

# VALORACIÓN HEMATOLÓGICA Y QUÍMICA SANGUÍNEA DEL YAMÚ *BRYCON SIEBENTHALAE*, EN TRES ETAPAS DE CULTIVO<sup>1</sup>

ARIAS CASTELLANOS J.A. Biólogo MSc PhD; BENAVIDES BUSTOS M. MVZ; HERNÁNDEZ ARÉVALO G. MVZ MSc.; ESLAVA MOCHA P.R. MV MSc. Instituto de Acuicultura Universidad de los Llanos iall@villavicencio.cetcol.net.co  
(Recibido: 19 de agosto de 2003 - Aceptado: 18 de octubre de 2003)

## RESUMEN

Los estudios sanguíneos sobre especies de peces nativos de Colombia son escasos, con todo y la gran utilidad para la comprensión de su fisiología. En este trabajo se comparan las variables hematológicas y los valores de química sanguínea en alevinos, juveniles y reproductores cultivados. Una muestra sanguínea obtenida por punción de la vena caudal fue centrifugada y el plasma utilizado para las pruebas químicas por colorimetría y Reflotrón®. El hematocrito determinado por microhematocrito, la hemoglobina por espectrofotometría. El recuento de eritrocitos y leucocitos con tinciones diferenciales en cámara de Neubauer y extendidos.

El hematocrito osciló entre 42,4-45% y el recuento de leucocitos entre 5,9-4,4  $10^3/\text{mm}^3$ , sin diferencias significativas entre edades. No se hallaron diferencias en el recuento de eritrocitos entre alevinos y juveniles pero sí entre estos y adultos. Hubo diferencias entre alevinos y los otros dos grupos en la hemoglobina y recuento de trombocitos, linfocitos, neutrófilos y eosinófilos. La cantidad de monocitos varió entre los tres grupos. Lo anterior indica, de manera general, la influencia de la edad en los indicadores hematológicos de la especie. De la comparación del hemograma y el leucograma se deduce la similitud de la especie con

otros bryconidos. Llama la atención los altos valores de linfocitos y trombocitos en alevinos, lo que podría sugerir respuestas del sistema inmune de diverso origen. Las proteínas totales (hasta  $10,1 \pm 4,0$  gr/dL), glucosa (hasta  $147,6 \pm 34,2$  mg/dL), colesterol (hasta  $365,9 \pm 75,2$  mg/dL) y triglicéridos (hasta  $343,7 \pm 62,6$ ) se encontraron dentro de los márgenes reportados para peces de agua dulce, en especial en los ejemplares adultos, pero con diferencias importantes entre edades.

**Palabras claves:**  
*Brycon siebenthalae*, yamú, hematología, química sanguínea

## ABSTRACT

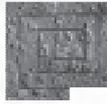
The sanguine studies on species of native fish of Colombia are scarce, with everything and the great utility for the understanding of their physiology. In this work the variable hematológicas and the

values of sanguine chemistry are compared in cultivated fingerlings, juvenile and reproducers.

A sanguine sample obtained by puncture of the vein flow was centrifuged

and the plasma used for the chemical tests by colorimetric methods and Reflotrón®. The hematocrite determined by microhematocrite, the hemoglobin for spectrophotometric. The erythro-

<sup>1</sup>Con el auspicio de COLCIENCIAS e Instituto de Investigaciones de la Orinoquía Colombiana-IIOC.



cytes recount and leukocytes with differential tints in camera of Neubauer and extended.

The hematocrite oscillated between 42,4-45% and the recount of leukocytes among  $5,9-4,4 \cdot 10^3/\text{mm}^3$ , without significant differences among ages. They were not differences in the erythrocytes recount among fingers and juvenile but yes between these and adults. There were differences be-

tween fingers and the other two groups in the hemoglobin and trombocytes recount, lymphocytes, neutrophyles and eosinophyles. The quantity of monocytes varies among the three groups. The above-mentioned indicates, in a general way, the influence of the age in the indicative hematologic of the species. Of the comparison of the hemogram and the leucogram the similarity of the species is deduced with other

brycónidos. Calls the attention the high lymphocytes values and trombocytes in alevins, what could suggest answers of the immune system of diverse origin. The total proteins (up to  $10,1 \pm 4,0 \text{ gr/dL}$ ), glucose (up to  $147,6 \pm 34,2 \text{ mg/dL}$ ), cholesterol (up to  $365,9 \pm 75,2 \text{ mg/dL}$ ) and triglycerides (up to  $343,7 \pm 62,6$ ) they were inside the margins reported for fish of fresh water, especially in the mature specimens, but with important differences among ages.

## INTRODUCCIÓN

Los estudios hematológicos sobre peces nativos de Colombia son escasos y puntuales, a pesar de ser de gran utilidad para la comprensión de la fisiología, así como para el diagnóstico clínico ya sea de poblaciones naturales o de sistemas de cultivo, mas aun si se considera la ascendente contaminación ambiental y proliferación de agentes patógenos que los pueden afectar (Eslava *et al.*, 1995a).

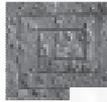
El yamú *Brycon siebenthalae*, especie nativa de los Llanos Orientales, recientemente incorporada con gran expectativa a los sistemas de producción piscícola, es una especie que se le reproduce en confinamiento utilizando extracto de hipófisis de carpa en protocolo estándar internacional ( $0,5 \text{ mg / kg}$  peso vivo intervalo de 12 horas,  $5 \text{ mg / kg}$  peso vivo) (Par-

do-Carrasco 2001 y Arias 2002). Los indicadores más importantes del proceso son: la ovulación ocurre a las seis-siete horas, a  $26-27 \text{ }^\circ\text{C}$ , después de la última aplicación hormonal; el desove se practica por estrujamiento y la fertilización en seco. La incubación se efectúa en incubadoras tipo funil de 200 litros (flujo de 2 litros / seg). La fertilidad llega al 51% a las seis horas pos-fertilización y la sobrevivencia embrionaria hasta un 90% a las 10 horas pos-fertilización. La eclosión se produce, a  $27^\circ\text{C}$ , a las 12 horas de incubación, con un desarrollo embrionario sorprendentemente rápido (Pardo-Carrasco 2001 y Arias 2002).

Se le cultiva alimentándosele con concentrados comerciales o mezclas de granos de alrededor del 25-30% de proteína bruta. Las

raciones son administradas diariamente a una tasa del 3% de la biomasa, dos veces al día, seis días a la semana. En las condiciones anteriores se han logrado conversiones de 1,5 a 2 en tiempos de cultivo de cinco a seis meses hasta los 400-500 g canal (Arias 2001). Es una especie excelente para la transformación de proteína de origen vegetal y para el manejo de altas energías en proporción con la proteína en la ración (Salinas *et al.* 2001).

Con todo y las potencialidades de la especie son desconocidos los aspectos básicos de hematología y de química sanguínea, información necesaria para futuros estudios en sistemas productivos, en especial para el diagnóstico y control de eventuales problemas sanitarios.



## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo fue realizado entre mayo y octubre de 2001 en la Estación Piscícola del Instituto de Acuicultura de los Llanos y en el Laboratorio Clínico de la Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de los Llanos (4° 05' N y 73° 37' O).

Se utilizaron 53 ejemplares de tres grupos de edades así: 15 alevinos (18,8 ± 0,8 cm, 101,3 ± 13,6 g), 20 juveniles (39,2 ± 1,3 cm, 910,0 ± 69,3 g) y 18 adultos (49,5 ± 2,8 cm, 1615,0 ± 296,3 g). Los animales fueron cultivados en estanques en tierra, de cría, levante y reproducción alimentándoseles con una ración comercial del 30% de proteína bruta y 3.000 kcal / g de energía bruta. Las raciones fueron administradas diariamente a una tasa del 3% de la biomasa, dos veces al día, seis días a la semana. Con las siguientes condiciones ambientales: temperatura 26,5±0,7°C, pH 6,2±0,5, oxígeno disuelto 5,3±0,8 mg / L, dureza 20±7 ppm y transparencia por disco Secchi de 25±12cm.

Los peces capturados de su respectivo estanque fueron sometidos a reposo por 24 horas en piletas de 3 m<sup>3</sup> manteniendo la calidad del agua: temperatura 26,0 ± 0,5°C, pH de 6,5 ± 0,3 y oxígeno disuelto de 6,0 ± 0,2 mg/L. Previo a la toma de la muestra de sangre cada ejemplar fue tranquilizado sumergiéndolo en una solución de 2-fenoxietanol de 2 mL/L de agua. Se obtuvo un volu-

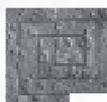
men de sangre de 2,0 ± 0,5 mL de juveniles y reproductores, y de 1,5 ± 0,5 mL de alevinos, mediante punción de la vena caudal (fig. 1), utilizando agujas de doble punta N° 21,5 de 1". La muestra sanguínea fue recibida en tubo Vacutainer heparinizado los cuales fueron inmediatamente almacenados bajo refrigeración en hielo seco. Posteriormente se realizaron cinco extendidos en láminas portaobjeto para la observación en microscopio óptico de las células y se realizó la determinación del hematocrito utilizando la técnica tradicional de microhematocrito, llenando dos microcapilares para realizar una réplica por cada muestra de sangre (Goldenfarb *et al.*, 1971 y Ellis y Daisley, 1973). Una vez efectuado lo anterior se centrifugaron las muestras a 2.000 rpm y 12°C durante 5 minutos, obteniéndose el plasma que se utilizó en las pruebas de determinación de proteínas totales, glucosa, triglicéridos y colesterol.

La medición de hemoglobina se realizó mediante espectrofotometría con reactivo de Drabking (Ellis y Daisley, 1973). El recuento total de eritrocitos se determinó mediante la técnica de recuento con solución de Marcano (Natalino, 1992; Eslava *et al.*, 1995a). El cálculo de los índices eritrocíticos (VCM, HCM y CHCM) fue efectuado, para todas las muestras, a partir de los datos de hematocrito, hemoglobi-

na y recuento total de eritrocitos (Wintrobe, 1934 citado por Ranzani-Paiva y Godinho, 1986). El recuento total de leucocitos fue realizado por adaptación de la técnica de recuento con solución de floxina (Berra *et al.*, 1993; Eslava *et al.*, 1995a) en cámara de Neubauer. El recuento diferencial de leucocitos se efectuó en 200 células sobre extendidos teñidos con Wright (Eslava *et al.*, 1995a) y se promedió el resultado para cada una de las células de la serie blanca (Kavamoto *et al.*, 1984). El recuento de trombocitos se realizó a través de lectura directa sobre láminas coloreadas con Giemsa, dada la buena calidad de la tinción para estas células, lo cual no interfirió con el recuento diferencial de leucocitos (fig. 2).

Para la determinación de proteínas totales se utilizó el método colorimétrico con reactivo de Biuret (una vez centrifugada a 4.000 rpm y 12°C durante 5 minutos), leyendo en espectrofotómetro convencional "SPECTRONIC 20" previamente calibrado (Gornall, 1949). Las determinaciones de glucosa, colesterol y triglicéridos se realizaron en Reflotrón® digital (Braun, 1984; Trash, 1984; Carstensen *et al.*, 1985).

Los resultados son reportados como promedio ± error estándar. La comparación de los promedios entre grupos fue realizada mediante ANOVA, con significancia P < 0,05.



## RESULTADOS

La Tabla 1 reúne los resultados obtenidos.

Tabla 1. Parámetros sanguíneos en tres edades de yamú *Brycon siebenthalae*.

Parámetro	Alevinos	Juveniles	Reproductores
Hematocrito (%)	44,1 ± 2,6 <sup>a</sup>	45 ± 4,2 <sup>a</sup>	42,4 ± 5,6 <sup>a</sup>
Hemoglobina (g/dL)	11,5 ± 1,1 <sup>a</sup>	13,7 ± 2,6 <sup>b</sup>	14,5 ± 1,8 <sup>b</sup>
Eritrocitos (10 <sup>6</sup> /mm <sup>3</sup> )	3,7 ± 0,8 <sup>a</sup>	3,8 ± 0,6 <sup>a</sup>	2,8 ± 0,9 <sup>b</sup>
VCM (μ <sup>3</sup> )	125,2 ± 27,7 <sup>a</sup>	122,3 ± 15,3 <sup>a</sup>	171,9 ± 73,7 <sup>b</sup>
HCM (μμg)	32,6 ± 7,7 <sup>a</sup>	37 ± 8,1 <sup>a</sup>	59,8 ± 26,7 <sup>b</sup>
CHCM (%)	26 ± 2,1 <sup>a</sup>	30,6 ± 5,6 <sup>b</sup>	34,9 ± 4,6 <sup>c</sup>
Trombocitos / campo	3,1 ± 0,8 <sup>a</sup>	1,7 ± 0,4 <sup>b</sup>	1,8 ± 0,4 <sup>b</sup>
Leucocitos(10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup> )	4,4 ± 0,4 <sup>a</sup>	5,4 ± 1,1 <sup>a</sup>	5,9 ± 3,6 <sup>a</sup>
Linfocitos (%)	84,1 ± 7,6 <sup>a</sup>	46,5 ± 6,9 <sup>b</sup>	53,2 ± 6,3 <sup>c</sup>
Neutrófilos (%)	6,7 ± 4,3 <sup>a</sup>	25,8 ± 3,7 <sup>b</sup>	21,8 ± 4,7 <sup>c</sup>
Heterófilos (%)	7,0 ± 3,6 <sup>a</sup>	25,2 ± 6,0 <sup>b</sup>	28,3 ± 4,3 <sup>b</sup>
Monocitos (%)	1,9 ± 0,9 <sup>a</sup>	1,4 ± 0,7 <sup>a</sup>	0,9 ± 0,6 <sup>b</sup>
Eosinófilos (%)	0	0,5 ± 0,6 <sup>a</sup>	0,5 ± 0,4 <sup>a</sup>
Proteínas (gr/dL)	10,1 ± 4,0 <sup>a</sup>	7,2 ± 3,1 <sup>b</sup>	8,9 ± 3,1 <sup>ab</sup>
Glucosa (mg/dL)	87,9 ± 10,2 <sup>a</sup>	147,6 ± 34,2 <sup>b</sup>	131,9 ± 37,2 <sup>b</sup>
Colesterol (mg/dL)	237,9 ± 31,2 <sup>a</sup>	299,5 ± 47,1 <sup>b</sup>	365,9 ± 75,2 <sup>c</sup>
Triglicéridos (mg/dL)	343,7 ± 62,6 <sup>a</sup>	328,3 ± 62,4 <sup>a</sup>	242,5 ± 66,9 <sup>b</sup>

Entre columnas letras diferentes significativamente diferentes a P < 0,05.

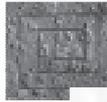
## DISCUSIÓN

Ranzani-Paiva *et al.* (1996) y Tavares-Dias *et al.* (1999), reportaron para especies de *Brycon* de Brasil hematocritos menores (42,4 % para juveniles y de 33,5 para reproductores) a los hallados en este estudio. Tales diferencias tienen en peces muy diversas causas como: la especie y la edad, (Wintrobe, 1934 y Glazova, 1976, citados por Ranzani-Paiva y Godinho, 1986), estado nutricional, patologías, factores ambientales, del comportamiento, (Ranzani-Paiva, 1995 y Amadio, 1985) y estado de desarrollo

reproductivo (Ranzani-Paiva *et al.*, 1991 y Amadio, 1985). Por otra parte el mayor porcentaje de hematocrito que se reporta es posible sea consecuencia de artificios ocasionados por la técnica empleada, a este respecto Tavares-Dias y Samdrim (1998) estudiaron tales diferencias en *Colossoma macropomum* hallando valores más altos del hematocrito cuando se emplea como anticoagulante heparina en lugar de EDTA. El hecho de no haber sido registradas diferencias significativas

entre los tres grupos de edades explorados es posible se deba a la gran actividad de la especie durante todos los estados de su ciclo vital, pero requiere estudios más precisos (Camargo, 1987; Satake *et al.*, 1991 y Soares *et al.*, 1994).

Se nota un aumento de la cantidad de hemoglobina con el aumento de la edad similar a lo reportado por Eisler (1965) y Soares *et al.* (1994). Tal situación se podría explicar por un aumento con la edad de las demandas de oxígeno, en



particular con el desarrollo de las gónadas, como lo reporta para *Mugil platanus* Ranzani-Paiva, (1995). Sin embargo es necesario nuevos estudios que examinen la aparente contradicción entre el aumento de la hemoglobina y la disminución de eritrocitos con el aumento de la edad.

Ranzani-Paiva (1995) reporta comportamiento similar al hallado en este trabajo en relación con el recuento trombocitario, esto es: con el aumento de la edad disminuye la cantidad trombocitaria. Inverso a lo anterior ocurrió con los recuentos de las demás células blancas, las cuales además estuvieron dentro de rangos similares a los hallados para adultos de *Brycon cephalus* por Tavares-Dias *et al.* (1999). Llama la atención la mayor cantidad de linfocitos frente a las demás células blancas en alevinos, probablemente debido al carácter de inmadurez celular que se puede presentar en esta etapa de crecimiento (Barber y Westermann, 1975; Kavamoto *et al.*, 1984; Ranzani-Paiva *et al.*, 1991 y Zinkl *et al.*, 1991).

En cuanto a los monocitos es especial su variación entre edades, ello merecerá en el futuro atención particular considerando la gran importancia que tienen como integrantes del sistema fagocítico, donde intervienen en la formación de centros melanomacrófagos

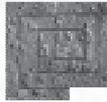
que liberan peroxidasas bactericidas (Ellis, 1977 y Bielek, 1981).

Los valores de química sanguínea están generalmente relacionados con la calidad de los alimentos ofrecidos a los animales en confinamiento (Groff y Zinkl, 1999). La edad es además un factor determinante en la cantidad de proteína en la sangre, siendo que los peces más jóvenes presentan por lo general mayores valores, como es el caso de este trabajo (Soares *et al.*, 1994). Zaiden (2000) encontró para *Brycon hilarii* además, que la variación del contenido circulante de proteína plasmática está directamente relacionada con el estado de desarrollo de las gónadas en peces adultos, siendo significativamente mayores en hembras durante la vitelogénesis.

Las concentraciones de glucosa halladas fueron comparativamente mayores que las reportadas para juveniles de *B. cephalus* por Tavares-Dias *et al.* (1999). También en los otros dos grupos etarios los registros fueron más altos comparándolos con datos de otros teleósteos (Engel y Davis, 1964; Chavin y Young, 1970 y Eslava *et al.*, 1995a). Zaiden (2000) reporto para *B. cephalus* variaciones de glucosa sanguínea entre 71,3 mg/dL y 123,5 mg/dL en ejemplares de primera reproducción asociando tales rangos con el mayor grado de de-

sarrollo gonadal, lo cual explicaría las diferencias encontradas en este estudio entre juveniles y adultos, pero como en casos anteriores ello merece trabajos más precisos. También el estrés, de diferentes orígenes, puede afectar muy significativamente las cantidades de glucosa sanguínea y otros parámetros aquí estudiados (Fletcher, 1975 y Eslava *et al.*, 1995b).

Los valores de colesterol y triglicéridos en todas las edades se observaron relativamente altos comparados con lo reportado para otros teleósteos (Glazova, 1976 citado por Ranzani-Paiva y Godinho, 1986 y Babin, 1999). Ello podría atribuirse a la calidad de la ración, tanto por el exceso de energía que pudiera tener como por el desbalance proteína-energía, causas más comunes de los altos valores que en peces cultivados son registrados (Babin, 1999). Sin embargo altos contenidos de lípidos circulantes parecen normales en peces tropicales cautivos destinados a la reproducción, en este sentido Zaiden (2000), para *B. hilarii* reportó hasta 537,6 mg/dL de triglicéridos en hembras pre-reproductivas v/s 140 mg/dL en hembras pos-reproductivas (Groff y Zinkl, 1999 y Kavamoto *et al.*, 1984). Lo anterior se explica por el traslado que estas hacen de las reservas grasas corporales hacia los ovocitos en vitelogénesis (Arias, 2002).

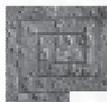


## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a COLCIENCIAS y a la Universidad de los Llanos por el apoyo brindado para la realización de este trabajo. A las profesoras Elizabeth Aya Baquero y Claudia Milena Rodríguez Sierra del IALL y a los estudiantes del grupo de estudio sobre sanidad de peces por su colaboración.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMADIO, S.A. 1985. *Variación dos parâmetros hematológicos das espécies do gênero Semaprochilodus (Ostaryophysi, Prochilontodidae), en funcao de aspectos ontógenicos, reproductivos, comportamentais e ambientais no baixo Río Negro. Amazonas. UA. 78p.* (Disertação Mestrado).
- ARIAS, C.J.A. 2002. *Biología reproductiva del yamú Brycon siebenthalae (Teleostei, Characidae) en cautiverio.* Univ. del Valle. Cali 112p. (Tesis de Doctorado).
- ARIAS, C.J.A. 2001. El cultivo del yamú. 2da. Ed. UNILLANOS-AILL-IIOC. Villavicencio, 26p.
- BABIN, P.J. 1999. Plasma lipoproteins in fish. *J. Lipid. Res.* 30(1989):467-489.
- Barber, D.I.; Westermann, J.E.M. 1975. Morphological and histochemical studies on a PAS positive granular leucocyte in blood and connective tissues of *Catostomus commersni* Lacépede (Teleostei: Pisces). *Am. J. Anat.* 142:205-220.
- BERRA, J.P.A.; Fiocco, R.A.; Ramos, S.M. 1993. Técnica para contagem global de glóbulos brancos em peixes. *Bol. Téc. CEPTA.* 6(2):63-66.
- BIELEK, E. 1981. Development stages and localization of peroxidatic activity in the leucocytes of three teleost species (*Cyprinus carpio*, *Tinca tinca* and *Salmo gairdneri*). *Cell and Tissue Research*, 220:163-180.
- BRAUN, H.P. 1984. *Clinical chemistry.* N.Y. 991p.
- CAMARGO, F.T. 1987. Estudo das séries hematológicas da Traira *Hoplias malabaricus*. *Rev. Esc. Farm. Odont. Alfenas*, 9:63-69.
- CARSTENSEN, C.A.; Murawski, R.; Koller, P.U. 1985. *Clinical chemistry and clinical biochemistry.* 608p.
- CHAVIN, W.; YOUNG, J.E. 1970. Factors in the determination of normal serum glucose levels of goldfish *Carassius auratus*, *Comp. Biochem. Physiol.* 33:629-653.
- EISLER, R. 1965. Erythrocyte counts and hemoglobin content in nine species of marine teleosts. *Chesapeake Sc.* 6:119-20.
- ELLIS, A.E. 1977. The leucocytes of fish. A review. *J. Fish Biol.* 11:491-493.
- ELLIS, A.E.; Daisley, K.W. 1973. Routine haematological methods for use with fish blood. *J. Fish. Biol.* 5:771-782.
- ENGEL, D.W.; Davis, E.M. 1964. Relationship between activity and blood composition in certain teleosts. *Copeia*, 3:586-587.
- ESLAVA, M.P.R.; GOMÉZ, L.A.; HERNÁNDEZ, C.P. 1995a. Hematología básica de la cachama blanca, *Piaractus brachypomus*. *Rev. M.V. Z. Univ. Llanos. Villavicencio*, 1(1):3-5.
- ESLAVA, M.P.R.; GOMÉZ, L.A.; HERNÁNDEZ, C.P. 1995b. Influencia del estrés por manejo y transporte al momento de la toma de muestras sanguíneas sobre los valores de hematología y química sanguínea en la cachama blanca *Piaractus brachypomus*. *Rev. Acovez*, 20(1):5-9.
- FLETCHER, G.L. 1975. The effects of capture "stress" and storage of whole blood in the red cells plasma, proteins, glucose and electrolytes of the winter flounder *Pseudopleuronectes*. *Can. Zoo.* 53:197-206.
- GLAZOVA, T.N. 1976. Physiological and biochemical blood characteristics of some species of tropical fish from the Pacific Ocean. *J. Ichtiol.* 16(1):95-105, citado por Ranzani-Paiva,

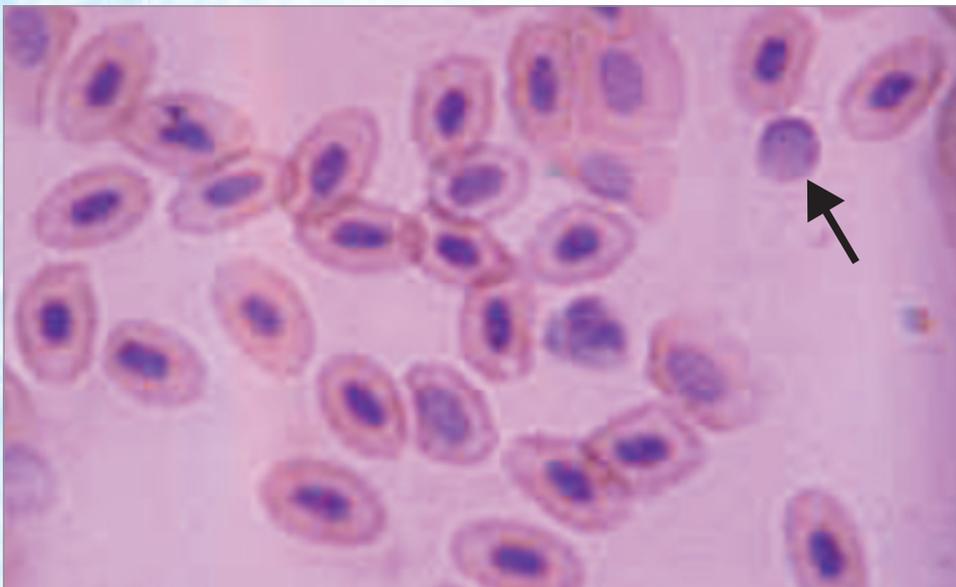


## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- M.J.T.; GODINHO, H.M. 1986. Hematological characteristics of the curimbatá, *Prochilodus scrofa* Steindachner, 1888 (Osteichthyes, Characiformes, Prochilodontidae). Bol. Inst. Pesca, 13 (2): 115-120.
- GOLDENFARB, P.B.; BOWYER, F.P.; HALL, E.; BROUSSIOUS, E. 1971. Reproducibility in hematology laboratory the microhematocrit determinations. Am. J. Clin. Pathol. 56(1):35-39.
- GORNALL, A.H. 1949. Determinación de proteínas plasmáticas totales mediante colorimetría por el método de Biuret. Manual Lab. Biosystem, S.A. Bogotá, 2000. pp. 3-4.
- GROFF, J.M.; ZINKL, J.G. 1999. Hematology and clinical chemistry of cripinid fish. Vet. Clin. North Am. 2(3):741-776.
- KAVAMOTO, E.T.; TOKUMARU, M.; SOUZA, E.Z. 1984. Variações morfológicas e contagem diferencial das células leucocitárias de Cascudo *Plecostomus albopunctatus*. (Regan, 1908) em relação ao desenvolvimento gonadal. Bol. Inst. Pesca. Sao Paulo, 12(2):15-23.
- NATALINO, R. 1992. Curso de hematología. CEPTA. Pirasunnunga, Brasil, 32p.
- Pardo-Carrasco, S.C. 2001. *Reprodução induzida de Yamú Brycon siebenthalae* (Pisces: Characiformes). UFSC. Florianópolis 67p. (Dissertação de Mestrado).
- RANZANI-PAIVA, M.J.T.; AIKO, T.Y.; COCCUZA, D.E.A.; EIRAS, A.C. 1991. Características sanguíneas da pirapitinga do sul, *Brycon* sp. sob condições experimentais de criação intensiva. Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci. Sao Paulo, 28(2): 141-153.
- RANZANI-PAIVA, M. J. T. 1995. Células de sangue periférico e contagem diferencial de leucócitos em Tainha, *Mugil platanus*. Gunther, 1880 (Osteichthyes, Mugilidae) da região estuarino lagunar de Cananéia-S.P. (Lat. 25°00' S - Long. 47° 55' W). Bol. Inst. Pesca. 22(1):23-40.
- RANZANI-PAIVA, M.J.T. 1996. Células sanguíneas e contagem diferencial de leucócitos em pirapitinga do Sul, *Brycon* sp., sob condições experimentais de criação intensiva. Rev. CERES. 43(250):685-696.
- RANZANI-PAIVA, M.J.T.; GODINHO, H.M. 1986. Hematological characteristics of the curimbatá, *Prochilodus scrofa* Steindachner, 1888 (Osteichthyes, Characiformes, Prochilodontidae). Bol. Inst. Pesca, 13(2):115-120.
- RANZANI-PAIVA, M.J.T.; SALLES F.A.; EIRAS, C.J.; COCCUZA, D.E.A.; ISHIKAWA, M.C.; AGAR, C.A. 1998-1999. Análises hematológicas de curimbatá (*Prochilodus scrofa*), pacú (*Piaractus mesopotamicus*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*) das estacoes de piscicultura do Instituto de Pesca, S.P. Bol. Inst. Pesca. 25(único): 77-83.
- SALINAS, V.J.C.; VÁSQUEZ, T.W.; WILLS, F.A.; ARIAS, C.J.A. 2001. Estudio preliminar para la determinación de proteína cruda en juveniles de yamú *Brycon siebenthalae* (Eigenmann, 1912). En: Mem. VII Jorn. de Acuic. 3ra. Reu. Reg. *Brycon*. Unilanos-IALL-ASA-PURINA. Villavicencio, 9 de noviembre, pp. 39-46.
- SATAKE, T.; LOPES, R.A.; LEME DOS SANTOS, H.S.; NUTI-SOBRINHO, A.; LOPES, V. P. O.; WATANABE, L.S.; BAHLS, A.S.; SOARES DOS SANTOS, T.R. 1991. Haematological study of Brazilian fish. I. Blood parameters in male and female armored catfish *Hipostamus regani*, Ihering 1905. (Pises, Loricariidae). Rev. Unimar, Maringa, 13 (2):229-235.
- SOARES, S.T.R.; SATAKE, T.; LOPES, R.; BRENTEGANI, L.G.; BALHS, S.A.; WATANABE, L.S.; MARZOCCHI, C.M. 1994. Estudo hematológico de peixes brasileiros. XXII. Parâmetros hematológicos do curimbatá *Prochilodus scrofa* Valenciennes, 1836. (Pises, Prochilontidae), capturado no Rio Paraná. PR. Brasil. Rev. Esc. Odonto. Alfenas, 16:39 -43.
- TAVARES-DIAS, M.; FRASCA, S.C.M.D.; CAMPOS, F.E.; MORAES, F. 1999. Características hematológicas de teleosteos brasileiros IV. Parâmetros eritroleucométricos, trombométricos e glicemia do matrinxá, *Brycon cephalus*, Gunther, 1869 (Osteichthyes: Characidae). Ars. Veterinaria, 15(3):149-153.
- TAVARES-DIAS, M.; SANDRIM, E.F.S. 1998. Influence of anticoagulants and blood storage on hematological values in tambaqui (*Colossoma macropomum*). Acta Scientiarum. 20(2):151-155.
- TRASH, H. 1984. Test para la determinación cuantitativa de glucosa en sangre, suero o plasma con Reflotron. Lab. Roche. Clinical Chemistry, 30: 969.
- WINTROBE, M.M. 1934. Variations in the size and hemoglobine content of erythrocytes in the blood of various vertebrates. Folia Hematológica, 51:32-49, citado por Ranzani-Paiva, M.J.T.; Godinho, H.M. 1986. Hematological characteristics of the curimbatá, *Prochilodus scrofa* Steindachner, 1888 (Osteichthyes, Characiformes, Prochilodontidae). Bol. Inst. Pesca, 13(2):115-120.
- ZAIDEN, S.F. 2000. *Morfología gonadal e metabolismo energético da piraputanga, Brycon hilarii, (Cuvier e Valenciennes, 1849) (Pisces, Characidae), em cativeiro, durante o ciclo reprodutivo anual*. UNESP. S.P. pp. 103-122. (Tese Doutorado).
- ZINKL, J.G.; COX, W.T.; KONO, C.S. 1991. Morphology and cytochemistry of leucocytes and thrombocytes of six species of fish. Comp. Haematol. Intl. 1:187-195.



**Figura 1.** Toma de muestra sanguínea, ejemplar juvenil de yamá.



**Figura 2.** Extendido de sangre de yamá *Brycon siebenthalae*. Eritrocitos, linfocito (flecha). Coloración Wrigth. Objetivo: 40X.