

EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS EN GUABINA (*Hoplias malabaricus*), BLOCH 1794, CAPTURADAS EN EL EMBALSE HIPEREUTRÓFICO DE SUATA (ESTADO ARAGUA, VENEZUELA)*

Amino Acids Content in Guabinas (*Hoplias malabaricus*), Bloch 1794, from Suata Hipereutrophic Lagoon (Aragua State, Venezuela)

Julymar Acuña, Ernesto José González¹, María de los Ángeles Álvarez², Carlos Peñaherrera³ y Marinela Barrero^{3*}

¹Laboratorio de Limnología Instituto de Biología Experimental (IBE). ²Centro de Química Analítica, Escuela de Química.

³Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos. * marinela.barrero@ciens.ucv.ve

Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. Apartado 47.097 Los Chaguaramos. Caracas 1041-A, Venezuela

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el contenido de aminoácidos en guabinas (*Hoplias malabaricus*) capturadas en el embalse de Suata, estado Aragua, con la finalidad de aportar información sobre la calidad nutricional de las guabinas comercializadas en la zona. Además se adquirió una guabina (*H. malabaricus*) de referencia en el embalse El Pueblito, estado Guárico, para observar si existe algún efecto de las condiciones de las aguas sobre el contenido de aminoácidos en los peces. El muestreo en el embalse de Suata se realizó durante los meses de noviembre 2007 a julio 2008, determinándose el contenido de proteínas, grasa, y aminoácidos. Los resultados obtenidos indicaron que el contenido de proteínas no varió significativamente durante los meses de muestreo. Los aminoácidos no esenciales mayoritarios fueron el ácido aspártico y el ácido glutámico. Los contenidos de serina, glicina y lisina presentaron diferencias estadísticamente significativas durante los meses de muestreo. La lisina y la leucina fueron los aminoácidos esenciales mayoritarios presentes. En los meses de diciembre 2007 y febrero 2008 se observó una disminución en el contenido de aminoácidos no esenciales, esenciales y totales en las guabinas. Las condiciones del agua del embalse de Suata parecieron no afectar el contenido de aminoácidos en las guabinas, ya que no se observaron diferencias estadística-

mente significativas entre la muestra de referencia capturada en el embalse oligotrófico El Pueblito y las guabinas del embalse de Suata.

Palabras clave: *Hoplias malabaricus*, guabinas, Suata, amino ácidos.

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate amino acids contents on Guabinas (*Hoplias malabaricus*), from Suata lagoon, Aragua State, Venezuela to get information about nutritional quality of the fish captured and sold around Suata area. As reference, was acquired a guabina (*H. malabaricus*) from El Pueblito lagoon, Guárico State, Venezuela to compare the effect of water on the amino acids contents. Samples collection on Suata lagoon was from November 2007 to July 2008. The results showed that proteins contents variation was not significantly over the months evaluated. Aspartic acid and glutamic acids were the most important no essential amino acids found; serine, glycine, and lysine presented significant differences over months evaluated. Lysine and leucine were the essential amino acids on highest concentration. From December 2007 to February 2008 was observed that essential and no essential amino acids decreased in guabinas. The water conditions of

* Estudio enmarcado dentro del Proyecto de investigación titulado "Limnología y efecto de los impactos antrópicos sobre los peces de interés comercial del embalse de Suata (Estado Aragua) y del Lago de Valencia (estados Aragua y Carabobo)" CDCH Nro PG 03.00.6495.2006.

the Suata lagoons appeared no effect over amino acids contents in guabinas from Suata lagoon.

Key words: *Hoplias malabaricus*, guabinas, Suata, amino acids.

INTRODUCCIÓN

Los aminoácidos y péptidos proporcionan los elementos necesarios para la síntesis proteica, desempeñan un papel central en la construcción de bloques de proteínas y productos intermediarios del metabolismo y además ayudan a mantener la salud y la vitalidad del organismo [23]. El contenido de aminoácidos libres en el músculo de las especies acuáticas es normalmente mayor al de los animales terrestres y oscila entre 0,5 y 2% del peso del músculo. Los peces son una fuente de proteínas ricas en aminoácidos esenciales para humanos, tales como, lisina, metionina, cisteína, treonina y triptófano [23, 29, 32]. Los productos pesqueros son particularmente buena fuente de lisina, que se encuentra en muy bajas proporciones en los cereales, el producto alimenticio más importante en el mundo. Una reducción en el suministro de lisina en la dieta puede conducir a problemas mentales y físicos, ya que es un precursor de la biosíntesis del glutamato, neurotransmisor importante en el sistema nervioso central de los mamíferos [10]. Además, en algunos productos pesqueros que contienen azufre en sus aminoácidos esenciales, pueden suplementar la deficiencia de este elemento en las proteínas vegetales. Así, las proteínas en una dieta balanceada pueden ser utilizadas para una constitución saludable del cuerpo humano [32, 35].

La guabina, (*Hoplias malabaricus*), especie seleccionada en este estudio se distribuye en los ríos de Centro y Sur América. A pesar de que pueden sobrevivir en cualquier tipo de aguas, comúnmente se encuentra en aguas mansas de los ríos y en sistemas lénticos. Se localiza usualmente en aguas poco profundas y en zonas cercanas a la costa [31]. Esta especie es un pez depredador, y recientemente ha sido usada en experimentos de investigación de exposición dietaria a contaminantes [20, 25], debido a su comportamiento voraz, su habilidad para adaptarse a condiciones experimentales y su posición en la cadena alimentaria. Alcanza la madurez sexual al año, la reproducción comienza al inicio de las lluvias y se extiende por cinco meses. Las hembras liberan de 2.500 a 3.000 huevos en depresiones en las riveras de los ríos [27]. Adicionalmente, tiene una mayor tolerancia a la supresión de alimentos y sobrevive por periodos de hasta 180 días sin reducción de la tasa metabólica (absorción de oxígeno) [20].

La eutrofización de los ecosistemas de agua dulce puede causar efectos tóxicos relacionados con la proliferación de productores primarios. La proliferación y posterior descomposición de la materia orgánica, por lo general conduce a bajas concentraciones de oxígeno disuelto en el fondo de las aguas y en los sedimentos de los ecosistemas lénticos eutróficos e hipereutróficos. La hipoxia o anoxia (baja cantidad o ausencia

de oxígeno, respectivamente) en estos ecosistemas acuáticos causan la muerte de invertebrados y peces, reduciendo significativamente el hábitat adecuado para la alimentación y reproducción de los mismos [9].

El embalse de Suata, ambiente seleccionado en esta investigación se encuentra ubicado en el estado Aragua. Está alimentado por el río Aragua formando parte de la cuenca del Lago de Valencia. Es un centro de recreación, pero recibe altas cantidades de residuos químicos y contaminantes, provenientes de industrias, granjas avícolas y porcinas. Este cuerpo de agua fue clasificado como hipereutrófico, debido a los altos valores de fósforo y nitrógeno de sus aguas [17]. El embalse de Suata presenta altas concentraciones de material biogénico, fitoplancton principalmente, lo cual limita la transparencia [17]. Este tipo de embalse presenta un pH alcalino superior a 8. Los valores de amonio son elevados y unido a elevados valores de pH hacen que el amonio esté presente en forma de hidróxido de amonio, el cual es tóxico para los peces [34]. Las altas concentraciones de nitratos y amonio se deben a las actividades antrópicas y a los procesos de descomposición dentro del cuerpo de agua.

En las aguas y en los peces del embalse de Suata se han detectado bajas concentraciones de los metales pesados en agua y peces como Cd, Cu, Cr, Ni, Pb y Hg. El mercurio es considerado el metal más tóxico y el principal contaminante de ambientes acuáticos y supone un riesgo de enfermedades humanas debido al consumo de pescados contaminados con este metal [29, 32]. Los efectos del mercurio en peces de agua dulce se demuestran por la inhibición de la síntesis de proteínas y enzimas con grupos SH, alteración de órganos y disminución de los mecanismos osmorreguladores. El cadmio es considerado un contaminante ambiental resultado de la industrialización moderna; está presente en los residuos de procesos industriales y en las aguas presenta una alta toxicidad, especialmente para los peces. Los metales pesados, incluyendo el cadmio, tienen efectos negativos en los peces, tales como: desequilibrio osmótico, afección respiratoria, daños en los tejidos y reducción de los recursos energéticos [29, 32].

En un estudio sobre el contenido de proteína cruda, aminoácidos totales y libres en la trucha ártica *Salvelinus alpinus* criada en diferentes densidades de población, Metusalach y col. [23] encontraron que el contenido de proteínas crudas y lípidos incrementó con el crecimiento de los peces. El contenido de proteínas varió entre las densidades de los grupos de peces, pero no se observó relación entre la densidad y el contenido de proteínas del pescado. El contenido total de aminoácidos varió entre la densidad de los grupos y los días de muestreo. Así, en el tratamiento con densidad de 40 kg/m³ observaron un alto contenido de serina, glicina y tirosina, pero una baja cantidad de hidroxiprolina, prolina, valina, cisteína, metionina, isoleucina, leucina, lisina y arginina. En los peces del tratamiento de 50 kg/m³ se observó un alto contenido de ácido aspártico, treonina, prolina, valina, cisteína, isoleucina, leucina, lisina y arginina, pero baja cantidad de ácido glutámico, alanina

y fenilalanina. Sin embargo, para los peces en el tratamiento de 75 kg/m³ se detectó un alto contenido de ácido glutámico, alanina, metionina y fenilalanina, y un bajo contenido de treonina, glicina y tirosina. Comparando todos los tratamientos, los autores encontraron bajos contenidos de ácido aspártico, prolina, valina, isoleucina y triptófano. Los aminoácidos presentes en mayores proporciones fueron el ácido aspártico, ácido glutámico, leucina y lisina, mientras que el menos abundante fue hidroxiprolina. Los aminoácidos libres en el pescado variaron significativamente con la densidad de los grupos y los días de muestreo; sin embargo, la carnosina, un dipéptido que actúa como antioxidante en los músculos, no se observó en los pescados en densidad de 40 kg/m³ en las semanas finales del experimento. También se encontró un alto contenido de aminoácidos libres y compuestos derivados como son histidina, lisina, serina y taurina, y un bajo contenido de alanina, hidroxiprolina, prolina y treonina.

Zuraini y col. [36] evaluaron la composición de los ácidos grasos y aminoácidos en tres peces del género *Channa*. El contenido de proteínas fue de 19 a 23% para *Channa lucius*, *Channa micropeltes* y *Channa striatus*, respectivamente, mientras que el contenido de lípidos fue de 5,7 a 11,9% y el de cenizas de 1,0 a 1,8%. Los aminoácidos en mayor cantidad fueron el ácido glutámico, ácido aspártico y lisina, de 9,7 a 21,7% y el ácido graso más abundante fue C16:0, en cantidades de 25,6 a 30,4%. Otros ácidos grasos en altas cantidades fueron C22:6, C18:1 y C18:0. El nivel de ácido araquidónico, C20:4, fue usualmente alto en *C. striatus* (19,02%).

Adeyeye [3] estudió la composición de aminoácidos de tres especies de peces de Nigeria: *Clarias anguillaris*, *Oreochromis niloticus* y *Cynoglossus senegalensis*, reportando que el aminoácido más abundante fue el ácido glutámico (108-118 mg/g de proteína cruda) y la leucina fue el aminoácido esencial más abundante (58,0-64,7 mg/g de proteína cruda), mientras que el contenido total de aminoácidos fue de 618 a 637 mg/g de proteína cruda. El total de aminoácidos esenciales con histidina, fue de 300 a 317 mg/g o de 48,6 a 50,0%, y sin histidina fue de 283 a 299 mg/g de proteína cruda o de 45,8 a 47,0%. El aminoácido limitante fue la treonina para *C. anguillaris* y para *C. senegalensis* y la valina para *Oreochromis niloticus*, mientras que los niveles en conjunto de fenilalanina y tirosina, fueron mayores que 1, entre 1,06 y 1,21. Se concluyó que en todas las muestras de peces existieron diferencias significativas entre el contenido de aminoácidos esenciales y no esenciales.

González [18] realizó un estudio de la composición química y disponibilidad ambiental de los metales en los sedimentos del embalse Suata de noviembre '07, a febrero '08. Así mismo indicó que, la concentración de los elementos mayoritarios (Ca, Mg, Al, Fe, Ti, Si) presentaron poca variación dentro del muestreo realizado. Los resultados en el fraccionamiento químico indicaron que la disponibilidad de los metales pesados en los sedimentos presentó el orden Zn>Mn>Co>Ni>Cd>Cu, siendo el Zn el que presentó el mayor riesgo ambiental para el

cuerpo de agua, ya que se encontró por el orden del 40% p/p en la primera fracción. Los otros elementos representaron un riesgo moderado. El Zn y el Cd pudieron provenir de fuentes antrópicas.

Arú [6] realizó un estudio del contenido de metales pesados en aguas y peces del embalse de Suata indicando que su concentración no sobrepasó los valores máximos permitidos por la norma EPA para aguas continentales, por lo que no representaron un riesgo para el destino que tienen dichas aguas. El Cu presentó la mayor concentración 1,1 ± 1,3 µg/L seguido por Pb>Ni>Cr>Hg. El Cd presentó menor concentración variando de 0,05 a 0,15 µg/L. En los tejidos, la concentración de los elementos metálicos disminuyó en el siguiente orden Cu>Cr>Hg>Ni = Pb = Cd, encontrándose todos por debajo de 0,85 mg/kg. La concentración de los metales en las muestras de tejidos de pescados no alcanzó los valores límites permitidos según las normas COVENIN 1776 [13] y COVENIN 1087 [14] para atún (*Thunnus* spp.) y sardinas (*Sardinella* spp.), respectivamente y el Codex Alimentarius [12] para Cd y Hg. En las muestras de hígado, las concentraciones de los metales fueron superiores a las obtenidas en los tejidos de los mismos peces y la concentración de Cu fue superior al nivel máximo permitido por la norma COVENIN 1776 [13] y COVENIN 1087 [14]. Por otra parte, se encontraron correlaciones significativas entre la concentración de Cu con la talla y peso de los peces, así como también entre la concentración de los elementos Hg y Ni y la talla de los mismos, posiblemente por procesos de bioacumulación.

El objetivo del presente estudio fue evaluar el contenido de aminoácidos en guabinas *Hoplias malabaricus* Bloch 1794, capturadas en el embalse hipereutrófico de Suata (estado Aragua, Venezuela).

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras

Esta investigación se llevó a cabo con ejemplares enteros de guabinas (*Hoplias malabaricus*) adquiridas a través de pescadores artesanales en el embalse de Suata. El muestreo fue realizado en conjunto con el laboratorio de Limnología del Instituto de Biología Experimental (IBE) de la Universidad Central de Venezuela (UCV) desde noviembre 2007 a octubre 2008, colectándose un total de 19 ejemplares con tamaños entre 30 y 45 cm de longitud y peso comprendido entre 500 y 1500 gr. No se colectaron especímenes de *H. malabaricus* en los meses de abril, agosto, septiembre y octubre.

La guabina *H. malabaricus* de referencia se adquirió en enero 2009, proveniente del embalse El Pueblito, Edo. Guárico, del río Quebrada Honda ubicado a 45 Km al oeste de la población de Zaraza (estado Guárico). Este embalse se emplea para control de inundaciones y González [16] lo clasificó el embalse como oligotrófico, por presentar bajas concentraciones de fosfatos y nitratos, baja densidad de algas, transpa-

rencia de las aguas elevadas y productividad de peces. Sin embargo, actualmente por las extensas actividades antrópicas en los alrededores del embalse, pudiera haberse modificado su estado trófico. El ejemplar de referencia midió 35 cm de longitud y pesó 760 gramos. Tanto la muestra de referencia como las *H. malabaricus* capturadas en el embalse de Suata, fueron trasladadas en bolsas plásticas y en frío hasta el laboratorio de Productos Pesqueros del Instituto de Ciencias y Tecnología de Alimentos. Luego fueron lavadas con agua destilada, fileteadas y congeladas a -40°C en un congelador estático marca SO-LOW, EUA. hasta su análisis.

Composición química

Las siguientes determinaciones se realizaron por triplicado en el músculo del pescado.

Contenido de proteína cruda: se realizó según el método micro Kjeldahl N° 47022 de Analysis Of Official Analytical Chemist AOAC [5] (factor 6,25).

Contenido de grasa cruda: se realizó por el método N° 94302 de AOAC [5].

El análisis de la composición de aminoácidos de las proteínas se realizó en cuatro pasos: la hidrólisis de la proteína, resecado, derivatización y análisis por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), según el protocolo para el análisis de aminoácidos (totales y libres) [3, 10, 11, 34]. Esta fase del estudio se realizó en los laboratorios de la empresa Cervecerías Polar C.A [26]. Se realizó una curva estándar con los aminoácidos puros (Pierce N° 88122) analizando cinco concentraciones distintas 0,0125; 0,0375; 0,0625; 0,125 y 0,25 $\mu\text{mol/mL}$. El patrón de aminoácidos se sometió a procesos de secado y resecado de la misma manera que las muestras a analizar. El volumen de inyección fue de 4 μL , el tiempo de corrida fue de 47 min, y el tiempo de espera para la próxima inyección fue de 30 minutos. Para el análisis de aminoácidos se utilizó un HPLC de la casa Waters, EUA, en fase reversa constituido por una válvula de inyección automática marca Rheodyne, dos bombas marca Shimadzu modelo LC-6A, cromatografía líquida con detector UV-Vis, con cámara de refrigeración, se utilizó una columna Nova-Pack C18 (Waters p/N WATO 11695) 3,9 \times 300 mm y la detección se realizó a 254 nm. Una vez corridos los estándares y las muestras se realizó la integración de los picos, y con estas áreas se realizó la curva de calibración. La integración de los picos cromatográficos se realizó con el programa Millennium 4.0, de Waters Millennium incorporado al HPLC de la casa Waters, EUA de modo de obtener directamente los valores de concentración. El programa Millennium permite calibrar de diferentes maneras, de tal modo que al integrar los picos cromatográficos se pueden obtener directamente los valores de las concentraciones. El porcentaje de cada aminoácido se calculó por los gramos de proteínas presentes en la muestra, calculados a partir del porcentaje de proteínas determinado previamente a la hidrólisis de la muestra. Los resultados se expresaron como miligramos de aminoácido

en base a los gramos de proteínas presentes en la muestra, calculados a partir del porcentaje de proteínas determinado previamente a la hidrólisis de la muestra.

Estadística

Para determinar si hubo diferencias significativas entre el contenido de cada aminoácido, de grasa, proteína y cenizas entre los meses de estudio se aplicó un ANOVA de una vía usando ($P < 0,05$) con el programa estadístico SAS 9.1 [30]. Para detectar los grupos homogéneos se empleó la prueba de diferencia mínima significativa. Se aplicó una prueba t-student de muestras independientes, usando el paquete SAS 9.1 [30], a fin de comparar los resultados de los análisis de los ejemplares obtenidos en el embalse de Suata con la muestra de referencia obtenida del embalse El Pueblito.

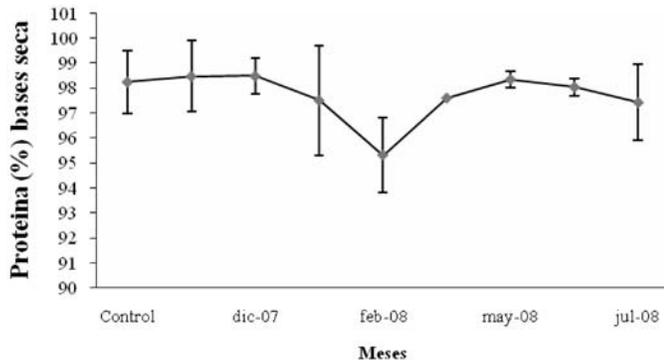
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido de proteínas en las muestras de *H. malabaricus* capturadas en el embalse de Suata, varió entre 95,31% \pm 1,50 en febrero 2008 y 98,47% \pm 98,47 en noviembre 2007. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas, ($P < 0,05$) durante los meses de muestreo realizados en el embalse (FIG. 1).

En la FIG. 1 se observa que en febrero 2008 hubo una notable disminución las proteínas, posiblemente por la poca disponibilidad de alimentos en esta época de muestreo (factores ambientales) o cambios sexuales relacionados con el desove. La calidad nutricional de las proteínas depende básicamente de su composición y de los aminoácidos esenciales [7]. Una ingesta proteica adecuada debe aportar aminoácidos esenciales y suficiente nitrógeno para que el organismo pueda fabricar los aminoácidos no esenciales, que cumplen diferentes funciones en el organismo [22]. En los humanos y otros mamíferos, existe un incremento de nitrógeno en el organismo al suministrar una dieta rica en aminoácidos con grupos sulfuros, como metionina y cisteína, acelerando así la síntesis de aminoácidos no esenciales [1, 2].

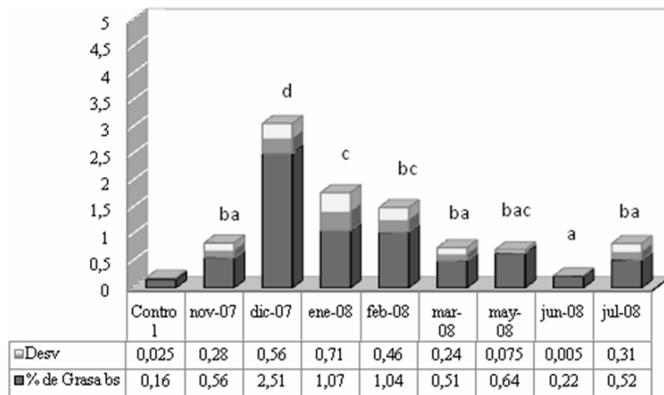
El contenido de grasas en las *H. malabaricus* capturadas en el embalse de Suata, varió entre 0,22% \pm 0,005 en el mes de junio 2008 y 2,51% \pm 0,56 en el mes de diciembre 2007. Hubo diferencias estadísticamente significativas a través del tiempo ($F = 4,6875$) como se observa (FIG. 2).

Las guabina *H. malabaricus* se consideró un pez magro, porque el contenido de lípidos fue menor a 3% [21]. Los lípidos almacenados son usados típicamente en las etapas de desove y durante el desarrollo de gónadas [4]). El contenido de grasa en *H. malabaricus* capturadas en el embalse varió significativamente entre todos los meses de muestreo. El contenido de grasa puede variar notablemente en una especie dependiendo de la época del año, edad, sexo, ingesta de alimentos, entre otros [7].



Los valores son la media de tres replications n=3 ± DE/ Results from three replications n=3 ± DE

FIGURA 1. CONTENIDO DE PROTEÍNAS EN BASE SECA (% ± DE) EN MUESTRAS DE *H. malabaricus*, CAPTURADAS EN EL EMBALSE DE SUATA.



Los valores son la media de tres replications n = 3 ± DE. Letras diferentes denotan diferencias significativas (P < 0,05). Results from three replications n=3 ± DE. Different letters mean significancy (P < 0,05).

FIGURA 2. CONTENIDO DE GRASA EN BASE SECA (% ± DE) EN MUESTRAS DE *H. malabaricus*, CAPTURADAS EN EL EMBALSE DE SUATA.

Aminoácidos no esenciales

Las concentraciones de serina variaron entre 17,93 mg/g en mayo 2008 y 40,55 mg/g en julio 2008, con un promedio de 24,67 mg/g ± 8,48, presentando diferencias significativas en los meses de muestreo con dos grupos homogéneos estadísticamente. Las concentraciones de glicina variaron entre 28,78 mg/g ± 12,0 en febrero 2008 y 51,82 mg/g ± 1,4 en julio 2008, con un promedio de 36,59 mg/g ± 8,63. Presentando diferencias significativas con cuatro grupos homogéneos (TABLA I).

Las concentraciones de ácido aspártico y ácido glutámico variaron entre 57,81 mg/g ± 14,7 y 117,2 mg/g ± 36,3 en diciembre 2007, respectivamente y 103,79 mg/g ± 5,8 y 180,57 mg/g ± 0,103 en julio 2008, respectivamente, con un promedio de 75,82 mg/g ± 13,95 y 136,91 mg/g ± 21,31. El ácido glutámico fue el aminoácido no esencial en mayor cantidad encontrado en las muestras de guabinas *H. malabaricus*. El ácido Glutámico actúa como un neurotransmisor excitatorio del sistema nervioso central, el cerebro y la médula espinal. Es un aminoácido importante en el metabolismo de azúcares y grasas, ayuda en el transporte de potasio en el líquido cefalorraquídeo, actúa como combustible para el cerebro, ayuda a corregir los trastornos de distrofia muscular y úlceras [7]. El ácido Aspártico aumenta la resistencia y es bueno para la fatiga crónica, rejuvenece la actividad celular, la formación de células y el metabolismo, protege el hígado, ayudando a la expulsión de amoníaco y se combina con otros aminoácidos para formar moléculas que absorben las toxinas y sacarlas de la circulación sanguínea. Este aminoácido también ayuda a facilitar la circulación de ciertos minerales a través de la mucosa intestinal, en la sangre y las células y ayuda a la función del ARN y ADN, que son portadores de información genética.

Las concentraciones de alanina variaron entre 40,20 mg/g ± 17,18 en febrero 2008 y 66,26 mg/g ± 2,64 en julio 2008, con un promedio de 50,38 mg/g ± 9,83. Adeyeye [3] estudió la composición de aminoácidos de tres especies de pe-

TABLA I
CONTENIDO DE AMINOACIDOS NO ESENCIALES (mg/g DE PROTEÍNA) EN *H. malabaricus* CAPTURADAS EN EL EMBALSE DE SUATA DURANTE LOS MESES DE MUESTREO

Mes	Ácido aspártico	Ácido glutámico	Serina	Glicina	Alanina	Prolina	Tirosina	Isoleucina
Nov- 07	82,7 ± 7,3	146,3 ± 11,4	34,81 ± 3,4 ^b	44,65 ± 5,0 ^{cd}	62,86 ± 10,9	29,91 ± 2,1	22,57 ± 3,1	29,79 ± 4,0
Dic-07	57,81 ± 14,7	117,2 ± 36,3	19,78 ± 5,9 ^a	30,86 ± 8,3 ^{ab}	42,29 ± 14,1	27,35 ± 8,6	20,93 ± 5,8	31,88 ± 13,6
Ene-08	70,81 ± 27,9	127,1 ± 45,5	20,35 ± 5,0 ^a	30,40 ± 9,8 ^{ab}	43,62 ± 14,9	24,21 ± 7,6	24,40 ± 10,0	32,42 ± 13,2
Feb-08	68,61 ± 33,9	118,82 ± 51,8	18,60 ± 6,9 ^a	28,78 ± 12,0 ^a	40,20 ± 17,2	23,38 ± 8,9	19,68 ± 8,0	31,8 ± 11,6
Mar08	70,63 ± 16,2	134,14 ± 47,6	19,95 ± 10,9 ^a	33,1 ± 11,0 ^{abc}	46,64 ± 17,5	27,33 ± 9,8	23,3 ± 7,6	35,26 ± 6,5
May08	68,88 ± 5,8	122,13 ± 16,3	17,93 ± 2,2 ^a	30,21 ± 2,5 ^{ab}	46,06 ± 5,3	28,32 ± 1,5	21,98 ± 3,4	29,90 ± 4,4
Jun-08	83,33 ± 4,2	149,09 ± 8,0	25,50 ± 2,7 ^a	42,94 ± 7,6 ^{bc}	55,07 ± 3,9	35,19 ± 4,7	25,03 ± 0,8	36,94 ± 1,8
Jul-08	103,79 ± 5,8	180,57 ± 0,1	40,55 ± 1,0 ^b	51,82 ± 1,4 ^d	66,26 ± 2,6	34,57 ± 1,4	32,15 ± 1,5	39,27 ± 2,2

Los valores son la media de tres replications n = 3 ± DE. Letras diferentes denotan diferencias significativas (P < 0,05). Results from three replications n=3 ± DE. Different letters mean significancy (P < 0,05).

ces de Nigeria: *Clarias angillaris*, *Oreochromis niloticus* y *Cynoglossus senegalensis*. Los autores reportaron que los aminoácidos más abundante fueron el ácido glutámico (108-118 mg/g de proteína cruda) y la leucina, el aminoácido esencial más abundante (58,0-64,7 mg/g de proteína cruda). Coincidiendo con los resultados encontrados en este estudio. Mientras que el contenido total de aminoácidos fue de 618 a 637 mg/g de proteína cruda.

Las concentraciones de prolina variaron entre 23,38 mg/g \pm 8,90 en febrero 2008 y 35,19 mg/g \pm 4,70 en junio 2008, con un promedio de 28,78 mg/g \pm 4,31. Las concentraciones de tirosina variaron entre 19,68 mg/g \pm 8,0 en febrero 2008 y 32,15 mg/g \pm 1,49 en julio 2008, con un promedio de 23,75 mg/g \pm 3,81. Las concentraciones de isoleucina variaron entre 29,79 mg/g \pm 4,0 en noviembre 2007 y 39,27 mg/g \pm 2,23 en julio 2008, con un promedio de 33,40 mg/g \pm 3,41.

Los aminoácidos no esenciales, son aquellos aminoácidos que pueden ser sintetizados en el cuerpo, a partir de una fuente de carbono adecuada y de los grupos aminos provenientes de otros aminoácidos o de compuestos simples, como el citrato de amonio, y consecuentemente no tienen que ser suministrados ya elaborados en la dieta. La concentración de aminoácidos no esenciales totales variaron entre 348,16 mg/g \pm 24,74 en diciembre 2007 y 548,96 mg/g \pm 3,10 en julio 2008, con un promedio de 410,35 mg/g \pm 69,93. El contenido de aminoácidos no esenciales presentó diferencias significativas y se registraron tres grupos homogéneos (TABLA II).

Durante los meses de noviembre y diciembre se observaron bajos valores de aminoácidos no esenciales en los ejemplares examinados, probablemente debido a los bajos valores de nitrógeno observados en el embalse por lo que sería un elemento potencialmente limitante para el crecimiento del fitoplancton; esto debido a la entrada de agua desde los ríos tributarios durante el período de lluvias y desde el fondo cuando el viento presentó los mayores valores de velocidad. [6, 17]. Así mismo, un incremento pudo deberse al aumento de las concentraciones de nitrógeno al aumentar las precipitaciones en el cuerpo de agua a partir de junio 2008.

La calidad de las proteínas en la dieta es un factor importante que influye en el crecimiento de los peces. Para evaluar la calidad de las proteínas, las variables comúnmente estudiadas son la composición de los aminoácidos esenciales, la digestibilidad y la eficiencia del uso de proteínas. Gaye-Siesinger y col. [15], estudiaron el efecto de una dieta compuesta con aminoácidos no esenciales sobre el crecimiento de la Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) y concluyeron que una dieta basada en el suministro de aminoácidos no esenciales incrementa la masa del cuerpo y crecimiento de la tilapia. Así mismo, Bervoets y col. [8] y Abboudi y col. [2] estudiaron los aminoácidos no esenciales en el salmón atlántico (*Salmon salar*) y encontraron resultados similares.

TABLA II
CONTENIDO TOTAL DE AMINOÁCIDOS NO ESENCIALES (mg/g DE PROTEÍNA) EN *H. malabaricus* CAPTURADAS EN EL EMBALSE DE SUATA DURANTE LOS MESES DE MUESTREO

Mes	Aminoácidos no esenciales totales
Nov-07	453,64 \pm 1,13 ^{bc}
Dic-07	348,16 \pm 24,74 ^{ba}
Ene-08	373,33 \pm 12,30 ^b
Feb-08	349,86 \pm 3,83 ^{ba}
Mar-08	390,35 \pm 37,75 ^{ba}
May-08	365,40 \pm 9,37 ^a
Jun-08	453,10 \pm 11,56 ^{bc}
Jul-08	548,96 \pm 3,10 ^c

Los valores son la media de tres replicaciones $n = 3 \pm$ DE. Letras diferentes denotan diferencias significativas ($P < 0,05$).

Aminoácidos esenciales

Las concentraciones de lisina variaron entre 51,58 mg/g \pm 15,0 en diciembre 2007 y 96,9 mg/g \pm 3,90 en julio 2008, con un promedio de 65,55 mg/g \pm 14,86 presentando diferencias significativas en el mes de julio 2008 entre los meses de muestreo excepto el mes noviembre 2007. Las concentraciones de leucina variaron entre 55,00 mg/g \pm 22,2 en febrero 2008 y 82,29 mg/g \pm 4,19 en julio 2008, con un promedio de 64,25 mg/g \pm 8,58. La leucina y la lisina fueron los aminoácidos esenciales presentes en mayor cantidad en las guabinas durante los meses de muestreo (TABLA III), lo cual también fue registrado por Metusalach y col. [23] en la trucha ártica.

Salvelinus alpinus. Zuraini y col. [36] en peces del género *Channa*; y Usydus y col. [33], en productos pesqueros de Polonia. La lisina, en asociación con varios aminoácidos, interviene en diversas funciones, incluyendo el crecimiento, respiración de los tejidos, generación anticuerpos del sistema inmunológico y síntesis de hormonas [22]. La leucina junto con la isoleucina y la hormona de crecimiento (HGH) intervienen en la formación y respiración del tejido muscular. Para que una síntesis proteínica óptima tenga lugar, es necesario que todos los aminoácidos estén presentes simultáneamente en el tejido. Si dicho equilibrio no es alcanzado, entonces sobreviene un catabolismo (desdoblamiento) de los aminoácidos, reflejándose en una disminución en el crecimiento y en la eficiencia alimenticia [7].

Las concentraciones de histidina, arginina y treonina variaron entre 19,39 mg/g \pm 3,85; 37,51 mg/g \pm 18,61; 20,56 mg/g \pm 13,9, respectivamente, en febrero 2008 y 24,69 mg/g \pm 0,64; 61,72 mg/g \pm 2,42; 42,27 mg/g \pm 3,13, respectivamente, en julio 2008, con un promedio de 20,96 mg/g \pm 1,66; 44,38 mg/g \pm 8,02 y 28,49 mg/g \pm 8,25, respectivamente. La histidina

TABLA III
CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS ESENCIALES (mg/g DE PROTEÍNA) EN *H. malabaricus* CAPTURADAS EN EL EMBALSE DE SUATA DURANTE LOS MESES DE MUESTREO

Mes	Histidina	Arginina	Treonina	Valina	Metionina	Leucina	Fenilalanina	Lisina
Nov07	19,9 ± 5,5	48,8 ± 9,1	38,6 ± 2,5	35,3 ± 5,1	26,6 ± 2,6	66,1 ± 4,4	36,0 ± 3,2	75,5 ± 8,4 ^{ab}
Dic-07	21,1 ± 3,7	38,0 ± 14,1	24,0 ± 10,3	30,1 ± 10,1	19,5 ± 6,6	58,5 ± 21,0	27,6 ± 9,0	51,6 ± 1,0 ^a
Ene-08	20,2 ± 3,4	39,8 ± 16,1	23,2 ± 13,1	31,3 ± 12,4	23,1 ± 7,8	59,8 ± 20,0	29,8 ± 11,0	59,5 ± 19,8 ^a
Feb-08	19,4 ± 3,8	37,5 ± 18,6	20,6 ± 13,9	29,4 ± 14,2	19,8 ± 8,2	55,0 ± 22,2	26,7 ± 11,7	53,6 ± 22,8 ^a
Mar08	20,0 ± 2,4	43,9 ± 18,0	23,5 ± 14,0	32,0 ± 11,5	24,6 ± 8,9	64,1 ± 21,7	31,8 ± 11,9	61,7 ± 18,9 ^a
May08	20,9 ± 1,6	39,8 ± 6,8	22,9 ± 3,0	30,2 ± 4,8	21,7 ± 3,8	59,1 ± 8,5	30,4 ± 4,8	57,3 ± 9,0 ^a
Jun-08	21,5 ± 6,1	47,6 ± 1,1	32,9 ± 5,0	37,8 ± 2,0	24,9 ± 1,1	69,0 ± 2,2	38,2 ± 3,6	68,4 ± 1,4 ^a
Jul-08	24,7 ± 0,6	61,7 ± 2,4	42,3 ± 3,1	40,5 ± 2,0	33,7 ± 1,2	82,3 ± 4,2	41,7 ± 2,0	96,9 ± 3,9 ^b

Los valores son la media de tres replicaciones $n = 3 \pm DE$. Letras diferentes denotan diferencias significativas ($P < 0,05$).

fue el aminoácido limitante encontrado en las guabinas. Adeyeye [3] señaló que el aminoácido limitante fue la treonina para *C. anguillaris* y para *C. senegalensis* y la valina para *Oreochromis niloticus*, mientras que los niveles en conjunto de fenilalanina y tirosina, fueron mayores que 1, entre 1,06 y 1,21. Los autores concluyeron que en todas las muestras de peces existieron diferencias significativas entre el contenido de aminoácidos esenciales y no esenciales.

Las necesidades proteicas de un organismo vienen determinadas por la provisión de los aminoácidos que un organismo es incapaz de producir por si mismo [24]. En *H. malabaricus* el aminoácido esencial limitante, encontrado en menor cantidad fue la histidina con un contenido total durante los meses de muestreo de 20,96 mg/g de proteínas. Un déficit de histidina en humanos puede ocasionar algunos problemas de crecimiento de tejidos [22]. Este aminoácido debe ser suministrado en lactantes [33], ya que en combinación con hormonas de crecimiento (HGH) y algunos aminoácidos asociados contribuyen al crecimiento y respiración de los tejidos.

Las concentraciones de valina, metionina y fenilalanina variaron entre 29,39 mg/g \pm 14,22; 19,78 mg/g \pm 8,19; 26,74 mg/g \pm 11,75, respectivamente, en febrero 2008 y 40,48 mg/g \pm 1,99; 33,72 mg/g \pm 1,16; 41,75 mg/g \pm 2,02, respectivamente, en julio 2008, con un promedio de 33,34 mg/g \pm 4,07; 24,23 mg/g \pm 4,57 y 32,80 mg/g \pm 5,33, respectivamente.

La arginina está implicada en la conservación del equilibrio de nitrógeno y dióxido de carbono y en el sistema inmunológico [22]. Por otra parte, la treonina junto con la metionina y el ácido aspártico cumplen funciones de desintoxicación en el hígado. La valina estimula el crecimiento y la respiración de los tejidos, la metionina interviene en la síntesis de proteínas y constituye el principal compuesto limitante en la formación de las proteínas [33]. La fenilalanina interviene en la producción de colágeno, fundamentalmente en la estructura de la piel del tejido conectivo [7].

En el embalse de Suata, la producción de fitoplancton fue durante el estudio por el alto contenido de nitrógeno y fós-

foro [6, 17]; pero también se registró la presencia de contaminantes, como metales, pesticidas, entre otros, que pudieron haber afectado el contenido de aminoácidos esenciales totales. En febrero 2008 y diciembre 2008 se observaron los menores valores en el contenido de aminoácidos esenciales, no esenciales y totales, que pudieron afectar la calidad nutricional de las proteínas del pescado; probablemente por la disminución de nutrientes. Durante estos meses, la velocidad del viento era baja impidiendo la suspensión de nutrientes del fondo de las aguas a la superficie para aumentar su disponibilidad [6, 17]. Además, el embalse de Suata por la abundante actividad antrópicas en sus alrededores, recibe numerosos contaminantes como metales que afectan la salud de todo el hábitat acuático, calidad y alimentos disponibles. Los pesticidas pueden causar supresión inmune, problemas neurotóxicos, desorden de tiroides y toxicidad en peces [25]. El amonio es otro factor de contaminación en ambientes acuáticos por descomposición de la materia orgánica y prácticas de agricultura. El amonio es tóxico en vertebrados causando convulsiones, coma o muerte [28].

En el embalse, los valores de amonio fueron elevados durante todos los meses del período de éste estudio [17]; con valores promedios superiores a los 150 $\mu\text{g/L}$ y valores extremos que superaron los 300 $\mu\text{g/L}$. Estos valores elevados, unidos a valores de pH superiores a 9, pudieron indicar que el amonio estuvo presente en forma de hidróxido de amonio, hacen que el amonio esté presente en forma de hidróxido de amonio, el cual es tóxico para los peces [34, 35]. Al presentarse el amonio en forma de hidróxido de amonio, los peces probablemente suprimieron el consumo de alimentos en estado de latencia y lo manifestaron al presentar la disminución en el contenido de aminoácidos totales durante algunos de los meses de muestreo. La presencia simultánea y en altas concentraciones de nitratos y de amonio pudiera explicarse por la entrada de estos nutrientes provenientes de las actividades antrópicas en la cuenca de drenaje, además de los procesos de descomposición dentro del cuerpo de agua [17].

Signos de deficiencia de estos aminoácidos en los peces incluyen la reducción de crecimiento, pobre conversión alimen-

ticia, reducción de apetito y alteraciones anatómicas. En la trucha (*Salmo gairdneri*), se ha demostrado que una deficiencia de metionina, puede causar el desarrollo de cataratas, pobre crecimiento y supervivencia [19].

La concentración de aminoácidos esenciales totales varió entre 261,98 mg/g \pm 8,68 en febrero 2008 y 424,32 mg/g \pm 19,13 en julio 2008, con un promedio de 314,36 mg/g \pm 54,01 (TABLAS IV y V). El contenido de aminoácidos esenciales totales, presentó diferencias significativas.

En la TABLA VI, se muestra la composición química de *H. malabaricus* de referencia capturada en el embalse El Pueblito, estado Guárico utilizada como referencia. Se observó que los contenidos de proteínas y grasas fueron similares a los de las guabinas capturadas en el embalse de Suata.

En la TABLA VII, se muestra el contenido de aminoácidos esenciales y no esenciales en la muestra de *H. malabaricus* de referencia. El aminoácido no esencial en mayor cantidad fue el ácido aspártico con 93,92 mg/g de proteínas y el aminoácido esencial en mayor cantidad fue la lisina con 81,78 mg/g de proteínas.

La guabina utilizada como referencia fueron tres hembras con huevos por lo que se realizó una prueba t-student comparándola con los ejemplares de guabinas hembras en el embalse de Suata de febrero, mayo y julio 2008, para observar si hubo diferencias en el contenido de aminoácidos según la localidad de captura. En la TABLA VIII se muestran los resultados de la prueba t-student realizada entre el ejemplar de referencia y los obtenidos en febrero, mayo y julio 2008, para cada uno de los aminoácidos. Se observó que no hubo diferencias entre el contenido de aminoácidos del ejemplar de guabina referencia con los ejemplares de guabinas capturadas en febrero y julio 2008. En el mes de mayo 2008, si se observaron diferencias significativas pero únicamente en el contenido de algunos aminoácidos no esenciales como ácido aspártico, serina, glicina y alanina.

A pesar de que el contenido de proteínas en las guabinas fue similar durante el periodo del estudio, su calidad nutricional fue baja, ya que el contenido de aminoácidos no esenciales fue mayor al contenido de aminoácidos esenciales.

La composición química de la guabina referencia fue similar a la que presentaron las guabinas capturadas en el embalse de Suata por lo que el grado de eutrofización de este último no pareció afectar el contenido de aminoácidos en las proteínas de las guabinas *H. malabaricus*. Tampoco hubo diferencias significativas entre el contenido de aminoácidos de la guabina referencia capturada en el embalse El Pueblito con las guabinas del embalse de Suata. Se observaron algunas diferencias en el contenido de aminoácidos no esenciales en el mes de mayo 2008 cuando normalmente comienzan el periodo de lluvia en el embalse [6, 17] y a la vez el ciclo reproductivo de las guabinas y hubo una disminución significativa en el contenido de aminoácidos no esenciales de las guabinas del embalse de Suata con la guabina de referencia, posiblemente

TABLA IV
CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS ESENCIALES
(mg/g DE PROTEÍNA) EN *H. malabaricus* CAPTURADAS
EN EL EMBALSE DE SUATA DURANTE LOS MESES
DE MUESTREO

Mes	Aminoácidos esenciales
Nov-07	346,79 \pm 10,66 ^{bc}
Dic-07	270,50 \pm 27,28 ^{ab}
Ene-08	286,79 \pm 22,46 ^{bac}
Feb-08	261,98 \pm 8,68 ^{ab}
Mar-08	301,70 \pm 18,40 ^{ab}
May-08	282,46 \pm 4,02 ^a
Jun-08	340,35 \pm 3,20 ^{bc}
Jul-08	424,32 \pm 19,13 ^c

Los valores son la media de tres replicaciones n = 3 \pm DE. Letras diferentes denotan diferencias significativas (P < 0,05).

TABLA V
CONTENIDO TOTAL DE AMINOÁCIDOS ESENCIALES
(mg/g DE PROTEÍNA) EN *H. malabaricus* CAPTURADAS
EN EL EMBALSE DE SUATA DURANTE LOS MESES
DE MUESTREO

Mes	Aminoácidos Totales
Nov-07	800,44 \pm 9,34 ^{bc}
Dic-07	618,66 \pm 52,03 ^{ba}
Ene-08	660,12 \pm 34,77 ^b
Feb-08	611,85 \pm 12,51 ^{ba}
Mar-08	692,04 \pm 65,15 ^{ba}
May-08	647,86 \pm 13,39 ^a
Jun-08	793,44 \pm 14,77 ^{bc}
Jul-08	973,28 \pm 20,93 ^c

Los valores son la media de tres replicaciones n = 3 \pm DE. Letras diferentes denotan diferencias significativas (P < 0,05).

TABLA VI
COMPOSICIÓN QUÍMICA DE *H. malabaricus*
DE REFERENCIA (% \pm DE), CAPTURADA EN EL EMBALSE
EL PUEBLITO

Proteínas	98,24 \pm 1,26
Grasas	0,16 \pm 0,025

Los valores son la media de tres replicaciones n = 3 \pm DE.

TABLA VII
CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS
(mg/g DE PROTEÍNAS ± DE) DE *H. malabaricus*
DE REFERENCIA CAPTURADA EN EL EMBALSE
EL PUEBLITO

Aminoácido	Proteínas (mg/g)
Ácido aspártico	93,92 ± 13,43
Ácido glutámico	159,24 ± 17,94
Serina	36,85 ± 4,17
Glicina	44,98 ± 4,99
Histidina	20,20 ± 5,36
Arginina	50,26 ± 9,07
Treonina	42,86 ± 3,96
Alanina	59,15 ± 5,52
Prolina	31,92 ± 2,96
Tirosina	25,34 ± 4,89
Valina	34,85 ± 3,30
Metionina	28,15 ± 3,31
Isoleucina	32,99 ± 5,33
Leucina	72,71 ± 7,96
Fenilalanina	38,20 ± 3,97
Lisina	81,78 ± 8,67

Los valores son la media de tres replicaciones n = 3 ± DE.

por la reducción de la tasa metabólica, debido a que la especie entra en las diferentes etapas de reproducción que promueve a la supresión de alimentos que afecta la síntesis de aminoácidos en los peces.

CONCLUSIONES

El contenido de proteínas y grasa en las guabinas varió dependiendo de la época de captura. A pesar de que el contenido de aminoácidos varió dependiendo de la época de captura, éstos no se vieron afectados en los meses de muestreo en las guabinas (*H. malabaricus*) capturadas en el embalse hipereutrófico de Suata. La guabina es una buena fuente de lisina y de aminoácidos esenciales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ABOUDI, T; MAMBRINI, M; LARONDELLE, Y; OOGHE, W; ROLLIN, X. Protein and lysine requirements for maintenance and for tissue secretion in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fry. **Aquacult.** 261: 369-383. 2006.
- [2] ABOUDI, T; MAMBRINI, M; LARONDELLE, Y; ROLLIN, X. The effect of dispensable amino acids on nitro-

TABLA VIII
RESULTADOS DE LA PRUEBA t-STUDENT
EN EL CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS,
ENTRE LA MUESTRA REFERENCIA CAPTURADA
EN EL EMBALSE EL PUEBLITO Y LAS MUESTRAS
CAPTURADAS EN FEBRERO, MAYO Y JULIO DE 2008
EN EL EMBALSE DE SUATA

Aminoácidos	Febrero de 2008 $t_{\text{observado}}$	Mayo de 2008 $t_{\text{observado}}$	Julio de 2008 $t_{\text{observado}}$
Ácido aspártico	1,20	3,64*	1,17
Ácido glutámico	1,19	2,60	2,75
Serina	3,90*	6,97*	1,49
Glicina	2,15	4,58*	2,29
Alanina	1,82	2,97*	2,01
Prolina	1,58	1,91	1,41
Tirosina	1,04	1,00	2,30
Isoleucina	0,16	0,77	1,88
Histidina	0,21	0,23	1,44
Arginina	1,06	1,60	2,11
Treonina	2,65	6,97*	0,20
Valina	1,52	1,36	2,76
Metionina	1,64	2,21	2,75
Leucina	1,30	2,02	1,91
Fenilalanina	1,60	2,19	1,38
Lisina	1,99	3,33	2,75

Diferencias significativas (*). Valores gl= 4 y $t_{\text{critico}}= 2,78$.

gen and amino acid losses in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fry fed a protein-free diet. **Aquacult.** 289: 327-333. 2009.

- [3] ADEYEYE, E.I. Amino acid composition of three species of Nigerian fish: *Clarias anguillaris*, *Oreochromis niloticus* and *Cynoglossus senegalensis*. **Food. Chem.** 113(1):43-46. 2009.
- [4] ANDO, S; HATANO, M; ZAMA, K;. A consumption of muscle lipid during spawning migration of chum salmon (*Oncorhynchus keta*). **Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.**51: 1817-1824. 1985.
- [5] ANALYSIS OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST. OFFICIAL. (AOAC). XVI Ed. Mowist. Washington D.C. 2004.
- [6] ARÚ, R. Estudio del contenido de metales pesados en aguas y peces del embalse Suata- Estado Aragua. Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela. Tesis de Grado. 20-25pp.2008.
- [7] BELLIDO, D; ROMAN, D. Minerales. **Manual de nutrición y metabolismo.** See. London. 13-25pp. 1999.
- [8] BERVOETS, L; KNAEPKENS, G; EENS, M; BLUST, R. Fish community responses to metal pollution. **Environm. Pollut.** 138: 338-349. 2005.

- [9] CAMARGO, J; ALONSO, A. Ecological and toxicological effects of inorganic nitrogen pollution in aquatic ecosystems: A global assessment. **Environm. Intern.** 32:831-849. 2006.
- [10] CAMPOS, P; MARTINO, R; TRUGO, L. Amino acids composition of Brazilian surubim fish (*Pseudospaltystoma coruscans*) fed diets with different levels and sources of fat. **Food. Chem.** 96:126-130. 2005.
- [11] CHENG, H; ZHU, X; QIAN, J; ZHU, N; ZHAO, L; CHEN J. Hydrolysis technology of biomass waste to produce amino acids in sub-critical water. **Bioresour.Tech.** 99:3337-3341. 2007.
- [12] CODEX ALIMENTARIUS. Norma general de codex para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos. **Codex Stan** 193-195pp. 1995.
- [13] COVENIN 1766, Norma Venezolana. "Atún en conserva". 3er Rev. 1995.
- [14] COVENIN 1087, Norma Venezolana. "Sardinas en conservas". 5ta Rev. 1998.
- [15] GAYE- SIESSEGER, J; FOCKEN, U; ABEL, HJ; BECKER, K. Influence of dietary non-essential amino acids profile on growth performance and amino acid metabolism of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Comp. Biochem. and Physiol.** Part A 146: 71-77. 2006.
- [16] GONZÁLEZ, E; Caracterización limnológica de embalse El Pueblito (Estado Guárico, Venezuela). Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. Trabajo de Ascenso. 27 pp. 2000.
- [17] GONZÁLEZ, E; ALVAREZ, M; BARRERO, M. Limnología y efecto de los impactos antrópicos sobre los peces de interés comercial del embalse de Suata (Estado Aragua) y del Lago de Valencia (Estados Aragua y Carabobo). Embalse de Suata. Informe final. I Etapa. Universidad Central de Venezuela. 19 pp. 2009.
- [18] GONZÁLEZ, Y. Composición química y disponibilidad ambiental de los elementos en los sedimentos del embalse Suata, Estado Aragua, Venezuela Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela. Tesis de Licenciatura. 37-39pp. 2008.
- [20] KETOLA, G., Amino acid nutrition of fish: requirements and supplementation of diets. **Comp. Biochem. Physiol.** 73B: 17-22pp. 1982.
- [21] MALARES, J; MELA, M; DA SILVA DE A., H; PELLETIER, E; FERREIRA, M; OLIVEIRA, C. Enzymatic inhibition and morphological changes in *Hoplias malabaricus* from dietary exposure to lead (II) or methylmercury. **Ecotoxicol. and Environm. Safety.** 67: 82-88. 2006.
- [22] MAEDA, A., Los moluscos pectínidos de Iberoamérica. **Cien. y Acuicult.** Limusa. 2: 406-408. 2002.
- [23] MATARESE, L.; GOTTSCHLICH, M. Cap. II: Valoración del estado nutricional. III. Nutrientes para el aporte nutricional: y IV. Soporte nutricional en el ciclo vital. **Nutrición Clínica Práctica.** Elsevier. España. 15-33-47pp. 2002.
- [24] METUSALACH, A; BROWN, J; SHAHIDI, F. Variations in the Contents of Crude Protein, Total and Free Amino Acids of Arctic Charr (*Salvelinus alpinus*) Reared at Different Stocking Densities. **J. of Aquatic Food Prod. Tech.** 9:39-55. 2000.
- [25] MORENO, R. Fisiología de la Nutrición. Cap III. Agua, Glucósidos y IV. Aminoácidos y proteínas. **Nutrición y Dietética para Tecnólogos de Alimentos.** Díaz de Santos. España. 11-23pp. 2000.
- [26] NETO, F; ZANATA, S; SILVA DE A., C; NAKAO, L.S; RANDI, C.A; OLIVEIRA, R. Toxic effects of DDT and methyl mercury on the hepatocytes from *Hoplias malabaricus*. **Toxicol. in vitro.** 22: 1705-1713. 2008.
- [27] CERVECERÍAS POLAR C.A. Análisis de aminoácidos libres y totales. Protocolo. Cervecerías Polar, C.A. Caracas, 18 pp. 2008.
- [28] PROVENZANO, F; MILANI, N; DONASCIMENTO, C; MARCANO, A; RODRÍGUEZ, E; MARCANO, T. Proyecto Atlas 2007. **Characiformes Erythrinidae Familia Hopliasmalabaricus.** En línea: <http://izt.ciens.ucv.ve/mbucv/peces/> Junio 2009.
- [29] RANDALL, D.J; TSUI, T. Ammonia toxicity in fish. **Marine Pollut. Bull.** 45: 17-23. 2002.
- [30] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE (SAS). V. 9.1, Cary, NC. 2002.
- [31] SIKORSKI, Z.E. Postharvest biochemical and microbial change. Seafood: Resources, Nutritional composition and preservation. **CRS.** USA. 5-75 pp. 1990.
- [32] TAPHORN, D. The characiform fishes of the Apure river drainage, Venezuela. **Biollania.** 4:443-450. 1992.
- [33] USYDUS, Z; SZLINDR-RICHERT, J; ADAMCZYK, M. Protein quality and amino acid profiles of fish products available in Poland. **Food Chem.** 112:139-145. 2008.
- [34] VÁSQUEZ, C.; DE COS, A.; LÓPEZ, C. Capítulo V. Minerales. **Alimentación y Nutrición.** Díaz de Santos. Madrid. 45-57pp. 1999.
- [35] WETZEL, R. Limnology. **Lake and river ecosystems.** 3rd Ed. Academic Press. San Diego, 1006 pp. 2001.
- [36] ZURAINI, A; SOMCHIT, M.N; SOLIHAN, M.H; GOH, Y; ARIFAH, A; ZAKARIA, M; SMOCHIT, N. Fatty acid and amino acid composition of three local Malaysian *Channa* spp. fish. **Food. Chem.** 97:674-678. 2005.