

# Bienvenida nuevamente *Ciencia Pesquera*

**L**a revista *Ciencia Pesquera* ha sido parte integral de la historia del Instituto Nacional de Pesca desde 1981, cuando con la dirección del doctor Jorge Carranza Fraser y del licenciado Fernando Rafful, en ese entonces jefe del Departamento de Pesca, se fundó con el propósito de publicar los resultados de las investigaciones que se realizaban de manera cotidiana en nuestra Institución. También ha estado abierta a investigadores, organismos e instituciones que han trabajado en el desarrollo de conocimientos sobre pesca y las ciencias marinas en general.

Tras un breve receso hemos retomado *Ciencia Pesquera*, pues si bien en México y Latinoamérica existen varias y muy buenas revistas relacionadas con las ciencias acuáticas, identificamos un nicho para la publicación especializada de artículos científicos y tecnológicos relacionados con la pesca y la acuicultura. En los inicios de la revista los artículos se ocupaban principalmente de la evaluación de los recursos explotados comercialmente; ahora pretendemos incluir trabajos con enfoques y estrategias de manejo moderno cuyo objetivo sea lograr la sustentabilidad y la conser-

vación de recursos naturales relacionados con la pesca, sin dejar de lado aspectos básicos de la biología y el estudio de recursos potenciales. Por otro lado, en esta nueva etapa de *Ciencia Pesquera* serán incluidos artículos relacionados con el cultivo y la engorda de organismos acuáticos, como una forma de reconocer su importancia económica y social, y como actividades productivas abastecedoras de proteínas en México y el mundo.

La publicación de trabajos se hará en estricto apego a normas de alto estándar y a rigurosos procedimientos editoriales. De esta manera aspiramos a contribuir a la difusión de resultados de investigaciones científicas y tecnológicas que impliquen la generación de conocimiento para el manejo pesquero y acuícola que demanda el siglo XXI.

Gracias y enhorabuena a la esforzada comunidad científica.

*Dr. Miguel Ángel Cisneros Mata*  
Director en Jefe del INAPESCA

# Evaluación de dietas con inclusión de harina de ninfas de *Periplaneta americana* para la alimentación de la carpa japonesa

Margarita Hernández-Martínez,\* Julieta Ramos-Elorduy,\*\*  
José Manuel Pino-Moreno\*\* y Carmen Acosta-Castañeda\*

La acuicultura es una actividad productiva cuya rentabilidad depende en gran medida del costo y la disponibilidad de los insumos (harinas de pescado y gramíneas) para la elaboración de los piensos. En años recientes, la demanda de esas materias primas para la fabricación de alimentos para animales, así como para otros productos (e.g. biocombustibles) ha incrementado su precio, lo que aunado a las condiciones de las poblaciones de peces utilizados para harina, hace necesario usar ingredientes no convencionales, como los insectos. El objetivo del presente estudio fue evaluar la posibilidad de utilizar harina de ninfas de la cucaracha *Periplaneta americana* para alimentar juveniles de carpa japonesa (*Carassius auratus*). Se evaluaron durante un periodo de 60 días, tres dietas elaboradas con alimento comercial al que se agregó 10% (I), 20% (II) y 30% (III) de harina de insecto. La digestibilidad *in vitro* de la proteína fue de 79.09%; y los mejores resultados en peso, talla y tasa de crecimiento se obtuvieron con la dieta III (2.49 g, 3.15 cm, 1.05 g·día<sup>-1</sup>) y la control, los que fueron satisfactorios para demostrar la factibilidad de utilizar este ingrediente como alimento para la carpa.

**Palabras clave:** acuicultura, nutrición, ingredientes no convencionales, Insecta, *Periplaneta americana*, cucaracha, *Carassius auratus*.

## Evaluation of diets including larvae of *Periplaneta americana* flour to feed Japanese carps

Aquaculture is a productive activity whose yield depends on the cost and availability of materials (fish and seeds flours) to elaborate rations. In recent years the raw materials to manufacture animal foods and other derivatives (i.e. biofuels) have increased their price, which combined with the decline of fish populations used for flour, makes it necessary to use non-conventional ingredients, like insects. The objective of this study was to evaluate the possibility of using flour of cockroach larvae *Periplaneta americana* to feed juvenile Japanese carp (*Carassius auratus*). Three diets prepared with commercial meal and 10% (I), 20% (II) and 30% (III) of *P. americana* larvae flour were evaluated during 60 days. The *in vitro* protein digestibility of the meal was 79.09%. The best results of growth in weight and length were with the control diet and with 30% inclusion of *P. americana* larvae (2.49 g, 3.15 cm, 1.05 g·day<sup>-1</sup>), which demonstrates this as a suitable alternative to use as fishmeal for carps.

**Key words:** aquaculture, nutrition, non-conventional ingredients, Insecta, cockroach, *Periplaneta americana*, *Carassius auratus*.

### Introducción

La rentabilidad de la acuicultura, tanto de organismos para consumo humano como para el acuarismo, se ha visto afectada en la medida en que depende de los costos de producción, en

particular del alimento y de la mano de obra, que pueden representar hasta 90% del total (Rice, 1994), y que se han elevado sustancialmente, como es el caso de las principales materias primas para la elaboración de alimentos balanceados; las harinas de pescado, soya, sorgo, maíz y trigo, como resultado de su uso en la elaboración de alimento para animales y otros productos, como los biocombustibles. Por otro lado, la FAO (2007) indica que la industria productora de alimentos para organismos acuáticos debe tener

\* Instituto Nacional de Pesca. Pitágoras 1320, Col. Sta. Cruz Atoyac. México, D. F. C.P. 03310. Correo electrónico: [hernandez\\_ptz@yahoo.com.mx](mailto:hernandez_ptz@yahoo.com.mx)

\*\* Instituto de Biología, UNAM. Cd. Universitaria Circuito exterior s/n. México, DF. C.P. 04510, A.P. 70-153

en cuenta que para la elaboración de piensos se utiliza la harina de pescado, y que esto afecta el ecosistema porque se requieren cantidades elevadas de peces silvestres para alimentar a los cultivados y las poblaciones de algunos de ellos (sardinas y anchovetas) han sufrido fuertes oscilaciones como resultado de la explotación pesquera y la ocurrencia de eventos globales como El Niño (Naylor *et al.*, 2000).

Por todo lo anteriormente dicho, es necesario encontrar ingredientes no convencionales que puedan sustituir, al menos parcialmente, a estas materias primas. Los insectos, por ejemplo, poseen alto contenido de proteínas y grasas, en especial durante los estadios larvarios de las especies holometábolos y en las pupas (Ramos-Elorduy, 2004), así como calorías, algunas sales minerales y vitaminas, principalmente del grupo B (Ramos-Elorduy y Pino, 1990, 1998, 2001); en estado inmaduro poseen baja cantidad de fibra cruda que, junto con el contenido balanceado de aminoácidos esenciales, hace que su digestibilidad *in vitro* e *in vivo* sea muy buena (Ramos-Elorduy y Pino, 1981; Ramos-Elorduy, 2004; Ramos-Elorduy y Pino, 2007).

En este trabajo se aporta información sobre el uso potencial de *Periplaneta americana* (Linnaeus, 1758), comúnmente conocida como cucaracha, para la alimentación de la carpa dorada *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758), que fue seleccionada por su alta demanda como pez de ornato, facilidad de manejo y adaptación a condiciones de laboratorio.

## Materiales y métodos

Las ninfas de *P. americana* se obtuvieron de cultivos del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, donde son mantenidas en condiciones controladas de temperatura ( $29 \pm 1$  °C), humedad relativa (80%) y fotoperiodo (12 L:12 O).

Las dietas se prepararon con harina de ninfas de 20 mm de longitud y alimento balanceado API-tilapia (presentación Alevinaje, Anderson Clayton); ambos ingredientes se analizaron con los métodos oficiales (Helrich, 1990) para determinar el contenido de humedad (núm. 934.01), proteínas (núm. 988.05), grasas (núm. 920.39), cenizas (núm.

942.05) y fibra cruda (núm. 962.09). La materia seca y el extracto libre de nitrógeno se calcularon por diferencia y los aminoácidos se cuantificaron por la técnica denominada Cromatografía de Líquidos de Alta Precisión (o HPLC, por sus siglas en inglés) (Ladrón de Guevara *et al.*, 1995).

El valor energético se determinó a partir del producto del contenido (en base seca) de grasas, hidratos de carbono y proteínas por los factores de  $39.8 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$  para las grasas,  $17.2 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$  para hidratos de carbono y  $23.4 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$  para proteínas (Cho *et al.*, 1982). La digestibilidad de la proteína se evaluó por la técnica multienzimática descrita por Hsu *et al.* (1977).

Las cuatro dietas experimentales estuvieron constituidas por el alimento comercial y diferentes proporciones de harina de ninfas: 0% (testigo o control), 10% (I), 20% (II) y 30% (III). Los ingredientes, molidos por separado y tamizados ( $500 \mu\text{m}$  de luz de malla), se mezclaron durante 60 min en una batidora hasta obtener un compuesto homogéneo; el orden en que se incorporaron fue: alimento balanceado, grenetina y harina de *P. americana*; y finalmente se agregó 30% de agua a punto de ebullición para formar la pasta con la que se elaboraron *pellets* de 2 mm de diámetro que se secaron en una estufa a 35 °C durante 10 h para darles consistencia.

Para la evaluación de las dietas se utilizaron 237 juveniles de carpa japonesa (*C. auratus*), procedentes de una granja localizada en el estado de Morelos, que se aclimataron a 28 °C y se mantuvieron en observación durante un periodo de 15 días, durante el que se alimentaron con su dieta original. Los peces tenían una longitud patrón inicial de 2.4 a 2.6 cm. El experimento se realizó durante 60 días. Cada tratamiento consistió de tres réplicas, y en cada una de ellas, se alimentó durante seis días a lotes variables de entre 58 y 60 peces, durante seis días de la semana a razón de 3% de su biomasa; la ración diaria fue suministrada a las 8:00, 12:00 y 16:00 horas. Cada grupo se mantuvo en acuarios con capacidad de 40 l. Las biometrías se realizaron cada 15 días, la longitud patrón y la altura se midieron con un vernier digital con precisión de 0.1 mm y el peso con una balanza digital con precisión de 0.01 g. También se registró la sobrevivencia.

El efecto de las dietas se evaluó con los siguientes indicadores:

Tasa de Crecimiento Específico (TCE):

$$\text{Ec. 1} \quad \text{TCE} = \frac{\ln P_f - \ln P_i}{t} \cdot 100$$

Ganancia de Peso (GP):

$$\text{Ec. 2} \quad \text{GP} = \frac{P_f - P_i}{P_i} \cdot 100$$

Tasa de Eficiencia Proteica (PER):

$$\text{Ec. 3} \quad \text{PER} = \frac{P_f - P_i}{\text{Cantidad de proteína suministrada}}$$

Tasa de Conversión Alimenticia (TCA):

$$\text{Ec. 4} \quad \text{TCA} = \frac{\text{Alimento suministrado}}{\text{Incremento en peso}}$$

Donde  $P_i$  es el peso inicial (g);  $P_f$  el peso final (g) y  $t$ , el tiempo (días).

El Factor de Condición ( $K$ ) es un indicador numérico de la condición de los peces (grado de bienestar, robustez), que permite determinar las condiciones en que se logran los mejores rendimientos (Nikolsky, 1963), y se obtuvo con la ecuación:

$$\text{Ec. 5} \quad K = \frac{P}{L^b}$$

Donde  $L$  es la longitud patrón (cm) y  $b$  es el coeficiente de regresión de la relación peso vs. longitud.

La longitud, la altura y el peso de los organismos sometidos a cada tratamiento fueron comparados con las pruebas de análisis de varianza y de comparaciones múltiples de menor diferencia significativa o LSD (Least Significant Difference) con un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$ . El análisis estadístico se realizó con el programa Statistica S-Plus 2000 Pro.

## Resultados

La composición proximal de la harina de las ninfas de *P. americana* en base seca consistió de: proteínas (47.9%), extracto etéreo (36.8%), fibra cruda (7.1%), extracto libre de nitrógeno (4.2%) y sales

minerales (4%); la digestibilidad proteínica *in vitro* fue de 79.09%. El porcentaje de la mayoría de los aminoácidos esenciales fue superior al requerido por la carpa (Tabla 1), excepto en los casos de la metionina, la fenilalanina y el triptofano.

**Tabla 1**  
Perfil de aminoácidos de *Periplaneta americana* (cucaracha) y requerimiento de éstos en la dieta seca de *Carassius auratus* (carpa dorada)

Aminoácido	<i>P. americana</i> (%)	Requerimientos % <sup>(a)</sup>
Ácido aspártico	5.95	
Ácido glutámico	7.85	
Serina	4.80	
Histidina *	1.53	0.8
Glicina	5.63	
Treonina *	3.64	1.5
Arginina *	5.21	1.6
Alanina	8.87	
Tirosina	4.90	
Metionina *	0.94	1.2
Valina	5.13	1.4
Fenilalanina*	2.18	2.5
Isoleucina *	2.74	0.9
Leucina *	5.70	1.3
Lisina *	4.00	2.2
Cisteína	0.06	
Triptofano *	0.15	0.3

\*Aminoácidos esenciales.

(a) NRC, 1993.

El alimento comercial para tilapia empleado como dieta control, presentó menor contenido de proteína, lípidos y energía total que la dietas experimentales (Tabla 2); la diferencia fue más acusada con la III (0.73%, 9.68% y 13%, respectivamente).

**Tabla 2**  
Composición química de las dietas utilizadas en los ensayos (peso seco)

Composición química	DIETAS			
	Control	I (10%)*	II (20%)*	III (30%)*
Proteína	45.45	45.69	45.94	46.18
Lípidos	4.54	7.77	10.99	14.22
Fibra cruda	5.68	5.96	6.07	6.11
Sales minerales	13.63	12.69	11.74	10.88
Carbohidratos	30.68	27.02	25.37	22.69
Energía total (kJ·[100g] <sup>-1</sup> )	1 771.92	1 843.14	1 948.76	2 036.84

\* Contenido de harina de ninfas de *P. americana*.

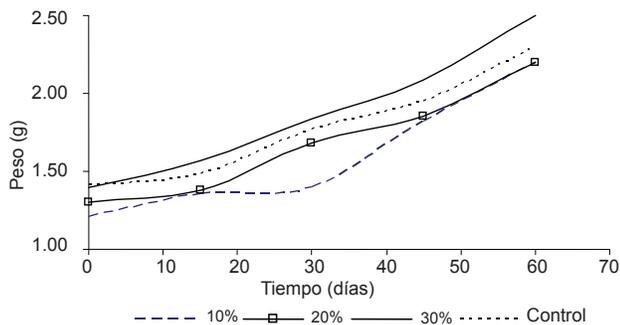
La mayor sobrevivencia (81.35%) correspondió al lote alimentado con la dieta control, mientras que entre los sometidos a las dietas experimentales, fue más alta en los peces a los que se les suministró mayor cantidad de harina de insecto (Tabla 3).

**Tabla 3**  
Parámetros poblacionales de *Carassius auratus* resultantes de cada ensayo

Dieta	Control (0%)	I (10%)	II (20%)	III (30%)
Núm. inicial	59	60	60	58
Núm. final	48	36	42	43
Sobrevivencia (%)	81.35	60	70	74.14
Peso inicial (g) ± DE	1.32± 0.68	1.21± 0.54	1.3± 0.55	1.32± 0.52
Peso final (g) ± DE	2.34± 0.99	2.14± 0.92	2.2± 0.93	2.49± 0.82
Incremento de peso (g)	1.02	0.93	0.90	1.17
Ganancia de peso (%)	77.27	76.85	69.23	88.63
Peso (g) estimado con la relación P-L para L=3 cm	2.06	1.97	2.03	2.12
Long. patrón inicial (cm) ± DE	2.5± 0.39	2.63± 0.47	2.63± 0.40	2.66± 0.38
Long. patrón final (cm) ± DE	3.08± 1.49	3.03± 0.52	3.02± 0.46	3.15± 0.39
TCE (%)	0.95	0.95	0.87	1.05
TCA	2.6	2.5	2.8	2.2
K	0.13	0.17	0.13	0.17
PER	1.59	1.59	1.45	1.70

TCE= Tasa de Crecimiento Específico; TCA= Tasa Conversión Alimenticia, K= Factor de condición, PER=Tasa de Eficiencia Proteica, DE = Desviación estándar

Con respecto al incremento en peso, las carpas mantenidas con las dietas I y II registraron valores similares al final del experimento, a diferencia de los peces alimentados con la III y la control que presentaron la mayor ganancia en peso (Tabla 3, Fig. 1).



**Fig. 1.** Ganancia promedio en peso (g) de los organismos sometidos a las dietas experimentales.

La TCE resultó ser prácticamente igual en los peces a los que se les suministró la dieta control y la I (0.95%), y mayor cuando se utilizó la dieta III (1.05%). La mejor TCA se obtuvo con la dieta III (2.2), mientras que los rendimientos más bajos con la II (2.8), la control y la I. Por lo que se refiere al aprovechamiento de la proteína, el lote de peces sometidos a la dieta III presentó la PER más alta (1.70); en contraste, los ejemplares alimentados con las dietas control y I registraron valores de 1.59 y de 1.45 con la dieta II (Tabla 3).

El K de 0.17 obtenido en los peces alimentados con la dieta III, demuestra que ésta generó el mejor grado de bienestar. Por su parte, el análisis de varianza y la prueba LSD ( $\alpha = 0.05$ ) mostraron que el tamaño de los organismos mantenidos con las dietas control y I, al igual que con las dietas I y III, así como con la II y III, fue significativamente diferente (Tabla 4), no así entre la control y la III.

**Tabla 4**  
Contrastes realizados con la prueba de comparaciones múltiples LSD ( $\alpha = 0.05$ ). Los asteriscos indican diferencias significativas entre las medidas promedio resultantes de cada tratamiento

Tratamiento	Peso (g)	Altura (cm)	Longitud (cm)
Control - I	* 2.34-2.14	* 1.11-1.12	* 3.08-3.03
Control - II	2.34-2.2	* 1.11-0.97	3.08-3.02
Control - III	2.34-2.49	1.11-1.16	3.08-3.15
I - II	2.14-2.2	1.12-0.97	3.03-3.02
I - III	* 2.14-2.49	* 1.12-1.16	* 3.03-3.15
II - III	* 2.2-2.49	* 0.97-1.16	* 3.02-3.15

El costo total de las dietas fue calculado a partir del precio del kilogramo de insecto y del alimento balanceado, que fue de \$4.50 MN y \$3.00 MN, respectivamente. Con base en la TCA, la dieta control fue la más económica (\$6.90/kg de pez), mientras que la II fue la más cara, con un valor de \$8.25/kg de pez. La dieta III tuvo un costo de \$7.92/kg de pez.

## Discusión

La digestibilidad de 79.09%, obtenida *in vitro*, de la harina de ninfa de *Periplaneta americana* fue buena, ya que de acuerdo con el National

Research Council (NCR, 1993), los alimentos con valores de 75% a 95% son ricos en proteínas. El porcentaje fue superior al registrado con otros insectos, como la hormiga “chicatana” (*Atta mexicana*), cuya digestibilidad es de 33% (Ramos-Elorduy y Pino, 1981). Por otro lado, al comparar el porcentaje de proteína de la harina de cucaracha (47.9%) con el de otros ingredientes utilizados convencionalmente en la alimentación animal, resultó mayor que el del sorgo (8.2%) y el trigo (18.8%), similar al de la soya (47.7%) e inferior al de pescado (62.6%). La proporción de lípidos (36.8%) fue superior a la de todas esas materias primas.

El valor nutricional de las ninfas de *P. americana* cumplió los requerimientos de la carpa dorada (Lochmann y Phillips, 1994), y la calidad de la proteína, determinada en términos generales por el contenido de aminoácidos esenciales, fue superior a los requerimientos de la especie estudiada, por lo que se puede utilizar este insecto para alimentarla satisfactoriamente.

La dieta III arrojó la mejor ganancia en peso, TCA, PER y TCE, mientras que los rendimientos más bajos se observaron en los peces alimentados con la II. La dieta control en comparación con la III, proporcionó valores menores de TCA y PER; sin embargo, el incremento en peso de los peces fue similar en ambos lotes, lo que indica que no existieron diferencias significativas entre estos tratamientos. Los resultados de este experimento fueron mejores que los obtenidos por Kerstemont (1995) al alimentar ejemplares de *C. auratus* con *pellets* y nauplios de *Artemia*, ya que este autor obtuvo valores de PER de 0.78 y 0.95 a temperaturas de 28 °C. Luquet (1971), por su parte, reportó valores de PER de 0.98 para trucha arco iris.

El contenido de lípidos de la harina de ninfas de *P. americana* es elevado y aunque aparentemente está formado por triacilglicérols (Rocksstein, 1974; Rees, 1977), es importante determinar su composición química para mejorar la formulación de las dietas.

Los costos de producción se incrementaron al aumentar el porcentaje de harina de *P. americana* en la dieta, e incluso en términos de TCA, el costo de un kilogramo de pez fue seme-

jante al de la dieta control (\$6.90 MN) y la dieta I (\$6.93 MN). A partir de estos resultados se podría concluir que no existe beneficio alguno en utilizar este ingrediente no convencional; sin embargo, si se considera la situación de deterioro en que se encuentran algunas de las pesquerías comerciales (Cisneros-Mata *et al.*, 2001), la crisis en la industria productora de alimentos acuícolas derivada de los altos costos de los insumos, la necesidad de introducir el enfoque de ecosistema en la acuicultura y la demanda creciente de peces cultivados, es obligatorio identificar nuevos ingredientes para la formulación de alimentos balanceados.

Sobre la base de los buenos resultados obtenidos con la dieta III, como fueron el índice de crecimiento adecuado, el elevado contenido de proteínas, la alta digestibilidad y el perfil de aminoácidos, así como a la gran aceptación por parte de los peces, es posible concluir que la harina de *P. americana* es un ingrediente no convencional adecuado para la formulación de dietas para *C. auratus* y otras especies acuícolas; si bien en escala experimental, los costos por kilogramo de la dieta son un poco mayores que los del alimento balanceado, la producción de insectos en grandes cantidades los harían competitivo.

## Conclusiones

- La dieta III superó a la I y la II, porque generó los mayores rendimientos en: peso, TCE, TCA, PER y K.
- No existió diferencia significativa entre los peces alimentados con la dieta control (APItilapia) y la dieta III con 30% de harina de *P. americana*.
- La harina de *P. americana* es una importante fuente nutricional y energética por su alto contenido de proteínas y lípidos.
- El empleo de harina de *P. americana* en la composición de las dietas es económicamente factible, ya que es más barata que la harina de pescado y que otros ingredientes utilizados tradicionalmente como fuente de proteína en la nutrición acuícola.

## Literatura citada

- CHO, C.Y., S.J. Slinger y H.S. Bayley. 1982. Bioenergetics of salmonid fishes: energy intake, expenditure and productivity. *Comp. Biochem. Physiol.*, 73B(11):25–41.
- CISNEROS-MATA M.A., L.F. Beléndez-Moreno, E. Zárate-Becerra, M.T. Gaspar Dillanes, L.C. López-González, C. Saucedo-Ruiz y J. Tovar-Ávila (eds). 2001. *Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y manejo 1999-2000*. Instituto Nacional de la Pesca-SEMARNAP. México. 1047p.
- FAO. 2007. Estado mundial de la pesca y la acuicultura 2006. Roma, Italia. pp:71–111.
- HELDRICH, K. 1990. *Official methods of analysis*. 15a ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA, EU. 1298p.
- HSU, H.W., D.L. Vavak, L.D. Satterlee y G.A. Miller. 1977. A multienzyme technique for estimating protein digestibility. *Journal of Food Science*, 42(5):1269–1273.
- KERSTEMONT, P. 1995. Influence of feed supply temperature and body size on the growth of goldfish *Carassius auratus* L. larvae. *Aquaculture*, 136:341–349.
- LADRÓN DE GUEVARA, O., P. Padilla, L. García, J. M. Pino M. y J. Ramos-Elorduy. 1995. Aminoacids determination in some edible mexican insects. *Aminoacids*, 9:161–173.
- LOCHMANN, R. T. y H. Phillips. 1994. Dietary protein requirement of juvenile golden shiners (*Notemigonus crysoleucas*) and goldfish (*Carassius auratus* L.) in aquaria. *Aquaculture*, 128:277–285.
- LUQUET, P. 1971. Efficacité des protéines en relation avec leur taux d'incorporation dans l'alimentation de la truite arc-en-ciel. *Ann. Hydrobiol.*, 2:175–186.
- NAYLOR R.L., R.J. Goldberg, J.H. Primavera, N. Kautsky, M.C.M. Beveridge, J. Clay, J. Folke, H. Lubchenco, H. Mooney y M. Troell. 2000. Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature*, 405(June):1017–1024.
- NCR. 1993. *Nutrient requirements of fish*. National Research Council. National Academy Press. Washington, DC. 114p.
- NIKOLSKY, G.V. 1963. *The ecology of fishes*. Academic Press. Londres. 352p.
- RAMOS-ELORDUY, J. 2004. La etnoentomología en la alimentación, la medicina y el reciclaje. En: J.E. Llorente B., J.J. Morrone, O. Yáñez y F. Vargas I. (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México hacia una síntesis de su conocimiento*. UNAM. México. 4:329–413.
- RAMOS-ELORDUY J. y J.M. Pino. 1981. Digestibilidad “in vitro” de algunos insectos comestibles de México. *Fol. Entomol. Mex.*, 49:141–154.
- RAMOS-ELORDUY, J. y J.M. Pino. 1990. Contenido calórico de algunos insectos comestibles en México. *Rev. Soc. Quím. Méx.*, 34(2):56–68.
- RAMOS-ELORDUY J. y J.M. Pino. 1998. Determinación de minerales en algunos insectos comestibles de México. *Rev. Soc. Quím. Méx.*, 42:18–33.
- RAMOS-ELORDUY J. y J.M. Pino. 2001. Contenido de vitaminas de algunos insectos comestibles de México. *Rev. Soc. Quím. Méx.* 45:66–76.
- RAMOS-ELORDUY J. y J.M. Pino. 2007. *Catálogo del valor nutritivo de los insectos comestibles de México*. Edición Especial del Instituto de Biología, UNAM. México. 140p.
- REES, H. H. 1977. *Insect Biochemistry*. John Wiley and Sons. Nueva York. pp:23–24.
- RICE, M. A. 1994. *Evaluation of artificial diets for cultured fish*. Northeastern Regional Aquaculture Center, NRAC Fact Sheet (222) : 1-5.
- ROCKSTEIN, M. 1974. *The physiology of Insecta*. Academic Press. EU. pp:256–257.