

Crecimiento y supervivencia de crías de pulpo (*Octopus maya*): alimentados con dietas inertes bajo condiciones de laboratorio en Yucatán, México

Growth and survival of larvae of octopus (*Octopus maya*): fed with inert diets under conditions of laboratory in Yucatan, Mexico

Miguel Rodríguez-Serna
y Claudia Carmona-Osalde

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Facultad de Ciencias, Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación, Sisal, Área de Biotecnología Acuícola. Calle 19 s/n x Capitanía de Puerto, 97355, Puerto de Sisal, Hunucma, Yucatán, México
e-mail: mrs1966@prodigy.net.mx

Rodríguez-Serna M. y C. Carmona-Osalde. 2008. Crecimiento y supervivencia de crías de pulpo (*Octopus maya*): alimentación con dietas inerte bajo condiciones de laboratorio en Yucatán, México. *Hidrobiológica* 18(3): 209-214.

RESUMEN

Bajo un diseño experimental se probaron tres dietas con el objetivo de determinar el crecimiento y la supervivencia de las crías de *Octopus maya* (Voss y Solís 1966), utilizando dos tipos de alimento inerte (A2 = Balanceado, A3 = Surimi) y comparándolo con un alimento vivo (A1 = *Artemia*), bajo condiciones controladas. Los resultados mostraron diferencias significativas entre el alimento vivo y el alimento inerte. Se encontró un mejor crecimiento en peso ganado en las crías de pulpo alimentadas con una dieta viva en comparación con las dietas inertes (A1 = 11.88 g, A2 = 8.9 g, A3 = 8.83 g); sin embargo, para las tres dietas se obtuvo una baja supervivencia. El análisis estadístico arrojó diferencias estadísticas ($p > 0.05$) entre todos los tratamientos, siendo el alimento vivo el que presentó la mayor supervivencia con un 61.3%, seguido del surimi con un 42.3% y finalmente el balanceado con un 27.6%. La alimentación de *O. maya* en cautiverio aún requiere de muchos esfuerzos para desarrollar un alimento balanceado adecuado desde el punto de vista nutricional o de formulación, así como desde la parte de atracción y aceptación por los animales.

Palabras clave: Pulpo, dietas inertes, crecimiento, supervivencia.

ABSTRACT

Three experimental diets were probed for the growth and survival rates of young *Octopus maya* (Voss and Solis 1966), using two inert foods (A2 = shrimp pellets, A3 = Surimi) and one alive food (A1 = *Artemia*), under controlled conditions. The results showed significant differences between the live food and the inert ones. Young octopus feed with artemia, reported better growth in weight gained compared with the inert diets (A1 = 11.88 g, A2 = 8.9 g, A3 = 8.83 g). All three diets obtained low survivorships, being the alive food the best one with a rate of 61.3%, followed by surimi with 42.3%, and finally the pellet food with 27.6%. Statistical analysis showed differences ($p > 0.05$) between all the treatments for both growth and survival results. Artificial feeding of *O. maya* in captivity still requires many efforts to develop a food suitable for this organism, nutritional formulation, attractants, size, among others should be developed.

Key words: Octopus, inert foods, growth, survivor.

INTRODUCCIÓN

La pesca de pulpo ha mostrado una drástica caída en los dos últimos años en el Estado de Yucatán. Esta pesquería ocupa el octavo lugar a nivel nacional en captura en el litoral del Golfo de México y Caribe, siendo la cuarta pesquería más significativa para el Estado (CRIP 2004). Es la segunda en importancia por su impacto económico y social en los estados de Campeche y Yucatán (Solís 1967a; 1988; 1994; Solís & Arreguín 1984; Solís & Chávez 1986).

Debido a la extensa veda (16 de diciembre al 31 de julio) que limita la captura del molusco a sólo cuatro meses al año; aunado a la disminución en los volúmenes de captura, los cuales han reportado una baja hasta de un 60% en el 2005, es que actualmente se realiza el desarrollo de la tecnología de cultivo de este organismo.

Los primeros estudios que se realizaron con la especie *Octopus maya* (Voss y Solís 1966) describen aspectos biológicos y reproductivos (Fuentes *et al.* 1964; Solís 1967b; van Heukelem 1977; Voss 1983). Asimismo se reportan parámetros como fecundidad promedio y estadios de madurez sexual de organismos capturados del medio (Morales & Solís 1987; Gómez-Duarte 1992; Solís, 1997).

Los trabajos más recientes se han llevado a cabo para lograr reproducir a la especie bajo condiciones controladas y probar alimentos que permitan obtener crecimientos rápidos (datos no publicados). Con base en esta experiencia se han identificado dos puntos críticos que son: una baja supervivencia y un crecimiento lento durante las primeras etapas de desarrollo de los pulpos.

Las crías de *Octopus maya* son organismos bentónicos que debido a su crecimiento relativamente acelerado, demandan una gran cantidad de alimento durante los primeros tres meses de vida. En condiciones naturales se alimentan de presas vivas y su dieta está compuesta fundamentalmente por zooplancton, que incluye diversas especies de isópodos, anfípodos y otras larvas de crustáceos (van Heukelen 1977).

Una condición necesaria del alimento para pulpo, es que debe estar vivo, tener un tamaño adecuado y una velocidad de movimiento que le permita al animal capturarlo (Villanueva 1994).

Tomando en consideración estos antecedentes, se planteó llevar a cabo un experimento con el objetivo de determinar el crecimiento y la supervivencia de las crías de *Octopus maya*, utilizando dos tipos de alimento inerte (surimi y balanceado) y otro vivo (*Artemia*), bajo condiciones controladas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Colecta de organismos. Dos desoves de *Octopus maya* con sus respectivas madres fueron recolectadas en Isla Arenas, Campeche a 4 m de profundidad. Éstas se transportaron en botes

de plástico de 2 L con aireación constante a las instalaciones experimentales del área de Biotecnología Acuícola de la UMDI-Sisal, para su eclosión. Durante el transporte los organismos se mantuvieron a baja temperatura (16° a 18° C) hasta su instalación en un sistema de tinas de fibra de vidrio de 1.40 x 0.60 x 0.60 m a una temperatura constante de 26° C, en donde se mantuvieron hasta su eclosión los huevos y las madres. Los desoves eclosionaron a los 45 días, a partir de los cuales se separaron los adultos.

Sistema de experimentación. El diseño experimental consistió en tres tratamientos con tres réplicas, éste se llevó a cabo en un sistema de recirculación con 9 tinas de plástico de 60 L cada una, un sistema de filtros biológicos con temperatura constante de 26°C ± 1°C, flujo de agua de 4 L hr⁻¹ y aireación mediante bombas de acuario de 5 W.

Se utilizaron 180 crías de *Octopus maya*, con un peso inicial de 0.1 g ± 0.01 g. Se colocaron al azar 20 organismos en cada tina con 20 refugios de PVC.

Alimento. Durante los 90 días que duró el experimento, los pulpos se alimentaron con tres dietas diferentes. Alimento vivo (*Artemia*) (A1) de 5 a 7 mm de longitud, balanceado para camarón previamente suavizado mediante su introducción en agua (A2) y surimi de pescado (A3). Los organismos fueron alimentados *ad libitum* proporcionándose los dos veces al día. Todas las dietas fueron suministradas en cajas de petri para evitar pérdidas en la cuantificación del alimento remanente, este último y las excretas fueron retiradas de las cámaras por sifoneo diariamente. Los biométricos se realizaron cada 15 días mediante una báscula digital de precisión (0.01 g). Las variables de respuesta utilizadas fueron las propuestas por (Carmona-Osalde *et al.* 2005).

-Supervivencia [% = 100 ((Número inicial – Número final) / Número Total)]

-Peso Ganado (Pg g día⁻¹) = 100 (Peso final – Peso inicial / tiempo)

-Peso Ganado (Pg %) = 100 ((Peso final – Peso inicial) / Peso inicial)

-Tasa Específica de Crecimiento (TEC % día⁻¹) = 100 ((loge Peso final – loge Peso inicial) / tiempo)

-Alimento Consumido Individual (ACI g día⁻¹) = 1000 (Alimento inicial – Alimento final / tiempo)

-Tasa Conversión Alimenticia (TCA) = ACI / Pg

Análisis estadístico. Los resultados fueron evaluados mediante un análisis de varianza de una vía (ANOVA), cuando fue necesaria se verificó la normalidad mediante una transformación de arcoseno y se caracterizó las diferencias entre las medias utilizando una prueba de Rangos de Tukey (Zar, 1984). El paquete estadístico manejado para realizar este análisis fue el Statgraphic's V 4.0.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos en ganancia en peso y supervivencia se presentan en la tabla 1, mientras que en la Figura 1 se indica el crecimiento de los organismos en el transcurso del tiempo, donde se observa que los organismos alimentados con el alimento A1 tuvieron un crecimiento mayor a los otros dos. No se determinaron diferencias estadísticas significativas en cuanto al peso inicial ($p > 0.05$), mientras que para el peso final y el peso ganado en gramos se encontraron diferencias ($p < 0.05$) entre el alimento A1 respecto a los alimentos A2 y A3, donde A1 presentó el mejor resultado en estos parámetros. Entre A2 y A3 no hubieron diferencias estadísticas significativas. En el peso ganado en porcentaje, se determinaron diferencias entre la A1 y la A3 ($p < 0.05$), mientras que la A2 no presentó diferencias significativas con ambos alimentos, un comportamiento similar se observó en la Tasa Específica de Crecimiento (Tabla 1).

En cuanto al alimento consumido por tratamiento mostraron diferencias entre A1 con A2 y A3. El alimento A1 mostró un mayor porcentaje de consumo comparado con los otros dos alimentos, A2 y A3, que por su parte obtuvieron resultados similares en el consumo. El efecto sobre el alimento consumido por tratamiento se reflejó en la Tasa de Conversión Alimenticia (TCA), donde la mejor relación se encontró en el alimento A1, los valores no reales (menores a 1) de la TCA se atribuyen al canibalismo presente en el tratamiento. La supervivencia en el presente experimento resultó baja en todos los tratamientos. El análisis estadístico de los resultados arrojó diferencias estadísticas ($p > 0.05$) entre todos los tratamientos, siendo el alimento A1, el que presentó la mayor supervivencia con un 61.3%, seguido de A3 con un 42.3% y finalmente A2 con un 27.6%.

DISCUSIÓN

Uno de los principales logros en la acuicultura es la domesticación de las especies para su producción controlada. Sólo cuando se logra el dominio de las diferentes etapas como alimentación, reproducción, crecimiento, adaptación al confinamiento y producción en altas densidades, puede considerarse exitosa la biotecnología de cultivo de una especie.

En el proceso de selección de una especie deben considerarse dos aspectos determinantes. Uno, las características biológicas propias de cada especie que las hacen menos o más adaptables para su producción controlada. Dos, los costos de producción de la especie que nos permitan obtener los mejores índices de rentabilidad.

En el caso del pulpo *O. maya*, se han realizado trabajos encaminados a su domesticación desde hace ya más de 40 años. En base a estos estudios se han identificado algunos puntos críticos en su acuicultura. Los más sensibles tienen que ver con las características biológicas de esta especie. En primer término se encuentra el establecimiento de un banco de reproductores. El pulpo tiene un ciclo de vida muy corto, de aproximadamente un año. Esta característica del ciclo de vida se debe a que las hembras una vez que desovan dejan de alimentarse para cuidar a sus huevos y mueren por inanición (Morales & Solís 1987). Este comportamiento complica y limita el mantenimiento de un lote permanente de reproductores en cautiverio, obligando a capturar de manera constante reproductores del medio para proveer de crías. En segundo término, es la viabilidad de los huevos y la alta mortalidad en las primeras etapas de vida de los pulpos, aunque *O. maya* no presenta fases larvales de desarrollo posteriores a la eclosión del huevo como en el caso de *O. vulgaris* (van Heukelem 1977; Iglesias *et al.* 1996), la viabilidad y la mortalidad son muy

Tabla 1. Resultados del incremento en peso y la supervivencia de crías de *Octopus maya* alimentadas con tres diferentes dietas.

Parámetro	A1	A2	A3	P Valor	Error Estándar
Peso inicial (g)	0.11 ^a	0.1 ^a	0.12 ^a	0.4137	0.0116
Peso final (g)	12 ^b	9 ^a	8.95 ^a	0.0003	0.0289
Peso ganado (g)	11.88 ^b	8.9 ^a	8.83 ^a	0.0007	0.0217
Peso ganado (%)	10561.1 ^b	8900 ^{ab}	7306 ^a	0.0106	876.08
Tasa Específica de Crecimiento	5.2 ^b	5.0 ^{ab}	4.7 ^a	0.0120	0.1067
Alimento consumido (g)	11.7 ^b	9.22 ^a	9.64 ^a	0.0006	0.1518
Tasa de Conversión Alimenticia	0.98 ^a	1.03 ^b	1.1 ^b	0.0827	0.0112
Supervivencia (%)	61.3 ^c	27.6 ^a	42.3 ^b	0.0001	2.1343

Los valores con el mismo superíndice no presentan diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$)

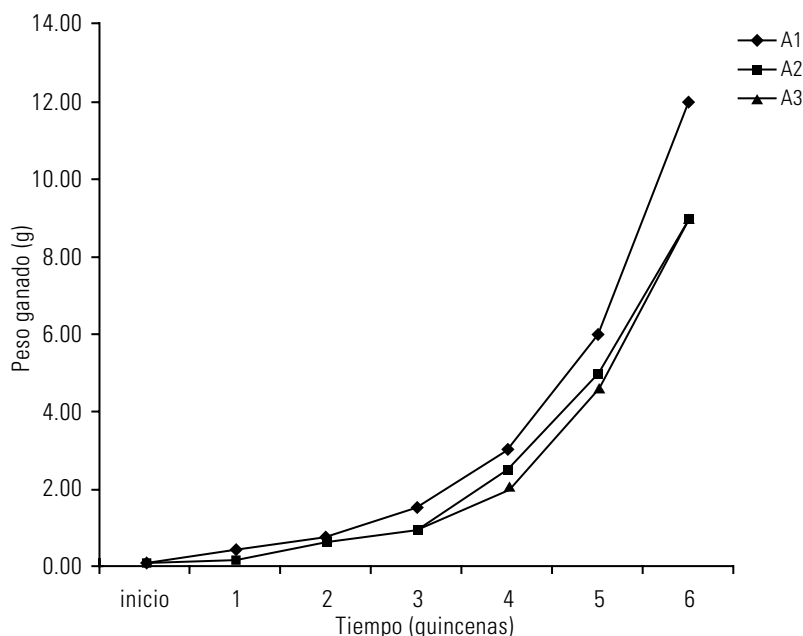


Figura 1. Incremento quincenal en peso de las crías de *Octopus maya* durante 90 días, alimentadas mediante tres diferentes dietas.

altas en los primeros meses después de la eclosión. La viabilidad puede mejorarse mediante el correcto manejo de la calidad del agua y de la temperatura (Forsythe 1983); sin embargo, el manejo de la crías resulta más complicado sobre todo cuando se incrementan las densidades debido al canibalismo y el bajo o nulo consumo del alimento inerte (Boletzky & Hanlon 1983).

Con las dietas inertes se obtuvieron los resultados más pobres en cuanto a la supervivencia y crecimiento de los pulpos, por lo que no se recomiendan para estos sistemas de producción. La respuesta de los pulpos al alimento inerte no fue positiva, y por lo tanto no la consumieron, similar situación es reportado por DeRusha *et al.* (1989), lo cual se reflejó en una alta mortalidad y un bajo crecimiento. El alimento balanceado fue mejor en comparación con el surimi, a pesar de que este último presentó, estadísticamente, un consumo semejante, lo cual puede ser ocasionado por su sabor a pescado que atrae a la cría de pulpo al consumirlo.

Los resultados obtenidos en este experimento mostraron una vez más que el alimento vivo es la mejor opción en términos de crecimiento y supervivencia para la fase de precría del pulpo. Sin embargo, a nivel productivo el manejo de un cultivo adicional para que sirva como alimento a un cultivo principal, resulta inadecuado no sólo desde el punto de vista económico sino también operativo. Es aconsejable que todo cultivo semiintensivo o intensivo utilice un alimento balanceado que permita reducir los tiempos de crecimiento y engorda con el fin de aumentar los ciclos productivos por año, permita el almacenamiento del producto por periodos más amplios de tiempo y facilite la alimentación de los animales (Rodríguez-Serna & Carmona-Osalde 2002).

El pulpo es una especie cuyo comportamiento alimenticio complica su mantenimiento en cautiverio. El alimento y la alimentación son fundamentales desde el punto de vista económico. En los cultivos semi-intensivos se recomienda el uso de alimentos balanceados, con el fin de reducir el costo y facilitar el manejo de la alimentación en una granja, ya que el costo del alimento representa casi un 60% de los gastos operativos y es el principal soporte para un buen crecimiento, en términos de tiempo de cosecha, y de salud para los animales (Rodríguez-Serna & Carmona-Osalde 2004).

La alimentación de *O. maya* en cautiverio aún requiere de muchos esfuerzos para desarrollar un alimento balanceado adecuado desde el punto de vista nutricional o de formulación y desde la parte de atracción y aceptación por los animales.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo quieren expresar su agradecimiento al Lic. Wilbert Segovia-Cruz, por su ayuda en la recolección de organismos. Asimismo a la Empresa Ixoye Marinos S.C. de R.L., por su participación y apoyo en el proyecto, "Estudio biológico de *Octopus maya* para su manejo pesquero: utilización de refugios artificiales para su crecimiento controlado".

REFERENCIAS

- BOLETZKY, S. & R. T. HANLON, 1983. A review of the laboratory maintenance, rearing and culture of cephalopod molluscs. *Memories of Natural Museum of Victoria*, 44: 147-187.

- CARMONA-OSALDE C., M. RODRÍGUEZ-SERNA & M. A. OLVERA-NOVOA, 2005. Effect of the protein-lipids ratio on growth and maturation of the crayfish *Procambarus (Astrocambarus) llamasi*. *Aquaculture* 250: 692-699.
- CRIP, 2004. Evaluación de la población de pulpo (*Octopus maya*) en la Península de Yucatán 2004. Informe Técnico, SAGARPA, INP, CRIP Yucalpeten, Yucatán, 13 pp.
- DERUSHA, R. H., J. W. FORSYTHE, F. P. DIMARCO & R. T. HANLON, 1989. Alternative diets for maintaining and rearing cephalopods in captivity. *Laboratory Animal Science*, 39 (4): 306-312.
- FORSYTHE, J. W., 1983. Principales consideraciones en el cultivo de pulpos en laboratorio. En: Solís, R. M. J. (Eds.), Memorias del Simposio Investigaciones del Pulpos y Calamares, Centro Regional de Investigaciones Pesqueras, Yucalpetén, Yucatán, México. 25-41 pp.
- FUENTES, C. D., M. J. R. SOLÍS & J. M. DE LA GARZA, 1964. Algunos aspectos de la reproducción del pulpo (*Octopus vulgaris*, Lamack) de la Sonda de Campeche. II Congreso Nacional de Oceanografía. Ensenada, B. C. p. 12.
- GÓMEZ-DUARTE, J. O., 1992. Notas ecológicas y biológicas del pulpo *Octopus maya* (Voss y Solís), en la Sonda de Campeche. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- IGLESIAS, J., F. J. SÁNCHEZ & J. J. OTERO, 1996. Primeras experiencias sobre el cultivo integral del pulpo (*Octopus maya*) en el Instituto Español de Oceanografía. En: Costa, J., E. Abellán, B. García, A. Ortega & S. Zamora, (Eds.), Actas del VI Congreso Nacional de Acuicultura, Cartagena, Col. pp. 221-226.
- MORALES, G. G. & R. J. M. SOLÍS, 1987. Fecundidad y maduración del *Octopus maya* (Voss y Solís) (MOLLUSCA-CEFALOPODA). Memorias del IX Congreso Nacional de Zoología. Villahermosa, Tabasco, México. pp. 34.
- RODRÍGUEZ-SERNA, M. & C. CARMONA-OSALDE, 2004. Transferencia biotecnológica del acocil *Procambarus (Astrocambarus) llamasi* (Villalobos 1955): unidad de producción para el estado de Quintana Roo. XI Congreso Latinoamericano de Acuicultura, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, del 23 al 26 de noviembre, Villahermosa Tabasco.
- RODRÍGUEZ-SERNA, M., & C. CARMONA-OSALDE, 2002. Growth and survival in juvenile crayfish *Procambarus (Astrocambarus) llamasi* (Villalobos 1955) fed natural and commercial diets under laboratory condition. Memorias del VI Simposio Internacional de Nutrición Acuicola, del 3 al 6 de septiembre, Cancún, Quintana Roo. p. 598.
- SOLÍS, R. M. J., 1967a. Aspectos biológicos del pulpo *Octopus maya* (Voss y Solís). *Publicaciones del Instituto de Investigaciones Biológicas Pesqueras* (18): 1-90.
- SOLÍS, R. M. J., 1967b. Incubación parcial de *Octopus maya* en laboratorio. III Congreso Nacional de Oceanografía. 15-19 marzo. Campeche, Campeche. p. 120.
- SOLÍS, R. M. J., 1988. El recurso pulpo del Golfo de México y el Caribe. En: Los recursos pesqueros del país. SEPESCA (Ed.). XXV Aniversario del Instituto Nacional de la Pesca. pp. 113-119.
- SOLÍS, R. M. J. 1994. Mollusca de la Península de Yucatán, México. En: Yañez-Arancibia A. (Ed.), *Recursos Faunísticos del Litoral de la Península de Yucatán*. Universidad Autónoma de Campeche. EPOMEX. Serie Científica (2): 136 p.
- SOLÍS, R. M. J. 1997. *Octopus maya*: Biology and Fishery in Mexico. In: Lang M., F. G. Hochberg, R. A. Ambrose & J. M. Engle (Eds.). *Proceedings the Fishery and Market Potential of Octopus in California*. Smithsonian Institution, University of Southern California, Aug.-Sep. pp. 105-113.
- SOLÍS, R. M. J. & S. F. ARREGUÍN, 1984. Análisis de la pesquería de pulpo (*Octopus maya*) del Banco de Campeche. Memoria IX Reunión MEXUS-GOLFO. Cancún, Q. Roo., México. 15-16 de Noviembre. pp. 33-38.
- SOLÍS, R. M. J. & E. A. CHÁVEZ, 1986. Evaluación y régimen óptimo de pesca de pulpo de la Península de Yucatán, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. Universidad Nacional Autónoma de México. 13 (3): 1-18.
- VAN HEUKELEM, W. F., 1977. Laboratory maintenance, breeding, rearing, and biomedical research potential of the Yucatan octopus (*Octopus maya*). *Laboratory Animal Science* 27(5) Pt. II: 852-859.
- VILLANUEVA, R., 1994. Decapod crab zoeae as food for rearing cephalopod paralarvae. *Aquaculture* 128: 143-152.
- VOSS, G. L., 1983. Problemas biológicos de la pesca de los Cefalópodos. En: Solís, R. M. J. (Ed.), Memorias del Simposio Investigaciones del Pulpos y Calamares, Centro Regional de Investigaciones Pesqueras, Yucalpetén, Yucatán. México. pp. 10-11.
- ZAR, J. H., 1984. *Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall INC. New Jersey, USA., 718 p.

Recibido: 21 de junio de 2006.

Aceptado: 16 de abril de 2007.