

Características hematológicas de la cachama (*Colossoma macropomum*) en tres etapas de crecimiento cultivadas en el estado Delta Amacuro, Venezuela

Luisa Centeno¹, Ramón Silva-Acuña², Renny Barrios², Raquel Salazar Lugo³,
Cecilio Matute¹ y José L. Pérez¹

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Estación Experimental Delta Amacuro, Tucupita, Delta Amacuro, Venezuela. *Correo-E: lcenteno@inia.gob.ve

² INIA, Centro de Investigaciones Agrícolas del estado Monagas, Maturín, Monagas. Venezuela.

³ Laboratorio de Proteína e Inmunotoxicidad, Postgrado Biología Aplicada, Escuela de Ciencias, Universidad de Oriente. Cumana, Sucre, Venezuela

RESUMEN

Con el objetivo de determinar las características hematológicas que puedan vincularse para diagnosticar la condición de salud, se examinaron 30 ejemplares de cachama (*Colossoma macropomum*), de cada una de las categorías de reproductores, juveniles y alevines, respectivamente, mantenidos en condiciones de cautiverio, en lagunas de la Estación Experimental Delta Amacuro. Para el análisis hematológico, las muestras de los juveniles y reproductores se tomaron a través de punción de la vena caudal y para los alevines por cortes del pedúnculo caudal. Se determinaron los valores de hematocrito, hemoglobina, recuento eritrocitos y leucocitos y se calcularon los índices hematimétricos: volumen corpuscular medio, hemoglobina corpuscular media y concentración de hemoglobina corpuscular media. El análisis e interpretación de los resultados se realizó por estadística descriptiva y la comparación entre las variables cuantificadas en la sangre por la prueba de t-student, entre las categorías de tamaño de la especie estudiada. Por la prueba de t se encontraron diferencias significativas para las variables hematocrito y hemoglobina entre alevines-juveniles y alevines- reproductores, pero no hubo diferencias entre juveniles y reproductores. Para la variable concentración de hemoglobina corpuscular media, no se determinaron diferencias entre juveniles y adultos. Los valores de hemoglobina y hematocrito para alevines oscilaron entre 28,58-31,16% y 9,51-10,37 g/dL, respectivamente, mientras que los de juveniles estuvieron entre 30,70- 32,84% y 10,22-10,92 g/dL. Los valores en peces adultos oscilaron entre 30,66-36,74% y 10,77-12,15 g/dL. Para los peces juveniles y adultos de cachama en condiciones de lagunas de cautiverio, el índice de la concentración de hemoglobina corpuscular media se presentó como característica de mucha confiabilidad para la condición de calidad sanguínea. Sus valores estuvieron comprendidos entre 33,27 y 33,34 g/dL. Los resultados obtenidos permiten sugerir el potencial uso de los valores del hematocrito, de la hemoglobina y la concentración de hemoglobina corpuscular media, como indicadores de la condición corpórea de alevines, juveniles y reproductores de la cachama, en condiciones de lagunas.

Palabras clave: Hematología, *Colossoma*, Piscicultura.

Haematological characteristics of the cachama (*Colossoma macropomum*) in three phases of growth in Delta Amacuro state, Venezuela

ABSTRACT

In order to determine the hematological characteristics that could be used to diagnose the health condition, there were examined 30 specimens of cachama of each one of this categories: breeder, juvenile and alevins; respectively, kept up in conditions of captivity, in lagoons of the Experimental Station of Delta Amacuro. For the hematologic analysis, the samples from juvenile and breeders were taken through puncture of the caudal

vein, and those from the alevins were taken through cuts of the caudal peduncle. There were determined the values of hematocrite, hemoglobin, the recount of erythrocytes and leukocytes; and also were calculated the hematimetric indexes: medium corpuscular volume, medium corpuscular hemoglobin and concentration of medium corpuscular hemoglobin. The analysis and interpretation of the results were realized by descriptive statistics, and the comparison between the quantified variables in the blood by the test of t-student, between the categories of size of the studied specie. The test of t showed differences for the hematocrite and hemoglobin variables between alevins-juvenil and alevins- breeders, but there were not differences between juvenile and breeders. There were not found differences for the variavel concentration of medium corpuscular hemoglobin. The values of hemoglobin and hematocrite for alevins ranged between 28.58–31.16 and 9.51–10.37 g/dL, respectively, whereas the values for juveniles ranged between 30.70–32.84% and 10.77–12.15 g/dL. The values for breeder ranged between 30.66–36.74% and 10.77–12.15 g/dL. For the juvenile and adults of cachama, in the conditions of captivity, the index of concentration of the medium corpuscular hemoglobin presented itself as a characteristic of great reliability for the condition of blood quality. Their values were between 33.27 and 33.34 g/dL. The obtained results allow to visualize the potential use of the values of the hematocrite, hemoglobin and concentration of medium corpuscular hemoglobin as indicators of the corporeal condition of alevins, juvenile and adults of cachama in lagoon conditions.

Keywords: Hematology, Colossoma, Fish culture.

INTRODUCCIÓN

La ictiohematología puede ser definida, en términos generales, como una disciplina que estudia la sangre de los peces; sin embargo, en términos prácticos, estudia las células sanguíneas morfológica, bioquímica y funcionalmente, así como también los órganos hematopoyéticos, las enfermedades relacionadas con ellos y cualquier fenómeno o patología que relacione las células y/o sus órganos productores (Valenzuela *et al.*, 2003).

Los valores hematológicos y la bioquímica sanguínea son herramientas válidas muy útiles en la determinación del estado de salud y el equilibrio metabólico en los peces, tanto de vida silvestre como en cultivos intensivos. La posibilidad de evaluación de estos parámetros depende de la disponibilidad de valores de referencia “normales” de diferentes componentes sanguíneos que son buenos indicadores del estado de salud de los peces en condiciones naturales, así como de cambios en su hábitat (De Pedro *et al.*, 2004).

Estudios sobre hematología de peces demuestran que las variaciones en las condiciones ambientales como temperatura, pH, oxígeno, entre otros, causan modificaciones fisiológicas en los niveles de algunos parámetros sanguíneos (Alvarado, 1997; Valenzuela *et al.*, 2002). Además, se ha determinado que estos pueden estar también influenciados por numerosos

factores tales como la especie, la edad, el fotoperiodo, el estado nutricional y la metodología usada para su determinación (De Pedro *et al.*, 2004).

Las variaciones de los parámetros hematológicos como hematocrito, leucocitos, recuentos celulares y concentración de hemoglobina pueden ser utilizados como indicadores de contaminación y como indicadores fisiológicos de disfunción orgánica por estrés (Valenzuela *et al.*, 2003). En relación a indicadores fisiológicos, el estudio de las características sanguíneas puede aportar importante información complementaria para el diagnóstico y pronósticos de las condiciones mórbidas en poblaciones de peces; y también para la identificación, diagnóstico y control de estrés y/o enfermedades con la finalidad de mantener la salud de los peces. (Tavares-Dias y Mataquero, 2004; Tavares-Dias *et al.*, 2003).

Debido al auge de la piscicultura y a los desarrollos piscícolas de la cachama (*Colossoma macropomum*), se considera importante la realización de investigaciones ictiosanitarias y estudios hematológicos, con la finalidad de controlar los niveles de producción y productividad, además de evaluar la condición fisiológica de los peces en cultivo lo cual garantizaría potencialidad del cultivo. Es por ello que actualmente, en las evaluaciones ictiopatólogicas se utilizan cada vez más las informaciones sanguíneas y ante la falta de estudios hematológicos en especies autóctonas con potencial de cultivo, principalmente la cachama, se

consideró necesario la realización de un trabajo de investigación con la finalidad de estudiar las variables hematológicas de esta especie en condiciones de cultivo, contribuyendo con el conocimiento de los valores hemáticos, como un aporte para el establecimiento de los controles ictiosanitarios.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el año 2004, se examinaron 30 ejemplares de cachama de cada una de las siguientes etapas de vida: reproductores, juveniles y alevines. A cada uno de los peces de cada categoría se les determinó la longitud total (cm) y el peso (g), los cuales presentaron los promedios de longitud total y peso de 67,90 cm y 6,77 kg para reproductores; 25,16 cm y 250,60 g para juveniles y 10,31 cm y 15,07 g, respectivamente, para alevines provenientes de las lagunas de la Estación Experimental Delta Amacuro (9° 07' 33" N, 62° 05' 52" O) del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, en Tucupita, estado Delta Amacuro, Venezuela.

A los reproductores, juveniles y alevines se les realizó el análisis hematológico. La muestra de sangre en los juveniles y reproductores se realizó a través de punción de la vena caudal con una jeringa de 3 mL impregnada con heparina sódica como anticoagulante y, específicamente, por cortes del pedúnculo caudal a los alevines, colectando la sangre en tubos capilares heparinizados.

Con estas muestras se determinaron los valores de hematocrito (%) a través del método del microhematocrito (Goldenfarb *et al.*, 1971), la concentración de hemoglobina (g/dL) por la técnica de la cianometahemoglobina, de acuerdo con Collier (1944); el recuento globular de eritrocitos ($\times 10^6/\mu\text{L}$) y leucocitos ($\times 10^4/\mu\text{L}$) (Goldenfarb *et al.*, 1971), mediante la preparación de muestras de sangre diluidas (1:2000) en solución de Dacie para peces, donde se realizó el conteo de células sanguíneas en la cámara de Neubauer mediante observaciones microscópicas. De acuerdo con la metodología establecida por Wintrobe (1934), se calcularon los índices hematimétricos: volumen corpuscular medio (VCM, fL), hemoglobina corpuscular media (HCM, pg) y concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM, g/dL), utilizando para ello los valores de hematocrito, eritrocitos y hemoglobina. El análisis de los resultados se realizó por estadística descriptiva y la comparación

entre las variables cuantificadas en la sangre por la prueba de t-student, entre las categorías de tamaño de la especie estudiada. Además, se realizaron análisis de regresión y correlación para explorar relaciones entre las variables estudiadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se presenta el ajuste de los datos de la longitud vs. el peso de la muestra compuesta por alevines, juveniles y reproductores de cachama, empleada en el experimento. El modelo ajustado del análisis de regresión del tipo exponencial fue significativo a nivel de 5% de probabilidad por la prueba de "t", con un coeficiente de determinación de 0,99, los cuales según Cornell y Berger (1987), son las características fundamentales del análisis de variancia de la regresión para la selección del modelo de ajuste de datos del tipo cuantitativo. Para este experimento en particular, el modelo ajustado permite estimar, con suficiente confiabilidad, los valores de longitud si se cuenta con los valores de peso y viceversa, en cualquier etapa de crecimiento de una población de cachamas.

Cabe destacar que otras correlaciones y regresiones entre las variables estudiadas no mostraron significancia. De manera general, para todas las características cuantificadas la mayor variabilidad se

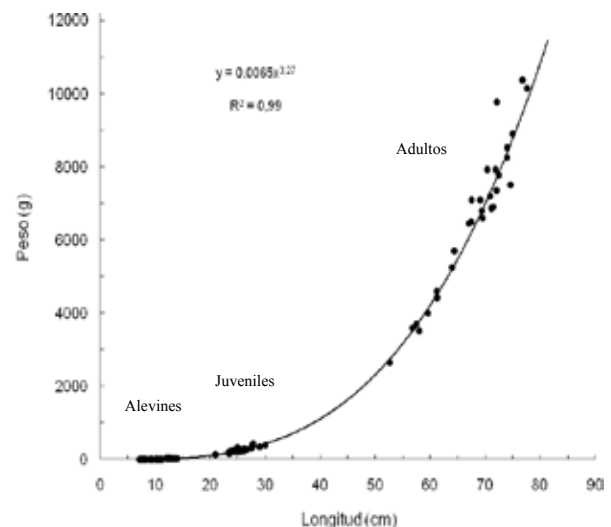


Figura 1. Ecuación de regresión para el ajuste de la relación peso y longitud de alevines, juveniles y adultos de cachamas *Colossoma macropomum*, en condiciones de cautiverio.

constató en los adultos de cachama, lo que pareciera indicar que es propio de las condiciones fisiológicas de esta especie, en virtud de la marcada diferencia entre los valores de esas variables para las fases de alevines y juveniles (Cuadro 1).

El análisis de las variables cuantificadas (Cuadro 1) considerando medidas de tendencia central (la media) y de dispersión (la desviación estándar y el coeficiente de variación) indican que a medida que aumenta el tamaño del pez — de alevines a adultos— los valores de hematocrito se incrementan en 1,9%, tanto entre alevines y juveniles como entre juveniles y adultos; caso similar se registra con la hemoglobina donde la tasa de incremento es de 0,6 g/dL.

Gomes (1984) señala que el coeficiente de variación, al ser un número abstracto, independiente de la unidad empleada, por sus valores permite indicar el

grado de confiabilidad del experimento, y los clasifica en valores bajos cuando son menores de 10%, medios, cuando están comprendidos entre 10 y 20% y altos, entre 20 y 30% y coeficientes de variación muy altos con valores mayores de 30%. Esta clasificación está vinculada a la precisión del experimento o a las propias características y/o variabilidad inherente del material biológico empleado en la investigación.

En los alevines solo se pudieron evaluar los parámetros hematocrito y hemoglobina, debido a la restricción de su tamaño que impidió la extracción de mayores volúmenes de sangre y se encontró que ambos valores presentan coeficientes de variación medios, lo que le otorga confiabilidad. Los valores confiables de hematocrito y de la hemoglobina para esta fase de desarrollo del pez oscilarían entre 28,58 - 31,16% y 9,51 - 10,37 g/dL, respectivamente. Los coeficientes de variación para el hematocrito y la hemoglobina de

Cuadro 1. Medidas de tendencia central y de dispersión para las variables hematocrito y hemoglobina en alevines, así como hematocrito, hemoglobina, eritrocitos, leucocitos, volumen corpuscular medio (VCM), hemoglobina corpuscular media (HCM) y concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) para juveniles y reproductores en lagunas del INIA-Delta Amacuro.

Fase	Variable	Media	Desviación estándar	Intervalo de confianza	Coeficiente de variación %
Alevines	Hematocrito, %	29,87	3,46	29,87 ± 1,29	11,59
	Hemoglobina, g/dL	9,94	1,15	9,94 ± 0,43	11,61
Juveniles	Hematocrito, %	31,76	2,87	31,77 ± 1,07	9,94
	Hemoglobina, g/dL	10,57	0,94	10,57 ± 0,35	8,94
	Eritrocitos, x 10 ⁶ /μL	1,19	0,34	1,19 ± 0,13	28,74
	Leucocito, x 10 ⁴ /μL	1,86	1,06	1,86 ± 0,40	56,99
	VCM, fL	288,17	82,20	288,17 ± 30,69	28,52
	HCM, pg	95,17	27,48	95,17 ± 10,26	28,87
	CHCM, g/dL	33,30	0,06	33,30 ± 0,02	0,17
Reproductores	Hematocrito, %	33,70	8,13	33,70 ± 3,04	24,12
	Hemoglobina, g/dL	11,17	2,62	11,17 ± 0,98	23,51
	Eritrocitos, x 10 ⁶ /μL	1,11	0,48	1,11 ± 0,18	43,73
	Leucocitos, x 10 ⁴ /μL	2,53	2,05	2,53 ± 0,77	80,97
	VCM, fL	390,82	229,10	390,82 ± 85,55	58,62
	HCM, fL	122,46	64,82	122,46 ± 24,20	52,93
	CHCM, g/dL	33,32	0,06	33,32 ± 0,02	0,18

juveniles se ubican entre los valores bajos de acuerdo a lo propuesto por Gomes (1984). Considerando los valores del hematocrito y de la hemoglobina en alevines y juveniles como medios, aunque se ubican muy cerca del valor inferior del intervalo, y valores bajos para los de juveniles, se puede constatar que la tendencia es hacia valores bajos, por lo tanto ambos son de alta confiabilidad. Estas mismas variables en juveniles oscilarían entre 30,70 a 32,84% y 10,22 a 10,92 g/dL, de acuerdo a sus intervalos de confianza (Cuadro 1).

Para los juveniles y reproductores, donde se pudieron obtener muestras de sangre de mayor volumen, el análisis en conjunto del promedio, la desviación estándar, intervalo de confianza y del coeficiente de variación (Cuadro 1), se puede observar que los valores de las variables, número de eritrocitos (aunque sus valores promedios son similares), número de leucocitos, volumen corpuscular medio (VCM) y hemoglobina corpuscular media (HCM) presentaron coeficientes de variación altos o muy altos, lo cual repercute de manera significativa en la confiabilidad de ellas. Tal comportamiento incide directamente sobre su intervalo de confianza y trae como consecuencia un rango de valores muy amplio, lo que otorga poca confiabilidad. Particularmente para los adultos de cachama los valores del coeficiente de variación de hematocrito y de hemoglobina estuvieron entre 30,66 a 36,74% y 10,77 a 12,15 g/dL y sus valores de coeficiente de variación fueron de 24,12 y 23,51%, respectivamente, condición esta que los califica como altos, según Gomes (1984). Aunque estos valores tienden hacia las menores cuantías del intervalo, son menores que el número de eritrocitos y leucocitos, volumen corpuscular medio, hemoglobina corpuscular media, excepto de la concentración de hemoglobina corpuscular media.

Tavares-Dias y Sandrim (1998) encontraron valores medios elevados de hemoglobina y hematocrito en cachamas *C. macropomum* mantenidas en distintos ambientes. Particularmente para este estudio, que se realizó en lagunas confinadas en condiciones del delta del Orinoco, hay discrepancia con los valores obtenidos por estos autores, lo que sugiere que las comparaciones de índices hematimétricos de la especie en estudio deben ser hechas bajo condiciones ambientales y etapas de crecimiento similares. Las variaciones inter-específicas en valores hematológicos han sido reportadas para peces en su medio ambiente

(Vuren y Hattinhg, 1978; Ranzani-Paiva *et al.*, 1998/1999) y atribuidas a diferentes factores tales como la variación 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).

Particular atención debe ser dada a la característica concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) que tanto en los juveniles como reproductores de cachama presentaron valores de coeficiente de variación muy bajos (0,17 y 0,18), respectivamente; esto se ratifica en sus valores promedios de concentración, desviación estándar e intervalos de confianza. Es una variable de alta confiabilidad en las condiciones donde se realizó el presente estudio y su rango de valores estaría entre 33,28-33,32 g/dL. Este parámetro resultó ser de alto valor predictivo, en virtud de la sólida concentración de sus valores medios.

Por la prueba de t ($P \leq 0,05$), se determinaron diferencias significativas para las variables hematocrito y hemoglobina entre alevines - juveniles y alevines - reproductores, mientras que estas diferencias no se observaron para ambas variables entre juveniles y reproductores. De manera similar fue el comportamiento de la variable concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM). Estos resultados indican que los intervalos considerados para los valores de hematocrito y hemoglobina de los alevines deben ser interpretados de manera independiente, de acuerdo con su rango al compararlos con los de los juveniles y reproductores, mientras que los valores de juveniles y reproductores podrían ser considerados dentro de los mismos intervalos observados (Cuadro 1). Caso similar se puede interpretar desde el punto de vista estadístico entre juveniles y reproductores para los valores de la variable concentración de hemoglobina corpuscular media.

De acuerdo a los resultados obtenidos, los parámetros hemoglobina, hematocrito y concentración de hemoglobina corpuscular media pueden ser empleados como parámetros predictivos de la condición fisiológica en alevines, juveniles y reproductores de cachama. Estos resultados ratifican lo constatado por Tavares-Dias *et al.* (2003) para individuos juveniles y adultos al evaluar siete especies de teleósteos tropicales cultivados en Guariba, estado de Sao Paulo, Brasil, en donde se incluyó a la cachama y con los de Seibert

et al. (2001) con cachamas cultivadas en granjas del estado de Tocantins, Brasil. En este estudio se pudo verificar que la hemoglobina y el hematocrito también pueden ser empleados como indicadores de condición corpórea normal en alevines. Podría también ser utilizados los valores de eritrocitos para juveniles, siempre acompañados de la información de las otras variables señaladas.

CONCLUSIONES

Para las condiciones de cultivo, en lagunas de la Estación Experimental Delta Amacuro, de las variables sanguíneas estudiadas en cachamas en las categorías de alevines, juveniles y adultos, la hemoglobina y el hematocrito fueron las que presentaron mayor esperanza de uso por su consistencia estadística; como indicadores hematimétricos.

1. En lagunas de cautiverio, para los peces juveniles y adultos de cachama, la concentración de hemoglobina corpuscular media representa una característica de mucha confiabilidad, vinculada con la condición sanguínea del pez.
2. Los valores hematológicos obtenidos en este estudio pueden ser utilizados como de referencia para cachamas cultivadas bajo condiciones similares.
3. Por la prueba de t se encontraron diferencias significativas para las variables hematocrito y hemoglobina entre alevines-juveniles y alevines-reproductores, pero no hubo diferencias entre juveniles y reproductores. Similar fue el comportamiento de la variable concentración de hemoglobina corpuscular media.

LITERATURA CITADA

- Alvarado H. 1997. Efecto de tres concentraciones de calcio en el agua sobre algunos parámetros hematológicos de la trucha arco iris. *Vet. Trop.* 22(1): 5-12
- Collier H.B. 1944. The standardization of blood haemoglobin determinations. *Can. Med. Assoc. J.*, 50: 550-552.
- Cornell J.A. y R.D. Berger. 1987. Factor that influence the coefficient of determination in single linear and nonlinear models. *Phytopathol.*, 77: 63-70.
- Gomes P.F. 1984. A estatística moderna na pesquisa agropecuária. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. Piracicaba, SP. Brasil.
- Goldenfarb P.B., F.P. Bowyer y E. Hall. 1971. Reproducibility in the hematology laboratory: the microhematocrit determination. *Am. J. Clinical Pathol.*, 56: 35-39.
- De Pedro N., A. Guijarro, M.A. López-Patiño, R.M. Martínez-Álvarez, M. Alonso-Bedate y M.J. Delgado. 2004. Parámetros hematológicos y bioquímicos en la Tenca (*Tinca tinca*): ritmos diarios y estacionales. *Comunicación Científica CIVA 2004*: 173-190. Disponible en línea: www.revistaaquatic.com/civa2004/coms/listado_todo.asp
- Kori-Siakpere O. 1985. Haematological characteristics of *Clarias isheriensis* Sydenham. *J. Fish. Biol.*, 27: 259-263.
- Luskova V. 1998. Factors affecting haematological indices in free-living fish populations. *Acta Vet. Brno.*, 67: 249-255.
- Ranzani-Paiva M.J.T., F.A. Salles, J.C. Eiras, A.C. Eiras, C.M. Ishikawa y A.C. Alexandrino. 1998/1999. Análisis hematológica de curimatá (*Prochilodus scrofa*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*) das estações de piscicultura do Instituto de Pesca, estado de Sao Paulo. *Bol. Inst. Pesca.* 25: 77-83.
- Seibert C.S., E.M. Guerra-Shinhara, E. Gomes y E.E. Marques. 2001. Red blood cell parameters and osmotic fragility curve of *Colossoma macropomum* (Pises, Osteichthyes, Mileinae) in captivity. *Acta Scient.*, 23(2): 515-520.
- Tavares-Dias M. y M.I. Mataqueiro. 2004. Características hematológicas, bioquímicas e biométricas de *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Osteichthyes: Characidae) oriundos de cultivo intensivo. *Acta Scient.*, 26(2): 157-162.
- Tavares-Dias M. y 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 y P.C.F. Carneiro. 2001. Physiological responses of “tambaqui” *Colossoma macropomum* (Characidae) to acute stress. *Bol. Inst. Pesca*, 27: 43-48.
- Tavares-Dias M., S.C.H. Schalch y F.R. Moraes. 2003. Hematological characteristics of brazilian teleosts. VII. Parameters of seven species collected in Guariba, Sao Paulo State, Brazil. *Bol. Inst. Pesca*, 29(2): 109-115.
- Vuren J.H.J. y A. Hattingh. 1978. A seasonal study of the haematology of wild fish. *J. Fish. Biol.*, 13: 305-313.
- Valenzuela A., K. Alvealy E. Tarifeño. 2002. Respuesta hematológica de truchas (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum 1792) a estrés hipóxico agudo: serie roja. *Gayana*, 66(2): 255 - 261.
- Valenzuela A., C. Oyarzún y V. Silva. 2003. Células sanguíneas de *Schroederichthys chilensis* (Guichenot 1848) (Elasmobranchii, Scyliorhinidae): serie blanca. *Gayana*, 67(1): 130 – 137.
- Wintrobe M.M. 1934. Variation on the size and haemoglobin content of erythrocytes in the blood of various vertebrates. *Folia Haematol.*, 51: 32-49.