

## Parámetros hematológicos y de bioquímica sanguínea en diez especies de peces marinos capturados por pesquería artesanal en la Bahía del Callao, Perú

Hematological parameters and blood biochemical in ten species of marine fish captured by artisanal fishery in Callao Bay, Peru

Gloria Sáez<sup>1</sup>, Jhon Chero<sup>1</sup>, Celso Cruces<sup>1</sup>, David Minaya<sup>2</sup>, Cynthia Rodríguez<sup>1</sup>,  
Beatriz Suyo<sup>1</sup>, Seid Romero<sup>2</sup>, Angélica Guabloche<sup>2</sup>, Eduardo Tuesta<sup>2</sup>,  
Lorena Alvariano<sup>2</sup>, José Iannacone<sup>2,3,4</sup>

### RESUMEN

Se realizó una evaluación hematológica y de bioquímica sanguínea en 10 especies de peces marinos en la bahía del Callao, Perú, en las cuatro estaciones del año y en cuatro áreas de muestreo con diferentes grados de perturbación antrópica. Las especies fueron: «lorna» *Sciaena deliciosa* (Tschudi, 1846) (Sciaenidae), «lisa» *Mugil cephalus* Linnaeus, 1758 (Mugilidae), «pejerrey» *Odontesthes regia* (Humboldt, 1821) (Atherinidae), «pintadilla» *Cheilodactylus variegatus* Valenciennes, 1833 (Cheilodactylidae), «tramboyo» *Labrisomus philippii* (Steindachner, 1866) (Labrisomidae), «borrachito» *Scartichthys gigas* Steindachner, 1876 (Blenniidae), «mojarrilla» *Stellifer minor* (Tschudi, 1846) (Sciaenidae), «machete» *Ethmidium maculatum* (Valenciennes, 1847) (Clupeidae), «cavinza» *Isacia conceptionis* (Cuvier, 1830) (Haemulidae) y «chiri» *Stromateus stellatus* Cuvier, 1829 (Stromateidae). Los valores de hematocrito, hemoglobina y triglicéridos fueron significativamente mayores en *E. maculatum*, *S. minor* e *I. conceptionis*. En *S. deliciosa* solo fue más alta la hemoglobina y en *I. conceptionis* solo para el colesterol. Los parámetros hematológicos leucocitarios (linfocitos, monocitos, basófilos, eosinófilos y neutrófilos) y el HDL no mostraron variaciones entre las especies, entre estaciones del

<sup>1</sup> Laboratorio de Parasitología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática (FCNNM), Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV), Lima, Perú

<sup>2</sup> Laboratorio de Ecología y Biodiversidad Animal (LEBA), Facultad de Ciencias Naturales y Matemática (FCNNM), Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV), Lima, Perú

<sup>3</sup> Laboratorio de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad Científica del Sur, Lima, Perú

<sup>4</sup> E-mail: joseiannacone@gmail.com

Recibido: 9 de abril de 2018

Aceptado para publicación: 7 de septiembre de 2018

año ni entre áreas de muestreo. La hemoglobina y colesterol fueron mayores para *S. deliciosa* y de hematocrito y colesterol para *M. cephalus* y *O. regia* en el área del muelle del Callao. Para *M. cephalus* se notó valores más altos de hematocrito, hemoglobina y colesterol en primavera, y los niveles de colesterol fueron más bajos en el verano para *M. cephalus* y para *O. regia*.

**Palabras clave:** análisis hematológico; células sanguíneas; hematocrito; peces marinos; Perú

## ABSTRACT

A hematological and blood biochemical evaluation was performed on 10 species of marine fish in the bay of Callao, Peru, in the four seasons of the year and in four sampling areas with different degrees of anthropic disturbance. The species of fish were: «lorna» *Sciaena deliciosa* (Tschudi, 1846) (Sciaenidae), «lisa» *Mugil cephalus* Linnaeus, 1758 (Mugilidae), «pejerrey» *Odontesthes regia* (Humboldt, 1821) (Atherinidae), «pintadilla» *Cheilodactylus variegatus* Valenciennes, 1833 (Cheilodactylidae), «tramboyo» *Labrisomus philippii* (Steindachner, 1866) (Labrisomidae), «borrachito» *Scartichthys gigas* Steindachner, 1876 (Blenniidae), «mojarrilla» *Stellifer minor* (Tschudi, 1846) (Sciaenidae), «machete» *Ethmidium maculatum* (Valenciennes, 1847) (Clupeidae), «cavinza» *Isacia conceptionis* (Cuvier, 1830) (Haemulidae) and «chiri» *Stromateus stellatus* Cuvier, 1829 (Stromateidae). The values of hematocrit, hemoglobin and triglycerides were significantly higher in *E. maculatum*, *S. minor* and *I. conceptionis*. In *S. deliciosa* only hemoglobin was higher, and in *I. conceptionis* only for cholesterol. The leukocyte hematological parameters (lymphocytes, monocytes, basophils, eosinophils and neutrophils) and the HDL showed no variations between species, between seasons or between sampling areas. Hemoglobin and cholesterol were higher for *S. deliciosa* and hematocrit and cholesterol for *M. cephalus* and *O. regia* in the Callao pier area. For *M. cephalus* higher values of hematocrit, hemoglobin and cholesterol were noted in spring, and cholesterol levels were lower in the summer for *M. cephalus* and for *O. regia*.

**Keywords:** haematological analysis; blood cells; hematocrit; marine fish; Peru

## INTRODUCCIÓN

Los estudios sobre parámetros hematológicos y química sanguínea son actualmente de gran interés en la determinación del estado de salud y el equilibrio metabólico en los peces de vida silvestre y de cultivo intensivo (Atencio-García *et al.*, 2007; Centeno *et al.*, 2007; Alaye-Rahy y Morales-Palacios, 2013; Meraj *et al.*, 2016). Varios factores intrínsecos y extrínsecos pueden influir sobre los parámetros sanguíneos en los peces, tales como la especie de pez, el

estadio, el sexo, el estrés, el parasitismo, la temperatura, factores ambientales, tipo de muestreo sanguíneo, técnica de laboratorio, diferencias estacionales y estado nutricional (Tavares-Dias *et al.*, 2000; Rey-Vásquez y Guerrero, 2007; Buenaño, 2010; Satheeshkumar *et al.*, 2011, 2012; Alaye-Rahy y Morales-Palacios, 2013; Jerônimo *et al.*, 2014; Yilmaz, 2015; Meraj *et al.*, 2016; Sánchez *et al.*, 2017). Las fluctuaciones de los parámetros hematológicos en peces pueden ser empleadas como herramientas importantes para la determinación de perturbaciones o estrés en los ecosistemas acuáticos;

así por ejemplo, el estrés crónico produce leucopenia y cambios en la fórmula leucocitaria (Tavares-Dias *et al.*, 2000; Villalobos, 2002; Chagas y Val, 2003; Valenzuela *et al.*, 2003; Sandstrom *et al.*, 2005; Rey-Vásquez y Guerrero, 2007; Collins *et al.*, 2016).

Se han estudiado las características hematológicas en peces dulceacuícolas en la Amazonía peruana bajo varios aspectos: determinación de valores normales (Iannacone *et al.*, 2006ab; Serrano *et al.*, 2013; Alzamora-Gonzales *et al.*, 2015), efecto de densidad de cultivo (Delgado *et al.*, 2013; Dal' Bó *et al.*, 2015), tóxicos (Hinostroza y Serrano-Martínez, 2013; Iannacone y Alvarino, 2008) y parásitos (Soberon *et al.*, 2014; Fernández-Méndez *et al.*, 2015). A la fecha, no se han efectuado estudios sobre parámetros hematológicos en peces teleósteos marinos de la costa del Perú.

En el presente estudio se evaluaron los valores medios de recuento diferencial de células de defensa (leucocitos), hematocrito, hemoglobina, colesterol, triglicéridos y HDL en 10 especies de peces teleósteos marinos colectados por pesquería artesanal en la bahía del Callao, Perú, en cuatro estaciones del año y en cuatro áreas de muestreo con diferentes grados de perturbación antrópica.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de Muestreo

Se realizó en la zona costera de la Bahía del Callao, Perú. La Bahía del Callao (BC) es importante desde el punto de vista industrial, turístico y recreacional; sin embargo, existen problemas de contaminación de sus aguas costeras, provenientes principalmente de colectores domésticos, industriales, agrícolas, y de sedimentos de minerales resultantes de la carga y descarga de concentrados de minerales. Los vertimientos de los ríos Chillón y Rímac traen consigo residuos de

pesticidas, minerales y otros productos de las actividades que se realizan a lo largo de todo su recorrido, los cuales ocasionan un fuerte impacto en el ambiente receptor (Olarte-Navarro, 2007; Palacios-Morales, 2010).

Según el criterio espacial, se incluyeron cuatro áreas de muestreo (Figura 1). La primera área de muestreo (BC<sub>1</sub>) (12°4'3.30"S, 77°10'8.60"O) corresponde a la zona frente a la Escuela Naval. La segunda (BC<sub>2</sub>) (12°3'56.20"S, 77°9'30.70"O) se ubica frente al Instituto del Mar del Perú (IMARPE). La tercera área de muestreo (BC<sub>3</sub>) (12°2'34.10"S, 77°9'15.40"O) corresponde a la zona frente al Muelle del Callao. Finalmente, la última área de muestreo (BC<sub>4</sub>) (12°5'16.57"S, 77°11'52.03"O) corresponde

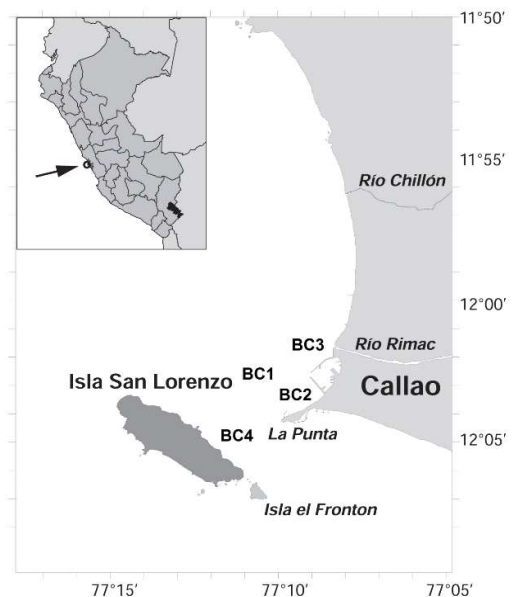


Figura 1. Ubicación geográfica de las estaciones-áreas de muestreo en la Bahía del Callao, Perú (Modificado de Pérez y Llellish, 2015). BC<sub>1</sub> = zona frente a la escuela naval (12° 4'3.30"S, 77°10'8.60"O). BC<sub>2</sub> = zona frente al Instituto del Mar del Perú (12° 3'56.20"S, 77° 9'30.70"O). BC<sub>3</sub> = zona frente al Muelle del Callao (12° 2'34.10"S, 77° 9'15.40"O). BC<sub>4</sub> = zona costera de la Isla San Lorenzo (12° 5'16.57"S, 77°11'52.03"O)

a la zona costera de la Isla San Lorenzo. Esta isla y sus alrededores presentan una biota bien conservada debido a la ausencia casi total de la actividad humana desde hace muchos años (Correa *et al.*, 2008).

Según el criterio estacional, fueron consideradas cuatro periodos de análisis: otoño-2015, invierno-2015, primavera-2015 y verano-2016.

### Muestreo de Peces y Análisis Hematológico

Un total de 89 especímenes de peces vivos fueron colectados con la ayuda de pescadores locales en la zona costera de la bahía del Callao, entre mayo de 2015 y enero de 2016. Las 10 especies de peces marinos con la descripción de su longitud total (LT) y peso (P) se muestra en el Cuadro 1. La LT fue medida con un ictiómetro de aluminio de 100 cm Modelo ICT-100BS (Perú) con 0.5 cm de precisión y los P fueron tomados con una balanza tipo Adam (EEUU) con 0.001 g de precisión. Estas especies son frecuentes en las áreas de muestreo y ocupan diferentes hábitats en el ecosistema acuático, según Fishbase (2018): bentopelágico, pelágico-nerítico y demersal. Los peces fueron identificados usando las claves e ilustraciones de Fisher *et al.* (1995), Chirichigno y Vélez (1998), ARAP (2011) y Melchorita (2016). Así mismo, las 10 especies de peces fueron catalogadas según las ocho categorías de lista roja de IUCN (2018).

Los peces colectados en las áreas de muestreo fueron colocados en recipientes de 20 L de capacidad con agua de la BC. Posteriormente, fueron anestesiados en una solución de benzocaína ( $1\text{ g } 10\text{ L}^{-1}$ ) para proceder a tomar muestras de sangre de la vena caudal con una jeringa que contenía una gota de solución de EDTA al 10% (Azevedo *et al.*, 2006; Rey-Vásquez y Guerrero, 2007; Inoue *et al.*, 2016). El análisis hematológico se realizó a partir de la media total de las variables de sangre durante todo el periodo de colecta en los peces. Los peces evalua-

dos para el análisis hematológico no fueron sexados (Rey-Vásquez y Guerrero, 2007).

Se determinó el hematocrito (Ht, %), según Goldenfarb *et al.* (1971) y Blaxhall y Daisley (1973) empleando una centrífuga de hematocrito a 21 000 g por 5 min y leído en un lector de microcapilar, hemoglobina (Hb) ( $\text{mg}\cdot\text{dL}^{-1}$ ), según el método de cianometahemoglobina (Collier, 1944). Para el recuento diferenciado de leucocitos (linfocitos, monocitos, neutrófilos, eosinófilos y basófilos mediante la tinción de Giemsa (los heterófilos fueron unidos a los eosinófilos), se contaron 200 células por frotis (Örün y Erdemil, 2002; Pinheiro *et al.*, 2015; Inoue *et al.*, 2016). Para la diferenciación morfológica de los leucocitos se emplearon las ilustraciones de Rey-Vásquez y Guerrero (2007) y de Clauss *et al.* (2008). Los trombocitos no fueron incluidos en el análisis. Además, se tomaron muestras de sangre para el análisis de colesterol ( $\text{mg}\cdot\text{dL}^{-1}$ ), triglicéridos ( $\text{mg}\cdot\text{dL}^{-1}$ ) y lipoproteínas de alta densidad (HDL,  $\text{mg}\cdot\text{dL}^{-1}$ ) con la ayuda de un equipo calibrado (Cholesterol Test Devices – Mission®).

### Análisis Estadístico

Se determinó la estadística descriptiva básica de los parámetros hematológicos de las 10 especies de peces marinos. Se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para determinar la normalidad de los datos obtenidos para los 10 parámetros sanguíneos. Se calculó la homocesticidad de varianzas mediante la prueba de Levene como criterio para emplear los estadísticos inferenciales. Se empleó el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Tukey a un valor de  $p < 0.05$  para comparar los parámetros hematológicos y de bioquímica sanguínea entre las 10 especies, entre las áreas de muestreo (BC<sub>1</sub>, BC<sub>2</sub>, BC<sub>3</sub> y BC<sub>4</sub>) para las tres especies con más de 10 especímenes, y entre estaciones del año (otoño-2015, invierno-2015, primavera-2015 y verano-2016) para las tres especies de peces con tres o más estaciones anuales evaluadas. Para el cálculo de los valores promedios de los parámetros hematológicos se usó el software IBM SPSS Statistics 21.

Cuadro 1. Especies marinas colectadas en la zona costera de la bahía del Callao entre mayo de 2015 y enero de 2016

Especies	n	Longitud total		Peso	
		Media ± DE	Rango	Media ± DE	Rango
“lorna” <i>Sciaena deliciosa</i> (Tschudi, 1846) (Sciaenidae)	25	21.4±1.7	19-25	143.0±33.7	96-208
“lisa” <i>Mugil cephalus</i> Linnaeus, 1758 (Mugilidae)	17	26.9 ± 4.5	20-29.9	231.3 ± 86.4	115-365
“pejerrey” <i>Odontesthes regia</i> (Humboldt, 1821) (Atherinidae)	14	14.9 ± 0.8	13.5-16.0	23.6 ± 6.4	13-31
“pintadilla” <i>Cheilodactylus variegatus</i> Valenciennes, 1833 (Cheilodactylidae)	9	16.0 ± 4.4	13-21	127.3 ± 7.2	119-132
“tramboyo” <i>Labrisomus philippii</i> (Steindachner, 1866) (Labrisomidae)	5	20.0 ± 2.1	18.5-21.5	132.0 ± 42.4	102-162
“borrachito” <i>Scartichthys gigas</i> Steindachner, 1876 (Blenniidae)	6	19 ± 0	19	102.7 ± 11.1	91-113
“mojarrilla” <i>Stellifer minor</i> (Tschudi, 1846) (Sciaenidae)	4	16.9 ± 2.4	13.5-19.0	100.4 ± 34.6	48.5-119
“machete” <i>Ethmidium maculatum</i> (Valenciennes, 1847)	3	26.2 ± 2.8	23.0-28.5	205.5 ± 56.4	143-252
“cavinzas” <i>Isacia conceptionis</i> (Cuvier, 1830) (Haemulidae)	3	18.8 ± 1.7	17-20	89.7 ± 12.7	80-104
“chiris” <i>Stromateus stellatus</i> Cuvier, 1829 (Stromateidae)	3	17.8 ± 1.2	17.0-19.2	75.6 ± 0.5	75-76

## RESULTADOS

Loa cuadros 2 y 3 muestran los 10 parámetros hematológicos y de bioquímica sanguínea medidos en 10 especies de peces marinos capturados en las aguas costeras de la BC, Perú. También se muestra su categoría según la IUCN, su hábitat y familia. La evaluación global mostró que los valores de hematocrito fueron significativamente mayores en *E. maculatum*, *S. minor* y *I. conceptionis* en comparación a *S. stellatus*. En *S. deliciosa*, *E. maculatum*, *S. minor* y *I. conceptionis* se presentaron valores más altos en hemoglobina en contraste a *S. stellatus*. En *I. conceptionis* fueron mayores en colesterol al compararse con *L. philippii* y *S. stellatus*. Los valores de

triglicéridos fueron mayores en *S. minor* e *I. conceptionis* al ser contrastados con *E. maculatum*, *C. variegatus*, *S. gigas* y *S. stellatus*. Los valores de los parámetros hematológicos leucocitarios (linfocitos, monocitos, basófilos, eosinófilos y neutrófilos) se mostraron relativamente estables entre las diez especies de peces estudiadas.

Los valores hematológicos y de bioquímica sanguínea entre las cuatro áreas de muestreo para *S. deliciosa* (Cuadro 4) indican ausencia de variaciones en los valores de recuento leucocitario y mayores valores de hemoglobina y colesterol en BC<sub>3</sub>. Los valores hematológicos y de bioquímica sanguínea entre puntos de muestreo para *M. cephalus* (Cuadro 5) indican valores constantes para linfocitos, monocitos, basófilos,

Cuadro 2. Valores medios  $\pm$  desviación estándar y rango de variación (valores entre paréntesis) de los parámetros hematológicos de especies de peces teleósteos capturados en la Bahía del Callao, Perú (mayo de 2015 - enero de 2016) (Parte 1)

Parámetros	<i>Sciaena deliciosa</i> (n=25)	<i>Mugil cephalus</i> (n=17)	<i>Odontesthes regia</i> (n=14)	<i>Stellifer minor</i> (n=4)	<i>Ethmidium maculatum</i> (n=3)
Linfocitos (%)	37.0 $\pm$ 9.6 (10-60) <sup>a</sup>	34.8 $\pm$ 6.8 (16-50) <sup>a</sup>	34.7 $\pm$ 5.8 (24-54) <sup>a</sup>	37.5 $\pm$ 10.4 (25-50) <sup>a</sup>	34 $\pm$ 1.7 (32-35) <sup>a</sup>
Monocitos (%)	11.0 $\pm$ 5.7 (5-28) <sup>a</sup>	12.6 $\pm$ 4.3 (5-24) <sup>a</sup>	10.6 $\pm$ 4.5 (2-17) <sup>a</sup>	13 $\pm$ 12.1 (5-31) <sup>a</sup>	12.3 $\pm$ 6.8 (7-20) <sup>a</sup>
Basófilos (%)	2.6 $\pm$ 3.5 (0-16) <sup>a</sup>	3.0 $\pm$ 4.6 (0-20) <sup>a</sup>	0.8 $\pm$ 1.1 (0-3) <sup>a</sup>	0.5 $\pm$ 1.0 (0-2) <sup>a</sup>	0.3 $\pm$ 0.6 (0-1) <sup>a</sup>
Eosinófilos (%)	15.6 $\pm$ 8.5 (6-45) <sup>a</sup>	14.2 $\pm$ 4.3 (10-26) <sup>a</sup>	18.1 $\pm$ 8.8 (10-40) <sup>a</sup>	14.8 $\pm$ 5.2 (10-22) <sup>a</sup>	17 $\pm$ 2 (15-19) <sup>a</sup>
Neutrófilos (%)	33.8 $\pm$ 9.0 (13-52) <sup>a</sup>	35.4 $\pm$ 7.0 (22-43) <sup>a</sup>	35.8 $\pm$ 6.1 (23-45) <sup>a</sup>	36.8 $\pm$ 7.9 (30-45) <sup>a</sup>	36.3 $\pm$ 9.1 (26-43) <sup>a</sup>
Hematocrito (%)	52.3 $\pm$ 10.2 (33.3-66.7) <sup>ab</sup>	46.8 $\pm$ 13.1 (28-65) <sup>ab</sup>	45.0 $\pm$ 10.9 (26.9-65.4) <sup>ab</sup>	52.8 $\pm$ 2.8 (50-55.6) <sup>b</sup>	58.1 $\pm$ 2.4 (55.6-60.4) <sup>b</sup>
Hemoglobina (mg $\cdot$ dL <sup>-1</sup> )	17.4 $\pm$ 3.4 (11.1-22.2) <sup>b</sup>	15.6 $\pm$ 4.4 (9.3-21.7) <sup>ab</sup>	15.0 $\pm$ 3.6 (9.0-21.8) <sup>ab</sup>	17.6 $\pm$ 0.9 (16.7-18.5) <sup>b</sup>	19.4 $\pm$ 0.8 (18.5-20.1) <sup>b</sup>
Colesterol (mg $\cdot$ dL <sup>-1</sup> )	233.4 $\pm$ 66.7 (133-384) <sup>ab</sup>	292.7 $\pm$ 119.8 (146-491) <sup>ab</sup>	173.8 $\pm$ 62.7 (100-334) <sup>ab</sup>	270.5 $\pm$ 167.4 (100-500) <sup>ab</sup>	166.7 $\pm$ 73.0 (110-249) <sup>ab</sup>
Triglicéridos (mg $\cdot$ dL <sup>-1</sup> )	260.8 $\pm$ 117.5 (85-650) <sup>ab</sup>	283.1 $\pm$ 82.2 (124-403) <sup>ab</sup>	174.2 $\pm$ 91.9 (51-381) <sup>ab</sup>	346.0 $\pm$ 36.1 (297-379) <sup>b</sup>	139.3 $\pm$ 37.6 (111-182) <sup>a</sup>
HDL (mg $\cdot$ dL <sup>-1</sup> )	99.2 $\pm$ 3.8 (81-100) <sup>a</sup>	100 $\pm$ 0 <sup>a</sup>	97.4 $\pm$ 7.5 (73-100) <sup>a</sup>	100 $\pm$ 0 <sup>a</sup>	100 $\pm$ 0 <sup>a</sup>
IUCN	Preocupación menor	Preocupación menor	Preocupación menor	Preocupación menor	Data insuficiente
Hábitat	Bentopelágico	Bentopelágico	Pelágico-Nerítico	Bentopelágico	Pelágico-Nerítico
Familia	Sciaenidae	Mugilidae	Atherinidae	Sciaenidae	Cupleidae

<sup>a,b</sup> Letras diferentes dentro de una misma fila indican promedios significativamente diferentes ( $p < 0.05$ )

eosinófilos, neutrófilos, hemoglobina y triglicéridos. Sin embargo, los valores de hematocrito y colesterol mostraron variaciones en el punto BC<sub>3</sub>. El Cuadro 6 señala los valores hematológicos y de bioquímica sanguínea entre tres puntos de muestreo para *O. regia*, donde se observan valores más altos de hematocrito y colesterol en el punto BC<sub>3</sub>. No se observaron variaciones entre las

tres áreas de muestreo para los recuentos diferenciales entre células leucocitarias, así como para para hemoglobina y triglicéridos.

En general, no se observaron variaciones estacionales en los parámetros hematológicos y de bioquímica sanguínea para *S. deliciosa* (Cuadro 7), *M. cephalus* (Cuadro 8) y *O. regia* (Cuadro 9). En el caso de

Cuadro 3. Valores medios  $\pm$  desviación estándar y rango de variación (valores entre paréntesis) de los parámetros hematológicos de especies de peces teleósteos capturados en la Bahía del Callao, Perú (mayo de 2015 - enero de 2016) (Parte 2)

Parámetros	<i>Cheilodactylus variegatus</i> (n=9)	<i>Scartichthys gigas</i> (n=6)	<i>Labrisomus philippii</i> (n=5)	<i>Stromateus stellatus</i> (n=3)	<i>Isacia conceptionis</i> (n=3)
Linfocitos (%)	39.8 $\pm$ 4.4 (34-48) <sup>a</sup>	37.5 $\pm$ 3.0 (33-41) <sup>a</sup>	38.4 $\pm$ 2.1 (35-40) <sup>a</sup>	36.3 $\pm$ 1.5 (35-38) <sup>a</sup>	37.0 $\pm$ 1.7 (36-39) <sup>a</sup>
Monocitos (%)	12.9 $\pm$ 3.6 (9-21) <sup>a</sup>	12.2 $\pm$ 1.5 (11-15) <sup>a</sup>	14.0 $\pm$ 3.1 (11-18) <sup>a</sup>	11.0 $\pm$ 2.6 (9-14) <sup>a</sup>	16.3 $\pm$ 1.5 (15-18) <sup>a</sup>
Basófilos (%)	0.4 $\pm$ 0.5 (0-1) <sup>a</sup>	0.3 $\pm$ 0.8 (0-2) <sup>a</sup>	0.4 $\pm$ 0.9 (0-2) <sup>a</sup>	0.7 $\pm$ 0.6 (0-1) <sup>a</sup>	0 $\pm$ 0 <sup>a</sup>
Eosinófilos (%)	12.8 $\pm$ 1.9 (10-16) <sup>a</sup>	10.3 $\pm$ 2.4 (6-13) <sup>a</sup>	12.4 $\pm$ 1.1 (11-14) <sup>a</sup>	11.3 $\pm$ 1.1 (10-12) <sup>a</sup>	13.0 $\pm$ 1.0 (12-14) <sup>a</sup>
Neutrófilos (%)	34.1 $\pm$ 6.7 (24-42) <sup>a</sup>	39.7 $\pm$ 1.5 (38-42) <sup>a</sup>	34.8 $\pm$ 4.1 (30-40) <sup>a</sup>	40.7 $\pm$ 1.5 (39-42) <sup>a</sup>	33.7 $\pm$ 1.2 (33-35) <sup>a</sup>
Hematocrito (%)	40.0 $\pm$ 15.8 (20-68.6) <sup>ab</sup>	27.9 $\pm$ 25.4 (4.1-54.7) <sup>ab</sup>	37.5 $\pm$ 13.1 (21-51.1) <sup>ab</sup>	20.9 $\pm$ 9.7 (10.2-29) <sup>a</sup>	56.3 $\pm$ 12.6 (48.1-70.8) <sup>b</sup>
Hemoglobina (mg·dL <sup>-1</sup> )	13.3 $\pm$ 5.3 (6.7-22.9) <sup>ab</sup>	9.3 $\pm$ 8.5 (1.4-18.2) <sup>ab</sup>	12.5 $\pm$ 4.4 (7-17) <sup>ab</sup>	7.0 $\pm$ 3.2 (3.4-9.76) <sup>a</sup>	18.8 $\pm$ 4.2 (16.0-23.6) <sup>b</sup>
Colesterol (mg·dL <sup>-1</sup> )	187.9 $\pm$ 83.4 (100-382) <sup>ab</sup>	184.5 $\pm$ 47.2 (100-240) <sup>ab</sup>	155.6 $\pm$ 33.0 (110-188) <sup>a</sup>	121.3 $\pm$ 29.5 (100-155) <sup>a</sup>	244.0 $\pm$ 28.0 (212-264) <sup>b</sup>
Triglicéridos (mg·dL <sup>-1</sup> )	85.7 $\pm$ 39.0 (45-150) <sup>a</sup>	106.8 $\pm$ 48.3 (45-193) <sup>a</sup>	85.6 $\pm$ 35.8 (45-131) <sup>ab</sup>	51.7 $\pm$ 9.8 (46-63) <sup>a</sup>	201.3 $\pm$ 132.0 (49-281) <sup>b</sup>
HDL (mg·dL <sup>-1</sup> )	99.4 $\pm$ 1.7 (95-100) <sup>a</sup>	100 $\pm$ 0 <sup>a</sup>	100 $\pm$ 0 <sup>a</sup>	83.66 $\pm$ 28.29 (51-100) <sup>a</sup>	100 $\pm$ 0 <sup>a</sup>
IUCN	No evaluado	Preocupación menor	Preocupación menor	Preocupación menor	No evaluado
Hábitat	Bentopelágico	Demersal	Demersal	Bentopelágico	Bentopelágico
Familia	Cheilodactylidae	Blenniidae	Labrisomidae	Stromateidae	Haemulidae

<sup>a,b</sup> Letras diferentes dentro de una misma fila indican promedios significativamente diferentes (p<0.05)

*M. cephalus* se notaron valores más altos de hematocrito, hemoglobina y colesterol en primavera en comparación al verano (Cuadro 8).

## DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos, los parámetros hematológicos y la bioquímica sanguínea podrían ser usados como indicati-

vos de las condiciones fisiológicas de las especies de peces estudiadas para diagnosticar cuadros patológicos y situaciones de estrés, debido a que son indicadores rápidos de perturbaciones fisiológicas o ambientales (Ranzani-Paiva *et al.*, 2000; Rey-Vásquez y Guerrero, 2007; Montenegro y González, 2012; Satheeshkumar *et al.*, 2012; Alayeh-Rahy y Morales-Palacios, 2013; Brum *et al.*, 2014; Soberón *et al.*, 2014; Yilmaz, 2015; Meraj *et al.*, 2016).

Cuadro 4. Valores medios  $\pm$  desviación estándar y rango de variación (valores entre paréntesis) de los parámetros hematológicos de *Sciaena deliciosa* capturados por pesquería artesanal entre áreas de muestreo de la bahía del Callao, Perú

Parámetros	BC <sub>1</sub> (n = 11)	BC <sub>2</sub> (n=5)	BC <sub>3</sub> (n=6)	BC <sub>4</sub> (n=3)
Linfocitos (%)	39.8 $\pm$ 10.5 (26-60) <sup>a</sup>	33.3 $\pm$ 2.3 (32-36) <sup>a</sup>	34.2 $\pm$ 12.3 (22-46) <sup>a</sup>	37.3 $\pm$ 3.8 (33-40) <sup>a</sup>
Monocitos (%)	10.0 $\pm$ 6.6 (5-28) <sup>a</sup>	13.0 $\pm$ 8.5 (5-22) <sup>a</sup>	13.2 $\pm$ 3.5 (8-17) <sup>a</sup>	8.0 $\pm$ 1.0 (7-9) <sup>a</sup>
Basófilos (%)	1.0 $\pm$ 1.2 (0-3) <sup>a</sup>	2.3 $\pm$ 2.1 (0-4) <sup>a</sup>	5.3 $\pm$ 5.6 (1-16) <sup>a</sup>	2.3 $\pm$ 1.2 (1-3) <sup>a</sup>
Eosinófilos (%)	14.6 $\pm$ 6.4 (6-24) <sup>a</sup>	17.3 $\pm$ 7.5 (10-25) <sup>a</sup>	17.8 $\pm$ 13.5 (9-45) <sup>a</sup>	12.7 $\pm$ 3.8 (10-17) <sup>a</sup>
Neutrófilos (%)	34.6 $\pm$ 10.4 (18-52) <sup>a</sup>	34.0 $\pm$ 4.6 (29-38) <sup>a</sup>	29.5 $\pm$ 9.3 (13-37) <sup>a</sup>	39.7 $\pm$ 1.2 (39-41) <sup>a</sup>
Hematocrito (%)	51.2 $\pm$ 8.8 (33.3-62) <sup>a</sup>	55.8 $\pm$ 12.3 (35.1-64.5) <sup>a</sup>	58.4 $\pm$ 8.2 (47.5-66.7) <sup>a</sup>	40.2 $\pm$ 4.8 (35.4-45) <sup>a</sup>
Hemoglobina (mg·dL <sup>-1</sup> )	17.1 $\pm$ 3.0 (11.1-21) <sup>ab</sup>	18.6 $\pm$ 4.1 (11.7-21.5) <sup>ab</sup>	19.5 $\pm$ 2.7 (15.9-22.2) <sup>b</sup>	13.4 $\pm$ 1.6 (11.8-15) <sup>a</sup>
Colesterol (mg·dL <sup>-1</sup> )	203.8 $\pm$ 55.4 (133-305) <sup>ab</sup>	291.6 $\pm$ 61.1 (174-341) <sup>ab</sup>	265.8 $\pm$ 25.0 (242-300) <sup>b</sup>	180.0 $\pm$ 32.1 (152-215) <sup>a</sup>
Triglicéridos (mg·dL <sup>-1</sup> )	254.0 $\pm$ 162.4 (85-650) <sup>a</sup>	266.6 $\pm$ 61.1 (174-341) <sup>a</sup>	250.0 $\pm$ 77.6 (153-362) <sup>a</sup>	297.3 $\pm$ 92.7 (201-386) <sup>a</sup>
HDL (mg·dL <sup>-1</sup> )	98.3 $\pm$ 5.7 (81-100) <sup>a</sup>	100 $\pm$ 0 <sup>a</sup>	100 $\pm$ 0 <sup>a</sup>	100 $\pm$ 0 <sup>a</sup>

<sup>a,b</sup> Letras diferentes dentro de una misma fila indican promedios significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ) BC<sub>1</sub> = zona frente a la escuela naval (12° 4'3.30"S, 77°10'8.60"O). BC<sub>2</sub> = zona frente al Instituto del Mar del Perú (12° 3'56.20"S, 77° 9'30.70"O). BC<sub>3</sub> = zona frente al Muelle del Callao (12° 2'34.10"S, 77° 9'15.40"O). BC<sub>4</sub>= zona costera de la Isla San Lorenzo (12° 5'16.57"S, 77°11'52.03"O)

Se ha mencionado que los valores de hematocrito están relacionados con la actividad de los peces y su hábitat, señalándose que el valor del hematocrito es mayor en peces dulceacuícolas que en peces marinos, presentando estos últimos un mayor número y menor tamaño de glóbulos rojos (Olabuenaga, 2000; Alaye-Rahy y Morales-Palacios, 2013). En el presente estudio se obtuvieron valores significativamente altos de hematocrito para la mayoría de los peces teleósteos marinos (Wilhelm Filho *et al.*,

1992). Según Bastardo y Barberán (2004), este aumento en el número de eritrocitos pequeños tendría como función mejorar el intercambio gaseoso debido a su mayor relación superficie/volumen y mejorar con ello el transporte del oxígeno disuelto en el agua.

Muchos estudios consideran que los valores de leucocitos de sangre periférica (linfocitos, monocitos, granulocitos «eosinófilos») son cruciales en la detección del estrés en peces debido a su relación con



Cuadro 5. Valores medios  $\pm$  desviación estándar y rango de variación (valores entre paréntesis) de los parámetros hematológicos de *Mugil cephalus* capturados por pesquería artesanal entre áreas de muestreo de la bahía del Callao, Perú

Parámetros	BC <sub>1</sub> (n=9)	BC <sub>2</sub> (n=2)	BC <sub>3</sub> (n=6)
Linfocitos (%)	36.6 $\pm$ 6.1 (29-50) <sup>a</sup>	34.0 $\pm$ 1.4 (33-35) <sup>a</sup>	32.3 $\pm$ 8.7 (16-40) <sup>a</sup>
Monocitos (%)	11.3 $\pm$ 3.5 (5-16) <sup>a</sup>	12.0 $\pm$ 2.8 (10-14) <sup>a</sup>	14.7 $\pm$ 5.6 (9-24) <sup>a</sup>
Basófilos (%)	2.0 $\pm$ 1.7 (0-5) <sup>a</sup>	3.0 $\pm$ 1.4 (2-4) <sup>a</sup>	4.5 $\pm$ 7.7 (0-20) <sup>a</sup>
Eosinófilos (%)	14.0 $\pm$ 3.8 (11-22) <sup>a</sup>	13.5 $\pm$ 2.1 (12-15) <sup>a</sup>	14.8 $\pm$ 5.8 (10-26) <sup>a</sup>
Neutrófilos (%)	36.1 $\pm$ 6.6 (25-43) <sup>a</sup>	37.5 $\pm$ 0.7 (37-38) <sup>a</sup>	33.7 $\pm$ 9.1 (22-42) <sup>a</sup>
Hematocrito (%)	44.7 $\pm$ 12.5 (28-61.7) <sup>ab</sup>	28.0 $\pm$ 1.0 (26-28) <sup>a</sup>	56.3 $\pm$ 6.2 (48.5-65) <sup>b</sup>
Hemoglobina (mg·dL <sup>-1</sup> )	14.9 $\pm$ 4.2 (9.3-20.6) <sup>a</sup>	9.3 $\pm$ 1.0 (8.3-10.3) <sup>a</sup>	18.8 $\pm$ 2.1 (16.2-21.7) <sup>a</sup>
Colesterol (mg·dL <sup>-1</sup> )	279.4 $\pm$ 124.8 (149-491) <sup>ab</sup>	154.5 $\pm$ 12.0 (146-163) <sup>a</sup>	358.7 $\pm$ 88.5 (230-489) <sup>b</sup>
Triglicéridos (mg·dL <sup>-1</sup> )	284.7 $\pm$ 108.1 (124-403) <sup>a</sup>	308.5 $\pm$ 38.9 (281-336) <sup>a</sup>	272.3 $\pm$ 47.0 (210-349) <sup>a</sup>
HDL (mg·dL <sup>-1</sup> )	100 $\pm$ 0 <sup>a</sup>	100 $\pm$ 0 <sup>a</sup>	100 $\pm$ 0 <sup>a</sup>

<sup>a,b</sup> Letras diferentes dentro de una misma fila indican promedios significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ) BC<sub>1</sub> = zona frente a la escuela naval (12° 4'3.30"S, 77° 10'8.60"O). BC<sub>2</sub> = zona frente al Instituto del Mar del Perú (12° 3'56.20"S, 77° 9'30.70"O). BC<sub>3</sub> = zona frente al Muelle del Callao (12° 2'34.10"S, 77° 9'15.40"O)

el sistema inmune (Olabuenaga, 2000). En el presente estudio se observaron valores altos de linfocitos y neutrófilos con valores muy bajos de basófilos y monocitos. Nussey *et al.* (1995) registran un mayor número de linfocitos y eosinófilos combinados, con una disminución significativa en los monocitos, que son indicativos de cambios (infecciones) que se producen después de la exposición a metales en la tilapia de Mozambique (*Oreochromis mossambicus* [Peters, 1852]).

Los valores de hemoglobina fueron significativamente mayores en *E. maculatum*, *S. minor*, *I. conceptionis* y *S. deliciosa* en comparación a *S. stellatus*. Se ha señalado que los peces más activos tienden a tener valores de hemoglobina más altos que los sedentarios (Meraj *et al.*, 2016). Sería interesante corroborar si este patrón se cumple en los peces óseos marinos analizados en la presente investigación. Arthanari y Dhanapalan (2016) indican que los valores del hematocrito de los peces se encuentran

Cuadro 6. Valores medios  $\pm$  desviación estándar y rango de variación (valores entre paréntesis) de los parámetros hematológicos de *Odontesthes regia* capturados por pesquería artesanal entre áreas de muestreo de la bahía del Callao, Perú

Parámetros	BC <sub>1</sub> (n=9)	BC <sub>2</sub> (n=2)	BC <sub>3</sub> (n=6)
Linfocitos (%)	39.0 $\pm$ 5.6 (35-43) <sup>a</sup>	33.7 $\pm$ 3.5 (30-37) <sup>a</sup>	34.0 $\pm$ 10.5 (24-45) <sup>a</sup>
Monocitos (%)	9.5 $\pm$ 10.6 (2-17) <sup>a</sup>	11.1 $\pm$ 3.8 (5-14) <sup>a</sup>	10.0 $\pm$ 3.0 (7-13) <sup>a</sup>
Basófilos (%)	0 $\pm$ 0 <sup>a</sup>	1.1 $\pm$ 1.2 (0-3) <sup>a</sup>	0.7 $\pm$ 1.2 (0-2) <sup>a</sup>
Eosinófilos (%)	16.0 $\pm$ 5.6 (12-20) <sup>a</sup>	16.0 $\pm$ 7.0 (10-26) <sup>a</sup>	24.3 $\pm$ 13.7 (15-40) <sup>a</sup>
Neutrófilos (%)	35.5 $\pm$ 0.7 (35-36) <sup>a</sup>	38.0 $\pm$ 1.5 (35-39) <sup>a</sup>	31.0 $\pm$ 12.2 (23-45) <sup>a</sup>
Hematocrito (%)	36.5 $\pm$ 4.9 (33-40) <sup>a</sup>	41.7 $\pm$ 8.0 (26.9-48.3) <sup>ab</sup>	58.5 $\pm$ 7.8 (50-65.4) <sup>b</sup>
Hemoglobina (mg·dL <sup>-1</sup> )	12.2 $\pm$ 1.6 (11-13) <sup>a</sup>	13.9 $\pm$ 2.6 (9.0-16.1) <sup>a</sup>	19.5 $\pm$ 2.6 (16.7-21.8) <sup>a</sup>
Colesterol (mg·dL <sup>-1</sup> )	190.2 $\pm$ 101.8 (117-334) <sup>ab</sup>	145.0 $\pm$ 34.1 (100-183) <sup>a</sup>	219.3 $\pm$ 4.0 (217-224) <sup>b</sup>
Triglicéridos (mg·dL <sup>-1</sup> )	213.8 $\pm$ 114.2 (135-381) <sup>a</sup>	128.6 $\pm$ 55.7 (51-205) <sup>a</sup>	228.0 $\pm$ 106.5 (116-328) <sup>a</sup>
HDL (mg·dL <sup>-1</sup> )	97.5 $\pm$ 5.0 (90-100) <sup>a</sup>	96.1 $\pm$ 10.2 (73-100) <sup>a</sup>	100 $\pm$ 0 <sup>a</sup>

<sup>a,b</sup> Letras diferentes dentro de una misma fila indican promedios significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ) BC<sub>1</sub> = zona frente a la escuela naval (12° 4'3.30"S, 77° 10'8.60"O). BC<sub>2</sub> = zona frente al Instituto del Mar del Perú (12° 3'56.20"S, 77° 9'30.70"O). BC<sub>3</sub> = zona frente al Muelle del Callao (12° 2'34.10"S, 77° 9'15.40"O)

generalmente entre 20 y 35%, y rara vez alcanzan niveles mayores al 50%. En la presente investigación se vio que casi todas las especies de peces presentaron valores mayores al rango de hematocrito máximo de 35%. Cuatro especies: *S. deliciosa*, *S. minor*, *E. maculatum* e *I. conceptionis* presentaron valores sobre el 50%, y podría estar indicando una respuesta de estos peces marinos a elevadas demandas metabólicas, que provocan valores de hematocrito más altos en estas especies marinas activas (Satheeshkumar *et al.*, 2011), a variaciones

en la calidad del agua y a contaminación en toda la zona evaluada.

Se ha señalado que la hemoglobina en los peces varía entre 12.7 y 14.0 mg dl<sup>-1</sup> (Arthanari y Dhanapalan, 2016). De las especies en estudio, solo dos presentaron valores dentro de este rango (*C. variegatus* y *L. philippii*), y el resto presentaron valores mayores. Las oscilaciones de la hemoglobina dentro de las especies de peces sugieren una asociación con el transporte de oxígeno en la sangre como un índice de las capacida-

Cuadro 7. Valores medios  $\pm$  desviación estándar y rango de variación (valores entre paréntesis) de los parámetros hematológicos de *Sciaena deliciosa* capturada por pesquería artesanal en la bahía del Callao, Perú (mayo de 2015 a enero de 2016)

Parámetros	Otoño (n=9)	Invierno (n=8)	Primavera (n=8)
Linfocitos (%)	37.4 $\pm$ 8.2 (26-50) <sup>a</sup>	36.9 $\pm$ 15.7 (10-60) <sup>a</sup>	36.9 $\pm$ 3.0 (32-40) <sup>a</sup>
Monocitos (%)	8.4 $\pm$ 3.5 (5-15) <sup>a</sup>	14.1 $\pm$ 7.1 (7-28) <sup>a</sup>	10.5 $\pm$ 5.3 (6-22) <sup>a</sup>
Basófilos (%)	1.6 $\pm$ 2.4 (0-6) <sup>a</sup>	3.0 $\pm$ 0.9 (1-4) <sup>a</sup>	3.0 $\pm$ 0.9 (1-4) <sup>a</sup>
Eosinófilos (%)	18.4 $\pm$ 4.7 (13-25) <sup>a</sup>	13.6 $\pm$ 4.1 (9-20) <sup>a</sup>	13.6 $\pm$ 4.1 (9-20) <sup>a</sup>
Neutrófilos (%)	34.1 $\pm$ 7.4 (24-43) <sup>a</sup>	36.0 $\pm$ 4.0 (29-41) <sup>a</sup>	36.0 $\pm$ 4.0 (29-41) <sup>a</sup>
Hematocrito (%)	54.7 $\pm$ 11.0 (33.3-66.7) <sup>a</sup>	55.6 $\pm$ 7.6 (44-66) <sup>a</sup>	46.7 $\pm$ 9.8 (35.1-63.4) <sup>a</sup>
Hemoglobina (mg·dL <sup>-1</sup> )	18.3 $\pm$ 3.7 (11.1-22.2) <sup>a</sup>	18.5 $\pm$ 2.5 (14.7-22) <sup>a</sup>	15.6 $\pm$ 3.3 (11.7-21.1) <sup>a</sup>
Colesterol (mg·dL <sup>-1</sup> )	249.8 $\pm$ 62.2 (167-365) <sup>a</sup>	203.8 $\pm$ 58.0 (133-289) <sup>a</sup>	244.6 $\pm$ 77.2 (152-384) <sup>a</sup>
Triglicéridos (mg·dL <sup>-1</sup> )	215.0 $\pm$ 72.0 (122-362) <sup>a</sup>	273.5 $\pm$ 183.8 (85-650) <sup>a</sup>	299.5 $\pm$ 55.1 (201-386) <sup>a</sup>
HDL (mg·dL <sup>-1</sup> )	100 $\pm$ 0 <sup>a</sup>	100 $\pm$ 0 <sup>a</sup>	97.6 $\pm$ 6.2 (81-100) <sup>a</sup>

<sup>a,b</sup> Letras diferentes dentro de una misma fila indican promedios significativamente diferentes ( $p < 0.05$ )

des metabólicas aeróbicas de los peces (Dal'Bó *et al.*, 2015).

Los valores hematológicos y de bioquímica sanguínea entre las cuatro áreas de muestreo para *S. deliciosa* solo mostraron valores altos de hemoglobina y colesterol en BC<sub>3</sub>. Estos parámetros pueden ayudar a la detección temprana de perturbaciones en el ambiente. Este parámetro es considerado como el mejor indicador para evaluar anemia en peces (Rey-Vásquez y Guerrero, 2007; Jerônimo *et al.*, 2014). Meraj *et al.* (2016) señalan que los cambios en los niveles de hemoglobina en el pez *Triplophysa*

*marmorata* (Heckel, 1838) pueden estar relacionados a la presencia de agentes estresores como contaminantes que inhiben el sistema enzimático para la síntesis de hemoglobina. Se ha asociado el aumento en los valores del colesterol en peces a una alta proporción de grasas en la composición química de los alimentos ingeridos (Satheeshkumar *et al.*, 2011), así como después de la administración de plaguicidas en ambientes acuáticos. Cambios en los valores de parámetros hematológicos pueden reflejar respuestas de los peces a modificaciones ambientales, lo cual permitiría su uso en ecotoxicología acuática y en el biomonitoreo (Satheeshkumar *et al.*, 2011).

Cuadro 8. Valores medios  $\pm$  desviación estándar y rango de variación (valores entre paréntesis) de los parámetros hematológicos de *Mugil cephalus* capturada por pesquería artesanal en la bahía del Callao, Perú (mayo de 2015 a enero de 2016)

Parámetros	Verano (n=5)	Otoño (n=3)	Invierno (n=6)	Primavera (n=3)
Linfocitos (%)	34.0 $\pm$ 1.4 (32-35) <sup>a</sup>	40.0 $\pm$ 9.2 (32-50) <sup>a</sup>	33.0 $\pm$ 9.3 (16-40) <sup>a</sup>	34.3 $\pm$ 4.0 (30-38) <sup>a</sup>
Monocitos (%)	12.2 $\pm$ 2.3 (10-15) <sup>a</sup>	9.3 $\pm$ 4.0 (5-13) <sup>a</sup>	15.7 $\pm$ 5.2 (8-24) <sup>a</sup>	10.3 $\pm$ 1.5 (9-12) <sup>a</sup>
Basófilos (%)	2.0 $\pm$ 2.0 (0-4) <sup>a</sup>	2.0 $\pm$ 1.0 (1-3) <sup>a</sup>	5.2 $\pm$ 7.4 (1-20) <sup>a</sup>	1.3 $\pm$ 1.5 (0-3) <sup>a</sup>
Eosinófilos (%)	12.4 $\pm$ 1.7 (11-15) <sup>a</sup>	18.3 $\pm$ 3.5 (15-22) <sup>a</sup>	14.7 $\pm$ 5.9 (10-26) <sup>a</sup>	12.3 $\pm$ 0.6 (12-13) <sup>a</sup>
Neutrófilos (%)	39.4 $\pm$ 2.3 (37-43) <sup>a</sup>	30.3 $\pm$ 8.4 (25-40) <sup>a</sup>	31.5 $\pm$ 7.3 (22-40) <sup>a</sup>	41.7 $\pm$ 0.6 (41-42) <sup>a</sup>
Hematocrito (%)	32.3 $\pm$ 7.5 (28-45.4) <sup>a</sup>	49.9 $\pm$ 17.3 (30-61.7) <sup>ab</sup>	53.5 $\pm$ 7.5 (42-65) <sup>ab</sup>	54.7 $\pm$ 7.1 (48.5-62.5) <sup>b</sup>
Hemoglobina (mg·dL <sup>-1</sup> )	10.7 $\pm$ 2.5 (9.3-15.1) <sup>a</sup>	16.6 $\pm$ 5.8 (10-20.6) <sup>ab</sup>	17.8 $\pm$ 2.5 (14-21.7) <sup>ab</sup>	18.2 $\pm$ 2.4 (16.2-20.8) <sup>b</sup>
Colesterol (mg·dL <sup>-1</sup> )	156.8 $\pm$ 11.1 (146-173) <sup>a</sup>	429.7 $\pm$ 65.3 (361-491) <sup>b</sup>	322.7 $\pm$ 96.6 (224-489) <sup>b</sup>	322.3 $\pm$ 93.5 (230-417) <sup>b</sup>
Triglicéridos (mg·dL <sup>-1</sup> )	262.4 $\pm$ 111.3 (124-394) <sup>a</sup>	282.0 $\pm$ 104.8 (218-403) <sup>a</sup>	309.7 $\pm$ 75.0 (210-399) <sup>a</sup>	265.7 $\pm$ 23.7 (251-293) <sup>a</sup>
HDL (mg·dL <sup>-1</sup> )	100 $\pm$ 0 <sup>a</sup>	100 $\pm$ 0 <sup>a</sup>	100 $\pm$ 0 <sup>a</sup>	100 $\pm$ 0 <sup>a</sup>

<sup>a,b</sup> Letras diferentes dentro de una misma fila indican promedios significativamente diferentes ( $p < 0.05$ )

Los valores hematológicos y de bioquímica sanguínea entre puntos de muestreo para *M. cephalus* mostraron fluctuaciones en hematocrito y colesterol en la zona frente al muelle del Callao, lo cual podría evidenciar diferencias en la calidad del agua entre las tres zonas de evaluación. Francesco *et al.* (2012) señalan que una multitud de factores intrínsecos y extrínsecos pueden ocasionar variaciones en la data hematológica, que pueden servir para monitorear cambios fisiológicos y patológicos en peces (Alaye-Rahy y Morales-Palacios, 2013), así como proporcionar información con relación al estatus nutricional, funciones di-

gestivas y niveles metabólicos de rutina al ser confrontados a factores de estrés como las variaciones en la calidad del agua, contaminación y enfermedades (Satheeshkumar *et al.*, 2011).

Para *M. cephalus*, se notaron valores más altos de hematocrito, hemoglobina y colesterol en primavera en contraste al verano. Varias investigaciones señalan presencia de estacionalidad en varios parámetros hematológicos en peces (Wilhelm Filho *et al.*, 1992; Guijarro *et al.*, 2003; Bezerra *et al.*, 2014; Latif *et al.*, 2015; Bhat, 2017). El hematocrito y la hemoglobina en el pez *Tin-*

Cuadro 9. Valores medios  $\pm$  desviación estándar y rango de variación (valores entre paréntesis) de los parámetros hematológicos de *Odontesthes regia* capturada por pesquería artesanal en la bahía del Callao, Perú (mayo de 2015 a enero de 2016)

Parámetros	Verano (n=2)	Otoño (n=3)	Invierno (n=9)
Linfocitos (%)	25.2 $\pm$ 2.0 (23.5-27) <sup>a</sup>	38.3 $\pm$ 12.6 (25-50) <sup>a</sup>	33.6 $\pm$ 7.6 (24-45) <sup>a</sup>
Monocitos (%)	15.5 $\pm$ 2.1 (13-17) <sup>a</sup>	15.7 $\pm$ 13.3 (8-31) <sup>a</sup>	7.7 $\pm$ 3.6 (2-14) <sup>a</sup>
Basófilos (%)	1.2 $\pm$ 1.4 (0-2) <sup>a</sup>	0.7 $\pm$ 1.2 (0-2) <sup>a</sup>	1.1 $\pm$ 1.2 (0-3) <sup>a</sup>
Eosinófilos (%)	15.9 $\pm$ 2.0 (13-18.8) <sup>a</sup>	14.7 $\pm$ 6.4 (10-22) <sup>a</sup>	23.3 $\pm$ 8.2 (15-40) <sup>a</sup>
Neutrófilos (%)	20.0 $\pm$ 0.7 (36-37) <sup>a</sup>	34.0 $\pm$ 5.3 (30-40) <sup>a</sup>	34.3 $\pm$ 7.8 (23-45) <sup>a</sup>
Hematocrito (%)	55.2 $\pm$ 4.3 (50.9-59.5) <sup>a</sup>	51.5 $\pm$ 2.1 (50-53) <sup>a</sup>	47.9 $\pm$ 11.1 (36.5-65.5) <sup>a</sup>
Hemoglobina (mg·dL <sup>-1</sup> )	16.7 $\pm$ 1.4 (15.3-19.1) <sup>a</sup>	17.2 $\pm$ 0.7 (16.7-17.7) <sup>a</sup>	16.0 $\pm$ 3.7 (12.3-21.8) <sup>a</sup>
Colesterol (mg·dL <sup>-1</sup> )	187 $\pm$ 5.6 (183-191) <sup>a</sup>	194.0 $\pm$ 83.2 (100-258)	186.0 $\pm$ 70.2 (117-334) <sup>a</sup>
Triglicéridos (mg·dL <sup>-1</sup> )	52.9 $\pm$ 49.5 (135-205) <sup>a</sup>	362.3 $\pm$ 18.8 (342-379) <sup>a</sup>	188.3 $\pm$ 109.1 (51-381) <sup>a</sup>
HDL (mg·dL <sup>-1</sup> )	100 $\pm$ 0 <sup>a</sup>	100 $\pm$ 0 <sup>a</sup>	98.9 $\pm$ 3.3 (90-100) <sup>a</sup>

*ca tinca* (Linnaeus, 1758) se ha observado que es más alto en primavera y en verano (Guijarro *et al.*, 2003; de Pedro *et al.*, 2005; Gupta *et al.*, 2013). Collazos *et al.* (1998) muestran que el hematocrito en peces es más alto en primavera y verano. Así mismo, de Pedro *et al.* (2005) señalan para la *T. tinca*, niveles bajos del colesterol en invierno. En la tilapia, los valores de los parámetros sanguíneos son mayores en primavera y verano (Cengizler *et al.*, 2017).

En conclusión, los resultados de esta investigación proporcionan una contribución-

al conocimiento de parámetros hematológicos y de bioquímica sanguínea en 10 especies de peces óseos marinos de la costa central del Perú. Esta investigación puede ser de utilidad como una herramienta para monitorear la salud ambiental del ecosistema marino al determinar perturbaciones en el ambiente.

#### Agradecimientos

Auspiciado por el Programa Nacional de Innovación para la competitividad y Productividad (Innovate Perú), bajo el contrato 376-PNICP-PIAP-2014.

## LITERATURA CITADA

1. **Alaye-Rahy N, Morales-Palacios JJ. 2013.** Parámetros hematológicos y células sanguíneas de organismos juveniles del pescado blanco (*Chirostoma estor estor*) cultivados en Pátzcuaro, Michoacán. México. Hidrobiológica 23: 340-347.
2. **Alzamora-Gonzales L, de Amat-Herbozo C, Colona-Vallejos E, Cervantes-Aguilar E, Velarde-Álvarez RD, Aquino-Ortega R, Aguilar-Luis, MÁ. 2015.** Método rápido para la cuantificación de leucocitos sanguíneos y su utilidad en la evaluación del estado de salud en trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss*. Lat Am J Aquat Res 43: 1019-1023. doi: 10.3856/vol43-issue5-fulltext-22
3. **[ARAP] Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá. 2011.** Guía de peces para la identificación de especies comerciales. Ciudad de Panamá, Panamá: ARAP. 93 p.
4. **Arthanari M, Dhanapalan S. 2016.** Assessment of the haematological and serum biochemical parameters of three commercially important freshwater fishes in river Cauvery Velur, Namakkal district, Tamil Nadu, India. Int J Fish Aquat Stud 4: 155-159.
5. **Atencio-García V, Genes LF, Madariaga MD, Pardo CS. 2007.** Hematología y química sanguínea de juveniles de rubio (*Salminus affinis* Pisces: Characidae) del río Sinú. Acta Biol Colomb 12: 27-40. doi: 10.15446/abc
6. **Azevedo TMP, Martins ML, Bozzo FR, Moraes FR. 2006.** Haematological and gills response in parasitized tilapia from valley of Tijucas river, SC, Brazil. Sci Agric 63: 115-120. doi: 10.1590/S0103-90162006000200002
7. **Bastardo A, Barberán R. 2004.** Parámetros hematológicos de la paragua, *Chaetodipterus faber* (Broussonet) (Pices: Ehippidae), en condiciones de cultivo. Zoo Trop 22: 361-370.
8. **Bezerra RF, Soares MCF, Santos AJG, Carvalho EVMM, Coelho LCBB. 2014.** Seasonality influence on biochemical and hematological indicators of stress and growth of Pirarucu (*Arapaima gigas*), an Amazonian air-breathing fish. Sci World J 541278. doi: 10.1155/2014/541278
9. **Bhat AH. 2017.** Study of possible seasonal effects on blood parameters of a local fish '*Schizothorax niger*' in Kashmir valley. Int J Zoology Studies 2: 90-92.
10. **Blaxhall PC, Daisley, KW. 1973.** Routine haematological methods for use with fish blood. J Fish Biol 5: 771-781. doi: 10.1111/j.1095-8649.1973.tb04510.x
11. **Brum A, Dotta G, Roumbedakis K, Gonçalves ELT, García LP, García P, Scussel VM, et al. 2014.** Hematological and histopathological changes in silver catfish *Rhamdia quelen* (Siluriformes) exposed to clomazone herbicide in the Madre River, Santa Catarina State, Southern Brazil. J Environ Sci Health 49: 169-175. doi: 10.1080/03601234.2014.-858007
12. **Buenaño MV. 2010.** Hemograma de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en tres etapas de producción en la cuenca alta de la provincia del Napo, Ecuador. Bol Téc 9, Ser Zool 6: 1-14.
13. **Cengizler I, Küçükgül A, Sas G. 2017.** Seasonal changes in some hematological parameters in association with acted in oxygen transport in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L). Eastern Anatolian J Sci 3: 6-13.
14. **Centeno L, Silva-Acuña R, Barrios R, Salazar R, Matute C, Pérez JL. 2007.** Características hematológicas de la cachama (*Colossoma macropomum*) en tres etapas de crecimiento cultivadas en el estado Delta Amacuro, Venezuela. Zootec Trop 4: 237-243.
15. **Chagas EC, Val AL. 2003.** Efeito da vitamina C no ganho de peso e em parâmetros hematológicos de tambaqui. Pesqui Agropecu Bras 38: 397-402. doi: 10.1590/S0100-204X2003000300009

16. **Chirichigno NF, Vélez DJ. 1998.** Clave para identificar los peces marinos del Perú. 2° ed revisada. Perú: Instituto del Mar del Perú. 496 p.
17. **Clauss TM, Dove AD, Arnold JE. 2008.** Hematologic disorders of fish. *Vet Clin Exot Anim* 11: 445-462. doi: 10.1016/j.cvex.2008.03.007
18. **Collazos ME, Ortega E, Barriga C, Rodríguez AB. 1998.** Seasonal variation in haematological parameters in male and female *Tinca tinca*. *Mol Cell Biochem* 183: 165-168. doi: 10.1023/A:1006878-922332
19. **Collier HB. 1944.** Standardizations of blood haemoglobin determinations. *Can Med Assoc J* 50: 550-552.
20. **Collins S, Dornburg A, Flores JM, Dombrowski DS, Lewbart GA. 2016.** A comparison of blood gases, biochemistry, and hematology to ecomorphology in a health assessment of pinfish (*Lagodon rhomboides*). *PeerJ* 4: e2262. doi: 10.7717/peerj.2262
21. **Correa D, Tam J, Pasapera J, Saavedra M, Ingunza A. 2008.** Modelado de la circulación marina y descargas hipotéticas en la bahía del Callao, Perú. *Inf Inst Mar Perú* 35: 181-192.
22. **Dal'Bó GA, Garcia SF, Losekann ME, de Queiroz JF, Barreto LAJ, Gyárfas WVH, et al. 2015.** Hematological and morphometric blood value of four cultured species of economically important tropical foodfish. *Neotrop Ichthyol* 13: 439-446. doi: 10.1590/1982-0224-20140115
23. **de Pedro N, Guijarro AI, López-Patiño MA, Martínez-Álvarez R, Delgado MJ. 2005.** Daily and seasonal variations in haematological and blood biochemical parameters in the tench, *Tinca tinca* Linnaeus, 1758. *Aquac Res* 36: 1185-1196. doi: 10.1111/j.1365-2109.2005.-01338.x
24. **Delgado J, Rebaza C, Paredes D, Robles R, Bazán R. 2013.** Efecto de tres densidades de cultivo en condiciones de laboratorio de alevinos de paiche *Arapaima gigas* sobre sus parámetros hematológicos, bioquímicos sanguíneos y biométricos. *Folia Amazónica* 22: 15-24.
25. **Fernández-Méndez C, Gonzales A, Pizango G. 2015.** Valores hematológicos y parasitológicos de banda negra *Myleus schomburgkii* (Pisces, Serrasalimidae) cultivados en estanques de tierra. *Folia Amazónica* 24: 179-184.
26. **FishBase. 2018.** A global information system on fishes. [Internet]. Disponible en: [www.fishbase.org/home.htm](http://www.fishbase.org/home.htm)
27. **Fisher W, Krupp F, Schneider W, Sommer C, Carpenter KE, Nime VH. 1995.** Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Central-Oriental. Vol II. Vertebrados Parte 1. Roma: FAO. p 647-1200.
28. **Francesco F, Satheeshkumar P, Kumar DS, Caterina F, Piccione G. 2012.** A comparative study of hematological and blood chemistry of Indian and Italian Grey Mullet (*Mugil cephalus* Linnaeus 1758). *HOAJ Biology* 1: 1-5. doi: 10.7243/2050-0874-1-5
29. **Goldenfarb PB, Bowyer FP, Hall E, Brosious E. 1971.** Reproducibility in the hematology laboratory: the microhematocrit determination. *Am J Clin Pathol* 56: 35-39. doi: 10.1093/ajcp/56.1.35
30. **Guijarro AI, López-Patiño MA, Pinillos ML, Isorna E, de Pedro N, Alonso-Gómez AL, Alonso-Bedate M, et al. 2003.** Seasonal changes in haematology and metabolic resources in the tench. *J Fish Biol* 62: 803-815 doi: 10.1046/j.1095-8649.2003.00066.x
31. **Gupta K, Sachar A, Raina S. 2013.** Seasonal variations in haematological parameters of Golden Mahseer, *Tor putitora*. *P Natl A Sci India B* 3: 1-6.
32. **Hinostroza E, Serrano-Martínez E. 2013.** Efecto anestésico del metasulfonato de tricaina en paiches (*Arapaima gigas*) juveniles. *Rev Inv Vet Peru* 24: 451-458. doi: 10.15381/rivp.v24i4.2736
33. **Iannacone J, Alvariano L. 2008.** Efecto ecotoxicológico del metomilo en *Corydoras* Lacépède, 1803 (Siluriformes: Callichthyidae) y su caracterización leucocitaria. *Ecol Appl* 7: 55-61.

34. **Iannacone J, Bello C, Hernández N, Díaz M. 2006a.** Caracterización leucocitaria del pez amazónico *Pterophyllum scalare* (Lichtenstein, 1823) (Perciformes: Cichlidae) de Perú. *Biotempo* 6: 32-37.
35. **Iannacone J, Falcón W, Vargas R. 2006b.** Parámetros hematológicos del Acarahuazú *Astronotus ocellatus* (Agassiz, 1831) (Cichlidae: Perciformes). *Biologist* (Lima) 4: 16-18.
36. **Inoue LAKA, Oliveira MP, Gusmão AE, Boijink CL, Tavares-Dias M. 2016.** Growth, parasitic infection and hematology in *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818 fed diets containing *Allium sativum*. *J Appl Ichthyol* 32: 901-905. doi: 10.1111/jai.13086
37. **[IUCN] International Union for Conservation of Nature. 2018.** The IUCN Red List of Threatened Species. [Internet]. Available in: [www.iucnredlist.org/](http://www.iucnredlist.org/)
38. **Jerônimo GT, Pádua SB, Bampi D, Gonçalves ELT, Garcia P, Ishikawa MM, Martins ML. 2014.** Haematological and histopathological analysis in South American fish *Piaractus mesopotamicus* parasitized by monogenean (Dactylogyridae). *Braz J Biol* 74: 1000-1006. doi: 10.1590/1519-6984.09513
39. **Latif M, Ali M, Furhan Iqbal F. 2015.** Seasonal variations in hematological and serum biochemical profile of *Channa marulius* are complementary to the changes in water quality parameters of river Chenab in Pakistan. *Pak J Zool* 47: 1699-1707.
40. **Melchorita. 2016.** Guía de identificación de peces. Lima: Melchorita Perú LNG. 84 p.
41. **Meraj M, Yousuf AR, Bhat FA, Ali MN, Ganai BA, Shahi N, Habiba B, et al. 2016.** Hematological profiling of *Triplophysa marmorata* (Heckel 1838) from water bodies of Kashmir Himalaya-A Perspective. *J Fish Aquat Sci* 11: 296-303 doi: 10.3923/jfas.2016.296.303
42. **Montenegro D, González MT. 2012.** Evaluation of somatic indexes, hematology and liver histopathology of the fish *Labrisomus philippii* from San Jorge Bay, northern Chile, as associated with environmental stress. *Rev Biol Mar Oceanog* 47: 99-107. doi: 10.4067/S0718-19572012000100009.
43. **Nussey G, van Vuren JHJ, du Preez HH. 1995.** Effect of copper on the differential white blood cell counts of the Mozambique tilapia (*Oreochromis mossambicus*). *Comp Biochem Physiol* 111: 381-388. doi: 10.1016/0742-8413(95)00064-X
44. **Olabuena SE. 2000.** Sistema inmune en peces. *Gayana (Concepc.)* 64: 205-215. doi: 10.4067/S0717-65382000-00200010
45. **Olarte-Navarro B. 2007.** La cuenca del río Chillón: problemática y potencial productivo. *Ing Industrial* 25: 53-68.
46. **Örün I, Erdem AU. 2002.** A study of blood parameters of *Capoeta trutta* (Heckel, 1843). *J Biol Sci* 2: 508-511. doi: 10.3923/jbs.2002.508.511
47. **Palacios FN. 2010.** Nivel de contaminación enteroparasitaria de lechugas (*Lactuca sativa*) irrigadas con aguas del río Rímac para consumo humano en la zona de Carapongo. *Rev Cient Cienc Salud* 3: 48-54. doi: 10.17162/recs.v3i1.153
48. **Pérez ZJ, Llellish M. 2015.** Reptiles terrestres de la isla San Lorenzo, Lima, Perú. *Rev Per Biol* 22: 119-122. doi: 10.15381/rpb.v22i1.11130
49. **Pinheiro DA, Sagratzi-Cavero BA, Vargas L, Lucca-Braccini G, Obayoshioka ET, Brito OMS, Tavares-Dias M. 2015.** Performance, parasitic infections, hematology and hepatic histology of *Colossoma macropomum* (tambaqui) fed on homeopathic product. *Afr J Pharm Pharmacol* 9: 82-90. doi: 10.5897/AJPP2014.4194
50. **Ranzani-Paiva MJT, Silva-Souza AT, Pavanelli GC, Takemoto RM, Eiras AC. 2000.** Hematological evaluation in commercial fish species from the floodplain of the upper Paraná river, Brazil. *Acta Sci-Agron* 22: 507-513.



51. **Rey-Vásquez G, Guerrero GA. 2007.** Characterization of blood cells and hematological parameters in *Cichlasoma dimerus* (Teleostei: Perciformes). *Tissue Cell* 39: 151-160. doi: 10.1016/j.tice.-2007.02.004
52. **Sánchez I, Mejía F, Huanuiri K, Vásquez J, Gonzales A, Fernández-Méndez C. 2017.** Respuesta hematólogica y bioquímica en juveniles de paiche *Arapaima gigas* sometidos a diferentes concentraciones de amonio. *Folia Amazonica* 26: 51-58. doi: 10.24841/fa.v26i1.418
53. **Sandström O, Larsson Å, Andersson J, Appelberg M, Bignert A, Ek H, Förlin L, et al. 2005.** Three decades of Swedish experience demonstrates the need for integrated long-term monitoring of fish in marine coastal areas. *Water Qual Res J Can* 40: 233-250.
54. **Satheeshkumar P, Ananthan G, Senthil Kumar D, Jagadeesan L. 2012.** Haematology and biochemical parameters of different feeding behaviour of teleost fishes from Vellar estuary, India. *Comp Clin Pathol* 21: 1187-1191. doi: 10.1007/s00580-011-1259-7
55. **Satheeshkumar P, Senthilkumar D, Ananthan G, Soundarapandian P, Bhaseer Khan A. 2011.** Measurement of hematological and biochemical studies on wild marine carnivorous fishes from Vellay estuary, southeast coast of India. *Comp Clin Pathol* 20: 127-134. doi: 10.1007/s00580-010-0966-9
56. **Serrano ME, Leguía PG, Quispe HM, Casas VG 2013.** Valores hematológicos del paiche *Arapaima gigas* de la Amazonía peruana. *Rev Inv Vet Peru* 24: 248-251. doi: 10.15381/rivep.v24i2.-2518
57. **Soberon L, Mathews P, Malherios A. 2014.** Hematological parameters of *Colossoma macropomum* naturally parasitized by *Anacanthorus spathulatus* (Monogenea: Dactylo-giridae) in fish farm in the Peruvian Amazon. *Int Aquat Res* 6: 251-255. doi: 10.1007/s40071-014-0087-1
58. **Tavares-Dias M, Schalch SHC, Martins ML, Onaka EM, Moraes FR. 2000.** Haematological characteristics of Brazilian teleosts. III. Parameters of the hybrid tambacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 x *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) (Osteichthyes: Characidae). *Rev Bras Zool* 17: 899-926. doi: 10.1590/S0101-81752000-000400002
59. **Valenzuela AC, Oyarzún C, Silva V. 2003.** Células sanguíneas de *Schroederichthys chilensis* (Guichenot 1848) (Elasmobranchii, Scyliorhinidae): la serie Blanca. *Gayana* 67: 130-136. doi: 10.4067/S0717-65382003000100018
60. **Villalobos O. 2002.** Pez ángel o escalar (*Pterophyllum scalare*). *Acuarama N.º 3*. [Internet]. Disponible en: [http://c.1asphost.com/aavforo/ACUARAMA\\_N\\_3.pdf](http://c.1asphost.com/aavforo/ACUARAMA_N_3.pdf)
61. **Wilhelm D, Jensen G, Kassner G, Caprario FX, Luiz A, Ohira M. 1992.** Comparative hematology in marine fish. *Comp Biochem Phys A* 102: 311-321. doi: 10.1016/0300-9629(92)90141-C
62. **Yilmaz E. 2015.** A review on hematology of fish and effect of dietary medicinal herb on blood parameters of fish summary. *Cumhuriyet Sci J* 36: 37-50