

Figura 1: Influencia de la salinidad del suelo en la altura de las plántulas de pimienta.

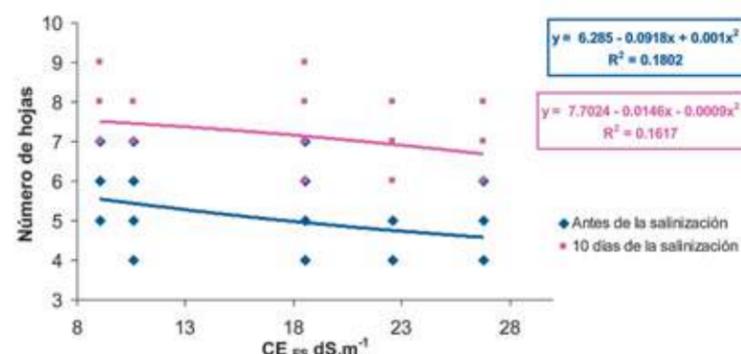


Figura 2: Efecto de la salinidad del suelo en el número de hojas de las plántulas de pimienta.

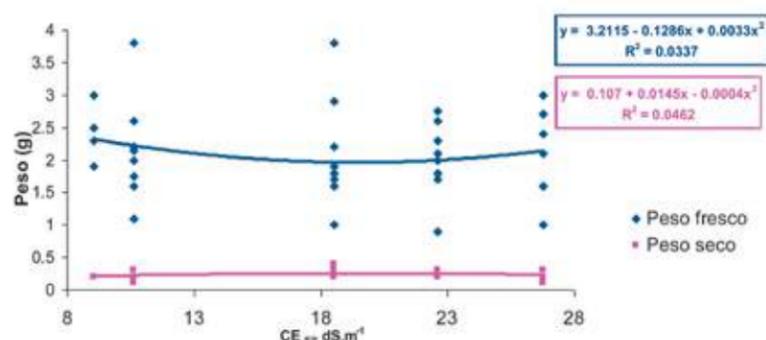


Figura 3: Influencia de la salinidad del suelo en el peso fresco y seco de las plantas de pimienta, a los 57 días de la siembra, 37 días del trasplante.

EFECTO DEL TIPO DE ALIMENTO SOBRE LA ACTIVIDAD DE ENZIMAS INTESTINALES EN PAICHES JUVENILES (*Arapaima gigas* CUVIER, 1829) CRIADOS EN JAULAS.

EFFECT OF FOOD TYPE ON THE INTESTINAL ENZYMES ACTIVITY IN YOUNG PAICHES (*Arapaima gigas* CUVIER, 1829) RAISED IN CAGES.

AUTORES

Wilson Castillo Soto ¹
 Henry Revilla Aguirre ²
 Tulita Alegría Guevara ³
 Juan Lao Gonzales ³

RESUMEN

Se evaluó la actividad de las enzimas sacarasa (EC 3.2.1.48), maltasa (EC 3.2.1.20) y dipeptidasa (EC 3.4.13.11) en la mucosa intestinal de paiches, los que recibieron alimento balanceado extruido (AB) o alimento natural o pez forraje (PF). Los peces (n = 80), con peso promedio de 437 g. fueron distribuidos al azar en ocho jaulas de 1,5 m², sumergidas en estanque de agua de 400 m². La evaluación se realizó después de 12 semanas de alimentación, en segmentos de intestino delgado y en los ciegos pilóricos. La actividad enzimática fue determinada siguiendo las metodologías descritas por [10], [11] y [13]. La actividad fue expresada en unidades de actividad enzimática (UA), definida como la cantidad de enzima que reduce 1 μmol de sustrato por minuto en las condiciones de reacción [14].

Con excepción de los ciegos pilóricos, para la maltasa y el segmento del intestino de 75 %, para dipeptidasa, el tipo de alimento causó un efecto significativo (P<0,05) en la actividad de estas enzimas en todos los segmentos intestinales. Peces que consumieron alimento balanceado mostraron mayor actividad de maltasa (847,00 UA/mg de mucosa) y menor actividad de dipeptidasa (11,41 UA/g de mucosa) frente a aquellos que recibieron alimento natural (513,00 UA de maltasa/mg de mucosa y 13,29 UA de dipeptidasa/g de mucosa). La sacarasa no mostró actividad en ningún tipo de alimento. Se concluye que el alimento balanceado, a base de carbohidratos, conlleva a mayor actividad de maltasa; en tanto que, el alimento natural influye en mayor actividad de dipeptidasa como resultado de la presencia de mayor sustrato. El paiche muestra adaptación fisiológica a este tipo de dieta.

Palabras clave: Actividad enzimática, alimentación, *Arapaima gigas*, dipeptidasa, maltasa, paiche.

¹ Doctor en Producción Animal. Escuela de Medicina veterinaria y Zootecnia. Universidad Privada Antenor Orrego/Trujillo-Perú.

² Ingeniero zootecnista, Avícola Chimú, Trujillo.

³ Maestro en Producción Animal. Facultad de Zootecnia. Universidad Nacional Agraria de la Selva/ Tingo María-Perú





ABSTRACT

Was evaluated activity of the enzymes sucrase (EC 3.2.1.48), maltase (EC 3.2.1.20) and dipeptidase (EC 3.4.13.11) in the intestinal mucosa of paiches those receiving, extruded balanced food (AB) or, natural food or forage fish (PF). The fish ($n = 80$), with an average weight of 437 g were randomly distributed into eight cages of 1.5 m², submerged in water pond 400 m². Evaluation was performed after 12 weeks of feeding, into segments of the small intestine and piloric caeca. The enzyme activity was determined following the methods described by [10], [11] and [13]. The activity was expressed in enzyme activity units (AU), defined as the amount of enzyme that reduces 1 μ mol of substrate per minute at the reaction conditions [14].

With the exception of piloric caeca, for maltase and the intestine segment 75% for dipeptidase, the type of food caused a significant effect ($P < 0.05$) in the activity of these enzymes in all intestinal segments. Fish consuming balanced food showed increased activity of maltase (847.00 AU / mg mucosa) and lower activity of dipeptidase (11.41 AU / g mucosa) versus those who received natural food (513.00 AU of maltase/mg mucosa and 13.29 AU of dipeptidase/g mucosa). The sucrase showed no activity in any food. We conclude that the concentrated feed, carbohydrate-based, leading to increased activity of maltase showing paiche physiological adaptation to this type of diet, while the major influences natural food dipeptidase activity as a result of the presence of more higher substrate.

Keywords: *Arapaima gigas*, dipeptidase, enzymatic activity, food, maltase, paiche.

INTRODUCCIÓN

El paiche (*Arapaima gigas*) es un pez amazónico de gran valor comercial, de hábito alimenticio carnívoro, se alimenta de peces, crustáceos, moluscos, plancton e insectos acuáticos [1]. Desde que el paiche fue declarado una especie en peligro de extinción por la fuerte presión de la pesca en el medio natural, se ha incentivado la crianza en cautiverio y se viene desarrollando prácticas de manejo que conlleven a hacer esta actividad rentable.

La composición principal del alimento natural de peces carnívoros es proteína y grasa, estimándose como requerimientos altos niveles de proteína (40 - 45%), debido a que estas son esenciales, además de la síntesis de nuevos tejidos para crecimiento, como fuente de energía para todos los procesos fisiológicos [2]. Los lípidos presentes en el alimento natural también constituyen fuentes de energía para los peces y son altamente digeribles [3]. Por otro lado, los carbohidratos no son esenciales en la alimentación de los peces carnívoros y tienen baja capacidad de uso de los mismos [4]; sin embargo, son una fuente de energía poco costosa y toman importancia con el uso de dietas balanceadas en las crianzas comerciales.

Aunque las dietas balanceadas para paiche están formuladas en base a harina de pescado -como un insumo padrón en función de su valor biológico, equilibrio de niveles de aminoácidos, calcio y fósforo y su importancia en el crecimiento de los peces [5]- estas también contienen otros insumos tradicionales de origen vegetal, como torta de soya, maíz, polvillo de arroz y afrecho de trigo, en cuya composición se encuentran básicamente carbohidratos solubles y estructurales que no están presentes en el alimento natural del paiche, y al ingresar como componentes de la dieta deben ser digeridos y absorbidos en el intestino; una mayor o menor digestión está asociada con la presencia de enzimas digestivas específicas para cada sustrato [3, 6]. Estas dietas, además, deben ser suplementadas con premezclas de vitaminas, minerales y aminoácidos esenciales para garantizar un crecimiento óptimo [7].

Los sistemas intensivos, en la Amazonía peruana, buscan optimizar la producción de paiche a escala comercial mediante la alimentación con dietas balanceadas que permitan cubrir sus necesidades y expresar su crecimiento óptimo. Sin embargo, considerando el hábito alimenticio del paiche es prioritario conocer los cambios fisiológicos digestivos que ocurren en un proceso de adaptación a

una dieta no natural; dentro de ello es importante conocer la expresión y actividad de las enzimas digestivas a nivel de membrana que son las encargadas de realizar el último proceso de la escala digestiva [8]. En ese contexto, el conocimiento de la actividad de estas enzimas permitirá inferir de qué manera los nutrientes pueden ser digeridos y como consecuencia de ello partir a una formulación de una dieta óptima, con los insumos adecuados. El objetivo fue determinar la actividad enzimática de la sacarasa (EC 3.2.1.48), maltasa (EC 3.2.1.20) y dipeptidasa (EC 3.4.13.11) en mucosa la intestinal de paiches, alimentados con alimento natural o pez forraje y con un alimento balanceado extruido.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en una piscicultura comercial y en el laboratorio de biotecnología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, región Huánuco, ubicada a 660 msnm, con temperatura promedio de 24.8 °C, clasificada como zona de vida de bosque húmedo pre-montano subtropical.

La investigación se inició con 80 paiches juveniles, con peso promedio de 437 g, longitud promedio de 35 cm, distribuidos a través de un diseño completo al azar en dos tratamientos (alimento natural a base de pez forraje o alimento balanceado) y cuatro repeticiones, cada una con 10 peces, colocados en ocho jaulas de 1,5 m², sumergidas en un estanque de agua de 400 m².

Los animales recibieron sus respectivas dietas según sea pez forraje o alimento balanceado, dos veces por día (8:00 y 18:00 h), la ración se calculó en función a la biomasa existente con una tasa de alimentación de 5 % [9] y por un periodo de 4 meses. El alimento natural fue a base de peces cortados en trozos, de las especies tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) y bujurquis (*Cichlasoma amazonarum* Kullander, 1983); el alimento balanceado extruido se presentó en forma de gránulos con textura semidura, de forma cilíndrica, con diámetros de 8 mm, la formulación y la composición nutricional de ambos alimentos se muestra en el cuadro 1.

Al final del experimento se realizó el análisis de la actividad enzimática. Para ello, cuatro ejemplares por tratamiento fueron dejados en ayuno por seis horas; previo al sacrificio los peces fueron aturdidos y se realizó una incisión longitudinal

ventral. El intestino se midió, se lavó con solución salina helada al 0,9% y se colectó las porciones craneal, medio, posterior (segmentos 25; 50 y 75 % de la longitud total del intestino delgado) y los ciegos

pilóricos. Estas muestras se envolvieron con papel aluminio, se sumergieron en nitrógeno líquido y almacenaron en un congelador a -80°C para su posterior estudio.

CUADRO 1

Composición porcentual y nutricional del alimento natural y del alimento balanceado para paiches juveniles (*Arapaima gigas*).

Ingredientes (%)	Tipo de alimento	
	Alimento balanceado	Alimento natural
Pez forraje	---	100,00
Harina de pescado	60,00	---
Afrecho de trigo	12,30	---
Polvillo de arroz	12,00	---
Maíz molido	10,00	---
Premezcla de minerales y vitaminas	0,10	---
BHT	0,02	---
Cloruro de colina	0,10	---
Zinc bacitracina	0,05	---
Secuestrante de micotoxinas	0,05	---
Almidón de yuca	5,00	---
Aceite de palma	0,40	---
Valor nutricional¹		
Proteína bruta	46,6	61,00
Fibra bruta	3,5	0,45
Extracto etéreo	5,4	7,80
Extracto libre de nitrógeno	37,1	5,61
Ceniza	7,4	25,14
Materia seca	92,2	24,38

¹ Nutrientes expresados en base a materia seca total

Para extraer las enzimas intestinales, el segmento de intestino colectado fue descongelado, se raspó la mucosa y se trituró en un homogenizador Ultra Turrax T25 Basic, con solución tampón Tris-HCl 2 mM + Manitol 50 mM, pH 7,1 en proporción de 1:5 (p/vol). El homogenizado de mucosa se centrifugó a 10 000 rpm por 15 min a 4°C , luego se recuperó el sobrenadante denominado extracto bruto de mucosa (EBM) que fue separado en eppendorf en alícuotas de $\pm 1,20$ mL y se almacenaron a -80°C .

Las actividades de sacarasa (EC 3.2.1.48) y maltasa (EC 3.2.1.20) se determinaron a través de los niveles de glucosa liberada en la hidrólisis de los sustratos sacarosa y maltosa 0,125 M en un volumen final de 1,0 mL respectivamente, por las enzimas presentes en el extracto bruto de mucosa (EBM). Las condiciones padrones de los ensayos fueron tampón fosfato 0.25 M + EDTA 6,25 mM, pH 6,5, siguiendo la metodología de [10] y [11]. Los niveles de glucosa liberada en el medio de reacción se determinó según la adaptación de

[12], utilizando el reactivo enzimático Glucosa-LS VALTEK®, medido en un espectrofotómetro UV Genesys 6, a 500 nm.

La actividad de las dipeptidasas (EC 3.4.13.11) en la mucosa intestinal se determinó usando como sustrato el dipéptido L-leucilglicina (LEU-GLI), resultando la liberación de leucina, la misma que por catálisis de la L-aminoácido oxidasa (EC 1.4.3.2) forma peróxido de hidrógeno. Finalmente, la oxidación de o-dianisidina por el peróxido de hidrógeno, mediado por la peroxidasa resultó en un punto final de reacción, la que se determinó a 530 nm en un espectrofotómetro UV-Genesys 6, siguiendo la metodología de [13]. Las condiciones padrones de los ensayos fueron: sustrato LEU-GLI 50 mM en 0,5 ml de tampón TRIS.HCL 50 mM, pH 8,0; EBM diluido en glicerol 14 % y reactivo L-aminoácido oxidasa (LAOR) 1,0 mL en un volumen final de 1 525 mL.

La actividad de las enzimas se expresaron en unidades de actividad enzimática (UA) y ésta se define como la cantidad de enzima que reduce 1 μmol de sustrato por minuto en las condiciones de reacción [14].

Los resultados de la actividad enzimática fueron analizados mediante la prueba de t Student para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos, mediante el programa estadístico INSTAT V2.05.

RESULTADOS

La actividad de la enzima maltasa del intestino de paiches juveniles como respuesta a la alimentación con dieta balanceada (DB) o pez forraje (PF) es mostrada en el cuadro 2; se observa que las actividades enzimáticas en ambos regímenes de alimentación no mostraron diferencias significativas ($P > 0,05$) cuando son expresadas en UA/g de proteína de mucosa. Al expresarse la actividad en UA/mg de mucosa intestinal, sin embargo, peces que consumieron dieta balanceada mostraron mayor actividad de maltasa ($P < 0,05$) que aquellos que recibieron pez forraje, encontrándose este efecto en todos los segmentos intestinales, a excepción de los ciegos pilóricos. La sacarasa no mostró actividad en ningún tipo de alimento.

CUADRO 2

Actividad de maltasa intestinal en paiches juveniles (*Arapaima gigas*), alimentados con dieta balanceada (DB) o pez forraje (PF), en diferentes segmentos del intestino¹.

Tipo de Dieta	Segmento Intestinal ²			
	SI25	SI50	SI75	SCP
UA/g Proteína				
DB	9,79 \pm 0,81 ^a	15,02 \pm 1,19 ^a	12,35 \pm 1,62 ^a	11,12 \pm 2,61 ^a
PF	8,18 \pm 1,54 ^a	10,53 \pm 2,35 ^a	9,24 \pm 1,57 ^a	11,24 \pm 2,36 ^a
UA/mg mucosa intestinal				
DB	653 \pm 47 ^a	847 \pm 30 ^a	543 \pm 44 ^a	619 \pm 80 ^a
PF	466 \pm 38 ^b	513 \pm 37 ^b	398 \pm 12 ^b	536 \pm 60 ^a

¹ Valores promedio \pm SE. Valores seguidos por superíndices diferentes presentan diferencias significativas ($P < 0,05$).

² Segmento intestinal: SI25=Segmento intestinal 25 %, SI50=Segmento intestinal 50 %, SI75=Segmento intestinal 75 %, SCP=Segmento ciego pilórico.

La actividad de la enzima dipeptidasa se muestra en el cuadro 3. Al ser expresada la actividad en UA/g Proteína, se observó que con excepción del segmento intestinal 25% que presentó mayor actividad en los peces que consumieron pez forraje ($P < 0,05$), en los otros segmentos la dieta no fue

capaz de modificar la actividad enzimática significativamente; cuando se expresó en UA/g mucosa intestinal, la actividad de la dipeptidasa de los paiches que consumieron pez forraje fue significativamente superior en todos los segmentos del intestino, excepto en el segmento de 75%.

CUADRO 3

Actividad de dipeptidasa intestinal en paiches juveniles (*Arapaima gigas*), alimentados con dieta balanceada (DB) o pez forraje (PF), en diferentes segmentos del intestino¹.

Tipo de Dieta	Segmento Intestinal ²			
	SI25	SI50	SI75	SCP
UA/g Proteína				
DB	147 ± 5 ^a	201 ± 10 ^a	208 ± 7 ^a	157 ± 14 ^a
PF	199 ± 13 ^b	259 ± 28 ^a	234 ± 35 ^a	202 ± 23 ^a
UA/g mucosa intestinal				
DB	9,80 ± 0,37 ^a	11,41 ± 0,40 ^a	9,26 ± 0,26 ^a	9,10 ± 0,18 ^a
PF	11,69 ± 0,41 ^b	13,29 ± 0,58 ^b	10,25 ± 0,55 ^a	9,96 ± 0,19 ^b

¹ Valores promedio ± SE. Valores seguidos por superíndices diferentes presentan diferencias significativas ($P < 0,05$).

² Segmento intestinal: SI25=Segmento intestinal 25 %, SI50=Segmento intestinal 50 %, SI75=Segmento intestinal 75 %, SCP=Segmento ciego pilórico.

DISCUSIÓN

Los paiches juveniles, a pesar de su hábito carnívoro y de tener su sistema enzimático en desarrollo, presentaron una ligera modulación enzimática y adaptación al alimento balanceado a base de maíz, polvillo de arroz, afrecho de trigo y almidón de yuca como aglutinante, que evidencia la presencia de almidón [15]; el almidón es hidrolizado por la α -amilasa hasta maltosa [3,16], sustrato que estimuló la producción de maltasa intestinal, la misma que cataliza el desdoblamiento del disacárido en glucosa, bajo esta forma los carbohidratos son absorbibles y pueden tener cierta importancia nutritiva como fuente energética en los peces [4]. Asimismo, en el alimento balanceado, dependiendo de los ingredientes que lo componen, es frecuente encontrar maltosa y sacarosa [15]; sin embargo, en nuestro experimento, paiches juveniles que recibieron dieta balanceada no expresaron actividad de enzimas del tipo sacarasa.

Todos los segmentos del intestino delgado de peces alimentados con dieta balanceada muestran mayor actividad de maltasa (expresada en UA/mg de mucosa) en relación a los que recibieron pez forraje, llegando el máximo a un 65 % en el segmento medio (cuadro 2). Esta respuesta está directamente asociada a la presencia de carbohidratos de la dieta, la misma que fue suministrada a los animales desde temprana edad. Imbiriba (2001) y Padilla et al. (2002) reportaron que paiches que recibieron dietas artificiales a temprana edad tuvieron mayor ganancia de peso que aquellos que recibieron alimento a mayor edad, atribuyéndose esta respuesta a una mejor modulación enzimática para la digestión de los carbohidratos, aun cuando se ha demostrado que los peces carnívoros poseen baja tasa de secreción de amilasa, la misma que puede ser una barrera para la inclusión de componentes de origen vegetal en su dieta [2].

Aun cuando los carnívoros no aprovechan bien los alimentos de origen vegetal, por los carbohidratos solubles y estructurales que poseen [18, 19], las raciones balanceadas son una alternativa para la alimentación del paiche en crianza intensiva, desde que se seleccionan los ingredientes con la finalidad de evitar concentraciones elevadas de carbohidratos estructurales, los cuales son indigeribles en monogástricos [16].

La actividad de la maltasa aumentó desde la porción anterior (25%) hacia el segmento intestinal medio (50%) en donde se observó una máxima expresión y luego disminuyó hacia el segmento posterior (75%); resultados con comportamiento diferente a los reportados por otros autores que demostraron que la actividad de las disacaridasas declina desde la zona proximal hasta la distal [20]. Adicionalmente, el intestino del paiche presenta dos ciegos pilóricos que son estructuras accesorias que participan también en la hidrólisis de maltosa y dipéptidos, lo cual se evidencia en esta investigación.

La harina de pescado fue el insumo patrón en la elaboración del alimento balanceado de los paiches por su aporte de proteína (60%). Los otros insumos aportaron proteínas pero en menor porcentaje, lo cual implica la presencia de sustrato para la estimulación de proteinasas que permiten la liberación de dipéptidos en el lumen intestinal [4] y estos, a su vez, estimularon la producción de dipeptidasas citosólicas y de membrana [6], por lo que los paiches en los regímenes de alimentación sea con dieta balanceada o peces forrajes criados en jaulas, expresan dipeptidasas las que participan en la digestión final de las proteínas.

La actividad enzimática de dipeptidasa no se afectó en función a los regímenes de alimentación, cuando expresamos en UA/g de proteína, a excepción del segmento 25 %, en donde la actividad enzimática de los peces alimentados con pez forraje fue mayor en un 35 % comparando con los ejemplares alimentados con dieta balanceada. Sin embargo, los ejemplares alimentados a base de peces forrajes superaron en un 29 % de su actividad enzimática a los animales que consumieron dieta balanceada en los segmentos 50 % y ciegos pilóricos (Cuadro 3). Asimismo, el tipo de dieta influyó en la actividad de dipeptidasa expresada en UA/g de mucosa intestinal. Es así que se encuentra niveles mayores de expresión enzimática en un 19 %, 16 % y 10 % para los segmentos anterior, medio y ciegos pilóricos, respectivamente. En ese sentido, la mayor actividad enzimática observada en pa-

ches juveniles alimentados con peces forrajes en comparación con aquellos que recibieron dieta balanceada, es el resultado de la presencia de sustrato que estimula la producción de la enzima, ya que consumieron una dieta estrictamente proteica [1].

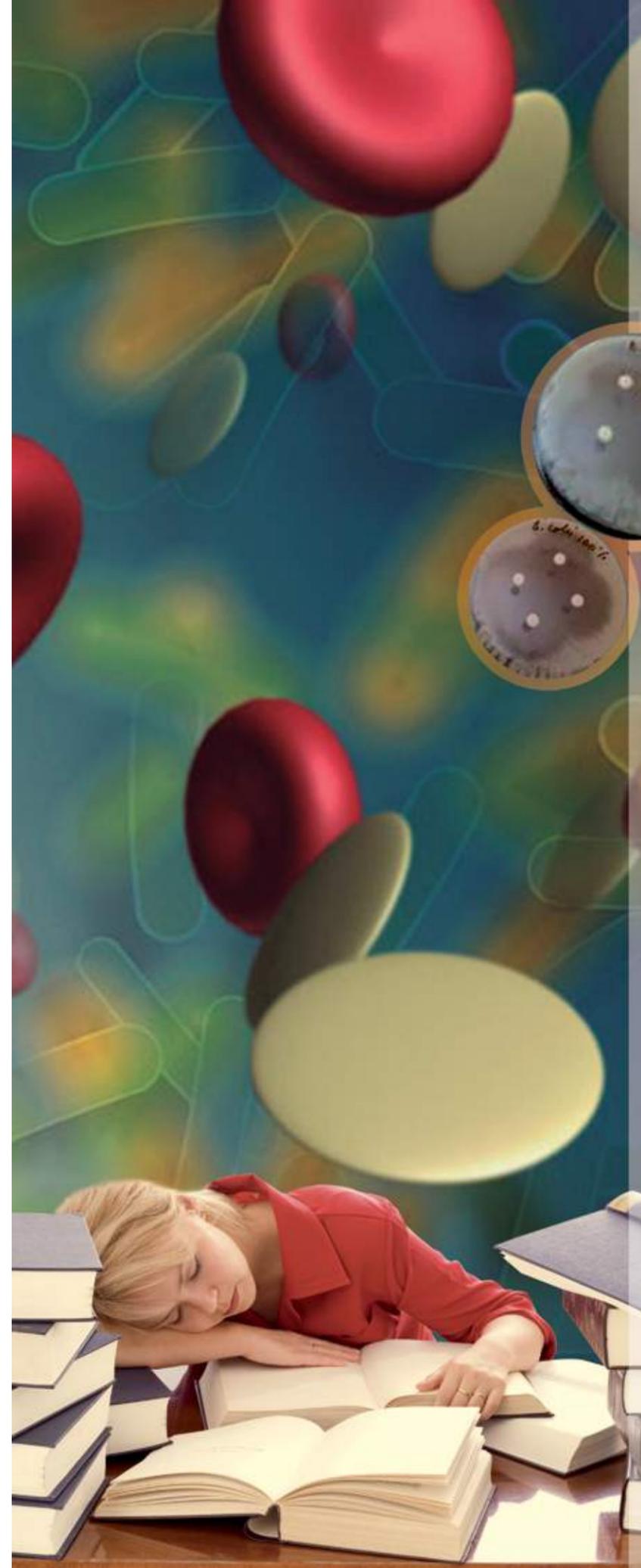
CONCLUSIONES

Los niveles de enzimas maltasa y dipeptidasa demostraron variaciones en función al tipo de alimentación. El alimento balanceado, a base de carbohidratos, conlleva una mayor actividad de maltasa y menor actividad de peptidasas. Los paiches juveniles muestran adaptación fisiológica a pesar de su hábito alimenticio carnívoro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Rebaza, M., Alcántara, F., Valdivieso, M. Manual de piscicultura del paiche *Arapaima gigas*. Edit. Manatí gráfico S.A. Caracas, Venezuela. 1999. 72p.
- SILVA, E. AVANÇOS NO CULTIVO DE ESPÉCIES CARNÍVORAS. PUBVET, 2008; 2 (20):234. [En línea]: PUBVET, (http://www.pubvet.com.br/texto_publicaciones, 15 Ene. 2009).
- MARTÍNEZ, C., RÍOS, M. Aspectos de la alimentación de los peces y el uso de microagregados en acuicultura. In: IV Seminario Internacional de Acuicultura. (1., 2003, Bogotá, Colombia). Universidad Nacional de Colombia. 2003. 15 p.
- Santigosa, E. Modulació dels processos digestius en resposta a la composició de la dieta en orada (*Sparus aurata*) i truita (*Oncorhynchus mykiss*). Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona. Barcelona, España. 2006. 207 p.
- Pezzato, L.E. Alimentos convencionais e não-convencionais disponíveis para indústria da nutrição de peixes no Brasil. I Simpósio Internacional sobre Nutrição de Peixes e Crustáceos. CBNA, Campos de Jordão. 1995. pp. 34-52.
- Buddington, R. Kroghdahl, K., Bakke-Mckellep, A. The intestines of carnivorous fish: structure and functions and the relations with diet. Acta Physiol. Scand. Europe. 1997; 161(Supplement 638):67-80.
- Sandoval, M. Aspectos de manejo, reproducción y alimentación del paiche (*Arapaima gigas*) en la

- Amazonía Peruana. IIAP, BIODAMAZ. Documento técnico 2007; 8:1-31.
- Guillaume, J., Kaushik, S., Bergot, P., Métailler, R. Nutrición y alimentación de peces y crustáceos. Trad. por Aixa Sopeña, Madrid, España. Mundi Prensa. 2004. 475 p.
- PADILLA, P., ALDEA, G., ALCANTARA, F.** Adaptación del paiche *Arapaima gigas* a la alimentación con ración artificial. Libro de resúmenes del V Seminario Colombiano de Limnología & I Reunión Internacional de Limnología de alto Amazonas. 2002. 127 p.
- Dahlqvist, A. Method for assay of intestinal disaccharidases. *Anal. Biochem.* 1964; 7:18.
- KIDDER, D. E. AND MANNERS, M. J.** The level and distribution of carbohydrases in the small intestine mucosa of pig from 3 weeks of age to maturity. *Br. J. Nutr.* 1980; 43:141.
- Castillo, W. Digestibilidade da levedura desidratada (*saccharomyces cerevisiae*) e efeitos da sua utilização sobre a morfologia intestinal, atividade das enzimas digestivas e desempenho de suínos. Tesis PhD. São Paulo, Brasil. Universidade Estadual Paulista. 1999. 94 p.
- Nicholson, J. A. and Kim, Y. S.. A one-step L-amino acid oxidase assay for intestinal peptide hydrolase activity. *Anal. Biochem.* 1975; 63:110.
14. Castillo, W., Kronka, R., Pizauro, J., Thomaz, C., Carvalho, L. Efeito da substituição do farelho de soja pela levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) como fonte protéica em dietas para leitões desmamados sobre a morfologia intestinal e atividade das enzimas digestivas intestinais *Arch. Lat. Prod. Animal.* 2004; 12(1):21-27.
- Lazo, J. Conocimiento actual y nuevas perspectivas en el desarrollo de dietas para larvas de peces marinos. In: Cruz, L., Ricque, D., Tapia, M., Olvera, M., Civera, R., (Eds.). *Avances en Nutrición Acuícola V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición acuícola.* Yucatán, México. 2000. pp. 300-312.
- Rebollar, M., Evaluación de indicadores productivos em pollos de engorda al incluir maíz y pasta de soya extruidos y malta de cebada. Tesis Msc. Universidad de Colima. Colima, 2002. 134p.
- Imbiriba, E. Potencial de Criação de pirarucu em cativeiro. *Rev. Acta Amazônica, Brasil, Brasília.* 2001; 31(2): 299-316.
- Barroso, V., Castro, C., Aoki, M., Helmer, L. Valor Nutritivo de alguns ingredientes para o robalo *Centropomus parallelus*. *Rev. Bras. Zoot.* 2002; 31: 2157-2164.
- Soares, E., Pereira-Filho, M., Roubach, R., Ituassú, D., Silva, R. Substituição de proteína animal por proteínas de origem vegetal na dieta para o tucunaré paca *Cichla sp.* *Bol. Tec. Cient. Cepnor,* 2006; 6(1): 121-131.
- Brudeseth B. Effects of diet composition on apparent nutrient absorption along the intestinal tract and of subsequent fasting on mucosal disaccharidase activities and plasma nutrient concentration in Atlantic salmon *Salmo salar* L. *Rev. Aquaculture Nutrition.* 1996; 5(2):121-133.



CIENCIAS
MÉDICAS

CIENCIAS
MÉDICAS