

Modelos no lineales de crecimiento de larvas y postlarvas de berberecho *Cerastoderma edule* (L.) en condiciones de laboratorio

R. Cueto-Vega, A. Hernández, A. Casal, N. Costoya, M. González y D. Costas

Estación de Ciencias Mariñas de Toralla (ECIMAT) - Universidade de Vigo; Illa de Toralla s/n, 36331 Vigo, Pontevedra.
E-mail: dcostas@ecimat.org

Abstract

Cerastoderma edule growth during its 63 first post fertilization days (dpf) was monitored and modelled by daily measuring the anterior-posterior shell length. The experimental culture was conducted at 18 ± 1 °C in a closed circuit. The most common growth models (Gompertz, Richards, Logistic and generalized VBG) were fitted to length-at-age data, these were estimated using the nonlinear least squares method (NLS). Akaike information criterion (AIC) was used to select the most suitable model. Logistic model was observed as the most suitable to describe the larvae and postlarvae growth of *C. edule*, as it presented the lowest AIC value (-1501.4) and the growth parameters estimates of $L_{\infty} = 2.52$ mm, $k=0.073$ days⁻¹ and $t_0=47.6$ days. By contrast, VBG showed the worst fit to the data (AIC = -1439.1).

Resumen

El crecimiento de *Cerastoderma edule* durante sus primeros 63 días post-fertilización (dpf) fue monitoreado y modelado mediante la medición diaria de la longitud antero-posterior de la valva. El cultivo experimental se desarrolló en un circuito cerrado a 18 ± 0.5 °C. Los 4 modelos de crecimiento más conocidos (Gompertz, Richards, Logístico y VBG generalizado) fueron ajustados a los datos de edad-talla y estimados mediante el método de Mínimos cuadrados no lineales (NLS). El criterio de información de Akaike (AIC) fue usado para seleccionar el modelo que mejor se ajusta a los datos. Se encontró que el modelo logístico es el que mejor se ajusta a los datos de crecimiento larvario y postlarvario de *C. edule*, presentando los valores más bajos de AIC (-1501.4) y los parámetros de crecimiento de $L_{\infty} = 2.52$ mm, $k=0.073$ días⁻¹ y $t_0=47.6$ días. Por otro lado, el modelo de von Bertalanffy generalizado es el que peor se ajusta a los datos (AIC = -1439.1).

Justificación

El berberecho *Cerastoderma edule* ha sido históricamente uno de los bivalvos más capturado en Galicia (NW de España) (www.pescadegalicia.com). Aunque es una especie que se caracteriza por una marcada variabilidad anual en densidad y biomasa, en 2012, un brote de *Marteilia cochillia* produjo una mortalidad masiva que ocasionó la disminución del recurso (Villalba *et al.*, 2014). Así, *C. edule* se ha convertido en una especie de interés en acuicultura para la que no existen suficientes estudios sobre el crecimiento y en general sobre la zootecnia del cultivo. En este trabajo se exponen los resultados obtenidos en la Estación de Ciencias Marinas de Toralla (ECIMAT) sobre el modelo de crecimiento durante sus dos primeros meses de vida.

Material y Métodos

Se obtuvieron 232 mil huevos fecundados de una puesta espontánea de ejemplares adultos de *C. edule*, capturados en la Ría de Vigo, (Galicia, NW de España). El cultivo larvario se realizó en un tanque cilíndrico de fibra de vidrio de 150 l, circuito cerrado, 3 cambios de agua semanales, densidad inicial de 1.54 larvas/ml, temperatura $18^{\circ}\text{C} \pm 0.5$ y entre 20-50 células/ μl de una dieta compuesta a partes iguales por *Tetraselmis suecica*, *Isochrysis galbana* clon T-ISO, *Chaetoceros gracilis* y *Rhodomonas lens*. El cultivo larvario duró 14 días con una supervivencia del 50.8%. La obtención de semilla se realizó en un tambor de PVC con malla de nylon de 150 micras, con flujo descendente dentro del mismo tanque de cultivo larvario, circuito cerrado, 3 cambios de agua y limpieza de la semilla semanales, con una densidad inicial de 236 larvas/cm², desdoblado a los 30 días post-fertilización (dpf) y una supervivencia final entre 14-63 dpf del 88.05%. Se mantuvo la misma dieta y se pasó a alimentar diariamente desde 100 a 300 células de tamaño equivalente a *Isochrysis galbana* (Eqlg). Durante la fase larvaria (0-14 dpf) y postlarvaria (14-63 dpf) se midió diariamente la longitud antero-posterior de la valva (LAP) de 30 individuos seleccionados al azar, mediante análisis de imagen Nikon y Lupa binocular Nikon SMZ1500. Para el análisis se ajustaron cuatro modelos de crecimiento: Logístico (1), Gompertz (2), von Bertalanffy generalizado, VFG (3) y Richards (4) mediante el método de mínimos cuadrados no lineales (NLS). A cada modelo se calculó el criterio de información de Akaike (AIC), seleccionando luego como mejor modelo al de menor AIC (Burnham y Anderson, 2002). Tanto el método de NLS como el AIC se calcularon mediante el software libre R versión 3.2 (R Core Team 2013, www.r-project.org).

$$\text{Logístico: } L_t = L_{\infty} / (1 - \exp^{-k(t-t_0)}) \quad (1)$$

$$\text{Gompertz: } L_t = L_{\infty} \exp^{-\exp[-k(t-t_0)]} \quad (2)$$

$$\text{Von Bertalanffy generalizado: } L_t = L_{\infty} [(1 - \exp^{-k(t-t_0)})]^D \quad (3)$$

$$\text{Richards: } L_t = L_{\infty} [(1 - D \exp^{-k(t-t_0)})]^{1/D} \quad (4)$$

Dónde: L_{∞} = longitud asintótica (mm), k = constante de crecimiento, t = edad (días), t_0 = edad teórica a la longitud 0 (día) y D = factor de superficie.

Resultados y discusión

Todos los modelos se ajustaron a los datos de edad-talla de los primeros estadios del ciclo de vida de *C. edule* obteniéndose una curva de tipo sigmoïdal en la que el crecimiento fue exponencial durante la fase post-larvaria entre los días 14 y 63. (Figura 1). Los modelos VBG y Richards (AIC = -1439.1 y -1458.2 respectivamente) presentaron un peor ajuste que los modelos Logístico y Gompertz (AIC = -1501.4 y -1468.5 respectivamente). Urban (2002), encontró que los modelos Logístico, Gompertz y VBG generalizado en la ostra *Pinctada imbricata* poseen un buen ajuste durante todos sus estadios de desarrollo, siendo este ligeramente menor durante el estadio larvario. En el presente estudio se obtuvo un buen ajuste del crecimiento larvario y post-larvario, siendo el modelo Logístico el más apropiado para describir el crecimiento durante los 2 primeros meses de vida de *C. edule* en cultivo experimental, los parámetros de crecimiento obtenidos con este modelo fueron $L_{\infty} = 2.52$ mm, $k=0.073$ días⁻¹ y $t_0=47.6$ días.

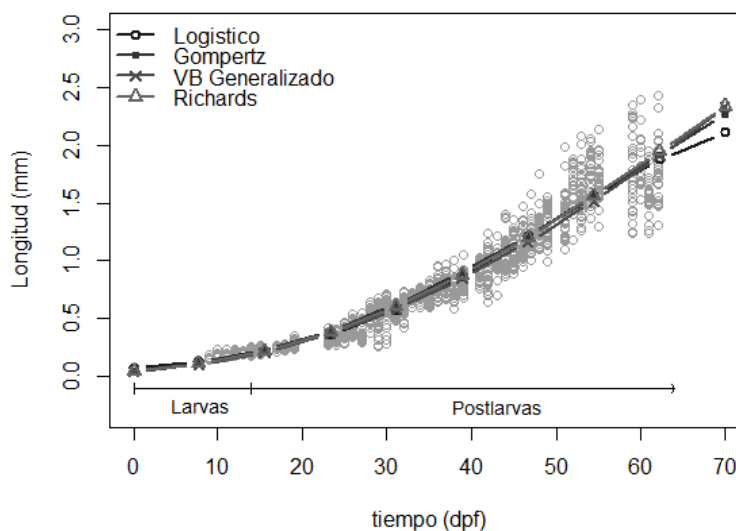


Figura 1: Crecimiento de *Cerastoderma edule* durante sus primeros 63 días de vida. Se observan las curvas de crecimiento según los modelos Logístico, Gompertz, von Bertalanffy generalizado y Richards.

Bibliografía

- Burnham, K. P. y D. R. Anderson. 2002. *Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach*. Springer Science & Business Media.
- Urban, H. J. 2002. Modeling growth of different developmental stages in bivalves. *Marine Ecology Progress Series* 238: 109-114.
- Villalba, A., D. Iglesias, A. Ramilo, S. Darriba, J. M. Parada, E. No, E. Abollo, J. Molares y M. J. Carballal. 2014. Cockle *Cerastoderma edule* fishery collapse in the ría de Arousa (Galicia, NW Spain) associated with the protistan parasite *Marteilia cochillia*. *Diseases of Aquatic Organisms* 109 (1): 55-80.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la dirección y personal de la ECIMAT por la ayuda humana y técnica facilitada. RC fue financiada mediante una beca de master del Gobierno de Perú (PRONABEC).