



KUXULKAB'

ISSN 1665-0514

REVISTA DE
DIVULGACIÓN
División Académica de Ciencias Biológicas

• Volumen XV • Número 28 • Enero - Junio 2009 •

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco



200

aniversario

Charles Robert Darwin

REVISTA DE DIVULGACIÓN

División Académica de Ciencias Biológicas
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Kuxulkab' Voz chontal - tierra viva, naturaleza

CONSEJO EDITORIAL

Dra. Lilia Ma. Gama Campillo
Editor en jefe

Dr. Randy Howard Adams Schroeder
Dr. José Luis Martínez Sánchez
Editores Adjuntos

Lic. Celia Laguna Landero
Editor Asistente

COMITÉ EDITORIAL EXTERNO

Dra. Silvia del Amo
Universidad Veracruzana

Dra. Carmen Infante
Servicios Tecnológicos de Gestión Avanzada
Venezuela

Dr. Bernardo Urbani
Universidad de Illinois

Dr. Guillermo R. Giannico
Fisheries and Wildlife Department,
Oregon State University

Dr. Joel Zavala Cruz
Colegio de Posgraduados, Campus Tabasco

Dr. Wilfrido Miguel Contreras Sánchez
División Académica de Ciencias Biológicas
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Publicación citada en:

- El índice bibliográfico PERIÓDICA., índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias.
Disponible en <http://www.dgbiblio.unam.mx>
- E-mail: publicaciones@cecea.ujat.mx
- <http://www.ujat.mx/publicacion>

KUXULKAB' Revista de Divulgación de la División Académica de Ciencias Biológicas, publicación semestral de junio 2001. Número de Certificado de Reserva otorgado por Derechos: 04-2003-031911280100-102. Número de Certificado de Licitud de Título: (11843). Número de Certificado de Licitud de Contenido: (8443). Domicilio de la publicación: Km. 0.5 Carretera Villahermosa-Cárdenas, entronque a Bosques de Saloya. Villahermosa, Tabasco. Tel. y fax (93) 54 43 08. Imprenta: Imagen Gráfica, Morelos y Pavón No. 211. Col Miguel Hidalgo C. P. 86150 Villahermosa, Tabasco. Distribuidor: División Académica de Ciencias Biológicas Km. 0.5 Carretera Villahermosa-Cárdenas, entronque a Bosques de Saloya. Villahermosa, Tabasco.

Nuestra Portada:
Darwin 200 años

Diseño de Portada por:
Liliana López Gama
Estudiante de diseño y
comunicación visual
FES Cuautitlán

Estimados lectores de Kuxulkab´.

Este es un año muy importante en la historia de la Biología, ya que se conmemoran 200 años del nacimiento de Charles Darwin, naturalista británico que sentó las bases de la actual teoría de la evolución. Durante todo el año se han realizado eventos en conmemoración de este acontecimiento en todo el mundo. Darwin apasionado por conocer el mundo, se embarcó en un recorrido de cinco años que le inspiró lo que culminó varios años después en su famoso libro: “El Origen de las Especies por medio de la Selección Natural”, en el que expone su teoría sobre el complejo mecanismo de cómo las especies van tomando forma. Los eventos de la vida de Darwin y su pasión por la comprensión de la naturaleza y todos los elementos que la componen, nos hacen reflexionar hoy más que nunca en la importancia de la integración de varias disciplinas en el análisis de las problemáticas ambientales resultantes de la explotación de los recursos naturales que nos rodean.

Como una contribución a la divulgación de estudios orientados a las ciencias ambientales, nuestra revista selecciona temas que muestren en forma sencilla, tanto el estado de nuestros recursos naturales como investigaciones relacionadas a la atención a problemas ambientales. En este número se publican artículos vinculados a la diversidad y uso de algunas especies particularmente importantes y amenazadas de la región. También se presentan propuestas metodológicas para la comprensión (incendios) o atención (contaminación) de problemas ambientales de recursos naturales importante para el estado. Este número incluye nueve artículos y dos notas que cubre diferentes temas y aspectos de las ciencias ambientales. En ellos se presentan desde resultados de contribuciones de investigación de campo o bibliográficas que se desarrollan en los cursos de los diferentes programas educativos de licenciatura y posgrado, así como resultados de investigaciones realizadas como tesis o en los proyectos de investigación que los profesores/investigadores llevan a cabo en nuestra escuela o en otras instituciones.

Les invitamos a enviarnos sus manuscritos y les recordamos que nuestra revista se enriquece con las aportaciones de todos los miembros de la comunidad de la División Académica de Ciencias Biológicas, haciendo una especial invitación a que cada vez más estudiantes se incorporen a la divulgación de temas que consideren serán de interés a sus compañeros y se unan a aquellos que han terminado o se encuentran realizando sus proyectos de tesis y que comparten con nosotros los resultados de sus investigaciones. Como siempre, agradecemos a los colaboradores de otras instituciones interesadas en la divulgación que comparten con nosotros temas de interés general así como los resultados de sus proyectos. Con un sincero reconocimiento a los colegas que desinteresadamente colaboran en el arbitraje que nos permite mantener la calidad de los trabajos.

Lilia Ma. Gama Campillo
Editor en Jefe

Wilfrido Miguel Contreras Sánchez
Director

División Académica de Ciencias Biológicas
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco



Sustitución total de aceite de pescado con aceite vegetal en larvas de pejelagarto *Atractosteus tropicus*

¹Maricela Huerta-Ortiz, ^{1*}Carlos Alfonso Álvarez-González, ¹Gabriel Márquez-Couturier, ¹Wilfrido M. Contreras-Sánchez, ²Roberto Civera-Cerecedo, ²Ernesto Goytortúa-Bores

¹Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Biológicas Carretera Villahermosa-Cárdenas Kilómetro. 0.5, C.P. 86039, Villahermosa, Tabasco, México.

*alvarez_alfonso@hotmail.com.

²Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Mar Bermejo 145, Colonia Playa Palo de Santa Rita, 23090, La Paz, Baja California Sur., México.

Resumen

Se efectuó un bioensayo en larvas del pejelagarto *Atractosteus tropicus*, para lo cual se seleccionaron un total de 1054 individuos con un peso y longitud inicial de (0.08 ± 0.01 g y 26.0 ± 3.0 mm respectivamente) aplicando un diseño bifactorial, donde el primer factor fueron los dos tipos de aceites; vegetal (Patrona, Edo. Mex) y sardina, el segundo factor fueron los dos niveles de lípidos 10 y 15%, más la dieta control comercial para trucha, (Silver Cup®) con 45 % de proteína y 16 % de lípidos, evaluados por triplicado con una duración de 28 días. Los resultados mostraron que las larvas alimentadas con la dieta (SOL10%) y aceite de pescado con 15% de lípidos (SOL15%), fueron estadísticamente diferentes entre sí y las que mejores pesos y longitudes totales obtuvieron (3.76 ± 0.55 g y 12.13 ± 1.25 mm; 1.46 ± 0.37 g; 7.31 ± 0.67 mm) contra las larvas alimentadas con las dietas de control y aceites vegetales (CDPL16%, VOL10% y VOL15% de lípidos). Por lo que se concluye que en la alimentación de las larvas de *A. tropicus* se debe usar aceite de sardina, aunque la utilización de aceites vegetales es posible, no obstante probablemente en menor cantidad.

Introducción

El pejelagarto *Atractosteus tropicus* Gill, 1863 es un pez endémico que habita en ambientes pantanosos, con distribuciones desde Veracruz, México, hasta San José, Costa Rica (Carta Nacional Pesquera, 2004; Miller, 2005), esta especie tiene una gran importancia comercial-artesanal en esta región del país y es altamente consumida, sin embargo su sobreexplotación ha provocado que sus

poblaciones naturales hayan disminuido drásticamente en los últimos años (Márquez *et al.*, 2006). De esta manera, el uso de una dieta comercial para esta especie funciona, desarrollando una formulación específica que permita mejorar la producción de semilla para su utilización en la engorda. Considerando lo anterior, para implementar una formulación para *A. tropicus* es necesario investigar varios aspectos, entre los que destaca el requerimiento nutricional y los ingredientes que aportan estos nutrientes. En este sentido, los lípidos son los macronutrientes más importante después de las proteínas, además aportan el doble de energía necesaria para el crecimiento y procesos metabólicos (Lee *et al.*, 2003). Adicionalmente, se ha logrado evaluar el “protein sparing” como una estrategia para disminuir el aporte de proteína al utilizar diversas fuentes de lípidos y de esta manera disminuir el costo del alimento (Izquierdo *et al.*, 2003).

Algunos trabajos desarrollados en el uso de fuentes alternativas de lípidos en larvas de peces se han realizado en especies como el pez dorado *Carassius auratus*, charro americano del río *Salvelinus fontinalis*, carpa común *Cyprinus carpio*, salmón atlántico *Salmo salar* y salmón chino *Oncorhynchus tshawytsch* donde los diversos autores reportaron que es posible utilizar aceites vegetales en remplazo de aceite de pescado con excelentes resultados sobre el crecimiento y la supervivencia de las larvas; sin embargo, mencionan que es conveniente que este reemplazo se tome con cautela, ya sea parcial o totalmente, ya que de lo contrario se podría afectar la calidad de la semilla, por lo que es posible sustituir desde un 50 hasta un 100% de aceite de pescado, aunque esto

depende de la especie, hábitos alimenticios, además del tipo de aceite vegetal que se utilice (Torstensen *et al.*, 2004; Tortensen *et al.*, 2005; Grant, 2006). De esta manera, el presente trabajo, tiene como objetivo evaluar la utilización de aceites vegetales en sustitución total de aceite de pescado utilizando dos niveles de lípidos (10 y 15%) sobre el crecimiento y la supervivencia de larvas de *A. tropicus*.

Materiales y Métodos

Inducción de peces y selección de larvas

Las larvas para este experimento fueron obtenidas del lote de reproductores en el Laboratorio de Acuicultura de la División Académica de Ciencias Biológicas en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, a partir de la inducción de una hembra (3.056 kg) usando una sola dosis de LHRHa (0.35 µg/Kg de pez), utilizando un proporción de tres machos por hembra. Las hembras fueron anestesiadas con metasulfonato de tricaina (MS-222, 20 mg/L de agua) para la aplicación de la hormona. Después de la inyección, los peces fueron colocados en un tanque circular de plástico de 2000-L con recambio de agua constante conectado a modo de sistema abierto. Inmediatamente después de la inducción, el comportamiento reproductivo fue observado y 17 horas después se produjo el desove (9,500 huevos totales). El porcentaje de eclosión obtenido fue del 95%. Después de la absorción del vitelo e iniciado el nado de las larvas, éstas fueron contadas y seleccionadas para realizar el experimento. Antes del desove, se preparó el nido usando pasto artificial (rafia) como sustrato para los huevos, embriones una vez realizada la eclosión a las 72 horas y hasta la absorción de vitelo de las larvas otras 72 h después.

Diseño experimental

Se utilizaron 1054 larvas con un peso y longitud inicial de 0.08 ± 0.01 g y 26.0 ± 3.0 mm respectivamente, las larvas se sembraron de manera aleatoria a una densidad de 70 individuos por tina, consistió en un diseño bifactorial en donde el primer factor fue el tipo de aceite empleado en la fabricación de los alimentos prácticos (aceite vegetal, VO vs aceite de pescado, SO) y el segundo factor representó el nivel de lípidos (L10% y L15%)

mas la dieta comercial para trucha Silver Cup® con 45 % de proteína y 16 % de lípidos (CDPL16%), todos los tratamientos fueron evaluados por triplicado.

Para el experimento se utilizó un sistema cerrado de 15 tanques circulares de plástico de 70-L conectados a un filtro de arena STA-RITE, RX-5034N3, Delavan, Wiscosin, U.S.A.) En un reservorio principal de 1500-L mediante una bomba de circulación (STA-RITE, JMPA5D-230-Washington, D.C U.S.A.).

Preparación de las dietas experimentales

Las dietas fueron formuladas con el programa Mixit Win 5 (Tabla, 1) bajo el procedimiento de Álvarez-González *et al.* (2001) donde los macroingredientes (caseína, harina de sorgo, sardina, cerdo, y pasta de soya) fueron tamizados por una criba de 350-500 µm, para después ser pasados a una máquina revoladora (BATHAMAX PAT # 178716, Monterrey, Nuevo León, México) y mezclados por 20 minutos. Simultáneamente, se pesaron los microingredientes (L-lisina HCL, Premezcla de Vitaminas y Minerales, Vitamina C, BHT e hidrolizado de pescado), agregándose a la mezcla de macroingredientes, éstos fueron mezclados por otros 20 minutos, después se pesaron los aceites (aceite de sardina y vegetal) y se adicionaron a la mezcla de macro y microingredientes mezclándose por otros 20 minutos, por último se le añadió el aglutinante (carboximetil celulosa) mezclándose por otros 20 minutos hasta obtener una masa homogénea. La manufacturación de los pellets fueron pasados por un molino para carne (TORO REY M-22 R1, DF. Naucalpan, México) para ser cortados y secados en un horno oven (CORIAT HG-25-A. DF. Naucalpan, México) a 60°C hasta su utilización.

Tabla 1. Formulación y análisis químicos de las dietas experimentales elaborados en el Laboratorio de Acuicultura de la UJAT-DACBIOL utilizadas en la alimentación de larvas de *A. tropicus*. SO: Aceite de sardina; VO: Aceite vegetal; L10: 10% de lípidos; L15: 15% de lípidos.

Ingredientes	Dietas experimentales (%)			
	SOL10	SOL15	VOL10	VOL15
Harina de sardina ^a	35.98	37.53	36.75	37.40
Harina de cerdo NRA ^b	30.00	29.00	31.00	31.00
Pasta de soya ^a	18.00	18.00	16.00	16.00
Harina integral de sorgo ^a	8.48	3.53	8.81	3.66
Hidrolizado de pescado ^c	2.10	2.00	2.00	2.00
Aceite de pescado ^a	1.00	4.00	0.00	0.00
Aceite vegetal ^d	0.00	0.00	1.00	4.00
L-lisina HCl ^e	0.50	2.00	0.50	2.00
Carboximetil celulosa ^f	3.00	3.00	3.00	3.00
Acido ascórbico ^g	0.54	0.54	0.54	0.54
Pemix de Vitaminas y minerales ^h	0.35	0.35	0.35	0.35

Composición proximal (g/100 g MS), Promedio ± DE				
Proteína	50.0 ± 0.3	50.0 ± 0.2	50.0 ± 0.4	50.0 ± 0.3
Extracto etéreo	10.1 ± 0.2 ^b	14.5 ± 0.2 ^a	10.3 ± 0.1 ^b	14.7 ± 0.3 ^a
Fibra cruda	1.4 ± 0.4	1.3 ± 0.3	1.5 ± 0.2	1.4 ± 0.2
Cenizas	16.1 ± 0.3	16.0 ± 0.2	16.4 ± 0.1	16.4 ± 0.3
Energía (cal/g)	5596.9 ± 2.1	5662.4 ± 0.2	5693.3 ± 1.6	5693.3 ± 1.6
ELN	41.6 ± 0.2	41.3 ± 0.2	39.8 ± 0.3	39.3 ± 0.3

^aPedregal, Tozluca, Edo. Mex. México. ^bNRA, USA., ^cCPSP, Francia. ^dProductos Patrona, Santa Fé, México DF. ^eResearch Organics. ^fSigma-Aldrich. ^gRovimix-Roche Stay 35%.

Los resultados están expresados en base seca: La determinación se realizó por diferencia de peso a 105°C/4 h. Proteína: Método de microkjeldahl (% N x 6, 25). Extracto etéreo: Método Soxtec-Avanti, TECATOR. Fibra cruda: Por el método de hidrólisis sucesiva (Acido/base). Cenizas: Determinadas por diferencia de pesos por calcinación a 600°C /5 H. Energía: Por bomba calorimétrico Parr. ELN: Calculado por diferencia: 100 - (% Proteína+% Lípidos+ % Fibra cruda, +% cenizas)

Manejo y alimentación de las larvas

Para el experimento, las larvas fueron alimentadas con nauplios de *Artemia* (0.6 nauplios/mL) a partir de la absorción del vitelo (3 DDE= día después de la eclosión) hasta el 7DDE, disminuyendo gradualmente la cantidad de nauplio de *Artemia* a (0.3 nauplios/mL) e iniciando una coalimentación con las dietas experimentales a partir del 4DDE hasta lograr la sustitución total en el día 7DDE. Alimentándolos ad libitum cuatro raciones al día (8:00 am, 11:00 am, 14:00 pm y 17:00 pm).

Iniciando el suministro de las dietas experimentales con un 10% del porcentaje de la biomasa. Diariamente, se realizó el cálculo del consumo real de alimento descontando el alimento remanente en cada tanque por medio de la

recolección utilizando un sifón. Diariamente se determinaron los parámetros físicos químicos para la calidad del agua. Para lo cual, la temperatura y el oxígeno disuelto se midieron diariamente ($29.8 \pm 0.5^\circ\text{C}$ y 5.8 ± 0.2 mg/L respectivamente) usando un oxímetro YSI 55 (Springer, Ohio, USA) y el pH también fue medido diariamente (7.8 ± 0.6) con un potenciómetro HANNA (Woonsocket, RI, USA).

Índices de crecimiento y calidad del alimento

El bioensayo tuvo una duración de 28 días realizando biometrías cada 14 días, registrando el peso individual y longitud total de todos los peces. Para medir el peso (g) se utilizó una balanza digital (Denver Instrument XP-600, Denver, Colorado, USA) y la longitud (cm) un vernier digital (MARATHON C0-030300, Richmond Hill, Ontario, Canadá). Al final se calculó la supervivencia mediante el conteo total de número de peces al final del experimento entre el número de peces al inicio del experimento por el 100%. Asimismo, con los datos de consumo de alimento se calcularon los siguientes índices de crecimiento y de calidad del alimento: Factor de conversión alimenticio (FCR), tasa específica de crecimiento (SGR, %/d), factor de condición (CF), ganancia en peso porcentual (WG%), tasa de eficiencia lipídica (LER), consumo diario de alimento (DFI), consumo diario de lípidos (DLI).

Análisis estadísticos

Se verificó la normalidad de los datos de peso y longitud total, por lo cual fueron analizados con una ANOVA de dos vías para ver las interacciones entre los niveles de lípidos y tipos de aceites (Vegetal versus Animal), donde esas diferencias entre tratamientos fueron analizados por medio de una prueba de Tukey. La supervivencia e índices de crecimiento y calidad del alimento fueron analizados por medio de la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis test, donde las diferencias entre tratamientos se detectaron por medio de la prueba de Nemenyi. Para todos los casos se usaron valores de significancias de 0.05. Todos los análisis fueron realizados con el programa STATISTICA® V 7.0.

Resultados

Crecimiento

En el día 14 se hallaron diferencias significativas ($P < 0.05$), tanto en el peso, como en la longitud total., los peces alimentados con la dieta SOL10% fueron las más grandes (1.03 ± 0.06 g y 7.16 ± 0.44 cm) comparadas con todos los tratamientos SOL15% (0.88 ± 0.05 g y 6.03 ± 0.44 cm), VOL10% (0.87 ± 0.37 g y 6.38 ± 0.61 cm) y VOL15% (0.85 ± 0.41 g y 6.46 ± 0.72 cm), siendo éstas dos últimas estadísticamente iguales entre ellas y menores a SOL15%; finalmente, los peces alimentados con la dieta CDPL16% (0.30 ± 0.11 g y 2.83 ± 0.48 cm) fueron los más pequeños estadísticamente. En el último muestreo (día 28) se hallaron diferencias significativas ($P < 0.05$), para el peso y la longitud total en los peces alimentados con las dietas de SOL10% (3.76 ± 0.55 g y 12.13 ± 1.25 cm) siendo los más grandes comparados con todos los tratamientos, seguidos de los peces alimentados con la dieta SOL15% (1.46 ± 0.37 g y 7.31 ± 0.67 cm), que fueron mayores a los otros tres tratamientos CDPL16% (0.95 ± 0.39 g y 6.61 ± 0.72 cm),VOL15% (0.85 ± 0.41 g y 6.46 ± 0.72 cm) y VOL10% (0.87 ± 0.37 g y 6.38 ± 0.61 cm), siendo estos tratamientos iguales entre ellos (Tabla 2).

Interacción entre la fuente de aceites y los lípidos en larvas *A. tropicus*

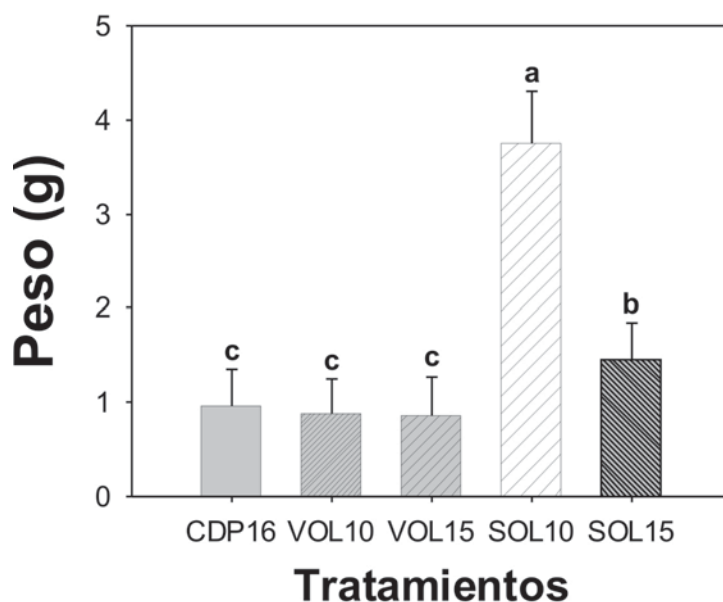


Figura. 1 Interacción entre la fuente de aceites y los lípidos en larvas del *Atractosteus tropicus*.

Días	Peso (g)				
	Dietas experimentales (%)				
	CDPL16%	VOL10%	VOL15%	SOL10%	SOL15%
0	0.08 ± 0.01	0.08 ± 0.01	0.08 ± 0.01	0.08 ± 0.01	0.08 ± 0.01
14	0.30 ± 0.11 ^d	0.62 ± 0.10 ^c	0.58 ± 0.15 ^c	1.03 ± 0.06 ^a	0.88 ± 0.05 ^b
28	0.95 ± 0.39 ^c	0.87 ± 0.37 ^c	0.85 ± 0.41 ^c	3.76 ± 0.55 ^a	1.46 ± 0.37 ^b

Días	TL (cm)				
	Dietas experimentales (%)				
	CDPL16%	VOL10%	VOL15%	SOL10%	SOL15%
0	1.99 ± 0.16	1.98 ± 0.16	1.98 ± 0.16	1.97 ± 0.16	1.98 ± 0.16
14	2.83 ± 0.48 ^d	4.29 ± 0.66 ^c	4.10 ± 0.80 ^c	7.16 ± 0.44 ^a	6.03 ± 0.44 ^b
28	6.61 ± 0.72 ^c	6.38 ± 0.61 ^c	6.46 ± 0.72 ^c	12.13 ± 1.25 ^a	7.31 ± 0.67 ^b

Tabla 2. Peso (g) y longitud estándar (cm) en las larvas de pejelagarto *A. tropicus* alimentadas con las dietas experimentales (promedio ±DE).

CDPL16: Dieta control, Silver Cup Trucha (45% proteína y 16% lípidos). VOL10%: Aceite vegetal con 10% de lípidos. VOL15%: Aceite vegetal con 15% de lípidos. SOL10%: Aceite de sardina con 10% de lípidos. SOL15%: Aceite de sardina con 15% de lípidos. Los superíndice en el mismo renglón indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

La figura 1, en el día 28 ultimo muestro, se observa el comportamiento de la interacción lípidos*aceites con un valor alto de significancia ($****P0.000017$) en el análisis de varianzas, para la variable independiente principal (Nivel de lípidos) mostró

una tendencia en los niveles de lípidos, ya que a medida que se incrementaron los niveles de lípidos el crecimiento bajo. Sin embargo para la variable independiente condicional (tipos de aceites) mostró que el aceite de sardina fue la que tuvo un efecto directo en el peso de las larvas alimentadas con aceite de sardina con el 10% de lípidos en el pejelagarto *A. tropicus*.

Supervivencia e índices calidad del alimento

Al final del bioensayo, se determinó la supervivencia no detectándose diferencias significativas ($P > 0.05$), aunque si una tendencia donde los peces alimentados con la dieta SOL15% tuvieron el mayor porcentaje (86%) comparados con los peces alimentados con las otras dietas VOL15% (56%), SOL10% (63%), VOL10% (60%) y CDPL16% (59%). En cuanto a los índices de crecimiento y de calidad del alimento se detectaron las mismas diferencias significativas ($P < 0.05$) para el FCR, SGR, LER y WG%. Los peces alimentados con la dieta SOL10% solamente fueron diferentes con los peces alimentados con la dieta CDPL16%, mientras que para el resto de los tratamientos no hubo diferencias estadísticas. Por otra parte, para el CF se detectó diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los peces alimentados con la dieta SOL15%, siendo exclusivamente diferente con los peces alimentados con la dieta SOL10% pero igual al resto de los tratamientos. Adicionalmente, se detectaron diferencias significativas ($P < 0.05$) para el DLI entre los peces alimentados con la dieta SOL10% con respecto a los peces alimentados con la dieta CDPL16%, siendo iguales a los peces alimentados con el resto de las dietas experimentales. Finalmente, para el DFI no se detectaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos (Tabla 3).

Tabla 3. Supervivencia e índices de crecimiento y de calidad del alimento de las larvas de pejelagarto *A. tropicus* alimentadas con dietas prácticas con dos fuentes de lípidos y dos niveles de lípidos (Promedio \pm DE de 3 réplicas por muestras).

CDPL16: Dieta control, Silver Cup Trucha (45% proteína y 16% lípidos). VOL10%: Aceite vegetal con 10% de lípidos. VOL15%: Aceite vegetal con 15% de lípidos. SOL10%: Aceite de sardina con 10% de lípidos. SOL15%: Aceite de sardina con 15% de lípidos. Los superíndice en el mismo renglón indican diferencias significativas ($P < 0.05$). WG%: Ganancia en peso porcentual; FCR: Factor de conversión alimenticio; SGR %/día: Tasa específica de crecimiento; CF: Factor de condición; DFI: Consumo diario de alimento; DLI: Consumo diario de lípidos; LER: Tasa de eficiencia lipídica.

Discusión

Los mejores resultados de crecimiento en las gráficas de interacción, fueron larvas alimentadas con las dietas que contenían aceite de pescado con 10 y 15% de lípidos, esto posiblemente se debió a las diferencias en composición de ácidos grasos que presentan ambos aceites. Los de origen vegetal son carentes de HUFA, por lo cual la presencia de ácidos grasos altamente poli-insaturados como el EPA y DHA, están restringidos. En este sentido, estos ácidos grasos están relacionados al crecimiento que afecta directamente en la formación de las membranas estructurales y procesos de osmorregulación, por lo que si estos nutrientes esenciales no están presentes o se encuentran limitados habrá un efecto directo sobre el crecimiento y supervivencia en las larvas de peces (Izquierdo *et al.*, 2003). Es importante considerar que en algunas especies de peces (principalmente dulceacuicolas), estos ácidos grasos no son esenciales, por lo cual pueden desaturar y elongar estos ácidos grasos a partir de ácidos grasos saturados y mono-insaturados, pero este proceso es complicado en los primeros estadios ya que las larvas no están completamente desarrolladas para

Índices	Dietas experimentales (%)				
	CDPL16%	VOL10%	VOL15%	SOL10%	SOL15%
Sup (%)	59.52 \pm 8.25	57.86 \pm 7.87	56.19 \pm 17.86	63.81 \pm 3.60	86.43 \pm 15.15
FCR	0.47 \pm 0.06 ^{ab}	0.51 \pm 0.02 ^{ab}	0.53 \pm 0.03 ^b	0.12 \pm 0.02 ^a	0.29 \pm 0.02 ^{ab}
SGR (%/d)	3.53 \pm 0.08 ^{ab}	3.41 \pm 0.10 ^{ab}	3.38 \pm 0.13 ^b	5.49 \pm 0.12 ^a	4.09 \pm 0.12 ^{ab}
CF	0.33 \pm 0.01 ^{ab}	0.34 \pm 0.01 ^{ab}	0.32 \pm 0.01 ^{ab}	0.21 \pm 0.01 ^b	0.37 \pm 0.01 ^a
DFI	0.04 \pm 0.00	0.04 \pm 0.00	0.04 \pm 0.00	0.04 \pm 0.01	0.04 \pm 0.00
DLI	0.17 \pm 0.01 ^b	0.19 \pm 0.03 ^{ab}	0.21 \pm 0.02 ^{ab}	0.31 \pm 0.01 ^a	0.22 \pm 0.02 ^{ab}
LER	0.51 \pm 0.02 ^{ab}	0.42 \pm 0.09 ^{ab}	0.37 \pm 0.01 ^b	1.19 \pm 0.06 ^a	0.62 \pm 0.10 ^{ab}
WG%	1082.1 \pm 66.8 ^{ab}	990.4 \pm 77.4 ^{ab}	966.5 \pm 95.7 ^b	4581.7 \pm 379.1 ^a	1658.2 \pm 148.2 ^{ab}

(Tabla 3)

este proceso (Mourente *et al.*, 2005).

Desde el punto de vista de la acuicultura es necesario incorporar, independientemente de su capacidad de desaturación y elongación, los ácidos grasos especialmente los de la serie linolénica, por medio del enriquecimiento con emulsiones lipídicas comerciales en alimentos vivos (rotíferos y *Artemia*) y/o en los alimentos artificiales (Turchini *et al.*, 2003). De ahí que la sustituciones parciales o totales de los aceites de pescado por aceites vegetales conlleve el riesgo de que los animales no se adapten a esta dieta o que la dieta no cubra el requerimiento mínimo de lípidos y ácidos grasos, reflejándose en bajos crecimientos principalmente en la fase larvaria, debido a que necesitan mayores concentraciones de lípidos, donde los aceites de pescado poseen ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) que son precursores primordiales para un óptimo desarrollo de los organismos (Ng *et al.*, 2007).

Sin embargo, si el alimento tiene altas concentraciones de aceite de pescado o durante su fabricación, transportación, manejo y almacenaje esto se realiza de forma inadecuada se pueden producir dioxinas, que tienden a oxidar los aceites, presentándose como radicales libres, estas reacciones causan daños a los lípidos de las membranas celulares, ocasionando al pez un stress de origen nutricional, en el cual un tren enzimático actúa directamente a la excesiva lipoperoxidación de los ácidos grasos insaturados acumulados, este efecto conlleva a que una larva estresada tenga un efecto directo en el fenómeno llamado "bamboleo" perdiendo el control del movimiento ocasionándoles la muerte (Spurlock *et al.*, 1993). De esta manera, estos factores se pueden controlar adicionando antioxidantes naturales en las dietas, como la vitamina E y C debido a su mecanismo de defensa, es efectiva contra el estrés oxidativo y refuerza el sistema inmunológico (Díaz-Cruz *et al.*, 2003) o por otra parte, sustituyendo parcialmente los aceites de pescado por otras fuentes de lípidos más estables (como son los aceites de origen vegetal).

De esta forma, se considera que las larvas de pejelagarto que mejor crecieron fueron las alimentadas con la dieta a base de aceite de pescado con 10 y 15% de lípidos, además de presentar las más altas supervivencias, lo cual puede estar relacionado con la adecuada inclusión de los aceites de pescado en las dietas y una adecuada fabricación de los pellets, minimiza el

efecto de la oxidación (Wu *et al.*, 2002). En este sentido, existen diversos trabajos por Hei-zhao *et al.* (2006), en *Epinephelus coioides* por Hei-Zhao, *et al.* (2007) y Shapawi *et al.* (2008) en *Cromileptes altivelis* en la cual evaluaron los requerimientos de lípidos a través de los aceites de pescado y aceites vegetales encontrando que es factible la sustitución parcial del aceite de pescado por aceite vegetal al no afectar el crecimiento, obteniendo buenos factores de conversión alimenticia (FCR) y ganancia en peso (WG). Al comparar estos resultados con los obtenidos en este experimento, se considera que el uso de aceites vegetales es adecuado, a pesar de que se obtuvieron menores crecimientos pero supervivencias similares, por lo que es necesario explorar la sustitución parcial de aceite de pescado por aceites vegetales en las larvas del pejelagarto.

En este mismo sentido, el reemplazo parcial del aceite de pescado por aceites vegetales, es posible debido principalmente a los altos costos que conlleva la fabricación de alimentos comerciales con aceites y harinas de pescado, por lo cual diversos autores manifiestan que en la medida que un alimento sea fabricado con ingredientes alternativos, el costo de producción durante el cultivo puede disminuir, especialmente cuando el rubro por alimentación llega a ser superior en ocasiones al 60% (Heller, 2006). En la actualidad no hay muchos trabajos, en larvas, donde se pueda reemplazar completamente el aceite de pescado obteniendo altas supervivencias y crecimientos, ya que este reemplazo implica varios riesgos fisiológicos dependiendo de la especie (Torstensen *et al.*, 2005).

Conclusiones

De esta forma concluimos que para el cultivo de las larvas de pejelagarto se debe adicionar a los alimentos aceite de pescado que contenga entre 10 a 15% de lípidos. Sin embargo, consideramos que a pesar de que las larvas alimentadas con aceites vegetales tuvieron los menores crecimientos, el uso de este tipo de aceites es posible, aunque probablemente es necesario sustituir solo parcialmente el aceite de pescado.

Agradecimientos

Esta investigación fue financiada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y el fondo sectoral SAGARPA por medio del Proyecto "Investigaciones

para desarrollar el cultivo de pejelagarto *Atractosteus tropicus* en el Sureste de México”, SAGARPA-2002-C01-2031.

Literatura Citada

Álvarez-González, C.A., Civera-Cerecedo, R., Ortíz-Galindo, J.L., Dumas, S., Moreno-Legorreta, M. & Grayeb-Del Alamo, T. 2001. Effect of dietary protein level on growth and body composition of juvenile spotted sand bass, *Paralabrax maculatofasciatus*, fed practical diets. *Aquaculture* 194, 151-159.

Carta Nacional Pesquera. 2004. México. *Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación*. Diario Oficial de la Federación, Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos.

Díaz-Cruz A, Serret, M., Ramírez, G., Ávila, E., Guinzber y R., Piña, E. 2003. Prophylactic action of lipid acid on oxidative stress and growth performance in broilers at risk of developing as cites syndrome. *Avian Pathol* 32, 645-653.

Grant, A.M. 2006. Growth, fatty acid composition and Na⁺/K⁺-ATPase isoform physiology of juvenile Chinook salmon *Oncorhynchus tshawytscha* fed diets supplemented with anchovy or blends of anchovy and canola oil. MSc. *Thesis University of British Columbia, Vancouver, Canada*, 35-61.

Hei-Zhao, L., Yong-Jian, L., Jian-Guo, H., Wen-Hui, Z. & Li-Xia, T. 2006. Alternative vegetable lipid sources in diets for grouper, *Epinephelus coioides* (Hamilton): effects on growth, and muscle and liver fatty acid composition. *Aquaculture Research* 2007, 38, 1605-1611.

Hei-Zhao, L., Yong-Jian, L., Jian-Guo, H., Wen-Hui, Z. & Li-Xia, T. 2007. Alternative vegetable lipid sources in diets for grouper, *Epinephelus coioides*, Hamilton: effects on growth, and muscle and liver fatty acid composition. *Aquaculture Research* 38, 1605-1611.

Heller, G.H. 2006. The effect of dietary lecithin and lipase, as a function of age, on n9 fatty acid incorporation in the tissue lipids of *Sparus aurata*. *Fish Physiology and Biochemistry* 10, 357-364.

Izquierdo, M.S., Obach, A., Arantzamendi, L., Montero, D., Robaina, L. & Rosenlund, G. 2003. Dietary lipid sources for seabream and seabass: growth performance, tissue composition and flesh quality. *Aquaculture Nutrition* 9, 397-407.

Lee, S.M., Jeon, I.G. & Lee, J.Y., 2003. Effects of digestible protein and lipid levels in practical diets on growth, protein utilization and body composition of juvenile rockfish *Sebastes schlegeli*. *Aquaculture* 211, 227-39.

Márquez, C.G., Álvarez, G.C.A., Contreras, S.W.M., Hernández, V.U., Hernández F. A.A., Mendoza, A.R.E., Aguilera, G.C., García, G.T., Civera C.R. & Goytortúa, B.E. 2006. Avances en la alimentación y nutrición del pejelagarto *Atractosteus tropicus*. *Avances en nutrición acuícola*. 15-17 Noviembre. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México.

Miller, R.R., Minckley, W.L. & Norris, S.M. 2005. *Freshwater Fishes of México*. The University of Chicago Press. Chigago. 450pp.

Mourente, G., Good, J.E. & Bell, J.G. 2005. Partial substitution of fish oil with rapeseed, linseed and olive oils in diets for European sea bass *Dicentrarchus labrax* L. effects on flesh fatty acid composition, plasma prostaglandins E2 and E2 ∞, immune function and effectiveness of a fish oil finishing diet. *Aquaculture Nutrition* 11, 25-40.

Ng, W.K., Tocher, D.R. & Bell, J.G. 2007. The use of palm oil in aquaculture feeds for *Salmonid species*. Review. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109, 394-399.

Shapawi, R., S., Saleem, M., & Wing-Keong, N., 2008. Effects of dietary fish oil replacement with vegetable oils on growth and tissue fatty acid composition of humpback grouper, *Cromileptes altivelis* (Valenciennes). *Aquaculture Research* 39, 315-323.

Spurlock, M.E. and Savage, J.E., 1993. Effect of dietary protein and selected antioxidants on fatty liver hemorrhagic syndrome induced in Japanese quail. *Poultry Sci.* 72: 2095-2105.

Torstensen, B.E., Frøyland, L. and Lie, Ø., 2004. Replacing dietary fish oil with increasing levels of rapeseed oil and olive oil- effects on Atlantic salmon

Salmo salar L. tissue and lipoprotein lipid composition and lipogenic enzyme activities. *Aquaculture Nutrition* 10, 175-192.

Torstensen, B.E., Bell, J.G., Sargent, J.R., Rosenlund, G., Henderson, R.J., Graff, I.E., Lie, Ø. and Tocher, D.R., 2005. Tailoring of Atlantic salmon *salmo salar* L. flesh lipid composition and sensory quality by replacing fish oil with a vegetable oil blend. *J. Agric. Food Chem.* 53, 10166-10178.

Turchini, G.M., Mentasti, T., Frøyland, L., Orban, E., Caprino, F., Moretti, V.M., & Valfré, F. 2003. Effects of alternative dietary lipid sources on performance, tissue chemical composition, mitochondrial fatty acid oxidation capabilities and sensory characteristics in brown trout *Salmo trutta* L. *Aquaculture* 225, 251-267.

Wu, F.C., Ting, Y.Y. & Chen, H.Y., 2002. Docosahexaenoic acid is superior to eicosapentaenoic acid as the essential fatty acid for growth of grouper, *Epinephelus malabaricus*. *Journal of Nutrition* 132, 72-79.

CONTENIDO

Generalidades e Importancia de las Plantas Trepadoras y Avances en su Estudio en el Estado de Tabasco CARLOS MANUEL BURELO RAMOS, MARÍA DE LOS ÁNGELES GUADARRAMA OLIVERA, ANDRÉS MANUEL DE LA CRUZ LÓPEZ Y ELIZABETH VERÁSTEGUI HERNÁNDEZ.....	5
Propuesta de un Sistema Digestor Anaerobio y Generación Eléctrica para abastecer el Herbario de la DACBIOL. AURI BEATRIZ DÍAZ VALENCIA, CLARA DEL ROCÍO TOLEDO MÉNDEZ Y ELIZABETH MAGAÑA VILLEGAS.....	11
Eficiencia de remoción de los parámetros de control para un Biofiltro Anaerobio utilizado en el tratamiento de agua residual doméstica JORGE ÁLVAREZ MALPICA Y ERNESTO RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ.....	21
Diversidad de moluscos bentónicos en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla OSCAR MANUEL ORTIZ LEZAMA, LUIS JOSÉ RANGEL RUIZ Y JAQUELINA GAMBOA AGUILAR.....	29
Discriminación de umbrales de áreas quemadas mediante imágenes Landsat TM, en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla CRISTÓBAL DANIEL RULLÁN SILVA, ADRIANA EMA OLTHOFF, LILLY GAMA, EUNICE PÉREZ SÁNCHEZ Y ADALBERTO GALINDO ALCÁNTARA.....	37
Eficiencia del extracto acuoso de <i>Rhizophora mangle</i> sobre <i>Lymnaea (Fossaria) cubensis</i> , hospedero intermediario de <i>Fasciola hepatica</i> en condiciones de campo JAIME CARRILLO CONTRERAS.....	45
Sustitución total de aceite de pescado con aceite vegetal en larvas de pejelagarto <i>Atractosteus tropicus</i> MARICELA HUERTA-ORTIZ, CARLOS ALFONSO ÁLVAREZ-GONZÁLEZ, GABRIEL MÁRQUEZ-COUTURIER, WILFRIDO M. CONTRERAS-SÁNCHEZ, ROBERTO CIVERA-CERECEDO Y ERNESTO GOYTORTÚA-BORES.....	51
Biología, importancia y controversias del sapo común <i>Chaunus marinu</i> (Amphibia: Anura: Bufonidae) en Tabasco, México JAVIER HERNÁNDEZ GUZMÁN, SELENY MORALES GARCÍA Y ALFONSINA HERNÁNDEZ CARDONA.....	59
Gradientes en Biodiversidad: El Caso de la Latitud MARÍA DE JESÚS CONTRERAS-GARCÍA, ROSA AURORA PÉREZ-PÉREZ, JUAN ARMANDO AREVALO-DE LA CRUZ, KARINA SÁNCHEZ-CARRIZOSA, LUIS DANIEL JIMÉNEZ-MARTÍNEZ, PAVEL ALEKSEI CASTILLO-ENRÍQUEZ Y MIRCEA G. HIDALGO MIHART.....	65
NOTAS	
Distribución del Tigrillo (<i>Felis wiedii</i>) en la rancharía Los Cerros Cunduacán, Tabasco ANA KAREN HERNÁNDEZ CONCHA Y DANIELA CORONEL PÉREZ.....	71
Cruceros Oceanográficos del Golfo de México: "Justo Sierra" y "Río Hondo" JOSÉ A. OSEGUERA PONCE.....	73
Una Conciencia Ecológica no está nada mal CELIA LAGUNA LANDERO.....	77
NOTICIAS	
Proyectos de Investigación.....	85
Avisos.....	91



ISSN - 1665 - 0514