

Caracterización sanguínea  
de diferentes especies icticas de la cuenca alta  
del río Cauca (Colombia)

Blood characterization  
of different fish species of the high basin  
of the river Cauca (Colombia)

J. LÓPEZ MACIAS<sup>1</sup>  
E. RUBIO RINCÓN<sup>2</sup>

La calidad fisicoquímica y bacteriológica de la cuenca alta del río Cauca (Colombia), cada día se altera más, debido a diferentes factores como la sobrepesca, deforestación intensa, explotación antitécnica de minerales y materiales de construcción, contaminación orgánica e industrial (ANÓNIMO, 1983). Es obvio que las condiciones señaladas afectan negativamente la continuidad de algunas especies icticas nativas como el bocachico (*Prochilodus reticulatus*), seguido del barbudo (*Pimelodus grosskopfii*), bagre sapo (*Pseudopimelodus bufonis*) y las sardinas (*Astianax caucanus*; *Astianax fasciatus*) (LÓPEZ *et al.*, 1982).; agravada esta situación por la introducción indiscriminada de especies foráneas que han colonizado grandes áreas del río Cauca, compitiendo por hábitat y alimento con las especies nativas. Por lo anteriormente expuesto, es importante efectuar caracterizaciones sanguíneas de especies icticas nativas de la cuenca alta del río Cauca, con el fin de establecer si las condiciones existentes alteran de alguna manera la composición celular sanguínea y a partir de éstos resultados se pueda establecer la vulnerabilidad de las especies autóctonas frente a las especies introducidas. Igualmente, se debe destacar que en Colombia y específicamente en el

---

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Pecuarias Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. Email: jorgelopezmacias@gmail.com; <sup>2</sup> Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Universidad del Valle, Cali, Colombia. Email: erubio@biología.univalle.edu.co

Valle del Cauca, no se han efectuado estudios sobre valoración sanguínea como indicador de vulnerabilidad de las especies nativas continentales.

La presente investigación, compara diferentes parámetros sanguíneos de varias especies ícticas, frente a especies nativas capturadas mediante distintos artes de pesca en los ríos tributarios existentes en las márgenes izquierda y derecha del río Cauca en su recorrido por el departamento de Valle del Cauca en diferentes épocas del año con el fin de determinar la posible variación de estos parámetros de acuerdo a especie, sexo, grado de madurez sexual, condiciones físico químicas del agua, período climático y sitio de captura.

### MATERIALES Y METODOS

**CAPTURA DE EJEMPLARES** — La zona del muestreo comprendió la cuenca alta del río Cauca en su recorrido por el departamento del Valle, desde su inicio en el corregimiento de Timba (departamento del Cauca) hasta el puerto de La Virginia (departamento de Resalara). Se capturaron ejemplares durante un período de 12 meses en diferentes regímenes climáticos seco y lluvioso, se muestrearon los principales tributarios del río Cauca existentes en la margen izquierda, correspondientes a los afluentes Timba, Jamundí, Mediacanoa, Catarina y Chanco y, en la margen derecha, los ríos Desbaratado, Bolo, Amaime, Guadalajara, Bugalagrande, y Pijao (este último afluente del río la Vieja). Los especímenes colectados se registraron según especie, nombre vulgar, nombre científico, longitud estándar, peso, sexo, grado de madurez sexual, características externas peculiares, aspecto sanitario, estado nutricional, sitio de muestreo, período climático, etc. Igualmente, se determinaron las condiciones físico químicas del agua del sitio de captura. Con el propósito de obtener peces de diferentes tallas, edades, períodos reproductivos y ambientes posibles se emplearon diferentes artes de pesca como fueron atarraya, espinel de fondo, línea de anzuelo, redes de arrastre, catangas, careteo, nasas, raqueteo y pesca eléctrica en los ríos anteriormente señalados.

**ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DEL AGUA** — En los diferentes sitios del muestreo de la cuenca alta del río Cauca, se efectuaron mediante un equipo portátil los diferentes parámetros físico-químicos del agua: temperatura, alcalinidad, amonio, pH, nitritos, CO<sub>2</sub>, cloruros, oxígeno y turbidez. Igualmente, se analizaron en los laboratorios de agua de la Corporación Regional del Valle del Cauca (C.V.C) algunas muestras obtenidas en distintos sitios y períodos climáticos, para determinar demanda química (DQO) y demanda bioquímica de oxígeno (DBO) (Tabla 4), con el fin de establecer de que manera estos parámetros afectaban la caracterización sanguínea de las especies estudiadas.

**OBTENCIÓN DE LA MUESTRA SANGUÍNEA** — La sangre de los ejemplares, recolectados en cada muestreo, se obtuvo en el caso de peces con una longitud estándar inferior a 5 cm mediante sección transversal del pedúnculo caudal; se descartaron las primeras cinco gotas de sangre y el resto se colectó en los tubos microtiner con anticoagulante EDTA. Para especímenes de mayor tamaño, las muestras se obtuvieron por punción lateral de la arteria aorta caudal, o directamente por punción cardíaca a través del arco hemal. Posteriormente, los citados ejemplares se trasladaron vivos al Instituto de Piscicultura Tropical de Buga, donde fueron sometidas a diferentes evaluaciones reproductivas y de crecimiento. Con las distintas muestras sanguíneas, se realizaron inicialmente frotis sanguíneos, los cuales fueron posteriormente coloreados con Wright con el fin de establecer las características morfológicas del núcleo y citoplasma de cada una de las células, lo mismo que el diámetro y longitud de las mismas. El resto de la muestra sanguínea se utilizó para determinar el recuento eritrocitario, número de leucocitos, porcentaje de heterófilos, linfocitos, eosinófilos, monocitos, basófilos.

**TINCIÓN** — El frotis sanguíneo, se coloreaba con tinción de Wright (azul de metileno y alcohol metílico) durante un período de cinco minutos, luego se aplicaba la solución buffer, se lavaba con abundante agua destilada y se secaba a temperatura ambiente. La placa se observaba al microscopio con objetivo de inmersión para determinar la morfología del núcleo y citoplasma de cada una de las células sanguíneas de acuerdo a la metodología tradicional (BLAXHALL y DAISLEY, 1973; STOSKOPH, 1990; FILHO *et al.*, 1992; CAMPBELL, 1990,). Una vez se efectuaba el frotis, se secaba al aire; debido a que las muestras conservadas son muy sensibles a la humedad, estas se guardaban rotuladas en cajas de madera y se mantenían en un ambiente seco hasta el momento en que se tomaba la microfotografía

**DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS** — El conteo de las células sanguíneas se realizó inicialmente con un contador electrónico, tipo Coulter, pero debido a que este equipo está calibrado específicamente para medir células sanguíneas de mamíferos, las cuales se caracterizan porque los glóbulos rojos son anucleados, a diferencia de los hematíes de los peces que son nucleados. Por tanto se presentaban conteos erróneos, tanto en las células de la serie blanca como en la serie roja, ya que el equipo contaba los glóbulos rojos como heterófilos. Por lo anteriormente expuesto, se decidió realizar los conteos manualmente mediante el método tradicional de la cámara de Neubauer (BLAXHALL y DISLEY, 1973; BOUER, 1986). Para el conteo de los glóbulos blancos se utilizaba la solución Natt and Herrick en dilución 1:200 con el propósito de colorear los glóbulos

blancos de azul intenso y de esta manera diferenciarlos fácilmente de los hematíes, debido a que éstos últimos son también nucleados. Posteriormente se realizaba un procedimiento similar al empleado en el conteo de los glóbulos rojos, utilizando las pipetas y los cuadrantes específicos para glóbulos blancos. (STOSKOPH, 1990; CAMPBELL, 1990). El método usado para cuantificar hemoglobina fue el de la cianometahemoglobina; una vez los eritrocitos eran lisados, la muestra se centrifugaba para remover los núcleos de los hematíes libres a 5000 G durante 10 minutos y se procedía a realizar la lectura en el espectrofotómetro. El hematocrito se determinó mediante el método del microhematocrito. Igualmente se calcularon el volumen corpuscular medio (VCM), la concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) y la hemoglobina corpuscular media (HCM) mediante las formulas correspondientes (STOSKOPH, 1990; CAMPBELL, 1990).

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO** — Para establecer relaciones de asociación entre las variables sanguíneas de cada especie íctica [hematocrito, hemoglobina, recuento leucocitario, recuento eritrocitario, porcentaje de linfocitos, monocitos, heterófilos, eosinófilos, basófilos, hemoglobina corpuscular media (HCM) concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) y volumen corpuscular medio (VCM)], se utilizó un análisis de correlación múltiple, calculando el coeficiente de Pearson y la significancia estadística correspondiente, con un valor  $\alpha$  del 5 %. Así mismo, se realizó un análisis de correlación múltiple para definir relaciones de asociación entre las variables sanguíneas de cada especie íctica y las condiciones fisicoquímicas del agua (dureza, pH, temperatura, amonios, nitritos, cloruros, oxígeno, alcalinidad) en los distintos sitios de muestreo. Los análisis de correlación se llevaron a cabo con los procedimientos Rank, del paquete SAS (Statistical analysis system ) Versión 6.11 1995. El gestor de base de datos fue el Fox-Pro , versión profesional para Windows. Con el propósito de establecer diferencias estadísticas del estado de madurez sexual de las especies evaluadas con respecto a los distintos parámetros sanguíneos, se llevó a cabo un análisis de varianza, con el mismo valor  $\alpha$  considerado en el análisis de correlación. Para este fin se utilizó el procedimiento GLM del paquete SAS.

## RESULTADOS

Se evaluaron 281 ejemplares distribuidos en 156 machos y 125 hembras pertenecientes a 15 especies ícticas diferentes (Tabla 1), durante un período de 12 meses. Se realizó la descripción morfológica de las células sanguíneas y se establecieron los valores de diferentes parámetros sanguíneos por especie, sexo, peso talla y características fisicoquímicas del agua (Tabla 2).

MORFOLOGÍA SANGUÍNEA — La caracterización sanguínea de las especies ícticas nativas más vulnerables de la Cuenca alta del río Cauca en comparación con una especie foránea como el Coroncoro (*Hipostomus plecostomus*) se relacionan a continuación.

### Barbudo (*Pimelodus grosskopfii*)

ERITROCITOS — Son células de 7-10 mm de diámetro, pequeñas ovaladas o ligeramente elipsoidales, con núcleo frecuentemente fraccionado de posición central con su eje mayor paralelo al eje mayor de las células y cromatina densa muy oscura, la cual adquiere con la coloración de Wright un color morado oscuro. El citoplasma de color gris violáceo no presenta en muchos extendidos una apariencia homogénea y en algunas placas se observan vacuolas prominentes. Igualmente se detectan en algunos extendidos globulos rojos hipocromicos, anisocitosis y disposición de hematíes en forma de pilas de monedas (Rouleaux). Los eritrocitos inmaduros se caracterizan en esta especie por poseer una apariencia más redonda con un citoplasma azul pálido y una cromatina nuclear menos compacta.

LINFOCITOS — Son células con un diámetro promedio de 6-10 mm, con abundante pseudópodos, núcleo prominente de cromatina densa y con presencia de gránulos. Se aprecian en algunas placas dos tipos de linfocitos claramente diferenciados: linfocitos pequeños que tiene un diámetro de 6–8 mm que tienden a ser redondeados pero el borde celular no es continuo. La proporción del núcleo en comparación con el citoplasma es mucho mayor para el núcleo que adquiere una coloración azul oscura. El núcleo redondo está rodeado por un citoplasma homogéneo, delgado y de color azul pálido. Los linfocitos grandes se caracterizan por su mayor tamaño (8 a 10 mm) y una cromatina nuclear menos compacta. Los linfocitos pequeños probablemente corresponden a linfocitos T y los linfocitos grandes a los linfocitos B de los mamíferos (STOSKOPH, 1990).

MONOCITOS — Células grandes con un diámetro promedio de 10 mm, el citoplasma redondeado, de bordes discontinuos y citoplasma gris azulado y vacuolado. El núcleo es excéntrico, arriñonado y poco definido. El borde celular no es continuo y en algunos extendidos se aprecian pseudópodos.

HETERÓFILOS — Células con diámetros de 7-8 mm, citoplasma redondeado, ligeramente azulado con núcleo rosado bi o trilobulados, cromatina densa y escasa, granulos típicos en citoplasma. Sin embargo en algunas placas se aprecia núcleos pentalobulados.

EOSINÓFILOS — Células de 8-12 mm de diámetro, escasas, morfología redondeada, citoplasma con granulos rojizos y punteados y núcleos lobulados poco definidos.

BASÓFILOS — Células grandes, de 10 a 12 mm mucho más escasas que los eosinofilos, redondeadas, con gránulos intracitoplasmáticos punteados de color azul intenso y núcleos lobulados.

TROMBOCITOS — Células fusiformes, abundantes y de cromatina densa. Estas células tienden agruparse en algunas zonas del extendido. La forma del núcleo del trombocito es ovalada. El núcleo adquiere una coloración morada oscura y contiene una cromatina densa. El citoplasma es ligeramente azul.

#### Sabaleta (*Brycon henni*)

ERITROCITOS — Células de 7-12 mm de diámetro, ovaladas, citoplasma rosado pálido, con núcleo ovalado de cromatina densa oscura; algunos núcleos son vacuolados. En varios extendidos se observa evidente anisocitosis y eritrocitos en pilas de moneda.

LINFOCITOS — Células de 8-10 mm de diámetro, redondeadas, núcleo prominente, excéntrico, densamente coloreado. Citoplasma ligeramente azulado, escasos linfocitos grandes con diámetros promedios de 10-12 mm.

MONOCITOS — Células de 10-12 mm de diámetro, semejantes a linfocitos pero con núcleo arriñonado de color azul pálido y vacuolado. Su tamaño promedio es mayor que el linfocito. Membrana celular discontinua provista de pseudópodos.

HETERÓFILOS — Células con diámetro promedio de 7 mm, pequeñas, redondeadas, de núcleo multilobulado, de cromatina densa y citoplasma gris pálido con numerosos gránulos finos.

EOSINÓFILOS — Células de 7-8 mm de diámetro, con núcleos poco definidos, citoplasma con presencia de gránulos grandes punteados de color rojo variable.

BASÓFILOS — Células de 8-10 mm de diámetro, con gránulos intracitoplasmáticos de color azul intenso.

TROMBOCITOS — Células redondas pequeñas y de cromatina densa.

#### Bocachico (*Prochilodus reticulatus*)

ERITROCITOS — Células sanguíneas pequeñas de 5-7 mm de diámetro, ovaladas, que colorean bien. Presentan un citoplasma violeta pálido o rosado, núcleo eosinofílico ovalado de cromatina densa.

LINFOCITOS — Células de 8-10 mm de diámetro, de tamaño mediano y grande, citoplasma escaso, núcleo prominente de cromatina densa y en

algunas ocasiones vacuolado, membrana celular discontinuas prevista de pseudópodos.

MONOCITOS — Células de 10-12 mm de diámetro, el citoplasma azul de color rosado pálido, núcleo hendido, arriñonado, de cromatina densa. Algunas células presentan gránulos finos localizados en el citoplasma.

HETERÓFILOS — Células de 8-10 mm de diámetro, citoplasma azul pálido con pseudópodos. Núcleo bi, tri o polilobulados provistos de cromatina densa eosinílica.

EOSINÓFILOS — Células de 8-10 mm de diámetro, relativamente pequeñas con gránulos citoplasmáticos finos y rosados, núcleo lobulado poco definido.

BASÓFILOS — Células escasas, de 8-10 mm de diámetro, con presencia de gránulos punteados, de color azul intenso.

TROMBOCITOS — Presentan forma de huso o son redondeadas.

### Coroncoro (*Hipostomuss plecostomus* )

ERITROCITOS — Células 7-10 mm de diámetro, ovaladas, citoplasma gris violáceo, núcleo morado, ovalado, pequeño, de cromatina densa.

LINFOCITOS — Células de 8-10 mm de diámetro, redondeadas, de borde irregular, citoplasma escaso, núcleo prominente, cromatina densa morado oscuro.

MONOCITOS — Células de 8-10 mm de diámetro, núcleo arriñonado y excéntrico, citoplasma rosado pálido, abundante.

HETERÓFILOS — Células de 8-10 mm de diámetro, redondeadas, citoplasma bien definido, gris o azul pálido, núcleo tri o tetralobulados, de cromatina densa, color rojizo y gránulos escasos.

EOSINÓFILOS — Células de 10 mm de diámetro, grandes gránulos rojizos prominentes intracitoplasmáticos, núcleos pocos definidos.

BASÓFILOS — No se observaron.

TROMBOCITOS — Células redondas y abundantes.

### Correlaciones sanguíneas

Las principales correlaciones sanguíneas de las especies analizadas fueron:

#### BARBUDO (*PIMELODUS GROSKOFFI*)

Se evaluaron 50 ejemplares distribuidos en 21 machos y 29 hembras (Tabla 1), el coeficiente de Pearson demostró que la variable hematocrito está correlacionada positivamente con la hemoglobina, temperatura del agua y nitritos. Igualmente, se determinó correlaciones positivas entre el hematocrito y CHCM: la hemoglobina está correlacionada con

temperatura, nitritos, CHM, recuento leucocitario. Los heterófilos están correlacionados con linfocitos, monocitos, CHCM, pH, amonio, cloruros, oxígeno, peso y longitud. El HCM correlacionado con recuento leucocitario, heterófilos, linfocitos y amonio. El CHCM, correlacionado con hematocrito, hemoglobina, recuento leucocitario, VCM y HCM. El recuento leucocitario correlacionado con VCM, HCM, CHCM, peso y longitud. El recuento eritrocitario se correlaciona con CHCM, temperatura, nitritos (Tabla 3). Los Monocitos con peso y longitud. El VCM con HCM y CHCM. El peso se correlaciona positivamente con longitud. El análisis de varianza no estableció diferencias significativas para los diferentes grados de madurez sexual, con relación a los parámetros sanguíneos, pero si detectó diferencias estadísticas para las variables peso y longitud con relación a los distintos grados de madurez sexual.

#### SABALETA (*BRYCON HENNI*)

Se estudiaron 59 ejemplares distribuidos en 38 machos y 21 hembras. El análisis de correlación múltiple demostró que el hematocrito se relacionó en esta especie con hemoglobina, recuento eritrocitario, VCM, HCM, CHCM. La hemoglobina se correlaciona con hematocrito, recuento eritrocitario, VCM, HCM y CHCM. El recuento eritrocitario con hematocrito, hemoglobina, VCM, HCM, CHCM. El VCM se correlaciona con hematocrito, hemoglobina, recuento leucocitario, recuento eritrocitario y heterófilos. El HCM, se correlaciona con hematocrito, hemoglobina, recuento eritrocitario, heterófilos. El CHCM, con hematocrito, hemoglobina, recuento leucocitario, recuento eritrocitario y heterófilos. Los linfocitos se correlacionan con heterófilos y los monocitos con eosinófilos, hematocrito y hemoglobina. Los basófilos se correlacionaron con eosinófilos, hemoglobina y el peso se correlacionó con longitud. El análisis de varianza estableció significancia estadística entre los diferentes grados de madurez sexual y las variables de peso y longitud.

#### BOCACHICO (*PROCHILODUS RETICULATUS*)

Se evaluaron 33 ejemplares distribuidos en 26 machos y 7 hembras. El análisis de correlación múltiple demostró que el hematocrito está correlacionado con la hemoglobina, recuento eritrocitario, CHCM, longitud, amonio, nitritos y cloruros. La hemoglobina, correlacionada con hematocrito, recuento eritrocitario, longitud, amonio, nitritos y cloruros. El recuento eritrocitario correlacionado con hematocrito, hemoglobina, longitud, amonio, nitritos, cloruros. Los linfocitos correlacionados positivamente con heterófilos. El VCM correlacionado con hematocrito y CHCM. Los basófilos correlacionados con recuento leucocitario, dureza, alcalinidad. Los eosinófilos, correlacionados con temperatura y amonio. La longitud, correlacionada con hematocrito, hemoglobina, recuento leucocitario, recuento eritrocitario, peso, dureza,

Tabla 1. Ejemplares capturados en los diferentes muestreos según especie, sexo, peso y longitud.

Especie	Nombre Científico	No. Ejemplares	Sexo		Peso			Longitud estandar		
			M	H	Mínimo (g)	Máximo (g)	Média (g)	Mínima (cm)	Máxima (cm)	Média (cm)
Bocachico	<i>Prochilodus reticulatus</i>	33	26	7	10	230	89	10	21,5	15,4
Agujeta	<i>Ctenolucius hujeta</i>	4	3	1	10	70	29	8	16	15,2
Bagre sapo	<i>Pseudopimelodus bufonius</i>	4	2	2	180	250	167,5	18,5	22,5	18,7
Barbudo	<i>Pimelodus groskoffi</i>	50	21	29	40	340	95,2	12,5	26	16,8
Barbudo negro	<i>Rhamdia quelem</i>	34	22	12	55	165	62,1	9,5	21	15,4
Corroncho	<i>Lasciancistrus caucanus</i>	15	6	9	9	35	19,7	7	11	9,2
Coroncoro	<i>Hipostomus plecostomus</i>	24	15	9	25	270	123,4	9,5	37,6	17,6
Cucha	<i>Penaque gibbosus</i>	3	1	2	30	190	130	10	21	17,3
Jabón	<i>Pygidium caliense</i>	6	4	2	10	25	14,2	9	13	10,2
Lapicero	<i>Sturisoma Leigtoni</i>	9	2	7	10	10	10	11	12	11,7
Rollizo	<i>Parodon caliense</i>	4	3	1	6,6	28	21,9	7	11,8	9,7
Sabaleta	<i>Brycon henni</i>	59	38	21	8,1	2,4	44,1	7,5	20	12,1
Sardina	<i>Astianax fasciatus</i>	32	12	20	7,6	50	23	7	20	10,2
Jetudo	<i>Ichthyoelephas longirostris</i>	2	1	1	12	12	12	19	19	19
Viringo	<i>Sternopygus macrurus</i>	2	0	2	47	300	173,5	23	56	39,5

Tabla 2: Promedios de los parámetros sanguíneos de diferentes especies felinas continentales de la cuenca alta del río Cauca. [N: Número de ejemplares capturados; HC: Hematocrito %; HG: Hemoglobina (g/dl); RL: Recuento leucocitario ( $10^6/\text{mm}^3$ ); RE: Recuento eritrocitario ( $10^6/\text{mm}^3$ ); HF: Heterófilos (%); LF: Linfocitos (%); EF: Eosinófilos; MT: Monocitos

Especie	Nombre científico	N	HC	HG	RL	RE	HF	LF	EF	MT	BF	VC	HM	CH
Bocachico	<i>Prochilodus reticulatus</i>	33	42,6	14,3	4,1	7,1	28,0	70,2	1,3	0,3	0,1	59,7	19,8	33,2
			8,2	2,6	4,7	1,3	12,9	12,4	1,8	0,6	0,3	2,1	0,8	1,6
Agujeta	<i>Ctenolucius hujeta</i>	4	27,8	9,2	3,8	4,6	24,3	71,8	4,0	0,0	0,0	60,5	19,3	32,5
			12,1	4,2	1,3	2,1	12,3	9,1	4,1	0,0	0,0	1,0	0,9	1,9
Bagre sapo	<i>Pseudopimelodus bufonius</i>	4	35,8	12,1	3,1	6,0	29,3	68,3	2,0	0,0	0,5	59,0	19,8	33,3
			6,0	2,3	1,5	1,0	6,9	7,7	1,6	0,0	1,0	0,2	0,5	0,9
Barbudo	<i>Pimelodus groskoffi</i>	50	37,8	12,6	5,1	6,3	21,0	77,1	1,4	0,4	0,1	59,7	19,8	32,9
			9,2	3,0	4,9	1,5	10,1	10,5	2,3	0,8	0,3	1,0	0,5	0,8
Barbudo negro	<i>Rhamdia quelem</i>	34	32,4	10,6	6,1	5,3	28,4	69,4	1,5	0,1	0,1	57,9	19,2	32,1
			10,8	3,4	2,1	1,7	9,6	8,2	2,8	0,4	0,4	10,3	3,4	5,8
Corroncho	<i>Lasciancistrus caucanus</i>	15	28,0	9,3	4,0	7,1	31,4	64,5	1,5	0,1	0,0	55,9	18,4	30,8
			12,9	4,4	2,3	8,8	18,0	23,1	2,6	0,3	0,3	15,5	5,1	8,5
Coroncoro	<i>Hipostomus plecostomus</i>	24	33,4	11,2	4,1	5,5	15,4	78,3	2,1	0,1	0,0	60,5	20,1	33,4
			11,5	3,8	1,8	1,9	14,1	71,0	3,0	0,2	0,0	1,3	0,8	1,1
Cucha	<i>Panaque gibbosus</i>	3	34,0	11,4	4,0	5,6	27,3	71,0	1,3	0,3	0,0	60,7	20,3	33,3
			12,2	3,8	0,7	1,9	8,1	7,9	1,5	0,6	0,0	0,6	0,6	1,5
Jabón	<i>Pygidium callense</i>	6	22,2	7,1	3,5	3,7	24,2	72,5	3,0	0,2	0,2	59,8	18,3	31,7
			7,5	2,5	1,1	1,2	15,6	16,5	2,0	0,4	0,4	1,2	0,4	0,5
Lapicero	<i>Surinona leigtoni</i>	8	31,0	10,3	4,2	5,2	13,8	83,4	2,4	0,5	0,0	59,9	19,6	32,9
			9,3	3,1	1,5	1,6	6,5	6,9	2,6	0,9	0,0	1,1	0,7	0,8
Rollizo	<i>Parodon callense</i>	4	48,0	15,9	2,9	7,9	15,5	82,3	2,3	0,0	0,0	59,8	20,0	32,8
			11,3	3,4	2,1	1,7	12,8	11,0	2,1	0,0	0,0	1,5	0,0	0,9
Sabaleta	<i>Brycon henni</i>	59	34,2	11,4	4,7	5,7	24,3	73,3	2,2	0,2	0,1	58,9	19,3	32,3
			12,1	4,1	2,1	2,0	12,9	12,5	3,6	0,6	0,3	7,9	2,6	4,4
Sardina	<i>Asiamax fasciatus</i>	30	35,8	11,9	3,8	5,9	23,5	74,6	1,7	0,1	0,1	58,3	19,2	31,6
			12,1	4,1	2,3	2,0	10,7	11,5	2,3	0,3	0,3	11,1	3,7	6,1
Jetudo	<i>Ichthyolephus iongrosstris</i>	2	36,0	12,3	6,6	6,0	17,0	81,0	1,5	0,5	0,0	59,5	20,0	33,5
			1,4	0,4	1,9	0,3	1,4	1,4	0,7	0,7	0,0	0,7	0,0	0,7
Vainago	<i>Sternopygus macrurus</i>	2	39,5	13,5	4,2	6,7	43,5	56,0	0,5	0,0	0,0	59,0	20,0	33,5

Tabla 3. Análisis físico químico del agua según período climático en los distintos sitios de captura de peces.

Río	Período Climático	Dureza Ppm	Alcalinidad mg/L	PH	CO <sub>2</sub> mg/L	Temp. °C	Amonio Mg/L	Nitrito mg/L	Cloruro mg/L	Oxígeno mg/L
Río Cauca La Balsa	Lluvioso	51,3	51,3	7	20	20	0,2	0	1,5	7
Río Cauca Arroyohondo	Lluvioso	17,1	51,3	7	5	26	0,2	0	1,5	5
Río Cauca La Balsa	Lluvioso	34,2	34,2	7	10	20	0,7	0	1,5	5
Río Q. Grande	Lluvioso	85,5	85,5	7,3	10	22,5	0,2	0,1	1,6	7
Río Catarina	Lluvioso	68,4	68,4	7,3	15	21	0,1	0,1	1,6	8
Río Chancos	Lluvioso	68,4	68,4	7,2	20	25	0,1	0,1	1,6	6
Río Pijao 3	Lluvioso	68,4	68,4	7,5	15	19	0,6	0,2	1,5	7
Río Pijao 2	Lluvioso	68,4	68,4	7,5	20	20,5	0,3	0,1	1,7	7
Río Pijao 1	Lluvioso	83,5	68,4	7,5	15	19,5	0,1	0	1,5	8
Media Canoa	Seco	51,3	51,3	7,5	15	20,5	0,1	0	1,5	7
Guadalajara	Seco	51,3	51,3	8	15	21,5	0	0	1,6	8
Río Bugalagrande 1	Seco	102,6	102,6	8	15	19	0,2	0,3	1,5	7
Río Bugalagrande 2	Seco	102,6	102,6	8	15	22	0,6	0,3	1,5	7
Río Cauca La Balsa	Lluvioso	51,3	51,3	7	20	20	0,7	0	1,5	7
Río Cauca La Virginia	Lluvioso	68,4	51,3	7	10	22	0,6	0,2	1,5	6
Río Cauca La Balsa	Seco	34,2	34,2	7	10	20,5	0,1	0	1,5	7
Río Cauca-Navarro	Seco	37	30,3	6,8	10	22,4	0,5	0,2	1,9	5
Río Cauca-La Virginia	Seco	51,3	51,3	7,5	10	25,1	0,4	0,2	1,7	5

Tabla 4. Demanda bioquímica y química de oxígeno del agua recolectada en diferentes sitios de muestreos.

Muestra	Hora	Río	Período climático	mgDBO <sub>5</sub> /l	DQ mg/l
Timba	10:50 a.m.	Timba	Lluvioso	-	9,7
Timba	11:10 a.m.	Timba	Lluvioso	-	5,8
La Balsa	12:00 m	Cauca	Lluvioso	-	9,9
Jamundí	15:00 p.m.	Jamundí	Lluvioso	-	2,7
La Virginia	9:50 a.m.	Cauca	Lluvioso	1,7	32,9
La Virginia	11:00 a.m.	Cauca	Lluvioso	3	25,2
La Balsa	10:25 a.m.	Cauca	Seco	2,94	7,85
La Balsa	11:55 a.m.	Cauca	Seco	1,7	7,7
Navarro	11:25 a.m.	Cauca	Seco	1,8	9,36
Canal CVC	12: 00 a. m	Cauca	Seco	9,5	13,2
La Virginia	11:30 a.m.	Cauca	Seco	3,6	13,2
La Virginia	12:00 a.m.	Cauca	Seco	3,6	17

alcalinidad, pH, amonio y cloruros. El recuento leucocitario correlacionado con basófilos, longitud, dureza y alcalinidad.

#### CORONCORO (*HIPOSTOMUS PLECOSTOMUS*)

Se analizaron 24 ejemplares distribuidos en 15 machos y 9 hembras (Tabla 1). El análisis de correlación múltiple determinaron correlaciones del hematocrito con hemoglobina, VCM, HCM, peso, longitud, monocitos, dureza, alcalinidad, pH, temperatura, amonio, cloruros, oxígeno y nitritos. La hemoglobina se correlacionó con hematocrito, VCM, HCM, peso, longitud, monocitos, dureza, alcalinidad, pH, temperatura, amonio, nitritos, cloruros y oxígeno. El recuento leucocitario se correlacionó con eosinófilos, peso, longitud, temperatura, amonio, nitritos, pH. El recuento eritrocitario se correlacionó con hematocrito, hemoglobina, VCM, HCM, peso, longitud, dureza, alcalinidad, pH, temperatura, amonio, nitritos, oxígeno. Los eosinófilos se correlacionaron con recuento leucocitario. Los heterófilos se correlacionaron con HCM, pH, cloruros y oxígeno. Los monocitos se correlacionaron con hemoglobina. El VCM se correlacionó con hematocrito, hemoglobina, recuento eritrocitario. Los heterófilos, monocitos, dureza, alcalinidad, pH, temperatura, amonio, nitritos, cloruros y oxígeno. El HCM se correlaciona con hematocrito, hemoglobina, recuento eritrocitario, heterófilos, CHCM, dureza, alcalinidad, pH, temperatura, cloruro y oxígeno. El peso se correlaciona positivamente en esta especie con hematocrito, hemoglobina, recuento leucocitario, recuento eritrocitario, longitud, dureza, alcalinidad, pH,

temperatura, amonio, nitritos, cloruros y oxígeno. La longitud se correlaciona con hematocrito, hemoglobina, recuento leucocitario, recuento eritrocitario, peso, temperatura, amonio, nitritos. El análisis de varianza) determinó la influencia de los diferentes grados de madurez sexual sobre las variables: recuento leucocitario, peso y longitud.

## DISCUSIÓN

Los valores promedios de los diferentes parámetros sanguíneos de las distintas especies evaluadas (Tabla 2) están de acuerdo a los rangos reportados por la literatura en otras especies ícticas tropicales (GRIZZLE y ROGERS, 1976; VEGAS, 1977; PÉREZ *et al.*, 1983; FILHO *et al.*, 1992). Los recuentos eritrocitarios y leucocitarios, presentaron niveles comparativamente más altos en especies ícticas activas de migración riofítica (BLAXHALL y DAISLEY, 1973, ANDERSON, 1985). Igualmente las condiciones de deterioro físico químico del agua (Tabla 3) influenciaron el perfil sanguíneo de las especies ícticas.

El estudio establece la evidente vulnerabilidad de las especies bocachico, (*Prochilodus reticulatus*), agujeta (*Ctenolucius hujeta*), cucha (*Penaque gibbosus*), bagre sapo (*Pseudopimelodus bufonius*), barbudo (*Pimelodus groskoffi*), viringo (*Sternopygus macrurus*) y jetudo (*Ichthyoelephas longirostris*) en el trayecto del río Cauca, desde el municipio de Santiago de Cali (departamento del Valle) al municipio de La Virginia (departamento de Risaralda), situación menos evidente en los tributarios localizados en las márgenes izquierda y derecha del mismo río, debido a mejores condiciones fisicoquímicas de los afluentes. Se detectó a la tinción sanguínea en muestras provenientes de ejemplares pertenecientes a las mismas especies ícticas nativas problemas de anisocitosis, policromía, hipocromía, heterofilia, eosinofilia, linfocitosis, y evidencia de septicemia sanguínea bacteriana, principalmente en bocachico, (*Prochilodus reticulatus*), bagre sapo (*Pseudopimelodus bufonius*), rollizo (*Parodon caliense*), jetudo (*Ichthyoelephas longirostris*) y viringo (*Sternopygus macrurus*). Las anteriores condiciones patológicas son un reflejo del estado de salud de los ejemplares y la posible capacidad de los mismos para defenderse frente a agentes agresores, bien sea químicos o biológicos y en último la viabilidad de los ejemplares para consumo humano (ANDERSON, 1985; SUSUKI y LIDA, 1992; BHATTACHARYYA, 1996).

En contraste, la investigación señala una evidente colonización del río Cauca por algunas especies foráneas, como el coroncoro (*Hipostomus plecostomus*) y la dificultad para capturar algunas especies nativas como la Agujeta (*Ctenolucius hujeta*), bagre sapo (*Pseudopimelodus*

*bufonius*), cucha (*Penaque gibbosus*), rollizo (*Parodon caliense*), jetudo (*Ichthyoelephas longirostris*) y viringo (*Sternopygus macrurus*), a pesar de utilizar diferentes artes de pesca. Igualmente, se demostró respuestas sanguíneas del coroncoro (*Hipostomus plecostomus* esta especie) para sobrevivir en ambientes con bajos niveles de oxígeno y alta contaminación bacteriana, en contraste con algunas especies nativas como el barbudo (*Pimelodus groskoffi*), viringo (*Sternopygus macrurus*) y jetudo (*Ichthyoelephas longirostris*), que presentan baja rusticidad y poblaciones disminuídas principalmente en ciertas áreas del río Cauca, cercanas a centros urbanos

Se detecta en el coroncoro gran cantidad de correlaciones positivas frente a las distintas variables sanguíneas y parámetros físico químicos del agua, las cuales han permitido a esta especie, sobrevivir en condiciones de agua desfavorable, incrementando en unos casos el número de glóbulos rojos y la cantidad de hemoglobina. El aumento del recuento leucocitario en esta especie constituídos por leucocitos mononucleados y polimorfonucleados le han facilitado medrar en ambientes con alta carga bacteriana a diferencia de las especies nativas como el bocachico (*Prochilodus reticulatus*), viringo (*Sternopygus macrurus*), jetudo (*Ichthyoelephas longirostris*) y sabaleta (*Brycon henni*), que requieren agua de adecuada composición físico química y baja contaminación bacteriana. Lo anterior demuestra que algunas zonas del río Cauca en su recorrido por el departamento del Valle del Cauca son desfavorables para la sobrevivencia de las especies nativas; de mantenerse esta situación y no tomar medidas oportunas e inmediatas de decontaminación del río, la continuidad de algunas especies nativas estaría en peligro en el futuro.

AGRADECIMIENTOS — Los autores expresan sinceros sentimientos de gratitud a la Corporación Regional del Valle del Cauca, CVC por el apoyo financiero, logístico y profesional en el desarrollo del presente estudio y en forma muy especial a Pedro Nel Montoya, Coordinador del Grupo de Hidrobiología de la CVC.

## RESUMEN

El presente estudio se propuso evaluar comparativamente la morfología celular, recuento eritrocitario, leucocitario, hematocrito, hemoglobina, VCM, CHCM, HCM, de diferentes especies ícticas nativas y foráneas de la cuenca alta del río Cauca, capturadas mediante distintos artes de pesca, en varias épocas del año y períodos climáticos. Con este propósito, se evaluaron 281 ejemplares pertenecientes a 15 especies ícticas, provenientes de 18 sitios de muestreo, durante un período de 12 meses. La investigación evidencia que las condiciones de deterioro físico químico del agua influyen el perfil sanguíneo de las especies ícticas y se establecen correlaciones de parámetros sanguíneos con las condiciones

físico químicas del agua. La caracterización sanguínea de las especies, establece problemas de anisocitosis, linfocitosis, hipocromía y septicemia sanguínea de algunos ejemplares. Así mismo, el estudio detecta el deterioro de las condiciones físico químicas del agua en varias áreas del río Cauca en su recorrido por el departamento del Valle, lo que se traduce en vulnerabilidad de ciertas especies ícticas nativas como son: bocachico, (*Prochilodus reticulatus*), agujeta (*Ctenolucius hujeta*), cucha (*Penaque gibbosus*), bagre sapo (*Pseudopimelodus bufonius*), barbudo (*Pimelodus groskoffi*), viringo (*Sternopygus macrurus*) y jetudo (*Ichthyoelephas longirostris*) y al mismo tiempo se aprecia en las áreas mencionadas una colonización exitosa por parte de especies foránea como el coroncoro (*Hipostomus plecostomus*).

PALABRAS CLAVES: cauca, Colômbia; vulnerabilidad; especies-ícticas; agua.

## BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON, D. 1985. *Fish*. Sniezco. T. F. H. 239 pp.
- ANONIMO, 1983. *Estudio de Impacto ambiental. Proyecto de regulación del río Cauca CVC -CEID*. Cali. 155 pp.
- BLAXHALL, C. & W. DAISLEY. 1973. Routine haematological methods for use with fish blood. *J. Fish. Biol.* 5: 771-781.
- BHATTACHARYYA, U. 1996. Effect of *Aspergillus terreus* on certain blood parameters in *Heteropneustes fossilis*. *Environ. Ecol.* 14 (1): 115-117.
- BOWER, U. 1986. *Análisis clínicos, métodos e interpretación*. Reverté. Barcelona.
- CAMPBELL, T. 1990. An Introduction to fish Hematology. *Continuing Education.* 12 (4): 525-532.
- GEBLE FILHO, D.; G. KASSINER; F. CAPRIANO; A. DAFREE & M. OHIRA. 1992. Comparative hematology in marine fish. *Comp. Biochem. Physiol.* 102 A (2): 311 - 321.
- GRIZZLE, J. & W. ROGERS. 1976. *Anatomy and histology of the channel catfish*. Auburn University. Agricultural Experiment Station. Auburn 150 pp.
- LÓPEZ, V. J.; J. NIETO & L. QUIROZ. 1982. *Estudio socioeconómico de los pescadores del Río Cauca (Suárez, Vigés)*. Tesis de Grado. Corporación Autónoma de Occidente. Cali. Colombia.

- PÉREZ, J.; G. OJEDA & A. ANTON. 1983. Blood parameters in fishes; oxygen. Affinity. Root effect, pH and the number of hemoglobins in some marine fishes of Eastern Venezuela. *Ibid*, 22: 29-33.
- STOSKOPH, M. 1990. *Fish medicine*. W.B. Saunders. Filadelfia 315 pp.
- SUZUKI Y LIDA, T. 1992. Fish granulocytes in the process of inflammation. *Annu. Rev Fish. Dis.* 2: 149-160
- VEGAS, M. 1977. Ictiología, texto experimental. Centro de publicaciones. División de Ciencias. Universidad del Valle. Cali. 271 pp.

---

Recebido: 5 de dezembro de 2009.