

Jonathan Chacón-Guzmán, Milagro Carvajal-Oses, Ángel Herrera-Ulloa

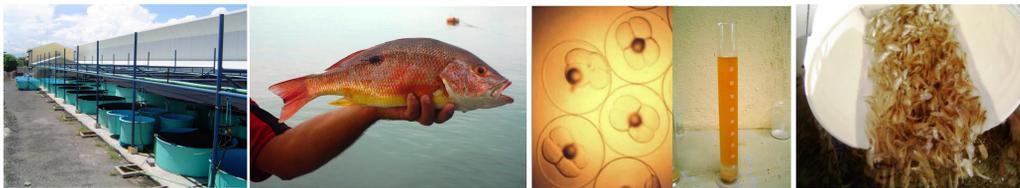
## Resumen

Se evaluaron tres cultivos larvales de *L. guttatus* realizados en el Parque Marino del Pacífico (PMP), Costa Rica. Se incubaron tres desoves, 130 mil huevos c/u. El cultivo larval se efectuó en tanques con flujo abierto de 5 m<sup>3</sup> (18,1 larvas/L; longitud total (Lt) 2,25 mm). Fueron alimentadas con rotíferos enriquecidos, nauplios de artemia y microlagas producidas en fotobiorreactores. A los 26 días después del desove (ddd) se dividieron por talla en tres tanques de 10 m<sup>3</sup> con sistema de recirculación. Se monitoreó el crecimiento y supervivencia. A los 60 ddd se cosecharon 22.837 juveniles. En la cosecha se obtuvo una Lt de 57,8±7,82 mm, tasa de crecimiento absoluta (TCA) de 0,93 mm/d<sup>-1</sup> y una tasa de crecimiento específica (TCE) de 5,41 %. La separación por tallas al inicio de la alimentación con pienso favorece la supervivencia final del cultivo, mientras que la inanición en los primeros días de alimentación exógena y canibalismo la inciden negativamente.

## Introducción

El Pargo Manchado *Lutjanus guttatus* es una especie distribuida desde el Golfo de California hasta Perú, considerada una especie tropical y subtropical comercialmente importante (Fischer et al., 1995; Tripp-Valdez and Arreguín-Sánchez, 2009).

**Fig. 1: Instalaciones del PMP, Pargo Manchado o Lunarejo Spotted rose snapper, huevos y juveniles**



En Costa Rica el escalamiento productivo y consiguiente base tecnológica de producción de juveniles de *Lutjanus guttatus* se obtuvo en el Parque Marino del Pacífico en el año 2005, lo que permitió desarrollar las primeras granjas comerciales de pequeña escala y transferir la base tecnológica al sector privado en el 2008 (Herrera-Ulloa et al., 2009). En 2017 la producción de ésta especie en Costa Rica alcanzó valores cercanos a las 800 toneladas métricas. Los cultivos larvales de ésta especie se han sustentado en el método de cultivo mesocosmos, con flujo abierto, alimentación basada en microalgas marinas, rotíferos, nauplios de *Artemia* sp., ácidos grasos como complemento alimenticio del alimento vivo y pienso (Carvajal-Oses et al., 2018). Su alto porcentaje de mortalidad durante los primeros días de alimentación ha sido su principal cuello de botella. Además, por ser una especie carnívora presenta altas tasas de canibalismo a partir de la segunda semana de vida que influyen significativamente en la sobrevivencia final si no se controlan a tiempo. A pesar de que se cuenta con protocolos de cultivo relativamente eficientes, es necesario la mejorara constante que permita aumentar la sobrevivencia. Este trabajo evalúa los efectos en crecimiento y sobrevivencia de tres cultivos larvales obtenidos bajo las metodologías de manejo aplicadas en el PMP.

## Metodología

Los desoves se obtuvieron de forma natural de tres familias de reproductores. Se tomaron 3 muestras de huevos (n=30) para determinar su diámetro y el de la gota de aceite, así como, el porcentaje de viabilidad. De cada desove se tomaron 130.000 huevos flotantes y se incubaron a una densidad promedio de 520 huevos/mL. Se aplicó un análisis de varianza de una vía ANOVA para determinar diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) en la viabilidad y el diámetro de los huevos y en el porcentaje de eclosión con el objetivo de determinar si los desoves presentaban características similares. La siembra de las larvas fue similar en los tres tanques y se realizó por gravedad utilizando un tubo de una pulgada de diámetro desde la incubadora al tanque de cultivo larval.

De día por medio y durante los primeros 26 ddd se midió la longitud total (Lt) a 15 larvas por tanque. A partir de los 29 ddd además de obtener la (Lt), las larvas fueron pesadas 0,1 g hasta 60 ddd. Los datos primarios obtenidos de cada muestreo se ingresaron al programa Exel® (2016).

Los datos de peso y longitud se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) de un factor, para detectar diferencias entre los cultivos larvales ( $p < 0,05$ ). El crecimiento en mm de cada cultivo larval hasta los 26 ddd y el crecimiento en Longitud total (mm) desde los 29 a los 60 ddd de los cultivos con las larvas separadas por talla fueron graficados en función del tiempo mediante EXCEL® (2016).

La supervivencia fue monitoreada a los 26 ddd (inicio del deshabitamiento alimenticio y a los 60 ddd (cosecha para traslado a las granjas de cultivo). En el día 26 ddd todos los tanques se separaron en tres tallas (S, M y L) en tres tanques de 10 m<sup>3</sup> provistos con un sistema de recirculación (UV-65 watts, fraccionador de espuma RK2, filtro biológico y filtro mecánico). En la cosecha los juveniles se contaron uno a uno y fueron transportados hasta una granja de cultivo.

Las microalgas fueron producidas por medio de un fotobiorreactor tubular helicoidal y floculadas para su aplicación según la metodología de Carvajal-Oses et al., (2018). Los rotíferos fueron producidos por medio de un sistema intensivo según Carvajal-Oses et al., (2016). Los nauplios de artemia se enriquecieron durante 12 horas, de forma similar a los rotíferos, utilizando una mezcla de 85% Algamac 3050, 10% de Algamac ARA y 5% de Astaxantina (Aquafauna Bio-Marine, Inc., P.O. Box 5, Hawthorne, California, 90250).

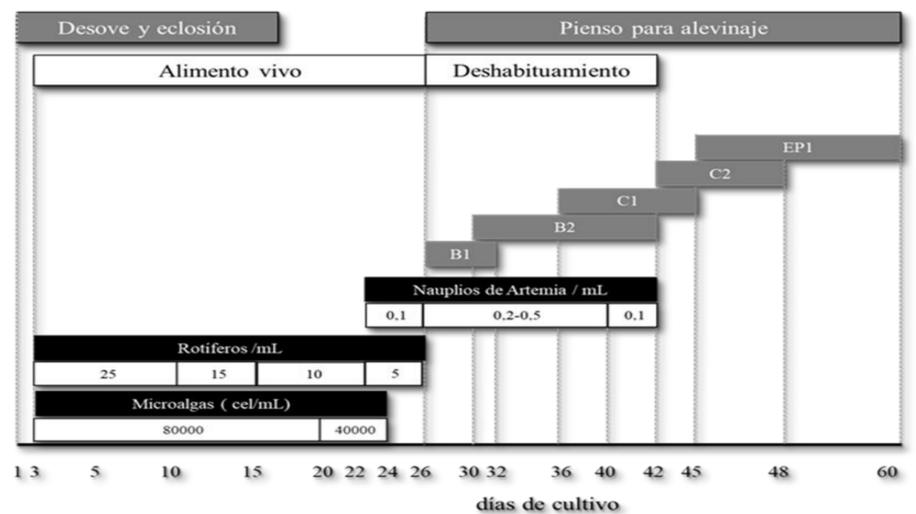
**Fig. 2: Producción de Rotíferos y Microalgas en Fotobiorreactores Helicoidales**



## REFERENCIAS

- Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K. E. & Niem, V. H. (1995). Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. Roma, Italia.: FAO.
- Tripp-Valdez, A., Arreguín-Sánchez F., 2009. The Use of Stable Isotopes and Stomach Contents to Identify Dietary Components of the Spotted Rose Snapper, *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869), off the Eastern Coast of the Southern Gulf of California. *Journal of Fisheries and Aquatic Science* 4(6), 274-284.
- Herrera-Ulloa, A., Chacón-Guzmán, J., Zúñiga-Calero, G., Fajardo-Espinoza, O., & Jiménez-Montealegre, R. (2009). Acuicultura de pargo la mancha *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) en Costa Rica dentro de un enfoque ecosistémico. *Revista Ciencias Marinas y Costeras*, 1(1), 197-213.
- Carvajal-Oses, M., Campos-Rodríguez, R., & Herrera-Ulloa, Á. (2016). Technical and economic feasibility of adding pure oxygen for rotifer production (*Brachionus plicatilis*) spotted snapper (*Lutjanus guttatus*) larvae feeding. *Tecnología En Marcha*, 29(2), 14-24.
- Carvajal-Oses, M., Chacón-Guzmán, J., & Herrera-Ulloa, Á. (2018). Optimización en la producción de la microalga marina *Nannochloropsis oculata* en un fotobiorreactor tubular helicoidal. *Tecnología en Marcha*, 31(2), 117-126.

**Fig. 3: Alimentación de las larvas y juveniles de *L. guttatus* en el PMP**



## Resultados

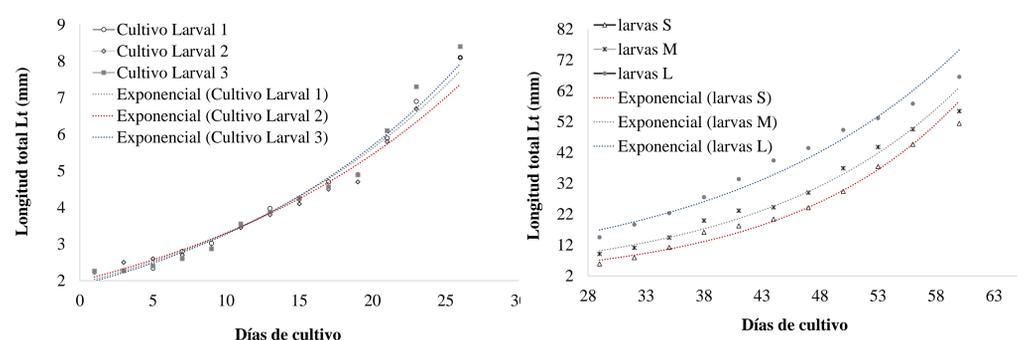
No se presentaron diferencias significativas ( $p \geq 0,05$ ) entre la viabilidad y diámetro de los huevos de los tres desoves, ni entre los porcentajes de eclosión. (Tabla 1)

**Tabla 1: Características de los desoves y huevos, densidad de siembra y talla inicial de las larvas de *L. guttatus*.**

|                                | Familia 1 | Familia 2 | Familia 3 | Promedio |         |      |      |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|---------|------|------|
|                                | %         | %         | %         | %        |         |      |      |
| Desove                         | 198 000   | 145 000   | 171 000   |          |         |      |      |
| Huevos viables                 | 181 000   | 91,4      | 134 000   | 92,4     | 156 000 | 91,2 | 91,7 |
| Huevos malos                   | 17 000    | 8,6       | 11 000    | 7,6      | 15 000  | 8,8  | 8,3  |
| Huevos incubados               | 100 000   |           | 100 000   |          | 100 000 |      |      |
| Eclosión                       | 89 000    | 89,0      | 89 500    | 89,5     | 93 100  | 93,1 | 90,5 |
|                                | 756,3±10, |           |           |          |         |      |      |
| Diámetro del huevo (µm)        | 1         | 752±7,5   | 752±7,5   |          |         |      |      |
| Densidad de siembra (larvas/L) | 17,8      | 17,9      | 18,62     |          |         |      |      |
| Lt post eclosión (mm)          | 2,25±0,04 | 2,25±0,03 | 2,25±0,04 |          |         |      |      |

El crecimiento fue exponencial y presentó un comportamiento similar entre los tres cultivos larvales en la primera etapa del cultivo (26 ddd) (Fig. 4a). A los 26 ddd en promedio las larvas alcanzaron solamente 8,2±0,17 mm de Longitud total. La TCA promedio alcanzada en este periodo fue de 0,23 mm/d<sup>-1</sup> y la TCE de 4,97 %. No se presentaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre el crecimiento (Lt) de los tres cultivos en los primeros 26 ddd. En promedio las larvas alcanzaron a los 60 ddd 57,8±7,82 mm de longitud total. La TCA promedio de todo el periodo fue de 0,93 mm/d<sup>-1</sup> y la TCE de 5,41 %. La figura 4b muestra el crecimiento de cada grupo de larvas luego de su separación por tallas. La TCA en peso (g) obtenida de cada grupo de larvas separadas por talla entre los 29 y 60 ddd fue de: Talla (S) = 0,05 g/d<sup>-1</sup>; Talla (M) = 0,07 g/d<sup>-1</sup>; Talla (L) = 0,08 g/d<sup>-1</sup>. La TCE: Talla (S) = 17,3 %; Talla (M) = 14,5 %; Talla (L) = 12,0 %. La TCA y TCE promedio fue de 0,06 g/d<sup>-1</sup> y 16,9 %. En la primera etapa (26 ddd) la mortalidad alcanzó un promedio de 88,1%. En la segunda etapa (27-60 ddd) fue de apenas un 3,5%, dando como resultado un promedio final de 8,4%.

**Fig. 4: Crecimiento individual y promedio de tres cultivos larvales de *L. guttatus* hasta los 26 ddd y : Crecimiento individual y promedio de las tres tallas (S,M, L) obtenidas de la separación de los cultivos larvales de *L. guttatus* hasta la cosecha.**



## Conclusiones

La separación completa por tallas al inicio de la alimentación con pienso puede favorecer el cultivo larval de la especie. Así mismo la inanición en los primeros días de alimentación exógena y canibalismo siguen siendo aspectos que inciden en la sobrevivencia final del cultivo. Los resultados en supervivencia se consideran positivos, aunque el éxito radica en contar con procedimientos tecnológicos y capacidad organizativa que permitan su repetición constante en aras de abastecer un mercado emergente de granjas de cultivo.

**Agradecimientos:** A las autoridades del Parque Marino del Pacífico por facilitar la investigación