



CONVENCIÓN SOBRE LAS ESPECIES MIGRATORIAS

Distribución: General

PNUMA/CMS/COP11/Doc.24.1.18

Rev.1

12 de septiembre de 2014

Español

Original: Inglés

11ª REUNIÓN DE LA CONFERENCIA DE LAS PARTES

Quito, Ecuador, del 4 al 9 de noviembre del 2014

Punto 24.1.1 del orden del día

PROPUESTAS PARA LA INCLUSIÓN DE LA ANGUILA EUROPEA (*Anguilla anguilla*) EN EL APÉNDICE II DE LA CMS

Sumario

EL Gobierno del Principado de Mónaco ha presentado una propuesta para la inclusión de la Anguila europea (*Anguilla anguilla*) en el Apéndice II de la CMS para la consideración de la 11ª Reunión de la Conferencia de las Partes (COP11), noviembre, 4-9 de 2014, Quito, Ecuador.

La propuesta se reproduce bajo esta portada para la decisión de su aprobación o rechazo por parte de la Conferencia de las Partes.

**PROPUESTA PARA LA INCLUSIÓN DE ESPECIES EN LOS APÉNDICES
DE LA CONVENCION SOBRE LA CONSERVACION DE LAS
ESPECIES MIGRATORIAS DE ANIMALES SILVESTRES**

A. PROPUESTA: Inclusión de la anguila europea (*Anguilla anguilla*) en el Apéndice II de la CMS

Resumen: La anguila europea es una de las 16 especies dentro de la familia Anguillidae (anguílidos). Tiene un amplio rango de distribución geográfica, desde el Norte de Noruega hasta el Norte de África y el Mediterráneo, y puede encontrarse en una gran variedad de hábitats acuáticos con salinidades variadas. De manera similar a otros anguílidos presenta catadromía facultativa; también es panmíctica y semélpura. Estas características de su ciclo biológico hacen que la anguila europea sea susceptible a una variedad de amenazas, tanto en el medio marino como en agua dulce, y sea por lo tanto difícil de gestionar y conservar. Se explota desde las etapas de vida juveniles a adultas, sin embargo la pesca representa sólo una de varias amenazas propuestas que incluyen también cambios en las corrientes oceánicas y/o en las condiciones climáticas; barreras a la migración (incluyendo centrales hidroeléctricas que dañan y/o matan a las anguilas); pérdida del hábitat de agua dulce; enfermedades (en particular el parásito de la vejiga natatoria *Anguillicola crassus*); así como la mala condición de las anguilas adultas que se fugan al mar.

Existe una gran preocupación sobre el estado de la especie debido a una disminución en el reclutamiento, población y fuga de la especie durante las últimas cuatro décadas, y actualmente se encuentra en la Lista Roja de la UICN como “En Peligro Crítico” y en el Apéndice II de CITES. En 2007 la Unión Europea impuso una legislación para asegurar que todos los estados miembros elaboraran Planes de Gestión de Anguilas con el fin de tratar este declive. Sin embargo hasta día de hoy todavía existe una gran preocupación entre los sectores interesados con respecto a la abundancia de la especie. Su inclusión en el Apéndice II de la CMS supondría un apoyo adicional para mejorar la gestión colaborativa, la conservación y el seguimiento de esta especie.

El documento está basado en el trabajo realizado por el Dr. Matthew Gollock y el Dr. David Jacoby en nombre de la Alianza del Mar de los Sargazos.

B. PROPONENTE: Gobierno del Principado de Mónaco

C. FUNDAMENTACIÓN DE LA PROPUESTA:

1. Taxón

- | | | |
|------------|----------------------|--|
| 1.1 | Clase: | Actinopterygii |
| 1.2 | Orden: | Anguilliformes |
| 1.3 | Familia: | Anguillidae |
| 1.4 | Género: | Anguilla (Schrank, 1798) |
| 1.4 | Especie: | A. anguilla (Linnaeus, 1758) |
| 1.5 | Nombre común: | Inglés: European eel; Common eel; River eel; Weed eel
Francés: Angèle; Anguille d'Europe; Anguille européenne;
Anguille jaune; Civelle; Leptocéphale |

Español: Anguila; Anguila europea; Anguilla

Lista de nombres regionales adaptada de Froese y Pauly (2005).

Género	<i>Anguilla</i>
Especie	<i>anguilla</i>
Autoridad	(Linnaeus, 1758)
Nombre común	Anguila europea

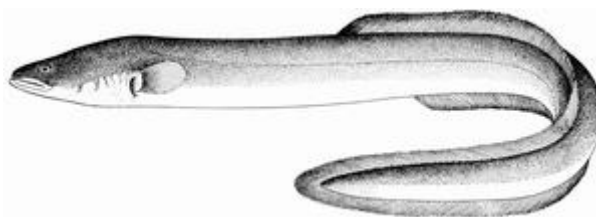


Figura 1. La anguila europea (*Anguilla anguilla*) – imagen de la FAO.

El ciclo biológico de la anguila europea consta de una serie de etapas (Figura 2) que tienen su propia terminología y lenguaje local: leptocéfalo, anguila vidriosa, angula, anguila amarilla y anguila plateada.

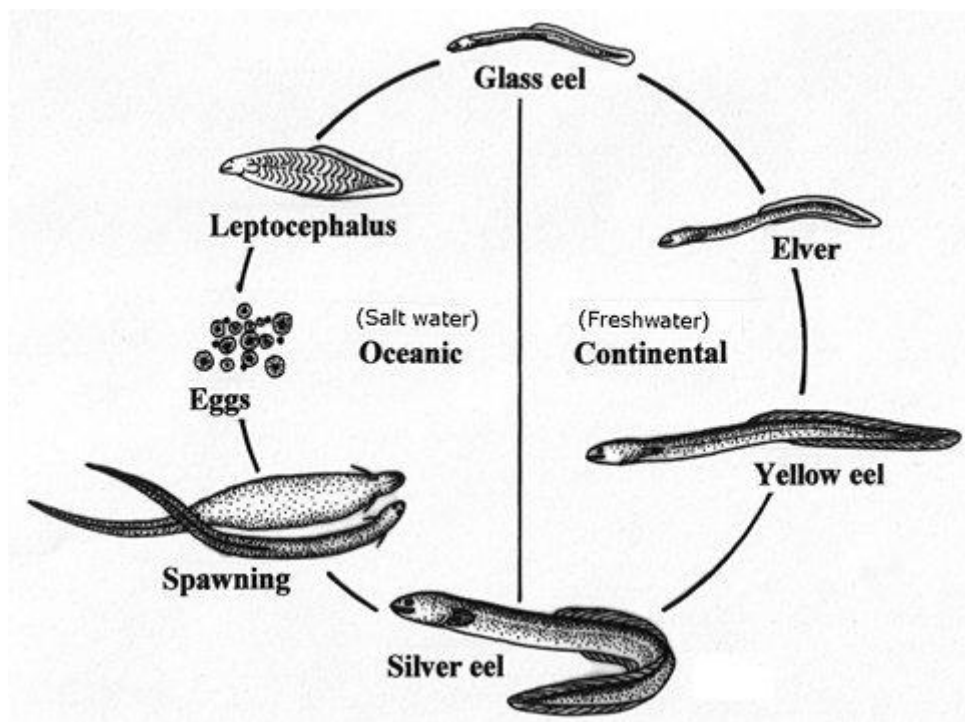


Figura 2. Ciclo biológico de la anguila europea (creado por Rob Slapkauskas).

Debería señalarse que existe un híbrido de la anguila europea y la anguila americana (*Anguilla rostrata*) que se encuentra casi exclusivamente en Islandia (Albert *et al.*, 2006).

2. Biología

Las anguilas (familia Anguillidae) forman parte del orden Anguilliformes, que incluye también al congrio y a las morenas, entre otros (Obermiller y Pfeiler 2003). Existen 16

especies de anguilas y el análisis molecular indica que el pariente más cercano a la anguila europea es la anguila americana (*Anguilla rostrata*) (Teng et al., 2009) – esto no resulta extraño teniendo en cuenta la proximidad de sus lugares de reproducción (ver más abajo). El análisis de ADN es la mejor herramienta para distinguir entre la anguila europea y otras especies, aunque *A. rostrata* tiene menos vértebras que *A. anguilla* (102-112, normalmente 106-108, en comparación con 111-119, normalmente 114-116).

Como se ha indicado más arriba, el ciclo biológico de la anguila consta de una serie de etapas que tienen una terminología específica y estas a su vez se corresponden con una morfología específica (Figura 2). Tras la eclosión de los huevos, la etapa de larva leptocéfala marina tiene forma de hoja y es muy diferente a la forma alargada que normalmente se asocia con los anguílidos – de hecho hasta 1896 se creía que los leptocéfalos eran una especie distinta (*Leptocephalus brevirostris*) (Grassi, 1896). Durante la migración los leptocéfalos crecen y adoptan una forma alargada hasta convertirse en anguilas vidriosas transparentes a su llegada a la plataforma continental. Al crecer y adquirir pigmentación, las anguilas vidriosas – ya sea en aguas dulces o salinas – se transforman en anguilas y después en anguilas amarillas; estas últimas son similares morfológicamente, se distinguen principalmente por el tamaño, con el dorso de un tono bicolor marrón/verdoso/amarillento y el vientre más claro. La etapa final es la anguila plateada marina migratoria que se caracteriza por tener el dorso oscurecido, una tonalidad plateada y ojos grandes. La ‘forma de anguila’ que se asocia a partir de la anguila vidriosa en adelante se caracteriza por tener los ojos y la mandíbula bien desarrollados, con la mandíbula inferior a menudo más larga; una aleta dorsal única y alargada, lejos de la cabeza; una aleta anal justo detrás del ano; la aleta caudal confluyente con las aletas dorsal y anal; aletas pectorales bien desarrolladas; aletas pélvicas ausentes; aberturas branquiales emparejadas que se presentan como pequeños cortes verticales en la base de las aletas pectorales; y un tegumento liso (Silvfergrip, 2009).

La anguila europea tiene un ciclo de vida que se describe mejor como “catádromo facultativo”. La catadromía verdadera podría describirse como que la alimentación y el crecimiento tienen lugar en agua dulce y la reproducción en el medio marino, sin embargo la fase de crecimiento de la anguila europea se describe a menudo como ‘continental’ al encontrarse en aguas dulces, salobres y costeras. Por lo tanto el agua dulce no se considera esencial para la continuación de la especie – de ahí la catadromía facultativa. La reproducción y el desove de la anguila europea ocurren en el medio marino y se cree que este elemento es esencial para poder completar el ciclo biológico. Aunque se tiene información sobre el ciclo biológico continental de la anguila, se conoce relativamente poco sobre su fase marina.

Todavía no hay datos exactos sobre lugares de reproducción concretos, sin embargo, basándose en el trabajo llevado a cabo por Johannes Schmidt a principios del siglo XX (Schmidt, 1922), se ha deducido que la reproducción tiene lugar en una zona elíptica de unos 2.000km de ancho en el mar de los Sargazos en el Atlántico Central Occidental (centrada aproximadamente alrededor de 26°N 60°W). Se cree que la anguila americana (*Anguilla rostrata*) se reproduce en un área simpátrica del mar de los Sargazos (McCleave et al., 1987). Los estudios sobre los leptocéfalos de *A. Anguilla* indican que la reproducción alcanza un máximo a principios de marzo y continúa hasta julio (McCleave, 1993) y que miden <10mm tras la eclosión de los huevos (McCleave et al., 1987). Se asume que los adultos mueren después de reproducirse.

Los leptocéfalos emigran hacia su hábitat continental (ver sección 2.4) y se cree que se alimentan de “nieve marina” – partículas de materia orgánica – durante este periodo (Otake et al., 1993). Para cuando alcanzan el talud continental han llegado a un tamaño de 100mm y han metamorfoseado para convertirse en anguilas vidriosas transparentes y alargadas. La

mayoría de las llegadas al continente ocurren desde finales de otoño a comienzos de primavera en las aguas de la península ibérica y la Bahía de Vizcaya – se retrasan en lugares más al norte hasta que las temperaturas suben en primavera. Las anguilas vidriosas todavía sin diferenciación sexual son arrastradas hasta ríos, estuarios y aguas costeras por la marea antes de transformarse en angulas pigmentadas (Tesch, 1977) – este es un término impreciso pero normalmente implica una anguila de más de 10-15cm de longitud. Las anguilas crecen y maduran a lo largo de un amplio periodo de tiempo que puede variar entre 5 y 50 años – dependiendo de las condiciones ambientales, la disponibilidad de alimento, el sexo del individuo y el acceso desde y hasta un hábitat de crecimiento adecuado. Durante este periodo de crecimiento pueden migrar dentro y entre aguas dulces y hábitats salinos; alimentarse de una gran variedad de presas incluyendo peces, crustáceos, bivalvos, gambas y gusanos poliquetos; e igualmente son capaces de ayunar durante largos periodos de tiempo (revisado en van Ginneken y Maes, 2005).

La determinación sexual es accionada principalmente por los factores ambientales. La dependencia de la densidad hace que se produzcan más machos a densidades elevadas (Davey y Jellyman, 2005). Los machos crecen más rápido que las hembras, aunque las hembras alcanzan mayor edad y tamaño que los machos cuando llegan a la madurez sexual – las reservas de grasa son utilizadas como fuente de energía para la migración al mar de los Sargazos, y en el caso de las hembras para producir huevos (Svedäng y Wickström, 1997). Las anguilas amarillas que están listas para la migración hacia el mar experimentan cambios morfológicos y fisiológicos hasta convertirse en anguilas plateadas (Tesch, 1977). La edad a la cual maduran las anguilas plateadas y emprenden su migración reproductiva varía enormemente dependiendo de la latitud y la temperatura del ambiente en el cual han crecido, las barreras físicas que bloquean las rutas de migración, la tasa de crecimiento y las diferencias sexuales. A partir de los datos disponibles, las estimaciones más a la baja de la duración media de la fase de crecimiento continental son de aproximadamente 3-8 años para los machos y 4-5 años para las hembras, y las estimaciones más altas son de aproximadamente 12-15 años para los machos y 18-20 para las hembras (Acou et al., 2003; Froese y Pauly, 2005; Durif et al., 2009). No obstante faltan datos de algunas partes de su área de distribución y no hay un margen de tamaño o edad antes de que comience la transformación al color plateado – todavía se desconoce lo que provoca este proceso (Svedang et al., 1996). Una vez que las anguilas han comenzado a adquirir la coloración plateada, se cree que la migración río abajo de los anguillidos es provocada por la fase lunar y las condiciones atmosféricas (Todd, 1981). Entonces comienza la migración de las anguilas plateadas hacia el mar de los Sargazos, que puede durar hasta 6 meses dependiendo de la ubicación del río desde el cual migran (Kettle et al., 2011). Se cree que las anguilas no se alimentan durante la migración oceánica y que su tracto alimentario se degenera (Pankhurst y Sorensen, 1984), y se piensa que es sólo durante esta migración cuando alcanzan la madurez sexual plena, pero nuestro conocimiento sobre este proceso es escaso. En los últimos años, los investigadores han conseguido colocar con éxito transmisores satélite en anguilas plateadas hembras grandes y este trabajo nos ha permitido entender mejor la migración reproductiva de la anguila europea (Aarestrup et al., 2009). Las anguilas nadaron hacia las corrientes de las Canarias y de las Azores exhibiendo una migración vertical nictemeral (Castonguay and McCleave, 1987; ver sección 2.4). Se ha sugerido que las anguilas que se reproducen en el mar de los Sargazos (es decir, anguilas americanas y europeas) localizan su área de reproducción utilizando la convergencia de corrientes en la región (Kleckner y McCleave 1988; Miller y McCleave 1994) – en ocasiones denominada Zona de Convergencia Subtropical del Atlántico Norte. También se ha descubierto que las anguilas tienen un sentido magnético (Durif et al., 2013) que podría desempeñar una función en la migración. Una vez que las anguilas maduras llegan al mar de los Sargazos tiene lugar la reproducción y el ciclo biológico continúa con la eclosión de los huevos fertilizados para producir leptocéfalos.

2.1 Distribución

Debido a la naturaleza inusual del ciclo biológico de esta especie, la distribución se refiere principalmente a la etapa de crecimiento continental – anguila amarilla – de la cual se sabe que ocurre en masas de agua dulce, estuarios y aguas costeras de los estados del área de distribución (Moriarty y Dekker 1997; ICES, 2009). Es importante destacar que una parte de la vida de algunas *Anguilla anguilla* – tanto la migración reproductiva adulta como la posterior migración de las larvas – tiene lugar en mar abierto, tanto en las Zonas Económicas Exclusivas (ZEE) de los estados del área de distribución como en alta mar (ver sección 5), aunque no se conoce mucho sobre estos desplazamientos. Se cree que *A. Anguilla* se reproduce en el mar de los Sargazos en el Atlántico Central Occidental entre finales de invierno y comienzos de primavera, antes de que los huevos eclosionen y las larvas leptocéfalas migren con las corrientes oceánicas de vuelta al continente cruzando el Atlántico para comenzar la fase continental de su ciclo biológico (Schmidt, 1922; Aarestrup et al., 2009).

El nombre común de *A. Anguilla* – anguila europea – indica la distribución mayoritaria de la especie, aunque también se encuentra fuera de Europa en regiones adyacentes. Su área de distribución se describe desde el Cabo Norte en Noruega hacia el sur siguiendo la costa de Europa, todas las costas del Mediterráneo y la costa del Norte de África, así como Islandia (Figura 3) (Schmidt, 1922; Dekker, 2003). Ocasionalmente se la encuentra entrando al Mar Blanco y al Mar de Barent y se ha registrado hacia el este en el río Pechora en el noroeste de Rusia. La especie es poco abundante en el Mar Negro desde donde migra hacia el este hasta la cuenca del Kuban (algunos individuos alcanzan la cuenca del Volga a través de canales), en el norte de Escandinavia y en Europa del Este. Históricamente su área de distribución podría haber sido más amplia.

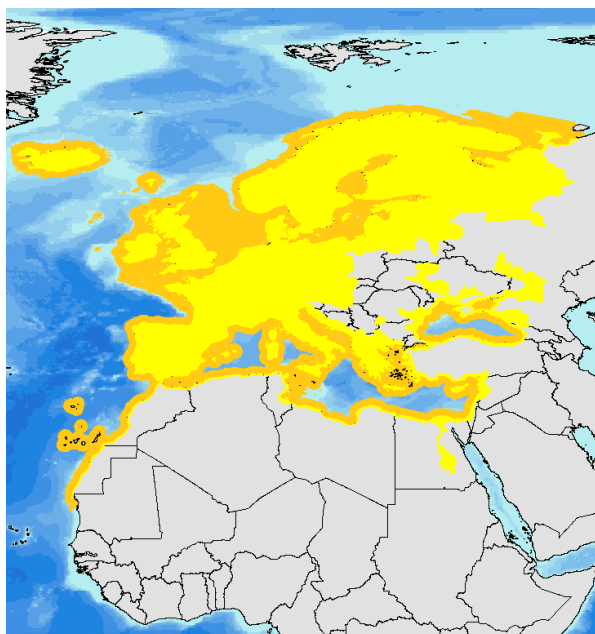


Figura 3. Distribución continental de la anguila europea: amarillo = agua dulce; naranja = estuario/agua marina.

La anguila europea se considera ‘introducida’ en Asia Oriental donde fue exportada para repoblar granjas de anguilas (Ringuet et al., 2002) – casi exclusivamente en forma de anguilas vidriosas – hasta 2010 cuando se impuso una prohibición sobre el comercio de especies fuera de la UE. Se cree haberla encontrado en cursos de agua en Asia – bien mediante fuga o

liberada desde granjas – no obstante, debido a su específico lugar de reproducción y la migración asociada de anguilas plateadas de esta especie, se cree que no han conseguido colonizar con éxito la región durante las generaciones posteriores.

2.2 Población

Existen una serie de métodos de medida que se utilizan comúnmente para estimar la abundancia de esta especie. El término ‘población’ con respecto a las especies de anguillidos se asocia generalmente con el stock continental de anguilas amarillas. El ‘reclutamiento’ se refiere a los alevines o anguilas vidriosas que regresan al continente y que posteriormente repondrán la población. La ‘fuga’ se refiere a las anguilas plateadas que abandonan el hábitat continental para emprender la migración reproductiva hacia el mar de los Sargazos. Este último es básicamente el método de medida más cercano a la realidad que somos capaces de medir en relación con el stock reproductivo real, sin embargo se desconoce el porcentaje de anguilas ‘fugadas’ que completan la migración y se reproducen con éxito – de hecho, a todos los efectos se asume que prácticamente no se tiene ningún conocimiento sobre la dinámica de la fase oceánica de *A. anguilla* (ICES, 2013a).

La determinación de posibles cambios en el stock poblacional internacional de la anguila europea se ve dificultada por los datos limitados y por el insuficiente conocimiento de la relación entre reclutamiento, las poblaciones continentales y la fuga hacia el mar. Hay un desfase temporal significativo entre el reclutamiento de las anguilas vidriosas y la fuga posterior de las anguilas plateadas, es decir, el periodo definido como ‘población’, pero según los pocos datos de que se dispone, parece que existen diferencias en la severidad de los declives que se han observado en cada una de estas etapas del ciclo biológico durante los últimos 30 años. Esto indicaría que la relación entre estos métodos de medida no es linear. Además, dado que *A. Anguilla* es panmíctica, la fuga de una región no se traduce directamente en el regreso del reclutamiento de larvas al mismo lugar. También hay considerablemente más datos disponibles sobre *A. Anguilla* en los países del norte, centro y sur de Europa en comparación con el Norte de África. Esto presenta un problema potencial ya que se ha sugerido que los machos podrían migrar principalmente desde el Norte de África (Kettle et al., 2010), aunque esto no se ha demostrado todavía.

Podría decirse que el método de medida de poblaciones mejor estudiado es el reclutamiento – tanto de las anguilas vidriosas como de las anguilas amarillas/anguilas juveniles – y el Grupo de trabajo conjunto sobre anguilas (WGEEL, por sus siglas en inglés) de la Comisión asesora europea sobre pesca continental y acuicultura (EIFAAC, por sus siglas en inglés) y del Consejo internacional para la exploración del mar (ICES, por sus siglas en inglés) ha analizado datos sobre el reclutamiento en Europa continental durante muchos años. Desde principios de los 80 se ha observado una disminución constante y a escala casi continental de ~90% en el reclutamiento de anguilas vidriosas (Figura 4) – en algunas cuencas esta disminución ha llegado al 99% (Gollock et al., 2011). En 2009 el índice de reclutamiento del WGEEL alcanzó su mínimo histórico, menos de un 1% en el Mar del Norte y un 5% por ciento en otros lugares del área de distribución (ICES, 2013a). Se ha utilizado lenguaje fuerte para describir estos hallazgos, p.ej. que el reclutamiento se encuentra “fuera de los límite biológicos de seguridad” y por lo tanto deben adoptarse medidas para “reducir todos los impactos antropogénicos a lo más cercano al cero como sea posible” (ICES, 2006). Sin embargo, en los últimos tres años el índice de reclutamiento ha aumentado a un 1,5% del nivel de referencia de 1960-1979 en la serie ‘Mar del Norte’ y a un 10% en la serie ‘otros lugares’, aunque ambos se mantienen lejos de valores “saludables” (ICES, 2013a). Esto podría deberse al cese de la pesca de anguilas plateadas en toda Europa en 2009, aunque este aumento se encuentra dentro del índice de variación natural

de los registros históricos (ICES, 2012). A pesar de que los datos de los informes de capturas indican este aumento en el reclutamiento, el impacto de la disminución total continuará influyendo en el stock poblacional adulto durante al menos una generación (ICES, 2012). Para el área de distribución de la población en el Norte de África hay mucha menos información. Un estudio regional de la Lista Roja en el Norte de África sugiere que *A. Anguilla* se encuentra “En Peligro” debido a un descenso en el reclutamiento del 50% en los últimos 10 años, habiendo disminuido las capturas anuales entre un 10% y un 25% desde la década de los 80, y todavía más en Túnez solamente (Azeroual, 2010).

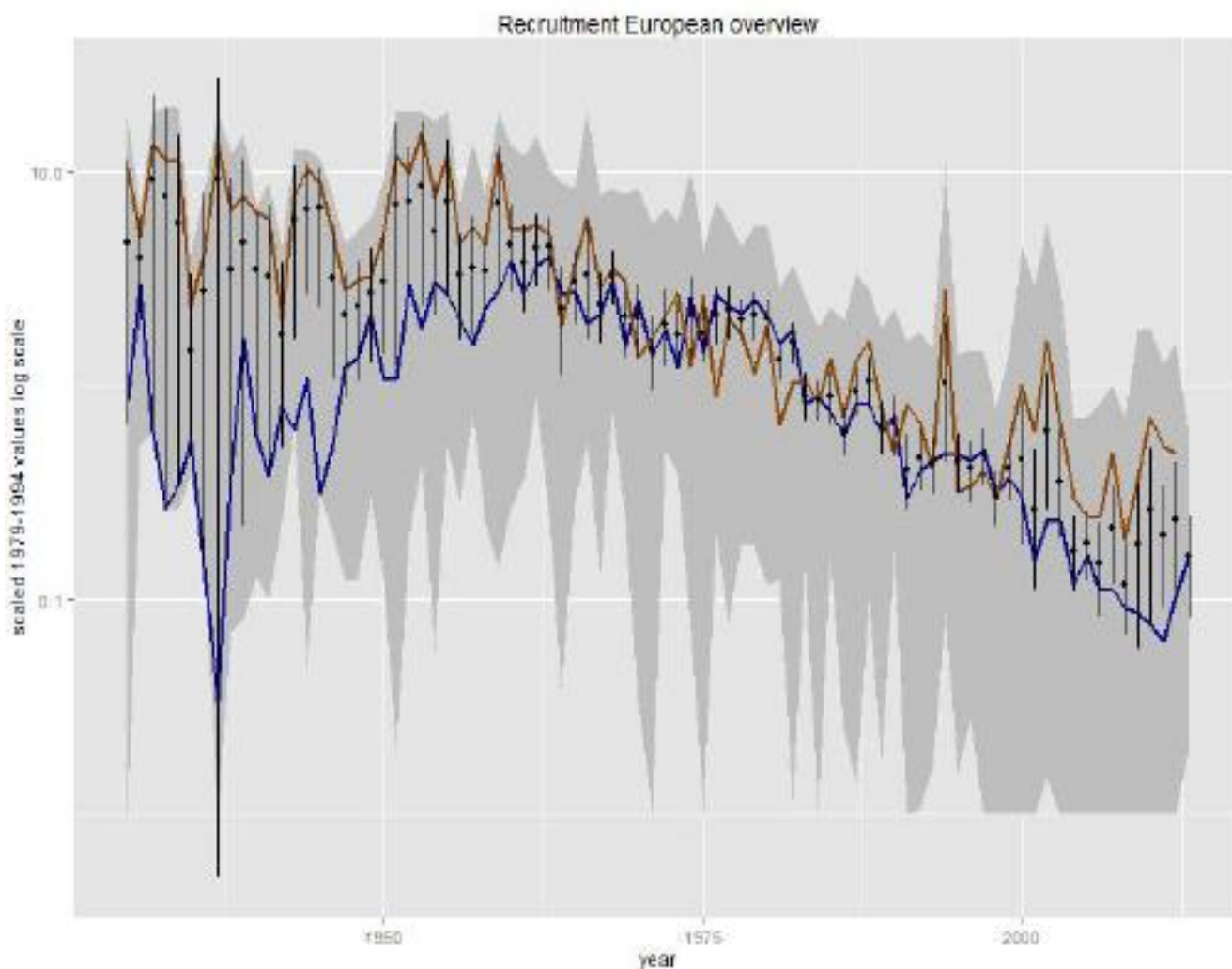


Figura 4. Serie histórica de reclutamiento de anguilas vidriosas y amarillas en los ríos europeos con series de datos de >35 años (45 ríos), actualizada a 2013. Las series se han reducido a su media de 1979-1994. Véase la escala logarítmica en el eje y. Los valores medios de las series de anguila amarilla y vidriosa combinadas y su intervalo de confianza *bootstrap* (95%) están representados como puntos y líneas negras. La línea marrón representa el valor medio para la serie de anguila amarilla, la línea azul representa el valor medio para la serie de anguila vidriosa. El rango de la serie está indicado por un sombreado gris (de ICES 2013).

Mientras que la relación entre el reclutamiento y las poblaciones continentales no está clara, ambos han disminuido durante el mismo periodo de tiempo, aunque la última de manera menos severa (ICES, 2013a). Para ciertos conjuntos de datos los cambios en el reclutamiento no se reflejan en la población (ICES, 2013a) – es posible que el descenso menos pronunciado sea en parte debido a la mortalidad dependiente de la densidad (Svedäng, 1999). Sin embargo es

necesario tener en cuenta que el rango de edades de las anguilas amarillas es amplio y que puede haber un desfase temporal en el efecto lateral sobre la población. Por tanto no se espera que el aumento en el reclutamiento descrito arriba se refleje inmediatamente en un aumento del número de anguilas amarillas; de hecho es posible que esta fase del ciclo vital continúe disminuyendo.

La disminución del número de anguilas plateadas no fue tan pronunciada como la de las poblaciones de anguilas amarillas o el reclutamiento; ICES (2013a) indicó que los datos de cinco ríos “muestran reducciones de aproximadamente un 50% desde los años 70 hasta los años a partir del 2000”. De nuevo esta disparidad puede ser debida a la mortalidad dependiente de la densidad en etapas anteriores del ciclo biológico, pero no puede descartarse que la disminución del índice de fuga de las anguilas plateadas continúe a pesar del aumento de anguilas vidriosas y/o amarillas debido a la larga duración de las generaciones.

2.3. Hábitat

Como leptocéfalo, la anguila europea se encuentra tanto en la zona epipelágica como mesopelágica, hasta 300m de profundidad (Castonguay y McCleave, 1987). Durante su fase continental *Anguilla anguilla* se puede encontrar en una amplia variedad de hábitats, desde pequeños arroyos a grandes ríos y lagos, así como en estuarios, lagunas y aguas costeras. En condiciones naturales solo se encuentran en masas de agua conectadas con el mar; en cualquier otro lugar han sido introducidas. Su distribución indica que pueden vivir en un amplio rango de temperaturas, desde los límites de la región subtropical hasta el círculo polar Ártico. Además, son extremadamente tolerantes a medios con bajas concentraciones de oxígeno y aguas de mala calidad en general. De manera similar a los leptocéfalos, una vez que han adoptado la coloración plateada, los adultos habitan de manera transitoria las zonas epipelágica y mesopelágica, aunque a profundidades mayores de hasta 1000m (Aarestrup et al., 2009).

2.4 Migraciones

Debido al ciclo biológico catádromo de los anguílidos la anguila europea exhibe varios comportamientos migratorios, tanto durante la fase oceánica como durante la fase continental. Se cree que *Anguilla* spp. se originaron a partir de un ancestro marino – de hecho todas las demás especies del orden Anguilliformes son especies marinas (Inoue et al., 2010) – y se ha sugerido que los hábitos reproductivos marinos de las especies de *Anguilla* son un rasgo conservador (Arai y Chino, 2012). Las migraciones en el ciclo biológico de la anguila europea son la más largas y las más complejas desde el punto de vista oceanográfico de todas las especies de anguílidos (Tsukamoto et al., 2002).

Se ha propuesto que la migración oceánica de los leptocéfalos a la plataforma continental dura entre menos de un año y más de tres años, pero se estima que su duración media es de dos años (Bonhommeau et al., 2010; Zenimoto et al., 2011). Sin embargo, aparte de identificar la participación de la corriente del Golfo y la corriente del Atlántico Norte en la migración, no se sabe mucho sobre los mecanismos por los cuales los leptocéfalos alcanzan las costas de Europa y del Norte África. Los leptocéfalos en su fase más temprana (<5 mm) de *A. rostrata* and *A. anguilla* capturados en el mar de los Sargazos estaban distribuidos entre los 50 y 300m de profundidad tanto por el día como por la noche, sin embargo por encima de esta longitud parecen desarrollarse patrones de migración vertical nictemeral (Castonguay y McCleave, 1987). Los leptocéfalos con longitudes entre 5,0-19,9mm se encontraban principalmente entre 100-150m durante el día y entre 50-100m durante la noche, aquellos con longitud >20mm se encontraban a mayor profundidad, entre 125-275m durante el día, y entre 30-70m durante la noche (Castonguay y McCleave, 1987). Se ha observado un comportamiento similar en los

leptocéfalos de la anguila japonesa (Otake et al., 1998). La duración de la exhibición de esta migración nictemeral no ha sido establecida todavía.

Se cree que las poblaciones de anguilas europeas contienen típicamente una mezcla de residentes de agua dulce, residentes de agua salada y migrantes interhábitats (Daverat et al., 2006; ICES, 2009; Tabouret et al., 2010). Los migrantes interhábitats han comenzado a estudiarse recientemente en más detalle mediante el análisis de microquímica de otolitos, y este comportamiento no solo es mostrado por la anguila europea (Arai y Chino, 2012). Sin embargo las sutilezas de los desplazamientos entre aguas dulces y saladas siguen sin conocerse bien en el momento de redacción de este texto. Se cree que las anguilas realizan migraciones más pequeñas dentro de su hábitat elegido, lo cual se ha podido observar en ríos (Moriarty, 1986).

Una vez que las anguilas amarillas han adquirido el color plateado y han comenzado su migración oceánica hacia el mar de los Sargazos, estas exhiben una migración vertical nictemeral. Esto se manifiesta ya que las anguilas habitan aguas más profundas y frías durante el día y aguas más superficiales y cálidas por la noche (Aarestrup et al., 2009; Figura 5). Las razones de esta migración se desconocen en el presente, no obstante se han propuesto una serie de hipótesis incluyendo termorregulación, evitar depredadores y potencialmente como método para estimular la continuación del proceso de maduración. Aunque las migraciones oceánicas de esta especie no se conocen bien, se sabe que son fundamentales para la supervivencia de la especie.

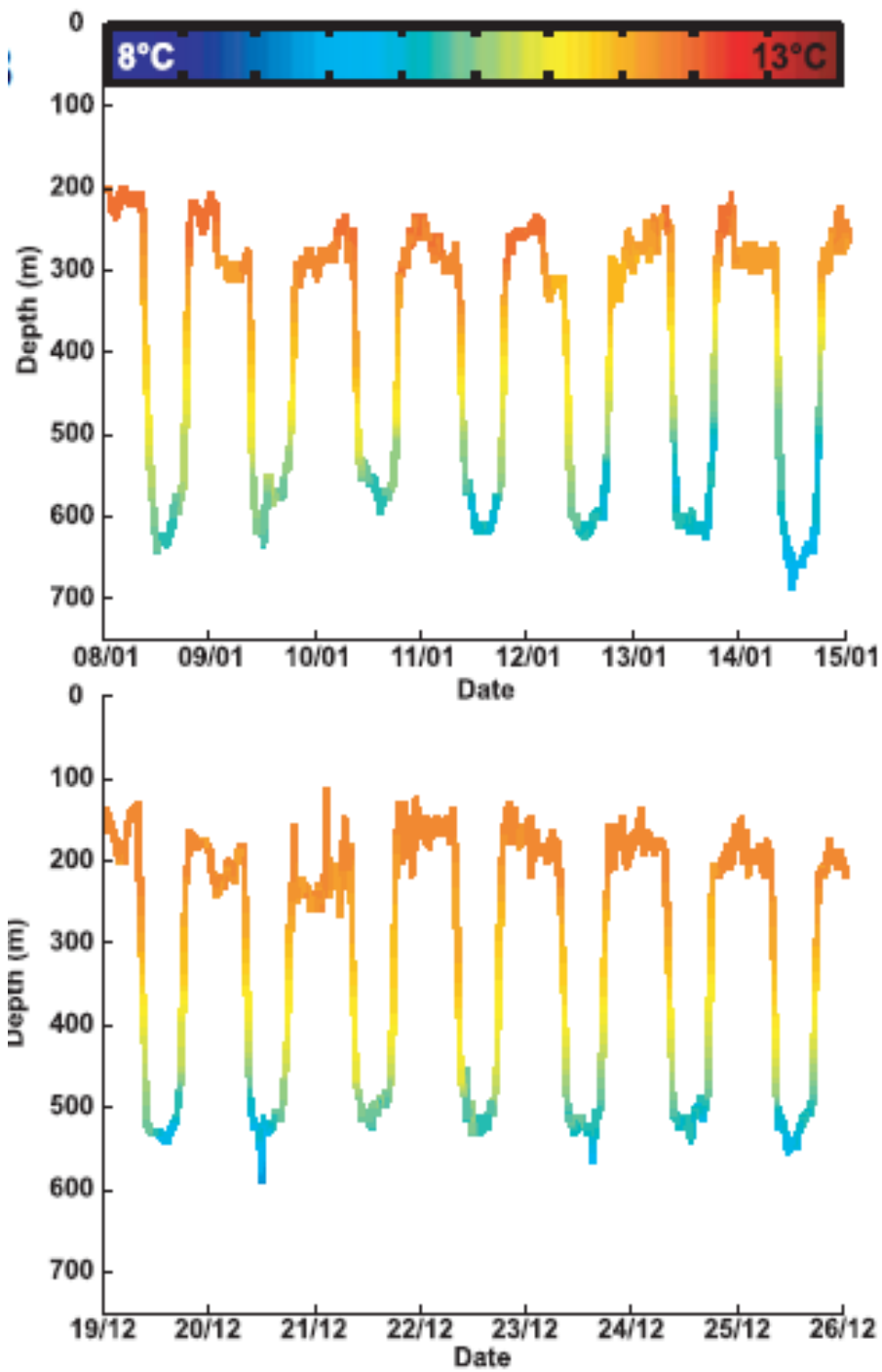


Figura 5. Datos de profundidad y temperatura de dos anguilas europeas marcadas con transmisores satélite que muestran una migración vertical nictemeral (de Aarestrup et al., 2009).

3. Datos sobre amenazas

Las causas del descenso del reclutamiento, población y fuga no se conocen bien todavía (Dekker, 2007), y a pesar de que existen múltiples hipótesis, la importancia de las amenazas individuales o la sinergia que puedan tener con otras amenazas no son bien conocidas. Se ha propuesto una amplia gama de factores como causa de estos declives, los cuales pueden afectar a todas las etapas del ciclo biológico – el transporte oceánico de los leptocéfalos; la migración a contracorriente de angulas y anguilas vidriosas; las anguilas amarillas de agua dulce; y la migración de las anguilas plateadas río abajo (ICES, 2008) – las cuales se discutirán más abajo. No obstante existe una cantidad significativa de información y mucha contradicción en la literatura revisada por pares y en la literatura gris, y la opinión de los expertos en relación con estas amenazas, así como el breve resumen a continuación distan mucho de ser exhaustivos.

3.1 Amenaza directa a la población

Al igual que con muchas otras especies, la pesca ha sido sin duda un factor en el declive de la anguila europea. Actualmente se pescan todas las etapas del ciclo biológico continental de la anguila europea en toda su área de distribución, aunque los datos de las diferentes regiones varían en calidad y longevidad. Sin embargo las pescas no son en absoluto la principal razón del declive, como a menudo puede ser el caso de las especies de peces explotadas comercialmente. De hecho el mismo informe que afirmaba que “el stock poblacional se encuentra fuera de los límites biológicos de seguridad y que la pesca actual no se ejerce de forma sostenible”, también afirmaba que “sin embargo, las restricciones en la pesca por sí solas no serán suficientes, y se necesitarán también medidas de gestión dirigidas a otros impactos antropogénicos sobre la calidad, cantidad y accesibilidad del hábitat” (ICES, 2006).

La pesca de la anguila europea en varias etapas de su ciclo biológico, de anguila vidriosa a anguila plateada, continúa en varios estados del área de distribución a pesar de la imposición de medidas de gestión a nivel nacional como prohibiciones y cuotas. La pesca de anguilas vidriosas es con diferencia la más lucrativa económicamente ya que estas se utilizan como stock inicial en las piscifactorías, y en algunos casos en programas de repoblación. Las corrientes que arrastran a los leptocéfalos, más específicamente la Corriente del Atlántico Norte, hace que la mayoría de las anguilas vidriosas lleguen a la Bahía de Vizcaya, y esto se refleja en el hecho de que la concentración de la pesca tienen lugar en Francia seguida por España y el Reino Unido. Los datos más recientes para anguilas vidriosas correspondientes a 2013 indican que Francia pescó 30,5t – es importante destacar que esta era la cuota de capturas permitida y no estaba limitada por la actividad pesquera – España capturó 8,7t y el Reino Unido 8,6t (ICES, 2013a). Las capturas tanto de España como del Reino Unido aumentaron con respecto a 2012.

La actividad pesquera se ha limitado desde el establecimiento del reglamento sobre anguilas en 2007 por el cual varios estados miembros han cesado la pesca, y la prohibición en 2010 de la exportación fuera de la UE de cualquier producto derivado de anguilas – principalmente al Sudeste Asiático donde más demanda existe (ver sección 4.2). Esta decisión tuvo consecuencias para otras especies de anguillidos – en particular la anguila americana y otras especies encontradas en Filipinas – que fueron intensamente explotadas para cumplir con la continua demanda (Crook y Nakamura, 2013). Además, se cree que la presentación de informes incompletos, la caza y el comercio ilegales son prácticas que ocurren en toda el área de distribución de la anguila europea. Estas actividades ponen la especie en peligro y hacen que la evaluación del impacto de esta pesca resulte difícil y su gestión problemática.

Con respecto a las amenazas por los depredadores, hasta hace poco la escasa información disponible se refería a las poblaciones continentales de anguilas, principalmente a la depredación por cormoranes, y parece que su impacto varía según la región (Carpentier et al., 2009; DEFRA, 2010) – aunque dos estudios han indicado que las anguilas adultas también sufren depredación durante la migración (ver sección 3.4).

3.2 Destrucción del hábitat

Una de las mayores amenazas para las poblaciones de anguila europea, al igual que para muchas especies de anguílidos, son las barreras para el control de inundaciones, controles de nivel del agua y la extracción de agua superficial y subterránea tanto para uso doméstico como comercial (p.ej. agricultura). Las barreras pueden impedir la migración río arriba y río abajo, y las turbinas hidroeléctricas y sus pantallas asociadas y sistemas de control del agua pueden causar la muerte o heridas subletales a las anguilas plateadas – ver sección 3.4. Estas barreras resultan en una reducción del hábitat de agua dulce disponible debido bien a la obstrucción física directa, o bien debido a cambios en la hidrología de la región como por ejemplo una reducción del área húmeda.

Los factores como la modificación del hábitat, la extracción de agua y/o la extracción de grava son problemáticos en todo el área de distribución de la especie, pero han llegado a ser especialmente preocupantes en el Norte de África, ya que tienen el efecto de causar sequía en el hábitat disponible para las anguilas (Azeroual, 2010).

3.3 Amenazas indirectas

La reducción del hábitat de agua dulce asociada con barreras infranqueables puede tener efectos laterales como una mayor competencia, depredación y mortalidad dependiente de la densidad. La reducción subsecuente de la disponibilidad de recursos y alimento podría resultar en un mal estado físico de las anguilas plateadas que se fugan al mar, lo cual podría afectar al éxito de la migración y/o a la reproducción debido a la dependencia de esta especie – en particular las hembras – de las reservas de grasa para el éxito reproductivo. Boëtius y Boëtius (1980) propuso que las anguilas plateadas fugadas requerían >20% de reservas de lípidos para permitirles completar la migración oceánica, sin embargo estudios más recientes indicaron que las anguilas pueden fugarse con reservas de grasa ‘insuficientes’ (Svedäng y Wickström, 1997). Esto sugiere que la transformación a anguilas plateadas y la fuga pueden ocurrir independientemente de las reservas de lípidos. Se han realizado estudios en el laboratorio con túneles de nado para evaluar si las anguilas podrían completar la migración al mar de los Sargazos (van Ginneken y van den Thillart, 2000; van Ginneken et al. 2005) pero estos experimentos estuvieron limitados en cuanto a que no se llevaron a cabo bajo presión para imitar la profundidad de la migración, se utilizaron anguilas amarillas en vez de anguilas plateadas y/o los datos fueron extrapolados de recorridos cortos. De manera interesante, la mala condición física asociada al cambio en las fuentes de alimento y en las temperaturas oceánicas – dos factores asociados con el declive de la anguila europea – se han propuesto para el salmón atlántico (Todd et al. 2008).

El parásito nematodo (*Anguillicola crassus*) vive en la vejiga natatoria de los anguílidos. Se demostró que vivía en la anguila japonesa, *Anguilla japonica* en el Sudeste Asiático sin causar efectos patológicos severos. Sin embargo cuando *A. japonica* fue importada a Europa para su explotación en piscifactorías en los años 80, el nematodo se coló en los cursos de agua naturales e infectó a las poblaciones silvestres de anguila europea (De Charleroy et al., 1990). El parásito se propagó a una velocidad alarmante y ahora se encuentra presente por todo el área de distribución de la anguila europea, la cual como huésped ‘ingenuo’ ha mostrado una

alta tasa de prevalencia (es decir, el porcentaje de toda la población que está infectada) y más cantidad de gusanos por individuo que *A. japonica*, (Moravec, 1992; Baruš et al., 1999; Evans et al., 2001) así como efectos fisiológicos negativos debido a su presencia (Gollock et al., 2005).

Debido a la escasa información sobre la migración oceánica de la anguila europea, resulta extremadamente difícil evaluar los efectos del parásito en este comportamiento, tanto en el medio natural como en el laboratorio. Sin embargo existen estudios que indican que su presencia puede tener efectos negativos en la migración. Fazio et al., (2012) demostró que la presencia del parásito tenía una influencia disruptiva en la transformación al color plateado; Palstra et al., (2007) demostró que la capacidad natatoria de las anguilas infectadas se veía perjudicada; y Würtz y Taraschewski (2000) demostraron que la migración de las larvas del parásito a través de la vejiga natatoria puede causar daños y fibrosis asociada al órgano. Como ahora sabemos que la migración conlleva una migración vertical nictemeral (Aarestrup et al., 2009), el daño y la pérdida potencial de la función de la vejiga natatoria, la cual puede tener una importante función en estos desplazamientos, junto con el hecho de que el parásito se alimenta de sangre, pueden hacer que la migración sea más costosa desde el punto de vista metabólico. Esto dependería en gran medida de la cantidad de gusanos dentro del pez, así como de su tamaño y condición física, pero es difícil imaginar que esta mayor carga de trabajo no tuviera al menos algún efecto en la migración tanto vertical como horizontal.

Está bien documentado que la liberación de sustancias químicas xenobióticas al medio acuático puede tener efectos muy perjudiciales tanto sobre los vertebrados como sobre los invertebrados. Los anguílidos son especialmente vulnerables a los efectos de las toxinas lipofílicas debido a la dependencia de la acumulación de reservas de lípidos que proporcionen la energía necesaria para la migración reproductiva y la gonadogénesis – en particular las hembras. De hecho, en algunos casos acumulan toxinas específicas a niveles que son problemáticos para la salud humana cuando son consumidos y en consecuencia se han cesado algunas de las pesquerías (Geeraerts y Belpaire, 2010; ICES, 2013a). En relación con la migración de las anguilas, se ha sugerido que la exposición a estas sustancias químicas y su posterior almacenamiento y liberación cuando las reservas de grasa son utilizadas durante la migración tiene múltiples efectos en las anguilas, tanto en agua dulce como durante la migración oceánica y la reproducción. Estos efectos disruptivos pueden afectar la osmoregulación; la respuesta al estrés; la transformación al color plateado; la acumulación, movilización y utilización de lípidos; el desarrollo sexual, la gonadogénesis; y el desarrollo larval y embrional (Robinet y Feunteun, 2002; Palstra et al., 2006; Geeraerts y Belpaire, 2010). Todos ellos podrían potencialmente tener efectos significativos en la habilidad de las anguilas para migrar y/o reproducirse.

3.4 Amenazas conectadas especialmente con las migraciones

Se ha sugerido que el cambio climático tiene una influencia en el transporte de las larvas y en el reclutamiento de anguilas vidriosas mediante su impacto en la oceanografía del mar de los Sargazos y en las corrientes oceánicas que arrastran el reclutamiento a zonas cercanas a las costas y a aguas dulces. Sin embargo existen bastantes pruebas contradictorias en la literatura publicada. Por ejemplo la Oscilación del Atlántico Norte (NAO) ha sido estudiada como causante del reclutamiento de la anguila europea y de la anguila americana, existe literatura a favor y en contra de esta hipótesis. Durif et al., (2011) sugirió que existía una correlación negativa entre los periodos de NAO alta y el reclutamiento, esto sería debido a que las larvas son arrastradas hacia aguas más frías lo cual ralentiza el proceso de metamorfosis considerablemente. Además, el cambio del clima oceánico podría ser potencialmente

responsable de fluctuaciones en la productividad y por consiguiente en la disponibilidad de alimento para los leptocéfalos (Miller et al., 2009). No obstante, utilizando modelos predictivos, Pacariz et al., (2014) descubrió que el éxito general de las larvas procedentes del área de reproducción al Este del Atlántico no se vio afectado por los cambios en el clima entre 1958-2008, sugiriendo que las tendencias en el reclutamiento pueden atribuirse a otros factores a parte de las corrientes cambiantes, una teoría que también apoya Henderson et al., (2012).

Otros efectos que se han sugerido durante la fase oceánica del ciclo biológico de la anguila son que el aumento de la temperatura de la superficie del mar de los Sargazos inducido por el cambio climático a partir de 1979 está correlacionado con un descenso de la productividad primaria, y en consecuencia, del reclutamiento en los ríos europeos (Bonhommeau et al., 2008a, b). Se cree que este declive puede ser debido a la reducción de la disponibilidad de alimento y por tanto del éxito alimentario, lo cual a su vez podría estar afectado por cambios en la mezcla de agua vertical de la región (Friedland et al., 2007; Bonhommeau et al., 2008b). El cambio de la temperatura en la región podría también estar desplazando el lugar de reproducción de la especie más hacia el norte, lo cual podría a su vez afectar el transporte de los leptocéfalos por las corrientes marinas (Miller et al., 2009).

Hasta hace poco se no se sabía mucho sobre la depredación de las anguilas en su fase oceánica, pero ahora las investigaciones indican que la depredación por parte de cetáceos ocurre durante la migración (Wahlberg et al., 2014) y las anguilas americanas adultas son presas de los tiburones oceánicos (Béguer-Pon et al., 2012). También se asume en general que los leptocéfalos sufren depredación durante su migración oceánica.

En el agua dulce, el impacto de los diques, las centrales hidroeléctricas y la extracción de agua pueden tener un efecto significativo tanto en la migración río arriba como río abajo de las anguilas (Piper et al., 2013). En Europa hay un total de 24.350 centrales hidroeléctricas y esta cifra aumentará en un futuro cercano (van der Meer, 2012). De hecho, solamente en los Países Bajos hay un total de 4.671 estaciones de bombeo de agua que impiden la migración reproductiva de las anguilas plateadas adultas río abajo y la migración río arriba de las anguilas vidriosas. Debido a su tamaño, y al hecho de que su migración se produce a contracorriente, las barreras pueden impedir considerablemente la migración río arriba de las anguilas vidriosas y de las anguilas que entran en el agua dulce. Además, también pueden afectar a las anguilas amarillas, ya que estas realizan migraciones dentro del agua dulce una vez establecidas (Moriarty, 1986). Existen soluciones para facilitar el avance de los peces río arriba que pueden montarse en las barreras – principalmente para anguilas vidriosas y anguilas – aunque dependiendo del tamaño de las barreras, el coste puede llegar a ser prohibitivo.

También es preocupante el hecho de que debido a la morfología alargada de la especie – especialmente las hembras más grandes – las anguilas plateadas fugadas tienen una tendencia considerablemente más alta a la mortalidad o a las heridas subletales al pasar a través de las turbinas hidroeléctricas (Figura 6). El daño y/o la mortalidad pueden ocurrir como consecuencia del contacto directo con la turbina, pero también al quedarse las anguilas enganchadas en las pantallas de protección y en las rejillas de los sumideros, o por cambios bruscos de la presión hidrostática y/o la salinidad y la desorientación tras pasar a través de las turbinas lo cual causa un aumento de la depredación (ICES, 2002; 2007). Se han realizado una serie de estudios hasta la fecha para evaluar la severidad de esta amenaza y los resultados indican que existe una gran variación en la tasa de mortalidad de las anguilas, dependiendo del régimen de flujo y el tipo de turbina utilizados, variando de 0% a 100% (ICES, 2002; Winter et al., 2006; Jansen et al., 2007; Calles et al., 2010; Pedersen et al. 2012; Piper et al., 2013; Buysse et al., 2014). Esto indica que existen opciones que podrían considerarse menos

perjudiciales para las anguilas, y que con pantallas y desviaciones apropiadas la mortalidad podría mantenerse a niveles muy bajos. Esto, sin embargo, no tiene en cuenta los efectos de la mortalidad subletal por las pantallas, turbinas y cambio de presión; que incluyen daños en la piel y/o aletas, “ojos saltones”, hemorragias internas, rotura de la vejiga natatoria y/u órganos internos, lesiones por aplastamiento y fracturas vertebrales (ICES, 2002; 2007). Claramente algunos o todos estos efectos podrían tener un impacto significativo en la habilidad de las anguilas plateadas para completar su migración reproductiva. Además, muchos ríos cuentan con instalaciones hidroeléctricas múltiples y secuenciales, y por tanto se ha de tener en cuenta el daño y la mortalidad acumulativas a la hora de controlar esta amenaza. Por ejemplo en el informe del Grupo de trabajo sobre anguilas ICES/EIFAC 2007 se presentó la hipótesis de que “si se considera 20% como una tasa de mortalidad media típica, la tasa de mortalidad total de la anguila plateada que migra río abajo tras pasar por cinco centrales hidroeléctricas alcanza un 70% aproximadamente”. En consecuencia la mortalidad por centrales hidroeléctricas es un problema que ha sido incluido en varios Planes de Gestión de Anguilas de la UE – ver sección 4.2.



Figura 6. Mortalidad de anguilas europeas al pasar a través de centrales hidroeléctricas (© Sustainable Eel Group)

3.5 Utilización nacional e internacional

Todas las etapas del ciclo biológico de *Anguilla anguilla* excepto los leptocéfalos – es decir, desde anguila vidriosa hasta anguila plateada – son explotadas en varios países del área de distribución de la anguila europea y comercializadas vivas para su consumo, para la acuicultura o para la repoblación de ríos/estuarios. Antes de 2011, la demanda de anguilas europeas provenía principalmente de los países de Asia del Este, en especial de Japón y China continental. La cría de anguilas para la acuicultura es responsable de más del 90% de toda la producción de estas especies a nivel mundial y se cree que puede haber llegado a una media de 280.000 toneladas al año desde 2007 (FAO, 2013). Al contrario que con la cría de muchas otras especies en cautividad, la reproducción artificial de la anguila europea nunca se ha logrado – se consiguió con la anguila japonesa, pero esta práctica todavía no es comercialmente viable – y por lo tanto se depende de anguilas juveniles o vidriosas silvestres capturadas en la naturaleza como stock inicial. Históricamente las granjas de anguilas en Asia Oriental utilizaban especies locales, sin embargo, hacia finales de los años 90, un declive en los stocks de anguila japonesa llevó a muchos a sustituirla por la anguila europea (Ringuet et al., 2002). En 2010 se impuso una prohibición a la exportación fuera de la UE debido a la preocupación por la disminución del reclutamiento y de los stocks de la anguila europea, lo que significó que no hubo más comercio legal hacia Asia Oriental.

Debido al hecho de que los datos de las aduanas no especifican especies concretas, sino que se refieren simplemente al género *Anguilla*, y que el comercio puede incluir anguilas frescas, congeladas y ahumadas/preparadas para el consumo, la cantidad real de anguila europea comercializada es relativamente desconocida. La importación de juveniles vivos de *Anguilla* (definidos como ‘alevines vivos’) declarados en las aduanas de Asia Oriental desde los países del área de distribución de la anguila europea hacia China continental, Taiwán, Corea, Japón y Hong Kong fluctuaron entre ~9 y 70 toneladas desde 2003 hasta 2010. En 2011 y 2012 las importaciones fueron de entre ~7 y ~5 toneladas respectivamente – estas cifras más bajas son el resultado de la prohibición impuesta por la UE desde finales de 2010 (V. Crook, *in litt.*).

Desde la inclusión de la anguila europea en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) en 2009 (ver sección 4.2) se ha obtenido información comercial específica a nivel de especie para la anguila europea. Desde 2009-2011, se ha declarado la exportación de más de 360 toneladas de anguilas vivas (incluyendo 20 toneladas de anguilas juveniles para piscifactorías) desde varios estados de distribución de la anguila europea. Durante estos tres años también se declaró la exportación de casi 30.000 toneladas de carne y cuerpos de *A. Anguilla* (principalmente desde piscifactorías en China continental), además de ~11,000 productos de cuero y ~13,000 pieles (en su mayoría desde México, pero originarios de Corea) (UNEP-WCMC, 2013). Desde diciembre de 2010 el comercio ilegal de anguilas europeas ha sido preocupante – las autoridades han incautado varios envíos de anguilas vidriosas europeas destinados a piscifactorías en Asia Oriental (Traffic, 2012).

La repoblación de cursos de agua con anguilas vidriosas, angulas o pequeñas anguilas amarillas con el objetivo de aumentar la fuga de anguilas plateadas al mar es una actividad clave y forma parte de varios Planes de Gestión de Anguilas nacionales de los estados miembros de la UE (ver sección 4.2). De hecho, el Reglamento (CE) 1100/2007 requiere que en todas las pescas de anguilas vidriosas/angulas (<12cm de longitud total) se retenga una parte de la captura destinada a la repoblación¹. Existe evidencia de que las anguilas repobladas sobreviven y se fugan al mar como anguilas plateadas y los investigadores trabajan actualmente para determinar si los individuos repoblados pueden migrar con éxito al mar de los Sargazos para reproducirse. Un estudio reciente de marcado indicó que las anguilas de una cuenca repoblada migran de manera similar a las poblaciones silvestres en Suecia (Westerberg et al., 2014). Sin embargo todavía existe un alto grado de incertidumbre sobre la eficacia de esta práctica. Estudios recientes (ICES, 2010; Pawson, 2012) sobre la contribución de la repoblación a la recuperación de la anguila europea afirman de manera inequívoca que existen grandes vacíos en el conocimiento relativo al crecimiento y condición, ratio sexual, comportamiento y migración de las anguilas repobladas que deberán tratarse antes de poder extraer cualquier tipo de conclusiones firmes (ICES, 2013a).

4. Estado de protección y necesidades

En el presente la anguila europea se encuentra categorizada como “En Peligro Crítico” en la Lista Roja de la UICN, lo cual indica que la población se encuentra en un estado muy desfavorable. Para ser incluida en esta categoría la evaluación estima que ha habido una disminución de >80% en el número de adultos maduros durante un periodo de tres

¹ En el año de introducción de los PGA (2010) se esperaba retener el 35% para la repoblación dentro de la UE y esta cifra debería aumentar hasta por lo menos el 60% hasta el 31 de Julio de 2013.

generaciones. Esto es especialmente difícil de determinar para una especie con un ciclo biológico tan complejo como el de la anguila europea, que además también presenta una variación geográfica y de dimorfismo sexual durante su ciclo vital. No obstante, la severidad de su inclusión en la lista está en línea con el lenguaje utilizado por los informes más recientes del WGEEL del ICES los cuales sugieren que el stock se encuentra “fuera de sus límites biológicos de seguridad” (ICES, 2006). Además de aparecer en la lista global de la UICN, *Anguilla anguilla* ha sido incluida como parte de varias evaluaciones de Lista Roja regionales y nacionales en Europa durante los últimos 10 años. La anguila europea se ha evaluado como “En Peligro Crítico” para toda Europa en conjunto (Freyhof y Brooks, 2011) así como en Suecia (Gärdenfors, 2005), Dinamarca (NERI, 2009), Francia (UICN, 2010) Noruega (Kålås et al. 2010) e Irlanda (King et al., 2011) y en estudios regionales en el Mar Báltico (HELCOM, 2013) y en el norte de Bélgica (Verreycken et al., 2013). De hecho la anguila europea mostró la tendencia de población más negativa entre todos los peces de agua dulce (-75%) en el informe de Bélgica (Verreycken et al., 2013). Una evaluación regional de la Lista Roja en el Norte de África categorizó *A. Anguilla* como “En Peligro”, indicando una disminución del 50-80% de los adultos maduros durante tres generaciones (Azeroual, 2010).

4.1 Estado de protección nacional

Como consecuencia de la legislación de la UE se han desarrollado Planes de Gestión de Anguilas (PGA) en los diferentes países, y como tales se discuten más abajo en la sección 4.2. La investigación indicaría que el desarrollo de esta legislación sustituyó a la legislación existente a nivel nacional (OSPAR, 2010) pero esto no es cierto en todos los casos – el sistema de reglamentación pesquera e información sobre capturas de Letonia ha sido adaptado de la legislación respectiva de la antigua URSS (ICES, 2013a). En algunos casos se implementó una legislación revisada para apoyar los PGA. En 2009 Reino Unido desarrolló una legislación nacional, un instrumento legislativo titulado “Reglamento para las anguilas (Inglaterra y Gales) 2009”. Este fue implementado el 15 de enero de 2010 y aplicado a varias actividades relacionadas con las anguilas, incluyendo: información sobre la captura y el comercio, repoblación, licencias para la pesca de anguilas, barreras y pasajes asociados, así como extracción de agua y exámenes asociados. La anguila europea es también una de las 32 especies de importancia de conservación seleccionadas con respecto a la designación de Zonas de Conservación Marina (ZCM) bajo la Ley de Acceso al mar y a las costas del Reino Unido. Tres de las 27 ZCM incluidas en el primer tramo para la designación – Blackwater, Crouch, Estuarios de Roach y Colne; Beachy Head West; y Paghham Harbour – incluyeron a la anguila europea como especie focal, entre los hábitats focales y otras especies. Hasta la fecha no se ha declarado todavía la gestión asociada de los ZCM.

4.2 Estado de protección internacional

Durante 2008 y 2009 se desarrollaron y se implementaron PGA en los estados miembros de la UE como requerido por el Reglamento (CE) 1100/2007 con el fin de “ofrecer protección, promocionar la recuperación de la anguila plateada y mejorar la gestión sostenible de esta especie”. El objetivo los PGA es “reducir la mortalidad de origen antropogénico para permitir, con una probabilidad alta, la fuga al mar de por lo menos el 40% de la biomasa de anguilas plateadas en relación con la mejor estimación de fuga al mar que habría tenido lugar si la influencia antropogénica no hubiera causado un impacto en el stock”. Los estados miembros son responsables de implementar medidas para lograr sus metas, y estas medidas pueden incluir, aunque no están limitadas a: reducir la pesca comercial y recreativa; realizar repoblaciones, mejorar los hábitats y hacer los ríos transitables, transportar las anguilas plateadas al mar, reducir la depredación y modificar el horario de las turbinas hidroeléctricas

para reducir la mortalidad. En 2013, ICES organizó un taller independiente a petición de la DG MARE de la UE para evaluar el progreso logrado con respecto a las metas de los PGA – “Taller sobre la evaluación del progreso de los Planes de Gestión de Anguilas” (WKEPEMP). La evaluación indicó que gran parte de las acciones de gestión en el área de distribución de la especie están relacionadas con la pesca comercial y recreativa, con otras acciones relativas a obstáculos (incluyendo estaciones hidroeléctricas y de bombeo), con la disponibilidad de hábitat, la repoblación y el control de depredadores (ICES, 2013b). Se precisó que “En la mayoría de las Unidades de Gestión² de la anguila, y dependiendo de las condiciones locales, se ha avanzado en la implementación de medidas específicas de gestión de la anguila para la pesca comercial y recreativa, la energía hidroeléctrica, estaciones de bombeo, obstáculos, repoblación, medidas sobre el hábitat y en algunos pocos casos control de predadores. Finalmente, se determinó que en la actualidad más del 50% de los 81 informes de progreso de los PGA en toda Europa no logran cumplir su meta de una fuga de biomasa de anguila plateada del 40% de acuerdo al Reglamento (CE) 1100/2007, sin embargo, de aquellos que no estaban cumpliendo con sus objetivos, el 50% estaban en vías de la consecución de sus objetivos en el futuro (ICES, 2013b)

Además de la legislación europea descrita más arriba, la especie fue incluida en el Apéndice II de CITES en 2007 debido a la preocupación por el impacto que el comercio internacional tenía sobre las poblaciones de anguila europea. Esto se hizo con ánimo de asegurar que todo el comercio de la especie fuera sostenible. La inclusión en el Apéndice II de CITES no prohíbe el comercio, sin embargo debe demostrarse que “*la exportación no será perjudicial para la supervivencia de la especie*”; esto se conoce como “extracción no perjudicial”. La inclusión en la lista entró en vigor en marzo de 2009, tras lo cual todas las Partes de la Convención estaban obligadas a emitir permisos para la exportación de la especie. Sin embargo en diciembre de 2010 la UE prohibió toda la importación y exportación de anguilas europeas vivas o procesadas desde y hacia la UE, ya que no se creía posible garantizar un comercio no perjudicial para la especie (Crook, 2011). No obstante esta especie todavía puede ser comercializada fuera de la UE desde los países no miembros de la UE, por ejemplo los países del Norte de África.

Finalmente con respecto a las políticas internacionales, en 2008 *A. anguilla* fue añadida a la lista de OSPAR de especies amenazadas y/o en declive en el Atlántico Noreste (OSPAR 2010).

4.3 Necesidades de protección adicionales

El estudio internacional sobre la población de anguilas recopilado en el informe del ICES WGEEL 2013 confirma “el estado crítico de la población; el prometedor aumento en el reclutamiento observado en los últimos dos años está situado en una perspectiva histórica, pero no puede generarse ninguna predicción ni llevarse a cabo una evaluación de las medidas de protección de la población implementadas”. Todavía es necesario mejorar la calidad y la consistencia en la presentación de los datos para mejorar “la evaluación de la población (a nivel local, nacional e internacional), la identificación y la cuantificación de los impactos (naturales y antropogénicos) y el desarrollo e implementación de medidas de gestión efectivas tanto a nivel local como internacional” (ICES, 2013a). Los PGA a nivel nacional son un excelente primer paso hacia la protección de las poblaciones de anguilas, aunque existen diferencias entre los estados del área de distribución en cuanto a cómo se han desarrollado los

² Dependiendo del Estado de Distribución, se han desarrollado PGAS para todo el país y/o por regiones/ cuencas de ríos. Como tal, cada PGA está relacionado a una “unidad de gestión de la anguila” por lo tanto su escala varía.

planes y evaluado los métodos de medida asociados. Para una especie con un área de distribución tan amplio, que a menudo incluye cursos de agua transfronterizos, esto ha resultado problemático. Además hay varios estados del área de distribución, principalmente fuera de Europa, que no cuentan con ningún tipo de gestión de anguilas.

A continuación se ofrece una lista de áreas de investigación y gestión que se han resaltado en el informe y en las referencias asociadas y que requieren una mejora para asegurar que la especie reciba una mejor protección y gestión. Esta lista no es de ningún modo exhaustiva.

- Ejecución y gestión de las normativas sobre pescas
- Restauración, mejora y protección de los hábitats de agua dulce – incluyendo la calidad del agua
- Protección transfronteriza
- Programas de seguimiento – en especial en el Norte de África y el Mediterráneo
- Evaluación de poblaciones
- Protección de áreas en lugares clave, p.ej. mar de los Sargazos
- Mitigación de barreras como diques e instalaciones hidroeléctricas para mejorar el tránsito río arriba y río abajo – incluyendo programas de recogida y transporte
- Evaluación de amenazas a nivel local, nacional e internacional
- Gestión de la extracción de agua, p.ej. control del consumo y reducción de la actividad de las turbinas hidroeléctricas durante la fuga de las anguilas plateadas
- Conocimiento de los beneficios y las limitaciones de los programas de repoblación

Con respecto a la propuesta de inclusión en la CMS, esto sería especialmente beneficioso en relación con una serie de estas necesidades. Como se afirma en la sección 4.2, >50% de los 81 PGA no cumplen el objetivo de fuga de anguilas plateadas de acuerdo al Reglamento (CE) 1100/2007, lo cual indica que se requiere más esfuerzo en el trabajo actual de mitigación y gestión. A pesar de esto, varios países del área de distribución de la anguila europea todavía tienen que desarrollar sus planes de gestión para la especie y esto podría ser potencialmente facilitado y fomentado mediante su inclusión en el Apéndice II. El conocimiento sobre las poblaciones del Norte de África es escaso comparado con otros estados del área de distribución y el desarrollo de programas de seguimiento y gestión está línea con los de otros estados del área de distribución.

Con carácter más fundamental, debido al ciclo biológico de la especie, hay una gran necesidad de colaboración transfronteriza en relación con los hábitats marinos y de agua dulce; en el presente existe poca coordinación y su desarrollo sería enormemente beneficioso para la especie. Como se indica en la sección 3.4, las barreras a la migración tienen el potencial de reducir el hábitat disponible para las anguilas y, en el caso de las centrales hidroeléctricas, reducir la fuga al mar debido a la mortalidad y a las heridas subletales. El desarrollo de colaboraciones en relación con los cursos de agua transfronterizos podría beneficiar enormemente la gestión de la migración tanto río arriba como río abajo.

4.4 Acciones cooperativas propuestas para discusión

- El ICES WKEPEMP precisa, con respecto a los PGAs de la UE, que “Esta evaluación posterior del informe de progreso del 2012 fue obstaculizada por la gran variedad de métodos utilizados para determinar los indicadores, algunos de los cuales fueron incomparables, y la confusas maneras en las cuales algunos datos fueron informados. Se debería hacer una estandarización y coordinación de la recopilación de datos, análisis y métodos de reporte.” (WKEPEMP 2013). ICES está actualmente tratando de abordar este tema, sin embargo se considera que sería enormemente beneficioso un

taller de intercambio de conocimiento para que los Estados de Distribución, que tengan o no PGAs, discutan de manera cooperativa, coordinen las actividades de conservación y de gestión y acuerden una colaboración futura.

- De hecho, debido a las migraciones transfronterizas de estas especies, ya sea en aguas salinas o dulces, se insta a los Estados de Distribución vecinos unos del otro, como parte de la costa contigua y/o el distrito de la cuenca hidrográfica, que discutan acciones cooperativas de manejo y de conservación.
- Debido a la naturaleza panmítica de estas especies, se ha redactado un MdE/Acuerdo/declaración de intención entre los estados involucrados para que reconozcan la importancia del Mar Sargazo tanto su área de reproducción como conservación y manejo de la región.

5. Países del área de distribución

País	Parte de la CMS
Albania	Sí
Argelia	Sí
Austria	Sí
Bielorrusia	Sí
Belgica	Sí
Bosnia-Herzegovina	No
Bulgaria	Sí
Croacia	Sí
Chipre	Sí
República Checa	Sí
Dinamarca	Sí
Egipto	Sí
Estonia	Sí
Finlandia	Sí
Francia	Sí
Georgia	Sí
Alemania	Sí
Grecia	Sí
Islandia	No
Irlanda	Sí
Israel	Sí
Italia	Sí
Letonia	Sí
Líbano	No
Libia	Sí
Lituania	Sí

País	Parte de la CMS
Luxemburgo	Sí
Macedonia, Antigua República Yugoslava de	Sí
Malta	Sí
Mauritania	Sí
Moldovia	Sí
Mónaco	Sí
Montenegro	Sí
Marruecos	Sí
Países Bajos	Sí
Noruega	Sí
Polonia	Sí
Portugal	Sí
Rumanía	Sí
Federación Rusa	No
Serbia	Sí
Eslovaquia	Sí
Eslovenia	Sí
España	Sí
Suecia	Sí
Suiza	Sí
República Árabe Siria	Sí
Túnez	Sí
Turquía	No
Ucrania	Sí
Reino Unido (incl. Gibraltar, Guernsey, Isle of Man y Jersey)	Sí

Área de la FAO

- 27. Atlántico – noreste
- 31. Atlántico – occidental central
- 34. Atlántico – oriental central
- 37. Mar Mediterráneo y Mar Negro

6. Comentarios de los países del área de distribución

Se añadirán

7. Agradecimientos

Los autores desean dar las gracias a Howard Roe, David Freestone y Kate Morrison por la oportunidad de recopilar este documento y por la financiación que facilitó el proceso. Reconocemos la aportación de documentos sin publicar de Vicki Crook, Anders Silfvergrip y Alan Walker que fueron utilizados como fuente de información para algunas secciones del documento. Zeb Hogan y Richard Skelton proporcionaron orientación útil para la redacción del texto.

8. Referencias

- Aarestrup, K., Økland, F., Hansen, M.M., Righton, D., Gargan, P., Castonguay, M., Bernatchez, L., Howey, P., Sparholt, H., Pedersen, M.I., and McKinley, R.S. (2009) Oceanic spawning migration of the European eel (*Anguilla anguilla*). *Science* **325**: 1660.
- Acou, A., Laffaille, P. and Legault, A. (2008) Migration pattern of silver eel (*Anguilla anguilla*, L.) in an obstructed river system. *Ecology of Freshwater Fish* **17**: 432-442.
- Albert, V. Jónsson, B. and Bernatchez, L. (2006) Natural hybrids in Atlantic eels (*Anguilla anguilla*, *A. rostrata*): evidence for successful reproduction and fluctuating abundance in space and time. *Molecular Ecology* **15**: 1903-1916.
- Arai, T. and Chino, N. (2012) Diverse migration strategy between freshwater and seawater habitats in the freshwater eel genus *Anguilla*. *Journal of Fish Biology* **81**: 442-455.
- Azeroual, A. (2010) *Anguilla anguilla* In: IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.1.
- Baruš, B., Moravec, F. and Prokeš, M. (1999) Anguillicolosis of the European eel (*Anguilla anguilla*) in the Czech Republic. *Czech Journal of Animal Science* **44**: 423-431.
- Béguier-Pon, M., Benchetrit, J., Castonguay, M., Campana, S.E., Stokesbury, M. J.W. and Dodson, J. J. (2012) Shark predation on migrating adult American eels (*Anguilla rostrata*) in the Gulf of St. Lawrence. *PLoS One* **7(10)** DOI: 10.1371
- Bonhommeau, S., Chassot E. and Rivot E. (2008a). Fluctuations in European eel (*Anguilla anguilla*) recruitment resulting from environmental changes in the Sargasso Sea. *Fisheries Oceanography* **17**: 32-44.
- Bonhommeau, S., Chassot, E., Planque, B., Rivot, E., Knap, A.H. and Le Pape, O. (2008b) Impact of climate on eel populations of the Northern Hemisphere. *Marine Ecology Progress Series* **373**: 71-80.
- Bonhommeau, S., Castonguay, M., Rivot, E., Sabatie, R. and Le Pape, O. (2010) The duration of migration of Atlantic *Anguilla* larvae. *Fish and Fisheries* **11**: 289-306.
- Buysse, D., Mouton, A. M., Stevens, M., Van den Neucker, T. and Coeck, J. (2014) Mortality of European eel after downstream migration through two types of pumping stations. *Fisheries Management and Ecology*, **21**: 13-21.
- Calles, O., Olsson, I.C., Comoglio, C., Kemp, P. S., Blunden, L., Schmitz, M. and Greenberg, L. A. (2010). APPLIED ISSUES: Size-dependent mortality of migratory silver eels at a hydropower plant, and implications for escapement to the sea. *Freshwater Biology* **55**: 2167-2180.
- Carpentier, A., Marion, L., Paillisson, J.-M., Acou, A. and Feunteun, E. (2009) Effects of commercial fishing and predation by cormorants on the *Anguilla anguilla* stock of a shallow eutrophic lake. *Journal of Fish Biology* **74**: 2132-2138.
- Castonguay, M. and McCleave, J. D. (1987) Vertical distributions, diel and ontogenic vertical migrations and net avoidance of leptocephali of *Anguilla* and other common species in the Sargasso Sea. *Journal of Plankton Research* **9**: 195-214.
- Crook, V. (2011) Trade in European Eels: Recent Developments under CITES and the EU Wildlife Trade Regulations. *TRAFFIC Bulletin* **23(2)**: 71-74.
- Crook, V. and Nakamura, M. (2013) Glass eels: Assessing supply chain and market impacts of a CITES listing on anguilla species. *TRAFFIC Bulletin* **25(1)**: 24-30.
- Daverat, F., Limberg, K. E., Thibault, I., Shiao, J. C., Dodson, J. J., Caron, F., Tzeng, W. N., Iizuka, Y. and Wickström, H. (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.

- Davey, A.J.H., and Jellyman, D.J. (2005) Sex determination in freshwater eels and management options for manipulation of sex. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* **15**: 37-52.
- De Charleroy, D., Grisez, L., Thomas, K., Belpaire, C. and Ollevier, F. (1990) The life cycle of *Anguillicola crassus*. *Diseases of Aquatic Organisms* **8**: 77-84.
- DEFRA (2010) Eel Management plans for the United Kingdom - Thames River Basin District.
- Dekker, W. (2003) Did lack of spawners cause the collapse of the European Eel, *Anguilla anguilla*? *Fisheries Management and Ecology* **10**: 365-376.
- Dekker, W. (2007) Coming to grips with the eel stock slip-sliding away. In: M. G. Schechter, W. W. Taylor, & N. J. Leonard, (ed.), *International governance of fisheries ecosystems: learning from the past, finding solutions for the future*. Bethesda, MD.
- Durif, C. M. F., van Ginneken, V., Dufour, S., Müller, T. and Elie, P. (2009) Seasonal evolution and individual differences in silvering eels from different locations. In: G. Van den Thillart, S. Dufour, and J.C. Rankin, (eds.), *Spawning migration of the European eel: Reproduction index, a useful tool for conservation management* pp. 13-38: Springer Netherlands.
- Durif, C.M.F., Gjørseter, J. and Vøllestad, L.A. (2011) Influence of oceanic factors on *Anguilla anguilla* (L.) over the twentieth century in coastal habitats of the Skagerrak, southern Norway. *Proceeding of the Royal Society B* **278**: 464-473.
- Durif, C.M.F., Browman, H.I., Skiftesvik, A.B., Vøllestad, L.A., Stockhausen, H.H. and Phillips J.B. (2013) Magnetic compass orientation in the European eel. *PLoS ONE* **8(3)**: e59212.
- Evans, D.W., Matthews, M.A. and McClintock, C.A. (2001) The spread of the eel swimbladder nematode *Anguillicola crassus* through the Erne system, Ireland. *Journal of Fish Biology* **59** 1416-1420.
- FAO (2013) Capture and Aquaculture Production (1950-2011) and Fisheries Commodities Production and Trade (1976-2009) datasets. FISHSTAT.
- Fazio, G., Sasal, P., Mouahid, G., Lecomte-Finiger, R. and Moné, H. (2012) Swimbladder nematodes (*Anguillicoloides crassus*) disturb silvering in European eels (*Anguilla anguilla*). *Journal of Parasitology* **98**: 695-705.
- Freyhof, J. and Brooks, E. (2011) European Red List of Freshwater Fishes. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Friedland, K.D., Miller, M. J. and Knights, B. (2007) Oceanic changes in the Sargasso Sea and declines in recruitment of the European eel. *ICES Journal of Marine Science* **64**:519–530.
- Froese, R. and Pauly, D. (eds.) (2005) *FishBase* version (11/2005) World Wide Web electronic publication.
- Gärdenfors, U. (ed.) (2005) The 2005 Red List of Swedish Species.
- Geeraerts, C. and Belpaire, C. (2010) The effects of contaminants in European eel: a review. *Ecotoxicology* **19**: 239–266
- Gollock, M.J., Kennedy C.R. and Brown, J.A. (2005) European eels, *Anguilla anguilla* (L.), infected with *Anguillicola crassus* exhibit a more pronounced stress response to severe hypoxia than uninfected eels. *Journal of Fish Diseases* **28**: 429–436.
- Gollock, M., Curnick, D. and Debney, A. (2011) Recent recruitment trends of juvenile eels in tributaries of the River Thames. *Hydrobiologia* **672**:33–37.
- Grassi, B. (1896) The reproduction and metamorphosis of the common eel (*Anguilla vulgaris*). *Proceedings of the Royal Society* **60**: 260-271.
- HELCOM (2013) HELCOM Red List of Baltic Sea species in danger of becoming extinct. *Baltic Sea Environmental Proceedings* **140**.
- Henderson, P.A., Plenty, S.J., Newton, L.C. and Bird, D.J. (2012) Evidence for a population collapse of European eel (*Anguilla anguilla*) in the Bristol Channel. *Journal for the Marine Biological Association of the UK* **92**: 843-851.
- ICES (2002) Report of the 2002 session of the Joint EIFAC/ICES Working Group on Eels.
- ICES (2006) Report of the 2006 session of the Joint EIFAC/ICES Working Group on Eels.
- ICES (2007) Report of the 2007 session of the Joint EIFAC/ICES Working Group on Eels.
- ICES (2008) Report of the 2008 session of the Joint EIFAC/ICES Working Group on Eels.
- ICES (2009) Report of the Study Group on Anguillid Eels in Saline Waters (SGAESAW).
- ICES (2010) Report of the 2010 session of the Joint EIFAC/ICES Working Group on Eels.
- ICES (2012) Report of the 2012 session of the Joint EIFAC/ICES Working Group on Eels.
- ICES (2013a) Report of the 2013 session of the Joint EIFAC/ICES Working Group on Eels.
- ICES (2013b) Report of the Workshop on Evaluation Progress Eel Management Plans (WKEPEMP).

- Inoue, J. G., Miya, M., Miller, M. J., Sado, T., Hanel, R., Hatooka, K., Aoyama, J., Minegishi, M., Nishida, M. and Tsukamoto, K. (2010) Deep-ocean origin of the freshwater eels. *Biology Letters* **6**: 363–366.
- Jansen, H. M., Winter, H. V., Bruijs, M. C. M. and Polman, H. J. G. (2007) Just go with the flow? Route selection and mortality during downstream migration of silver eels in relation to river discharge. *ICES Journal of Marine Science* **64**: 1437–1443.
- Kålås, J.A., Viken, Å., Henriksen, S. and Skjelseth, S. (eds.). (2010) The 2010 Norwegian Red List for Species. Norwegian Biodiversity Information Centre, Norway.
- King, J.L., Marnell, F., Kingston, N., Rosell, R., Boylan, P., Caffrey, J.M., FitzPatrick, Ú., Gargan, P.G., Kelly, F.L., O’Grady, M.F., Poole, R., Roche, W.K. and Cassidy, D. (2011) Ireland Red List No. 5: Amphibians, Reptiles & Freshwater Fish. National Parks and Wildlife Service, Department of Arts, Heritage and the Gaeltacht, Dublin, Ireland
- Kleckner, R.C. and McCleave, J.D. (1988) The northern limit of spawning by Atlantic eels (*Anguilla* spp.) in the Sargasso Sea in relation to thermal fronts and surface water masses. *Journal Marine Research* **46**: 647–667.
- Kettle, A.J., Vøllestad, L.A. and Wibig, J. (2011) Where once the eel and the elephant were together: decline of the European eel because of changing hydrology in southwest Europe and northwest Africa? *Fish and Fisheries* **12**: 380–411.
- McCleave, J.D. (1993) Physical and behavioral controls on the oceanic distribution and migration of leptocephali. *Journal of Fish Biology* **43**: 243–273.
- McCleave, J. D., Kleckner, R. C. and Castonguay M. (1987) Reproductive sympatry of American and European eels and implications for migration and taxonomy. *American Fisheries Society Symposium* **1**: 286–297.
- Miller, M.J. and McCleave J.D. (1994) Species assemblages of leptocephali in the subtropical convergence zone of the Sargasso Sea. *Journal of Marine Research* **52**: 743–772.
- Miller, M. J., Kimura, S., Friedland, K. D., Knights, B., Kim, H., Jellyman, D. J. and Tsukamoto, K. (2009) Review of ocean-atmospheric factors in the Atlantic and Pacific oceans influencing spawning and recruitment of anguillid eels. Pages 231–249 In: Haro, A. J., Smith, K. L., Rulifson, R. A., Moffitt, C. M., Klauda, R. J., Dadswell, M. J., Cunjak, R. A., Cooper, J. E., Beal, K. L. and Avery, T. S. editors. Challenges for Diadromous Fishes in a Dynamic Global Environment. American Fisheries Society Symposium **69**, Bethesda Maryland.
- Moravec, F. (1992) Spreading of the nematode *Anguillicola crassus* (Dranunculoidea) among the eel populations in Europe. *Folia Parasitologica* **39**: 247–248.
- Moriarty, C. (1986) Riverine migration of young eels *Anguilla anguilla* (L.). *Fisheries Research* **4**: 43–58.
- Moriarty, C. and Dekker, W. (1997) Management of the European eel. *Irish Fisheries Bulletin* **15**: 1–110.
- NERI (2009) Atlas over danske ferskvandsfisk, (http://www2.dmu.dk/1_Om_DMU/2_Tvaer-funk/3_fdc_bio/projekter/redlist/data_en.asp?ID=8495&gruppeID=12)
- Obermiller, L.E. and Pfeiler, E. (2003) Phylogenetic relationships of elopomorph fishes inferred from mitochondrial ribosomal DNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution* **26**: 202–214
- OSPAR (2010) Background Document for European eel *Anguilla anguilla*. OSPAR Commission.
- Otake, T., Nogami, K. and Maruyama K. (1993) Dissolved and particulate organic matter as possible food sources for eel leptocephali. *Marine Ecology Progress Series* **92**: 27–34.
- Otake, T., Inagaki, T., Hasumoto, H., Mochioka, N. and Tsukamoto, K. (1998) Diel vertical distribution of *Anguilla japonica* leptocephali. *Ichthyology Research* **45**: 208–211.
- Pacariz, S., Westerberg, H. and Björk, G. (2014) Climate change and passive transport of European eel larvae. *Ecology of Freshwater Fish* **23**: 86–94
- Palstra, A. P., van Ginneken, V. J. T., Murk, A. J. and van den Thillart, G. (2006) Are dioxin-like contaminants responsible for the eel (*Anguilla anguilla*) drama? *Naturwissenschaften* **93**: 145–148.
- Palstra, A. P., Heppener, D. F. M., van Ginneken, V. J. T., Szekely, C. and van den Thillart, G. E. E. J. M. (2007) Swimming performance of silver eels is severely impaired by the swim-bladder parasite *Anguillicola crassus*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **352**: 244–256.
- Pankhurst, N.W. and Sorensen, P.W. (1984) Degeneration of the alimentary tract in sexually maturing European *Anguilla anguilla* (L.) and American eels *Anguilla rostrata* (LeSueur). *Canadian Journal of Zoology* **62**: 1143–1149.
- Pawson, M. (2012) Does translocation and restocking confer any benefit to the European eel population? Sustainable Eel Group - SEG.

- Pedersen, M. I., Jepsen, N., Aarestrup, K., Koed, A., Pedersen, S. and Økland, F. (2012) Loss of European silver eel passing a hydropower station. *Journal of Applied Ichthyology* **28**: 189–193.
- Piper, A. T., Wright, R. M., Walker, A. M. and Kemp, P. S. (2013) Escapement, route choice, barrier passage and entrainment of seaward migrating European eel, *Anguilla anguilla*, within a highly regulated lowland river. *Ecological Engineering* **57**: 88–96.
- Robinet, T. and Feunteun, E. (2002) Sublethal effects of exposure to chemical compounds: a cause for the decline in Atlantic eels? *Ecotoxicology* **11**: 265–277.
- Ringuet, S., Muto, F. and Raymakers, C. (2002) Eels: Their harvest and trade in Europe and Asia. *TRAFFIC Bulletin* **19**: 1–26.
- Schmidt, J. (1922) The breeding places of the eel. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B* **211**: 179–208.
- Silvfergrip, A. (2009) CITES Identification Guide to the Freshwater eels (Anguillidae).
- Svedäng, H. (1999) Vital population statistics of the exploited eel stock on the Swedish west coast. *Fisheries Research* **40**: 251–265.
- Svedäng, H. and Wickström, H. (1997) Low fat contents in female silver eels: indications of insufficient energetic stores for migration and gonadal development. *Journal of Fish Biology* **50**: 475–486.
- Svedäng, H., Neuman, E. and Wickström H. (1996) Maturation patterns in female European eel: age and size at the silver eel stage. *Journal of Fish Biology* **48**:342–351.
- Tabouret, H., Bareille, G., Claverie, F., Pécheyrans, C., Prouzet, P. and Donard, O.F.X. (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
- Teng, H.-Y., Lin, Y.-S., and Tzeng, C.S. (2009) A new *Anguilla* species and a re-analysis of the phylogeny of freshwater eels. *Zoological Studies* **48**: 808–822.
- Tesch, F.W. (1977) *The Eel—Biology and Management of anguillid eels*. Chapman and Hall: London.
- Todd, P.R. (1981) Timing and periodicity of migrating New Zealand freshwater eels (*Anguilla* spp.). *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* **15**: 225–235.
- Todd, C.D., Hughes, S.L., Marshall, C.T, Maclean, J.C., Longeran, M.E. and Biuw, E.M. (2008) Detrimental effects of recent ocean surface warming on growth condition of Atlantic salmon. *Global Change Biology* **14**: 958–970.
- Traffic (2012) Overview of important international seizures in the European Union. *Briefing prepared by TRAFFIC for the European Commission*.
- Tsukamoto, K., Aoyama, J. and Miller, M.J. (2002) Migration, speciation, and the evolution of diadromy in anguillid eels. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **59**: 1989–1998.
- UICN France, MNHN, SFI and ONEMA (2010) La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Poissons d'eau douce de France métropolitaine. Paris, France.
- UNEP - WCMC. (2013) UNEP-WCMC Species Database: CITES-Listed Species. Available at: <http://www.unep-wcmc-apps.org>.
- Van Der Meer, M. (2012) Eels Over the Dykes: Trap and Transport of Silver Eels in the Netherlands. DUPAN/SEG.
- van Ginneken, V.J.T. and van den Thillart, G.E.E.J.M. (2000) Eel fat stores are enough to reach the Sargasso. *Nature* **403**: 156–157.
- van Ginneken, V.J. T. and Maes, G.E. (2005) The European eel (*Anguilla anguilla*, Linnaeus), its Lifecycle, Evolution and Reproduction: A Literature Review. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* **15**: 367–398.
- van Ginneken, V., Antonissen, E., Müller, U.K., Booms, R., Eding, E., Verreth, J. and van den Thillart, G. (2005) Eel migration to the Sargasso: remarkably high swimming efficiency and low energy costs. *Journal of Experimental Biology*. **208**: 1329–1335.
- Verreycken, H., Belpaire, C., Van Thuyne, G., Breine, J., Buysse, D., Coeck, J., Mouton, A., Stevens, M., Van den Neucker, T., De Bruyn, L. and Maes, D. (2013) IUCN Red List of freshwater fishes and lampreys in Flanders (north Belgium). *Fisheries Management and Ecology* **21**: 122–132.
- Wahlberg, M., Westerberg, H., Aarestrup, K., Feunteun, E., Gargan, P. and Righton, D. (2014) Evidence of marine mammal predation of the European eel (*Anguilla anguilla* L.) on its marine migration. *Deep-Sea Research I: Oceanographic Research Papers* **86**: 32–38

- Westerberg, H., Sjöberg, N.B., Lagenfelt, I., Aarestrup, K., and Righton, D. (2014). Behaviour of stocked and naturally recruited European eels during migration. *Marine Ecology Progress Series* **496**: 145-157.
- Winter, H.V., Jansen, H.M. and Bruijs, M.C.M., (2006) Assessing the impact of hydropower and fisheries on downstream migrating silver eel, *Anguilla anguilla*, by telemetry in the River Meuse. *Ecology of Freshwater Fish* **15**: 221–228.
- Würtz, J. and Taraschewski, H. (2000) Histopathological changes in the swimbladder wall of the European eel *Anguilla anguilla* due to infections with *Anguillicola crassus*. *Diseases of Aquatic Organisms* **39**: 121-134.
- Zenimoto, K., Sasai, Y., Sasaki, H. and Kimura, S. (2011) Estimation of larval duration in *Anguilla* spp., based on cohort analysis, otolith microstructure, and Lagrangian simulations. *Marine Ecology Progress Series* **438**: 219-228.