

NOTA CIENTÍFICA

Primer registro de la fase juvenil de la anguila europea *Anguilla anguilla* en la laguna hipersalina, Mar Menor, sureste español

First record of the juvenil phase of European eel *Anguilla anguilla*, in the
hypersaline coastal lagoon Mar Menor, southeast Spain

José Peñalver^{1,2}, Pilar Muñoz^{2,3}, Emilio Romero^{1,2},
Elena Barcala^{2,4} y Emilio M^a Dolores^{1,2}

¹Servicio de Pesca y Acuicultura, Dirección General de Ganadería y Pesca, Consejería de Agricultura y Agua de la Región de Murcia, Juan XXIII, 30071, Murcia, España. jose.penalver2@carm.es

²Campus de Excelencia Internacional Regional 'Campus Mare Nostrum', Universidad de Murcia, Espinardo, 30100, Murcia, España

³Departamento de Sanidad Animal, Universidad de Murcia, 30100, Murcia, España

⁴Instituto Español de Oceanografía, San Pedro del Pinatar, 30740, Murcia, España

Abstract.- The finding of glass eels (*Anguilla anguilla*) captured at the Mar Menor, a permanent hypersaline coastal lagoon, is reported and represents the first record of this life cycle phase for this environment located at SE region of the Iberian Peninsula, Spain. Implications in the facultative catadromy habitat use of this species are also analyzed.

Key words: *Anguilla anguilla*, glass eel, Mar Menor lagoon, hypersaline

INTRODUCCIÓN

La anguila europea *Anguilla anguilla* (Linneo, 1758) es una especie eurihalina tradicionalmente considerada catadroma, es decir, pasa parte de su vida en el mar y otra parte en los ríos, comprendiendo 2 fases migratorias fundamentales. Los adultos migran al mar de los Sargazos para desovar. Desde allí, las larvas son arrastradas por las corrientes oceánicas hasta las costas europeas migrando a los medios acuáticos epicontinentales. En el transcurso de esta migración modifican su aspecto hasta su total desarrollo. En los cursos de agua dulce, se produce el crecimiento corporal y pigmentación del cuerpo, denominándose esta fase como anguila amarilla. Esta fase inmadura permanece un periodo de tiempo muy variable en los cursos de agua dulce, pudiendo oscilar entre 6 y 12 años en los machos, y entre 10 y 20 años en las hembras. Posteriormente ocurre una nueva metamorfosis en la que los ojos se agrandan, el dorso se torna gris plateado y el vientre se hace blanco, denominándose a esta fase como anguila plateada, comenzando entonces una segunda migración hacia la zona de desove (Tesh 2003). No obstante, estudios recientes concluyen que en realidad es una especie catadroma facultativa pues existen registros que la anguila completa todo su ciclo de

desarrollo sin contacto con el agua dulce. Lo anterior, se ha observado en ejemplares del Mar Báltico (Tzeng *et al.* 2000, Daverat *et al.* 2006), Mar de Irlanda (Arai *et al.* 2006), en la costa atlántica francesa (Daverat *et al.* 2006, Tabouret *et al.* 2010), y en el Mediterráneo (Capocioni *et al.* 2014). No obstante, ninguno de estos ecosistemas es permanentemente hipersalino como es el Mar Menor, laguna salina del litoral de Murcia (España) y la más grande de Europa.

En el Mar Menor *Anguilla anguilla* es una de las especies pesqueras más características, representando una actividad de gran importancia económica para el sector de artes menores. Así, en la campaña de pesca de anguila 2013/2014 se capturaron más de 33.000 kg de anguila. El Reglamento de Pesca del Mar Menor (Decreto 91/1984)¹ establece una longitud mínima de captura de 38 cm, con lo que se capturan ejemplares tanto inmaduros (anguila amarilla) como adultos (anguila plateada). Adicionalmente, y mediante el empleo de chirreteras, arte de pesca destinado a la captura de otras especies piscícolas, se obtienen algunos ejemplares de anguila de poco más de 20 cm. Por tanto, de todas las fases del ciclo de vida que la especie desarrolla en las costas europeas,

¹Decreto 91/1984, de 2 de agosto, de la Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca, por la que se aprueba el Reglamento de Pesca del Mar Menor. BORM de 30 de agosto de 1984.

la única fase de la cual no hay constancia de su captura por los pescadores profesionales en la laguna es la de angula. Junto al desconocimiento de los pescadores sobre la presencia de angula en este ecosistema, se añade la ausencia de referencias sobre su presencia en los estudios sobre ictiofauna de la laguna (Barcala 1999, Verdiell 2009). Numerosos estudios científicos y de pesquerías avalan el descenso dramático de las poblaciones de la anguila europea (ICES 2006)². En el Mar Menor, en décadas pasadas el volumen de capturas era considerablemente mayor al actual, siendo la mayor referencia histórica de volumen de pesca de esta especie de más de 112.000 kg en el año 1965 (PGAM 2010)³. El estado alarmante de dicho stock ha sido reconocido y la Comunidad Europea desarrolla un plan gestión de la especie (Reglamento CE N° 1100/2007)⁴ destinado a su recuperación que establece, entre otras medidas, la realización de estudios biológicos sobre la anguila en

todo su ámbito de distribución. En este contexto, el objetivo del presente estudio fue evidenciar la presencia de angula en la laguna costera del Mar Menor, para la implantación de medidas de gestión y manejo adecuados de los stocks de esta especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

ZONA DE ESTUDIO

El Mar Menor, situado en el sureste de la Península Ibérica (37°38'N, 0°42'W) (Fig. 1), con 180 km² de superficie, es la laguna salada más grande de Europa. Está separado del Mar Mediterráneo por una franja de arena de 22 km de longitud y entre 100 y 1.200 m de anchura. La profundidad máxima no es superior a 7 m y la salinidad se encuentra entre los 42 y 47, mientras que el agua del Mediterráneo tiene una salinidad entre 36 y 37 (PGAM 2010)³.

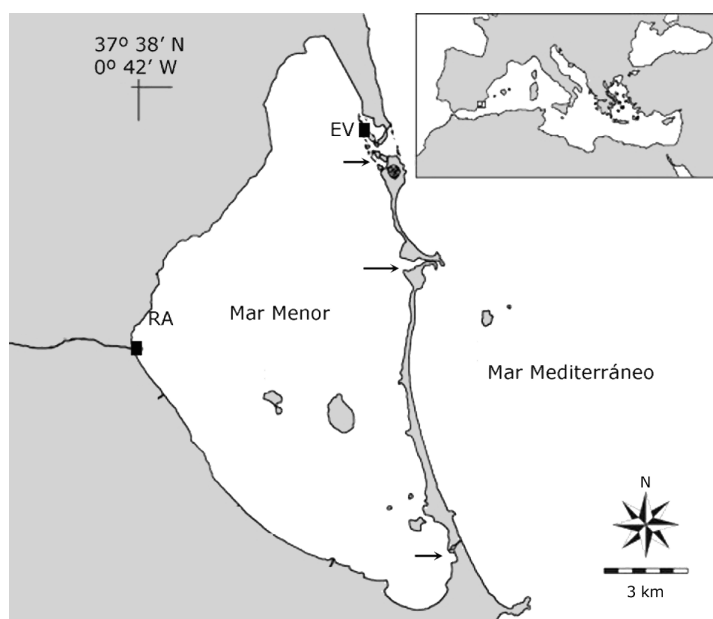


Figura 1. Localización del sitio de muestreo en la laguna costera hipersalina Mar Menor (SE España). RA= Rambla del Albuñón, EV= Encañizada del Ventorrillo. Las flechas indican la ubicación de otros tres canales que comunican la laguna Mar Menor y el Mar Mediterráneo / Location of sampling site of the hypersaline coastal lagoon Mar Menor (SE Spain). RA= Rambla del Albuñón, EV= Encañizada del Ventorrillo. Arrows indicate location of three additional channels which connects the Mar Menor lagoon and Mediterranean Sea

²ICES. 2006. Report of the 2006 session of the joint EIFAC/ICES working group on eels. Rome, 23-27 January 2006. EIFAC Occasional Paper No. 38, ICES CM. ACFM, 367 pp.

³Plan de gestión de la anguila (*Anguilla anguilla*) en la Comunidad Autónoma de Murcia (PGAM) 2010. <http://www.magrama.gob.es/es/pesca/temas/planes-de-gestion-y-recuperacion-de-especies/plan_de_gesti%C3%B3n_anguila_Murcia>

⁴Reglamento (CE) 1100/2007 del Consejo de 18 de septiembre de 2007, por el que se establecen medidas para la recuperación de las poblaciones de anguila europea. DOUE de 22 de septiembre de 2007.

MUESTREO

La época de captura de angula en la costa este de la Península Ibérica se establece desde diciembre a marzo, obteniéndose las mayores capturas en las noches de luna nueva (Ricardo García com. pers.)⁵. Siguiendo este criterio, las recolectas se realizaron en las noches de luna nueva desde diciembre 2013 hasta abril 2014. Su duración fue de aproximadamente 9 h, desde la puesta de sol hasta el amanecer del día siguiente. Se seleccionaron 2 enclaves, la Encañizada del Ventorrillo y la Rambla de Albuñón.

Se capturaron en la Rambla de Albuñón un total de 28 angulas en 3 de las 6 recolectas realizadas. En la recolecta 5, de las 26 angulas obtenidas, 19 fueron liberadas teniendo en cuenta que se trata de una especie sometida a regulación por parte de la Unión Europea (Reglamento CE 1100/2007), sacrificando sólo 9 angulas con el fin de confirmar que estos ejemplares presentan una longitud total inferior a 12 cm, tamaño cuyos ejemplares de la especie *Anguilla anguilla* son catalogados como angulas. Por otro lado, la captura de ejemplares de esta especie con longitud inferior a los 38 cm está totalmente prohibida en el Mar Menor (Decreto 91/1984¹, que establece el Reglamento de Pesca del Mar Menor).

Los ejemplares obtenidos fueron medidos, pesados y se transportaron hasta el Centro de Recursos Marinos de San Pedro del Pinatar (Murcia) donde se caracterizó su coloración siguiendo el criterio descrito por Arribas (2009), que presenta 4 categorías desde poco pigmentado (1) hasta muy pigmentado (4).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se determinó el peso, longitud total y estado de pigmentación de 9 angulas capturadas. Estos ejemplares presentaban un peso medio de $0,27 \pm 0,33$ g, una longitud media de $6,43 \pm 1,3$ cm y un grado de pigmentación de entre 2 y 4 (Tabla 1). En la Encañizada del Ventorrillo no se capturó ningún ejemplar de angula europea.

La Rambla del Albuñón es el único curso de agua dulce continuo que desemboca en la laguna por lo que las angulas podrían ser atraídas a remontarlo debido al tropismo ejercido por el agua dulce. Puede existir la posibilidad que todas las angulas que ingresan en el Mar Menor remonten este curso de agua dulce y sea por tanto una migración catadroma estricta. Sin embargo, se puede descartar esta hipótesis ya que por un lado, el número de

Tabla 1. Peso, longitud y estado de pigmentación de 9 angulas capturadas en la Rambla del Albuñón. DE= desviación estándar / Weight, length and pigmentation stages of 9 glass eels caught at Rambla del Albuñón. DE= standard deviation

| Nº espécimen | Peso (g) | Longitud total (cm) | Estado pigmentario (1-4) |
|--------------|-------------|---------------------|--------------------------|
| 1 | 0,178 | 6,1 | 3 |
| 2 | 0,169 | 6,0 | 3 |
| 3 | 0,047 | 5,3 | 2 |
| 4 | 0,138 | 6,1 | 3 |
| 5 | 0,207 | 6,1 | 3 |
| 6 | 0,209 | 6,4 | 4 |
| 7 | 0,112 | 5,8 | 3 |
| 8 | 0,190 | 6,3 | 4 |
| 9 | 1,070 | 9,8 | 4 |
| Media (DE) | 0,27 (0,33) | 6,43 (1,3) | -- |

angulas capturadas es muy bajo y no guarda proporcionalidad con el stock de angulas existente en el Mar Menor como se demuestra en el histórico de capturas (PGAM 2010)³. Por otro lado, esta rambla solo presenta un cauce continuo de agua dulce desde el año 1980 debido a la llegada de las aguas del Trasvase Tajo-Segura (Rodríguez-Estrella 2009). Cuando el curso de agua dulce fue inexistente, las capturas en el Mar Menor fueron muy superiores a las actuales (PGAM 2010)³. Por último, si se tratase de una migración catadroma estricta, en las aguas del Mar Menor sólo se capturarían angulas (en su migración ascendente) y anguilas plateadas (en su migración descendente). Adicionalmente existe un aporte de agua dulce al Mar Menor a través de las filtraciones procedentes del Campo de Cartagena mediante el acuífero del cuaternario (Rodríguez-Estrella 2009), pero éste también se inició con la puesta en funcionamiento del Trasvase Tajo-Segura. (Rodríguez-Estrella 2009).

La ausencia de capturas en la Encañizada del Ventorrillo podría inferirse por 2 motivos. El gran tamaño de la zona de recolecta, lo que disminuye la probabilidad de obtener capturas y por otro lado, la época del año en la que se realizaron las recolectas podría no ser la de mayor reclutamiento. El paso desde el Mediterráneo es de agua salina a hipersalina, mientras que los datos referidos anteriormente, que indican que la captura de angulas serían fundamentalmente de diciembre a marzo, podrían no mantenerse en este ecosistema.

⁵Ricardo García, Conselleria de Medioambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda, Servicio de Caza y Pesca de la Generalitat Valenciana, Valencia, España.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, e independiente que algunos ejemplares puedan remontar la Rambla del Albuñón y completar ahí su desarrollo biológico, la mayoría de los ejemplares de esta especie realizarían todo su desarrollo corporal en las aguas permanentemente hipersalinas del Mar Menor.

Los patrones seguidos en la elección del hábitat por parte de esta especie están relacionados con las condiciones ecológicas, considerando que las anguilas realizan movimientos nómadas en función de la disponibilidad de alimento y del gradiente de salinidad, siendo más importante el primero de estos factores (Daverat *et al.* 2006, Capoccioni *et al.* 2014). Capoccioni *et al.* (2014) estudiaron estos movimientos entre agua dulce y agua salada en 3 ecosistemas italianos, observando que el porcentaje de ejemplares residentes permanentes varía en función del tipo de ambiente, siendo mayores a mayor salinidad de la masa de agua, lo que estaría en consonancia con los resultados del presente estudio.

Esta elección de agua dulce o salina por parte de las angulas está también influenciada por su grado de actividad locomotora y la condición corporal cuando llegan a nuestras costas (Edeline *et al.* 2005, 2006). En el presente estudio no fue evaluado la actividad locomotora de los ejemplares capturados, pero tanto su longitud como su peso son similares a los descritos por otros autores en angulas de ecosistemas mediterráneos (Iglesias *et al.* 2010). Cabe destacar que no fue capturada ninguna angula en el estadio 1 de pigmentación, probablemente debido al tiempo transcurrido desde que las angulas accedieron a la laguna hasta su captura.

Junto a la abundancia de alimento, la ausencia de depredadores naturales (Barcala 1999) así como la ausencia o baja prevalencia de los principales patógenos de esta especie en este ecosistema (Mayo-Hernández *et al.* 2014), pueden haber contribuido a la colonización de este hábitat. En relación con los depredadores y/o posibles predadores acuáticos, se debe considerar la presencia de las poblaciones de aves ictiófagas. De ellas, en el Mar Menor la única ave reconocida para captura de anguilas es el cormorán grande (*Phalacrocorax carbo*) (DGMN 2007)⁶ cuya población ha experimentado un gran incremento en las últimas décadas (Del Moral & De Souza 2004), pero esta especie es predador de cardúmenes de peces próximos a la superficie o sobre especies que habitan en el fondo,

requiriendo aguas poco profundas (Lekuona & Campos 1996), por tanto, la captura de ejemplares de angula en un espacio de aguas abiertas como es el Mar Menor resulta poco probable.

La alta productividad trófica del Mar Menor (Pérez-Ruzafa *et al.* 2005) podría ser por tanto, la respuesta principal sobre la presencia de gran número de ejemplares de *Anguilla anguilla* del Mar Menor y como hábitat permanente durante todo su ciclo de vida, a excepción de la fase reproductiva. Desde el punto de vista de las implicaciones en la gestión de esta especie piscícola, cabe destacar que en la actualidad el Reglamento de Pesca del Mar Menor prohíbe la captura de ejemplares de la especie de longitud inferior a 38 cm y por tanto de angula, y la evidencia de la presencia de angula en la laguna junto con esta restricción de captura aminora el impacto de su pesquería sobre el stock de la especie en la laguna. Asimismo, es necesario ampliar y continuar el estudio realizado con el objetivo de determinar la dinámica de la entrada de angula a este ecosistema.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración de la Cofradía Pescadores de San Pedro del Pinatar por los datos aportados, a Ricardo García del Servicio de Caza y Pesca de la Generalitat Valenciana por asesoramiento y cesión de los monots así como a Pedro López y Mateo Ballester del IMIDA por su colaboración en las recolectas.

LITERATURA CITADA

- Arai T, A Kotake & TK McCarthy. 2006. Habitat use by the European eel *Anguilla anguilla* in Irish waters. Estuarine, Coastal and Shelf Science 67: 569-578.
- Arribas C. 2009. Biología y ecología de la angula (*Anguilla anguilla* L., 1758) en el Estuario del Guadalquivir. Impacto de su pesca. Tesis Doctoral, Facultad de Biología, Universidad de Córdoba, Córdoba, 251 pp.
- Barcala E. 1999. Estudio ecológico de la fauna ictiológica del Mar Menor. Tesis Doctoral, Facultad de Biología, Universidad de Murcia, Murcia, 621 pp.
- Capoccioni F, DY Lin, Y Lizuka, WN Tzeng & E Ciccotti. 2014. Phenotypic plasticity in habitual use and growth of the European eel (*Anguilla anguilla*) in transitional waters in Mediterranean area. Ecology of Freshwater Fish 23: 65-76.

⁶Dirección General del Medio Natural de Murcia-DGMN. 2007. Guía de las aves acuáticas del Mar Menor. <http://www.murcianatural.carm.es/c/document_library/get_file?uuid=8d8a8d75-36e0-4941-9ffa-6478b0eb2dcb&groupId=14>

- Daverat F, K Limburg, I Thibault, JC Shiao, JJ Dodson, F Caron, WN Tzeng, Y Lizuka & H Wickstrom. 2006.** Phenotypic plasticity of habitat use by three temperate eel species, *Anguilla anguilla*, *A. japonica* and *A. rostrata*. *Marine Ecology Progress Series* 308: 231-241.
- Del Moral JC & JA De Souza. 2004.** Cormorán grande invernante en España. II Censo Nacional, 48 pp. SEO/BirdLife, Madrid.
- Edeline E, S Dufour & P Elie. 2005.** Role of glass eel salinity preference in the control of habitat selection and growth plasticity in *Anguilla anguilla*. *Marine Ecology Progress Series* 304: 191-199.
- Edeline E, P Lambert, C Rigaud & P Elie. 2006.** Effects of body condition and water temperature on *Anguilla anguilla* glass eels migratory behavior. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 331(2): 217-225.
- Iglesias T, J Lobón-Cervia, S Costa-Dias & C Antunes. 2010.** Variation of life traits of glass eels of *Anguilla anguilla* (L.) during the colonization of Ríos Nalón and Minho estuaries (northwestern Iberian Peninsula). *Hydrobiologia* 651: 213-223.
- Lekuona JM & F Campos. 1996.** Diferencias en la alimentación del cormorán grande (*Phalacrocorax carbo*) entre el Río Bidasoa y su estuario. *Ardeola* 43(2): 199-205.
- Mayo-Hernández E, J Peñalver, A García-Ayala, E Serrano, P Muñoz & R Ruiz de Ibáñez. 2014.** Richness and diversity of helminth species in eels from a hypersaline coastal lagoon, Mar Menor, south-east Spain. *Journal of Helminthology* 89(3): 345-351.
- Pérez-Ruzafa A, AI Fernández, C Marcos, J Gilabert, JI Quispe & JA García-Charton. 2005.** Spatial and temporal variations of hydrological conditions, nutrients and chlorophylla in a Mediterranean coastal lagoon (Mar Menor, Spain). *Hidrobiologia* 550: 11-27.
- Rodríguez-Estrella T. 2009.** El Mar Menor: Geología y sus relaciones con las aguas subterráneas del continente. En: Instituto Euromediterráneo del Agua (eds). *El Mar Menor: estado actual del conocimiento científico*, pp. 47-83, Fundación Instituto Euromediterráneo del Agua, Murcia.
- Tabouret H, G Bareille, F Claverie, C Pêcheiran, P Prouzet & OFX Dounard. 2010.** Simultaneous use of strontium: calcium and barium:calcium ratios in otoliths as markers of habitat: application to the European eel (*Anguilla anguilla*) in the Adour basin, South West France. *Marine Environmental Research* 70: 35-45.
- Tesh FW. 2003.** The eel, 408 pp. Blackwell Science, Oxford.
- Tzeng WN, CH Wang, H Wickstrom & M Reizenstein. 2000.** Occurrence of the semi-catadromus European eel *Anguilla anguilla* (L.) in Baltic Sea. *Marine Biology* 137: 93-98.
- Verdiell D. 2009.** Ictiofauna de las zonas someras litorales del Mar Menor (SE Península Ibérica): parámetros de su biología y relaciones con el hábitat. Tesis Doctoral, Facultad de Biología, Universidad de Murcia, Murcia, 165 pp. <<http://www.tdx.cat/handle/10803/11084>>

Recibido el 17 octubre de 2014 y aceptada el 12 de junio de 2015

Editor: Claudia Bustos D.