

## FACTORES DE CONDICIÓN DEL ATÚN ROJO PREREPRODUCTOR CAPTURADO EN EL ESTRECHO DE GIBRALTAR Y SU CORRELACIÓN CON LAS OSCILACIONES ATMOSFÉRICAS

D. Macías<sup>1</sup>, J.C. Báez, E. Alot, P. Rioja, M.J. Gómez-Vives,  
J.M. Ortiz de Urbina and R. Real<sup>2</sup>

### SUMMARY

*The aim of this study was to search correlations between the atmospheric oscillations NAO (North Atlantic Oscillation) and AO (Arctic Oscillation), and the condition factors of bluefin tuna caught in the bait boat fisheries from Gibraltar Strait. We obtained a positive significant correlation between the AO and condition factors  $K_{mean}$  of bluefin tuna. Ours results indicate that the  $K_{mean}$  average value obtained from years with AO in a negative phase are lesser than the  $K_{mean}$  average value from years with AO in a positive phase. The observed trends in this study are both quantitative and qualitative. However, we do not observe any correlation between the  $K_{mean}$  and NAO index. This study is the first evidence of a relation between the pre-reproductive condition factors of bluefin tuna and atmospheric oscillation.*

### RÉSUMÉ

*Le but de la présente étude vise à rechercher les corrélations entre les oscillations atmosphériques NAO (oscillation nord-atlantique) et AO (oscillation arctique), et les facteurs de condition du thon rouge capturé dans les pêcheries de canneurs provenant du détroit de Gibraltar. Nous avons obtenu une importante corrélation positive entre l'oscillation arctique et les facteurs de condition  $K_{mean}$  du thon rouge. Nos résultats indiquent que la valeur moyenne  $K_{mean}$  obtenue d'années dotées d'une AO dans une phase négative est inférieure à la valeur moyenne  $K_{mean}$  des années dotées d'une AO dans une phase positive. Les tendances observées dans la présente étude sont à la fois quantitatives et qualitatives. Toutefois, nous n'observons aucune corrélation entre le  $K_{mean}$  et l'indice de NAO. La présente étude est le premier élément de preuve d'une relation entre les facteurs de condition pré-reproductive du thon rouge et l'oscillation atmosphérique.*

### RESUMEN

*El objetivo del presente estudio es la búsqueda de correlaciones entre las oscilaciones atmosféricas NAO (North Atlantic Oscillation) y AO (Arctic Oscillation), y la condición física de los atunes rojos capturados en la pesquería de cebo vivo del Estrecho de Gibraltar. Se obtuvo una correlación positiva significativa entre la AO y el índice de condición física  $K_{mean}$ . Nuestros resultados indican que el promedio de las  $K_{mean}$  para los años de AO negativa es inferior al promedio de las  $K_{mean}$  para los años con AO positiva. Las tendencias observadas se refieren tanto a variaciones cuantitativas como cualitativas en la AO. Sin embargo, no se encuentra una correlación entre las  $K_{mean}$  estimadas y el índice NAO. Este trabajo es la primera evidencia de una relación entre la condición física pre-reproductiva del atún rojo y una oscilación atmosférica.*

### KEYWORDS

*Strait of Gibraltar, atmospheric oscillations, Arctic oscillation,  
NAO, bluefin tuna*

<sup>1</sup> Instituto Español de Oceanografía. C.O. Málaga. Pto Pesquero s/n, 29640, Fuengirola, España. E-mail: david.macias@ma.ieo.es

<sup>2</sup> Universidad de Málaga, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología Animal. E-mail: rrgimenez@uma.es

## 1. Introducción

Diversos autores han observado que las especies migrantes marinas, y los túnidos en particular, podrían responder a las condiciones climáticas alterando su fenología (Chaloupka *et al.*, 2008a; Mazaris *et al.*, 2008), abundancia (Báez *et al.*, 2011), distribución y reclutamiento (Fromentin, 2002; Borja & Santiago, 2002; Mejuto, 2003; Kell *et al.*, 2004; Goñi and Arrizabalaga, 2005; Gancedo *et al.*, 2009; Graham & Harrold, 2009). A pesar de estos avances, aún no se conoce el efecto del clima a lo largo de la vida de estos organismos, ni qué alteraciones podrían conllevar las actuales previsiones de aumento global de las temperaturas (Báez *et al.*, 2011).

El clima del océano Atlántico, la cuenca del Mediterráneo, y los continentes circundantes, muestra una considerable variabilidad a lo largo del tiempo. La oscilación del Atlántico norte (*North Atlantic Oscillation*, NAO), juega un papel esencial en las fluctuaciones climáticas que afectan a esta región. El componente atmosférico de la NAO se estima a partir de la oscilación entre el anticiclón de las Azores y la región de bajas presiones cerca de Islandia. Se trata de la mayor fuente de variabilidad, tanto estacional como interanual, de la circulación atmosférica en el Atlántico Norte (Hurrell, 1995; Hurrell *et al.*, 2003). Se ha documentado una fuerte asociación entre la variabilidad de la NAO y cambios en los diferentes niveles tróficos de los ecosistemas marinos del Atlántico Norte (por ejemplo en fitoplancton, zooplancton, bentos, peces, ballenas y aves marinas) (Drinkwater *et al.*, 2003). Se ha sugerido que la biología de los organismos no responde directamente a la NAO, sino más bien indirectamente por efecto de los cambios en las características físicas o químicas del agua, a nivel local, que se han asociado con la variabilidad de la NAO (Drinkwater *et al.*, 2003).

Recientes estudios geofísicos han puesto de manifiesto la fuerte relación existente entre la NAO y la Oscilación del Ártico (Arctic Oscillation, AO) (Overland *et al.*, 2010). La AO, al igual que la NAO puede ser positiva o negativa. La polaridad positiva de la AO se caracteriza por un fortalecimiento del *vórtice polar* desde la superficie hasta la estratosfera inferior. En esta situación se establecen tormentas en el Atlántico Norte, y en la cuenca mediterránea prevalecen las sequías. Durante la polaridad negativa de la AO el aire frío continental se sumerge en el medio oeste de Estados Unidos y Europa occidental, mientras que las tormentas traen las lluvias a la región mediterránea (Ambaum *et al.*, 2001). Durante los inviernos, cuando el vórtice estratosférico es fuerte, la AO y la NAO tienden a estar en las fases positivas (Douville, 2009).

El atún rojo (*Thunnus thynnus*) es el miembro más grande de la familia Scombridae, y presenta un elevado interés comercial. Actualmente se reconoce la existencia de dos stocks: uno que se reproduce en la zona de Golfo de México, y otro en el Mediterráneo. Debido a la fuerte explotación que ha sufrido recientemente el stock del Atlántico este y Mediterráneo, desde el año 1999 la comisión ICCAT estableció un plan de recuperación que limita sus capturas (Formentin, 2006). La mayor parte de las capturas se producen durante el periodo de reproducción, aprovechando la entrada masiva de individuos desde el Atlántico hacia las zonas de desove en el Mediterráneo a través del Estrecho de Gibraltar, entre los meses de abril y agosto. Sin embargo, existe una pesquería de cebo vivo que captura ejemplares adultos a lo largo de todo el año. Esta pesquería muy dirigida se localizada en el Estrecho de Gibraltar.

El periodo post-reproductivo es crucial para los individuos reproductores que deben acumular las grasas suficientes para afrontar la siguiente estación reproductiva.

El objetivo del presente estudio es la búsqueda de correlaciones entre las oscilaciones atmosféricas NAO y AO, y la condición física de los atunes rojos capturados en la pesquería de cebo vivo del Estrecho de Gibraltar.

## 2. Material y métodos

### 2.1 Datos de las pesquerías

En este estudio se han utilizado datos pareados de talla y peso tomados por observadores del Instituto Español de Oceanografía que monitorizan las pesquerías de cebo vivo, para el periodo 2001-2010, y para los meses de enero, febrero y marzo, los meses anteriores al periodo reproductor. De todos los datos se seleccionaron las tallas superiores a 130 cm, que corresponden a individuos reproductores. El número de individuos utilizados para cada año varío según se indica en la **Tabla 1**.

## 2.2 Datos atmosféricos

La *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), USA, proporciona desde su página web datos mensuales para los índices NAO y AO. Los datos mensuales de la NAO fueron obtenidos de la dirección:

[http://www.cpc.noaa.gov/products/precip/CWlink/pna/nao\\_index.html](http://www.cpc.noaa.gov/products/precip/CWlink/pna/nao_index.html)

Mientras que el índice AO mensual fue obtenido desde la dirección:

<http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/correlation/ao.data>

Nosotros usamos el promedio del periodo comprendido entre septiembre del año anterior a la captura de los atunes analizados hasta el mes de marzo, último mes del periodo pre-reproductor. De esta forma se valora el periodo completo de acumulación de reservas antes de la reproducción.

## 2.3 Índices de condición y análisis de los datos

Las relaciones talla-peso (LWR) en los peces son una herramienta muy utilizada en biología pesquera, y con aplicaciones en estudios de dinámica de poblaciones y evaluaciones pesqueras (por ejemplo, King, 1995; Santos et al, 2002; Ferreira et al 2008). Esta relación suele formularse como:  $W=a.LF^b$ , donde W es el peso vivo, LF la longitud a la furca; y a y b son los parámetros de la función.

Las relaciones LWR referidas a una región geográfica en particular, pueden ser utilizadas para la estima de la condición física de los peces estudiados (Safran, 1992). Tal y como sugiere Froese (2006), una vez obtenida las relaciones talla/peso se estimó el índice de condición (kmean) para cada clase de talla y para cada año como:  $Kmean= a.LF^{(b-3)}$ . Para obtener un único valor del índice Kmean para cada año se calculó el promedio de todas las clases de talla. Los diferentes índices de condición Kmean resultantes para el periodo 2000-2010 fueron correlacionados con el promedio de las oscilaciones para el periodo comprendido entre septiembre-marzo. Para ello se usó la correlación no paramétrica Rho de Spearman. En la **Tabla 2** se muestran los valores utilizados para dichas correlaciones.

## 3. Resultados y discusión

Se obtuvieron diez relaciones talla/peso, todas con un coeficiente de regresión superior o próximo al 90% de absorción de la varianza, según se muestra en la **Tabla 1**. Se obtuvo una correlación positiva significativa entre la AO y el índice de condición física (**Tabla 3**). En la **Tabla 4** se muestran los valores ordenados de Kmean en función a los valores de AO de menor a mayor. Nuestros resultados indican que el promedio de las Kmean para los años de AO negativa es inferior al promedio de las Kmean para los años con AO positiva. Las tendencias observadas se refieren tanto a variaciones cuantitativas como cualitativas en la AO. Sin embargo, no se encuentra una correlación entre las Kmean estimadas y el índice NAO.

El índice NAO ha sido muy útil para explicar la variabilidad interanual en muchas series ecológicas. Straile & Stenseth (2007) sugieren que esto es debido a la combinación de 3 factores: (1) la fuerte relación entre la NAO y las condiciones meteorológicas durante el invierno, (2) cambios cualitativos en las condiciones ambientales en respuesta a las condiciones invernales, especialmente la temperatura; y (3) la importancia de estas condiciones para la distribución y dinámica de la población de especies en las regiones templadas y boreales. Sin embargo, muchos autores sugieren que la NAO, a la hora de explicar la dinámica de las especies y su distribución, ofrece una perspectiva limitada, pudiendo ofrecer una visión sesgada sobre las consecuencias del calentamiento global sobre las especies (Straile & Stenseth, 2007). Son muy pocos los estudios que usan otros índices climáticos para explicar la variabilidad interanual en series ecológicas. Gancedo (2005) y Gancedo et al. (2009) usan otros índices y variables extratropicales (como el patrón del Atlántico Oriental, el patrón del Atlántico Oriental/Rusia Occidental y el Patrón Escandinavo), con relativo éxito.

Nuestros resultados sobre la correlación entre el factor de condición de los atunes rojos del Estrecho de Gibraltar y el índice AO son novedosos. Una AO positiva implica un aumento en los frentes tormentosos en la región central atlántica y, por tanto, de los aportes fluviales en dicha cuenca, mientras que en el Mediterráneo prevalecen las sequías. La NAO produce efectos similares: con una NAO positiva prevalecen las sequías en el Mediterráneo y aumenta la actividad tormentosa en el Atlántico central. Báez et al. (2011) observaron un efecto acumulado de la NAO en la presencia de atunes blancos en el periodo reproductor, y sugirieron que la relación entre la NAO y los atunes blancos podría establecerse a través de sus presas. De hecho Báez & Real (2011) han

encontrado una relación negativa entre las descargas de anchoa europea (*Engraulis encrasicolus*) en el puerto de Cádiz, con la NAO, y sugieren que podría ser debido al aumento de los aportes fluviales. En un mismo sentido un efecto acumulado implica variaciones en la condición física de la población (Báez et al., 2011). En este sentido la condición física de los atunes rojos estudiados en el Estrecho de Gibraltar parece estar más influenciado por la situación en el Atlántico central que en el Mediterráneo. Por otra parte, los efectos de la polaridad positiva de la AO sobre la condición física de estos atunes pre-reproductores podrían responder a cambios en las condiciones climáticas locales del Estrecho de Gibraltar en respuesta a esta oscilación climática.

Este trabajo es la primera evidencia de una relación entre la condición física pre-reproductiva del atún rojo y una oscilación atmosférica. Las fluctuaciones atmosféricas son dependientes de los procesos internos de los Modelos de Circulación General Atmosférica (*Atmospheric general circulation models*, AGCM) (Douville, 2009). Según Baldwin *et al.* (2007), tanto la NAO como la AO podrían ser reflejos en la troposfera de una misma causa común, que se encontraría en la estratosfera. Muchos autores muestran que los índices NAO, AO y QBO podrían verse afectados por la tendencia al calentamiento global. Por tanto, un cambio de la AO hacia un régimen positivo debido a un cambio de la AGCM implicaría variaciones en la eficiencia reproductora de los atunes rojos del stock del Atlántico este y Mediterráneo, lo cual podría tener implicaciones en el reclutamiento y en las pesquerías.

#### 4. Agradecimientos

Los autores del presente trabajo agradecen su colaboración a todos los pescadores de cebo vivo del Estrecho de Gibraltar. Así mismo, a los trabajadores de las lonjas de Tarifa y Algeciras que siempre han facilitado el trabajo de los observadores del IEO. A los compañeros del equipo de túnidos del IEO de Málaga y muy especialmente a D. Enrique Majuelos, observador de las lonjas de Tarifa y Algeciras, por su dedicado y cualificado trabajo en la toma de datos biológicos y pesqueros.

#### 5. Referencias

- Ambaum, M.H.P., Hoskins, B.J., Stephenson, D.B. 2001, Arctic Oscillation or North Atlantic Oscillation? *J. Climate* 14, 3495-3507.
- Báez, J.C., Real, R. 2011, The North Atlantic Oscillation affects the landings of Anchovy *Engraulis encrasicolus* in the Gulf of Cádiz (South of Spain). *J. Appl. Ichthyol* doi: 10.1111/j.1439-0426.2011.01796.x
- 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*). *J. Appl. Ichthyol* doi: 10.1111/j.1439-0426.2011.01799.x
- Baldwin, M.P., Dameris, M., Shepherd, T.G. 200, How will the stratosphere affect climate change? *Science* 316, 1576-1577.
- Baldwin, M.P., Gray, L.J., Dunkerton, T.J., Hamilton, K., Haynes, P.H., Randel, W.J., Holton, J.R., Alexander, M.J., Hirota, I., Horinouchi, T., Jones, D.B.A., Kinnnersley, J.S., Marquardt, C., Sato, K., Takahashi, M. 2001, The Quasi-Biennial Oscillation. *Reviews of Geophysics* 39, 179-229.
- Borja, A., Santiago, J. 2002, Does the North Atlantic Oscillation control some processes influencing recruitment of temperate tunas? *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 54(4): 964-984.
- Chaloupka, M., Work, T.M., Balazs, G.H., Murakawa, S.K.K., Morris, R. 2008a, Cause-specific temporal and spatial trends in green sea turtle strandings in the Hawaiian Archipelago (1982-2003). *Mar. Biol.*, 154: 887-898
- Chaloupka, M., Kamezaki, N., Limpus, C. 2008b, Is climate change affecting the population dynamics of the endangered Pacific loggerhead sea turtle? *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 356: 136-143.
- Drinkwater, K.F., Belgrano, A., Borja, A., Conversi, A., Edwards, M., Greene, C.H., Ottersen, G., Pershing, A.J., Walker, H. 2003, The response of marine ecosystems to climate variability associated with the North Atlantic Oscillation. *In: The North Atlantic Oscillation Climatic Significance and Environmental Impact* (Hurrell, J.W., Y. Kushnir, G. Ottersen & M. Visbeck, Eds.), pp. 211-233. *Geophysical Monograph* 134. Washington, D.C., U.S.A.
- Douville, H. 2009, Stratospheric polar vortex influence on Northern Hemisphere winter climate variability. *Geophys. Res. Lett.*, 36: 1-5.

- Froese, R. 2006, Cube law, condition factor and weight-length relationships, meta-analysis and recommendations. *J. Appl. Ichthyol.* 22, 241-253.
- Fromentin, J.M. 2002, Is the recruitment a key biological process in the hypothetical NAO-Atlantic tunas relationships? *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 54(4): 1008-1016.
- Fromentin, J.M. 2006, Atlantic Bluefin Tuna, *ICCAT Manual*, Chapter 2.1.5.
- Gancedo, U. 2005, Efecto de las variaciones climáticas en la distribución espacio-temporal de *Thunnus thynnus thynnus* (Linnaeus, 1758) y *Thunnus alalunga* (Bonnaterre, 1788) en el Océano Atlántico. Tesis Doctoral, Universidad de Las Palmas De Gran Canaria, Departamento de Biología, 182 pp.
- Gancedo, U., Zorita, E., Solari, A.P., Chust, G., del Pino, A.S., Polanco, J., Castro, J.J. 2009, What drove tuna catches between 1525 and 1756 in southern Europe? *ICES J. Mar. Sci.*, 66: 1595-1604.
- Goñi, N. and Arrizabalaga, H. 2005, Analysis of juvenile North Atlantic Albacore (*Thunnus alalunga*) catch per unit effort by surface gears in relation to environmental variables. *ICES J. Mar. Sci.*, 62:1475-1482
- Graham, C.T., Harrold, C. 2009, Implications of climate change for the fishes of the British Isles. *J. Fish Biol.* 74, 1143-1205.
- Hurrell, J.W. 1995, Decadal trends in the North Atlantic Oscillation: Regional temperatures and precipitation. *Science* 269, 676-679.
- Hurrell, J.W., Kushnir, Y., Ottersen, G., Visbeck, M. 2003. An Overview of the North Atlantic Oscillation. *In: The North Atlantic Oscillation Climatic Significance and Environmental Impact* (Hurrell, J.W., Y. Kushnir, G. Ottersen & M. Visbeck, Eds.), pp. 1-35. Geophysical Monograph 134. Washington, D.C., U.S.A.
- Kell, L.T., Fromentin, J.M., Ortíz de Zárate, V., Arrizabalaga, H. 2005, Can we detect the effects of environmental variations on fish populations through VPA outputs? The North Atlantic albacore case. *Collect. Vol. Sci. Pap.*, 58(4): 1256-1264.
- Mejuto, J. 2003. Recruit indices of the North Atlantic Swordfish (*Xiphias gladius*) and their possible link to atmospheric and oceanographic indicators during the 1982-2000 periods. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.*, 55: 1506-1515.
- Overland, J.E., Alheit, J., Bakun, A., Hurrell, J.W., Mackas, D.L., Miller, A.J. 2010. Climate controls on marine ecosystems and fish populations. *Journal of Marine Systems*, 79: 305-315.
- Straile, D., Stenseth, N.C. 2007. The North Atlantic Oscillation and ecology: links between historical time-series, and lessons regarding future climate warming. *Climate Research*, 34: 259-262.
- Visbeck, M.H., Chassignet, E.P., Curry, R.G., Delworth, T.L., Dickson, R.R., Krahnemann, G. 2003. *The Ocean's Response to North Atlantic Oscillation Variability*. *In: The North Atlantic Oscillation Climatic Significance and Environmental Impact* (Hurrell, J.W., Y. Kushnir, G. Ottersen & M. Visbeck, Eds.), pp. 113-146. Geophysical Monograph 134. Washington, D.C., U.S.A.
- Visbeck, M.H., Hurrell, J.W., Polvani, L., Cullen, H.M. 2001. The North Atlantic Oscillation: Past, present, and future. *P. Natl. Acad. Sci. USA* 98, 12876-12877.

**Tabla 1.** Parámetros de la relación talla/peso estimada para cada año, y factor de condición promedio correspondiente (Kmean). Los parámetros a y b se han estimado a partir de valores de talla (LF) en centímetros y gramos para los pesos (W), tal y como recomienda Froese (2006).

<i>Año</i>	<i>n</i>	<i>R</i> <sup>2</sup>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>K<sub>mean</sub></i>
2001	681	0,969	<0,001	20888,4	0,0485	2,808	1,79652
2002	482	0,977	<0,001	20298,9	0,0332	2,8894	1,88049
2003	683	0,969	<0,001	18868,9	0,0892	2,6961	1,81267
2004	170	0,956	<0,001	3691,77	0,0476	2,8221	1,86558
2005	401	0,95	<0,001	7608,74	0,0581	2,7841	1,84378
2006	139	0,981	<0,001	7089,96	0,0338	2,885	1,89335
2007	582	0,95	<0,001	11087	0,0608	2,772	1,94331
2008	308	0,931	<0,001	4109,96	0,1155	2,6539	1,91327
2009	35	0,886	<0,001	256,58	0,0249	2,949	1,90438
2010	20	0,951	<0,001	348,38	0,1625	2,5771	1,83902

**Tabla 2.** Valores utilizados para las correlaciones Rho de Spearman. Clave: NAO\_sm, es el valor promedio de la NAO mensual para el periodo comprendido entre septiembre del año anterior a la captura de los atunes estudiados y marzo del año donde se produjo la captura de los atunes estudiados; AO\_sm, es el valor promedio de la AO mensual para el periodo comprendido entre septiembre del año anterior a la captura de los atunes estudiados y marzo del año donde se produjo la captura de los atunes estudiado; Kmean, es el factor de condición estimado para ese año en función a los parámetros calculados con anterioridad.

<i>Año</i>	<i>NAO_sm</i>	<i>AO_sm</i>	<i>K<sub>mean</sub></i>
2001	-0,1929	-0,9273	1,79652
2002	0,1629	0,44057	1,88049
2003	-0,429	-0,5657	1,81267
2004	0,12	-0,3131	1,86558
2005	0,1214	-0,002143	1,84378
2006	-0,2314	-0,4249	1,89335
2007	-0,1271	0,6127	1,94331
2008	0,5414	0,45814286	1,91327
2009	0,1429	0,334	1,90438
2010	-0,7771	-1,5577	1,83902

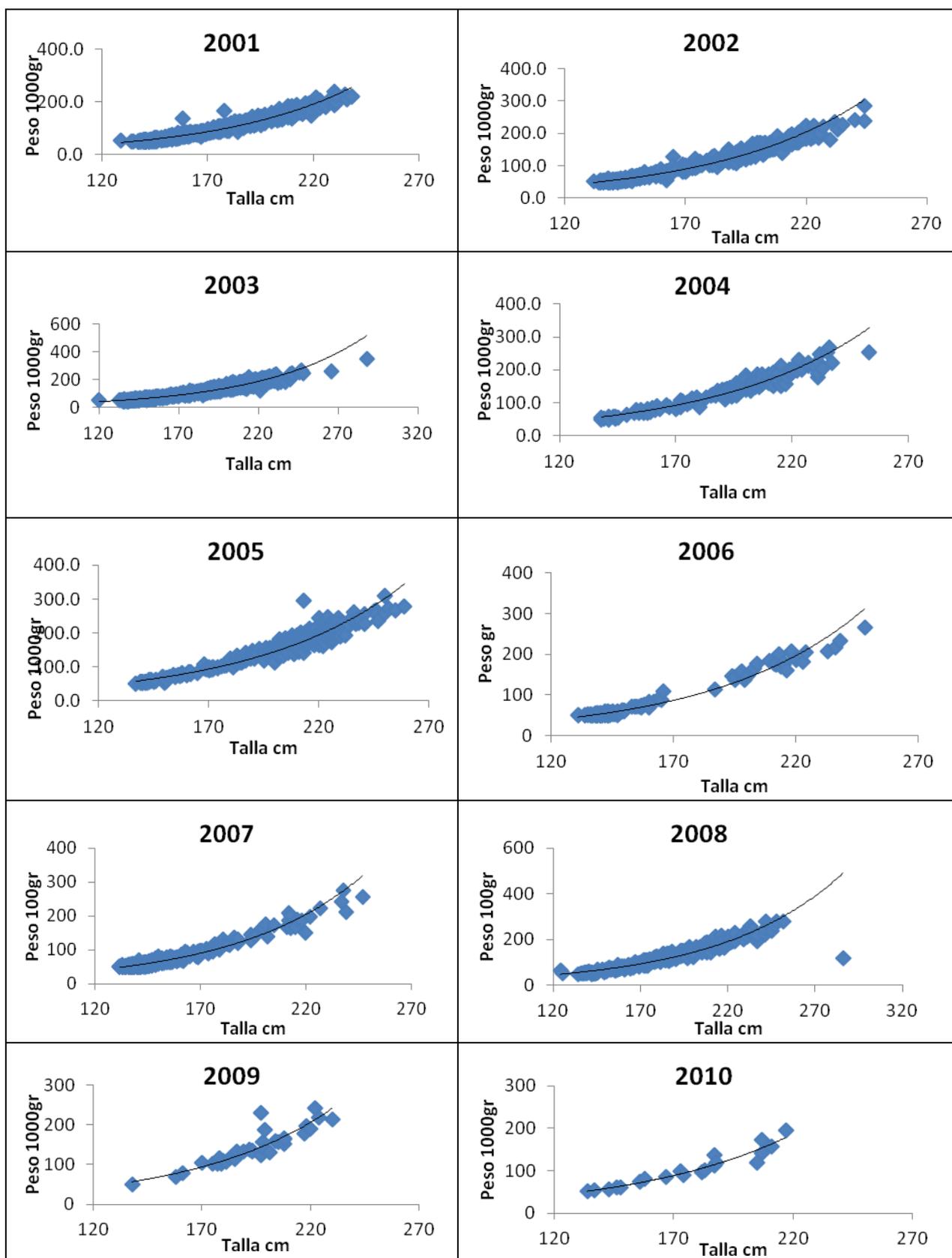
**Tabla 3.** Resultados de las correlaciones Rho de Spearman, se ha señalado \*\* las correlaciones significativas.

		<i>NAO</i>	<i>AO</i>	<i>K</i>
NAO	Coefficiente de correlación	1.000	.782(**)	.564
	Sig. (bilateral)	.	.008	.090
	N	10	10	10
AO	Coefficiente de correlación	.782(**)	1.000	.794(**)
	Sig. (bilateral)	.008	.	.006
	N	10	10	10
K	Coefficiente de correlación	.564	.794(**)	1.000
	Sig. (bilateral)	.090	.006	.
	N	10	10	10

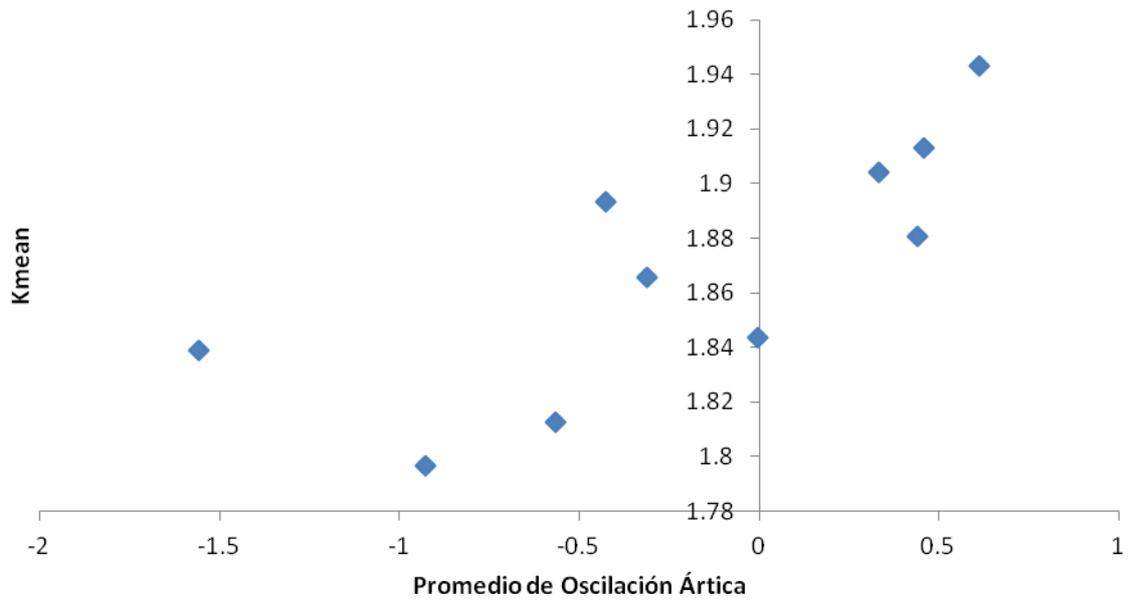
\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

**Tabla 4.** Se muestran los valores ordenados de Kmean en función a los valores de Ao de menor a mayor, además se aporta el promedio de los Kmean observados para los años con AO\_sm negativa y para los años con AO\_sm positiva.

<i>Año</i>	<i>AO_sm</i>	<i>Kmean</i>	<i>Promedio</i>
2010	-1,5577	1,83902	1,841
2001	-0,9273	1,79652	
2003	-0,5657	1,81267	
2006	-0,4249	1,89335	
2004	-0,3131	1,86558	
2005	-0,002143	1,84378	
2009	0,334	1,90438	1,9103
2002	0,44057	1,88049	
2008	0,45814286	1,91327	
2007	0,6127	1,94331	



**Figura 1.** Representaciones gráficas de las distintas relaciones talla/peso encontradas en el periodo de estudio.



**Figura 2.** Promedio de la Oscilación Ártica entre septiembre y marzo frente al Kmean de los atunes capturados.