



BIOCYT 2(8) : 77-88, 2009



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA
© 2009 BIOCYT

<http://www.iztacala.unam.mx/biocyt>

EFFECTO DE DOS DIETAS PROTEICAS EN EL CRECIMIENTO Y SOBREVIVENCIA DE PREJUVENILES DE *ATRACTOSTEUS TROPICUS* GILL, 1863 (PEJELAGARTO)

Jorge Castro-Mejía¹, Yolanda Espindola-Ronquillo¹, Germán Castro-Mejía¹ y Juan Carlos Cremiux-Grimaldi².

1 Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. Depto. El Hombre y su Ambiente. Laboratorio de producción de Alimento Vivo. Calzada del Hueso No.1100. Colonia Villa Quietud. México, 04960, D.F. Del. Coyoacán. Tel. 54837151. Fax 5483 7469.

2 Unidad de Manejo para la conservación y Aprovechamiento de la vida silvestre: "Cocodrilos de Palizada". Comunidad de Santa Isabel Palizada en el Estado de Campeche.

RESUMEN

Se evaluó el efecto de dos dietas proteicas sobre el crecimiento (peso y talla) y sobrevivencia en 300 pre-juveniles del pejelagarto *Atractosteus tropicus* alimentados durante 90 días. La dieta control fue una dieta comercial de trucha. El peso, talla, sobrevivencia, TCA, TCR, TIC, KM, GP y GT, se determinaron al final del experimento para determinar la eficacia de las dietas con respecto a la dieta control. Los organismos sometidos a la dieta elaborada a base de harina de res registraron el mayor peso (7.325 ± 0.384 g) y talla (13.419 ± 0.703 cm); así como mejor TCA (0.064 peso; 0.063 talla), TCR (1.46 peso; 0.59 talla), TIC (0.017 peso y 0.006 talla). Aunque la dieta control y la dieta a base de harina de cerdo registraron un mejor KM (360 y 365 respectivamente), ésta no permitió que los peces mantuvieran su forma alargada característica. La dieta a base de harina de res, obtuvo los valores más altos de GP (390.29%) y GT (72.76%). Los valores más bajos tanto en las tasas de crecimiento como de ganancia en peso y talla, se obtuvieron con la dieta a base de harina de cerdo. Cabe señalar la importancia que tiene esta información en las comunidades rurales, las cuales pretenden realizar proyectos de acuicultura con especies endémicas, y por consiguiente encontrar insumos alternativos para elaborar dietas que les permitan no solo mantener a los organismos, sino obtener buenos rendimientos en peso y talla y elevar la sobrevivencia de los peces en cultivo.

Palabras clave: *Atractosteus tropicus*, pejelagarto, acuicultura, peso, talla.

Correspondencia al autor: Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. Depto. El Hombre y su Ambiente. Laboratorio de producción de Alimento Vivo. Calzada del Hueso No.1100. Colonia Villa Quietud. México, 04960, D. F. Del. Coyoacán. Tel. 54837151. Fax 5483 7469. Correo electrónico: camj7509@correo.xoc.uam.mx

Manuscrito recibido el 23 de Septiembre de 2009, aceptado el 28 de Octubre de 2009

ABSTRACT

Were evaluated the effect of two protein diets (meat and pork flour) on growth (weight and height) and survival in 300 "pejelagarto" (*Atractosteus tropicus*) pre-juveniles during 90 days. Control diet was a trout commercial pellet food. The weight, total length, survival, TCA, TCR, ICT, KM, GP and GT, were determined at the end of experiment to determine the effectiveness of two experimental diets with control diet. Organisms feed with meat flour diet obtained the better values of weight ($7,325 \pm 0.384$ g) and total length (13.419 ± 0.703 cm); as well as better TCA (0.064 weight; 0.063 length), TCR (1.46 weight; 0.59 length), TIC (0.017 weight and 0.006 length). Although control and pork flour diets obtained a better KM values (360 and 365 respectively), these two diets do not allow to maintain the elongated characteristic of this fish species. The meat flour diet, obtained the highest values of GP (390.29 %) and GT (72.76 %). The lowest values obtained in growth rates and weight and length gains, were shown in pork flour diet. The importance to obtain this information in rural communities, which are intended to make aquaculture projects, with endemic species, consequently they can find local materials to produce diets, not only to obtain a good physiological state in organisms, but length, weight and survival better gain too.

Key words: *Atractosteus tropicus*, "pejelagarto", aquaculture, weight, length.

INTRODUCCION

En las últimas décadas, la acuicultura ha tenido un desarrollo importante al ser considerada como una alternativa de producción de alimentos para satisfacer la demanda de proteína animal a costos relativamente bajos y evitando la sobreexplotación de los ecosistemas acuáticos (Marquez-Couturier *et al.*, 2006); por lo cual no es de sorprender que hoy día, la nutrición de peces y crustáceos se haya convertido en una de las áreas de investigación y desarrollo más importantes dentro de la acuicultura (Rojas y Mendoza, 2000).

En el caso de México, la acuicultura se ha realizado con un reducido número de especies, comparado con la riqueza biológica que se posee, según Marquez-Couturier *et al.* (2006), en la región sureste de México se tienen registradas aproximadamente 2,122 especies de peces de las cuales 500 son dulceacuícolas.

Desafortunadamente en las últimas dos décadas, esta actividad se ha basado en la importación de tecnologías diseñadas para especies exóticas, originando como consecuencia la introducción de numerosas especies que han causado graves daños ecológicos al competir con las especies nativas (Rojas y Mendoza, 2000). De éstas, dentro de los representantes de la familia Lepisosteidae (compuesta por dos géneros y siete especies) se encuentra la especie *Atractosteus tropicus* conocido comúnmente en México como "pejelagarto", la cual se encuentra distribuida desde la cuenca del río Coatzacoalcos, hasta la cuenca del río Usumacinta en los límites con Guatemala y más al sur, hasta el lago Nicaragua y en el río San Juan en Costa Rica (Velasco, 1976). También se han reportado poblaciones en la vertiente del Pacífico desde el sur de Chiapas, México hasta el río Negro, Nicaragua (Marquez-Couturier *et al.*, 2006).

A. tropicus desempeña una importante función ecológica, ya que actúa como regulador de poblaciones de peces y anfibios (Contreras y Díaz, 1990) y su importancia económica radica en su uso como alimento para consumo humano, pesca deportiva y elaboración de artesanías (Marquez-Couturier *et al.*, 2006).

Actualmente *A. tropicus* está cobrando importancia como especie de ornato en la acuarofilia, sin embargo, esta especie se enfrenta a la drástica disminución de sus poblaciones silvestres debido a la reducción del hábitat y a la sobreexplotación pesquera (Contreras y Díaz, 1990).

Por lo anterior, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el incremento en peso y talla, así como la sobrevivencia de organismos prejuveniles de “pejelagarto” (*A. tropicus*) alimentados con dos dietas protéicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en las instalaciones de la comunidad rural de Santa Isabel Palizada, (18°21'11"N y 92°05'24" W), Campeche, México, en las instalaciones de la Unidad de Manejo para la conservación y Aprovechamiento de la vida silvestre (UMA) “Cocodrilos de Palizada” (Fig. 1).

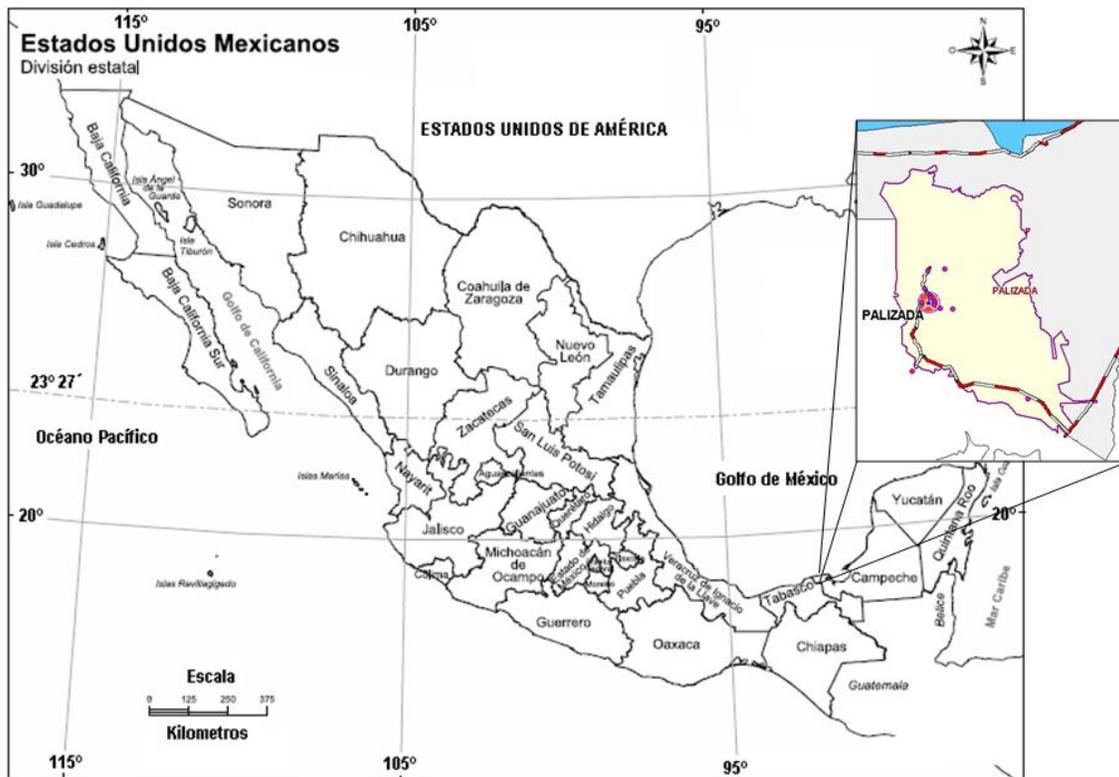


Fig.1.- Localización del sitio de estudio

Se elaboraron dos dietas experimentales a base de harina de res y de cerdo respectivamente (Tabla 1) (el proceso de elaboración de las dietas se puede ver en el anexo I). Se empleó un alimento de marca comercial para alevinaje con 45% de proteína y 16% de lípidos (Silver Cup) como dieta control.

Tabla 1.- Formulación de las dietas experimentales. Las cantidades se expresan en porcentaje

Ingredientes	Dieta a base de harina de res	Dieta a base de harina de cerdo
harina de cerdo	0	40
harina de res	40	0
harina de sangre	10	10
harina de hueso	5	5
harina de maíz	20	20
harina de trigo	10	10
aceite de soya	7	7
aceite oleico	7	7
vitaminas	0.5	0.5
minerales	0.5	0.5

Se adquirieron 300 organismos prejuveniles de *A. tropicus* con una longitud promedio de 7.767 ± 0.570 cm., en la compañía PROASUR S. A. de C. V., Campeche. Se formaron lotes con 25 organismos cada uno, tomados de forma aleatoria los cuales se colocaron en acuarios de 20 l de capacidad. Cabe destacar que con lotes de 25 o menos organismos, se evita el canibalismo en esta especie (Mendoza *et al.*, 2008b).

5 lotes fueron sometidos a la dieta a base de harina de cerdo, 5 lotes fueron sometidos a la dieta a base de harina de res y 2 lotes (controles) fueron alimentados con el alimento de marca comercial.

Todos los organismos se alimentaron tres veces al día *ad libitum* (16:00, 20:00 y 24:00 h) durante 90 días (Mendoza y Aguilera, 2000).

Cada 15 días todos los organismos fueron medidos considerando la longitud total (extremo distal de la mandíbula inferior hasta la base de la cubierta escamosa de la cola) con un Vernier y pesados auxiliándose de una balanza granataria digital Ohaus con precisión de 0.01 g (Mendoza y Aguilera, 2000).

La aireación (2 mg l^{-1} de O_2), temperatura ($24 \pm 2^\circ\text{C}$) y pH (7-8) se mantuvieron constantes. Para evitar la concentración de amonio en los acuarios, diariamente se sustituyó una cuarta parte (5 l) del agua. Los desechos del fondo fueron eliminados por medio de sifoneo (Aguilera *et al.*, 2002).

Con los datos de peso y talla se calculó la tasa de crecimiento absoluto y relativo, así como la tasa instantánea de crecimiento de acuerdo a lo propuesto por Wootton (1991) y Soriano y Hernández (2002).

Tasa de Crecimiento Absoluto (TCA)

$$TCA = \frac{(\text{Peso o Longitud final}) - (\text{Peso o Longitud inicial})}{(\text{Tiempo final} - \text{Tiempo inicial})}$$

Tasa de Crecimiento Relativo (TCR)

$$TCR = \frac{(\text{Peso o Longitud final}) - (\text{Peso o Longitud inicial})}{(\text{Peso o Longitud inicial}) \times (\text{Tiempo final} - \text{Tiempo inicial})} \times 100$$

Tasa Instantánea de Crecimiento (TIC)

$$TIC = \frac{(\text{Log Peso final} - \text{Log Peso inicial})}{(\text{Tiempo final} - \text{Tiempo inicial})} \times 100$$

Factor de Condición Asociado (KM) (Medina-García, 1979; Huipe y Bernal, 2009)

$$KM = \frac{\text{Peso}}{\text{Longitud}^3} \times 10^5$$

Ganancia en peso (GP) y talla (GT) (Moreno *et al.* 2000).

$$GP = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

$$GT = \frac{\text{Talla final} - \text{Talla inicial}}{\text{Talla inicial}} \times 100$$

Finalmente la información fue incorporada en una base de datos y procesada estadísticamente en Excell (2007) y se aplicó un análisis de varianza (ANDEVA) de una sola vía para determinar diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las dietas con la ayuda del paquete Systat 10.2.

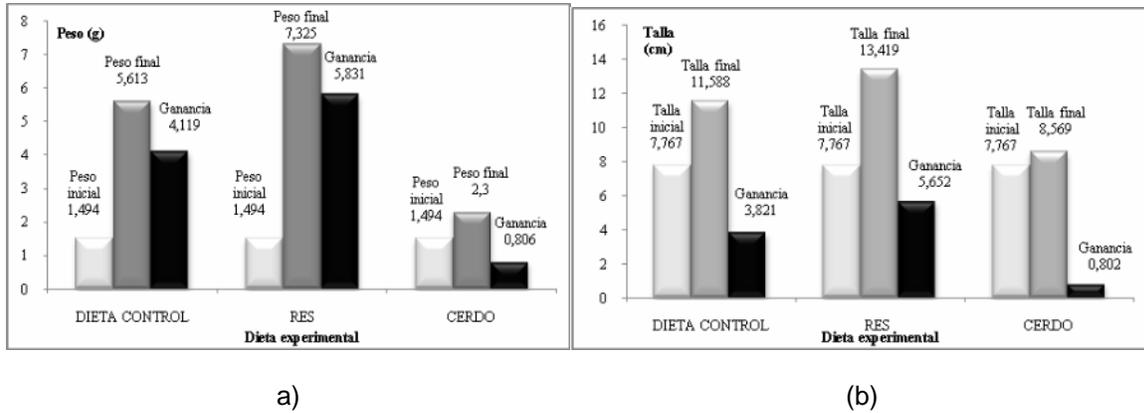
RESULTADOS

Los promedios para peso y talla, inicial y final, se presentan en la tabla 2.

Tabla 2.- Valores promedio para peso (expresado en gramos) y talla (expresado en centímetros) inicial y final de *A. tropicus* prejuveniles. D. S. (desviación estándar). Letras iguales en columnas indican diferencia no significativa ($P \leq 0.05$)

Dieta	Variables biométricas			
	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Longitud inicial (cm)	Longitud final (cm)
Control	1.494	5.613 ^a	7.767	11.588 ^a
D.S.	±0.471	±0.480	±0.570	±1.009
harina res	1.494	7.325 ^b	7.767	13.419 ^a
D.S.	±0.471	±0.384	±0.570	±0.703
harina cerdo	1.494	2.300 ^c	7.767	8.569 ^b
D.S.	±0.471	±0.306	±0.570	±0.467

Los organismos que registraron mayor peso (7.325 ± 0.384 g) y talla (13.419 ± 0.703 cm) fueron los sometidos a la dieta a base de harina de res, quienes tuvieron una ganancia de 5.831 g y 6.094 cm. Los prejuveniles alimentados con la dieta a base de harina de cerdo, obtuvieron un peso promedio final de 2.300 ± 0.306 g y una talla promedio de 8.569 ± 0.467 cm, la ganancia fue de 0.806 g y 0.802 cm (Tabla 2, Fig. 2). El factor de condición asociado (KM) se observa en la figura 4. El porcentaje de ganancia obtenido de peso y longitud, se muestra en la figura 5.



En la figura 3 se observan las tasa de crecimiento absoluto, relativo y tasa instantánea de crecimiento.

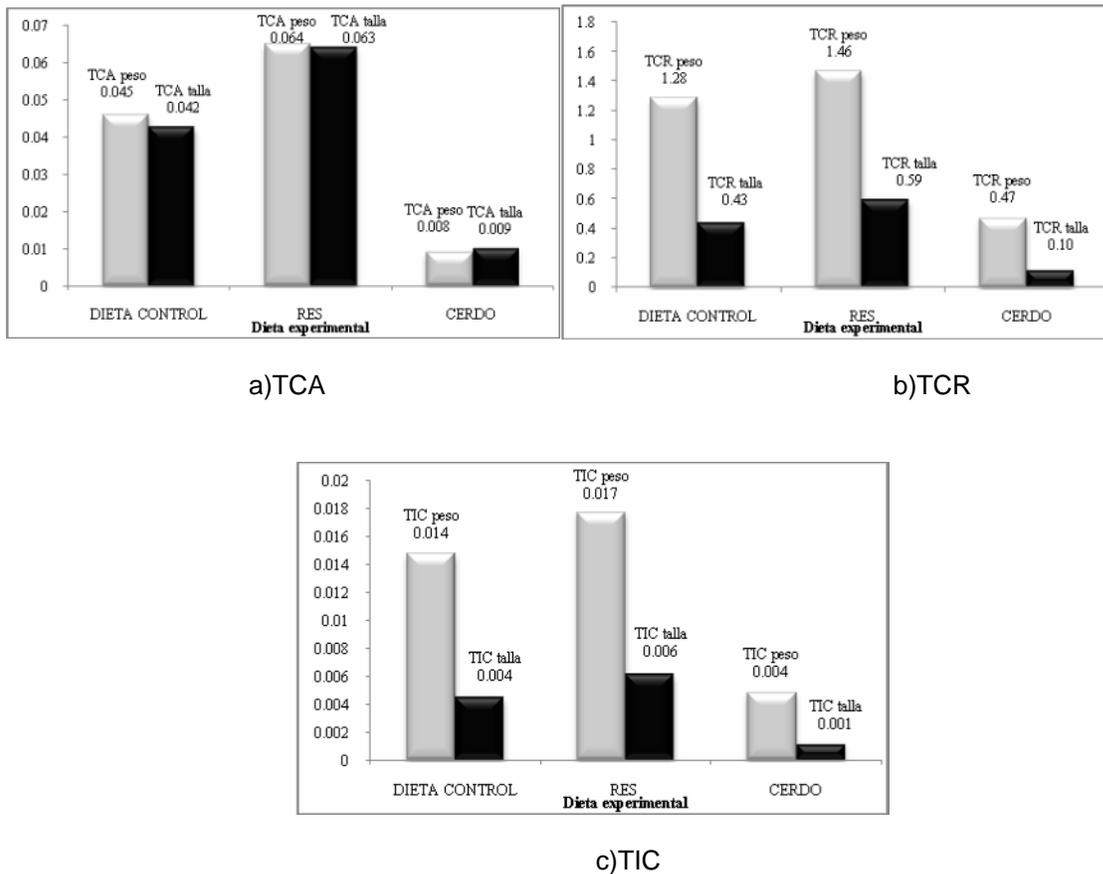


Fig. 3.- Tasa de crecimiento absoluto (TCA) (a), tasa de crecimiento relativo (TCR) (b) y tasa instantánea de crecimiento (TIC) (c) de *A. tropicus* prejuveniles. Valores para las tres dietas

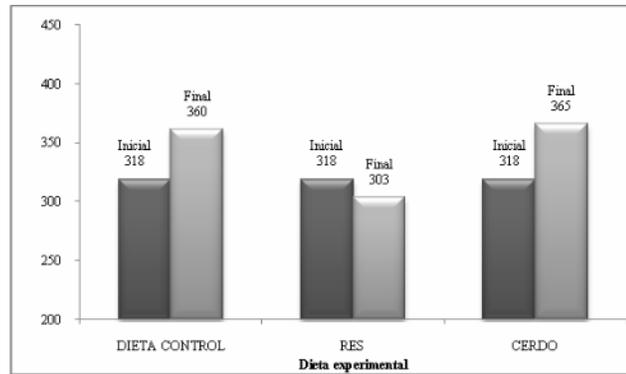


Fig. 4.- Valor del factor de condición asociado (KM) para las tres dietas

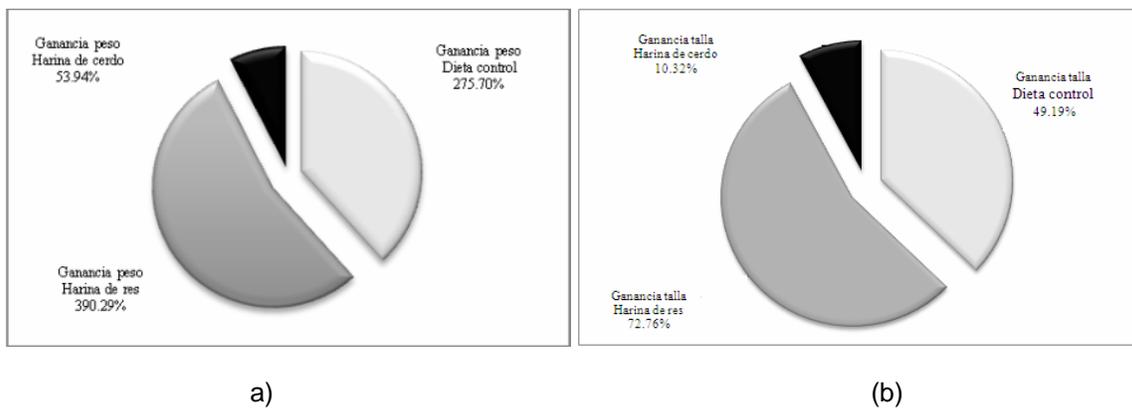


Fig. 5.- Ganancia en porcentaje del peso (a) y longitud (b) para las tres dietas

En la figura 6 se aprecia la sobrevivencia (expresada en porcentaje) de los organismos por tipo de dieta.

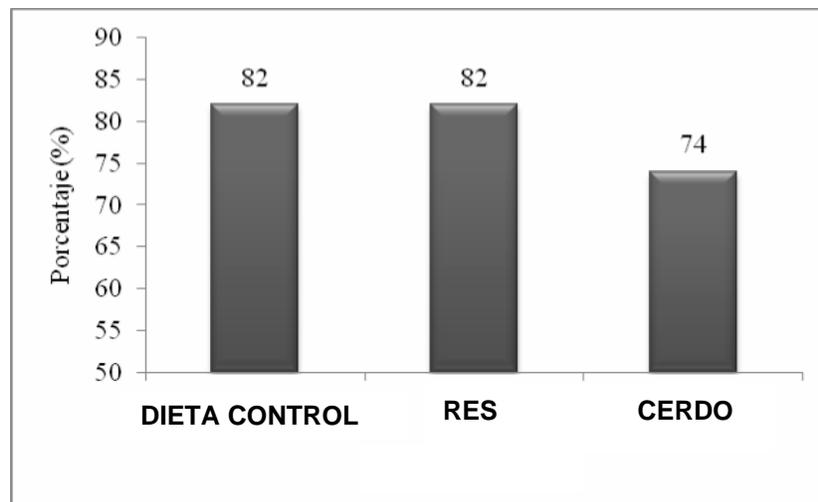


Fig. 6.- Sobrevivencia de *A. tropicus* para cada dieta

DISCUSIÓN

En estudios de nutrición de peces, es importante considerar la tasa de crecimiento de los peces (absoluta, relativa o instantánea), ya que cada una de ellas se ve afectada por la composición de los alimentos proporcionados a los organismos; éstas pueden ser utilizadas como indicadores de la calidad proteínica de las dietas, ya que en condiciones controladas la ganancia en peso de los peces está en proporción directa al tipo y cantidad de aminoácidos presentes (Papoutsoglou y Papaparaskeva-Papoutsoglou, 1978).

Para que los peces crezcan a su tasa potencial, requieren alimento que les sirva tanto de sustento como de dieta para su crecimiento (Hepher, 1988). Sin embargo, se considera que el efecto del alimento en el crecimiento de los peces depende de la especie, la talla, la edad, la condición fisiológica y las condiciones físicas y químicas del agua empleada en los experimentos (Arce-Urbe y Luna-Figueroa, 2003).

Lo anterior explica las diferencias significativas observadas entre las dietas empleadas respecto al peso ($P < 0.001$); por otra parte en los valores de las tallas, no se observaron diferencias entre la dieta control y la dieta elaborada con harina de res ($P = 0.605$). La talla menor correspondió a los organismos alimentados con la dieta a base de harina de cerdo, lo que representa una diferencia de 3.019 cm respecto a la dieta control y de 4.850 cm con respecto a la dieta a base de harina de res. Mendoza *et al.* (2008b), señalan que un factor determinante, es la aceptación que tengan los peces a una determinada dieta suministrada. En este estudio se observó que los organismos presentaron un periodo de aclimatación alimenticia durante 5-8 días; Mendoza *et al.* (2008a), establecen que los peces pasan por un intervalo de aclimatación alimenticia cuando no encuentran un alimento habitual, esto puede explicar las diferencias en peso y talla observado en los tres tratamientos.

Los organismos sometidos a la dieta de harina de res tuvieron un incremento en peso final del 390% y un incremento en talla del 72.76%; mientras que los valores mas bajos fueron para los organismos alimentados con la dieta a base de harina de cerdo (incremento final en peso de 53.94% y 10.32% de incremento en talla).

Marquez-Couturier *et al.* (2006), señalan que obtuvieron valores de 0.014-0.015 g día⁻¹ y 1.84-1.91 mm día⁻¹ en *A. spatula*, *A. tristoechus* y *A. tropicus* utilizando alimento vivo. En el

presente estudio se observaron valores de 0.045 g día^{-1} y 0.42 mm día^{-1} para los organismos alimentados con alimento para trucha; 0.064 g día^{-1} y 0.62 mm día^{-1} para la dieta de harina de res y 0.025 g día^{-1} y 0.08 mm día^{-1} para los organismos sometidos a la dieta de harina de cerdo. Aunque estos autores (Marquez-Couturier *et al.*, 2006) mencionan que al pasar a alimentos procesados, los organismos alcanzan mayores incrementos de peso y talla y que estos son significativos respecto al alimento vivo. La ganancia en talla de los animales alimentados con harina de res (0.62 mm día^{-1}) es similar a lo reportado por Pearson *et al.* (1979), y Simon y Tyberghein (1991), de 0.80 y 0.83 mm día^{-1} respectivamente, lo que difiere significativamente con lo reportado por Mendoza *et al.* (2008b) (incremento diario de 1.0 mm).

En cuanto al factor de condición asociado (KM), que relaciona la longitud y el peso, en este estudio quedó demostrado que la dieta a base de harina de res presentó un valor de KM más bajo al final del experimento (303), mientras que para las otras dos dietas los valores de KM (360 y 365) se situaron por encima del inicial (318). Cabe destacar, que para este tipo de organismo (pez de forma alargada), la dieta a base de harina de res es adecuada, puesto que con esta se obtuvo una mayor longitud. Con las otras dos dietas, el mayor incremento en el factor de condición indica que son adecuadas para la ganancia en peso. Desafortunadamente, este incremento puede deberse a la acumulación de grasa en los tejidos, por lo que es recomendable realizar disecciones de diferentes organismos al término de la fase experimental para verificar si la ganancia en peso se debe a la presencia o ausencia de grasa en los tejidos o al incremento en masa muscular.

Marquez-Couturier *et al.* (2006), señalan que se deben considerar dos aspectos importantes para obtener sobrevivencias por arriba del 60% (como en el caso del presente estudio) 1.- Cantidad de veces que son alimentados los organismos al día y 2.- Considerar la fase de crecimiento en la que se encuentra el organismo en experimentación, debido a que mientras más grande es el organismo, la cantidad de veces que debe ser alimentado es mayor. Los mismos autores señalan que una ingesta mayor a 3 raciones de alimento al día, no sólo provoca que los animales formen las estructuras necesarias, sino que el peso y la talla se incrementan significativamente. Es por ello que en este estudio se consideraron 3 raciones diarias. Asimismo, Marquez-Couturier *et al.* (2006), señalan valores de sobrevivencia por arriba del 60%. Lo cual concuerda con lo reportado en el presente estudio (74-82%).

El segundo aspecto importante que consideran Marquez-Couturier *et al.* (2006), es que organismos como el *A. tropicus* alimentados por la tarde-noche presentan un incremento mayor en peso y talla, en contraparte con los peces alimentados en las horas de la mañana, por lo que la decisión de alimentar a los pejelagartos fue a las 16:00, 20:00 y 24:00 horas. Este horario de alimentación permitió alcanzar valores de sobrevivencia por arriba del 70%, aunque Marquez-Couturier *et al.* (2006), reportan sobrevivencias de 83-93% para pejelagartos.

Considerando que la fisiología de los peces no es un factor para que el organismo tenga la capacidad de degradar la dieta artificial suministrada, puesto que el tracto digestivo de los prejuveniles de *A. tropicus* presentan una pepsina que les permite hacerlo (Mendoza *et al.* (2008a), es importante entonces considerar la tecnología empleada para la elaboración de las dietas y de la calidad de los nutrientes (Mendoza *et al.*, 2002b), sobre todo si son de alto contenido proteico, así mismo hay que considerar la forma del alimento (Marr, 1999).

En la formulación de dietas para organismos acuáticos, es importante considerar la flotabilidad del alimento así como las características organolépticas pues de eso depende que los organismos tomen o no los alimentos proporcionados (Echelle y Riggs 1972; Pearson *et al.* 1979; Enz *et al.*, 2001; Aguilera *et al.*, 2005). La flotabilidad del alimento elaborado en este experimento (superficie), permitió que los prejuveniles de pejelagarto pudieran consumirlo de forma adecuada (Mendoza *et al.*, 2008b). Asimismo, el tamaño de los pellets (5 mm), permitió que los organismos los tomaran fácilmente. La harina de res y cerdo, además de proporcionar las proteínas necesarias, permitieron incorporar un atrayente natural que provocó que los peces aceptaran los alimentos suministrados.

Por lo tanto, es importante probar dietas alternativas en los diferentes sitios de cultivos de especies como *A. tropicus* (Mendoza *et al.*, 2008a), Lo relevante en la formulación de alimentos es que se pueden realizar cambios diversos en la composición de los mismos; para variar la flotabilidad, la calidad de los componentes y la forma de estos.

La harina de res puede ser utilizada como un insumo en la elaboración de una dieta para prejuveniles de *A. tropicus*, aporta el contenido protéico a la dieta, puede ser utilizado para la alimentación de prejuveniles de pejelagarto, puesto que con ella se obtienen incrementos importantes en peso (390%) y en talla (72%). Con las dos dietas experimentales se mantuvieron sobrevivencias aceptables (74-82%). Aunque se registró el valor de KM más pequeño con la dieta a base de harina de res, ésta permite a los organismos mantener su forma alargada (característica en esta especie). Aunado a lo anterior, resulta rentable el manejo de *A. tropicus* por las características propias de la especie como su elevada tasa de crecimiento y las grandes tallas que alcanza en estado adulto (Aguilera *et al.*, 2002). Otras ventajas de estos peces, es que pueden ser cultivados en aguas con altas concentraciones de amonio y nitratos (Boudreaux *et al.*, 2007a, b), por su capacidad de respirar aire atmosférico (Hill *et al.*, 1972; Smatresk y Cameron, 1982), su alta resistencia a las enfermedades (Leon *et al.*, 1978; Kulakkattolickal y Kramer, 1988) y su alta tasa de conversión alimenticia (Aguilera *et al.*, 2006; Marquez-Couturier *et al.*, 2006).

REFERENCIAS

Aguilera, C., R. Mendoza, Y. Comabella y Marquez G. 2006. Comparación de la actividad proteolítica digestiva en larvas de lepisosteidos. En: I Conferencia Latinoamericana sobre el cultivo de peces nativos. 18-20 Octubre, Morelia Michoacán, México.

Aguilera, C., R. Mendoza, G. Rodríguez y G. Márquez. 2002. Morphological description of alligator gar and tropical gar larvae, with an emphasis on growth indicators. 131: 899-909.

Aguilera, C., R. Mendoza, G. Marquez e I. Iracheta. 2005. Alligator gar (*Atractosteus spatula*) larval development and early conditioning to artificial diets. En: Book of Abstracts Aquaculture America 2005 (Lochmann, R. y B. Hart, (eds.) pp. 6–885. World Aquaculture Society, New Orleans, LA, USA.

Arce-Urbe E. y J. Luna-Figueroa. 2003. Efecto de dietas con diferente contenido proteico en las tasas de crecimiento de crías del Bagre del Balsas *Ictalurus balsanus* (Pisces: Ictaluridae) en condiciones de cautiverio. Revista Aquatic. 18:39-47.

Boudreaux P., A. Ferrara y Q. Fontenot. 2007a. Chloride inhibition of nitrite uptake for non-teleost Actinopterygian fishes. Comparative Biochemistry and Physiology - Part A. 147:420-423.

Boudreaux P., A. Ferrara y Q. Fontenot. 2007b. Acute toxicity of ammoniato spotted gar *Lepisosteus oculatus*, alligator gar *Atractosteus spatula*, and paddlefish *Polyodon spathula*. Journal of the World Aquaculture Society. 38:322-325.

Contreras, M., T. y E. Díaz P. 1990. Primeros estadios ontogénicos de *Chiclasoma istlanum* (Pisces:Chiclidae) Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. México. 33:885-101.

Echelle, A. A. y C. D. Riggs. 1972. Aspects of the early life history of gars (*Lepisosteus*) in Lake Taxoma. Transactions of the American Fisheries Society. 101, 106–112.

Enz, C.A., E. Schaffer y R. Muller, R. 2001. Importance of diet type, food particle size, and tank circulation for culture of Lake Hallwil whitefish larvae. North American Journal of Aquaculture. 63: 321–327.

- Hepher, B. 1988. Nutrition of pond fishers. New York: Cambridge University Press, 386 p.
- Huipé, R. A. B. y B. F. W. Bernal. 2009. Manejo de microembalses para el cultivo extensivo de carpa común (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) en la región de Zacapú, Michoacán, México. *Hidrobiológica*. 19(2): 129-139.
- Hill L., J. Renfro y R. Reynolds. 1972. Effects of dissolved oxygen tensions upon the rate of young spotted gar, *Lepisosteus oculatus* (Lepisosteidae). *The Southwestern Naturalist*. 17: 273-278.
- Kulakkattolickal D. y L. Kramer. 1988. The role of air breathing in the resistance of bimodally respiring fish to waterborne toxins. *Journal of Fish Biology*. 32:119-127.
- León R., R. Aguilar e I. Hernández. 1978. Estudio sobre la biología y el cultivo artificial del manjuarí (*Atractosteus tristoechus*) Blosh y Schneider. Dirección Ramal de Acuicultura, Investigación. 85. pp.25.
- Márquez-Couturier, G., C. Alvarez G., W. Contreras S., U. Hernández V., A. Hernández F., R. Mendoza A., C. Aguilera G., T. García G., R. Civera C. y E. Goytortua B. 2006. Avances en la Alimentación y Nutrición del Pejelagarto *Atractosteus tropicus*. En: Avances en Nutrición Acuícola VIII.: Cruz, S. E., D. Ricque M, M Tapia S., M Nieto L., D Villarreal C., A Puello C. y A García O. (eds.). VIII Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. 15 - 17 Noviembre. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México. ISBN 970-694-333-5.
- Marr, C. 1999. Improving efficiency in starter feeds. *Aquaculture Feed*, 4: 18–20.
- Medina-García, M. 1979. El Factor de Condición Múltiple (KM) y su Importancia en el Manejo de la Carpa Israel (*Cyprinus carpio specularis*) I. Hembras en el estado de madurez V (Nikolsky, 1963). *Manuales Técnicos de Acuicultura*. Departamento de Pesca. México. 6 p.
- Mendoza A.R. y C. Aguilera. 2002. Morphophysiological studies on alligator gar *Atractosteus spatula* larval development as a basis of their weaning onto artificial diets. 24th Annual Larval Fish Conference, Alabama, USA.
- Mendoza, A., R., C. Aguilera G. y A. M. Ferrara. 2008a. Gar biology and culture: status and prospects. *Aquaculture Research*. 14: 748-763.
- Mendoza, A.R., C. Aguilera, J. Montemayor y M. González. 2008b. Weaning of alligator gar (*Atractosteus spatula*) larvae to artificial diets. *Aquaculture Nutrition*. 14: 223-231.
- Moreno, A. M. J., J. G. Hernández, R. Rovero, A. Tablante y L. Rangel. 2000. Alimentación de tilapia con raciones parciales de cáscaras de naranja. *Ciencia y Tecnología de los Alimentos*. 3(1): 29-33.
- Papoutsoglou, S. y Papaparaskeva-Papoutsoglou, E. 1978. Comparative studies on body compositions of rainbow trout (*Salmo gairderi* R-) in relation to type of diet and growth rate. *Aquaculture*. 13:235-243.
- Pearson, W., G. Thomas y A. Clark A. 1979. Early piscivory and timing of the critical period in postlarval longnose gar at mile 571 of the Ohio River. *Transactions of the Kentucky Academy of Science*. 40:122-128.
- Rojas P. y R. Mendoza. 2000. El cultivo de especies nativas en México. En: Estado de salud de la acuicultura (Álvarez T.P.) (ed). Instituto Nacional de la Pesca, Secretaría de Recursos Naturales y Pesca, Distrito Federal, México. pp: 431-476.

Simon, T., P. y E. Tyberghein J. 1991. Contributions to the early life history of the spotted gar, *Lepisosteus oculatus* Winchell, from the Hatchet Creek, Alabama. Transactions of the Kentucky Academy of Science. 52:124-131.

Smatresk N. y J. Cameron J. 1982. Respiration and acid-base physiology of the spotted gar. A bimodal breather: I. Normal values, and the response to severe hypoxia. Journal of Experimental Biology. 96: 263-280.

Soriano S. M. B. y O. D. Hernández. 2002. Tasa de crecimiento del pez ángel *Pterophyllum scalare* (Perciformes: Cichlidae) en condiciones de laboratorio. Acta Universitaria. 12(2): 28-33.

Velasco, C. R. 1976. Los peces de agua dulce del Estado de Chiapas. Ed. del Gobierno del Estado, T.G. 11-143.

Wootton, R. F. 1991. Ecology of teleost fishes. Fish and fisheries. Series. Y. Chapman y Hall, 2-6. Bodanz Row, London SE 1 8HN. 404 p.

ANEXO 1

Para elaborar 2 Kg de alimento

Dieta a base de harina de res:

800 g de harina de res, 200 g de harina de sangre, 100 g de harina de hueso, 400 g de harina de maíz, 200 g de harina de trigo, 140 ml de aceite de soya, 140 ml de aceite oleico, 10 g de mezcla de vitaminas y 10 g de mezcla de minerales.

Dieta a base de harina de cerdo:

780 g de harina de cerdo, 200 g de harina de sangre, 200 g de harina de hueso, 400 g de harina de maíz, 200 g de harina de trigo, 100 ml de aceite de soya, 100 ml de aceite oleico, 10 g de mezcla de vitaminas y 10 g de mezcla de minerales.

Modo de preparación:

Se mezclan los ingredientes secos de la dieta hasta homogeneizarlos; posteriormente se añaden los ingredientes líquidos y se mezcla hasta formar una pasta, agregando para ello, si es necesario agua.

Una vez obtenida la pasta, se pasa por un molino de carne con orificios de 5 mm, para formar tiras de 40 cm, estas se acomodan en charolas y se dejan secar en una estufa a 40°C durante 24 horas para eliminar el exceso de humedad.

Una vez secas las tiras de alimento, se dejan enfriar en las charolas a temperatura ambiente, posteriormente se hacen pasar por un cernidor con abertura de 5 mm. Los pellets resultantes se almacenan en un recipiente oscuro para evitar la luz y la humedad.



Elaboración de pellets



Vista de los pellets elaborados