

L. Brito-Castillo^{1*}
E. Alcántara-Razo¹
C.A. Salinas-Zavala²

¹ CIBNOR, S.C., Unidad Guaymas
Apartado Postal 349
Guaymas, C.P. 85454, Sonora, México
*E-mail: lbrito@cibnor.mx

² CIBNOR, S.C.
Mar Bermejo 195
Col. Playa Palo Santa Rita,
La Paz, C.P. 23090, Baja California Sur, México

En sus comentarios, el autor hace énfasis en dos aspectos que, de acuerdo con su criterio, invalida la conclusión que obtuvimos en nuestro artículo: (a) en el índice de abundancia relativa (*AR*) de calamar existe un error que se debe evaluar; (b) el efecto de la temperatura del mar sobre *AR* es totalmente aleatorio. Citando a Kappenman (1999), el autor menciona que “el remplazamiento de los valores del índice *AR* debe ser considerado dentro de una distribución observada de los datos, y posteriormente sustituida por sus valores esperados, de lo contrario el sesgo, la varianza y el error en *AR* aumentan”. A este respecto es necesario mencionar que para muestras muy pequeñas (como es el caso que se analizó en Brito-Castillo *et al.*, 2000) y en las cuales los valores están sesgados (tal como lo menciona el propio autor de los comentarios) no existe una solución teórica buena para determinar la distribución de las medias muestreadas (Mattson, 1981). Por tal motivo, cualquier análisis teórico que se introduzca para determinar la distribución de *AR*, necesariamente estará acompañado de un error. Cuando se aplica una función lognormal a una serie empírica en donde hay una gran cantidad de ceros, lo que se logra es suavizar la distribución mediante una curva teórica.

En nuestro análisis (Brito-Castillo *et al.*, 2000) establecimos primero la existencia de un intervalo de temperatura óptimo (ITO), definido como aquel intervalo de temperatura para el cual las capturas son exitosas (diferentes de cero). Desde este punto de vista la correlación entre las capturas de calamar y las temperaturas del agua no depende de la distribución espacial de las muestras, porque es independiente de ella. De esta forma, sale sobrando un análisis robusto para estimar la abundancia relativa del recurso tal como lo propone el autor de los comentarios. Aún tomando en cuenta lo anterior, los resultados que obtuvimos de la distribución de abundancia relativa coinciden con los reportados por Nevárez-Martínez *et al.* (2000), con las capturas máximas al norte del Golfo de California, principalmente entre Guaymas y Santa Rosalía. Este hecho se menciona en Morales-Bojórquez *et al.*, (2001).

In his comments, the author emphasizes two aspects that according to his criterion, void the conclusion exposed in our article: (a) in the squid the relative abundance (*AR*) index there is an error that must be evaluated; and (b) the effect of the sea temperature on the *AR* is totally random. Citing Kappenman (1999), the author states that “the replacement of the *AR* index values must be considered within an observed distribution of the data, and then substituted by their expected values, otherwise, the bias, the variance and the error in *AR* increase”. To this respect, it is necessary to mention that for very small samples (as it is the case analyzed by Brito-Castillo *et al.*, 2000) and in which values are biased (as it is mentioned by the author of the comments), there is not a good theoretical solution to determine the distribution of the means sampled (Mattson, 1981). Thus, any theoretical analysis applied to determine the *AR* distribution would necessarily be accompanied by an error. When a lognormal function is applied to an empirical series on which there are a lot of zeros, it is attained to smooth the distribution by means of a theoretical curve.

In our analysis (Brito-Castillo *et al.*, 2000) we first established the existence of an optimum water temperature range (OWTR), defined as that temperature interval for which catches were successful (different to zero). From this point of view, the correlation between squid catches and water temperatures does not depend on the spatial distribution of samples, since it is independent from it. In this way, a strong analysis is not needed to estimate the resource's *AR* as is proposed by the author of the comments. Even considering the previous statements, results that we obtained from the *AR* distribution coincide with those reported by Nevárez-Martínez *et al.*, (2000), with the maximal catches at the north of the Gulf of California, mainly between Guaymas and Santa Rosalía. This fact is mentioned by Morales-Bojórquez *et al.*, (2001). It has to be clarified that Nevárez-Martínez *et al.* (2000) used the swept-area method as well as the stratified random sampling to determine the squid relative abundance.

Cabe aclarar que Nevárez-Martínez *et al.* (2000) emplearon el método de área barrida y muestreo aleatorio estratificado para determinar la abundancia relativa de calamar.

El autor de los comentarios propone que los criterios de ajuste del índice de *AR* que él menciona pueden explicar la forma de la distribución espacial de las capturas de calamar, de tal forma que la variación espacial y cuantitativa de *AR* en Brito-Castillo *et al.* (2000), dependa de la velocidad del proceso de reclutamiento de la costa de Santa Rosalía a la costa de Guaymas, y no necesariamente de la temperatura del agua. Al no usar una estratificación formal del área de estudio en Brito-Castillo *et al.* (2000), tanto las estaciones anómalas (pesca no exitosa), como el desplazamiento del cardumen, la disponibilidad de alimento y la temperatura carecen de todo sustento en términos de una hipótesis previa. En los términos de una prueba no paramétrica que el autor de los comentarios menciona, no existe relación ni directa, ni lineal, entre *AR* y el valor observado del factor ambiental.

Las aseveraciones anteriores carecen de sentido si se demuestra, primero, que las capturas fueron exitosas dentro de un ITO. Es decir, al demostrarse que fuera de este intervalo no se pescaron calamares, tal como lo hicimos en Brito-Castillo *et al.* (2000). Resulta lógico pensar que la relación entre la temperatura del agua y las capturas de calamar es compleja pero, al definir el ITO, ya tenemos información de cómo se relacionan estas dos variables. Falta entonces evaluar cuantitativamente esa relación.

La elección de un análisis de correlación simple para evaluar cuantitativamente esa relación se justifica por la siguiente razón: la fórmula para calcular el coeficiente de correlación r , por sí misma codifica todos los valores de X (variable dependiente) y Y (variable independiente) en una serie de valores con media igual a cero y desviación estándar de 1 (Mattson, 1981). Es decir, estandariza los valores de ambas variables. Si la relación es perfecta, es decir, si cualquier valor de Y corresponde exactamente a un valor de X , $r = 1$. En cambio, si no existe relación alguna entre ambas variables, $r = 0$. Cuando r se encuentra entre 0 y ± 1 , podemos inferir alguna información de X , conociendo Y . Sin embargo, esto es aún insuficiente. Es necesario evaluar el resultado considerando un nivel de significancia, por ejemplo al 95%. Siguiendo este análisis, demostramos que la relación entre la pesca de calamar y la temperatura del agua no es puramente lineal. Los valores de la pesca responden a un valor de temperatura óptima de captura (TOC). Es decir, a determinado valor de TOC (en Brito-Castillo *et al.*, 2000, TOC = 14.6°C), cuando la temperatura es menor a TOC las capturas se van incrementando desde un valor mínimo hasta un valor máximo. Por el contrario, las capturas disminuyen desde un valor máximo a un valor mínimo cuando la temperatura es mayor que TOC. Aunque no se cuenta con igual número de estaciones por cuadrante se sabe que la pesca fue aleatoria. A partir de esto, se concluye que el resultado de la correlación capturas de calamar vs temperatura no estuvo influenciado por la diferencia en el número de estaciones por cuadrante.

The author of the comments proposes that the fitting criteria of the *AR* index mentioned by him can explain the shape of the spatial distribution of squid catches, in such a way that the spatial and quantitative variations of the *AR* in Brito-Castillo *et al.* (2000) depend on the recruitment process speed from the coast of Santa Rosalía to that of Guaymas, and not necessarily on the water temperature. By not using a formal stratification of the study area in Brito-Castillo *et al.* (2000), the anomalous stations (unsuccessful fishing), the school displacement, the food availability and the temperature lack of any support in terms of a previous hypothesis. In terms of a non-parametric test mentioned by the comments' author, there is not a relationship, neither direct nor linear, between *AR* and the observed value of the environmental factor.

The assertions above are senseless if catches were demonstrated to be successful within an OWTR, this is, by demonstrating that outside this interval no squids were caught, as done by Brito-Castillo *et al.* (2000). It is logical to think that there is a complex relationship between the water temperature and squid catches but, by defining the OWTR we already have information of how this two variables are related. Then this relationship has to be evaluated in a quantitative way.

Choosing a simple correlation analysis in order to quantitatively evaluate this relationship is justified as follows: the equation for calculating the correlation coefficient r , codifies all X (dependent variable) and Y (independent variable) values, by itself, in a series of values with mean equal to zero and standard deviation equal to 1 (Mattson, 1981). This is, it standardizes the values of both variables. If the relationship is perfect, this is, if any Y value corresponds exactly to an X value, then $r = 1$. On the contrary, if there is not any relationship between both variables, then $r = 0$. When r is between 0 and ± 1 , it is possible to infer any information about X by knowing Y . However, this is not enough yet. It is necessary to evaluate the result by considering a significance level, say 95%. Following this analysis we demonstrate that the relationship between squid catches and water temperature is not merely linear. Catches values respond to an optimum catch water temperature (OWTC). This is, at certain OWTC value (in Brito-Castillo *et al.*, 2000, OWTC = 14.6°C), when the temperature is lower than the OWTC, catches increase from a minimum to a maximum value. On the contrary, catches decrease from a maximum to a minimum when the temperature is higher than the OWTC. Although we did not count on the same number of stations per quadrant, it is known that fishing was at random. From this we conclude that the different number of stations per quadrant did not influence the result of the correlation squid catch vs temperature.

Then it is unavoidable to discuss the results by Nevárez-Martínez *et al.* (2000) who, using the same cruise-data but with a different approach, got to a conclusion that is totally opposite to ours: "the combined effect of the temperature at different depths makes it difficult to establish a general trend of their effect on catches, concluding that there is not any relationship between the distribution and abundance of *D. gigas* with the

Resulta inevitable entonces, discutir los resultados de Nevárez-Martínez *et al.* (2000) quienes, empleando los mismos datos del crucero pero con un enfoque distinto, obtienen una conclusión totalmente opuesta a la nuestra: “el efecto combinado de la temperatura a distintas profundidades hace difícil establecer el patrón general de su efecto sobre las capturas, concluyendo que no existe una relación entre la distribución y abundancia de *D. gigas* con la temperatura del mar”. Esta aseveración está basada en un análisis puramente abstracto sin evaluación cuantitativa de los resultados. Nevárez-Martínez *et al.* (2000), únicamente basan sus conclusiones en el análisis de la distribución horizontal de la temperatura del agua a profundidades de 10, 30, 50 y 70 m, en un solo transecto. Con este último procedimiento, el análisis de la distribución de la temperatura del agua y de calamares queda limitado a un plano de distribución de temperaturas (ver figs. 5 a 9 de Nevárez-Martínez *et al.*, 2000), por lo que resulta difícil, si no imposible, encontrar alguna relación entre ambas variables.

En Brito-Castillo *et al.* (2000), el área de estudio se divide en cuatro perfiles longitudinales y 8 transversales. En cada uno de estos perfiles analizamos y discutimos la distribución de los valores de temperatura en la columna de agua, y cómo se relacionan estos valores con los cambios en las capturas en una franja que va de 60 a 80 m de profundidad, denominada zona de pesca (ver detalles en Brito-Castillo *et al.*, 2000).

Nosotros creemos que es importante responder a la pregunta de cómo se dá la relación entre la temperatura del mar y la abundancia de calamar, y no de saber si existe o no, ya que varios autores mencionan disminuciones importantes en la pesquería de calamar como consecuencia de un incremento en la temperatura del agua, por efecto de El Niño (Ehrhardt *et al.*, 1983; Klett, 1996). En cuanto a la crítica del autor, nosotros jamás tratamos de decir que únicamente se debe tomar en cuenta nuestro artículo para establecer las pautas de manejo del recurso. Sería absurdo pensar que con los resultados que obtuvimos en nuestro artículo o el de Nevárez-Martínez *et al.*, 2000, ya está resuelta la cuestión acerca de la relación entre la distribución de calamares y la temperatura del agua. Hay que ser conscientes de que las relaciones ecológicas se construyen con muchos más datos que un solo crucero oceanográfico. Esta información representa una primera aproximación a ello. La validez de nuestras conclusiones o de Nevárez-Martínez *et al.* (2000) solo se dará en términos del análisis de más muestreos en cruceros de investigación.

Referencias

- Brito-Castillo, L., Alcántara-Razo, E., Morales-Azpeitia, R. y Salinas-Zavala, C.A. (2000). Temperaturas del Golfo de California durante mayo y junio de 1996 y su relación con las capturas de calamar gigante (*Dosidicus gigas* D'Orbigny 1835). *Ciencias Marinas*, 26(3): 413–440.
- Ehrhardt, N.M., Jacquemin, P.S., Garcia, F., Gonzalez, G., Lopez, J.M., Ortiz, J., y Solis, A. (1983). On the fishery and biology of the giant squid *Dosidicus gigas* in the Gulf of California, Mexico. *water temperature*”. This affirmation is based on a merely abstract analysis without any quantitative evaluation of the results. Nevárez-Martínez *et al.* (2000), base their conclusions only in the horizontal distribution of the water temperature at depths of 10, 30, 50 and 70 m in a single transect. With this last procedure, the analysis of the distribution of both, water temperature and squids is limited to a temperature distribution plane (see figs. 5 to 9 in Nevárez-Martínez *et al.*, 2000) therefore it is difficult, if not impossible, to find any relationship between both variables.
- In Brito-Castillo *et al.* (2000), the study area is divided in four longitudinal and eight transversal profiles. We analyzed and discussed the distribution of the temperature values in the water column contained in every profile, as well as the way on how they are related to the changes in catches in a 60- to 80-m depth range, called the fishing zone (see details in Brito-Castillo *et al.*, 2000).
- We believe that it is important to answer the question on how this relationship between sea temperature and squid abundance is given instead of knowing whether this exists or not, since several authors mention important declines in the squid fishery as consequence of an increase in water temperature due to El Niño events (Ehrhardt *et al.*, 1983; Klett, 1996). About the author's criticism, we never tried to state that only our article has to be taken into consideration to establish management strategies for the resource. It would be absurd to think that with the results obtained in our study or in that by Nevárez-Martínez *et al.* (2000), the relationship issue between squids and water temperature is solved. It is necessary to keep in mind that ecological relationships are constructed with much more data than those obtained in a single oceanographic cruise. This information represents a first approach for this. The validity of our conclusions or those by Nevárez-Martínez *et al.* (2000) will be established in terms of the analysis of more samplings on research cruises.

English translation by Adrián R. López-González.

- In: J.F. Caddy (ed.), *Advances in Assessment of World Cephalopods Resources*. FAO Fish. Tech. Papers 231, 306–340.
- Klett, T.A., 1996. Pesquería del calamar gigante *Dosidicus gigas*. In: M. Casas-Valdez, y G. Ponce-Díaz, (eds.). *Estudio del Potencial Pesquero y Acuicola de Baja California Sur*, Vol. 1. CIB-CICIMAR-UABCS, pp. 127–149.
- Mattson, D.E., 1981. *Statistics. Difficult Concepts, Understandable Explanations*. The C.V. Mosby Company, 482 p.
- Morales-Bojórquez, E., Martínez-Aguilar, S., Arreguín-Sánchez, F. and Nevárez-Martínez, M. (2001). Estimations of catchability-at-length for the jumbo squid (*Dosidicus gigas*) in the Gulf of California, Mexico. *CalCOFI Rep.*, 42: 167–171.
- Nevárez-Martínez, M.O., Hernández-Herrera, A., Morales-Bojórquez, E., Balmori-Ramírez, A., Cisneros-Mata, M.A. and Morales-Azpeitia, R. (2000). Biomass and distribution of the jumbo squid (*Dosidicus gigas* d'Orbigny, 1835) in the Gulf of California, Mexico. *Fish. Res.*, 49: 129–140