

Caracterización de células sanguíneas y parámetros hematológicos en blanquillo *Sorubim cuspicaudus*

José C. Correa Negrete¹, Amilkar A. Garrido Correa¹, Martha J. Prieto Guevara², Víctor J. Atencio García², Sandra C. Pardo Carrasco^{3*}

¹Profesionales en Acuicultura, Universidad de Córdoba. Carrera 6 #76-103, Teléfono 7860113 ext 267, Montería.

²Docentes FMVZ/DCA/CINPIC Universidad de Córdoba. Montería.

³Docente FCA/DPA/BIOGEM Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Calle 59A#63-020 Bloque 50 oficina 313, Tel 4309044, Medellín. * Correo electrónico: scpardoc@unal.edu.co

RESUMEN

Con el objeto de realizar una caracterización hematológica básica, fueron examinados 25 hembras (H; 758,4±362,5 g y 60,5±0,7 cm) y 12 machos (M; 577,1±187,1 g y 49,8±4,9 cm) adultos de blanquillo *Sorubim cuspicaudus* capturados en la cuenca del río Sinú. El conteo de los eritrocitos se estimó en 8,3±2,0x10⁶ H y 9,7±3,2x10⁶ cel/mm³ M, los trombocitos en 7,4±4,3x10⁵cel/mm³ H 3,5±2,4x10⁵cel/mm³ M y los leucocitos en H fueron estimados en 53±39x10³cel/mm³ y 43±16x10³cel/mm³ en M. El conteo diferencial de leucocitos para H fue de 70,6±12,3% linfocitos, 14,6±6,8% neutrófilos, 11,8±8,0% monocitos, 3,28±3,7% basófilos y 0,32±0,63% eosinófilos y para M fue 55,8±11,5% linfocitos, 17,8±9,3% neutrófilos, 20,0±7,4% monocitos, 5,4±3,1% basófilos y 1,0±1,1% eosinófilos. La hemoglobina fue de 9,4±2,3 g/dl y 10,5±2,3 g/dl, el hematocrito 22,7±5,7% y 25,5±5,6% para H y M respectivamente. Los índices eritrocíticos fueron volumen corpuscular medio 11,5±2,2 fL y 12,2±5,7 fL, concentración corpuscular media de hemoglobina 41,7±3,9 g/dl y 42,1±6,5 g/dl y hemoglobina corpuscular media 27,6±5,1 pg y 29,2±13,7 pg para H y M respectivamente. En el recuento diferencial de leucocitos fueron encontradas diferencias (P<0,05) entre M y H en el porcentaje de linfocitos (inferior para M), neutrófilos y eosinófilos (superiores en M). Esto sugiere una mayor sensibilidad por parte de los M al proceso de captura y manipulación, y no hubo signos patológicos con los que se puedan relacionar estos cambios en el recuento diferencial de leucocitos. Los resultados obtenidos sugieren que las características hematológicas del blanquillo están dentro de los rangos reportados para peces neotrópicos, aparentemente saludables. Este estudio es el primer resultado acerca de los parámetros sanguíneos del blanquillo.

Palabras clave: *Sorubim cuspicaudus*, hematocrito, hemoglobina, eritrocitos, leucocitos, trombocitos

Characterization of blood cells and hematological parameters in Trans-Andean shovelnose catfish *Sorubim cuspicaudus*

ABSTRACT

In order to assemble a hematological characterization 25 females (F; 758,4±362,5 g of weight and 60,5±0,7 cm of total length) and 12 males (M; 577,1±187,1 g y 49,8±4,9 cm) of Trans-Andean shovelnose catfish adult *Sorubim cuspicaudus*, captured in the Sinú river basin were examined. The total erithrocytes were of 8,3±2,0x10⁶ F and 9,7±3,2x10⁶ cel/mm³ M, thrombocytes 7,4±4,3x10⁵cel/mm³ F 3,5±2,4x10⁵cel/mm³ M and leucocytes in F were estimated in 53±39x10³cel/mm³ and 43±16x10³cel/mm³ in M. The differential count of leukocytes for F were 70,6±12,3% lymphocytes, 14,6±6,8% neutrophils, 11,8±8,0% monocytes, 3,28±3,7% basophils and 0,32±0,63% eosinophils, for M were 55,8±11,5% lymphocytes, 17,8±9,3% neutrophils, 20,0±7,4% monocytes, 5,4±3,1% basophils y 1,0±1,1% eosinophils. The hemoglobin was 9,4±2,3 g/dl and 10,5±2,3 g/dl, hematocrit 22,7±5,7% and 25,5±5,6% for F and M respectively. The erythrocyte index: Mean corpuscular volume (MCV)

were $11,5 \pm 2,2$ fL and $12,2 \pm 5,7$ fL; mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC) were $41,7 \pm 3,9$ g/dl and $42,1 \pm 6,5$ g/dl and mean corpuscular hemoglobin (MCH) $27,6 \pm 5,1$ pg and $29,2 \pm 13,7$ pg, for F and M, respectively. In the differential count of leukocytes statistical differences were found between F and M ($P < 0,05$), the lymphocytes percentage in males was inferior to F, neutrophils and eosinophils percentage were superior in M than F. This suggests a greater sensibility from the M to the process of capture and handling, and there is no pathological signs which could be related to this changes in the differential count of leukocytes. All the fish were apparently healthy, and without pathology signs. The results obtained suggest that Trans-Andean shovelnose catfish hematology characteristics are in normal range for neotropical fish, apparently healthy. This study is the first report about hematological parameters in Trans-Andean shovelnose catfish.

Keywords: *Sorubim cuspicaudus*, haematology, blood chemistry, freshwater fish; hematocrit;leucocytes.

INTRODUCCIÓN

El blanquillo *Sorubim cuspicaudus* (Littmann *et al.*, 2000) es el silúrido reofílico (Pimelodidae) más importante en la cuenca del río Sinú debido a su excelente aceptación en el mercado y alto valor comercial juega un papel muy importante en la economía pesquera de la región. Adicionalmente, dadas sus características zootécnicas como piel sin escamas, ausencia de espinas intermusculares y buena calidad cárnica es considerado un excelente candidato para la piscicultura continental tropical (Atencio y Solano, 1994). Es un carnívoro con tendencia piscívora, siendo sus peces preferidos cocobolo *Aequidens pulcher*, sardinas *Astyanax sp.*, *Saccoderma sp* y yalúa *Cyphocharax magdalenae* (Villadiego-Monterrosa *et al.*, 2004).

Recientemente fue declarado en peligro de extinción por la disminución de sus capturas y tallas en las cuencas del Magdalena y del Sinú, como consecuencia de la sobrepesca y el deterioro ambiental (Mojica *et al.*, 2002), por lo que es necesario implementar acciones para su recuperación y conservación. Dentro de estas acciones la producción en cautiverio con fines de repoblamiento y fomento piscícola, podría ayudar a disminuir la presión de pesca sobre este recurso, sin embargo, son requeridos muchos conocimientos anatómicos y fisiológicos de la especie para construir un adecuado paquete de producción.

La hematología es una herramienta empleada con éxito como instrumento de diagnóstico en la ciencia veterinaria pero en acuicultura es aún muy poco usada, especialmente en Latinoamérica, debido al escaso conocimiento sobre los parámetros fisiológicos

normales en las diferentes especies de peces de importancia comercial (Kinkelin *et al.*, 1985). Adicional al escaso conocimiento sobre parámetros sanguíneos normales, son limitados los reportes sobre las desviaciones causadas por las técnicas de muestreo (Marino *et al.*, 2001), los diferentes sistemas de cultivo, la calidad de agua (Hrubec *et al.*, 2000), así como cuales son los parámetros más importantes para ser determinados. También factores fisiológicos como ciclo reproductivo, edad, género y nutrición han sido obtenidos como generadores de cambios en los parámetros sanguíneos de los peces (Groff y Zinkl, 1999; Verdegem *et al.*, 1997). Todo lo anterior ha limitado el uso de la hematología como herramienta para el mantenimiento de la salud de los peces, indicando la necesidad de realizar estudios considerando los factores anteriormente citados.

Avanzar en el conocimiento de la hematología del blanquillo permitirá abordar la producción en cautiverio con un adecuado manejo sanitario y aportará información para la consolidación de una herramienta diagnóstica para la vigilancia epidemiológica; ya que los parámetros sanguíneos son indicadores rápidos de alteraciones fisiológicas (Sadnes *et al.*, 1988; Campbell y Murru, 1990). El objetivo del estudio fue la caracterización hematológica básica del blanquillo del río Sinú, buscando diferencias entre sexos.

MATERIALES Y METODOS

Fueron analizados 37 adultos de *Sorubim cuspicaudus*, 25 hembras (H) y 12 machos (M) aparentemente sanos, capturados en la parte baja del río Sinú entre abril y diciembre de 2007 con trasmallo y atarraya. El trasladado al Centro de Investigación Piscícola de la Universidad de Córdoba

(CINPIC, Montería, Córdoba) se realizó en un tanque rectangular de plástico (1,5x0,5x0,5 m) con aireación permanente. Para evitar lesiones entre los peces cada individuo fue introducido en un tubo de PVC de 60 cm de longitud y 4 pulgadas de diámetro con los extremos cubiertos con malla. En el CINPIC fueron transferidos a estanques de 600 m², a una densidad de siembra de 100 g/m², el agua del estanque presentó concentración promedio de oxígeno disuelto de 4,0±1,0 mg/l, temperatura 28,0±2,0°C, pH 7,2±0,5, dureza 50,0±10,0 mg/l, alcalinidad 80,0±10,0 mg/l y amonio total menor de 0,1 mg/l. Después de 3 meses, fueron retirados del estanque y transferidos a piletas en concreto, con similares condiciones de calidad de agua y pasadas 24 h se hizo la extracción sanguínea de cada ejemplar.

Los ejemplares analizados fueron adultos en estado de maduración, no habían completado la vitelogénesis, sin signos de maltrato o lesiones, con nado equilibrado en línea horizontal; por lo que se consideraron aparentemente sanos. La longitud total (Lt) promedio de las H fue 54,9±6,9 cm y la de los M fue 49,8±4,9 cm. El peso promedio fue 758,4±362,5 g para H y de 552,1±175,9 g para M.

Las muestras de sangre se obtuvieron puncionando el paquete vascular caudal, entre la línea lateral y el septo medio ventral, extrayendo de 2 a 3 ml de sangre por individuo y recibida en tubo para vacuetea (Vacuette®, Greiner Bio-one, USA) con anticoagulante EDTA (Ethylen Diamino Tetra Acético) Rodríguez (1991); Coles (1989). La sangre extraída se dividió en dos partes, una de las cuales se centrifugó a 12.000 rpm durante 5 min para la extracción del plasma en el cual se determinó hemoglobina y con la otra se realizó el hemograma.

El recuento total de eritrocitos, leucocitos y trombocitos se realizó en cámara de Neubauer de 0,0025 mm² (Optic Labor, Alemania). Para el conteo de eritrocitos se utilizó como diluyente solución salina fisiológica, y para trombocitos y leucocitos se utilizó el reactivo de Natt-Herrick (Conroy, 1998), en ambos casos la dilución fue de 1:200. El hematocrito (Ht) se realizó en microcentrifuga (Indulab, CT1-D, Colombia); hemoglobina (Hb) con el reactivo de Drabkin siguiendo la metodología de la cianometahemoglobina y leyendo en espectrofotómetro a 546 nm. Para los índices eritrocíticos como volumen corpuscular medio

(VCM), hemoglobina corpuscular media (HCM) y concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM), se aplicaron las fórmulas descritas por Conroy y Conroy (1987). Para realizar el recuento diferencial de leucocitos se hicieron frotis sanguíneos teñidos con coloración tipo Romanowsky (Wright; Conroy y Conroy, 1987). Se tomaron fotografías de las células sanguíneas con ayuda de un microscopio óptico (Carl Zeiss, Axioestar, Alemania) con cámara fotográfica digital incorporada (Canon, Power Shot G5, Japón) y se midió el largo y ancho de la célula y del núcleo, se calculó el área de la célula, citoplasma y núcleo de cada una con ayuda de un analizador de imágenes (Carl Zeiss, AxioVisión 4,3, Alemania).

A las variables analizadas se les aplicó estadística descriptiva, los valores obtenidos fueron expresados como promedios±desviación estándar (Prom±DS). La comparación de los valores de hematología entre M y H se realizó mediante la prueba *t-test* (P<0,05). El análisis estadístico se realizó con la ayuda del software Systat versión 7,0 (SPSS Inc, 1997).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El número de eritrocitos en adultos de *S. cuspidatus* entre H (8,3 x10⁶ cel/mm³) y M (9,6 x10⁶ cel/mm³) no mostró diferencia estadística (Cuadro 1). Al comparar estos valores con otro silúrido como *Rhamdia quelen* (1,9x10⁶ cel/mm³) Tavares-Días *et al.* (2002a) el blanquillo registró un número mayor de eritrocitos. Igualmente presentó mayor número de eritrocitos que *Salminus affinis* (2,2x10⁶ cel/mm³), Atencio-García *et al.* (2007), carácido carnívoro que comparte condiciones medioambientales similares al ser de la misma cuenca. También el valor de eritrocitos de blanquillo fue mayor que el reportado en otras especies tropicales de ambientes leníticos como *Oreochromis niloticus* (6,9 x10⁶ cel/mm³ Bittencourt *et al.*, 2003); y que en *Galaxias maculatus* (1,1x10⁶ cel/mm³), pez de aguas frías (Jaramillo, 2005). Pero Tavares-Días *et al.* (2002b), observaron un número mucho mayor de eritrocitos en *Piaractus mesopotamicus* (19,4x10⁶ cel/mm³) un pez reofilico pero de hábito omnívoro.

Las variaciones sanguíneas pueden deberse a las técnicas utilizadas para el muestreo, a la procedencia de los ejemplares, a factores de calidad de agua, a la situación fisiológica en la cual el pez se encuentra y a la presencia de ciertas enfermedades o estados

Cuadro 1. Recuento total de células sanguíneas en hembras y machos adultos de blanquillo *Sorubim cuspicaudus* de la cuenca del río Sinú (% corresponde al porcentaje de cada célula dentro del total de todas).

Células	Hembras				Machos			
	Prom±DS	Max	Min	%	Prom±DS	Max	Min	%
Eritrocitos (celx10 ⁶ /mm ³)	8,3±2,0a	11,6	3,7	91,3	9,7±3,2a	14,0	3,5	96,1
Trombocitos (celx10 ⁵ /mm ³)	7,4±4,3a	19	2	8,1	3,5±2,4b	7,9	0,8	3,0
Leucocitos (celx10 ³ /mm ³)	53,0±3,9a	155	8,5	0,6	43±1,6a	80	20	0,4

*Letras diferentes entre columnas de la misma línea significa diferencia estadística entre medias (P<0,05).

patológicos (Verdegem *et al.*, 1997; Groff y Zinkl, 1999; Hrubec *et al.*, 2000; Marino *et al.*, 2001); pero también al sexo, como se evidencia en este trabajo. Estas variaciones igualmente han sido obtenidas en peces dentro de su medio ambiente (Vuren y Hattinng, 1978; Ranzani-Paiva *et al.*, 1998/1999) y atribuidas a diferentes factores tales como la genética, el estrés por captura y transporte (Kori-Siakpere, 1985; Tavares-Dias *et al.*, 2001) y los procedimientos de muestreo sanguíneo (Luskova, 1998; Tavares-Dias y Sandrim, 1998). La diferencia en el número de eritrocitos entre especies, posiblemente esté más relacionada con los hábitos y las características fisiológicas, que son dependientes del medio ambiente en el cual el pez vive. La cantidad de eritrocitos debe estar estrechamente relacionada con la presión del oxígeno en el agua, con el tipo de desplazamiento del pez y con el metabolismo de la especie en particular, ya que su función es el transporte de oxígeno. De cualquier forma, los eritrocitos son las células sanguíneas más abundantes.

Los trombocitos son células que juegan un papel importante en el proceso de coagulación sanguínea, al igual que en el sistema de defensa por medio de la actividad fagocítica y bactericida (Campbell, 1988). Debido a esto, diversos autores incluyen los trombocitos en el recuento diferencial de leucocitos. Sin embargo, otros están en desacuerdo y lo contabilizan como serie independiente (Ranzani-Paiva *et al.*, 1998/1999; Hrubec *et al.*, 2001; Örin y Erdemli, 2002; Ranzani-Paiva *et al.*, 2003, Atencio-García *et al.*, 2007). En este estudio no fueron incluidos los trombocitos

en el recuento diferencial de leucocitos cambio, el reactivo de Natt y Herrick (1952) permitió en una misma dilución identificar leucocitos y trombocitos, y fue posible hacer recuento total de estas dos células. En blanquillo los trombocitos fueron las segundas células en abundancia, siendo fáciles de identificar por sus características morfológicas y su tamaño. Esto concuerda con lo descrito por Rey y Guerrero (2007) para *Cichlasoma dimerus*.

Cuando los trombocitos son incluidos en los recuentos de leucocitos, representan más del 50% de los leucocitos circulantes (Ueda *et al.*, 1997). El recuento total de trombocitos encontrados en *S. cuspicaudus* presentó diferencia estadística significativa entre sexos (P<0,05); las H registraron el doble de trombocitos que los M. Aunque en ambos casos los promedios son superiores a los registrados para *S. affinis* (0,25x10⁵ cel/mm³) Atencio-García *et al.* (2007) y *P. mesopotamicus* (0,56x10⁵ cel/mm³) Tavares-Dias y Mataqueiro (2004), realizando el conteo de trombocitos en la misma forma. Ningún otro trabajo presenta resultados de valores en M y H, menos aún situaciones de diferencia entre estos mismos. La diferencia entre los promedios de trombocitos de estas especies sugiere estén asociadas a factores de tipo interespecífico, así como se observa con los eritrocitos. Al respecto Rowley *et al.* (1988) señalaron que la sangre cuando es colectada con anticoagulante, los trombocitos exhiben forma oval y que probablemente esta es su apariencia normal *in vivo*; mientras que sin anticoagulante aparecen agregados y rasgados, indicando coagulación e

impidiendo el recuento. En este estudio la sangre fue recibida en EDTA, por lo que exhibieron forma oval y el recuento fue posible.

Las variaciones intraespecíficas de leucocitos son influenciadas por características propias de cada individuo relacionadas con el carácter migratorio de los leucocitos entre la circulación y los órganos leucopoyéticos (bazo y riñón) en respuesta a los estímulos ambientales a que cada individuo está expuesto, lo que pudo ocurrir con los ejemplares del presente estudio que a pesar de estar bajo las mismas condiciones ambientales, hubo diferencias individuales. Las variaciones interespecíficas pueden ser ocasionadas por diversos factores como la época (Raizada y Sing, 1981; Tavares-Dias y Moraes, 2004), la reproducción (Raizada y Sing, 1981), los hábitos alimenticios, necesidades metabólicas de cada especie y condiciones eco-fisiológicas (Tandon y Joshi, 1976; Raizada y Sing, 1981; Tavares-Dias y Moraes, 2004). Evidenciando lo anterior, los estudios muestran variaciones en el número de leucocitos entre teleosteos tropicales de aguas continentales entre $6,5$ a $72,5 \times 10^3$ cel/mm³ de sangre (Tandon y Joshi, 1976). En este estudio, el valor promedio de leucocitos en *S. cuspidus* se encuentra entre el rango anotado anteriormente; sin embargo, se han presentado valores menores en especies como *S. affinis* ($6,1 \times 10^3$ cel/mm³), Atencio-García *et al.* (2007) y *Prochilodus scrofa* ($4,8 \times 10^3$ cel/mm³) Ranzani-Paiva *et al.* (1998;1999).

En la diferenciación de leucocitos fueron observados linfocitos, neutrófilos, monocitos, basófilos y eosinófilos ver Cuadro 2; siendo los linfocitos, monocitos y neutrófilos las células más frecuentes en las extensiones sanguíneas de *S. cuspidus*, situación que coincide con los trabajos realizados en *Salminus maxillosus* (Ranzani-Paiva *et al.*, 2003); *S. affinis* (Atencio-García *et al.*, 2007), *R. quelen* (Tavares-Dias *et al.*, 2002a); *Galaxias maculatus* (Jaramillo, 2005). Al comparar estos resultados con otros trabajos, se puede observar que la cantidad de estos tres tipos de células es muy variable, ya que, se encuentran resultados de linfocitos 4,24% en *P. scrofa* (Ranzani-Paiva *et al.*, 1998/1999), 3,20% para *P. mesopotamicus* (Tavares-Dias *et al.*, 2002a); de igual forma para neutrófilos se encuentran registros de 83,7% en *P. scrofa* (Ranzani-Paiva *et al.*, 1998/1999) y 0,8% para *P. mesopotamicus* (Tavares-Dias *et al.*, 2002b). Los linfocitos son, usualmente, las células más comunes de leucocitos, representando

más del 85% del total, cuando son excluidos los trombocitos (Groff y Zinkl, 1999).

La diferencia estadística en el número de linfocitos, neutrófilos y eosinófilos entre H y M puede deberse a una respuesta diferente por parte de los M al manejo en cautiverio; es decir, los M fueron más sensibles que las H. Esto puede ser inferido puesto que ambos se encontraban en el mismo ambiente, sometidos a situaciones iguales, sin embargo los M revelaron la condición típica de un animal estresado. Puede sugerirse que los M manifestaron linfopenia (cantidad menor de linfocitos, estadísticamente diferente al de las H, $P < 0,05$), neutrofilia (cantidad mayor de neutrófilos, estadísticamente diferente al de las H, $P < 0,05$) y eosinofilia (cantidad mayor de eosinófilos, estadísticamente diferente al de las H, $P < 0,05$), como también, puede que estos valores más bajos estén dentro del rango normal de la especie, por lo que hace falta profundizar más en el tema hasta definir el cuadro hemático normal del blanquillo.

Cambios en los recuentos celulares son de hecho indicadores de situaciones anómalas en los individuos, como lo mencionan varios autores. Conroy (1972), Satchell (1991) y Stoskopf, (1993) revelan que los aumentos o disminuciones en el número de las células hemáticas pueden deberse a procesos patológicos, la linfopenia puede ser causada por el estrés de la hipoxia, septicemias bacteriales e infecciones por hongos. La neutrofilia es habitual en diversas patologías, como inflamaciones, situaciones de estrés, infecciones bacterianas y protozoarias (Stoskopf, 1993; Olabuenaga, 2000; Fernández *et al.*, 2002). La linfopenia puede ser el resultado de inmunosupresión causada por estrés durante la época reproductiva. Como en el presente estudio no hubo signos de enfermedad, estos cambios solo se podrían atribuir al estrés.

En *Salmo trutta* durante la época reproductiva, Pickering (1986) encontró una marcada linfopenia en adultos sexualmente maduros de ambos sexos frente a los valores de la época no reproductiva y, un incremento en el número de eritrocitos en M maduros comparados con inmaduros de ambos sexos. Sin embargo, Rey y Guerrero (2007) no encontraron diferencia estadística significativa entre parámetros hematológicos de H y M adultos de *Cichlasoma dimerus*. El presente estudio se realizó con adultos en estado prerreproductivo, es decir aún no habían

completado la vitelogenésis y no habían iniciado la maduración final; por lo que es posible sugerir que las diferencias encontradas entre M y H sean debidas a una diferente respuesta al estrés entre sexos.

Los basófilos y eosinófilos son las células menos frecuentes en este grupo y su abundancia está altamente relacionada con enfermedades en los peces (Powell *et al.*, 1990; Barnett *et al.*, 1996), puesto que en condiciones normales (peces sanos) son escasas y en algunos casos ausentes. Los eosinófilos fueron las células menos frecuentes (Cuadro 2) lo cual sugiere un buen estado de salud de los animales analizados; aunque estadísticamente el valor de los M es diferente y pudiese sugerirse una ligera eosinofilia comparada con el valor de las H. La eosinofilia está asociada a la ocurrencia parasitaria, según las observaciones de Martins *et al.* (2004) en *Leporinus macrocephalus* (13,3%) y Ranzani-Paiva (1998;1999) en *Colossoma macropomun* y *P. mesopotamicus* con 13,59 y 55,7% respectivamente.

La concentración de basófilos en los extendidos de *S. cuspicaudus* presentó valores superiores a los señalados por Atencio-García *et al.* (2007) para *S. affinis* (0,4%).

En *S. cuspicaudus* los índices hematológicos presentaron datos compatibles con los obtenidos en peces neotropicales. El hematocrito está asociado a varios factores. Valores menores ocurren en peces más primitivos, en peces que habitan ambientes léniticos, sedentarios y bentónicos, valores mayores ocurren en especies marinas pelágicas (Larson *et al.*, 1976) y activas (Tavares-Dias y Moraes, 2004).

El hematocrito en *S. cuspicaudus* (Cuadro 3) fue similar a los registrados para *R. quelen* 26,5% (Tavares-Dias *et al.*, 2002a); en *G. maculatus* 19,0% (Jaramillo, 2005); vale la pena resaltar que las tres especies mencionadas son de ambientes lóticos y fueron evaluadas en condiciones aparentemente saludables. La variación en el hematocrito se debe a las adaptaciones fisiológicas de las especies, pues los

Cuadro 2. Recuento total y diferencial de leucocitos de hembras y machos adultos de Blanquillo *Sorubim cuspicaudus* de la cuenca del río Sinú.

Parámetros	Hembras	Machos
Leucocitos (celx10 ³ /mm ³)	53,0±3,9a	43,0±1,6 a
Linfocitos (%)	70,6±12,3a	55,8±11,5b
Neutrófilos (%)	14,6±6,8a	17,8±9,3b
Monocitos (%)	11,8±8,0a	20,0±7,4a
Basofilos (%)	3,28±3,7a	5,4±3,1a
Eosinofilos (%)	0,32±0,63a	1,0±1, 1b

*Letras diferentes entre columnas de la misma línea significa diferencia estadística entre medias (P<0,05).

Cuadro 3. Índices hematológicos de hembras y machos adultos de Blanquillo *Sorubim cuspicaudus*. (VCM, volumen corpuscular medio; CCMH concentración corpuscular media de hemoglobina; HCM, hemoglobina corpuscular media; g/dl, gramos por decilitros; fL, fentolitros; pg, picogramos).

Parámetros	Hembras	Machos
Hematocrito (%)	22,7±5,7a	25,5±5,6a
Hemoglobina (g/dl)	9,4±2,3a	10,5±2,3a
CCMH (g/dl)	41,7±3,9a	42,1±6,5a
VCM (fL)	11,5±2,2a	12,2±5,7a
HCM (pg)	27,6±5,1a	29,2±13,7a

*Letras diferentes entre columnas de la misma línea significa diferencia estadística entre medias (P<0,05).

valores son mayores para aquellas de mayor actividad locomotora o actividad pelágica migratoria y son menores para bentónicas, lentas o sedentarias, en las cuales los eritrocitos son más grandes y se observan en menor número (Glazova, 1976; Wintrobe, 1934).

En general existe una correlación entre la hemoglobina y el hematocrito puesto que sus valores también están relacionados con la actividad y el hábitat de los peces (Tavares-Dias y Moraes, 2004); además Molnár y Tamassy (1970) demuestran que los peces carnívoros, poseen mayor concentración de hemoglobina cuando se comparan con herbívoros y omnívoros. La concentración de hemoglobina en *S. cuspicaudus* fue similar al resultado para carnívoros como *S. affinis* 12,5 g/dl (Atencio-García, *et al* 2007) y omnívoros como *Cyprinus carpio* 10,5 g/dl (Tavares-Díaz *et al.*, 2004); *Brycon hilari* 12,2 g/dl (Zaiden, 2000) y *O. niloticus* 10,5 g/dl (Bittencourt *et al.*, 2003).

Para *S. cuspicaudus* el VCM fue muy bajo al compararlo con el de *S. affinis* (163,8 fL) según los datos obtenidos por Atencio-García *et al.*, 2007, sin embargo debe tenerse en cuenta que VCM se obtiene dividiendo el hematocrito por el número total de glóbulos rojos, valor extremadamente alto en blanquillo al compararlo con *S. affinis*, como se mostró anteriormente. La CCMH fue en ambos sexos similar a la reportado para *S. affinis* 35,0 g/dl (Atencio-García *et al.*, 2007); Bittencourt *et al.* (2003) registrados en *O. niloticus* 35,2 g/dl. El HCM en ambos sexos fue similar a lo reportado para *Brycon amazonicus* (37 pg) por Benavides (2002).

El Cuadro 4 muestra los tamaños de las células sanguíneas de *S. cuspicaudus*. Los eritrocitos se

caracterizaron por presentar forma ovoide y núcleo de igual apariencia, el cual se encuentra en el centro de la célula formado por una masa compacta de cromatina; citoplasma homogéneo, acidófilo ocupando gran parte de la célula (Figura 1).

Los trombocitos son usualmente pequeños, tienen formas variadas como redondas, ovaladas, pero con predominancia de las fusiformes. El núcleo es frecuentemente largo sigue el contorno de la célula esparciéndose en el citoplasma, el cual es escaso, poco visible y no presenta granulaciones (Figura 2).

Los linfocitos son células de tamaño y forma variables, observándose pequeñas, grandes, redondas y ligeramente redondas; citoplasma escaso agranular, frecuentemente irregular y basófilos. El núcleo es grande, ocupa gran parte de la célula y su relación con el citoplasma es de 1:1.4 (Figura 3).

Los monocitos tienen mayor tamaño que los linfocitos, son células esféricas, el núcleo tiene una relación de 1:0.8 con el citoplasma, se observó de forma variable entre redonda, ovalada y fue frecuente observar una ligera invaginación en forma de riñón, la cromatina se encuentra un poco dispersa. El citoplasma presenta aspecto basófilos, se evidencian vacuolas en su interior (Figura 4).

Los basófilos fueron el segundo grupo de células sanguíneas más grandes; son redondas, el citoplasma es basófilos, presenta muchos gránulos esféricos oscuros que generalmente cubren el núcleo; que es excéntrico y presentó una relación de 1:2.2 respecto al citoplasma (Figura 5).

Los neutrófilos se presentaron de forma redonda y semirredonda; el núcleo se encontró excéntrico,

Cuadro 4. Tamaño de las células sanguíneas de Blanquillo Sorubim *cuspicaudus* (Long, longitud; citop, citoplasma).

	Célula		Núcleo		Área		
	Long (µm)	Ancho (µm)	Long (µm)	Ancho (µm)	Célula (µm ²)	Núcleo (µm ²)	Citop (µm ²)
Eritrocitos	10,5	8,8	4,2	3,4	75,6	12,0	63,7
Trombocitos	8,1	4,1	6,0	2,6	27,1	13,7	13,5
Linfocitos	6,0	5,3	4,5	3,9	26,4	14,8	11,6
Neutrófilos	9,3	8,7	6,2	4,6	65,4	23,5	41,9
Basófilos	9,8	9,4	6,6	5,2	76,0	27,8	48,2
Monocitos	10,0	9,2	5,9	4,4	77,5	21,0	56,4

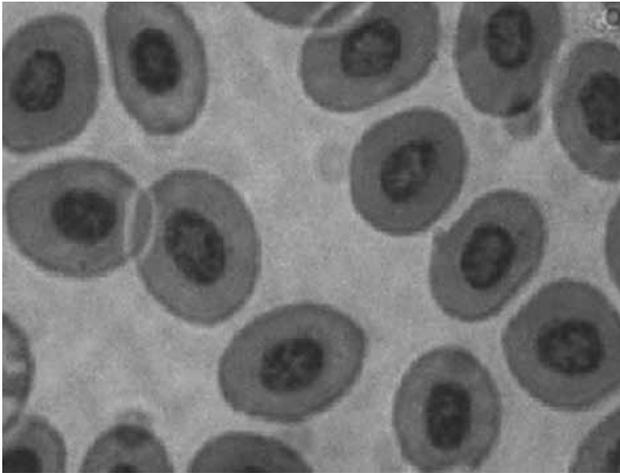


Figura 1. Microfotografía de eritrocitos de adultos de Blanquillo *Sorubim cuspicaudus* (Tinción Wrioth, 1000X). Centro de Investigación Piscícola de la Universidad de Córdoba (CINPIC), 2008.

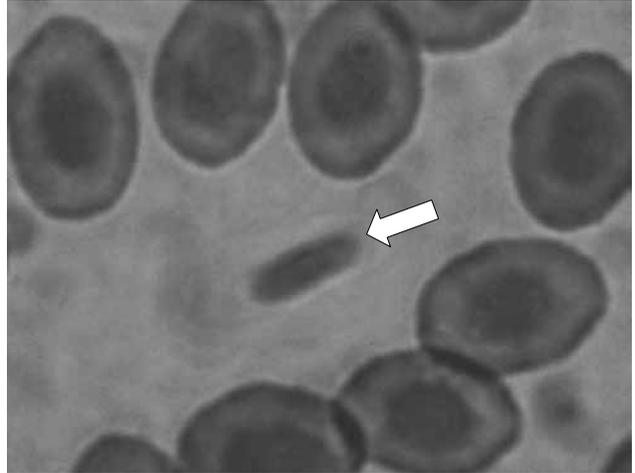


Figura 2. Microfotografía de trombocitos (flecha) en adultos de Blanquillo *Sorubim cuspicaudus* (Tinción Wrioth, 1000X). Centro de Investigación Piscícola de la Universidad de Córdoba (CINPIC), 2008.

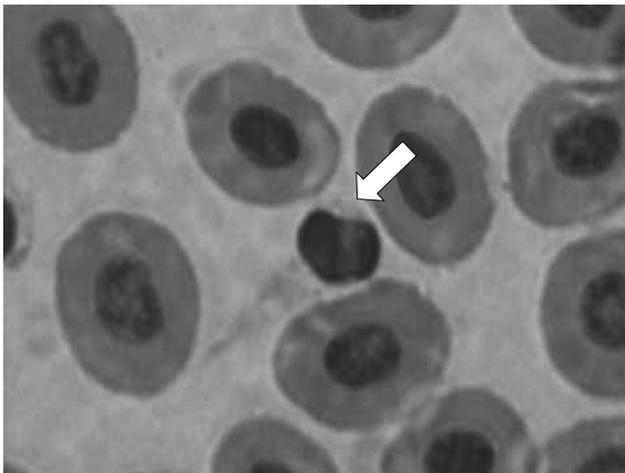


Figura 3. Microfotografía de linfocitos (flecha) en adultos de Blanquillo *Sorubim cuspicaudus* (Tinción Wrioth, 1000X). Centro de Investigación Piscícola de la Universidad de Córdoba (CINPIC), 2008.

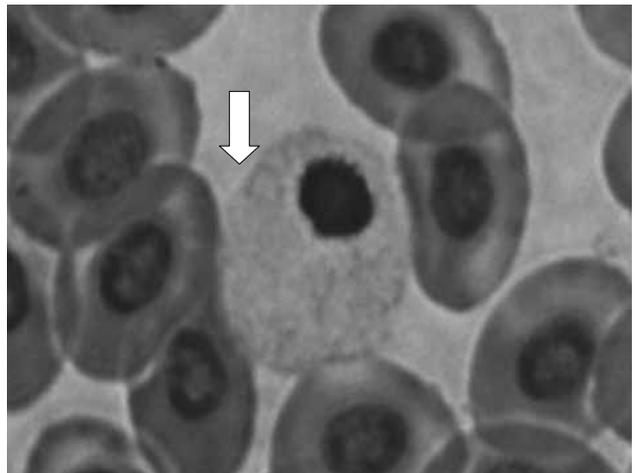


Figura 4. Microfotografía de monocitos (flecha) en adultos de Blanquillo *Sorubim cuspicaudus* (Tinción Wrioth, 1000X). Centro de Investigación Piscícola de la Universidad de Córdoba (CINPIC), 2008.

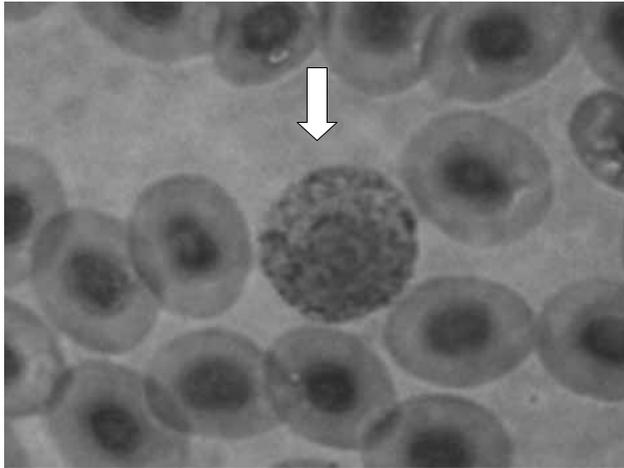


Figura 5. Microfotografía de basófilos (flecha) en adultos de Blanquillo *Sorubim cuspicaudus* (Tinción Wrigth, 1000X). Centro de Investigación Piscícola de la Universidad de Córdoba (CINPIC), 2008.

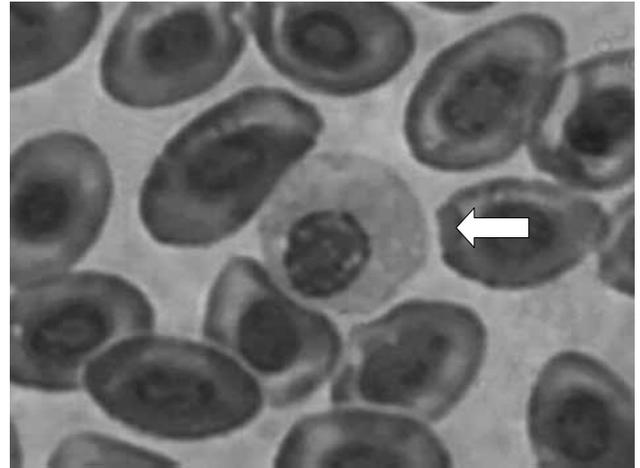


Figura 6. Microfotografía de neutrófilos (flecha) en adultos de Blanquillo *Sorubim cuspicaudus* (Tinción Wrigth, 1000X). Centro de Investigación Piscícola de la Universidad de Córdoba (CINPIC), 2008.

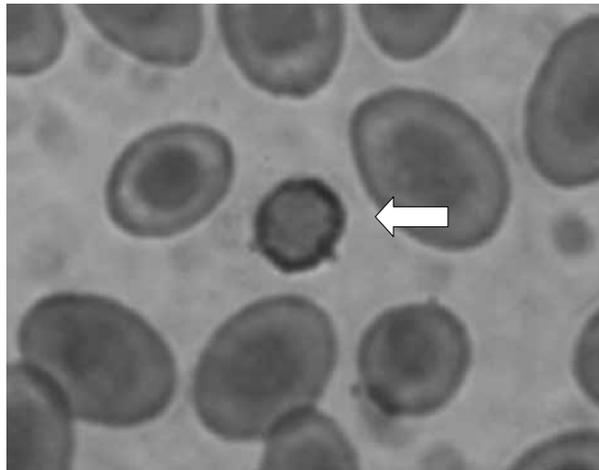


Figura 7. Microfotografía de eosinófilos (flecha) en adultos de Blanquillo *Sorubim cuspicaudus* (Tinción Wrigth, 1000X). Centro de Investigación Piscícola de la Universidad de Córdoba (CINPIC), 2008.

redondo, segmentado, generalmente bilobulado, con cromatina ligeramente compactada. Presentaron un gran citoplasma basófilo, en el que se observaron gránulos redondos. Los neutrófilos medidos presentaron menor tamaño que los linfocitos y eritrocitos (Figura 6).

Los eosinófilos morfológicamente se observaron redondas y relativamente grandes, su núcleo es excéntrico, a menudo bilobulado, se caracterizan por su citoplasma eosinófilo, presenciándose gránulos alargados numerosos y rojizos (Figura 7).

Para *S. cuspidatus* la morfología de los diferentes tipos de células sanguíneas es muy similar a la conseguida en otras especies. Morfológicamente los eritrocitos y trombocitos se presentan similares a los de *S. maxillosus* (Veiga *et al.*, 2000; Ranzani-Paiva *et al.*, 2003) y *B. amazonicus* (Benavides, 2002). La morfología de los linfocitos y eosinófilos para *S. cuspidatus*, coincide con la reportada para *B. amazonicus* (Benavides, 2002), *S. affinis* (Atencio-García *et al.*, 2007), *S. maxillosus* (Veiga *et al.*, 2000; Ranzani-Paiva *et al.*, 2003); de igual manera las características de los basófilos coinciden con las de *B. amazonicus* (Benavides, 2002).

Es escasa la información sobre merística de las células sanguíneas en especies neotropicales. El tamaño de las células sanguíneas medidas en *S. affinis* por Atencio-García *et al.* (2007) es similar al descrito en este estudio, caso contrario a lo reportado en *G. maculatus* por Jaramillo (2005), cuyas células tienden a ser más pequeñas que las de *S. cuspidatus*, esta diferencia de tamaño se puede asociar a que son especies de ambientes totalmente diferentes, o a la etapa de madurez de las células.

CONCLUSIONES

El cuadro hemático encontrado para blanquillo es similar al de otros pimelódidos neotropicales. Las diferencias encontradas en algunos parámetros sanguíneos entre M y H sugieren, probablemente, alteraciones patológicas subclínicas o algún grado de estrés.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Córdoba por la financiación del presente estudio (proyecto FMV-03-05, 1120129). Al Dr. Alvaro Arismendiz por la colaboración en el análisis de química sanguínea.

LITERATURA CITADA

- Atencio-García V., F. Genes López, D. Madariaga Mendoza y S. Pardo Carrasco. 2007. Hematología y química sanguínea de juveniles de rubio (*Salminus affinis* Pisces: Characidae) del río Sinú. Acta Biol. Colomb., 12Suppl:27-40.
- Atencio-García V. J. y J. M. Solano. 1994. Producción pesquera en la Ciénaga de Betancí. Rev. Universidad de Córdoba, 6:73-78.
- Barnett R. R., T. Akindele, C. Orte and L. Shephard. 1996. Eosinophilic granulocytes in the epidermis of *Oreochromis mossambicus* gill filaments studied in situ. J. Fish Biol., 49:148-156.
- Benavides C. 2002. Valoración hematológica y química sanguínea en el Yamú *Brycon amazonicus* Trabajo de pregrado. Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia. 95p.
- Bittencourt N. L., L. M. Molinari, D. O. Scoaris, R. B. Pedroso, C. V. Nakamura and T. Ueda-Nakamura. 2003. Haematological and biochemical values for Nile tilapia *Oreochromis niloticus* cultured in semi-intensive system. Acta Scientiarum. Biological Sciences, 25(2):385-389.
- Campbell T. and F. Murru. 1990. An introduction to fish hematology. The compendium-Small Animal, 12:525-533.
- Campbell, T. W. 1988. Fish cytology and hematology. Vet. Clin. North Am. (Small Anim. Pract.), 18:349-364.
- Coles, R. 1989. Diagnóstico y patología veterinaria. Interamericana, MC Graw – Hill, México. 1584p
- Conroy, D. A. y G. Conroy. 1987. Manual de métodos de diagnóstico en ictiopatología, con especial referencia a los salmónidos. Documento de campo 4 (Esp). FAO, Brasilia, Brasil. 56p
- Conroy, D. A. 1998. Manual de métodos y técnicas de laboratorio de uso común en la hematología pisciaria. Universidad Nacional de Santa, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Microbiología y Bacteriología, Venezuela. 25p
- Conroy, D. A. 1972. Studies on the hematology of the Atlantic Salmon (*Salmo salar*). Zoological Society London, (30):101-127.

- Fernández, A. B., I. Ruiz y I. Blas. 2002. El sistema inmune de los teleosteos (III): Respuesta inmune inespecífica. *Rev. AquaTIC*, Universidad de Zaragoza, España, 18. Disponible en línea: <http://www.revistaaquatic.com/aquatic/art.asp?t=p&c=162>.
- Glazova, T. N. 1976. Physiological and biochemical blood characteristics of some species of tropical fish from the Pacific Ocean. *J. Ichthyol.*, 16(1):95–105.
- Groff J. M. and J. G. Zinkl. 1999. Hematology and clinical chemistry of Cyprinid fish. Common carp and goldfish. *Vet. Clin. N. Am. Exot. Anim. Pract.*, 2(3):741–746.
- Hrubec T. C., J. L. Cardinale and S. A. Smith. 2000. Hematology and plasma chemistry reference intervals for cultured tilapia (*Oreochromis hybrid*). *Vet. Clin. Pathol.*, 29(1):7–12.
- Jaramillo N. 2005. Estudio hematológico básico del puye (*Galaxias maculatus, yenys, 1942*), en estado postlarval y adulto. Trabajo de pregrado para licenciado en Ciencias Acuícolas, Universidad de Temuco, Chile. 141p
- Kinkelin P., C. Michel y P. Ghittino. 1985. Tratado de las enfermedades de los peces. Acribia, Zaragoza. 353p
- Kori-Siakpere O. 1985. Haematological characteristics of *Clarias isheriensis* Sydenham. *J. Fish. Biol.*, 27:259–263.
- Larson A., M. J. Johansson-Sjoberg and R. Fänge. 1976. Comparative study of some haematological blood parameters in fishes from the Skagerrak. *J. of Fish Biol.*, 9:425–40.
- Littmamm M. W., B. M. Burr and P. Nass. 2000. *Sorubim cuspicaudus*, a new long whiskered catfish from northwestern south America (Siluriformes: Pimelodidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 113(4):900–917.
- Lusková V. 1998. Factors affecting haematological indices in free-living fish populations. *Acta Vet. Brno.*, 67:249–255.
- Marino G., P. Di Marco, A. Mandich, M. G. Finoia and S. Cataudella. 2001. Changes in serum cortisol, metabolites, osmotic pressure and electrolytes in response to different blood sampling procedures in cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *J. Appl. Ichthyol.*, 17:115–120.
- Martins, M. L., M. Tavares-Dias, R. Fujimoto, E. M. Onaka and D. T. Nomura. 2004. Haematological alterations of *Leporinus macrocephalus* (Osteichthyes: Anostomidae) naturally infected by *Goezia leporini* (Nematoda: Anisakidae) in fish pond. *Rev SciELO Br*, 56(5):640–646.
- Mojica J. I., C. Castellanos, J. Usma y R. Álvarez. 2002. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia. La serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá, Colombia. 285p
- Molnar G. and E. Tamassy. 1970. Study of the haemoglobin content of a single erythrocyte (M index) in various cultured fish species: *J. Fish of Biol*, 2:171–267.
- Natt M. P. and C. A. Herrick. 1952. A new blood diluent for counting erythrocytes and leucocytes of the chicken. *Poult. Sci.*, 31:735–738.
- Olabuenaga E. 2000. Sistema inmune de peces. *Gayana*, 64(2):205–215.
- Örtin I. and A.U. Erdemli. 2002. Estudy on blood parameters of *Capoeta trutta* (Heckel, 1843). *J. Biol. Sci.*, 2 (8):508–511.
- Pickering, A. D. 1986. Changes in blood cell composition of the brown trout, *Salmo trutta* L., during the spawning season. *J. Fish Biol.*, 29(3):335–347.
- Powell M. D., G. M. Wright and J. F. Burka. 1990. Eosinophilic granule cells in the gills of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*: evidence of migration? *J. Fish Biol.*, 37: 495–497.
- Raizada M. N. and C. P. Singh. 1981. Seasonal variations in the differential leucocyte counts (DLC) of *Cirrhinus mrigala* (Ham). *Indian J. Zootomy*, 22(3):147–150.
- Ranzani-Paiva M. J., F.A. Salles, J.C. Eiras, A.C. Eiras, C.M. Ishikawa e A.C. Alexandrino. 1998/1999. Análisis hematológica de curimatá (*Prochilodus scrofa*), pacú (*Piaractus*

- mesopotamicus*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*) das estações de piscicultura do Instituto de Pesca, estado de São Paulo. Bol. Inst. Pesca, 25:77-83.
- Ranzani-Paiva M. J. T., E. L. Rodríguez, M. L. Veiga, A. C. Eiras and B. E. S. Campos. 2003. Differential leucocyte counts in dourado, *Salminus maxillosus* Valenciennes, 1840, from the Mogi-Guaçu River, Pirassununga, SP. Braz. J. Biol., 63 (3): 517–525.
- Rey Vásquez G. and G. A. Guerrero. 2007. Characterization of blood cells and hematological parameters in *Cichlasoma dimerus* (Teleostei, Perciformes). Tissue and Cell, 39:151–160.
- Rodríguez A. 1991. Hematología de la trucha arco iris. Valores normales, morfología celular sanguínea y hematopoyética con microscopio de luz y electrónico. Modificaciones en algunas enfermedades. Trabajo de pregrado, Universidad. Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, Colombia. 102p
- Rowley A. F., T. C. Hunt, M. Page and G. Mainwaring. Fish. 1988. *En*: Rowley, A.F., N.A. Ratcliffe (Eds.). Vertebrate Blood Cells. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 19–127.
- Sadnes K., O. Lie and R. Waagbo. 1988. Normal ranges of some blood chemistry parameters in adult farmed Atlantic salmon, *Salmo salar*. J. Fish. Biol., 32:129-136.
- Satchell G. 1991. Physiology and form of fish circulation. Cambridge Univ. Press, Australia. 235p
- Stoskopf M. 1993. Fish medicine. Saunders, Philadelphia, Usa. 245p
- Tandon R. S. and B. D. Joshi. 1976. Total red and white blood cell count of 33 species of fresh water teleosts. Z. Tierphysiol. Tierernaehrg., 37:293-97.
- Tavares-Dias M. and E. F. S. Sandrim. 1998. Influence of anticoagulants and blood storage on hematological values in tambaqui, *Colossoma macropomum*. Acta Scient., 20:151-155.
- Tavares-Dias M., E. F. S. Sandrim, F. R. Moraes and P. C. F. Carneiro. 2001. Physiological responses of tambaqui *Colossoma macropomum* (Characidae) to acute stress. Bol. Inst. Pesca, 27:43-48.
- Tavares-Dias M., F. Melo, G. Moraes and F. Moraes. 2002a. Haematological characteristics of brazilian teleosts: IV. Parameters of jundiá *Rhamdia quelen* (Pimelodidae). Cienc. Rural, 32(4):693-98.
- Tavares-Dias M., M. Laterça, S. Canello, E. Makoto, C. Flores e J. Engrácia. 2002b. Alterações hematológicas e histopatológicas em pacú, *Piaractus mesopotamicus* Holmbreg, 1887 (Osteichthyes, Characidae), tratado com sulfato de cobre (CuSO₄). Acta Scient., 24 (2):547-54.
- Tavares-Dias M. e M. Mataqueiro. 2004. Características hematológicas, bioquímicas e biométricas de *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Osteichthyes: Characidae) oriundos de cultivo intensivo: Acta Scientiarum, Biological Sciences, 26 (2):157-62.
- Tavares-Dias M. e F. Moraes. 2004. Hematologia de peixes teleósteos. Ribeirão Preto: Villimpress.
- Tavares-Dias M, F. Rizzi, S. Ferreira, E. Campos-Filho, e F. Moraes. 2004. Células sanguíneas, eletrólitos séricos, relação hepato e esplenossomática de carpa-comum, *Cyprinus carpio* (Cyprinidae) na primeira maturação gonadal: Acta Scientiarum. Biological Sciences. 26(1):73-80.
- Ueda I. K., M. I. Egami, W. S. Sasso e E. R. Matushima. 1997. Estudos hematológicos em *Oreochromis (Tilapia) niloticus*. (Linnaeus, 1758) (Cichlidae, Teleostei)—Part I. Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci., 34 (5):270–275.
- Veiga M. I., M. I. Egami, M. J. Ranzani-Paiva y E. Rodrigues. 2000. Aspectos morfológicos y citoquímicos de las células sanguíneas de *Salminus maxillosus* Valenciennes, 1840 (Characiformes, Characidae). Rev Chil. Anat., 18 (2):245-50.
- Verdegem M. C. J., A. D. Hilbrands and J. H. Boon. 1997. Influence of salinity and dietary composition on blood parameter values of hybrid red tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) *O. mossambicus* (Peters). Aquac. Res., 28:453–459.

- Villadiego Monterrosa P., E. Ortiz-Villafañe y V. Atencio-García. 2004. Evaluación del régimen alimentario del bagre blanco *Sorubim cuspicaudus* en el bajo Sinú, Colombia. *Dalhia*, 7:13-21.
- Wintrobe M. M. 1934. Variations in the size and hemoglobine content of erythrocytes in the blood of various vertebrates. *Folia hematológica*,51:32-49.
- Zaiden S. F. 2000. Morfologia gonadal e metabolismo energético da piraputanga *Brycon hilarii* (Cuvier e Valenciennes) (Pisces, Characidae) em cativeiro, durante o ciclo reproductivo anual. Tesis doctoral. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, Brasil. 152pp.