



Resúmenes sobre el VIII Simposio MIA15, Málaga del 21 al 23 de Septiembre de 2015

## Análisis preliminar del efecto de las oscilaciones climáticas sobre la condición física de la melva (*Auxis rochei*) post-reproductora en el Mar de Alborán

### *Preliminary analysis of the effect of climate oscillations on the physical condition of the post-spawning bullet tuna (*Auxis rochei*) in the Alboran Sea*

P. Muñoz, J.C. Báez, E. Ceballos, M<sup>a</sup>.J. Meléndez, E. Alot & D. Macías

Instituto Español de Oceanografía, Centro Oceanográfico de Málaga, Puerto Pesquero s/n, ES-29640 Fuengirola, Málaga. E-mail: carlos.j.rubio.86@gmail.com

**Abstract:** The Mediterranean Sea is considered by several authors as a hot-spot of Climate Oscillation, such as the North Atlantic Oscillation (NAO) and the Arctic Oscillation (AO). However, information about the effect of the climate oscillations on the fitness of the species is still scarce. In this context, bullet tuna is an important migratory species with a substantial socio-economical value, whose fisheries might be affected by the effect of certain climatological conditions. In fact, these atmospheric oscillations trigger a chain of hydrodynamic events, leading a change on the timing, destinations, and success of the migratory species in their search for spawning grounds. This study relies on the hypothesis of a correlation between the physical condition of the post-spawning bullet tuna and climate oscillation indexes. For that purpose, 151 individuals of bullet tuna, *Auxis rochei*, were collected in the traps of Ceuta (Alboran Sea) during three different years, (1983, 1984 and 2014). The physical condition index was calculated, and later statistically correlated with the climate oscillation indexes proposed. Significant differences were found between the physical condition of *A. rochei* and the average accumulated NAO index. Moreover, for age class 3+ we obtained a significant correlation with atmospheric oscillations.

**Key words:** *Climate Oscillation, Migratory species, Bullet tuna, Condition factor, Alboran Sea.*

## 1. INTRODUCCIÓN

El Mar de Alborán es considerado una importante zona de paso para gran número de especies en su migración hacia sus áreas de puesta en el Mediterráneo. Muchas de estas especies tienen importancia pesquera por su valor socioeconómico. Algunos ejemplos de este hecho son especies como el atún rojo, *Thunnus thynnus* (Linnaeus, 1758) (Báez *et al.* 2014), la bacoreta, *Euthynnus alletteratus* (Rafinesque, 1810) (Hajjej *et al.* 2010), el bonito, *Sarda sarda* (Bloch, 1793) (Sabatés & Recasens, 2001), o la melva, *Auxis rochei* (Risso, 1810; Sabatés & Recasens, 2001). Diversos autores coinciden en el hecho de que estas especies migradoras pueden alterar su fenología en respuesta a las oscilaciones climáticas (Báez *et al.* 2014).

La melva (*A. rochei*) es una de las especies de menor tamaño dentro de la familia Scombridae, con una longitud máxima en torno a 40 centímetros y con hábitos de vida gregarios. La formación de cardúmenes hace a la especie altamente susceptible a determinados artes de pesca como el cerco o las almadrabas (Valeiras & Abad, 2006). Presenta un ciclo de vida que comprende fases en el Mediterráneo y en el Atlántico. Durante la primavera y verano se

adentra en el Mediterráneo para la puesta, para en otoño volver a cruzar el estrecho hacia sus zonas de invernada. Durante su migración de retorno post-reproductor hacia el Océano Atlántico son capturados en la almadraba de Ceuta (Sabatés & Recasens, 2001).

La oscilación del Atlántico Norte NAO (de sus siglas en inglés, *North Atlantic Oscillation*) y la oscilación ártica AO (de sus siglas en inglés, *Arctic Oscillation*), son conocidas por ser tener una gran influencia sobre las condiciones climáticas en el Mediterráneo y el Margen Ibérico Atlántico. La NAO resume los cambios en la diferencia de presiones atmosféricas entre las bajas presiones de Islandia y las altas presiones de las Azores, mientras que la AO hace referencia a la intensidad del vórtice polar. Desde que la AO fue definida, ha existido un fuerte debate sobre su identidad física. Así, en la actualidad se discute si es un reflejo de la NAO, o si la AO y la NAO son dos efectos de una misma causa común en la troposfera (revisado en Báez *et al.* 2013b).

Teniendo en cuenta las anteriores premisas, el presente estudio tiene como objetivo la evaluación de la condición física de la melva durante su migración post-reproductora y la influencia que los

índices climáticos NAO y AO podrían tener sobre la misma.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1 Área de estudio

El presente estudio se localiza en el mar de Alborán, la cuenca más occidental del Mar Mediterráneo. El mar de Alborán, debido a sus especiales características oceanográficas y topográficas ha sido catalogado por diversos autores como una de las zonas calientes en relación al cambio climático del planeta, y donde las oscilaciones climáticas tienen mayor influencia (Vicente-Serrano & Trigo, 2011). En esta zona un complejo sistema de corrientes da lugar a afloramientos de aguas profundas ricas en nutrientes lo que origina una elevada productividad primaria (Parrilla & Kinder, 1987). La alta productividad de la zona implica una alta disponibilidad de peces aprovechada como fuente de alimentación por muchas especies migratorias y como recurso pesquero.

### 2.2 Muestreo

Durante los años 1983, 1984 y 2014, un total de 152 individuos de *A. rochei* fueron analizados desde entre los ejemplares capturados en la almadrabas situadas en la bahía sur de Ceuta durante el movimiento que anualmente lleva a cabo esta especie en su ciclo migratorio.

Los 152 individuos fueron medidos a la furca hasta el centímetro más cercano (FL), y pesados hasta el gramo más próximo. A continuación, por medio de la relación talla-peso, se obtuvo el índice de condición promedio ( $K_{mean}$ ) para cada individuo por medio de la siguiente ecuación (Ec 1) (Froese, 2006):

$$K_{mean} = (a * LF^{(b-3)}) * 100$$

Ec. 1: Expresión utilizada para el cálculo del índice de condición donde "a" y "b" son los coeficientes de regresión y "LF" es la longitud a la furca.

Adicionalmente, se determinó el sexo mediante la visualización directa de la gónada, y se le asignó una edad aproximada a cada individuo de acuerdo con la clave talla-edad propuesta por Valeiras *et al.* (2008). Por otra parte, se obtuvieron los datos correspondientes a la NAO y AO correspondientes a los años de captura de los individuos y anteriores. Los datos fueron obtenidos en el sitio web de la Agencia NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration): <http://www.cpc.noaa.gov/>

Las oscilaciones atmosféricas presentan una fuerte variabilidad intra en interanual (Hurrell, 1995), y dichas oscilaciones pueden estar desacopladas en relación con la respuesta biológica que desencadenan.

Por esto, se decidió considerar las siguientes variables en relación a dichas oscilaciones;  $NAO_{ac}/AO_{ac}$ : Comprende el promedio de los valores obtenidos para el índice en cuestión acumulados por cada ejemplar considerando su edad.  $NAO_w/AO_w$ : Basado en el promedio del índice atmosférico durante los meses del último invierno.  $NAO_{wac}/AO_{wac}$ : Implica el valor promedio de los inviernos acumulados por cada individuo.

### 2.3 Análisis estadístico

Debido a la existencia de valores atípicos, se eliminó un registro del conjunto total de datos, quedando un total de 151 registros disponibles para ser analizados estadísticamente.

En primer lugar se comprobó la normalidad de las distribuciones y, debido a la escasez de años en el conjunto de datos se realizó una correlación no paramétrica de Spearman entre los índices de oscilaciones atmosféricas propuestos anteriormente, y la condición física de los ejemplares en conjunto, y por sexo.

## 3. RESULTADOS

Se obtuvo un valor de sex-ratio para la población en estudio de 1:1,1 (58 machos y 64 hembras). Los valores obtenidos para el índice de condición, así como los intervalos de talla-peso obtenidos aparecen reflejados en la tabla I.

Tabla I: Resumen de los intervalos de talla y peso, así como los índices de condición obtenidos por categoría.

	$L_{min}$ - $L_{max}$	$P_{min}$ - $P_{max}$	$K_{min}$ - $K_{max}$ (Promedio)
<b>General</b> (N=151)	21.5- 43.6	111- 1425	1.244-1.878 (1.715)
<b>Machos</b> (N=58)	25-43.6	189- 1425	1.332-1.877 (1.722)
<b>Hembras</b> (N=64)	26.9- 43.3	239- 1415	1.377-1.878 (1.708)

En lo que respecta a las clases de edad, la tabla que se muestra a continuación (Tabla II) refleja el porcentaje de individuos capturados por clase de edad para los años de estudio.

Tabla II: Distribución de los individuos analizados por clases de edad.

Edad	Nº de Individuos	Porcentaje (%)
1	93	61.58
2	41	27.15
3+	17	11.26

Se obtuvo una correlación significativa entre el aumento de la condición física y la NAOacu en fase negativa (Rho Spearman= -0.185; P= 0.023) para el conjunto de los datos analizados; en el caso de la clase de edad 3+ además de dicha correlación se obtuvo una correlación positiva significativa con las

oscilaciones climáticas testadas (ver tabla III). En lo relativo al índice AO<sub>acu</sub>, solo se obtuvieron diferencias significativas con la condición física en general, sin distinción de sexo o edad.

Tabla III: Resultados significativos de los parámetros estadísticos obtenidos mediante la correlación no paramétrica de Spearman para los registros analizados de clase de edad 3+. Clave: \*P= <0.05.

Variables correlacionadas	Rho Spearman
K <sub>3+</sub> - AO <sub>acu</sub>	-0.502*
K <sub>3+</sub> - NAO <sub>want</sub>	0.502*
K <sub>3+</sub> - AO <sub>w</sub>	0.502*
K <sub>3+</sub> - AO <sub>ant</sub>	0.502*
K <sub>3+</sub> - AO <sub>want</sub>	0.531*

#### 4. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos indican que el índice de condición física de la melva post-reproductora está influenciado por las condiciones climatológicas predominantes en el medio, fundamentalmente por la media de la NAO/AO que experimenta a lo largo de su vida. Estos resultados son consistentes con los obtenidos por Báez *et al.* (2011) para el caso del atún blanco, *Thunnus alalunga*.

Tanto la NAO como la AO en fase negativa favorecen la predominancia de las tormentas sobre el Mediterráneo occidental. Esta circunstancia aumenta el aporte de nutrientes desde la costa al mar por escorrentía, lo que determina un incremento de la productividad de la zona.

El hecho de que las mayores diferencias significativas se obtengan en relación al índice AO<sub>acu</sub> puede implicar un desfase temporal entre la oscilación atmosférica y la respuesta biológica que desencadena en los individuos. Esta afirmación coincide con lo propuesto por Báez *et al.* (2013a), ya que las oscilaciones atmosféricas originan cambios en la disponibilidad de nutrientes en la cadena trófica lo que finalmente se traduciría en un aumento de la condición física de los individuos. De este modo, el hecho de conocer la evolución y modelado de la climatología podría permitir realizar estimaciones sobre el rendimiento pesquero de *A. rochei*.

En lo relativo a los valores obtenidos por sexo, no se encontraron diferencias significativas entre el índice de condición de machos y hembras. Este hecho refleja la respuesta independiente del sexo del individuo tanto a los cambios en las condiciones ambientales como al balance energético durante el periodo reproductivo. Según Palandri *et al.* (2008) la talla de maduración para *A. rochei* en el Mediterráneo se estima en torno a 32 cm (FL), por lo que, de acuerdo con nuestros datos los individuos capturados por la almadra de Ceuta son sexualmente maduros y en periodo de reposo tras la época reproductora.

Este estudio supone la primera evaluación de la condición física de *A. rochei* en periodo post-reproductor. Nuestros resultados señalan la importancia de introducir el efecto de las oscilaciones climáticas en los procesos de evaluación de las especies sometidas a explotación.

#### Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado en el Instituto Español de Oceanografía en el programa de "Túndidos y especies afines" dentro del marco de la realización de la Tesis de Máster.

#### REFERENCIAS

- Báez, J.C., Ortiz De Urbina, J.M., Real, R. & Macías, D. (2011). Cumulative effect of the north Atlantic oscillation on age-class abundance of albacore (*Thunnus alalunga*). *Journal of Applied Ichthyology*, 27, 1356–1359.
- Báez, J.C., Macías, D., De Castro, M., Gómez-Gesteira, M., Gimeno, L. & Real, R. (2013a). Analysis of the effect of atmospheric oscillations on physical condition of pre-reproductive bluefin tuna from the Strait of Gibraltar. *Animal Biodiversity and Conservation*, 36, 225–233.
- Báez J.C., Gimeno L., Gómez-Gesteira M., Ferri-Yáñez F. & Real R. (2013b). Combined effects of the Arctic Oscillation and the North Atlantic Oscillation on Sea Surface Temperature in the Alborán Sea. *Plos One*, 8(4), e62201. doi: 10.1371/journal.pone.0062201
- Froese, R. (2006). Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22, 241-253.
- García, A., Alemany, F., Rodríguez, J. M., Cortes, D., Corregidor, F., & Ceballos, E. (2005). Distribution and abundance of bullet tuna larvae (*Auxis rochei*) off the Balearic Sea during the 2003-2005 spawning seasons. *ICCAT Meeting on Small Tunas Fisheries*.
- Hajjej, G., Hattour, A., Allaya, H., Jarbou, O., & Bouain, A. (2010). Biology of little tunny *Euthynnus alletteratus* in the Gulf of Gabes, Southern Tunisia (Central Mediterranean Sea). *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 45, 399–406.
- Hurrell, J.W. (1995). Decadal trends in the North Atlantic Oscillation: Regional temperatures and precipitation. *Science*, 269, 676–679.
- Palandri, G., Lanteri, L., Garibaldi, F., & Orsi Relini, L. (2009). Biological parameters of bullet tuna in the Ligurian Sea. *ICCAT, Collective Volume of Scientific Papers*, 64, 2272-2279.
- Parrilla, G & Kinder, T.H. (1987). Oceanografía física del Mar de Alborán. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 4, 133-165.
- Sabatés, A. & Recasens, L. (2001). Seasonal distribution and spawning of small tunas (*Auxis rochei* and *Sarda sarda*) in the northwestern Mediterranean. *Scientia Marina*, 65, 95–100.
- Vicente-Serrano, S. & Trigo, R.M. (2011). Hydrological, Socioeconomic and Ecological Impacts of the North Atlantic Oscillation in the Mediterranean Region. *Advances in Global Change Research*. Springer. 325 pp.

Valeiras, J. & Abad, E. (2006). *Bullet Tuna*. ICCAT Manual. International Commission for the Conservation of Atlantic Tuna. Available from website: [https://www.iccat.int/Documents/SCRS/Manual/CH2/2\\_1\\_11\\_2\\_BLT\\_ENG.pdf](https://www.iccat.int/Documents/SCRS/Manual/CH2/2_1_11_2_BLT_ENG.pdf).

Valeiras, X., Macias, D., Gomez, M.J., Lema, L., Garcia-Barcelona, S., Ortiz De Urbina, J.M. & De la Serna, J.M. (2008). Age and growth of bullet tuna (*Auxis rochei*) in the western Mediterranean Sea. *ICCAT, Collective Volume of Scientific Papers*, 62, 1629–1637.