Ciencia Pesquera (2014) 22(1): 3-5

Editorial

Inferencia con modelos múltiples y selección de modelos en pesquerías mexicanas

Stelios Katsanevakis

Water Resources Unit, Institute for Environment and Sustainability,
European Commission-Joint Research Centre, Ispra, Italy

El tratamiento de datos de acuerdo al enfoque de la Teoría de la Información es un proceso que integra la especificación de un juego de modelos candidatos (basado en el conocimiento previo del problema), la selección del modelo por el principio de parsimonia, la estimación de los parámetros y su precisión. El principio de parsimonia implica la selección de un modelo tal que, con el menor número de parámetros posible represente los datos, es decir, un balance entre el ajuste del modelo (verosimilitud) y su complejidad. La selección del modelo basada en la teoría de la información es relativamente un nuevo paradigma en las ciencias biológicas y en cierto grado diferente a los métodos clásicos fundamentados en la prueba de hipótesis nula (Burnham y Anderson 2002, Katsanevakis 2006, Beninger *et al*. 2012).

Los métodos basados en la Teoría de la Información liberan al investigador del concepto limitante que determina que el modelo de aproximación apropiado ya está "especificado" de alguna forma. Este hecho de ninguna manera asume que el modelo real esté incluido entre los modelos candidatos y que el modelo seleccionado sea el correcto, pero, más allá del modelo, cuando se ajusta a los datos, es el modelo que mejor representa la información contenida en los datos. El concepto de modelo "correcto" pareciera ser de poca utilidad en biología marina y en las ciencias pesqueras, debido a que los sistemas biológicos son complejos. La heterogeneidad individual, el desconocimiento de interacciones, así como gran cantidad de pequeños efectos definen el comportamiento de tales sistemas.

En el enfoque de la Teoría de la Información, se asume que *la información* relativa al sistema biológico objeto de estudio está contenida en los datos y el objetivo es expresarla en forma coherente y concreta. Dado que gran cantidad de datos usualmente contiene mayor cantidad de información, éstos pueden sustentar modelos más complejos.

Cuando los datos sustentan evidencia para más de un modelo, el uso de un modelo promedio que predice la variable respuesta a través de los diferentes modelos es más ventajoso ya que se obtienen conclusiones más robustas que no están condicionadas a un solo modelo. Más que estimar los parámetros a partir de sólo el "mejor" modelo, la estimación de los parámetros puede realizarse a partir de varios modelos o, mejor aún, de todos los que fueron considerados. Este procedimiento es denominado inferencia a partir de modelos múltiples y presenta diversas ventajas teóricas y prácticas (Burnham y Anderson 2002). Cuando un sólo modelo es "seleccionado" de alguna manera, independientemente de los datos, y utilizado para describir los datos como base para la inferencia, se está ignorando tanto la incertidumbre asociada con la selección del modelo, como los beneficios de seleccionar un modelo parsimonioso. Esta estrategia incurre en costos sustanciales en términos de las conclusiones alcanzadas, ya que la incertidumbre asociada a la selección del modelo es considerada nula y, por tanto, seguramente su precisión está sobrestimada (Katsanevakis 2006).

Uno de los primeros usos del enfoque de la Teoría de la Información en ciencias pesqueras fue en una serie de artículos sobre crecimiento y alometría de peces marinos e invertebrados (Katsanevakis 2006, Katsanevakis *et al*. 2007, Katsanevakis y Maravelias 2008). Desde entonces,

este enfoque ha sido aplicado en el estudio de crecimiento de muchas otras especies de peces e invertebrados (por ejemplo, Lin y Tzeng 2009, Griffiths *et al*. 2010, Cerdenares-Ladrón de Guevara *et al.* 2011, Mercier *et al*. 2011, Cruz-Vásquez *et al*. 2012, Wells *et al*. 2013), así como en otras áreas de la ciencia pesquera, tales como, investigaciones del efecto de los patrones de explotación sobre el estado de los *stocks* pesqueros (Vasilakopoulos *et al*. 2011), investigaciones sobre la relación *stock*-reclutamiento en peces (Galindo-Cortes *et al*. 2010), y estudios sobre el comportamiento de los peces durante el escape de redes de arrastre (Krag *et al*. 2014).

Durante los últimos años, el enfoque basado en la Teoría de la Información ha sido ampliamente aplicado en las pesquerías mexicanas (Cerdenares-Ladrón de Guevara *et al*. 2011, Cruz-Vásquez *et al*. 2012). Este número especial, que aborda la *Teoría de la información y selección de modelos con aplicación en pesquerías*, proporciona un panorama sobre el estado del arte de este asunto en México, e incluye estudios sobre la talla de primera madurez sexual (del tiburón *Rhizoprionodon terraenovae,* de la sardina crinuda *Opisthonema libertate* y del ostión de roca *Striostrea prismatica*) y sobre crecimiento (del cuatete *Occidentarius platypogon*, de la curvina golfina *Cynoscion othonopterus*, del tiburón sedoso *Carcharhinus falciformis*, de juveniles del cangrejo azul *Callinectes arcuatus* y de la almeja de sifón *Panopea globosa*). Este número especial es una importante colección de buenos ejemplos de la aplicación de este enfoque en la ciencia pesquera, que promueve un cambio de un enfoque de un solo modelo hacia otro más robusto y con menos limitantes y estrictos supuestos, como lo es la inferencia a partir de modelos múltiples. Yo espero que este número de *Ciencia Pesquera* genere aún más interés sobre la Teoría de la Información como un enfoque para la investigación y análisis de datos en la ciencia pesquera.

Literatura citada

BENINGER PG, I Boldina y S Katsanevakis. 2012. Strengthening statistical usage in marine ecology. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 426-427: 97-108.

BURNHAM KP y DR Anderson. 2002. *Model selection and multimodel inference: A pratical information-theoretic approach*. 2ª ed., Springer-Verlag, New York, 488p.

CERDENARES-LADRÓN DE GUEVARA G, E Morales-Bojórquez y R Rodríguez-Sánchez. 2011. Age and growth of the sailfish *Istiophorus platypterus* (Istiophoridae) in the Gulf of Tehuantepec, Mexico. *Marine Biology Research* 7: 488-499.

CRUZ-VÁSQUEZ R, G Rodríguez-Domínguez, E Alcántara-Razo y EA Aragón-Noriega. 2012. Estimation of individual growth parameters of the Cortes Geoduck *Panopea globosa* from the central Gulf of California using a multimodel approach. *Journal of Shellfish Research* 31(3): 725-732.

GALINDO-CORTES G, JA De Anda-Montanez, F Arreguín-Sánchez, S Salas y EF Balarta. 2010. How do environmental factors affect the stock-recruitment relationship? The case of the Pacific sardine (*Sardinops sagax*) of the northeastern Pacific Ocean. *Fisheries Research* 102: 173-183.

GRIFFITHS SP, GC Fry, FJ Manson y DC Lou. 2010. Age and growth of longtail tuna (*Thunnus tonggol*) in tropical and temperate waters of the central Indo-Pacific. *ICES Journal of Marine Science* 67: 125-134.

KATSANEVAKIS S. 2006. Modelling fish growth: model selection, multi-model inference and model selection uncertainty. *Fisheries Research* 81: 229-235.

KATSANEVAKIS S y CD Maravelias. 2008. Modelling fish growth: multi-model inference as a better alternative to a priori using Von Bertalanffy equation. *Fish and Fisheries* 9: 178-187.

KATSANEVAKIS S, M Thessalou-Legaki, C Karlou-Riga, E Lefkaditou, E Dimitriou y G Verriopoulos. 2007. Information-theory approach to allometric growth of marine organisms. *Marine Biology* 151: 949-959.

KRAG LA, B Herrmann y JD Karlsen. 2014. Inferring fish escape behaviour in trawls based on catch comparison data: model development and evaluation based on data from Skagerrak, Denmark. *PLoS ONE* 9(2): e88819.

LIN YJ y WN Tzeng. 2009. Modelling the growth of Japanese eel *Anguilla japonica* in the lower reach of the Kao-Ping River, southern Taiwan: An information theory approach. *Journal of Fish Biology* 75: 100-112.

MERCIER L, J Panfili, C Paillon, A Ndiaye, D Mouillot y AM Darnaude. 2011. Otolith reading and multi-model inference for improved estimation of age and growth in the Gilthead Sea Bream *Sparus*

aurata (L.). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 92: 534-545.

VASILAKOPOULOS P, FG O'Neill y CT Marshall. 2011. Misspent youth: does catching immature fish affect fisheries sustainability? *ICES Journal of Marine Science* 68: 1525-1534.

WELLS DRJ, S Kohin, SLH Teo, OE Snodgrass y K Yosaki. 2013. Age and growth of North Pacific Albacore (*Thunnus alalunga*): Implications for stock assessment. *Fisheries Research* 147: 55-62.

Editorial traducido por
Genoveva Cerdenares-Ladrón de Guevara