

## Efecto de la Luna en las capturas incidentales de tortuga boba en palangre de superficie dirigido al atún blanco en el Mediterráneo occidental

Juan Mula, David Macías, Salvador García-Barcelona & José Carlos Báez

Instituto Español de Oceanografía. Centro Oceanográfico de Málaga. 29640 Fuengirola. Málaga. C.e: jcarlos.baez@ma.ieo.es

**Fecha de aceptación:** 13 de octubre de 2013.

**Key words:** by-catch, loggerhead sea turtle, longline, moon.

Estudios recientes han discutido el posible efecto de la Luna sobre las capturas dirigidas y accesorias en palangre de superficie (por ejemplo Damalas et al., 2007; Báez et al., 2009). Damalas *et al.* (2007) encontraron una relación positiva entre las capturas de pez espada de las pesquerías de palangre de superficie del Mediterráneo oriental y el grado de luminosidad de la Luna. Macías *et al.* (2012) encontraron una relación entre las capturas de llampuga (*Coryphaena hippurus*) y la proporción de disco lunar visible tanto en palangre de superficie dirigido al atún blanco (*Thunnus alalunga*) como en palangre tradicional dirigido al pez espada (*Xiphias gladius*). Los resultados obtenidos mostraron una correlación positiva entre las capturas de estas especies y el grado de luminosidad lunar. Estos autores interpretaron esta relación como una influencia de la iluminación de la Luna sobre la capturabilidad de estas especies. En este sentido, existen diferentes trabajos que apuntan al uso de la visión para localizar el cebo por especies como la tortuga boba *Caretta caretta* (Báez *et al.*, 2007; Narazaki *et al.*, 2013).

No obstante, el efecto de la Luna es complejo ya que además de los cambios en la luminosidad que producen las diferentes fases lunares, la posición de la Luna y el Sol con respecto a la Tierra tiene efectos gravitatorios sobre la intensidad de las mareas. Así, cuando el Sol y la Luna se encuentran en un mismo eje (tanto en conjunción, Luna nueva, como en oposición, Luna

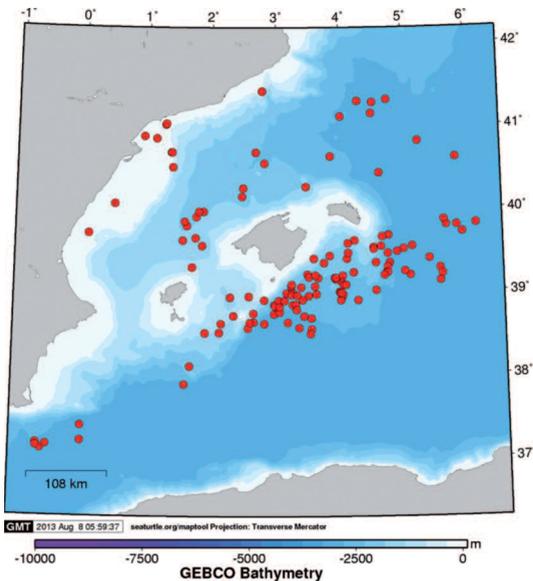
llena), se origina una marea viva o sicigia. La mayor amplitud de estas mareas produce un incremento en el volumen de agua trasladado. Por otra parte, cuando la Luna se sitúa en cuadratura respecto al Sol, es decir, en un ángulo aproximado a los 90° con la Tierra, se originan las mareas muertas o de cuadratura. En esta situación las fuerzas de atracción, que tienen distinto componente, se contrarrestan por lo que la amplitud de las mareas y sus efectos se ve reducida. Estos fenómenos de oscilación en el nivel del mar podrían condicionar los hábitos de alimentación de algunas especies marinas.

En el presente trabajo se explora el efecto tanto de la luminosidad de la Luna como de las mareas sobre las capturas incidentales de tortuga boba en palangre de superficie dirigido al atún blanco en el Mediterráneo occidental.

Los datos usados en este trabajo fueron tomados por observadores científicos del Instituto Español de Oceanografía (IEO) a bordo de los palangreros españoles entre 1999 y 2012. La zona de pesca comprende el mar de Levante-Baleares, mar de Alborán y parte de la cuenca argelina. El Programa de Observadores del IEO es un programa de monitorización y seguimiento de la dinámica de la pesca (para una mayor explicación del programa consultar Báez *et al.*, 2007 y Macías *et al.*, 2012).

Las variables estudiadas fueron la frecuencia de capturas de tortuga boba por unidad de

esfuerzo (CPUE), siendo el esfuerzo medido por miles de anzuelos, y el porcentaje de luminosidad proporcionada por el disco lunar. Se seleccionaron sólo aquellos lances de LLALB que fueron calados entre las 18:00 y 24:00 horas, y por tanto la virada (es decir, el periodo efectivo de pesca) se produjo siempre a lo largo de toda la noche. Un total de 138 operaciones de pesca cumplieron este requisito (Figura 1). Por otra parte, se comprobó la CPUE de tortuga boba durante el periodo de mareas vivas (CPUE-VIVAS) respecto al periodo de mareas muertas (CPUE-MUERTAS).

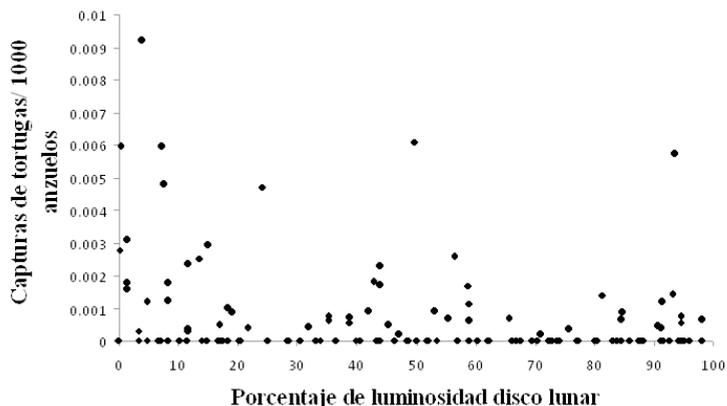


**Figura 1:** Área de estudio. En rojo se representa la posición de calada de las operaciones de pesca de palangre de superficie dirigidas al atún blanco (*T. alalunga*) usadas en el presente estudio.

Para comprobar la covariación de la CPUE con la luminosidad lunar se llevó a cabo la correlación no-paramétrica de Spearman, ya que las variables no presentaban una distribución normal. La luminosidad se obtuvo de un paquete específico de R 3.0.1 ([www.r-project.org](http://www.r-project.org)), que indica conforme al calendario lunar la proporción, en porcentaje, del disco visible correspondiente para un día concreto. Además, para corro-

borar la significación de la correlación, se realizó la prueba U de Mann-Whitney entre la CPUE media de tortugas capturadas con un porcentaje de luminosidad de disco lunar por debajo del 50% frente a la CPUE media de tortugas capturadas con un porcentaje de luminosidad de disco lunar por encima del 50%. Por otra parte, para comprobar si existían diferencias en la CPUE para los grupos analizados durante los periodos de mareas vivas respecto a los periodos de mareas muertas se realizó la prueba U de Mann-Whitney.

En las 138 operaciones de pesca contempladas en este estudio se capturaron 273 ejemplares de tortuga boba en los 437.393 anzuelos observados. Se encontró una correlación negativa entre la intensidad lumínica del disco lunar y la CPUE para la tortuga boba ( $r = -0,246$ ;  $p = 0,004$ ) (Figura 2). La prueba U de Mann-Whitney entre la CPUE media de tortugas capturadas con un porcentaje de luminosidad de disco lunar por debajo del 50% (que corresponde a un valor de  $1,03 \cdot 10^{-3}$ ) frente a la CPUE media de tortugas capturadas con un porcentaje de luminosidad de disco lunar por encima del 50% (que corresponde a un valor de  $0,34 \cdot 10^{-3}$ ) indicó la existencia de diferencias significativas ( $U = 1,829$ ,  $p = 0,008$ ). Investigaciones previas han mostrado la relación positiva entre el incremento de la CPUE y la luminosidad de la luna. Sin embargo, en nuestro trabajo las correlaciones encontradas fueron negativas, es decir, a más intensidad lumínica menos capturas de tortuga boba. Este hecho podría explicarse porque al aumentar la luminosidad se incrementa la exposición del palangre a otros carroñeros (como por ejemplo chuchos, *Pteroplatytrygon violacea*, potas *Todarodes sagittatus*, y otros pequeños bancos de peces) y la competencia por el cebo podría disminuir la probabilidad de captura de la tortuga boba. Aunque la tortuga boba es capaz de seguir el rastro químico del cebo (Piovano *et al.* 2012), es



**Figura 2:** Capturas de tortugas por cada mil anzuelos para cada una de las 138 operaciones de pesca de palangre de superficie dirigidas al atún blanco usadas en el presente estudio, frente al porcentaje de luminosidad de disco lunar correspondiente.

muy poco eficiente en la búsqueda de la carnada con falta de luz, lo cual queda confirmado por el hecho que las capturas incidentales se concentran significativamente en los lances diurnos (Báez *et al.*, 2007a).

Con respecto a la posible influencia de las mareas, se encontró sólo una significación marginal ( $U = 1,538$ ,  $p = 0,052$ ), siendo la media de las capturas de tortuga boba mayor en los lances realizados durante las mareas vivas. Las mareas en las costas del Mar Mediterráneo son de escasa amplitud salvo en el Adriático y Golfo de Gabés. Sin embargo, la intensidad de la marea provoca un efecto en las corrientes por la

variación del volumen de agua trasladado. Así, es plausible pensar que las corrientes producidas por las mareas deben afectar el comportamiento de esta especie ya sea variando la accesibilidad al palangre (movimientos verticales durante la noche, incremento en el área explorada, etc.), o su comportamiento alimenticio.

En el presente trabajo se ha demostrado la influencia de la Luna en las capturas incidentales de la tortuga boba. No obstante, existen otros factores como la distancia a la costa (Báez *et al.*, 2007b; Báez *et al.*, 2011), la profundidad del área de pesca (Báez *et al.*, 2007b) o las características técnicas de los aparejos (Báez *et al.*, 2013) más determinantes en su efecto sobre la probabilidad de captura.

**AGRADECIMIENTOS:** El mapa de distribución de las operaciones de pesca usadas en este estudio, fue creado a partir de la herramienta de información geográfica “map tool” de seaturtle.org. Dos de los autores (S.G-B y J.C.B.) disfrutaron de un contrato en el Plan Nacional de Datos Básicos cofinanciado por el IEO-EU.

## REFERENCIAS

- Báez, J.C., Real, R. & Camiñas, J.A. 2007a. Differential distribution within longline transects of Loggerhead and Swordfish captured by the Spanish Mediterranean surface longline fishery. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 87: 801-803.
- Báez, J.C., Real, R., García-Soto, C., de la Serna, J.M., Macías, D. & Camiñas, J.A. 2007b. Loggerhead turtle by-catch depends on distance to the coast, independent of fishing effort: implications for conservations and fisheries management. *Marine Ecology Progress Series*, 338: 249-256.
- Báez, J.C., Real, R., Bellido, J.J., Macías, D., de la Serna, J.M. & Camiñas, J.A. 2011. Validating an ecological model with fisheries management applications: the relationship between loggerhead by-catch and distance to the coast. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 91: 1381-1383.
- Báez, J.C., Macías, D., Camiñas, J.A., Ortiz De Urbina, J.M., García-Barcelona, S., Bellido, J.J. & Real, R. 2013. By-catch frequency and size differentiation in loggerhead turtles as a function of surface longline gear type in the western Mediterranean Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 93: 1423-1427.
- Báez, J.C., Real, R., Camiñas, J.A., Torreblanca, D. & García-Soto, C. 2009. Analysis of swordfish catches and by-catches in artisanal longline fisheries in the Alboran Sea (Western Mediterranean Sea) during the summer season. *Marine Biodiversity Records*, doi:10.1017/S1755267209990856; Vol. 2; e157.

- Damalas, D., Megalofonou, P. & Apostolopoulou, M. 2007. Environmental, spatial, temporal and operational effects on swordfish (*Xiphias gladius*) catch rates of eastern Mediterranean Sea longline fisheries. *Fisheries Research*, 84: 233–246.
- Macías, D., Báez, J.C., García-Barcelona, S. & Ortiz de Urbina, J.M. 2012. Dolphinfish Bycatch in Spanish Mediterranean Large Pelagic Longline Fisheries, 2000–2010. *The Scientific World Journal*, doi: 10.1100/2012/104389.
- Narazaki, T., Sato, K., Abernathy, K.J., Marshall, G.J. & Miyazaki, N. 2013. Loggerhead Turtles (*Caretta caretta*) Use Vision to Forage on Gelatinous Prey in Mid-Water. *PLoS ONE*, doi:10.1371/journal.pone.0066043.
- Piovano, S., Farcomeni, A. & Giacoma C. 2012. Effects of chemicals from longline baits on the biting behaviour of loggerhead sea turtles. *African Journal of Marine Science*, 34(2): 283–287.