

# PARÁMETROS SANGUÍNEOS Y METALES PESADOS EN TEJIDO DEL PEZ *Pterygoplycthis multiradiatus* DEL RÍO ORINOCO, VENEZUELA

Blood Parameters and Heavy Metal in Tissues of Sucker Mounth Fish *Pterygoplycthis multiradiatus* of Orinoco River, Venezuela

Raquel Salazar-Lugo<sup>1\*</sup>, América Vargas<sup>2</sup>, Carlos Moreno<sup>3</sup>, Luisa Centeno<sup>3</sup>, Henri Astudillo<sup>4</sup>, Mairin Lemus<sup>5</sup> y Luisa Rojas de Astudillo<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Proteínas e inmunotoxicidad, Postgrado de Biología aplicada, departamento de Bioanálisis, Núcleo de Sucre, Universidad de Oriente. Venezuela. <sup>2</sup>Programa de Enfermería, Núcleo de Sucre, Universidad de Oriente, Venezuela. <sup>3</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Tucupita, estado Delta Amacuro, Venezuela. <sup>4</sup>Laboratorio de Técnicas Instrumentales, Instituto de Investigaciones en Biomedicina y Ciencias Aplicadas "Susan Tai", IBCA, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela. <sup>5</sup>Laboratorio de Biología celular, Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela. <sup>6</sup>Departamento de Química, Núcleo de Sucre, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela. \* Laboratorio de proteínas e inmunotoxicidad, Postgrado de Biología aplicada, departamento de Bioanálisis, Núcleo de Sucre, Universidad de Oriente. raquelugove@yahoo.com; rsalazarlugo50@gmail.com; tel. 00582934002270; 04147775710

## RESUMEN

En este trabajo se presenta un perfil bioquímico y hematológico, así como la distribución de metales esenciales (Cu, Fe, Zn, Ca, Mg, Mo, Mn) y no esenciales (Cd y Pb) en tejidos del pez *Pterygoplycthis multiradiatus*, proveniente de dos lagunas (M1 y M2) del delta del Orinoco, Tucupita, Venezuela. Muestras de tejido, agua y sedimento fueron analizadas para la determinación de metales usando un espectrómetro de emisión óptica inductivamente acoplado a un plasma. Los parámetros bioquímicos y hematológicos se determinaron en muestras de sangre. Los metales evaluados mostraron concentraciones dentro de los límites para aguas y sedimentos no contaminados; los valores obtenidos para Fe están en intervalos de referencia registrados para agua y sedimento del río Orinoco. No se detectaron Cd y Pb en el agua, pero si en el sedimento de ambas zonas de muestreo. Las concentraciones de metales en branquias fueron similares en los dos grupos de peces. El músculo mostró concentraciones de Cd y Pb más elevados que en los otros tejidos. El Fe, Zn y Ca se observaron incrementados en el hígado de peces M1. El riñón de peces M2 mostró los valores más altos de Pb. Los peces M1 muestran concentraciones de proteínas y albúmina más eleva-

das que los M2, pero menores concentraciones de urea, y de la actividad de las enzimas AST y ALT. No se encontraron diferencias significativas para los parámetros hematológicos entre los dos grupos.

**Palabras clave:** *Pterygoplycthis multiradiatus*, metales pesados, parámetros bioquímicos, hemoglobina.

## ABSTRACT

In this work, a biochemical and hematological profile and distribution of essential (Cu, Fe, Zn, Ca, Mg, Mo, Mn) and non-essential metals (Cd and Pb) was determined in tissues of fish *Pterygoplycthis multiradiatus* captured from two lagoons (M1 and M2) in Orinoco River, Tucupita, Venezuela. Metal determinations in tissues, water and sediments were analyzed using optical emission spectrometer with inductively coupled plasma. Biochemical and hematological parameters in blood samples were determined. Water and sediments in both areas showed metal concentrations close of limits for waters and sediments unpolluted; Fe concentration was inside the permissible limits established by water and sediment of Orinoco River. Cd and Pb were undetected in water, but if in both M1 and M2 sediments. The muscle showed Cd and Pb concentrations higher than in other tissues in both M1 and M2 fishes. Metal concentrations in gills were similar in both M1 and M2 fishes. M1 fishes showed

higher Fe, Zn and Ca concentrations in liver than M2 fishes. M2 fish kidney showed higher Pb concentration than M1 fish kidney. M1 fish showed higher protein and albumin concentrations than M2 fishes; equally, M1 fishes showed lower urea concentration and lower GOT and GPT enzyme activities than M2 fish. M1 fish also showed the highest glucose values. No statistically differences were found in hematological results between both M1 and M2 fishes.

**Key words:** *Pterygoplichthys multiradiatus*, heavy metals, biochemical parameters, hemoglobin.

## INTRODUCCIÓN

El pez *Pterygoplichthys multiradiatus* pertenece a la segunda familia de peces continentales de Venezuela (Loricariidae), representada por especies conocidas comúnmente como armadillos, que viven en los fondos de los ríos. *P. multiradiatus* ha sido reportado en las cuencas del río Orinoco, Golfo de Paria y del río Negro, generalmente asociado con *P. gibbiceps*, excepto para la cuenca de Paria [8, 18].

Al igual que otros peces de esta familia, *P. multiradiatus* se le ha explotado como especie ornamental debido a su belleza y a sus hábitos herbívoros. Esta cualidad ha permitido su expansión en regiones lejanas a su hábitat convirtiéndose en una especie invasora en algunos países y representando un problema ecológico en los mismos. La especie ha sido reportada en Puerto Rico [2], Florida [13]; México, Hawai (EUA) [3] y Asia [15].

*P. multiradiatus* forma parte del grupo de peces que contribuyen con la mayor biomasa de pesca, tal y como lo reportan Pérez y Pérez para el bajo llano venezolano [16]. Hay pocos reportes sobre aspectos fisiológicos de la especie en condiciones naturales. En este trabajo se presentan resultados de perfiles bioquímico y hematológico, así como la distribución de metales esenciales y no esenciales en algunos tejidos de peces proveniente de lagunas del delta del Orinoco, Tucupita, Venezuela.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Muestra poblacional

Se utilizaron 70 juveniles de *P. multiradiatus*, 35 fueron capturados en laguna sur (M1) 08° 55'0,72"N 61° 57'0,14"O y 35 de la laguna de Guaical (M2) 8° 56' 30,30" N Y 61° 57'15,12" O, delta del Orinoco Tucupita, estado Delta Amacuro, Venezuela. Los animales fueron transportados en tanques provistos de oxígeno hacia los laboratorios del Instituto Nacional de investigaciones Agrícolas (INIA). Tucupita, estado Delta Amacuro. Cada organismo fue pesado en una balanza analítica marca Sculab modelo AL1502 (EUA) y medida su longitud estándar con un ictiómetro de aluminio de doble lectura mode-

lo KH-PISCIS-70-22, marca Krauss & Henke, Perú. El peso y la talla de los organismos fue: para los de M1: 24,47 ± 2,08 cm de largo y 135,58 ± 33,25 g de peso) y para los M2: 30,06 ± 2,67cm de largo y 255,6 ± 58,90 g de peso.

### Determinación de metales en agua y sedimento

Se colocaron 250 mL de agua en un erlenmeyer, una muestra de agua filtrada previamente usando un filtro Whatman 42 y otra sin filtrar, estas muestras se prepararon por triplicados y luego se le añadieron a cada una 5 mL de ácido nítrico concentrado; se incluyó un blanco, para lo cual se utilizó agua desionizada. Se evaporó la muestra a una temperatura de 80°C, colocándola en una plancha de calentamiento marca Corning, (EUA) se ajustó el volumen de cada muestra a 25 mL con agua desionizada.

Una masa aproximada de 1 g de sedimento seco (en réplica de tres), fue tamizada a un diámetro menor que 63 µm, pesada en una balanza Ohaus Adventure Pro® (EUA), luego digerida durante 12 horas (h) con 10 mL de ácido nítrico concentrado; por último, se calentaron dos h a 60°C, luego una h a 80°C y una h a 100°C [19]. Una vez tomada la temperatura ambiente, las muestras fueron filtradas y aforadas hasta un volumen de 25 mL con agua Milli Q.

Los metales fueron determinados en un espectrómetro de emisión por plasma de acoplamiento inductivo (ICP-OES), Perkin Elmer Optima 5300 DV (EUA). Los límites de detección para cada metal fueron calculados con la información de la curva de calibración [12]. Para validar el método de extracción, un material de referencia estándar de sedimentos estearinas (HISS - 1) fue analizado.

### Toma de muestras

Se tomaron muestras de sangre de los peces a partir de la vena caudal con inyectoras marca CL (Korea) heparinizadas, para las determinaciones hematológicas y bioquímicas y luego se diseccionaron los organismos para obtener las branquias, músculo, hígado y riñón para realizar las determinaciones de metales.

### Parámetros hematológicos

La hemoglobina (Hb) fue determinada empleando el reactivo de Drabkin midiendo la absorbancia a 540 nm; el hematocrito (Hto) fue determinado por la técnica del microhematocrito utilizando una microcentrífuga marca KHT-410 (Alemania) y los parámetros hemoglobina corpuscular media (HCM), concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) y el volumen corpuscular medio (VCM) fueron calculados a partir de los valores de Hto, Hb y número de eritrocitos de acuerdo a Blaxhall y Daisley [1].

El conteo total de glóbulos rojos y de glóbulos blancos fue realizado en un hemocitómetro y visualizado por microscopía óptica, en un microscopio marca Olympus, CX-31 (Japón).

### Parámetros bioquímicos

Las muestras de sangre, se centrifugaron en una centrifuga de mesa marca HERMLE Labnet modelo Z393K, (Labnet, Alemania) a 300 g por 5 minutos (min.), una vez centrifugada se separó el plasma sanguíneo del paquete celular y el mismo se utilizó para las determinaciones bioquímicas. Estas determinaciones se realizaron en un espectrofotómetro marca Olympus modelo AU60 (Japón) con reactivos comerciales marca Roche diagnostics (Alemania). Las determinaciones realizadas fueron: calcio, úrea, glucosa, creatinina; lactato deshidrogenasa, alanina amino transferasa, aspartato amino transferasa. La actividad de las enzimas fue expresada en unidades de enzimas por mL.

### Metales en tejidos de peces

Aproximadamente 5 g de tejido obtenido por unión de tejidos de cuatro peces en promedio, fue predigerido en 10 mL de ácido nítrico concentrado durante 24 h. La digestión total fue realizada por 3 h a 80°C, seguida por 2 h a 105°C. A las soluciones digeridas y posteriormente enfriadas se les agregaron 5 mL de agua desionizada y se procedió a filtrar la muestra usando un papel Whatman 42. El filtrado fue aforado con agua desionizada hasta 25 mL. Las soluciones para determinar los metales fueron analizadas en un espectrómetro de emisión por plasma de acoplamiento inductivo (ICP-OES), Perkin Elmer Optima 5300 DV (EUA). Las concentraciones de cada metal fueron expresadas como mg/g de tejido húmedo [19]. De manera similar fueron tratados materiales certificados de referencia de ostras (Oyster 1566a) para evaluar la calidad del método de análisis.

### Análisis estadísticos

Para comparar si existían diferencias significativas entre los parámetros bioquímicos de los dos grupos de peces se realizó una prueba t de Student; cuando los parámetros no seguían las pruebas de homogeneidad y normalidad se utilizó una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis [23]. Los valores son expresados en promedios y sus desviaciones estándares.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los metales evaluados mostraron concentraciones dentro de los límites para aguas no contaminadas y sedimentos, los valores observados para el hierro son las registradas para agua y sedimentos del río Orinoco [10, 17, 20]. El cadmio (Cd) y el plomo (Pb) no fueron detectados en el agua de los sitios de muestreo, pero sí en el sedimento de ambas zonas de muestreo, presentando los valores más altos en el sitio M2 (TABLA I).

Las concentraciones de metales en branquias de los peces no presentaron diferencias significativas entre los dos grupos de peces (TABLA II). En el hígado de los peces del M1 se observaron las concentraciones más altas de hierro (Fe) y calcio (Ca). No se detectó zinc (Zn) en el hígado de los peces M2. El músculo mostró concentraciones de Cd y Pb más elevadas que en los otros tejidos, los peces del M1 presentaron los valores más altos de estos metales (t-test = 6,59, P < 0,001 para el Cd y t-test= 3,06 P < 0,001 para Pb) y concentraciones de Mg estadísticamente más bajas que los peces M2 (t-test= 1,86 P < 0,05). En el riñón de los peces M2 se detectó Pb y valores de hierro inferiores a los registrados para los riñones de los peces M1 (TABLA II).

Cada organismo tiene su propia dinámica de acumulación de metales la cual puede estar influida por muchos factores, tales como la dureza del agua, los hábitos alimenticios y la fisiología [5]. *P. multiradiatus*, como otros peces de esta familia viven en los fondos de los lagos y tienen hábitos alimenticios algivoros y detritívoros, Además, es un pez sedentario; estas características podrían definir su dinámica de captura y acumulación de metales esenciales o tóxicos. Sin embargo, como en otros organismos, la dieta es la principal vía de captación de metales, seguido del contacto directo a través de la piel; en el caso de *P. multiradiatus* sus hábitos sedentarios pueden determinar una influencia directa de la calidad del sedimento en la acumulación de metales, tal y como lo indican la presencia de Cd y Pb en los tejidos del pez y en los sedimentos pero no en el agua [4].

TABLA I  
CONCENTRACIONES DE METALES EN AGUA Y SEDIMENTO DE LAS LAGUNA DE CAIGUAL Y LAGUNA SUR, DELTA DEL ORINOCO, ESTADO DELTA AMACURO. VENEZUELA

| Metales | Agua sin filtrar (µg/mL) |        | Agua filtrada (µg/mL) |                 | Sedimentos (µg/g) |               |
|---------|--------------------------|--------|-----------------------|-----------------|-------------------|---------------|
|         | M1                       | M2     | M1                    | M2              | M1                | M2            |
| Cd      | ND                       | ND     | ND                    | ND              | 0,075 ± 0,025     | 0,142 ± 0,038 |
| Pb      | ND                       | ND     | ND                    | ND              | 5,22 ± 1,26       | 5,78 ± 2,72   |
| Fe      | 0,594                    | 1,01   | 0,454 ± 0,019         | 0,869 ± 0,006   | 3662 ± 303        | 3822 ± 1050   |
| Zn      | 0,004                    | 0,020  | 0,007 ± 0,001         | 0,016 ± 0,011   | 17,3 ± 1,2        | 17,3 ± 1,2    |
| Cu      | ND                       | ND     | ND                    | ND              | 2,93 ± 0,38       | ND            |
| Mo      | ND                       | 0,0042 | ND                    | 0,0006 ± 0,0001 | 4,05 ± 0,28       | 2,02 ± 1,56   |
| Mn      | 0,0171                   | 0,054  | 0,016 ± 0,002         | 0,043 ± 0,001   | 28,2 ± 2,79       | 47,9 ± 9,3    |
| Mg      | 0,218                    | 0,448  | 0,207 ± 0,014         | 0,437 ± 0,002   | 605 ± 65          | 973 ± 188     |
| Ca      | 0,360                    | 0,975  | 0,388 ± 0,042         | 0,918 ± 0,093   | 182 ± 26          | 214 ± 22      |

\*P < 0,05. M1= Laguna Sur. M2= Laguna de Caigual.

**TABLA II**  
**CONCENTRACIÓN DE METALES EN DIFERENTES TEJIDOS DEL PEZ DULCEACUÍCOLA *Pterygoplycthis multiradiatus* PROVENIENTE DEL DELTA DE ORINOCO**

| Metales (µg/gph) | Branquias     |               | Hígado    |               | Músculo              |                       | Riñón     |               |
|------------------|---------------|---------------|-----------|---------------|----------------------|-----------------------|-----------|---------------|
|                  | M1            | M2            | M1        | M2            | M1                   | M2                    | M1        | M2            |
| Cd               | 0,627 ± 0,161 | 0,499 ± 0,108 | 0,01 ± 0  | ND            | <b>0,519 ± 0,256</b> | <b>0,006 ± 0,004*</b> | 0,011 ± 0 | ND            |
| Pb               | 0,651 ± 0,257 | 0,668 ± 0,262 | 0,92 ± 0  | 0,874 ± 0,115 | <b>1,32 ± 0,10</b>   | <b>0,973 ± 0,101*</b> | ND        | 0,730 ± 0,116 |
| Fe               | 60,3 ± 20,7   | 62,1 ± 2,9    | 1406 ± 0  | 519 ± 80      | 12,7 ± 1,6           | 12,1 ± 0,7            | 365 ± 0   | 169 ± 30      |
| Zn               | ND            | ND            | 18,1 ± 0  | ND            | ND                   | ND                    | 9,5 ± 0   | ND            |
| Cu               | 0,295 ± 0,122 | 0,301 ± 0,040 | 68,1 ± 0  | 62 ± 22       | 0,126 ± 0,021        | 0,204 ± 0,089         | 4,27 ± 0  | 1,33 ± 0,39   |
| Mo               | 0,081 ± 0,016 | 0,083 ± 0,022 | 0,210 ± 0 | 0,242 ± 0,063 | 0,068 ± 0,034        | 0,065 ± 0,044         | 0,098 ± 0 | 0,167 ± 0,028 |
| Mn               | 0,96 ± 0,27   | 1,16 ± 0,22   | 3,02 ± 0  | 1,78 ± 1,35   | <b>0,080 ± 0,017</b> | <b>0,199 ± 0,086*</b> | 1,10 ± 0  | 0,85 ± 0,32   |
| Mg               | 216 ± 52      | 256 ± 36      | 196,8     | 189 ± 16      | 259 ± 21             | 224 ± 15              | 88,4 ± 0  | 154 ± 6       |
| Ca               | 4738 ± 1178   | 5177 ± 842    | 83,3 ± 0  | 41 ± 12       | 380 ± 224            | 598 ± 317             | 49,5 ± 0  | 83,6 ± 21     |

\*P<0,05; (µg/gph)= microgramos/gramos de peso húmedo. M1= Laguna Sur. M2= Laguna de Caigual.

Las concentraciones de metales observada en los tejidos de *P. multiradiatus* fue más baja que la reportada para *Hypostomus* spp, capturada en la laguna de Castellero, Caicara del Orinoco, estado Bolívar, Venezuela [11]. En el caso del Molibdeno (Mo) y manganeso (Mn) a pesar de ser conocido que son elementos esenciales, no se han descrito deficiencia de los mismos en peces. Aunque las variaciones estadísticamente significativas encontradas para las concentraciones de Mn en el músculo, sugieren que hay una modulación de este metal en este tejido probablemente relacionada con condiciones fisiológicas las cuales no fueron establecidas en este estudio.

El orden de acumulación del Cd en los tejidos evaluados fue branquias>músculo>riñón>hígado diferente a lo reportado para *Clarias batrachus* expuesto experimentalmente a cloruro de cadmio Cd [6] ni a lo reportado para *Clarias gariepinus* proveniente del río Nilo, Egipto [14]; en ambas especies de peces se registra que el músculo es el tejido que menos Cd acumula.

En *P. multiradiatus*, el músculo es un tejido blanco para la acumulación de metales tóxicos, tales como el Cd y el Pb difiriendo de los registros en la literatura para la acumulación de estos metales en tejidos de peces [9, 21]. Este hecho reviste gran importancia para la salud humana dado el consumo de este pez por las comunidades aledañas a su área de localización [18].

La distribución de Cd es similar que la observada para el Ca y el magnesio (Mg) sugiriendo que estos dos últimos metales esenciales dirigen la ruta y la dinámica de acumulación del Cd en los tejidos del pez, probablemente debido a la facultad que tiene el Cd de utilizar los canales de Ca para ingresar a la célula y probablemente los de Mg [7].

Los valores promedios de los parámetros bioquímicos evaluados en *P. multiradiatus* son presentados en la TABLA III. Se observó una diferencia significativa en las concentraciones de glucosa, albúmina, triglicéridos, proteínas en los dos grupos de peces (W-test= 282,5 P<0,05; W-test = 8,81 P<0,001 y t-test = 5,61 P<0,001, respectivamente). Los peces de M2

**TABLA III**  
**PARÁMETROS BIOQUÍMICOS DEL PEZ DULCEACUÍCOLA *Pterygoplycthis multiradiatus* PROVENIENTE DEL DELTA DEL ORINOCO, ESTADO DELTA AMACURO, VENEZUELA**

| Parámetros Bioquímicos    | M1              | M2                |
|---------------------------|-----------------|-------------------|
| Glucosa (mg/dL)           | 67,78 ± 11,71   | 47,06 ± 21,30*    |
| Proteínas totales (mg/dL) | 3,40 ± 0,60     | 2,18 ± 0,44*      |
| Albumina (mg/dL)          | 1,15 ± 0,44     | 0,74 ± 0,26*      |
| Globulinas (mg/dL)        | 2,22 ± 0,29     | 1,32 ± 0,52       |
| Urea (mg/dL)              | 6,21 ± 0,99     | 8,10 ± 2,32*      |
| Ácido úrico (mg/dL)       | 2,4 ± 0,54      | 3,07 ± 0,98       |
| Colesterol (mg/dL)        | 153,78 ± 36     | 137,88 ± 34,02    |
| Triglicéridos (mg/dL)     | 112,17 ± 46,34  | 88,38 ± 6,46*     |
| Creatinina (mg/dL)        | 1,52 ± 0,30     | 1,42 ± 0,26       |
| LDH (U/L)                 | 49,33 ± 43,58   | 28,76 ± 13,72     |
| TGO/ASP (U/L)             | 735,33 ± 163,61 | 1342,88 ± 499,26* |
| TGP/ALP (U/L)             | 47,24 ± 16,96   | 317,70 ± 201,67*  |

\*P<0,05. M1= Laguna Sur. M2= Laguna de Caigual.

muestran concentraciones de proteínas y albúmina bajos y altas concentraciones de urea, y de la actividad de las enzimas transaminasas (W-test = 787 P<0,001; W-test = 810 P<0,001, respectivamente). El incremento en las concentraciones de urea y de las transaminasas en los peces del M2 está relacionado con un incremento en la tasa de degradación de moléculas nitrogenadas, como lo son las proteínas, quizás relacionado con el crecimiento y con un aumento en la actividad motora del pez. No se observaron diferencias estadísticamente significativas para las concentraciones de colesterol, triglicéridos y LDH (TABLA III).

La no variación observada en los parámetros hematológicos de ambos grupos de peces (TABLA IV) sugiere unas condiciones de saturación de oxígeno en el agua similares en las dos

**TABLA IV**  
**PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS EN EL PEZ**  
**DULCEACUÍCOLA *Pterygoplycthis multiradiatus***  
**PROVENIENTE DEL DELTA DEL ORINOCO, ESTADO**  
**DELTA AMACURO, VENEZUELA**

| A. Parámetros Hematológicos | M1            | M2             |
|-----------------------------|---------------|----------------|
| Hb (g/dL)                   | 7,31 ±1,44    | 7,49 ± 1,97    |
| Hto (%)                     | 31,40 ± 5,05  | 32,02 ± 7,77   |
| RBC x10 <sup>5</sup> cel/mL | 1,25 ± 0,36   | 1,44 ± 0,36    |
| VCM (fL)                    | 186,17 ± 7,34 | 174,91 ± 11,49 |
| HCM (pg)                    | 59,11 ± 3,29  | 52,96 ± 4,81   |
| CHCM (%)                    | 31,72 ± 1,80  | 30,22 ± 1,76   |

M1= Laguna Sur. M2= Laguna de Caigual.

localidades. Los parámetros hematológicos aquí reportados difieren de los registrados por Val y cols. [22] para esta especie. Estos autores registran valores superiores de Hb y Hto; esta diferencia puede ser explicada porque capturaron peces en el período de baja disponibilidad de oxígeno, por lo que en estos peces, los valores hematológicos están adaptados a las condiciones de hipoxia presentadas. Los resultados hematológicos aquí reportados corresponden a peces capturados en el período de lluvia donde hay alta disponibilidad de oxígeno.

Las concentraciones de metales reportados para *P. multiradiatus* de la zona del delta del Orinoco se encuentran por debajo de los límites permitidos, igualmente los valores de metales registrados en el agua y en los sedimentos de las lagunas. Estos hallazgos señalan una línea base para los parámetros bioquímicos de la especie e indican que los peces de la zona evaluada no representan ningún peligro para el consumo humano, en cuanto al contenido de metales pesados.

## CONCLUSIONES

Las concentraciones de metales reportados para *P. multiradiatus* de la zona del delta del Orinoco se encuentran por debajo de los límites permitidos

Las concentraciones de Cd en tejidos de *P. multiradiatus* fueron branquias> músculo>riñón y de plomo fueron músculo>riñón>branquias.

Se presenta una caracterización de parámetros bioquímicos y hematológicos en juveniles de *P. multiradiatus* proveniente del delta del Orinoco.

## AGRADECIMIENTO

Este trabajo contó con el apoyo del Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONACIT), Consejo de Investigaciones de la Universidad de Oriente y del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), sede Tucupita.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BLAXHALL, P.; DAISLEY, K. Routine haematological methods for use with fish blood. **J. Fish Biol.** 5:771-781. 1973.
- [2] BUNKLEY-WILLIAMS, L.; WILLIAMS, E. H. ; LILYS-TROM, C. G.; CORUJO-FLORES, I.; ZERBI, A. J.; ALI-AUME, C.; CHURCHILL, T. N. The South American sailfin armored catfish, *Liposarcus multiradiatus* (Hancock), a new exotic established in Puerto Rican fresh waters. **Caribbean J. Sci.** 30:90-94. 1994.
- [3] COURTENAY, W. R. JR.; HENSLEY, D. A.; TAYLOR, J. N.; MCCANN, J. A. Distribution of exotic fishes in the continental United States. In: W. R. Courtenay, Jr. and J. R. Stauffer, Jr. (Eds). **Distribution, Biology and Management of Exotic Fishes.** John Hopkins University Press, Baltimore, Maryland. Pp 41-77. 1984.
- [4] GONZÁLES, A.R.; MÁRQUEZ, A.; CHUNG, K.S. Hierro y cobre en *Plagioscion squamosissimus* (Piscis: Sciaenidae) del río Orinoco, Venezuela. **Rev. Biol. Trop.** 48:207-213. 2000.
- [5] HOSSEINI, A.A.; KARBASSI, A.; HASSANZADEH, K.B.; MONAVARI, S.M.; SEKHAVATJOU, M.S. Bioaccumulation of trace elements in different tissues of three commonly available fish species regarding their gender, gonadosomatic index, and condition factor in a wetland ecosystem. **Environ. Monit. Assess.** 184(4):1865-78. 2012.
- [6] JAYAKUMAR, P.; VATTAPPARUMBIL, I. P. Patterns of cadmium accumulation in selected tissues of the catfish *Clarias batrachus* (Linn.) exposed to sublethal concentration of cadmium chloride. **Vet. Archiv.** 76 (2): 167-177. 2006.
- [7] KLINCK, J.S.; WOOD, C.M. Gastro-intestinal transport of calcium and cadmium in fresh water and seawater acclimated trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Comp. Biochem. Physiol. C Toxicol. Pharmacol.** 157(2): 236-50. 2013.
- [8] LASSO, C.A.; LEW, D.; TAPHORN, D.; DONASCIMIENTO, C.; LASSO-ALCALÁ, O.; PROVENZANO, F.; MACHADO-ALLISON, A. Lista de especies y distribución por cuencas. **Biodiversidad ictiológica continental de Venezuela. Parte I.** Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales ("2003"). Pp 300. 2004.
- [9] MARFO, JT.; AKOTO, O.; NAKAYAMA, S.M.; BAIDOO, E.; IKENAKA, Y.; ISHIZUKA, M. Distribution of metals in organs of *Clarias gariepinus*, *Heterobranchus bidorsalis*, and *Chrysichthys nigrodigitatus* from the Offin River at Dunkwa-on-Offin, Ghana. Japón. **J. Vet. Res.** 61 (Suppl): 69-71. 2013.

- [10] MÁRQUEZ, A.; GARCÍA, O.; SENIOR, W., MARTÍNEZ, G.; GONZÁLEZ, A.; FERMÍN, Y. Metales pesados en sedimentos superficiales del río Orinoco, Venezuela. **Bol. Inst. Oceanogr.** 51(1):3-18. 2012.
- [11] MÁRQUEZ, A.; SENIOR, W.; MARTÍNEZ, G.; CASTAÑEDA, J.; GONZÁLEZ, Á. Concentraciones de metales en sedimentos y tejidos musculares de algunos peces de la laguna de Castillero, Venezuela. **FCV-LUZ XVIII(2):**121-133. 2008.
- [12] MEIER, P.; ZÜND, R. Complex examples. In: **Statistical Methods in Analytical Chemistry**. Wiley, Nueva York, 321 pp. 1993.
- [13] NICO, L.G. Nocturnal and diurnal activity of armored suckermouth catfish (Loricariidae: *Pterygoplichthys*) associated with wintering Florida manatees (*Trichechus manatus latirostris*). **Neotrop. Ichthyol.** 8(4):893-898. 2010.
- [14] OSMAN, A.G.M.; KLOAS, W. Water Quality and Heavy Metal Monitoring in Water, Sediments, and Tissues of the African Catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) from the River Nile, Egypt. **J. F. Environ. Protect.** 1:389-400. 2010.
- [15] PAGE, L.; ROBINS, R. Identification of sailfin catfish (Teleostei: Loricariidae) in southeastern asia. **The Raffles Bull. Zool.** 54(2):455-457. 2006.
- [16] PÉREZ, N. E.; PÉREZ, A. Análisis de la Producción Pesquera en los Cuerpos de Agua temporales del bajo llano, Venezuela. **Acta Apuroquia.** 1(1):32-43. 2009.
- [17] REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA, Decreto 883. Gaceta oficial 5021 Extraordinaria. 18/12/1995.
- [18] RODRÍGUEZ-OLARTE, D.; TAPHORH, D. C.; LOBÓN-CERVIÁ, J. Patterns of Freshwater Fishes of the Caribbean Versant of Venezuela. **Internat. Rev. Hydrobiol.** 94: 67-90. 2009.
- [19] ROJAS DE A, L.; CHANG, I.; AGARD, J.; BEKELE, I.; HUBBARD, R. Heavy metal in green mussel (*Perna viridis*) and oyster (*Crassostrea* sp.) from Trinidad and Venezuela. **Arch. Environ. Contam. Toxicol.** 42: 410-415. 2002.
- [20] SÁNCHEZ, M. C. La calidad de las aguas del río Orinoco. En: El río Orinoco como ecosistema. EDELCA. **Act. Cient. Venez.** Universidad Simón Bolívar, 430 pp. 1990.
- [21] TAWHEEL, A.; SHUHAIMI-OTHTMAN, M.; AHMAD, AK. Assessment of heavy metals in tilapia fish (*Oreochromis niloticus*) from the Langat River and Engineering Lake in Bangi, Malaysia, and evaluation of the health risk from tilapia consumption. **Ecotoxicol. Environ. Saf.** 93:45-51. 2013.
- [22] VAL, A.; FONSECA DE ALMEIDA-VAL, V.; GUZMO, E. Hemoglobins, hematology, intraerythrocytic phosphates and whole blood Bohr effect of *Pterygoplichthys multiradiatus* (Siluriformes) adaptative features of amazon fishes: **Comp. Biochem. Physiol. B. Biochem. Mol. Biol.** 97(3): 3:435-40. 1990.
- [23] ZAR, J. Two samples hypothesis En: **Biostatistical Analysis**. Prentice Hall. Boll. Sci. USA. 540 pp. 1979.