



The Biologist (Lima)



ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

EFFECTS OF LIVE AND MICROENCAPSULATED FOOD ON THE GROWTH AND SURVIVAL OF *COLOSSOMA MACROPOMUM* CUVIER, 1816 (CHARACIFORMES, SERRASALMIDAE) POSTLARVAE

EFFECTOS DEL ALIMENTO VIVO Y MICROENCAPSULADO EN EL CRECIMIENTO Y SOBREVIVENCIA DE POSTLARVAS DE *COLOSSOMA MACROPOMUM* CUVIER, 1816 (CHARACIFORMES, SERRASALMIDAE)

Claudio Alvarez-Verde^{1,3}; Carlos Llontop-Vélez¹ & José Candela-Díaz²

¹Estación Piscícola Santa Eulalia, Facultad de Oceanografía, Pesquería, Ciencias Alimentarias y Acuicultura, Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú.

²Laboratorio de Tecnología de Alimentos, Facultad de Oceanografía, Pesquería, Ciencias Alimentarias y Acuicultura, Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú.

³Grupo de investigación Sostenibilidad Ambiental. Escuela Universitaria de Posgrado, Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú.

*Corresponding author: caalver@yahoo.es

Claudio Alvarez-Verde:  <https://orcid.org/0000-0001-9166-1426>

Carlos Llontop Vélez:  <https://orcid.org/0000-0002-9309-1161>

José Candela Díaz:  <https://orcid.org/0000-0002-4198-5745>

ABSTRACT

In aquaculture, the survival of fish postlarvae is influenced by food. The gamitana, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1816, is a species of great economic importance in our country. In the present work, the growth of gamitana *C. macropomum* postlarvae was evaluated, subjected to three feeding treatments: T1, live food composed of brine shrimp nauplii; T2, food composed of brine shrimp nauplii plus microencapsulated experimental food and T3, only microencapsulated experimental food. Food was provided "ad libitum" and postlarvae growth, specific growth rate, weight gain and survival rate were evaluated. The microencapsulated food was prepared by the gelling, drying and grinding technique. The experiment lasted 30 days. 450 gamitana postlarvae with initial average size of 0.02 ± 0.012 cm distributed in nine aquariums were used. The experimental design was completely randomized with three treatments and three replications per treatment. The results showed significant differences between the treatments for weight gain (g), the specific growth rate (%) and survival (%). For T₁: 1.25 g; 13.93% and 70.66%; for T₂: 1.38 g; 14.23% and 78%; for T₃: 0.83 g; 13.48% and 56.66%, respectively. The water quality parameters were within the appropriate ranges for the species. It is concluded that the best yields were obtained with the T2 treatment, brine shrimp nauplii plus microencapsulated food.

Keywords: *Colossoma macropomum* – gamitana – microencapsulated – postlarvae

doi:10.24039/rtb20222011222

RESUMEN

En acuicultura la sobrevivencia de las postlarvas, etapa crítica en los peces, está influenciada por el alimento. La gamitana, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1816, es una especie de gran importancia económica en nuestro país. En el presente trabajo se evaluó el crecimiento de postlarvas de *C. macropomum*, sometidos a tres tratamientos de alimentación: T₁, alimento vivo compuesto por nauplios de *Artemia*; T₂, alimentación con nauplios de *Artemia* más alimento experimental microencapsulado y T₃, solamente alimento experimental microencapsulado. El alimento se proporcionó “*ad libitum*” y se evaluaron el crecimiento de las postlarvas, la tasa de crecimiento específico, la ganancia de peso y la tasa de sobrevivencia. El alimento microencapsulado se preparó mediante la técnica de gelificación, secado y molido. El experimento tuvo una duración de 30 días. Se utilizaron 450 postlarvas de gamitana con tamaño promedio inicial de $0,02 \pm 0,012$ cm distribuidos en nueve acuarios. El diseño experimental fue completamente al azar con tres tratamientos y tres repeticiones por tratamiento. Los resultados presentaron diferencias significativas entre los tratamientos para la ganancia de peso (g), la tasa de crecimiento específico (%) y supervivencia (%). Para T₁: 1,25 g; 13,93% y 70,66%; para T₂: 1,38 g; 14,23 % y 78%; para T₃: 0,83 g; 13,48% y 56,66%, respectivamente. Los parámetros de calidad de agua estuvieron dentro de los rangos adecuados a la especie. Se concluye que los mejores rendimientos se obtuvieron con el tratamiento T₂, nauplios de *Artemia* más alimento microencapsulado.

Palabras clave: *Colossoma macropomum* – gamitana – microencapsulado – postlarva

INTRODUCCIÓN

La acuicultura es el sector productivo que está en constante crecimiento y desempeña un rol importante en la provisión de alimentos, nutrición y empleo (FAO, 2020). En el Perú, sin embargo, hay un “cuello de botella” que no permite el desarrollo de la acuicultura, especialmente en la Amazonía, que es la gran mortalidad que se produce en la etapa postlarval, cuando los peces empiezan a alimentarse. En acuicultura es necesario el conocimiento de la digestibilidad de la dieta para garantizar que se satisfagan los requisitos nutricionales de los peces (Sandre *et al.*, 2017).

Este es un desafío que ha llevado a muchos investigadores a buscar soluciones. Pedreira *et al.* (2015), proponen utilizar dietas de plancton y ración, lo cual implica el uso de recursos adicionales que incrementan los costos de producción (Rodríguez, 2009). Otros autores plantean el uso de microcápsulas para la alimentación de las primeras etapas de vida de los peces tanto de aguas continentales como marinas (Pedroza-Islas, 2002; Taguchi *et al.*, 2017; Pinto *et al.*, 2019).

La gamitana *Colossoma macropomum* Cuvier,

1816 es una especie amazónica de gran importancia económica y social, alto rendimiento productivo, rápido crecimiento, alta demanda en el mercado, tolera bajos niveles de oxígeno y utiliza de forma eficaz el alimento (Campos-Baca & Kohler, 2012; Gomes *et al.*, 2018). Puede llegar a medir 1 m de longitud y obtener un peso de 28 kg, es de régimen alimenticio omnívoro aceptando diversos tipos de insumos alternativos regionales balaceadas, se alimenta de restos de hojas de vegetación flotante, algas clorofíceas, filamentosas, insectos, larvas y durante la etapa larval se alimentan de crustáceos planctónicos, cladóceros, pequeños copépodos y pupas de dípteros quironómidos (FONDEPES, 2017; Woynárovich & Van Anrooy, 2019).

Los requerimientos proteicos para los dos primeros meses de cultivo oscilan entre el 28 y el 30% y en peces juveniles la mejor digestibilidad se obtiene con alimentos que contengan de 18 a 22 % de proteína (Campos, 2015).

El microencapsulado es una micropartícula conformada por una cubierta polimérica porosa, semi permeable, esférica, delgada y fuerte y una sustancia activa (Martín *et al.*, 2009; Parra, 2011; Nava *et al.*, 2015; Sandoval-Peraza *et al.*, 2016).

Los microencapsulados tienen aplicación en

diversos tipos de industria como la textil, metalúrgica, química, industria alimentaria, cosméticos, farmacéutica y en la medicina. Desde hace algunos años se está utilizando esta técnica en la elaboración de dietas para la alimentación de peces (Lupo-Pasin *et al.*, 2012), con el fin de obtener alimento de calidad mediante procesos fisicoquímicos como la coacervación, los liposomas y la gelificación (Hernández-Torres *et al.*, 2016).

El reemplazo total de alimento vivo con microdietas ha sido logrado en crustáceos (Teshima *et al.*, 2000; Romano *et al.*, 2015) y aún se están realizando estudios con diferentes especies de peces (Yúfera *et al.*, 2009; Jiménez-Fernández *et al.*, 2012; Saenz *et al.*, 2018; Taguchi *et al.*, 2017).

El proceso de microencapsulado también se puede utilizar para evitar la degradación de agentes antimicrobianos (Naufalin & Rukmini, 2017) y mejorar la estabilidad de compuestos bioactivos (Gul *et al.*, 2015; Lopretti *et al.*, 2007; Masoomi *et al.*, 2019).

El objetivo del presente estudio fue evaluar los efectos del alimento vivo y microencapsulado en el crecimiento y sobrevivencia de postlarvas de *C. macropomum*.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en la Estación Piscícola Santa Eulalia (EPSE) de la Facultad de Oceanografía, Pesquería, Ciencias Alimentarias y Acuicultura (FOPCA) de la Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV). La elaboración del alimento microencapsulado se realizó en el laboratorio de Tecnología de Alimentos de la FOPCA.

Se utilizaron 450 postlarvas de gamitana con longitud y peso promedio de $1,04 \pm 0,19$ cm y $0,02 \pm 0,009$ g, respectivamente, las que se colocaron en nueve acuarios con una densidad de cultivo de 10 postlarvas L^{-1} . Los acuarios fueron implementados con sistema de aireación, filtro y termostatos de 100 W. Se utilizó un Diseño completamente al Azar

(DCA), de tres tratamientos y tres repeticiones por tratamiento. El tratamiento 1 (T_1) consistió en proporcionar a los peces alimento vivo (nauplios de *Artemia*), el tratamiento 2 (T_2) en alimento vivo con alimento microencapsulado y el tratamiento 3 (T_3) solo alimento microencapsulado.

La dieta experimental fue formulada utilizando el programa LINDO para Windows versión 6,1, basando su formulación en tablas de requerimiento nutricionales para gamitana. La elaboración del alimento microencapsulado se realizó en el laboratorio de tecnología de alimentos de la FOPCA mediante la técnica de gelificación, secado y molido. La dieta se formuló para obtener microencapsulado con un 32% de proteína. Se utilizaron insumos de calidad como harina de pescado prime, harina de maíz, harina de soja, harina de trigo y harina de carne. El tamaño de alimento utilizado fue de 200 μm el cual se distribuyó “*ad libitum*” a los peces.

Se alimentó a los peces cuatro veces al día, dos veces en la mañana 08:00 y 11:00 h y dos veces en la tarde, 14:00 y 17:00 h. Para evaluar las variables de crecimiento (longitud y peso), se efectuó el control biométrico de los peces quincenalmente, durante 30 días, utilizándose una muestra de 10 peces (Woynárovich & Van Anrooy, 2019).

Diariamente se efectuaron controles del ambiente (temperatura ambiental y del agua, con termómetro de mercurio graduado, de -10 a 110°C) y semanalmente se realizaron análisis de los parámetros fisicoquímicos del agua (oxígeno disuelto, pH, dureza y nitritos). Se efectuó el cambio del 10% del volumen total de agua de los acuarios dos veces a la semana, para evitar la acumulación de desechos nitrogenados, como heces fecales y alimento no consumido.

Los resultados de aplicación de las dietas fueron evaluados de acuerdo con lo siguiente: Ganancia en peso, $(WG, \%) = 100(W_f - W_i)/W_i$ (Poleo *et al.*, 2011); Tasa específica de crecimiento, $(SGR, \%) = 100(\ln W_f - \ln W_i)/Tiempo$ (Nates, 2015) y Tasa de sobrevivencia $(\%) = 100 (\text{Número peces final} / \text{Número de peces inicial})$ (Poleo *et al.*, 2011).

Para el tratamiento estadístico de los datos se utilizó el software Statistica 7, así como también el análisis de varianza al 95% y cuando se presentaron

diferencias significativas se empleó la prueba de Tuckey.

RESULTADOS

Los valores de los parámetros fisicoquímicos del agua encontrados durante el desarrollo del

experimento se muestran en la Tabla 1.

En la Tabla 2, se muestran los resultados del análisis proximal del alimento, obtenido después del análisis realizado en el laboratorio acreditado, Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

Tabla 1. Valores promedio de los parámetros fisicoquímicos del agua de cultivo.

Parámetros	T1	T2	T3
Temperatura del agua (°C)	27,36 ± 1,2	27,4834 ± 1,1	27,5234 ± 1,1
Oxígeno (mg·L ⁻¹)	7,11 ± 1,16	7,27 ± 1,37	7,31 ± 1,28
pH	7,6 ± 1,67	7,7 ± 1,42	7,5 ± 1,42
Dureza (mg·L ⁻¹)	218,45 ± 2,32	207,75 ± 3,15	205,75 ± 3,15
Nitritos (mg·L ⁻¹)	0,18 ± 0,08	0,22 ± 0,03	0,32 ± 0,03

T₁ = nauplios de *Artemia*, T₂ = nauplios de *Artemia* + microencapsulado, T₃ = microencapsulado Alimento microencapsulado

Tabla 2. Cuadro de los valores según análisis de laboratorio.

Parámetro	Análisis de laboratorio (%)
Proteína	32,28
Grasa	9,28
Carbohidratos	40,86
Cenizas	7,71
Humedad	9,87

Crecimiento de los peces

Los valores de crecimiento (promedio ± DE) de las postlarvas de gamitana se presentan en la tabla 3, en donde se observa que las postlarvas sometidas al

tratamiento T₂ (*Artemia* + alimento microencapsulado) presenta mejores rendimientos zootécnicos y alto desempeño productivo que los otros tratamientos.

Tabla 3. Parámetros biológicos (promedio ± desviación estándar) para cada uno de los tratamientos (T₁=*Artemia*, T₂=*Artemia* + alimento microencapsulado y T₃= alimento microencapsulado) en postlarvas de gamitana *Colossoma macropomum*. ¹SGR = Tasa específica de crecimiento.

Parámetros	Tratamientos		
	T ₁	T ₂	T ₃
Longitud inicial (cm)	1,09 ± 0,251	1,05 ± 0,174	0,97 ± 0,141
Longitud final (cm)	3,23 ± 0,763	3,51 ± 0,700	2,47 ± 0,228
Peso inicial (g)	0,02 ± 0,012	0,02 ± 0,012	0,01 ± 0,004
Peso final (g)	1,27 ± 0,333	1,40 ± 0,331	0,84 ± 0,064
Incremento en longitud (cm)	2,14	2,46	1,5
Incremento en peso (g)	1,25	1,38	0,83
Biomasa inicial (g)	0,975 ± 0,175	0,99 ± 0,190	0,73 ± 0,065
Biomasa final (g)	51,26 ± 7,399	61,63 ± 4,666	27,84 ± 1,562
SGR ¹ (%)	13,93 ± 0,878	14,23 ± 0,598	13,48 ± 0,33
Sobrevivencia (%)	70,66	78,00	56,66

Las postlarvas de gamitana alimentadas con nauplios de *Artemia* + alimento microencapsulado, tuvieron un mejor crecimiento que las postlarvas

alimentadas solamente con nauplios de *Artemia* y con respecto a las alimentadas con alimento microencapsulado (Figura 1).

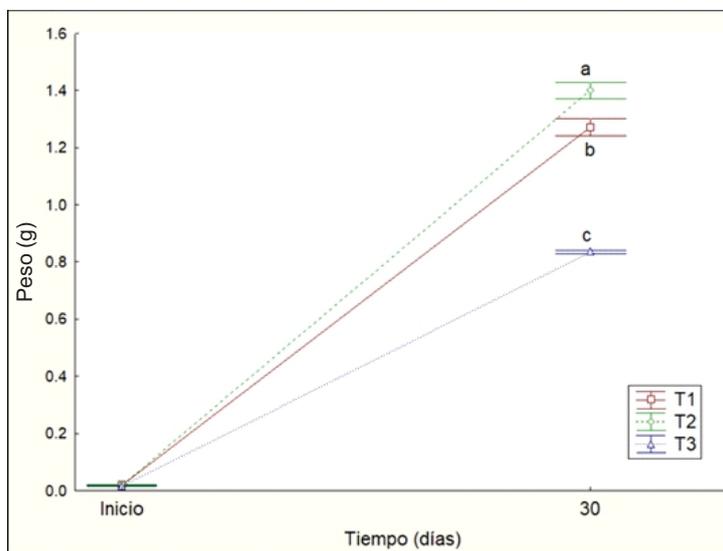


Figura 1. Crecimiento en peso de postlarvas de gamitana. Letras diferentes en el mismo período indican diferencia significativa ($P < 0,05$) entre tratamientos. T₁ = nauplios de *Artemia*, T₂ = nauplios de *Artemia* + alimento microencapsulado, T₃ = alimento microencapsulado.

En la figura 2, se representa la tasa de crecimiento específico de las postlarvas de gamitana.

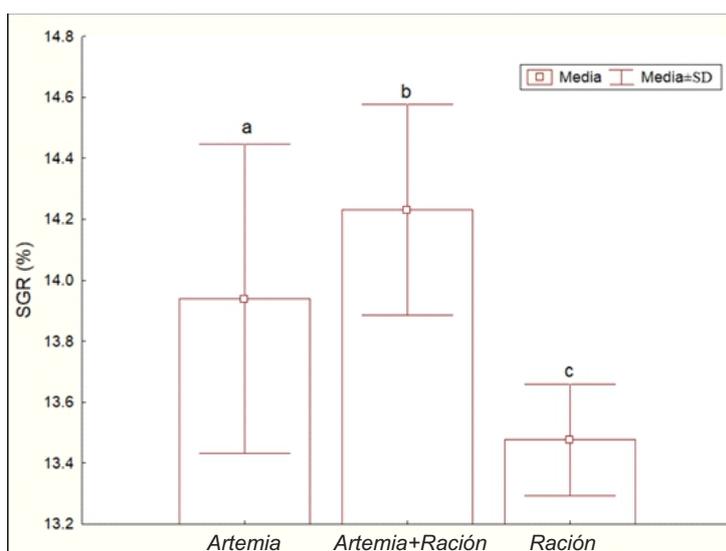


Figura 2. Tasa específica de crecimiento de postlarvas de gamitana. Letras diferentes en el mismo período indican diferencia significativa ($P < 0,05$) entre tratamientos.

La sobrevivencia de las postlarvas para los tratamientos T₁, T₂ y T₃ fueron de 71, 78 y 57% respectivamente.

DISCUSIÓN

En el cultivo de peces tropicales, la temperatura del agua es un factor importante. Boyd (2017) señala que los peces pueden ser de aguas tropicales con temperaturas mayores a 20°C o de aguas frías aquellos peces que viven en aguas menores a 20°C. En el proyecto, la temperatura del agua se mantuvo alrededor de los 27°C, como promedio, lo que es adecuado para la especie pues se considera que para el cultivo de *C. macropomum*, las temperaturas adecuadas están entre 25 y 30°C (FONDEPES, 2017; EMBRAPA, 2020). La cantidad de oxígeno, en el cultivo de gamitana, debe fluctuar de 3 a 8 mg·L⁻¹ (Campos, 2015; EMBRAPA, 2020; FONDEPES 2017), en el proyecto, los valores obtenidos, 7 mg·L⁻¹, estuvieron dentro de ese rango debido al sistema de aireación empleado.

Para el pH, los valores promedio fueron un poco superiores a 7 lo que se considera dentro de los rangos óptimos de 6 a 8 (Campos, 2015; FONDEPES, 2017). En el agua de cultivo los valores de dureza deben estar sobre los 30 mg·L⁻¹ (Campos, 2015), en el experimento los valores de dureza del agua estuvieron sobre 200 mg·L⁻¹. La acumulación de nitritos afecta a las branquias y otros órganos de los peces. FONDEPES (2017) menciona que cantidades superiores a 0,006 mg·L⁻¹ son letales para los peces, en la investigación se obtuvieron valores de 0,18; 0,22 y 0,32 mg·L⁻¹ para los tratamientos T₁, T₂ y T₃ respectivamente, lo que significa que los biofiltros y los recambios de agua no funcionaron adecuadamente lo cual puede explicar las mortalidades obtenidas.

El alimento microencapsulado contiene 32,28% de proteína que está acorde al alimento utilizado por Morillo *et al.* (2013) en la alimentación de alevinos de *C. macropomum*. Dairiki & Araújo (2011) consideran que en larvas la exigencia está en torno de 42% y decrece hasta 20% cuando el pez es adulto.

En el crecimiento de las postlarvas de gamitana,

los mejores valores se encontraron para el tratamiento T₂ (nauplios de *Artemia* + alimento microencapsulado). Pedreira *et al.* (2008) obtuvieron resultados semejantes con larvas de gamitana. La combinación de alimento natural con alimento para peces en el cultivo de postlarvas de gamitana tuvieron un mejor desarrollo que los peces cultivados solo con ración (Castro *et al.*, 2021).

Los tratamientos T₁ (solo nauplios de *Artemia*) y el tratamiento T₃ (alimento microencapsulado) mostraron valores menores de crecimiento, aunque Lombardi & Gomes (2008) en su experimento con larvas del híbrido Tambacu, alimentados con nauplios de *Artemia salina* (Linnaeus, 1758) obtuvieron los mejores resultados en crecimiento, sobrevivencia y desempeño productivo. En investigaciones con larvas de paco *Piaractus mesopotamicus* la alimentación solamente con *Artemia* produjo mejores resultados (Camilo *et al.*, 2012; Honorato *et al.*, 2016).

Los mayores valores de mortalidad obtenidos en el tratamiento T₃, puede deberse a que las postlarvas aún no estaban preparadas para alimentarse exclusivamente con dieta artificial, generando la acumulación de alimento microencapsulado no consumido y el aumento de la cantidad de nitritos, lo cual afectó a las postlarvas.

De lo expuesto se concluye que las postlarvas de gamitana requieren de organismos vivos en su alimentación inicial con la posibilidad de adicionar alimento microencapsulado para mejorar el rendimiento productivo. Se recomienda realizar estudios de requerimientos nutricionales de postlarvas de *C. macropomum*.

AGRADECIMIENTOS

A la señora Carmen Rocío Chávez Cristóbal por su importante colaboración en los aspectos administrativos del proyecto. Al señor Víctor José Ramos Urbina, técnico acuicultor de la EPSE, por su destacado apoyo en los trabajos de campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Boyd, C. 2017. General relationship between water quality and aquaculture performance in ponds. *Fish Diseases. Prevention and Control Strategies*. Chapter 6. Elsevier Inc. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-804564-0.00006-5>.
- Camilo, O.C.; Takata, R.; Sánchez-Amaya, M.I.; Mendes de Freitas, T.; Yúfera, M. & Portella, M.C. 2012. Crescimento e estruturas do sistema digestório de larvas de pacu alimentadas com dieta microencapsulada produzida experimentalmente. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41: 1-10.
- Campos, L. 2015. *El cultivo de la gamitana en Latinoamérica*. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP), Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP).
- Campos-Baca, L. & Kohler, C. 2005. Aquaculture of *Colossoma macropomum* and related species in Latin America. *American Fisheries Society Symposium*, 46: 541-561.
- Castro, J.; Lansac-Tôha, A.; Mantovano, T.; Da Silva, J. & Serafim, M. 2021. Post-larval *Colossoma macropomum* (Characiformes, Serrasalminidae) show better performance in excavated than concrete tanks under different feeding strategies. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 43: e52054.
- Dairiki, J. & Araújo, T. 2011. *Revisão de literatura: exigências nutricionais do tambaqui - compilação de trabalhos*. Formulação de ração adequada e desafios futuros. Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos; 91 44 p.
- EMBRAPA. 2020. *Protocolo de boas práticas de manejo durante a fase de produção de alevinos de tambaqui na região do Baixo São Francisco AL/SE*. Circular Técnica, 88. Aracaju, SE-Brasil.
- FAO. 2020. *The state of world fisheries and aquaculture 2020. Sustainability in action*. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca9229en>.
- FONDEPES. 2017. *Manual de cultivo de gamitana*. En Ambientes Convencionales. Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero-Dirección General de Capacitación y Desarrollo Técnico en Acuicultura.
- Gomes, L.C.; Simões, L.N.; Araújo-Lima & C.A.R.M. 2018. Tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: Baldisserotto, B. & Gomes, L.C. (Ed.). *Espécies Nativas para Piscicultura no Brasil*. 2nd ed. Editora da UFSM, Santa Maria, pp.165-204.
- Gul, K.; Tak, A.; Singh, A.; Singh, P.; Yousuf, B. & Abas, A. 2015. Chemistry, encapsulation, and health benefits of β -carotene - A review. *Cogent Food & Agriculture*, 1: 1018696.
- Hernández-Torres, C.; Iliina, A.; Ventura-Sobrevilla, J.M.; Belmares-Cerda, R.E.; Contreras-Esquivel, J.C.; Álvarez, G.M. & Martínez- Hernández, J. 2016. *La microencapsulación de bioactivos para su aplicación en la industria*. ICIDCA.
- Honorato, C.; Jomori, R. & Carneiro, D. 2016. Crescimento e sobrevivência de larvas de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) alimentadas com microdietas. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, 23: 71-75.
- Jiménez-Fernández, E.; Zuasti, E. & Fernández-Díaz, C. 2012. *Aplicación de técnicas de microencapsulación para incorporar vitamina C en dietas larvárias de peces marinos*. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA), Centro El Toruño, Junta de Andalucía, Cádiz-España.
- Lombardi, D. & Gomes, L. 2008. Substituição de alimento vivo por alimento inerte na larvicultura intensiva do tambacu (*Colossoma macropomum* x *Piaractus mesopotamicus*). *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 30: 467-472.
- Lopretti, M.; Barreiro, F.; Fernandes, I.; Damboriarena, A.; Ottati, C. & Olivera, A. 2007. *Microencapsulación de compuestos de actividad biológica. Publicación anual del laboratorio tecnológico del Uruguay*. No. 2 - INN TEC - 19.
- Lupo-Pasin, B.; González, C. & Maestro, A. 2012. Microencapsulación con alginato en alimentos. Técnicas y aplicaciones. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 3: 130-151.
- Martín, M.J.; Morales, M.E.; Gallardo, V. & Ruiz, M. A. 2009. Técnicas de microencapsulación: una propuesta para microencapsular probióticos. *ARS Pharmaceutica*, 50: 43-50.
- Masoomi, S.; Gutierrez-Maddox, N.; Alfaro, A. &

- Seyfoddin, A. 2019. Encapsulation for delivering bioactives in aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 11: 631–660.
- Morillo, M.; Visbal, T.; Altuve, D.; Ovalles, F. & Medina, A. 2013. Valoración de dietas para alevines de *Colossoma macropomum* utilizando como fuentes proteicas harinas: de lombriz (*Eisenia foetida*), soya (*Glycine max*) y caraotas (*Phaseolus vulgaris*). *Revista Chilena de Nutrición*, 40: 147-154.
- Naufalin, R. & Rukmini, H. 2017. *Antibacterial activity of kecombrang flower extract (Nicolaia speciosa) microencapsulation with food additive materials formulation*. International Symposium on Food and Agrobiodiversity (ISFA). IOP Publishing.
- Nava, E.; Michelena, G.; Iliná, A. & Martínez, J. L. 2015. Microencapsulación de componentes bioactivos. *Investigación y Ciencia*, 23: 64-70.
- Nates, S. F. 2015. *Aquafeed formulation*. Academic Press is an imprint of Elsevier.
- Parra, R. 2010. Revisión: Microencapsulación de Alimentos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 63: 5669-5684.
- Pedreira, M.; Schorer, M. & Ferreira, A. 2015. Utilização de diferentes dietas na primeira alimentação de larvas de tambaqui. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, 16: 440-448.
- Pedroza-Islas, R. 2002. *Alimentos Microencapsulados: Particularidades de los procesos para la microencapsulación de alimentos para larvas de especies acuícolas*. In: Cruz-Suárez, L.E.; Ricque-Marie, D.; Tapia-Salazar, M.; Gaxiola-Cortés, M.G., Simoes, N. (Eds.). *Avances en Nutrición Acuícola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*. 3 al 6 de Septiembre del 2002. Cancún, Quintana Roo, México.
- Pinto, W.; Engrola, S.; Nunes, B.; Santos, A. & Conceição, L. 2019. Microdiet technology can contribute towards a high live-prey replacement strategy in first feeding gilthead seabream. *Hatchery feed Advances in feeding early life stage and broodstock aquatic species*, 7: 2.
- Poleo G.; Aranbarrio, J.; Mendoza, L. & Romero, O. 2011. Cultivo de cachama blanca en altas densidades y en dos sistemas cerrados. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, 46: 429-437.
- Rodríguez, A. 2009. Avances y perspectivas en microdietas para larvas de peces. *Revista Aquatic*, 30: 1-18.
- Romano, N.; Koh, C-B. & Ng, W.K. 2015. Dietary microencapsulated organic acids blend enhances growth, phosphorus utilization, immune response, hepatopancreatic integrity and resistance against *Vibrio harveyi* in white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 435: 228–236.
- Saenz, M.; Aguilar-Tellez, F.V.; Alarcón-López, F.J.; Pedrosa-Islas, R.; Peña-Marín, E.S.; Martínez-García, R.; Guerrero-Zárate, R.; Matamoros, W.A. & Álvarez-González, C.A. 2018. Alimentos microencapsulados para el cultivo de larvas de pejelagarto (*Atractosteus tropicus*). *Revista de Biología Tropical*, 66: 1298-1313.
- Sandoval-Peraza, V.M.; Cu-Cañetas, T.; Peraza-Mercado, G. & Acereto, P.O.M. 2016. *Introducción en los procesos de encapsulación de moléculas nutraceuticas*. En: M.E. Ramírez-Ortiz (Ed.). *Alimentos Funcionales de Hoy*. Omnia Science, pp. 181-218.
- Sandre, L.C.G.; Buzollo, H.; Nascimento, T.M.T.; Neira, L.M.; Jomori, R.K. & Carneiro, D.J. 2017. Productive performance and digestibility in the initial growth phase of tambaqui (*Colossoma macropomum*) fed diets with different carbohydrate and lipid levels. *Aquaculture Reports*, 6: 28–34.
- Taguchi, Y.; Suzuki, T.; Saito, N. & Tanaka, M. 2017. Preparation of microcapsules containing artificial diet for tropical fishes with spray gelling method. *Journal of Encapsulation and Adsorption Sciences*, 7: 1-9.
- Teshima, S.; Ishikawa, M. & Koshio, S. 2000. Nutritional assessment and feed intake of microparticulate diets in crustaceans and fish. *Aquaculture Research*, 31: 691-702.
- Yúfera, M. Pascual, E. & Fernández-Díaz, C. 2009. A highly efficient microencapsulated food for rearing early larvae of marine fish. *Aquaculture*, 177: 249–256.
- Woynárovich, A. & Van Anrooy, R. 2019. Field guide to the culture of tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1816). *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 624*. Rome, FAO. 132 pp.