

CARACTERES HEMATOLÓGICOS EN INDIVIDUOS DE TILAPIA NILÓTICA (*Oreochromis niloticus*, Trewavas 1983) CON PESOS ENTRE 50-150 g y 150-250 g, ESTACIÓN PISCÍCOLA, UNIVERSIDAD DE CALDAS, COLOMBIA

Christine M. Hahn-von-Hessberg¹, Adriana Quiroz-Bucheli²,
Alberto Grajales-Quintero¹

Resumen

Se compararon parámetros hematológicos en *O. niloticus* con pesos entre 50-150 g y 150-250 g, para obtener referentes de comparación, realizados en la Estación Piscícola, de la Universidad de Caldas, Colombia. Se utilizó un diseño completamente al azar con submuestreos; las pruebas hematológicas se depositaron en tubos de ensayo con EDTA, para su análisis en laboratorio. Se aplicó el software SPSS, la prueba Kolmogorow-Smirnow, la prueba T, de Levene, y de Kruskal Wallis, para las correlaciones entre los parámetros hematológicos evaluados. Al correlacionar los dos rangos de peso en *O. niloticus* no existen diferencias significativas en los valores hematológicos. Los análisis estadísticos encontrados fueron similares en los dos rangos de peso así: número de eritrocitos de $1,95 \pm 0,58$ y $2,19 \pm 0,64 \times 10^6 / \text{mm}^3$, hemoglobina $9,32 \pm 2,63$ y $9,94 \pm 2,84$ g/dL; hematocrito de $32,44 \pm 5,78$ y $33,56 \pm 6,86\%$, proteínas plasmáticas $31,86 \pm 6,14$ y $32,20 \pm 6,50$ g/dL y una velocidad de segmentación eritrocitaria de $7,56 \pm 5,52$ y $7,94 \pm 5,17$ mm/h, un volumen corpuscular medio $183,43 \pm 75,44$ y $165,76 \pm 60,80 \mu^3$, hemoglobina corpuscular media $50,56 \pm 22,39$ y $49,19 \pm 21,27$ uug y concentración de hemoglobina corpuscular media de $28,68 \pm 5,39$ y $29,61 \pm 5,08\%$, respectivamente. El referente de leucocitos para el primer rango es de $2,11 \pm 1,03$ y para el segundo rango es de $2,18 \pm 0,97$ células $\times 10^5 / \text{mm}^3$, utilizado para evaluar la línea blanca como son: trombocitos, linfocitos, neutrófilos, monocitos, eosinófilos y basófilos. Para el grado de asociación entre cada una de las variables, existe una correlación positiva entre el peso, longitud y altura, así como entre la longitud y altura. Para el nivel de hemoglobina se obtuvo una correlación positiva con neutrófilos y CHCM, el índice eritrocitarios VCM se relacionó igualmente de manera positiva con HCM y de forma negativa con el número total de eritrocitos, el índice CHCM posee correlación positiva con neutrófilos, los leucocitos totales se correlacionaron con el recuento diferencial de trombocitos, linfocitos y neutrófilos, por último se observó una correlación positiva entre trombocitos y neutrófilos, siendo similares a estudios reportados en otras condiciones ambientales.

Palabras clave: Cichlidae, *Oreochromis niloticus*, eritrocito, hematocrito, leucocito, trombocito.

* FR: 30-I-2014. FA: 3-III-2014.

¹ Profesor, Departamento Producción Agropecuaria, Universidad de Caldas, Manizales, Caldas, Colombia.

² Médico Veterinaria y Zootecnista, Universidad de Caldas, Manizales, Caldas, Colombia.

CÓMO CITAR:

HAHN-VON-HESSBERG, C.M., QUIROZ-BUCHELI, A. & GRAJALES-QUINTERO, A., 2014.- Caracteres hematológicos en individuos de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*, Trewavas 1983) con pesos entre 50-150 g y 150-250 g, Estación Piscícola, Universidad de Caldas, Colombia. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 18 (1): 142-157.

HEMATOLOGICAL CHARACTERS IN NILE TILAPIA (*Oreochromis niloticus*, Trewavas 1983) INDIVIDUALS WEIGHING BETWEEN 50 AND 150 g AND 150 AND 250 g, FISH STATION, UNIVERSIDAD DE CALDAS, COLOMBIA

Abstract

Hematological parameters were compared in *O. niloticus* weighing between 50-150 g and 150-250 g, for comparison referents, carried out at the Fishing Station, Universidad de Caldas, Colombia. A completely randomized design was used with sub-sampling; the blood samples were placed in test tubes with EDTA for analysis in the laboratory. SPSS software, the Kolmogorow-Smirnov test, T test, Levene and the Kruskal Wallis tests were applied for correlations between hematologic parameters evaluated. When correlating the two weights ranges in *Oreochromis niloticus* no meaningful differences were found in the hematologic values. Statistical analyses found were similar in the two weight ranges as follows: erythrocyte count of 1.95 ± 0.58 and $2.19 \pm 0.64 \times 10^6/\text{mm}^3$, hemoglobin 9.32 ± 2.63 and 9.94 ± 2.84 g/dL, hematocrit of 32.44 ± 5.78 and $33.56 \pm 6.86\%$, plasma protein 31.86 ± 6.14 and 32.20 ± 6.50 g/dL and a speed erythrocyte segmentation of 7.56 ± 5.52 and 7.94 ± 5.17 mm/h, a mean corpuscular volume of 183.43 ± 75.44 and $165.76 \pm 60.80 \mu^3$, mean corpuscular hemoglobin of 50.56 ± 22.39 and 49.19 ± 21.27 uug and concentration mean corpuscular hemoglobin of 28.68 ± 5.39 and $29.61 \pm 5.08\%$, respectively. The leukocytes referent for the first range is 2.11 ± 1.03 and for the second range it is 2.18 ± 0.97 cells $\times 10^5/\text{mm}^3$, used to evaluate the white line as: thrombocytes, lymphocytes, neutrophils, monocytes, eosinophil's and basophils. For the degree of association between each of the variables, there is a positive correlation between weight, length and height, as well as between length and height. For the hemoglobin level a positive correlation was obtained with neutrophils and CHCM, VCM erythrocyte index also related with HCM positively and negatively to the total number of erythrocytes, CHCM index has positive correlation with neutrophils, total leukocytes were correlated with differential count of thrombocytes, lymphocytes and neutrophils. Finally there was a positive correlation between thrombocytes and neutrophils, being similar to studies reported in other environmental conditions.

Key words: Cichlidae, *Oreochromis niloticus*, erythrocyte, hematocrit, leukocyte, thrombocyte.

INTRODUCCIÓN

La producción acuícola constituye una fuente alternativa de proteína importante para la seguridad alimentaria mundial a su vez una actividad generadora de empleo e ingresos, aumentó un promedio del 7% anual entre 1990 y 2010, constituyéndose la tilapia la segunda especie de importancia (DREZE & SEN, 2011; FAO, 2009, 2010, 2012; FAO, FIDA & PMA, 2012; THOMPSON & SUBASINGHE, 2011). En Colombia las principales especies cultivadas son el camarón marino, tilapia, trucha y cachama (INPA, 2001; FAO, 2005b, 2011; FAO & INCODER, 2011; MADR & IICA, 2012; PROCHILE, 2011). *O. niloticus* fue introducida a Colombia en 1979

(FAO & INCODER, 2011; GUTIÉRREZ-BONILLA & ÁLVAREZ-LEÓN, 2011), posee un rápido crecimiento, alta eficiencia reproductiva (GALVÁN-GUEVARA & DE LA OSSA, 2011; GRAJALES *et al.*, 1996; GUTIÉRREZ-BONILLA & ÁLVAREZ-LEÓN, 2011; PEÑA-MENDOZA *et al.*, 2011), excelente modelo experimental biológico por facilidad de manejo, utilizada en la evaluación de ecosistemas acuáticos (HYLANDER *et al.*, 2000; ALMEIDA *et al.*, 2002; RANZANI-PAIVA *et al.*, 2005; ISHIKAWA *et al.*, 2007; KORKMAZ *et al.*, 2009).

El aumento de la producción de la tilapia requiere herramientas precisas, eficaces y de bajo costo para detectar y monitorear los índices productivos; así los análisis de los parámetros químicos y hematológicos de la sangre en los animales llega a ser una herramienta importante (ALMEIDA *et al.*, 2002; CHEN *et al.*, 2003, 2004), siendo indicadores del estado fisiológico de los peces, permitiendo monitorizar el progreso de la enfermedad o la respuesta a la terapia instaurada (TAVARES-DÍAS *et al.*, 1999, 2004; HRUBEC *et al.*, 2000; SILVEIRA-COFFIGNY *et al.*, 2004; AZEVEDO *et al.*, 2006a; CENTENO *et al.*, 2007; CLAUSS *et al.*, 2008; SILVA *et al.*, 2009; CRIVELENTI *et al.*, 2011; HAHN VONHESSBERG *et al.*, 2011; JERÓNIMO *et al.*, 2011; SEBASTIÃO *et al.*, 2011; EL-HAWARRY, 2012), determinando si la enfermedad es de carácter bacteriano, parasitario, viral, por desequilibrio nutricional, condiciones anóxicas, efectos de estrés, productos químicos, intoxicación, variabilidad genética y cambios medio ambientales (ALMEIDA *et al.*, 2002; MARTINS *et al.*, 2004b; COFFIGNY *et al.*, 2004; RANZANI-PAIVA, *et al.*, 2005; AZEVEDO *et al.*, 2006b; GHIRALDELLI *et al.*, 2006a, 2006b; CENTENO *et al.*, 2007; ISHIKAWA *et al.*, 2007; YUE & ZHOU, 2008; KORKMAZ *et al.*, 2009; EL-KHALDI, 2010; HAHN VON-H *et al.*, 2011; JERÓNIMO *et al.*, 2011; SEBASTIÃO *et al.*, 2011; SERIANI *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2012; SILVEIRA-). Por otra parte factores medioambientales (temperatura, fotoperiodo, densidad, salinidad), fisiológicas (especie, género, edad, sexo, ciclo reproductivo, nutrición) y manejo (captura, manipulación, anestésicos, muestras de sangre, reactivos pueden causar efectos en los parámetros sanguíneos de los peces (CHEN *et al.*, 2003, 2004; GHIRALDELLI *et al.*, 2006a; CLAUSS *et al.*, 2008; CRIVELENTI *et al.*, 2011; PHUMYU *et al.*, 2012; QIANG *et al.*, 2013).

El cultivo de poblaciones monosexuales de tilapia permite uniformidad de los lotes dando similitud de parámetros hematológicos y químicos (CHEN *et al.*, 2003; EL-GREISY & EL-GAMAL, 2012; HAHN-VON-HESSBERG *et al.*, 2012). Se requiere la disponibilidad de valores de referencia normales o estandarizadas de los componentes sanguíneos como indicadores del estado de salud de los peces, para poder establecer variaciones en los parámetros hematológicos en casos anormales (CHEN *et al.*, 2003, 2004; SILVEIRA-COFFIGNY *et al.*, 2004; CENTENO *et al.*, 2007). En *O. niloticus* se encontraron eritrocitos y varias líneas leucocitarias como linfocitos maduros y jóvenes, neutrófilos, monocitos, eosinófilos, basófilos y trombocitos (UEDA *et al.*, 1997, 2001; MARTINS *et al.*, 2004a, 2008b; SILVEIRA-COFFIGNY *et al.*, 2005; RANZANI-PAIVA *et al.*, 2005; SAYED *et al.*, 2007; BAILONE *et al.*, 2010; EL-BOSHY *et al.*, 2010; HAHN-VON-HESSBERG *et al.*, 2011; SERIANI *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2012; MEHRIM, 2013); además reportan la concentración de hemoglobina, porcentaje de hematocrito, cálculo de los índices eritrocitarios: Volumen Corpuscular Medio (VCM), Hemoglobina Corpuscular Media (HCM) y Concentración de Hemoglobina Corpuscular Medio (CHCM) y Velocidad de Segmentación Eritrocitaria (VSE) (BITTENCOURT *et al.*, 2003; DUY *et al.*, 2008; LIM *et al.*, 2009; HAHN-VON-HESSBERG *et al.*, 2011; MEHRIM, 2013; SEBASTIÃO *et al.*, 2011; SERIANI *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2012; YOUNG-MIN & KANG, 2008).

Los eritrocitos mantienen el núcleo en los peces, anfibios, reptiles y aves (MORERA, 2011), sufren alteraciones como policitemia, anemia, morfología anormal, e inclusiones nucleares o citoplasmáticas. Un hematocrito del 45% o mayor se considera una policitemia y está acompañado de altos valores de hemoglobina causados por deshidratación, hipoxia, efectos de estrés único o consecutivo o en machos sexualmente maduros. En las reducciones del hematocrito indican estados anémicos causado posiblemente por enfermedades inflamatorias, renales o esplénicas, trastornos nutricionales, toxinas, traumatismos, ulceraciones cutáneas, parasitismos, septicemia bacteriana o viral (MARTINS *et al.*, 2004b; TAVARES-DIAS & MORAES, 2004; GHIRALDELLI *et al.*, 2006a, 2006b; CLAUSS *et al.*, 2008; SEBASTIÃO *et al.*, 2011).

El efecto de la temperatura del agua, en el recuento de glóbulos rojos, glóbulos blancos y concentraciones de hemoglobina en juveniles de *O. niloticus* es significativa; los valores hematológicos aumentan a medida que aumenta la temperatura del agua (QIANG *et al.*, 2013). El hematocrito varía dentro y entre especies y se correlaciona con el nivel de actividad de los peces al igual que con la edad, género, calidad del agua, fotoperiodo y dieta (CLAUSS *et al.*, 2008). En cuanto a los índices de medición de sangre absoluta, se reporta un aumento de valores de HCM y CHCM en presencia de bacterias (SEBASTIÃO *et al.*, 2011). La concentración de proteína total puede ser evidencia de una nutrición ineficiente por disminución de la albumina sérica, señal de infecciones sistémicas al haber un aumento de las globulinas circulantes (CRIVELENTI *et al.*, 2011). Los leucocitos están relacionados directamente con la respuesta inmunológica específica e inespecífica (TAVARES-DIAS & MORAES, 2004; JERÓNIMO *et al.*, 2011). Varios tipos de leucocitos participan en la respuesta celular, incluyendo linfocitos, monocitos, granulocitos (neutrófilos, eosinófilos y basófilos). Los granulocitos se encuentran en pequeñas proporciones (TAVARES-DIAS & MORAES, 2004; SILVA *et al.*, 2009). La leucopenia con linfopenia y un aumento de granulocitos es indicativo de una respuesta de estrés, parasitosis, septicemia bacteriana o sepsis; los linfocitos están presentes en las respuestas inmunológicas, proceso inflamatorio de los peces. La linfocitosis puede sugerir estimulación inmunogénica, debida a sistemas de producción con alta densidad, mala calidad de agua o elevada carga bacteriana, mientras que la linfopenia puede indicar condiciones de inmunosupresión (TAVARES-DIAS & MORAES, 2004; GHIRALDELLI *et al.*, 2006a; CLAUSS *et al.*, 2008; JERÓNIMO *et al.*, 2011; SEBASTIÃO *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2012).

Los monocitos actúan en el proceso de inflamación y respuesta inmune, tienen capacidad citotóxica no específica, dando un aumento de la actividad fagocítica de los antígenos bacterianos, y la liberación inducida de factores activadores de macrófagos por la inoculación de patógenos siendo las células más grandes dentro de la diferenciación celular (TAVARES-DIAS & MORAES, 2004; CLAUSS *et al.*, 2008; SEBASTIÃO *et al.*, 2011). Los granulocitos se asocian con la inflamación, los neutrófilos son los más comunes, responsables de la fagocitosis y las respuestas no específicas por quimiotaxis (EL-BOSHY *et al.*, 2010; GHIRALDELLI *et al.*, 2006a; JERÓNIMO *et al.*, 2011; TAVARES-DIAS & MORAES, 2004). La neutrofilia asociada con procesos inflamatorios, de estrés y bacterianos y una neutropenia aguda puede reflejar extravasación de neutrófilos en un sitio significativo (SILVEIRA-COFFIGNY *et al.*, 2004; CLAUSS *et al.*, 2008; SEBASTIÃO *et al.*, 2011). En los peces no se conoce muy bien las funciones de los eosinófilos, poco frecuentes, una eosinofilia es indicativa de una respuesta inflamatoria asociada con la estimulación antigénica o infecciones parasitarias, los basófilos son escasos en el recuento diferencial, su

función no es clara, tienen respuesta inmune alérgica (TAVARES-DIAS & MORAES, 2004; CLAUSS *et al.*, 2008). Los trombocitos responsables de controlar la pérdida de fluidos de las heridas superficiales de los peces, interactúan en el sistema de defensa por medio de la actividad fagocítica y bactericida, por tanto diversos autores incluyen los trombocitos en el recuento diferencial de leucocitos, y otros los contabilizan como serie independiente (TAVARES-DIAS & MORAES, 2004; AZEVEDO *et al.*, 2006a; GHIRALDELLI *et al.*, 2006a; CLAUSS *et al.*, 2008; SILVA *et al.*, 2009; JERÓNIMO *et al.*, 2011; SEBASTIÃO *et al.*, 2011). Los altos niveles de glucocorticoides causan una trombocitopenia y la deficiencia de vitamina K aumenta los tiempos de coagulación (CLAUSS *et al.*, 2008), se ha registrado una disminución de trombocitos en presencia de parásitos, la trombocitosis se ha reportado en peces infectados con bacterias y en medios eutrofizados (GHIRALDELLI *et al.*, 2006a, 2006b; SEBASTIÃO *et al.*, 2011).

Este trabajo se orientó a comparar parámetros hematológicos en *O. niloticus* con pesos entre 50-150 g y 150-250 g, en la Estación Piscícola. Se realizaron análisis de laboratorio obteniendo parámetros como: recuento de eritrocitos y leucocitos en cámara de Neubauer, recuento diferencial de leucocitos en frotis sanguíneos con tinción de Wright, velocidad de sedimentación eritrocitaria, proteína plasmática, valor del hematocrito en microhematocrito e índices eritrocitarios: VCM, HCM y CHCM.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Estación Piscícola, Granja Montelindo, Universidad de Caldas, departamento de Caldas- Colombia, municipio de Palestina, Vereda Santágueda, una altura de 1010 msnm, humedad relativa de 76% y precipitación de 2200 mm/año, temperatura media de 22,8°C, temperatura promedio del agua de 27°C, oxígeno 5 ppm y pH 5,5-7,9. A los 05° 04' N y 75° 45' W.

Los peces se distribuyeron en un diseño completamente al azar con submuestreo, compuesto por dos tratamientos (T1: animales entre 50-150 g; T2: animales entre 150-250 g), y diez (10) repeticiones por tratamiento, con cinco (5) peces por repetición. Se seleccionaron 50 machos de *O. niloticus* obtenidos por reversión sexual, de apariencia sana, para cada tratamiento, tomándose variables de peso (balanza electrónica), longitud total y altura (distancia entre la línea dorsal y la línea ventral del pez).

Se utilizó la técnica descrita por CARVALHO (2006) y YANAR & KUMLU (2001) y para tranquilizar los peces se usó sulfato de Quinaldina. Las muestras de sangre se tomaron por punción directa en el seno venoso. En la extracción de sangre se utilizaron jeringas desechables de 1 cc, con agujas hipodérmicas, que se depositaron en tubos de ensayo de 4,5 cc, impregnados con EDTA, transportados en nevera de icopor para su análisis en el laboratorio clínico del Hospital Veterinario "Diego Villegas Toro". Los frotis sanguíneos se tiñeron con coloración Wright para el recuento diferencial de leucocitos (trombocitos, linfocitos, monocitos, neutrófilos, eosinófilos y basófilos) sobre 100 células en forma lineal (UNIVERSIDAD DE CALDAS, 2005). Los parámetros se evaluaron según CONROY (1998) para la *Velocidad de Segmentación Eritrocitaria (VSE)* dándose en valores en milímetros/hora (mm/h), el *Hematocrito* en porcentaje (%), la *Hemoglobina* en gramos/decilitros (g/dL), la *Proteína plasmática* se procedió a su lectura en gramos/litros (g/L), los *eritrocitos y leucocitos* diluidos en reactivo de

“Natt y Herrick” y en cámara de Neubauer, dando como resultado: eritrocitos totales $\times 10^6$ milímetro cúbico (mm^3). El procedimiento utilizado fue el mismo para los leucocitos, expresándose como número de leucocitos totales por 10^5 mm^3 . Para los índices eritrocitarios se aplicaron las formulas descritas por CONROY & CONROY (1987), para el *Volumen Corpuscular Medio (VCM)*: $\text{VCM} = (\text{Hematocrito} (\%) \times 10) / \text{Recuento eritrocitario} (\times 10^6 / \text{mm}^3)$, expresado en micrones cúbicos (u^3). *Hemoglobina Corpuscular Media (HCM)*: $\text{enHCM} = (\text{Hemoglobina} (\text{g/dL}) \times 10) / \text{Recuento eritrocitario} (\times 10^6 / \text{mm}^3)$, dando su resultado en micromicrogramos (uug). *Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media (CHCM)*: $\text{CHCM} = \text{Hemoglobina} (\text{g/dL}) \times 100 / \text{Hematocrito} (\%)$, dado en porcentaje (%). Se utilizó el software SPSS para el análisis de los datos, la prueba Kolmogorow-Smirnow para la normalidad, para las variables con distribución paramétrica se uso la prueba T para igualdad de medias y la prueba de Levene para la homogeneidad de varianzas; mientras que para las variables no paramétricas la prueba Kruskal Wallis, esto con una comparación estadística $P \leq 0,05$. Se realizaron correlaciones entre los parámetros hematológicos evaluados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los parámetros hematológicos en *O. niloticus* entre pesos de 50-150 g, con un promedio de $101,78 \pm 22,72$ g, fueron similares a los valores obtenidos entre pesos de 150-250 g, cuyo promedio fue $196,94 \pm 32,52$ g, cultivada en condiciones medioambientales en la Estación Piscícola, coincidiendo con valores registrados por diferentes autores (UEDA *et al.*, 1997; DUY *et al.*, 2008; YOUNG-MIN & KANG, 2008; LIM *et al.*, 2009; HAHN VON-H *et al.*, 2011; KUMAR *et al.*, 2011; SEBASTIÃO *et al.*, 2011; SERIANI *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2012; MEHRIM, 2013; QIANG *et al.*, 2013).

La longitud total promedio para el tratamiento uno fue $17,32 \pm 1,71$ cm para el tratamiento dos de $21,13 \pm 3,01$ cm; y una altura promedio para el primer y segundo grupo de $5,80 \pm 0,58$ cm y $7,24 \pm 0,55$ cm respectivamente. Siendo altamente significativa la diferencia ($P < 0,001$) en el peso, longitud y altura entre los tratamientos, las demás variables se conservan iguales, sugiriendo que el cambio de estos valores no fue significativo para encontrar diferencias en los parámetros hematológicos de esta especie, debido a la pureza y homogeneidad de la especie (TENORIO-COLÍN, 2003). Se podría sugerir que por su rápido desarrollo y rusticidad que los parámetros hematológicos son similares en la mayoría de las etapas de vida (RANZANI-PAIVA, *et al.*, 2005), coincidiendo con PÉREZ *et al.* (2004), EL-GREISY & EL-GAMAL (2012), y HAHN-VON-HESSBERG *et al.* (2012). Esta especie aparentemente no realiza ajustes hematológicos por efectos de estrés (bajas concentraciones de oxígeno), debido al gran número y longitud de los filamentos branquiales y a la alta presencia de laminillas secundarias que permite el eficiente intercambio de gases, junto con una alta afinidad de la hemoglobina al oxígeno (DUY *et al.*, 2008).

El número de eritrocitos entre pesos 50-150 g ($1,952 \times 10^6$ células/ mm^3) y 150-250 g de *O. niloticus* ($2,193 \times 10^6$ células/ mm^3) no mostró diferencia estadística, coincidiendo con DUY *et al.* (2008) y MARTINS *et al.* (2008b) igualmente a HRUBEC *et al.* (2000) en híbridos de tilapia, coincidiendo con diferentes autores (Anexo 1). No coincide con MARTINS *et al.* (2008a) que encontró que los resultados difieren por valores más altos de los eritrocitos según la variable peso evaluado en condiciones normales y BITTENCOURT *et al.* (2003) observado en condiciones de cultivo semi-intensivo. PHUMYU *et al.* (2012) registra valores más altos en machos que en hembra. JERÓNI-

MOet *et al.* (2011) afirma que está relacionado con el mecanismo de „compensación respiratoria“. El recuento total de leucocitos encontrados en *O. niloticus* no presentó diferencia estadística significativa entre pesos 50-150 g y 150-250 g ($P > 0,05$) con $2,11$ y $2,18 \times 10^5$ células/mm³ respectivamente, valores iguales registrados se encuentran en el rango de este parámetro (MARTINS *et al.*, 2004a; LIM *et al.*, 2009; HAHN-VON-HESSBERG *et al.*, 2011; KUMAR *et al.*, 2011; LI *et al.*, 2011; SERIANI *et al.*, 2012; QIANG *et al.*, 2013), utilizando directamente la cámara de Neubauer y por el método indirecto realizado con frotis de sangre (ISHIKAWA *et al.*, 2008); otros autores como AZEVEDO *et al.* (2006a, 2006b), JATOBÁ *et al.* (2008), MARTINS *et al.* (2008a, 2008b, 2011), BAILONE *et al.* (2010), EL-BOSHY *et al.* (2010), MERRIFIELD *et al.* (2010) SAYED *et al.* (2007), SEBASTIÃO *et al.* (2011) y SILVA *et al.* (2009, 2012) encontraron valores más bajos de leucocitos. La presencia de un mayor número de leucocitos en sangre puede indicar una mejor respuesta de defensa del cuerpo (TAVARES-DIAS & MORAES, 2004; AZEVEDO *et al.*, 2006a; MEHRIM, 2013;), ya que posiblemente en los sistemas de producción de alta densidad están expuestos constantemente a altas cargas bacterianas y menor calidad del agua (MARTINS *et al.*, 2004b; HRUBEC *et al.*, 2000; JERONIMO *et al.*, 2011), las células blancas poseen un papel importante en la función inmune (SAYED *et al.*, 2007; QIANG *et al.*, 2013). En el conteo diferencial de leucocitos fueron observados trombocitos, linfocitos, neutrófilos, monocitos, basófilos y eosinófilos, determinados por el predominio de linfocitos circulantes (53-54%) encontrados en los frotis de *O. niloticus* (MARTINS *et al.*, 2004a, 2008a); AZEVEDO *et al.*, 2006a, 2006b; HAHN-VON-HESSBERG *et al.*, 2011. En situaciones de estrés, el número de linfocitos circulantes disminuye (AZEVEDO *et al.*, 2006a), teniendo en cuenta las condiciones medio ambientales y de manejo de la especie los valores de los linfocitos son semejantes a los registrados por MARTINS *et al.* (2004a, 2008b, 2011), RANZANI-PAIVA *et al.* (2005), SAYED *et al.* (2007), JATOBÁ *et al.* (2008), SILVA *et al.* (2009, 2012), BAILONE *et al.* (2010), EL-BOSHY *et al.* (2010), MERRIFIELD *et al.* (2010), HAHN VONHESSBERG *et al.* (2011), SEBASTIÃO *et al.* (2011), y SERIANI *et al.* (2012), pudiéndose inferir que los peces utilizados no mostraron respuestas al estrés, por tanto son valores obtenidos propios de la especie. No concuerdan con AZEVEDO *et al.* (2006a; 2006b) y MEHRIM (2013), donde los valores obtenidos superan el promedio de este estudio. Los trombocitos se incluyeron en el recuento diferencial de glóbulos blancos, el porcentaje encontrado ($26,06 \pm 0,48$ y $26,14 \pm 0,44$ respectivamente) en cada tratamiento fue similar al reportado por HAHN-VON-HESSBERG *et al.* (2011), MERRIFIELD *et al.* (2010), SERIANI *et al.* (2012) y SILVA *et al.* (2012), que incluyen los trombocitos en el recuento diferencial. En *O. aureus* se registran valores de $66,5 \pm 10,2\%$, valor dentro del rango de la especie estudiada (SILVEIRA-COFFIGNY *et al.*, 2004).

Los valores mínimos y máximos encontrados para los neutrófilos en los dos tratamientos se encuentra entre 0 y 29%, con un promedio para el tratamiento uno de 9% y para el dos de 10%, encontrándose reportes similares para este parámetro (MARTINS *et al.*, 2004a, 2008b, 2011; RANZANI-PAIVA *et al.*, 2005; AZEVEDO *et al.*, 2006a, 2006b; SAYED *et al.*, 2007; HAHN VONHESSBERG *et al.*, 2011; SERIANI *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2012; MEHRIM, 2013) y valores mayores (JATOBÁ *et al.*, 2008; SILVA *et al.*, 2009; BAILONE *et al.*, 2010; EL-BOSHY *et al.*, 2010;); pero no incluyen en su conteo el valor de trombocitos. El mayor número de neutrófilos puede deberse a una baja calidad del agua y alto contenido de materia orgánica circulante, como sugiere AZEVEDO *et al.* (2006a), bajo condiciones de estrés (MARTINS *et al.*, 2004b) o en respuesta a parasitismo e infección (GHIRALDELLI *et al.*, 2006a; JERÓNIMO *et al.*, 2011). Para los parámetros de monocitos, eosinófilos y basófilos, que se en-

cuentran en menor cantidad en el recuento diferencial, los referentes encontrados son similares (MARTINS *et al.*, 2004a, 2008b; RANZANI-PAIVA *et al.*, 2005; SAYED *et al.*, 2007; BAILONE *et al.*, 2010; EL-BOSHY *et al.*, 2010; HAHN-VON-HESSBERG *et al.*, 2011; MEHRIM, 2013; SILVA *et al.*, 2012).

No se encontró diferencia estadística para el hematocrito de *O. niloticus* para los pesos entre 50 y 150 g de $32,44 \pm 5,78$ y para 150 y 250 g de $33,56 \pm 6,86\%$ (Tabla 1), siendo muy similares a los datos obtenidos por BITTENCOURT *et al.* (2003), CHEN *et al.* (2003), MARTINS *et al.* (2004a, 2008b, 2011), RANZANI-PAIVA *et al.* (2005); AZEVEDO *et al.* (2006a, 2006b), SAYED *et al.* (2007), JATOBÁ *et al.* (2008), YOUNG-MIN & KANG (2008), LIM *et al.* (2009), SILVA *et al.* (2009, 2012), BAILONE *et al.* (2010), IBRAHEM *et al.* (2010), MERRIFIELD *et al.* (2010), HAHN-VON-HESSBERG *et al.* (2011), ABDEL-TAWWAB *et al.* (2010), KUMAR *et al.* (2011), LI *et al.* (2011), SEBASTIÃO *et al.* (2011), y SERIANI *et al.* (2012), valor superior a los registrados para la especie evaluada en condiciones de laboratorio (ABDEL-TAWWAB *et al.*, 2008; MARTINS *et al.*, 2008a; MEHRIM, 2013), coincidiendo con DUY *et al.* (2008) que evaluaron machos de *O. niloticus*, en un sistema de recirculación.

Existe una correlación entre la hemoglobina y el hematocrito puesto que sus valores están relacionados con la actividad y el hábitat de los peces. La hemoglobina encontrada fue similar a la registrada por BITTENCOURT *et al.* (2003), SAYED *et al.* (2007), ABDEL-TAWWAB *et al.* (2008, 2010), DUY *et al.* (2008), YOUNG-MIN & KANG (2008), LIM *et al.* (2009), HAHN VON-HESSBERG *et al.* (2011), KUMAR *et al.* (2011), LI *et al.* (2011), SERIANI *et al.* (2012), SILVA *et al.* (2012) y QIAN *et al.* (2013), no coincidiendo con SEBASTIÃO (2011) ni MEHRIM (2013) y que registran referencias menores al límite inferior de este parámetro.

Tabla 1. Índices hematológicos entre peso de 50-150 g y 150-250 g de *O. niloticus* en la Estación Piscícola, Universidad de Caldas.

Parámetro	50-150 g			150-250 g		
	Prom±DS	Min	Max	Prom±DS	Min	Max
Hematocrito (%)	32,44±5,78a	20	47	33,56±6,86a	23	58
Hemoglobina (g/dL)	9,32±2,63a	6	15,66	9,94±2,84a	6	19,33
Proteínas plasmáticas (g/L)	31,86±6,14a	20	46	32,20±6,50a	12	46
VSE (mm/h)	7,56±5,52a	0	26	7,94±5,17a	0	25
VCM (u ³)	183,43±75,44a	87,10	492,96	165,76±60,80a	69,57	459,46
HCM (uug)	52,56±22,39a	20,98	130,08	49,19±21,27a	17,39	153,15
CHCM (%)	28,68±5,39a	16,30	33,33	29,61±5,08a	17,07	33,33

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

La concentración de proteína está altamente relacionada con el estado nutricional y la calidad del alimento (CRIVELENTI *et al.*, 2011). El valor de proteína plasmática para la especie en estudio fue de $31,86 \pm 6,14$ y $32,20 \pm 6,50$ g/L en cada tratamiento,

sin encontrarse diferencias significativas, coincidiendo con lo reportado por ABDEL-TAWWAB *et al.* (2008, 2010), BITTENCOURT *et al.* (2003), LIM *et al.* (2009), CRIVELENTI *et al.* (2011), EL-HAWARRY (2012); KUMAR *et al.* (2011), LI *et al.* (2011), y SILVA *et al.* (2012), SAYED *et al.* (2007) y YOUNG-MIN & KANG (2008) reportan valores mayores, así mismo para el híbrido *O. niloticus* x *O. mossambicus* x *O. aureus* (HRUBEC *et al.*, 2000) se reportó una concentración de 48-78 g/L en alta densidad. El rango de VSE está entre 0 y 26 mm/h, con un promedio de 7,75 mm/h para los dos tratamientos, sin embargo HAHN-VON-HESSBERG *et al.* (2011) reporta para *O. niloticus* un valor de $2,10 \pm 0,14$ mm/h, con un máximo de 5 mm/h, utilizando la misma técnica de este trabajo.

En los índices eritrocitarios (VCM, HCM y CCMH) no se encontró diferencia estadística, semejantes a los registrados por BITTENCOURT *et al.* (2003), DUY *et al.* (2008), YOUNG-MIN & KANG (2008), HAHN-VON-HESSBERG *et al.* (2011), KUMAR *et al.* (2011), LIM *et al.* (2009), SEBASTIÃO *et al.* (2011), SERIANI *et al.* (2012), y SILVA *et al.* (2012) inclusive para híbrido de *Oreochromis* (HRUBEC *et al.* 2000), y para *O. aureus* (SILVEIRA-COFFIGNY *et al.* 2004).

Al realizar la correlación entre variables (peso, longitud, altura, VSE, hematocrito, proteína plasmática, hemoglobina, VCM, HCM, CHCM, leucocitos, eritrocitos, trombocitos, linfocitos, neutrófilos, monocitos, eosinófilos y basófilos) hay una correlación positiva entre peso y longitud-altura, así como entre longitud y altura. El nivel de hemoglobina en sangre fue positivamente correlacionado con CHCM y neutrófilos, el índice eritrocitarios VCM se relacionó positivamente con HCM y negativamente con el número total de eritrocitos, y el índice CHCM tienen una correlación positiva con neutrófilos, los leucocitos totales se correlacionaron el recuento diferencial de trombocitos, linfocitos y neutrófilos, por último se observó una correlación positiva entre trombocitos y neutrófilos.

Un indicador de la variación de crecimiento es el cambio en el peso, longitud y altura del animal en un tiempo determinado, pueden estar influenciados por actividad, alimento, fotoperiodo, salinidad y temperatura (GÓMEZ-PONCE *et al.*, 2011; MENA-HERRERA, 2001), encontrándose así una relación entre estas variables de tasa de crecimiento. Peso y longitud con un coeficiente de 0,93, peso y altura con 0,92 y longitud y altura con significancia de 0,81, coincidiendo con BITTENCOURT *et al.* (2003) y HAHN-VON-HESSBERG *et al.* (2011). La correlación entre las variables: peso, longitud y altura y los diferentes parámetros hematológicos, se puede llegar a la conclusión que estos valores morfométricos no afectan de manera significativa a los parámetros evaluados, la variable peso tiene una significancia de correlación de 0,103, -0,015, -0,022, 0,052, -0,087, -0,060, 0,056, -0,094, 0,086, -0,106, -0,054, -0,088, -0,064, -0,186 y -0,101 sobre VSE, hematocrito, proteína plasmática, hemoglobina, VCM, HCM, CHCM, leucocitos, eritrocitos, trombocitos, linfocitos, neutrófilos, monocitos, eosinófilos y basófilos respectivamente. Las principales causas de estrés en peces se relacionan con transporte, calidad del agua, deficiencia nutricional, hacinamiento, temperatura y profilaxis, cambios que afectan el sistema inmunológico, eritrocitos, leucocitos, recuento diferencial de leucocitos y hemoglobina (MARTINS *et al.*, 2004a, 2004b; SERIANI *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2012; QIANG *et al.*, 2013), explicaría la correlación positiva encontrada entre neutrófilos y hemoglobina, y entre leucocitos y las diferentes líneas leucocitarias.

Según MARTINS *et al.* (2004a), los peces expuestos a estrés muestran aumento en el número de leucocitos y hematocrito después de 50, un estrés continuo provoca

la reducción en el número de leucocitos y posterior aumento de hematocrito, y en ambos casos se relacionan con neutrofilia y linfopenia. RANZANI-PAIVA *et al.* (2005) describe un aumento en el número de leucocitos y eosinófilos en la presencia de enfermedades inducidas por parásitos. CHEN *et al.* (2003) registra que no hay correlación entre hematocrito, proteína plasmática y la variable peso.

La correlación entre VCM y HCM registrada por BITTENCOURT *et al.* (2003), coincide con la encontrada en este estudio, por tanto están ligados al valor total de eritrocitos, hemoglobina y hematocrito, al igual que con el índice CHCM, por lo que al modificarse uno de estos valores los demás también se modificarán, coincidiendo con SERIANI *et al.* (2012), dada probablemente que el aumento de VCM sea debido a la liberación de eritroblastos y no de eritrocitos por un efecto hemolítico y una compensación por liberación de células inmaduras.

CONCLUSIONES

A medida que la industria de la acuicultura se expande, son necesarias herramientas eficaces y eficientes para supervisar el estado de salud, enfermedad o respuesta a tratamientos. Los parámetros hematológicos encontrados para *O. niloticus*, en las condiciones de cultivo llevados a cabo en la Estación Piscícola de la Universidad de Caldas, siendo el peso la variable dependiente para estudiar los índices hematológicos. Su variación no fue determinante en el valor de los diferentes parámetros hematológicos, a su vez estos valores son similares a los registrados por otros autores, indicando normalidad. Las diferencias encontradas en algunos parámetros sanguíneos sugieren, probablemente, cambios del medio ambiente, fisiológicas o de manejo.

BIBLIOGRAFÍA

- ABDEL-TAWWAB, M., ABDEL-RAHMAN, A.M. & ISMAEL, N.E.M., 2008.- Evaluation of commercial live bakers' yeast, *Saccharomyces cerevisiae* as a growth and immunity promoter for Fry Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) challenged *in situ* with *Aeromonas hydrophila*. *Acuicultura*, 280: 185-189.
- ABDEL-TAWWAB, M., AHMAD, M.H., KHATTAB, Y.A.E. & SHALABY, A.M.E., 2010.- Effect of dietary protein level, initial body weight, and their interaction on the growth, feed utilization, and physiological alterations of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). *Acuicultura*, 298: 267-274.
- ALMEIDA, J.A., DINIZ, Y.S., MARQUES, S.F.G., FAINE, L.A., RIBAS, B.O., BURNEIKO, R.C. & NOVELLI, E.L.B., 2002.- The use of the oxidative stress responses as biomarkers in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) exposed to *in vivo* cadmium contamination. *Environment International*, 27: 673-679.
- AZEVEDO, T.M., MARTINS, M.L., YAMASHITA, M.M. & FRANCISCO, C.J., 2006a.- Hematologia de *Oreochromis niloticus*: comparação entre peixes mantidos em piscicultura consorciada com suínos e empesque-pague no vale do Rio Tijucas, Santa Catarina, Brasil. *B. Inst. Pesca, São Paulo*, 32(1): 41-49.
- AZEVEDO, T.M.P., MARTINS, M.L., BOZZO, F.R. & MORAES, F.R., 2006b.- Respostas hematológicas y de enmalle en tilapia parasitados de Valle de Río Tijucas, SC, Brasil. *Scientia Agricola*, 63 (2): 115-120.
- BAILONE, R.L., MARTINS, M.L., MOURIÑO, J.L.P., VIEIRA, F.N., PEDROTTI, F.S., NUNES, G.C. & SILVA, B.C., 2010.- Hematology and agglutination titer after polyvalent immunization and subsequent challenge with *Aeromonas hydrophila* in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Arch. Med. Vet. Valdivia*, 42 (3): 221-227.
- BITTENCOURT, N.L., MOLINARI, L.M., SCOARIS, D.O., PEDROSO, R.B., NAKAMURA, C.V., UEDA-NAKAMURA, T., ABREU-FILHO B.A. & DIAS-FILHO, P., 2003.- Haematological and biochemical values for Nile tilapia *Oreochromis niloticus* cultured in semi-intensive system. *Biological sciences*, 25 (2): 385-389.
- CASTAÑEDA, M.B., CABRERA, A.F., NAVARRO, Y. & VRIES, W., 2010.- Procesamiento de datos y análisis estadísticos utilizando SPSS. Porto Alegre, Brazil, Edipucrs. pág. 164.
- CARVALHO, D.M., 2006.- Ação da Benzocaina e do Óleo de Cravo sobre parâmetros fisiológicos de Tilapia, *Oreochromis niloticus*: Tesis, Centro de Aquicultura da Uneps, Campus Jaboticabal, São Paulo Brasil.

- CENTENO, L., SILVA-ACUÑA, R., BARRIOS, R., SALAZAR-LUGO, R., MATUTE, C. & PÉREZ, J.L., 2007.- Características hematológicas de la cachama (*Colossoma macropomum*) en tres etapas de crecimiento cultivadas en el estado Delta Amacuro, Venezuela. *Revista Zootecnia Tropical, Venezuela*, 25 (4): 237-243.
- CHEN, C.Y., WOOSTER, G.A., GETCHELL, R.G., BOWSER, P.R. & TIMMONS, M.B., 2003.- Blood chemistry of healthy, nephrocalcinosis-affected and ozone-treated tilapia in a recirculation system, with application of discriminant analysis. *Aquaculture*, 218: 89-102.
- CHEN, C.Y., WOOSTER, G.A. & BOWSER, P.R., 2004.- Comparative blood chemistry and histopathology of tilapia infected with *Vibrio vulnificus* or *Streptococcus iniae* or exposed to carbon tetrachloride, gentamicin, or copper sulphate. *Aquaculture*, 239: 421-443.
- CLAUSS, T.M., DOVE, A.D.M. & ARNOLD, J.E., 2008.- Hematologic Disorders of Fish. *Vet. Clin. Exot. Anim.*, 11: 445-462.
- CONROY, D.A., 1998.- Manual de métodos y técnicas de laboratorio de uso común en la hematología pisciaria. Maracay, Venezuela: Pharmafish.págs.1-22.
- CONROY, D.A. & CONROY, G., 1987.- Manual de métodos de diagnóstico en ictiopatología, con especial referencia a los salmónidos. FAO, Documento de campo 4.Brasilia, Brasil.
- CRIVELANTI, L.Z., BORÍN, S., SOCHA, J.J. & MUNDIM, A.V., 2011.- Valores bioquímicos séricos de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) en cultivo intensivo. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 22(4): 318-323.
- DREZE, J. & SEN, A., 2011.- Putting growth in its place. *Outlook*, 14 de noviembre de 2011. Disponible en: <http://www.outlookindia.com/article.aspx?278843> Accesado en: 15/04/2013.
- DUY, U.T., SCHRAMA, J.W., VAN DAM, A.A. & VERRETH, J.A.J., 2008.- Effects of oxygen concentration and body weight on maximum feed intake, growth and hematological parameters of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Acuicultura*, 275: 152-162.
- EL-BOSHY, M.E., EL-ASHRAM, A.M., ABDELHAMID, F.M. & GADALLA, H.A., 2010.- Immunomodulatory effect of dietary *Saccharomyces cerevisiae*, β -glucan and laminaran in mercuric chloride treated Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and experimentally infected with *Aeromonas hydrophila*. *Fish & Shellfish Immunology*, 28: 802-808.
- EL-GREISY, Z.A. & EL-GAMAL, A.E., 2012.- Monosex production of tilapia, *Oreochromis niloticus* using different doses of 17 α -methyltestosterone with respect to the degree of sex stability after one year of treatment. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 38: 59-66.
- EL-HAWARRY, W.N., 2012.- Biochemical and non-specific immune parameters of healthy Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), blue tilapia (*Oreochromis aureus*) and their interspecific hybrid (male *O. aureus* \times female *O. niloticus*) maintained in semi-intensive culture system. *Online Journal of Animal and Feed Research*, 2 (1): 84-88.
- EL-KHALDI, A.T.F., 2010.- Effect of different stress factors on some physiological parameters of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Saudi Journal of Biological Sciences*, 17 (3): 241-246.
- GALVÁN-GUEVARA, S. & DE LA OSSA, V.J., 2011.- Fauna exótica y fauna trasplantada con mayor representatividad en Colombia. *Revista Colombiana Ciencia Animal*, 3 (1): 167-179.
- GHIRALDELLI, L., MARTINS, M.L., YAMASHITA, M.M. & JERONIMO, G.T., 2006a.- Hematología de *Oreochromis niloticus* (Cichlidae) e *Cyprinus carpio* (Cyprinidae) mantidos em diferentes condições de manejo e alimentação no Estado de Santa Catarina, Brasil. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, 28(4): 319-325.
- GÓMEZ-PONCE, M.A., GRANADOS-FLORES, K., PADILLA, C., LÓPEZ-HERNÁNDEZ, M. & NÚÑEZ-NOGUEIRA, G., 2011.- Edad y crecimiento del híbrido de tilapia *Oreochromis niloticus* \times *Oreochromis aureus* (Perciformes: Cichlidae) en la represa "Zimapan" Hidalgo, México. *Revista de Biología Tropical, San José*, 59 (2).
- GHIRALDELLI, L., MARTINS, M.L., YAMASHITA, M.M. & JERONIMO, G.T., 2006b.- Ectoparasites influence on the haematological parameters of Nile tilapia and carp cultured in the State of Santa Catarina, South Brazil. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 1 (3): 270-276.
- GRAJALES, Q.A., HAHN VON-H., C. & OSPINA, H.O., 1996.- La piscicultura como alternativa de desarrollo campesino. *Rev. U. de Caldas*, 1 (1): 1-4.
- GUTIÉRREZ-BONILLA, F.P. & ÁLVAREZ-LEÓN, R., 2011.- Los Cíclidos (Pisces: Cichlidae) en Colombia: introducciones, trasplantes y repoblaciones. *Revista luna azul*, 33: 154-177.
- HAHN-VON-HESSBERG, C., GRAJALES-QUINTERO, A. & GUTIÉRREZ, A.V., 2011.- Parámetros hematológicos de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus 1757) con peso entre 250 g y 350 g, en el Centro Experimental Piscícola de la Universidad de Caldas. *Vet. Zootec.*, 5(1): 47-61.
- HAHN-VON-HESSBERG, C.M., GRAJALES-QUINTERO, A. & RESTREPO-MURILLO, M.A., 2012.- Monografía de protocolos para obtener poblaciones monosexo de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*; TREW. 1983). *Boletín Científico de Museo de Historia Natural*, 16 (1): 156-172.
- HRUBEC, T.C., CARDINALE, J.L. & SMITH, S.A., 2000.- Hematology and plasma chemistry reference intervals for cultured tilapia (*Oreochromis Hybrid*). *Veterinary Clinical Pathology*, 29 (1).
- HYLANDER, L.D., PINTO, F.N., GUIMARAES, J.R.D., MEILI, M., OLIVEIRA, L.J. & CASTRO, E., 2000.- Fish mercury concentration in the Alto Pantanal, Brazil: influence of season and water parameters. *The Science of the Total Environment*, 261: 9-20.
- IBRAHEM, M.D., FATHI, M., MESALHY, S. & EL-ATY, A.M.A., 2010.- Effect of dietary supplementation of inulin and vitamin C on the growth, hematology, innate immunity, and resistance of Nile tilapia (*Oreochromis*

- niloticus*). *Fish & Shellfish Immunology*, 29 (2): 241-246.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESCA Y ACUICULTURA, INPA, 2001.- *Fundamentos de acuicultura continental*. Segunda edición. Grafimpresos Quintero. Bogotá D. C., págs.2-18 y 283-298.
- ISHIKAWA, N.M., RANZANI-PAIVA, M.J.T., LOMBARDI, J.V. & FERREIRA, C.M., 2007.- Hematological parameters in Niletilapia, *Oreochromis niloticus* exposed to sub-lethal concentrations of mercury. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. Curitiba, 50 (4): 619-626.
- ISHIKAWA, N.M., RANZANI-PAIVA, M.J.T. & LOMBARDI, J.V., 2008.- Metodologia para quantificação de leucócitos totais em peixe, *Oreochromis niloticus*. *Archives of Veterinary Science*, 13 (1): 54-63.
- JATOBÁ, A., VIEIRA, F.N., NETO, C.B., SILVA, B.C., MOURIÑO, J.L.P., JERÔNIMO, G.T., DOTTA, G. & MARTINS, M.L., 2008.- Utilização de bactérias ácido-lácticas isoladas do trato intestinal de tilápia-do-nylo como probiótico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 43 (9): 1201-1207.
- JERÔNIMO, G.T., LAFFITTE, L.V., MOTA, G.M. & MARTINS, M.L., 2011.- Seasonal influence on the hematological parameters in cultured Nile tilapia from southern Brazil. *Braz. J. Biol. São Carlos*, 71 (3).
- KORKMAZ, N., CENGİZ, E.I., UNLU, E., UYSAL, E. & YANAR, M., 2009.- Cypermethrin-induced histopathological and biochemical changes in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), and the protective and recuperative effect of ascorbic acid. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 28: 198-205
- KUMAR, V., MAKKAR, H.P.S., DEVAPPA, R.K. & BECKER, K., 2011.- Isolation of phytate from *Jatropha curcas* kernel meal and effects of isolated phytate on growth, digestive physiology and metabolic changes in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Food and Chemical Toxicology*, 49: 2144-2156.
- LI, E., LIM, C., CAI, C. & KLESIOUS, P.H., 2011.- Growth response and resistance to *Streptococcus iniae* of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, fed diets containing different levels of wheat distiller's dried grains with solubles with or without lysine supplementation. *Animal Feed Science and Technology*, 170: 246-255.
- LIM, C., YILDIRIM-AKSOY, M., LI, M.H., WELKER, T.L. & KLESIOUS, P.H., 2009.- Influence of dietary levels of lipid and vitamin E on growth and resistance of Nile tilapia to *Streptococcus iniae* challenge. *Aquaculture*, 298: 76-82.
- MARTINS, M.L., NOMURA, D.T., YAMAGUCHI-MYIAZAKI, D.M., PILARSKY, F., RIBEIRO, K., DE CASTRO, D.P. & MELDAU DE CAMPOS, C.F., 2004a.- Physiological and haematological response of *Oreochromis niloticus* (Osteichthyes: Cichlidae) exposed to single and consecutive stress of capture. *Animal Sciences, Acta Scientiarum*, 26 (4): 449-456.
- MARTINS, M.L., PILARSKY, F., ONAKA, E.M., NOMURA, D.T., FENERICK, J., RIBEIRO, K., MYIAZAKI, D.M.Y., CASTRO, M.P. & MALHEIROS, E.B., 2004b.- Hematologia e resposta inflamatória aguda em *Oreochromis niloticus* (Osteichthyes: Cichlidae) submetida aos estímulos único e consecutivo de estresse de captura. *Boletim do Instituto da Pesca, São Paulo*, 30 (1): 71-80.
- MARTINS, M.L., MOURIÑO, J.L.P., AMARAL, G.V., VIEIRA, F.N., DOTTA, G., JATOBÁ, A.M.B., PEDROTTI, F.S., JERÔNIMO, G.T., BUGLIONE-NETO, C.C. & PEREIRA, G., 2008a.- Haematological changes in Nile tilapia experimentally infected with *Enterococcus* sp. *Brazilian Journal of Biology*, 68 (3): 657-661.
- MARTINS, M.L., YAMAGUCHI-MYIAZAKI, D.M., MORAES, F.R., GHIRALDELLI, L., ADAMANTE, W.B. & PEDREIRA-MOURIÑO, J.L., 2008b.- Ração suplementada com vitaminas C e E influencia a resposta inflamatória aguda em tilápia do Nilo. *Ciência Rural, Santa Maria*, 38 (1): 213-218.
- MARTINS, M.L., SHOEMAKER, C.A., XU, D. & KLESIOUS, P.H., 2011.- Effect of parasitism on vaccine efficacy against *Streptococcus iniae* in Nile tilapia. *Aquaculture*, 314: 18-23.
- MEHRIM, A.I., 2013.- Physiological, biochemical and histometric responses of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) by dietary organic chromium (chromium picolinate) supplementation. *Revista de Investigación Avanzada*. Manuscrito aceptado. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S209012321300060X>[consultado el: 13 de abril de 2013]
- MENA-HERRERA, A., 2001.- Relación entre la gasometría y las variables productivas de la tilapia roja (híbrida) *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) x *Oreochromis mossambicus* (Peters), durante la adaptación y cultivo a diferentes salinidades, México: Tesis, Universidad de Colima, Colima.
- MERRIFIELD, D.L., GÜROY, D., GÜROY, B., EMERY, M.J., LLEWELLYN, C.A., SKILL, S. & DAVIES, S.J., 2010.- Assessment of *Chlorogloeopsis* as a novel microbial dietary supplement for red tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 299: 128-133.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, MADR & Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA, 2012.- Agenda nacional de investigación en pesca y acuicultura. MADR & IICA. Disponible en: http://www.minagricultura.gov.co/archivos/agenda_nal_investigacion_pesca_acuicultura.pdf[Consultado el 17 de abril de 2013].
- MORERA, D., 2011.- Los eritrocitos nucleados podrían jugar un papel en la respuesta inmunitaria. Universidad Autónoma de Barcelona, Instituto de Biotecnología y de Biomedicina "Vicent Villar Palasí". Disponible en: http://www.uab.es/PDF/PDF_1326439980461_es.pdf[Consultado el 15 de abril de 2013]
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN, FAO, 2005a.- Programa de información de especies acuáticas *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). Departamento de Pesca y Acuicultura, FAO. Disponible en: http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oreochromis_niloticus/es[Consultado el 15 de abril de 2013].
- , 2005b.- **Visión general del sector acuícola nacional, Colombia**. FAO. Disponible en: http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_colombia/es[Consultado el 15 de abril de 2013]

- , 2009.- El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2008. Roma, FAO.
- , 2010.- Perfiles sobre la pesca y la acuicultura por países, Colombia. FAO.
- , 2011.- Revisión regional sobre la situación y tendencias en el desarrollo de la Acuicultura en América Latina y el Caribe - 2010. Roma, FAO, Circular No. 1061/3.
- , 2012.- El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2012. Roma, FAO.
- FAO & INCODER, 2011.- Diagnóstico del Estado de la Acuicultura en Colombia. FAO - INCODER, Disponible en: http://www.ceniagua.org/archivos/Diagnostico_para_revisión_Dic_5_2011_v1.pdf [Consultado el 17 de abril de 2013].
- FAO, FIDA & PMA, 2012.- El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo 2012. El crecimiento económico es necesario pero no suficiente para acelerar la reducción del hambre y la malnutrición. Roma, FAO.
- PEÑA-MENDOZA, B., GÓMEZ-MÁRQUEZ, J.L. & GARCÍA-ALBERTO, G., 2011.- Ciclo reproductor e histología de las gónadas de tilapia *Oreochromis niloticus* (Perciformes: Cichlidae). *Ciencia Pesquera*, 19(2): 23-36.
- PHUMYU, N., BOONANUNTANASARN, S., JANGPRAI, A., YOSHIZAKI, G. & NA-NAKORN, U., 2012.- Pubertal effects of 17 α -methyltestosterone on GH-IGF-related genes of the hypothalamic-pituitary-liver-gonadal axis and other biological parameters in male, female and sex-reversed Nile tilapia. *General and Comparative Endocrinology*, 177: 278-292.
- PROCHILE, 2011.- Estudio de Mercado Servicio Biotecnología para el sector Acuícola en Colombia. Bogotá, Disponible en: http://www.prochile.gob.cl/wp-content/blogs.dir/1/files_mf/documento_08_16_11164828.pdf [Consultado el 09 de abril de 2013].
- QIANG, J., YANG, H., WANG, H., KPUNDEH, M.D. & XU, P., 2013.- Interacting effects of water temperature and dietary protein level on hematological parameters in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*(L.) and mortality under *Streptococcus iniae* infection. *Fish & Shellfish Immunology*, 34: 8-16.
- QUIROZ-BUCHELI, A., 200.- Caracteres hematólogicos en individuos de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*, Trewavas 1983) con pesos entre 50-150g y 150-250g, Estación Piscícola, Universidad de Caldas, Colombia. Tesis Universidad de Caldas. Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- RANZANI-PAIVA, M.J., FELIZARDO, N.N. & LUQUE, J.L., 2005.- Parasitological and hematological analysis of Nile Parasitological and hematological analysis of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1757 Linnaeus, 1757 from Guarapiranga reservoir, from Guarapiranga reservoir, São Paulo State, Brazil. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, 27 (3): 231-237.
- SAYED, Y.S., SAAD, T.T., EL-BAHR, S.M., 2007.- Acute intoxication of deltamethrin in monosex Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* with special reference to the clinical, biochemical and haematological effects. *Environmental. Toxicology and Pharmacology*, 24(1): 212-217.
- SEBASTIÃO, F.A., NOMURA, D., SAKABE, R. & PILARSKI, F., 2011.- Hematology and productive performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) naturally infected with *Flavobacterium columnare*. *Brazilian Journal of Microbiology*. 42: 282-289.
- SERIANI, R., RANZANI-PAIVA, M.J.T., GONÇALVES, A., SIQUEIRA, S.R. & LOMBARDI, J.V., 2012.- Determination of selenium toxicity to *Oreochromis niloticus* based on hematological parameters. *Biological Sciences, Maringá*, 34 (2): 125-131.
- SILVA, B.C., MARTINS, M.L., JATOBÁ, A., NETO, C.C.B., VIEIRA, F.N., PEREIRA, G.V., JERÔNIMO, G.T., SEIFFERT, W.Q. & MOURIÑO, J.L.P., 2009.- Hematological and immunological responses of Nile tilapia after polyvalent vaccine administration by different routes. *Pesquisa Veterinaria Brasileira*, 29 (11): 874-880.
- SILVA, R.D., ROCHA, L.O., ALVES-FORTES, B.D., VIEIRA, D. & SOARES-FIORAVANTI, M.C., 2012.- Parâmetros hematólogicos e bioquímicos da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) sob estresse por exposição ao ar. *Pesquisa Veterinaria Brasileira*. Rio de Janeiro, 32 (1): 99-107.
- SILVEIRA-COFFIGNY, R., PRIETO-TRUJILLO, A. & ASCENCIO-VALLE, F., 2004.- Effects of different stressors in haematological variables in cultured *Oreochromis aureus* S. *Comparative Biochemistry and Physiology*, Part C 139: 245-250.
- SILVEIRA-COFFIGNY, R., MARTINEZ-PEREZ, M., ASCENCIO-VALLE, F., 2005.- Características morfológicas y citoquímicas de las células de la sangre periférica de *Oreochromis aureus* S. *Cichlidae*. *REDVET. Revista Electronica de Veterinaria*, 6 (10).
- TAVARES-DIAS, M. & MORAES, F.R., 2004.- *Hematologia de peixes teleósteos*. Ribeirão Preto: Villimpress. pág. 144.
- TAVARES-DIAS, M., SCHALCH, H.C., MARTINS, M.L., SILVA, E.D., MORAES, F.R. & PERECIN, D., 1999.- Hematologia de teleósteos brasileiros com infecção parasitária. I. Variáveis do *Leporinus macrocephalus* Garavelo e Britski, 1988 (Anostomidae) e *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Characidae). *Acta Scientiarum*, 21 (2): 337-342.
- TENORIO-COLÍN, G., 2003.- Caracterización isoenzimática de *Oreochromis niloticus* y *O. mossambicu* introducidas en México. *Ciencia y mar*, 7 (19):3-9.
- THOMPSON, B. & SUBASINGHE, R., 2011.- Aquaculture's role in improving food and nutrition security: pp.150-162 In: THOMPSON, B. & AMOROSO, L. (ed.) *Combating micronutrient deficiencies: food-based approaches*. FAO & CABI, Roma.
- UEDA, I.K., EGAMI, M.I., SASSO, W.S. & MATUSHIMA, E.R., 1997.- Estudio hematólogico do sangue periférico de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) (Cichlidae, Teleostei) Parte I. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 34 (5): 270-275.

- , 2001.- Cytochemical aspects of peripheral blood cells of *Oreochromis* (Tilapia) *niloticus*. (Linnaeus, 1758) (Cichlidae, Teleostei) -Part II. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 38 (6): 273-277.
- UNIVERSIDAD DE CALDAS, 2005.- *Manual de procedimientos en hematología y coagulación laboratorio de microbiología*. Manizales: Centro Editorial Universidad de Caldas, págs.20-29.
- YANAR, M. & KURLU, M., 2001.- The Anaesthetics effects of quinaldine sulphate and/ or diazepam on sea bass (*Dicentrarchus labras*) JuveNiles. *Journal Veterinary Animal Science*, 25 (1): 185-189.
- YOUNG-MIN, E. & KANG, J.C., 2008.- Effect of waterborne benomyl on the hematological and antioxidant parameters of the Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 92 (3): 138-143.
- YUE, Y.R. & ZHOU, Q.C., 2008.- Effect of replacing soybean meal with cottonseed meal on growth, feed utilization, and hematological indexes for juveNile hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* × *O. aureus*. *Aquaculture*, 284: 185-189.

ANEXOS

Anexo 1. Parámetros hematológicos de *O. niloticus* según varios autores.

Parámetro evaluado	Autor	Valor	Rango de Peso
VSE (mm/h)	HAHN VON-H <i>et al.</i> (2011)	2,10±0,14	>250
Hematocrito (%)	RANZANI-PAIVA <i>et al.</i> (2005), ABDEL-TAWWAB <i>et al.</i> (2008, 2010), DUY <i>et al.</i> (2008), LIM <i>et al.</i> (2009), IBRAHEM <i>et al.</i> (2010), MERRIFIELD <i>et al.</i> (2010), KUMAR <i>et al.</i> (2011), LI <i>et al.</i> (2011), MARTINS <i>et al.</i> (2011), SERIANI <i>et al.</i> (2012), MEHRIM (2013).	11,75-58,8	<50
	SAYED <i>et al.</i> (2007), YOUNG-MIN & KANG (2008), ABDEL-TAWWAB <i>et al.</i> (2010).	21,8-26,8	50-150
	DUY <i>et al.</i> (2008), JATOBÁ <i>et al.</i> (2008), MARTINS <i>et al.</i> (2008a, 2008b), BAILONE <i>et al.</i> (2010).	12,5-34,1	150-250
	BITTENCOURT <i>et al.</i> (2003), CHEN <i>et al.</i> (2003), MARTINS <i>et al.</i> (2004a), AZEVEDO <i>et al.</i> (2006a, 2006b), SILVA <i>et al.</i> (2009, 2012), HAHN VON-H <i>et al.</i> (2011), SEBASTIÃO <i>et al.</i> (2011).	23,4-57	>250
	ABDEL-TAWWAB <i>et al.</i> (2008, 2010), LIM <i>et al.</i> (2009), KUMAR <i>et al.</i> (2011), LI <i>et al.</i> (2011), MEHRIM (2013), BITTENCOURT <i>et al.</i> (2003).	30,3-43,1	<50
Proteína Plasmática (g/L)	SAYED <i>et al.</i> (2007), YOUNG-MIN & KANG (2008), ABDEL-TAWWAB <i>et al.</i> (2010), EL-HAWARRY (2012).	30,6±6,5	<50
	CHEN <i>et al.</i> (2003).	25,0-60,1	50-150
	CRIVELENTI <i>et al.</i> (2011), SILVA <i>et al.</i> (2012).	33-50	150-250
	CRIVELENTI <i>et al.</i> (2011), SILVA <i>et al.</i> (2012).	25,6-34,6	>250
Hemoglobina (g/dL)	ABDEL-TAWWAB <i>et al.</i> (2008, 2010), DUY <i>et al.</i> (2008), LIM <i>et al.</i> (2009), KUMAR <i>et al.</i> (2011), LI <i>et al.</i> (2011), SERIANI <i>et al.</i> (2012), MEHRIM (2013), QIANG <i>et al.</i> (2013).	3,03-10,9	<50
	SAYED <i>et al.</i> (2007), YOUNG-MIN & KANG (2008), ABDEL-TAWWAB <i>et al.</i> (2010).	5,7-11,9	50-150
	DUY <i>et al.</i> (2008).	6,89-8,92	150-250
	BITTENCOURT <i>et al.</i> (2003), HAHN VON-H <i>et al.</i> (2011), SEBASTIÃO <i>et al.</i> (2011), SILVA <i>et al.</i> (2012).	1,99-13,5	>250

VCM (u ³)	DUY <i>et al.</i> (2008), LIM <i>et al.</i> (2009), KUMAR <i>et al.</i> (2011), SERIANI <i>et al.</i> (2012), MEHRIM (2013).	91,4-361	<50
	YOUNG-MIN& KANG (2008).	163,3-182,69	50-150
	DUY <i>et al.</i> (2008).	99,28-123,66	150-250
	BITTENCOURT <i>et al.</i> (2003), HAHN VON-H <i>et al.</i> (2011), SEBASTIÃO <i>et al.</i> (2011), SILVA <i>et al.</i> (2012).	148,8-230,1	>250
HCM (uug)	DUY <i>et al.</i> (2008), LIM <i>et al.</i> (2009), KUMAR <i>et al.</i> (2011) MEHRIM (2013).	33,9-53,8	<50
	YOUNG-MIN& KANG (2008).	32,1±13,13	50-150
	DUY <i>et al.</i> (2008).	33,01-55,9	150-250
	BITTENCOURT <i>et al.</i> (2003) HAHN VON-H <i>et al.</i> (2011), SEBASTIÃO <i>et al.</i> (2011), SILVA <i>et al.</i> (2012).	40,74-62,72	>250
CHCM (%)	DUY <i>et al.</i> (2008), LIM <i>et al.</i> (2009), KUMAR <i>et al.</i> (2011), SERIANI <i>et al.</i> (2012), MEHRIM (2013).	12,32-39,87	<50
	YOUNG-MIN& KANG (2008)	34,6±10,35	50-150
	DUY <i>et al.</i> (2008)	31,28-49,61	150-250
	BITTENCOURT <i>et al.</i> (2003), SEBASTIÃO <i>et al.</i> (2011), SILVA <i>et al.</i> (2012).	5,35-35,24	>250
Leucocitos (celx10 ⁶ /mm ³)	LIM <i>et al.</i> (2009), MERRIFIELD <i>et al.</i> (2010), KUMAR <i>et al.</i> (2011) LI <i>et al.</i> (2011), MARTINS <i>et al.</i> (2011), SERIANI <i>et al.</i> (2012), MEHRIM (2013), QIANGet <i>et al.</i> (2013).	0,1-8,55	<50
	SAYED <i>et al.</i> (2007), EL-BOSHY <i>et al.</i> (2010).	0,22±0,58	50-150
	JATOBÁ <i>et al.</i> (2008), MARTINS <i>et al.</i> (2008a, 2008b), BAILONE <i>et al.</i> (2010).	0,08-0,3	150-250
	MARTINS <i>et al.</i> (2004a), AZEVEDO <i>et al.</i> (2006a, 2006b), SILVA <i>et al.</i> (2009, 2012), HAHN VON-H <i>et al.</i> (2011), SEBASTIÃO <i>et al.</i> (2011).	0,06-7,50	>250
Eritrocitos (celx10 ⁶ /mm ³)	ABDEL-TAWWAB <i>et al.</i> (2008, 2010), DUY <i>et al.</i> (2008), LIM <i>et al.</i> (2009), KUMAR <i>et al.</i> (2011), LI <i>et al.</i> (2011), MARTINS <i>et al.</i> (2011), SERIANI <i>et al.</i> (2012), MEHRIM (2013), QIANGet <i>et al.</i> (2013).	1,42-2,68	<50
	SAYED <i>et al.</i> (2007), YOUNG-MIN& KANG (2008), ABDEL-TAWWAB <i>et al.</i> (2010).	1,26-1,87	50-150
	DUY <i>et al.</i> (2008), JATOBÁ <i>et al.</i> (2008), MARTINS <i>et al.</i> (2008a, 2008b), BAILONE <i>et al.</i> (2010).	0,24-1,85	150-250
	BITTENCOURT <i>et al.</i> (2003), MARTINS <i>et al.</i> (2004a), AZEVEDO <i>et al.</i> (2006a, 2006b), SILVA <i>et al.</i> (2009, 2012), HAHN VON-H <i>et al.</i> (2011), SEBASTIÃO <i>et al.</i> (2011).	1,14-8,28	>250
Trombocitos (%)	MERRIFIELD <i>et al.</i> (2010), SERIANI <i>et al.</i> (2012).	19-68,6	<50
	HAHN VON-H <i>et al.</i> (2011), SILVA <i>et al.</i> (2012).	13,53-56,8	>250
Linfocitos (%)	RANZANI-PAIVA <i>et al.</i> (2005), MERRIFIELD <i>et al.</i> (2010), MARTINS <i>et al.</i> (2011), SERIANI <i>et al.</i> (2012), MEHRIM (2013).	31,4-91,9	<50
	SAYED <i>et al.</i> (2007), EL-BOSHY <i>et al.</i> (2010).	51,0-65,85	50-150
	JATOBÁ <i>et al.</i> (2008), MARTINS <i>et al.</i> (2008b), BAILO-NE <i>et al.</i> (2010).	48,39-75,47	150-250
	MARTINS <i>et al.</i> (2004a), AZEVEDO <i>et al.</i> (2006a, 2006b), SILVA <i>et al.</i> (2009, 2012), HAHN VON-H <i>et al.</i> (2011).	27,8-97,9	>250

Neutrófilos (%)	RANZANI-PAIVA <i>et al.</i> (2005), MARTINS <i>et al.</i> (2011), SERIANI <i>et al.</i> (2012), MEHRIM (2013).	0,11-63,4	<50
	SAYED <i>et al.</i> (2007), EL-BOSHY <i>et al.</i> (2010).	29.6-31,62	50-150
	JATOBÁ <i>et al.</i> (2008), MARTINS <i>et al.</i> (2008b), BAILO-NE <i>et al.</i> (2010).	6,77-46,64	150-250
	MARTINS <i>et al.</i> (2004a), AZEVEDO <i>et al.</i> (2006a, 2006b), SILVA <i>et al.</i> (2009, 2012), HAHN VON-H <i>et al.</i> (2011).	0,79-18,3	>250
Monocitos (%)	RANZANI-PAIVA <i>et al.</i> (2005), MERRIFIELD <i>et al.</i> (2010), MARTINS <i>et al.</i> (2011), SERIANI <i>et al.</i> (2012), MEHRIM (2013).	2,0-16,56	<50
	SAYED <i>et al.</i> (2007), EL-BOSHY <i>et al.</i> (2010).	1,0-4,80	50-150
	JATOBÁ <i>et al.</i> (2008), MARTINS <i>et al.</i> (2008b), BAILONE <i>et al.</i> (2010).	1,48-17,31	150-250
	MARTINS <i>et al.</i> (2004a), AZEVEDO <i>et al.</i> (2006a, 2006b), SILVA <i>et al.</i> (2009, 2012), HAHN VON-H <i>et al.</i> (2011).	1,0-17,7	>250
Eosinófilos (%)	RANZANI-PAIVA <i>et al.</i> (2005), MEHRIM (2013).	0,6-0,82	<50
	SAYED <i>et al.</i> (2007), EL-BOSHY <i>et al.</i> (2010).	1,67-9,0	50-150
	HAHN VON-H <i>et al.</i> (2011), SILVA <i>et al.</i> (2012).	0,07-0,5	>250
Basófilos (%)	RANZANI-PAIVA <i>et al.</i> (2005).	0,1	<50
	SAYED <i>et al.</i> (2007), EL-BOSHY <i>et al.</i> (2010).	0,07-8,3	50-150
	BAILONE <i>et al.</i> (2010), MARTINS <i>et al.</i> (2008b).	0,43-3,18	150-250
	MARTINS <i>et al.</i> (2004a), HAHN VON-H <i>et al.</i> (2011).	0,24-0,5	>250