción inducida del Cajaro (*Phractocephalus hemiolepterus*) Blonch Schneider, 1810: VII Congreso Latinoamericano de Acuicultura, p. 229-232. Santafé de Bogotá.

HISTORIA NATURAL DEL ROLLIZO *Piabucina* sp. (PISCES, LEBIASINIDAE) EN LA CUENCA DEL RIO LA VIEJA, ALTO CAUCA

CÉSAR-ROMÁN VALENCIA
Universidad del Quindío, Facultad de Ciencias Básicas
Programa de Biología, A.A. 460, Armenia

Resumen

Este trabajo sobre características de la biología de *Piabucina* sp. en la cuenca del río La Vieja, alto Cauca, incluye tópicos tales como fecundidad, talla promedio de madurez sexual, relación longitud-peso, parasitismo, desarrollo de gónadas, habitat e ictiofauna acompañante.

Palabras Clave: Biología, Piabucina sp., Pisces, Lebiasinidae, Alto Cauca.

Abstract

Te natural history of *Piabucina* sp. in Cauca river basin is presented, included are such aspects as fecundity, mean size of maturity, and length - weight relationship, parasites, development.

Introducción

El género *Piabucina*, se distribuye en los Andes de Colombia. Habitan en pequeñas quebradas secundarias, localizándose en charcos o remansos, caracterizados por abundante vegetación ribereña, donde logran escondersen de los predadores. Estos habitats, al igual que ríos y lagos, constituyen el 0.6% del total (2.58%) del agna dulce de la tierra (Carpenter et al. 1992); además son los ambientes mas vulnerables a las perturbaciones antrópicas (Power et al. 1988). Estos ecosistemas son autotróficos en el sentido energético, o sea que la autotrofia juega un papel muy importante en el ciclo de vida de las comunidades de organismos que los sustentan (Minshall, 1978). Eu la región estas fuentes de agua son importantes para el abastecimiento de las actividades agrícolas y domésticas de las fincas y para pequeños riegos agrícolas.

Sobre la Biología de las especies de *Piabucina*, poco se conoce: Taphorn y Lilyestrom (1980), citan algunas observaciones sexuales, tróficos, taxonómicas y del habitat de *Piabucina erythrinoides* del lago Maracaibo, Venezuela; Zareth y Rand (1971), Kramer (1978) describen y analizan observaciones hechas sobre hábitos alimenticios y aspectos reproductivos en *Piabucina panamensis* de Panamá. En los únicos trabajos (Román-Valencia y Vélez 1986; Román-Valencia 1993) que se relacionan con la biología de *Piabucina* sp. del alto Cauca, solamente se registran algunas observaciones no conclnyentes acerca de su hábitat, comportamiento, fecundidad y desoves. En Román-Valencia (1988) se registra para la cuenca del río la Vieja, anotándose que se trata de una nueva especie.

El propósito de esta investigación se enmarca en determinar las características biológicas de *Piabucina* sp. a partir de un análisis de su madurez sexual, sexo, índice gonadosomático, caracteres sexuales secundarios, fecundidad, el factor de condición, relación peso-longitud, composición de la ictiofauna acompañante, abundancia relativa, parasitismo, además determinar algunos parámetros físicos y químicos del ambiente acuático y descripción del habitat de la especie.

Métodos y materiales

Utilizándose caña de pescar y anzuelos, red de arrastre y nasa se realizaron capturas diurnas entre junio de 1990 y junio de 1995 en pequeños afluentes secundarios de los ríos Espejo, Quindío, Barragán y La Vieja (Figura 1). El 13 de octubre de 1994 se realizó una salida nocturna a la quebrada Guaruya. afluente quebrada Cristales, cuenca río La Vieja, Maravélez. En total se examinaron 298 ejemplares. Las disecciones se efectuaron en el laboratorio de Biología de la Universidad del Quindío, Armenia, a ejemplares frescos a través de una incisión medio-ventral del cuerpo, a partir de la abertura urogenital, hasta los radios branquiostegales, de tal manera, obtener gónadas para determinar el sexo. Excepto las pruebas estadísticas (Sokal y Rohlf 1969), en general, se siguen los métodos y técnicas descritas en Ricker (1971) y Laevastu (1980).

En todas las estaciones de trabajo se tomaron muestras diurnas de aguas para determinar parámetros físicos y químicos, siguiendo las recomendaciones de la Apha (1975) con una frecuencia promedio de seis muestras. Además se midió el ancho y la profundidad, substrato, color visual del ambiente acuático en la totalidad de los sitios de trabajo.

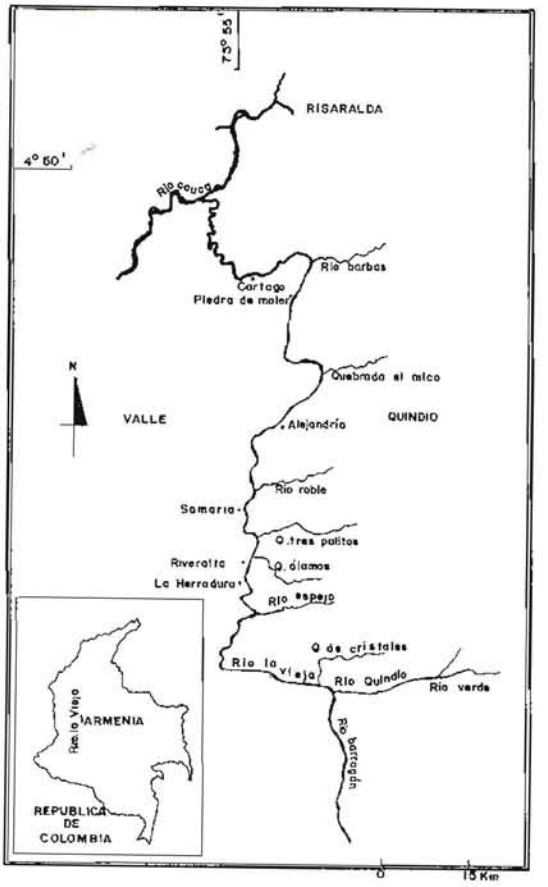


Figura 1. Localización de la cuenca del río La Vieja, alto Cauca.

Resultados y discusión

Descripción del hábitat de *Piabucina* sp. La especie habita en pequeñas quebradas o corrientes de agua de tipo secundario en la cuenca del río la Vieja,de ancho promedio de 185.3 cm y profundidad 49.7 cm (Tabla 1). Charcos y rápidos o chorros forman un gradiante moderado de flujo permanente durante el año y un substrato estructurado por arena, piedras o rocas y material vegetal en descomposición y lodo (Tabla 1). No hay macrofitos acúaticos, pero sus riberas estan cubiertas de vegetación arbustiva con dominancia de Matandrea *Hedichum coronarium* y por *Penisetum purpureum* (Poaceae). La mayoría de estos habitat estan en medio de selvas de guadua *Guadua angustifolia*. El agua es típicamente cristalina o clara, pero después de una tempestad o lluvia de un día se observa turbia o gris. Estos hábitats entre otros, son los primeros en experimentar la precipitación (Carpenter et al. 1992). La temperatura superficial del agua osciló entre 20.8°C (octubre) y 23.7°C (junio), mientras que la temperatura ambiente osciló entre 21.1°C (junio) y 27°C (diciembre y enero); el oxígeno disuelto fluctuó entre 3.9 mg/l en octubre y 6.3 mg/l en mayo, el pH estuvo alrededor de la neutralidad (Tabla 1). Las poblaciones se caracterizan por ocupar los tramos finales de las quebradas, en una longitud de 100 a 200 m, principalmente en charcos o remansos que

Tabla 1. Parámetros físicos y químicos del habitat de Piabucina sp., cuenca río La Vieja, alto río Cauca, 1990-1995. Promedios entre paréntesis.

Parámetro	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Temperat. Superf. (°C)	21-23(21.8)	20-22(21.2)	22.5-27(22.8)	20-25(21.3)	21-22(21.7)	21-27(23.5)
Temperat. Aire (°C)	25-33(27.2)	25-29(26.8)	21-31(26.1)	23-35(26)	20-25(22.5)	20-29(21.2)
Oxígeno disuelto (mg/l)	1.7-6.4(4.4)	4.2-7.0(5.4)	2.7-9.0(5.5)	3.7-7.0(5.3)	5.0-7.0(6.3)	1.8-9.0(5.0)
pH	7.14(7.14)	7.4-7.9(7.7)	7.1-7.4(7.3)	7.1(7.1)	6.6-7.0(6.8)	6.9-7.4(7.2)
Profundidad (cm)	28-60(40.4)	26-74(42.8)	29-140(71.3)	27-80(43)	20-90(45)	30-138(82.3)
Ancho (cm)	50-232(133)	91-140(123)	105-400(200)	101-159(139)	120-300(203)	130-400(278)
Color	Gris	Cristalino	Gris	Gris	Gris	Café-oscuro
Parámetro	**Julio**	**Agosto**	**Septiembre**	**Octubre**	**Noviembre**	**Diciembre**
Temperat. Superf. (°C)	20-22(21.2)	20-22(21.3)	19-22(20.8)	20-23(21.3)	21-22(21.3)	21-24(22)
Temperat. Aire (°C)	22-28(25.5)	24-26(24.3)	24-28(26.7)	22-28(24.1)	22-28(26.4)	23-30(27.3)
Oxígeno disuelto (mg/l)	4.0-7.0(6.0)	5.2-6.7(6.0)	2.3-7.4(5.2)	1.6-6.4(3.9)	2.8-7.9(5.4)	4.3-8.4(6.3)
pH	7.6-8.2(7.9)	7.0-8.1(7.6)	7.3-8.1(7.6)	7.9(7.9)	7.6-7.8(7.7)	7.5-7.9(7.7)
Profundidad (cm)	25-55(39)	25-39(27.4)	27-66(43.8)	23-100(62)	38-74(62)	30-46(37.8)
Ancho (cm)	127-289(182)	119-230(179)	179-500(251)	115-425(191)	88-400(169)	145-425(191)
Color	Gris-oscuro	Gris	Gris transpar.	Gris	Cristalino	Cristalino

presentan abundante vegetación, lo cual les permiten escondersen la mayor parte del día y de la noche, saliendo en el momento de efectuar la captura del alimento y regresando cuando este ha terminado (Román-Valencia & Vélez 1986). En algunas quebradas de la región ha desaparecido *Piabucina* sp, como consecuencia del efecto de las aguas del beneficio del café, que son arrojadas a su hábitat.

Factor de condición K. La tabla 2 presenta los valores K para machos y para hembras de *Piabucina* sp. de la cuenca del río La Vieja, a lo largo del año en el período junio de 1990 junio 1995. *Piabucina* sp. registra un valor K promedio ponderado de 1.08 para hembras y de 1.03 para machos.

Relación longitud total-peso total. La figura 2 muestra el análisis de regresión para las variables peso total-longitud total de *Piabucina* sp. de la cuenca del río La Vieja. Se observa que existe estrecha relación entre peso total y la longitud total sustentada por el valor alto de correlación (0.84).

Proporción de machos y hembras. Durante los meses del estudio predominaron las hembras sobre los machos (Tabla 3) a excepción de mayo, junio y octubre. La diferencia entre sexos: machos 108 especímenes (42.19%) y hembras 148 ejemplares (57.81%), no se desvía significativamente de la proporción 1:1

$$(x^2=6.25\ P=0.01, G.L.=1)$$

Caracteres sexuales secundarios. Durante el transcurso del período de estudio, se logró observar caracteres que separan a machos y a hembras de *Piabucina* sp. Los machos a diferencia de las hembras presentan un engrosamiento en la base del primer radio de la aleta anal, por los radios anales más gruesos, por la longitud de la base de la aleta anal que en promedio (11.9 mm) es mayor que la observada en las hembras (8.97

Tabla 2. Factor de condición (K) por sexos de *Piabucina* sp. Cuenca río La Vieja, alto Cauca, Junio 1990-Junio 1995. Promedios entre paréntesis.

Mes	Sexo	n	K
Enero	Hembra	3	0.85 - 1.25 (0.998)
	Macho	4	1.06 - 1.28 (1.145)
Febrero	Hembra	2	0.99 - 1.03 (1.01)
	Macho	2	1.12 - 1.22 (1.17)
Marzo	Hembra	1	1.05 (1.05)
	Macho	4	0.92 - 1.04 (0.973)
Abril	Hembra	6	0.94 - 1.30 (0.967)
	Macho	2	0.95 - 1.22 (1.085)
Mayo	Hembra	1	1.21 (1.21)
	Macho	2	0.96 - 1.08 (1.02)
Junio	Hembra	14	0.87 - 1.19 (1.06)
	Macho	8	0.24 - 1.35 (0.83)
Julio	Hembra	24	0.80 - 1.57)1.11)
	Macho	11	0.88 - 1.48 (1.07)
Agosto	Hembra	12	0.88 - 1.31 (1.06)
	Macho	1	0.97 (0.97)
Septiembre	Hembra	13	0.51 - 1.07 (1.01)
	Macho	1	1.12 (1.12)
Octubre	Hembra	8	0.52 - 1.20 (1.06)
	Macho	13	0.45 - 1.15 (1.05)
Noviembre	Hembra	15	0.93 - 1.56 (1.14)
	Macho	12	0.03 - 1.32 (0.95)
Diciembre	Hembra	22	0.84 - 1.45 (1.30)
	Macho	12	0.5 - 1.59 (0.96)

Tabla 3. Proporción de sexos en *Piabucina* sp. Cuenca Río la Vieja, alto Cauca, Junio 1990-Junio 1995.

Mes	Sexo	%	n
Enero	Hembra	40	4
	Macho	60	6
Febrero	Hembra	53.8	7
	Macho	46.2	6
Marzo	Hembra	51.1	24
	Macho	48.9	23
Abril	Hembra	52.9	9
	Macho	47.1	8
Mayo	Hembra	33.33	1
	Macho	66.67	2
Junio	Hembra	42.4	14
	Macho	57.6	19
Julio	Hembra	64.3	18
	Macho	35.7	10
Agosto	Hembra	91.67	11
	Macho	8.33	1
Septiembre	Hembra	92.86	13
	Macho	7.14	1
Octubre	Hembra	39.13	9
	Macho	60.87	14
Noviembre	Hembra	69.56	16
	Macho	30.44	7
Diciembre	Hembra	66.67	22
	Macho	33.33	11

mm), por las escamas de la base de la aleta anal, que se modifican en forma de vaina, los machos son un poco más delgados y pequeños (longitud estándar máximo registrada 135 mm) que las hembras (longitud estándar máxima observada 175 mm). Taphorn y Lilyestrom (1980) describen estos caracteres dimórficos para *Piabucina erythrinoides*. Sin embargo, no reportan la presencia del engrosamiento en la base del primer radio de la aleta anal. Machado-Allison (1974) por su parte no menciona dimorfismo en esta especie. Kramer (1978) cita tres caracteres secundarios en *Piabucina panamensis*, consistentes en un engrosamiento en la hilera de escamas de la aleta anal y los primeros radios anales ensanchados.

Estados gonadales e índice gonadosomatico (IGS). En la Tabla 4 se describe la escala de desarrollo gonadal con base en la morfología y en la coloración *in situ*. En la Tabla 5 se muestra el índice gonadosómico (IGS) para cada sexo a lo largo del año en el período junio de 1990-junio 1995. El IGS es mayor en las hembras que en los machos. El mayor desarrollo de los ovarios se presenta entre marzo y agosto y alcanza los valores más altos en agosto, los ovarios para este tiempo se encuentran en el estadío II y III. Posteriormente de septiembre a febrero el IGS decrece notablemente; las gónadas en este tiempo se hallan en el estadío I. De igual manera, los machos alcanzan su mayor desarrollo de marzo a julio; en ese tiempo los testículos se hallan en el estadío II y III. Entre septiembre y febrero el IGS decrece notablemente el IGS, los testículos en esta época se encuentran en el estadío I predominantemente. Román-Valencia (1993) ob-

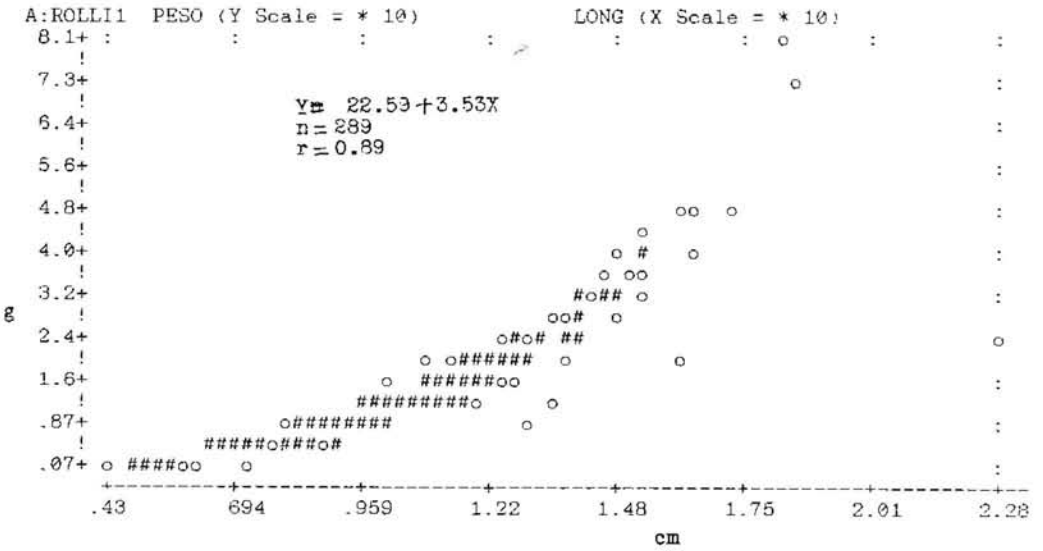


Figura 2. Regresión para el peso total-longitud total de *Piabucina* sp., cuenca del río La Vieja, alto Cauca.

servó ejemplares con gónadas maduras entre septiembre y diciembre, lo cual no coincide con el análisis obtenido en el presente trabajo.

Los ejemplares sexualmente maduros se colectaron en su totalidad en el hábitat característico de la especie, por lo cual se puede afirmar que *Piabucina* sp. no realiza migración con fines reproductivos. Machado-Allison (1974) describe el comportamiento predesove de *Piabucina erythrinoides*, el cual consiste en que el macho o machos golpean a la hembra insistentemente en la región abdominal. A los tres o cuatro días de continuos golpes, las hembras desovan violentamente expulsando gran cantidad de huevos transparentes. Los huevos quedaron en el fondo del tanque, donde estaban confinados los ejemplares, protejidos por la grava. Kramer (1978) observó ejemplares con gonadas maduras de *Piabucina panamensis* de la cuenca del Río Chagres en Panamá, al inicio del período lluvioso (mayo), además anota que el período reproductivo de esta especie es corto (entre uno y dos días). Los resultados obtenidos en este trabajo

Tabla 4. Escala de desarrollo gonadal para *Piabucina* sp., cuenca del río La Vieja.
I. INMADURO. Organos sexuales muy delgados, situados cerca de la columna vertebral, testículos y ovarios transparentes.
II. MADURANDO. Organos sexuales con vasos sanguíneos visibles. Testículos blancos, no aparecen gotas de semen haciendo presión. Ovarios amarillentos, ovocitos visibles a simple vista.
III. FREZA. Los órganos sexuales ocupan toda la cavidad del cuerpo, con vasos sanguíneos superficiales visibles. Testículos blancos y aplanados lateralmente, gotas de semen caen haciendo presión en los costados del cuerpo del pez. Ovarios rosados o amarillentos, envueltos en la bolsa ovárica, oocitos visibles y se expulsan a la menor presión.
IV. POSTFREZA. Los testículos vacíos, flácidos y de color blanco. Ovarios rojo-amarillento con unos pocos oocitos en el estado de reabsorción.

(Tabla 5) indican que *Piabucina* sp. registra un período reproductivo relativamente largo (alrededor de los cinco meses). Kramer (1978) realizó simples observaciones en *Piabucina panamensis*, basados en muy pocos ejemplares, debido según este antor, a la dificultad para capturarlos. Machado-Allison (1987) anota que los peces que hacen parte de la ictiofauna continental de Venezuela y que pneblan las áreas inndables del bajo llano, registran un sólo periodo reproductivo sincronizado con el inicio de las lluvias. Kramer (1978) puntualiza cinco hipótesis para determinar los factores que determinan la durabilidad y el momento del período reproductivo en peqneños characiformes, sin definir cual sería la causa predominante de este fenómeno.

Fecundidad. Los conteos, realizados a través del método de las submuestras secas, arrojaron un promedio ponderado de 3 213 (1 626 - 4 836) oocitos por hembra en estado de predesove.

Talla y maduración gonadal. La Tabla 6 presenta las frecuencias de ejemplares maduros (estadíos II y III) para machos y para hembras según clases y talla. Se observa que el Rollizo de la cuenca del río la Vieja, registra una talla mínima de 7 cm de longitud estándar en las hembras, mientras que en los machos es de 8 cm longitud estándar. La talla de maduración para el 50% de la población fue de 9.8 cm de longitud estándar en los machos y en las hembras.

Diámetro del oocito. Las mediciones arrojaron un promedio ponderado para el diámetro del oocito de 0.83 mm (promedio mínimo 0.42 y promedio máximo 1.13 mm).

Parasitismo. Durante el desarrollo de la investigación se encontraron 11 especímenes de *Piabucina* sp. (cuatro hembras y siete machos) de longitud estándar promedio 8.4 cm, en las quebradas Las Chilas, afluente del río Espejo y Guaruya afluente de la Quebrada Cristales, los cuales presentaban un parásito externo determinado como *Lernea cyprinacea* (Crustacea), el cual se ubicó en la base anterior y posterior de la aleta dorsal, y en la base de las aletas pectorales, ventrales y anal.

Tabla 5. Indice gonadosomático (IGS) mensual para machos y para hembras de *Piabucina* sp., cuenca del río La Vieja. Junio 1990-Junio 1995.

Mes	Sexo	n	I.G.S.
Enero	Hembra	2	2.02 - 6.98(4.50)
	Macho	2	0.28 - 6.90(0.59)
Febrero	Hembra	7	0.69 - 9.55(3.12)
	Macho	5	0.03 - 1.06(0.57)
Marzo	Hembra	6	0.39 - 14.57(4.00)
	Macho	8	0.30 - 1.58 (0.94)
Abril	Hembra	3	5.45 - 14.61(9.17)
	Macho	4	0.14 - 1.60(0.82)
Junio	Hembra	10	0.81 - 5.50(1.58)
	Macho	7	0.06 - 4.80(1.07)
Julio	Hembra	1	6.45(6.45)
	Macho	3	0.05 - 5.00(1.71)
Agosto	Hembra	1	18.52(18.52)
	Macho	-	
Septiembre	Hembra	3	0.71 - 4.28(1.97)
	Macho	2	0.30(0.30)
Octubre	Hembra	3	0.29 - 5.38(2.23)
	Macho	5	0.05 - 1.00(0.26)
Noviembre	Hembra	4	0.01 - 1.02(0.63)
	Macho	3	0.03 - 0.19(0.10)
Diciembre	Hembra	6	0.081 - 7.24(1.37)
	Macho	8	0.038 - 1.09(0.32)

Composición y abundancia de la ictiofauna acompañante. Se lograron determinar 22 especies de peces que conviven de manera simpátrica con *Piabucina* sp. (Tabla 7). Se halló que es la especie más abundante (29.69%), le siguen en orden de abundancia *Bryconamericus caucanus* (18.76%), *Aequidens pulcher* (13.5%) e *Hyphessobrycon poecilioides* (13.4%). En Román-Valencia (1993) se registra una abundancia para *Piabucina* sp. y para *Bryconamericus caucanus* relativamente baja. Estas diferencias se deben a la selectividad de los aparejos utilizados en las capturas. Mientras en Román-Valencia (1993) se utilizó básicamente atarraya, en el preseute trabajo se empleó caña y anzuelo en la mayoría de los sitios de trabajo. Wootton (1992)

Tabla 6. Distribución por longitud de individuos maduros, estadíos II y III, de *Piabucina* sp., cuenca río La Vieja, alto Cauca.

	MACHOS			HEMBRAS		
Talla (cm)	Frecuencia	%	% Frecuencias Acumuladas	Frecuencia	%	% Frecuencias Acumuladas
7	0	0		3	7.32	7.32
8	2	4.76	4.76	3	7.32	14.64
9	7	16.67	21.43	7	17.07	31.71
10	15	35.71	57.14	9	21.95	53.66
11	7	16.67	73.81	5	12.20	65.86
12	2	4.76	78.57	9	21.95	87.81
13	4	9.52	88.09	1	2.44	90.25
14	3	7.14	95.23	2	4.88	95.13
15	1	2.38	97.61	1	2.44	97.57
16	1	2.38	100	0		
17				1	2.44	100
		100%			100%	

Tabla 7. Peces encontrados en sitios de muestreo de *Piabucina* sp., se incluye el porcentaje de abundancia de cada especie sobre el total de las capturas.

Especie	Cantidad	Frecuencia	Abundancia (%)
Aequidens pulcher	109	5	13.5
Astroblepus micrescens	2	2	0.25
Astyanax microlepis	8	2	0.99
Brycon henni	9	3	1.12
Bryconamericus caucanus	151	23	18.76
Carlastyanax aurocaudatus	26	7	3.23
Creagrutus brevipinnis	19	3	2.36
Characidium caucanus	1	1	0.12
Hyphessobrycon poeciloides	108	10	13.42
Nannorhamdia sp.	3	2	0.37
Oreochromis niloticus	2	1	0.25
Poecilia caucana	17	3	2.11
Piabucina sp.	239	24	29.69
Priapichthys caliensis	15	1	1.86
Pimelodus grosskopfii	1	1	0.12
Rhamdella macrocephala	25	6	3.11
Rhamdella sp.	5	1	0.62
Rhamdia quelen	10	1	1.24
Rivulus magdalenae	2	1	0.25
Roeboides caucae	33	3	4.10
Sturisoma leightoni	1	1	0.12
Trichomycterus caliensis	19	8	2.36
Sumatorias	805		100

plantea que en las quebradas de Panamá, la biomasa de los alguívoros y consumidores de material vegetal terrestre se incrementa con el tamaño de la quebrada, mientras que las especies que consumen invertebrados acuáticos disminuye. Los resultados del presente trabajo muestran este planteamiento. Los habitat acuáticos (quebradas o corrientes de agua) de la cuenca del río la Vieja mayores de 4 m de ancho no estan ocupados por *Piabucina* sp. ni por *Bryconamericus caucanus*, pero si se incrementa la presencia de locaridos (peces netamente alguívoros).

Agradecimientos

Este trabajo se llevó a cabo en su última fase (1994 y 1995) con financiación de la Universidad del Quindío, Facultad de formación avanzada e investigaciones. Muy agradecido a Mary E. Power por el oportuno envío de literatura, a Jorge Enrique García por las facilidades dadas en la elaboración de tablas y figuras. María Cristina Vélez determinó el material botánico citado en el presente trabajo. Mario Alzate, Andrés Fernández, Jhon Jairo López e Isabel Andrea Ramos García colaboraron en algunas salidas de campo.

Referencias

APHA. 1975. Standard methods for examination of water and waste water. 14th, Washintong, D.C. 1193 p.

CARPENTER, S.R, S. G. FISHER, N.B.R.I.M., & J. F. KITCHELL. 1992. Global Change and freshwater ecosystems Annu. Rev Ecol. Syst 23: 119-139.

KRAMER, D. L. 1978. Reproduction seasonality in the fishes of a tropical stream. Ecology, 59(5):976-985.

LAEVASTU, T. 1980. Manual de métodos de Biología pesquera. Edit. Acribia. España, 243 pp.

POWER, M. E., R. J. STOUT, C. E. CUSTANG, P. P. HARPER, F. R. HAVER, W. J. MATTHEWS, P. B. MOYLE, B. STATZNER & I.R.W. de BADGEN. 1988. Biotic and abiotic controls in river and stream communities. J.N. Am. Benthol. Soc. 7 (4):456-479.

MACHADO-ALLISON, A. 1974. Etapas del desarrollo embrionario de *Piabucina pleurotaenia* (Pisces, Lebiasinidae). Acta Biol. Venez., 8 (3-4):579-622.

MACHADO-ALLISON, A. 1987. Los peces de los llanos de Venezuela: Un ensayo sobre su historia natural. Edit. Univ. Central de Venezuela. 141 p.

MINSHALL, G. W. 1978. Autotrophy in stream ecosystems. Bioscience, 28(12):767-771.

RICKER, E. (ed). 1971. Methods for assessment of fish production in freshwater: I.B.P. Handbook 3.326 p.

ROMAN-VALENCIA, C. 1988. Clave taxonómica para la determinación de peces nativos de Quindío, subsistema alto río Cauca, Colombia. Actual. Biol. 17 (64):107-1114.

ROMAN-VALENCIA, C. 1993. Composición y estructura de las comunidades de peces de la cuenca del río La Vieja, alto Cauca. Biol. y Educ. 3(5):107-114.

ROMAN-VALENCIA, C. En prensa. Lista anotada de los peces de la cuenca del río La Vieja, alto Cauca. Boletín Ecotrópica No. 29.

ROMAN-VALENCIA, C. y M. C. VELEZ, N. 1986. Estudio sobre las escamas del pez Rollizo *Lebiasina cf. multimaculata* (Boulenger, 1911) (Characiformes, Lebiasinidae), observaciones sobre su Biología en el Quindío, Colombia. Rev. Inv. Univ. Quindío 1(2):1-24.

SOKAL, R. & F. J. ROHLF. 1969. Biometry: The principle and practice of statistics in biological research W. H. Freeman and Company, 775 p.

TAPHORN, D. C. & C. G. LILYESTROM. 1980. *Piabucina pleurotaenia* Regan, a synonym of *Piabucina erythrinoides* Valenciennes (Pisces Lebiasinidae), its distribution, diet and habitat in lake Maracaibo Basin, Venezuela. Copeia 1980 (2): 335-340.

WOOTTON, R. J. 1992. Fishes Ecology. Chapman and Hall, New York 212p.

ZARETH, M. & A. S. Rand. 1971. Competition in tropical stream fishes: support for the competitive exclusion principle. Ecology, 52(2):336-342.

MORFOLOGIA COMPARATIVA DE LAS CELULAS SANGUINEAS DEL TIBURON NODRIZA *Ginglymostoma cirratum* (Bonnaterre, 1788) CON DIVERSOS PECES

ELSA V. VERGARA PINZÓN & LEONARDO MANTILLA ALDANA
Biólogos Marinos, Universidad Jorge Tadeo Lozano,
A.A. 053617, Santafé de Bogotá, D.C. Colombia

Resumen

Se llevó a cabo una comparación entre la morfología de las células de la sangre periférica de 9 tiburones nodriza, de una raya americana y 9 peces teleósteos; además, se determinó la fórmula leucocitaria y la cantidad total de eritrocitos y leucocitos/mm^3 de sangre para cada pez estudiado.

Abstract

This work is a comparation of the blood cells morphology between 9 nurse sharks, southern stingray and 9 bone fishes, moreover, it was maked a differential leucocites count, red and white cells counts by blood mm^3 for any fish.

Palabras claves: Ictiohematología. Tiburón nodriza. Morfología celular. Leucocitos. Eritrocitos.

Introducción

Los estudios referentes a la citomorfología sanguínea de peces elasmobranquios se pueden resumir en descripciones de las características típicas de cada línea celular encontrada en diversas especies, como: *Raja batis, Dasyatis* sp., *Torpedo* sp., *Scyliorhinus* sp., *Hexanchus* sp., *Mustelus canis, Prionace glauca y Squalus acanthias*, entre otras, trabajadas por autores como Fänge y Sundell (1969), Johansson-Sjöebeck y Stevens (1976) y Fänge (1987). Sobre la ictiohematología colombiana, se conocen los trabajos de Alvarado y Castro (1980) y el de Rodríguez (1991). En el presente estudio se lleva a cabo una descripción morfológica comparativa de las principales células de la sangre periférica del tiburón nodriza *Ginglymostoma cirratum*, con las características correspondientes al elasmobranquio *Dasyatis americana* y los teleósteos *Scomberomorus regalis, Lutjanus apodus, Odontoscion dentex, Epinephelus cruentatus, Eucinostomus gula y Megalops atlanticus*. Para tal fin, la terminología empleada se basa en Sarasquete y Gutiérrez, (1982), Fänge (1987) y Paniagua *et al.* (1993).

Metodología

Se trabajó con un total de 8 tiburones nodriza mantenidos en cautiverio en el Oceanario de las Islas del Rosario (Cartagena, Colombia) y además un individuo silvestre capturado en los alrededores del lugar. A cada tiburón se le tomó la longitud total, el peso y se le asignó una referencia numérica. La muestra de sangre fue obtenida mediante punción en el arco venoso caudal. Los demás peces fueron obtenidos por arrastre de chinchorro en la Isla Tierrabomba (Cartagena), y su sangre se extrajo por medio de punción cardíaca. El conteo total de glóbulos rojos y blancos se llevó a cabo simultáneamente observando al microscopio, en una cámara de Neubauer, una gota de la solución obtenida al mezclar 0.08 ml de sangre con 1 ml de colorante Wright-Buffer Giordano; el resultado se expresa en células por mm^3 de sangre. La fórmula leu-

cocitaria y la descripción morfológica se realizaron por medio de frotis sanguíneos teñidos con colorante Wrigth (Alvarado y Castro, 1980).

Resultados y discusión

En la sangre periférica del tiburón nodriza se encuentran eritrocitos, linfocitos, monocitos, heterófilos, eosinófilos y basófilos (Figura 1), tal como ha sido reportado por otros autores (Saunders, 1966; Sarasquete, 1983; Stoskopf, 1993). Sin embargo, los trombocitos o plaquetas descritas por Saunders (1966, 1968) y Fänge (1987) no se encontraron.

Eritrocitos. El núcleo es de coloración oscura, ovalado, central y en ocasiones con hilos de cromatina. El citoplasma tiñe de color rosa claro, es oval y sin gránulos. Según Saunders (1966), las características descritas corresponden a eritrocitos maduros, los cuales según Ciscar y sus colaboradores (1960 En: Sarasaquete, 1983) son

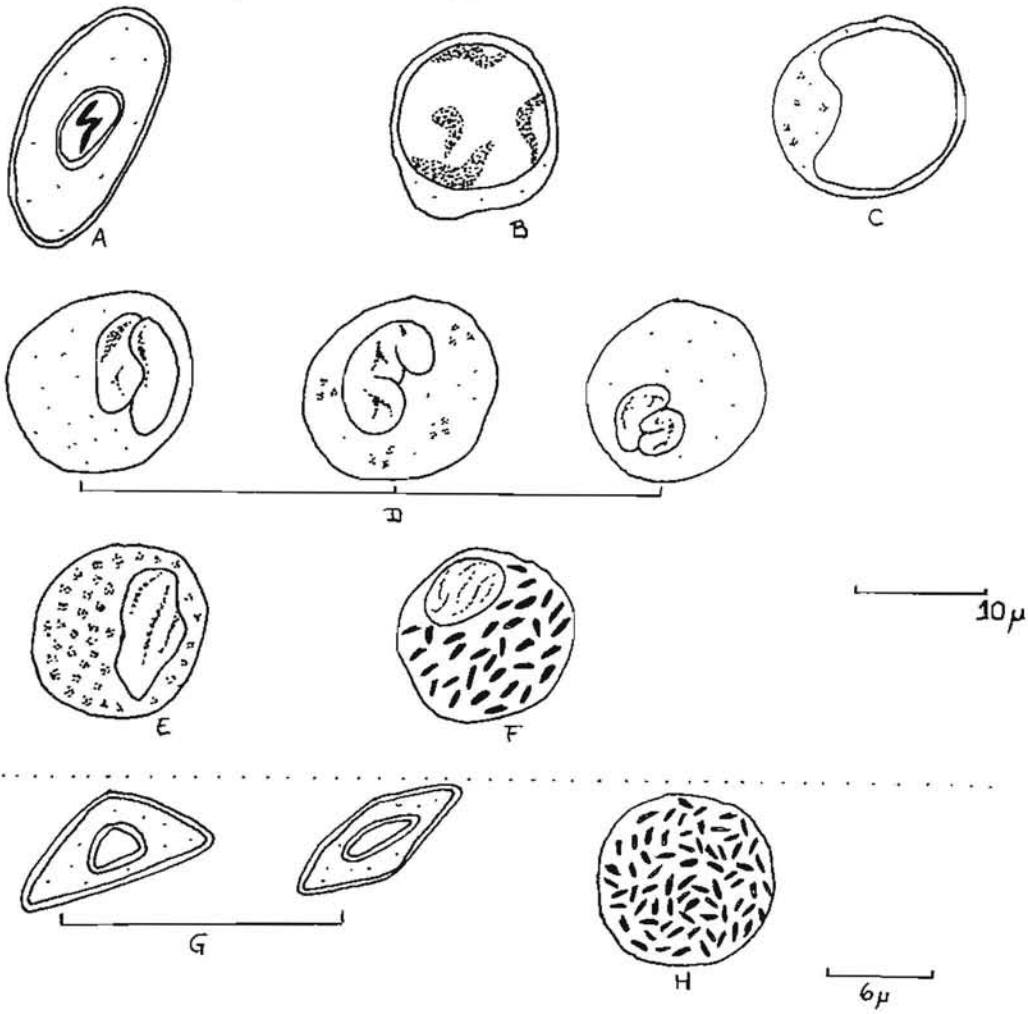


Figura 1. Células sanguíneas del Tiburón Nodriza: A. Eritrocito maduro. B. Linfocito mediano. C. Monocito. D. Heterófilo. E. Basófilo. F. Eosinófilo. Células sanguíneas de *Eucinostomus gula*: G. Eritrocito maduro. H. Eosinófilo.

los únicos que se deben encontrar en la sangre periférica, pues la presencia de eritrocitos de menor estado de madurez indica daño en la producción de glóbulos rojos. Sin embargo, Saunders (1966) reporta para peces elasmobranquios de un 70 a 93% de eritrocitos maduros, de 2 a 75% de eritrocitos inmaduros y de 3 a 30% de eritroblastos. En el presente estudio se encontró la presencia de un 2% de eritroblastos, los cuales son células precursoras de glóbulos rojos, de coloración roja tanto en el núcleo que es redondo, grande y central como en el citoplasma (Saunders, 1966). El tamaño de los eritrocitos varió entre 17,8 y 20,4 m de largo por 10,2 a 13,1 m de ancho, encontrándose que el tamaño celular decrece al aumentar la longitud total del animal, relación también encontrada por Smith (1952 En: Browm, 1957) para peces óseos de agua dulce.

Linfocitos. El núcleo es de color púrpura oscuro, grande, abarca la mayor parte de la célula, es redondo y con cromatina. El citoplasma se tiñe de rosado o azul claro y es muy escaso. Se encontraron tres tamaños de linfocitos, los pequeños de 8,5 a 12,5 m de largo por 7,4 a 10,9 m de ancho. Los medianos de 12 a 16,4 m de largo por 11,5 a 15,3 m de ancho y los grandes de 20,3 a 20,7 m de largo por 13,7 a 17,5 m de ancho. Esta diferencia en tamaño ha sido reportada en la sangre periférica, en los órganos hematopoyéticos y el cerebro de peces elasmobranquios (Fänge & Sundell, 1969; Fänge, 1987).

Monocitos. El núcleo es de coloración púrpura oscuro, redondo o alargado y excéntrico. El citoplasma es rosado claro, semiredondo y sin gránulos. El tamaño de los monocitos es semejante entre todos los tiburones muestreados, estando entre 14,4 y 15,4 m de largo por 13,1 y 16,2 m de ancho.

Heterófilos. El núcleo se tiñe de color púrpura claro, puede ser mono, bi o trilobulado y excéntrico. El citoplasma es de color rosado claro con gránulos muy finos. El tamaño de los heterófilos osciló entre 12,5 y 17,9 m de largo por 15,7 a 18,2 m de ancho.

Eosinófilos. El núcleo es de coloración púrpura oscuro, excéntrico, con cromatina y en algunos casos bilobulado, el citoplasma varía entre rosado claro y naranja, semiredondo, con gránulos grandes característicos, alargados y numerosos, los cuales según Rodríguez (1991) son lisosomas ricos en peroxidasas. Los eosinófilos se encuentran entre 14,8 a 18,9 m de largo por 15,1 a 17,8 m de ancho, correspondiendo junto con los linfocitos grandes y los eritrocitos a las células de mayor tamaño en la sangre periférica del tiburón nodriza.

Basófilos. El núcleo es de color púrpura oscuro, de semiredondo a oval, excéntrico y con cromatina. El citoplasma varía de rosado a púrpura, redondo, con gránulos medianos, azulosos, abundantes y de distribución regular. Algunos autores han reportado nula la presencia de basófilos en la sangre periférica de los tiburones (Saunders, 1966; Johansson-Sjöebeck y Stevens, 1976; Stoskopf, 1993), en tanto que otros si los reportan pero desconocen su función (Lagler *et al*, 1962). El tamaño corresponde a un valor aproximadamente constante en todos los tiburones muestreados, oscilando entre 13,9 a 15,6 m de largo por 13,6 a 18,1 m de ancho.

Fórmula lencocitaria del tiburón nodriza. Los linfocitos son las células más abundantes en todos los tiburones muestreados (86,6%), seguidos por los basófilos (4,98%), los monocitos (5,3%), los eosinófilos (3,24%) y los heterófilos (1,64%).

Los linfocitos pequeños son los que más se encuentran en la sangre periférica (72,3%), seguidos por los medianos (12,1%) y los grandes (2,1%). El tamaño de los linfocitos es relacionado por autores como Paniagua *et al.* (1993) con su estado de madurez, sugiriendo que los pequeños constituyen células en desarrollo que deben incrementar su tamaño para cumplir sus funciones y los grandes son linfocitos productores de anticuerpos, sin embargo, esto sólo constituye una hipótesis que aún no se ha confirmado y tampoco tiene muchos adeptos.

Tabla 1. Características hematológicas encontradas en los peces estudiados.

Especie	Long. Total (cm)	Leucocitos ausentes	Características de eritrocitos
D. americana	12.5	Heterofilos	Con gránulos citoplasmáticos
M. atlanticus	30.0	Monocitos	Semejantes al tiburón nodriza
E. cruentatus	26.5	Eosinofilos	Con gránulos citoplasmáticos
E. gula	35.5	Heterofilos	Ovalados, rombicos y hasta triangulares
S. regalis	30.0	Heterofilos	Con gránulos citoplasmáticos
L. apodus	21.0	....	Con gránulos citoplasmáticos
O. dentex	20.0	....	Con gránulos citoplasmáticos

Los resultados encontrados son muy similares a los reportados por Haynes y McKinney (1991), quienes encontraron 40% de linfocitos, 30% de monocitos y nn 5% repartido entre basófilos, heterófilos y eosinófilos. La presencia de linfocitos como los glóbulos blancos más abundantes en los tiburones, ha sido reportada por Lagler *et al.* (1962); Fänge y Pulsford (1983) y en especial de los linfocitos pequeños por Haynes y McKinney (1991). Sin embargo, estos resultados difieren mucho de los reportados por Stoskopf (1993) quien examinó 7 tiburones nodriza cautivos y encontró a los heterófilos como los leucocitos más abundantes en la sangre periférica. Esta diferencia tan marcada con respecto a la cantidad de heterófilos, puede ser debida a la temperatura ambiente a la cual se mantienen cautivos los tiburones dado que la producción de heterófilos en ellos esta determinada por la temperatura, a menos de 23°C, la producción se incrementa y a más de 26°C (temperaturas tropicales), la cantidad de heterófilos disminuye (Haynes y McKinney, 1991).

Comparación entre las células sanguíneas del tiburón nodriza y los demás peces. Las diferencias entre el tiburón nodriza y los otros peces consisten básicamente en ausencia de células, la morfología y presencia de gránulos citoplasmáticos (Tabla 1). La presencia de gránulos en el citoplasma de los eritrocitos de la raya americana (*Dasyatis americana*), *Lutjanus apodus, Odontoscion dentex, Scomberomorus regalis* y *Epinephelus cruentatus* se presenta en peces viejos (Roberts, 1991), sin embargo, en el caso de la raya americana la causa no se puede adjudicarse a esto, pues su longitud total es 12,5 cm y esta especie alcanza una longitud máxima de 2 a 3 m y la madurez sexual a los 90 cm (Fisher, 1978), encontrando así una excepción.

Tabla 2. Fórmula leucocitaria de los peces estudiados (%).

CELULAS	L. apodus	O. dentex	M. atlanticus	S. regalis	E. cruentatus	E. gula
LINFOCITOS						
Pequeños	63.8	98.0	73.0	59.4	72.4	82.4
Medianos	16.8	0.8	15.5	14.4	8.6	6.6
Grandes	2.3	....	1.5	....	14.0	....
MONOCITOS	5.3	0.8	....	1.6	2.0	0.6
HETEROFILOS	1.2	....	....	....	0.2	....
BASOFILOS	7.6	0.4	9.0	18.4	2.8	4.0
EOSINOFILOS	3.0	....	1.0	6.2	....	6.4

Fórmula leucocitaria de los demás peces. Al igual que en los elasmobranquios, los leucocitos más abundantes son los linfocitos (Tabla 2), tal como se ha reportado para la trucha arco iris, donde Rodríguez (1991) reportó 65% de linfocitos, 24% de polimorfonucleares y 11% de monocitos.

Conteo total. El conteo total tanto de eritrocitos como de leucocitos (Tabla 3) indica que *Scomberomorus regalis* presenta el mayor número de células, seguido por *Epinephelus cruentatus* y *Eucinostomus gula*. Según Vegas (1977), el número de glóbulos rojos varía de acuerdo a la capacidad de movimiento de los peces, siendo mayor en los grandes nadadores pelágicos que en las especies sedentarias, lo cual explica que *S. regalis*, un nadador por excelencia, posea tan elevado valor de eritrocitos (627.333 células/mm^3) en la sangre.

El número de glóbulos rojos es mayor en los teleósteos que en los elasmobranquios, resultado encontrado también por Saunders (1966) y Vegas (1977), pudiendo explicarse al comparar el tamaño de estas células, pues al ser más pequeñas en los teleósteos, se requiere un mayor número de ellas para suplir los requerimientos de oxígeno del animal. Es de resaltar que dentro de los tiburones, el silvestre presenta mayor cantidad de células sanguíneas, esto debido a que un hábitat silvestre tiene más exigencia sobre el sistema inmune del animal, así como también la mayor actividad física sobre la cantidad de eritrocitos.

Tabla 3. Conteo total de eritrocitos y leucocitos del tiburón nodriza y peces estudiados. (Células/mm^3).

Especie	Leucocitos	Eritrocitos
G. cirratum cría 1	1.311	14.651
G. cirratum cría 2	1.955	10.321
G. cirratum Juv. 2	96.294	113.239
G. cirratnm Juv. 85	7.968	40.625
G. cirratnm Juv. 83	4.287	35.265
G. cirratum Juv. 84	2.653	30.488
Lutjanus apodus	31.000	84.333
Odontoscion dentex	9.333	48.333
Scomberomorus regalis	202.333	627.333
Epinephelus cruentatus	6.857	220.000
Eucinostomus gula	44.383	108.666

Agradecimientos

Agradecemos al Centro de Estudios, Investigación y Recreación (CEINER) del Oceanario de las Islas del Rosario por facilitarnos los tiburones cautivos y al Instituto Nacioual de Pesca y Acuicultura (INPA) por suministrarnos los demás peces. A las indicaciones y asesorías de Rafael Vieira, Oscar Orozco, Angélica Hernández y Amparo Canosa de Barrero. A la colaboración de Eliécer Rodas, Pilar Caicedo, Gerson Galvis y Edgar Mateus.

Referencias

ALVARADO, E. & D. CASTRO. 1980. Estudio anatómico e histológico del tiburón con especial referencia a los órganos hematopoyéticos. Tesis de Biología Marina. UJTL. Bogotá. 88p+il.

BROWM, M. E. 1957. The physiology of fishes. Academic Press INC. New York. Vol I. 447 p.

FÄNGE, R. 1987. Lymphomyeloid system and blood cell morphology in elasmobranch. Arch. Biol. (Bruxelles) 98:187-208.

FÄNGE, R. & A. PULSFORD. 1983. Structural studies on lymphomyeloid tissues of the dogfish, *Scyliorhinus canicula* L. Cell. Tissue Res. 230: 337-351.

FÄNGE, R. & G. SUNDELL. 1969. Lymphomyeloid tissues, blood cells and plasma proteins in *Chimaera monstrosa* (Pisces, Holocephali). Acta Zoológica 50:155-168.

FISHER, W. 1978. FAO Species identification sheets for fisheri purposes. Western Central Atlantic. Roma. Vol. V. Pág. var.

HAYNES, L. & E. McKINNEY. 1991. Shark spontaneous cytotoxicity: Characterization of the regulatory cell. Dev. and comparative imm. 15: 123-134.

JOHANSSON-SJÖEBECK, M. L. & J. D. STEVENS. 1976. Haematological studies on the blue shark, *Prionace glauca* L. F. Mar. Biol. Ass. U. K. 56: 237-240.

LAGLER, K. F., J. E. BARDACH & R. R. MILLER. 1962. Ichthyology. John Wiley & Sons, Inc. Japan. 545 p.

LAGLER, K. F., J. E. BARDACH., R. R. MILLER & D. PASSINO. 1984. Ictiología. 1a. ed. AGT. Ed., S.A. México. 489 p.

PANIAGUA, R., M. NISTAL, P. SESMA., M. ALVAREZ & B. FRAILE. 1993. Citología e histología vegetal y animal. Interamericana-McGraw Hill. España. B07 p.

ROBERTS, R. 1991. Patología de los peces. Ed. Mundi Prensa. Madrid. 250p.

RODRIGUEZ, A. 1991. Hematología de la trucha arco iris. Valores normales, morfología celular sanguínea y hematopoyética con microscopio de luz y electrónico. Modificación en algunas enfermedades. Tesis de Biología Marina. UJTL. Bogotá. 138 p.

SARASQUETE, M. C. 1983. Estudio de las series eritrocítica, leucocítica y trombocítica de la sangre periférica del pez sapo marino, *Halobatrachus didactylus*. Inv. Pesq. 47(3):403-412.

SARASQUETE, M. C. & M. GUTIERREZ. 1982. Citomorfología y citoquímica de la sangre del pez sapo marino, *Halobatrachus didactylus* (Schneider, 1801). Inv. Pesq. 46(2):171-184.

SAUNDERS, D. 1966. Elasmobranch blood cells. COPEIA. 1966(2):34B-351.

_____. 1988. Differential blood cell counts of 50 species of fishes from the red sea. COPEIA. 1968(3):491-498.

STOSKOPF, M. K. 1993. Fish medicine. W. B. Saunders Company. Tokyo. 816 p.

VEGAS, M. 1977. Ictiología. Texto experimental. Centro de publicaciones, División de Ciencias, Universidad del Valle. Cali. 271 p.

Publicada por la
Imprenta Universidad Nacional
Santafé de Bogotá, D.C., agosto de 1996
Colombia

GUIA PARA AUTORES

Prácticas generales editoriales. Someta el manuscrito en original y copia. Los manuscritos son considerados para publicación, entendiéndose que no han sido publicados, sometidos o aceptados en otros medios Publicitarios. Los manuscritos serán sometidos a evaluación de su contenido y significado. Las decisiones del editor son finales.

MANUSCRITOS

Idioma. Los manuscritos se publicarán en Castellano o en Inglés, en escrito claro y conciso, evitando revisiones extensas en la introducción y discusión. Cite solo fuentes esenciales de una teoría u opinión.

Título. Debe ser breve y contener palabras claves de la información del contenido del artículo.

Resumen y Abstract. Deben reflejar sucintamente el contenido y énfasis del artículo en cerca de 200 palabras. Al igual que el título, éstos deben permitir a los lectores determinar el contenido de la publicación.

Palabras claves o keywords (según el idioma usado). Cinco palabras claves deben darse para índice y recobro de información.

Texto. La primera página sólo debe contener el título, el nombre y dirección del autor. Empiece el texto en la página dos. El manuscrito debe estar escrito a doble espacio, con amplias márgenes y por un solo lado en papel de buena calidad tamaño carta. No se aceptan subrayados - los nombres científicos deben escribirse en itálica, siguiendo las reglas internacionales de nomenclatura. Si el manuscrito es aceptado para publicarlo, incluya un diskette con la versión final del mismo en uno de los programas procesadores de palabras DOS (v.gr. WP 5.1, WS-Word).

Figuras. Presentar cada diagrama, gráfica, mapa o fotografía (bajo el nombre de figura) en original y copia. Las tablas y leyendas de las figuras deben escribirse en hojas separadas - no incorpore el texto en la figura misma. Las tablas y figuras deben ser comprensibles sin tener que referirse al texto. Ilustraciones en color pueden ser publicadas a expensas del autor. Planifique sus ilustraciones al tamaño mas pequeño posible (1/4 de página), con figuras, letras y otros símbolos sobre las ilustraciones tan grandes que su tamaño final impreso tenga por lo menos 1.5 mm de altura.

Referencias. Debe estar conformadas según el siguiente uso:

Revista:

DAHL, G. 1960. New fresh-water fishes from Western Colombia. Caldasia 8(39): 451-484.

Libro:

DAHL, G. 1971. Los peces del norte de Colombia. INDERENA, Bogotá. 391 p.

Capítulo:

KREBS, J. R. & R. H. McCLEERY. 1984. Optimization in behavioural ecology. p. 91-121. In: J. R. Krebs & N. B. Davis (eds.) Behavioural ecology. An evolutionary approach. Second edition. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

En el texto las referencias se harán:

DAHL (1971), o al final de una frase (Dahl 1971).

Los nombres de las revistas serán abreviadas de acuerdo a **World list of scientific periodicals.** Si hay dudas, escriba el nombre completo.

No hacer re-ferencia a material inédito.

Agradecimientos. Que sean cortos.

CONTENIDO

CALA, P. Cyclic histomorphological changes in the ovary of the catfish capaz, *Pimelodus grosskopfii* (Pimelodidae, Siluriformes). in the upper part of the Río Magdalena, Colombia. 7-13

ARIAS, J. F. Contribución al conocimiento de los peces de los llanos, anatomía, histología y fisiología de la sapuara, *Semaprochilodus cf. laticeps*. 15-21

CALA, P., E. GONZALEZ & M. P. VARONA. Aspectos biológicos y taxonómicos del tucunaré, *Cichla monoculus* (Pisces: Cichlidae). 23-37

DAZA, D. DEL S. & C.A. BEJARANO. Histomorfología de trucha arco iris, *Oncorhynchus mykiss* (Pisces: Salmonidae), criada en la Estación Piscícola del Neusa - CAR. 39-49

GONZALEZ, E., M. P. VARONA & P. CALA. Datos biológicos del carahuazú, *Astronotus ocellatus* (Pisces: Cichlidae), en los alrededores de Leticia, Amazonia. 51-62

MUÑOZ, S. E., I. Z. A. PINEDA & P. CALA. Aspectos bioecológicos y caracterización preliminar de la pesca de *Prochilodus nigricans, Schizodon fasciatus, Mylossoma duriventris, Brycon melanopterus y Pterygoplichthys punctatus* en el Trapecio Amazónico Colombiano. 63-83

RODRIGUEZ, J. A. Avances en reproducción inducida de silúridos. . 85-88

ROMAN-VALENCIA, C. Historia natural del rollizo, *Piabucina* sp. (Pisces, Lebiasinidae) en la cuenca del río La Vieja, alto Cauca. . 89-96

VERGARA PINZON & L. MANTILLA ALDANA. Morfología comparativa de las células sanguíneas del tiburón nodriza, *Ginglymostoma cirratum* (Bonnaterre, 1788), con diversos peces. 97-102