



Facultad de Veterinaria
Universidad Zaragoza



Trabajo Fin de Grado en Veterinaria

La conservación del galápago europeo (*Emys orbicularis*)

The conservation of the European pond turtle (*Emys orbicularis*)

Autor/es

Daniel González Martín

Director/es

Alberto Higinio Cortés Cebrián

Facultad de
Veterinaria

2018



Índice

1. Resumen.....	1
1.1. Abstract.....	1
2. Introducción	2
3. Justificación y objetivos.....	3
4. Metodología	4
5. Resultados y discusión.....	4
5.1. Situación actual	4
5.1.1. Morfología	4
5.1.2. Taxonomía y distribución	5
5.1.3. Alimentación	7
5.1.4. Reproducción.....	8
5.1.5. Peligros para la especie	9
5.1.6. Estado de conservación.....	11
5.2. Galápagos exóticos invasores	12
5.2.1. Introducción	12
5.2.2. Comercialización.....	14
5.2.3. Métodos de control y erradicación	15
5.2.4. Ejemplo de programa de control y erradicación	16
5.3. Patologías.....	17
5.3.1. Agentes parasitarios.....	17
5.3.2. Agentes bacterianos	18
5.3.3. Enfermedades emergentes	20
5.3.4. Patologías más frecuentes en cautividad	21
5.4. Proyecto de conservación del galápagos europeo en el Galacho de Juslibol... 24	24
5.4.1. Introducción	24
5.4.2. Programa de cría en cautividad.....	25
5.4.3. Instalaciones de Juslibol	27
5.4.4. Programa de educación.....	27
6. Conclusiones	28
6.1. Conclusions.....	29
7. Valoración personal	30
8. Bibliografía	31



1. Resumen

El galápago europeo (*Emys orbicularis*) se encuentra catalogado como “Casi amenazado” en la lista roja de especies amenazadas de la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). En España, se encuentra incluida en el Atlas y Libro Rojo de los anfibios y reptiles, en la categoría de “en estado vulnerable” (Pleguezuelos, Márquez y Lizana, 2002). No obstante, ambas clasificaciones están pendientes de actualización debido a la constante regresión de sus poblaciones a nivel global (Tortoise & Freshwater Turtle Specialist Group, 2016). Los mayores peligros para la especie son la destrucción y fragmentación de su hábitat, junto con la introducción de especies exóticas invasoras (tanto de quelonios, como de peces e invertebrados) (Ayres *et al.*, 2013). A la hora de abordar la conservación de una especie tan ampliamente distribuida como es el caso de *Emys orbicularis*, la colaboración entre todas las partes ha de ser total ya que implica medidas a nivel global. Un programa ambicioso para la conservación del galápago europeo (*Emys orbicularis*) debe incluir: un profundo conocimiento de la especie y su situación actual, cría en cautividad de la especie, soluciones a los problemas que han causado su regresión y posibles peligros potenciales del futuro, y una constante evaluación de la eficacia del programa. Varios programas realizados hasta la fecha han demostrado ser eficaces, como por ejemplo “LIFE Trachemys” (Valencia), “EMYS GREFA” (Madrid) y “LIFE Potamo Fauna” (Cataluña), y en este trabajo se plasmará como ejemplo el que se está llevando a cabo en la actualidad en la provincia de Zaragoza.

Palabras clave: *Emys orbicularis*, galápago europeo, conservación, *Trachemys scripta*, Zaragoza.

1.1. Abstract

The European pond turtle (*Emys orbicularis*) is listed as “Near Threatened” in the IUCN’s red list of threatened species (International Union for Conservation of Nature). In Spain, it is included in the Red book and Atlas of amphibians and reptiles, with the status of “Vulnerable” (Pleguezuelos, Márquez y Lizana, 2002). However, both classifications are required to be updated due to the global population reduction suffered lately (Tortoise & Freshwater Turtle Specialist Group, 2016). The major concerns for this species are habitat destruction and fragmentation, together with the introduction of invasive alien species (not only of turtles, but also fishes and invertebrates) (Ayres *et al.*, 2013). When it comes to dealing with the conservation of a species so widely distributed as *Emys orbicularis*, collaboration between all partners has to be total as global actions have to be carried out. An ambitious program for the conservation of the European pond turtle (*Emys orbicularis*) should include: a deep knowledge and understanding of the species and its situation, captive breeding of the species, solutions to the problems that have caused the population reduction and potential threats in the future, and

a constant evaluation of the efficacy of the program. To date, several programs have proved to be successful, say: “LIFE Trachemys” (Valencia), “EMYS GREFA” (Madrid) and “LIFE Potamo Fauna” (Catalonia). Here Zaragoza’s project will be captured as an example of a project that is being carried out nowadays.

Keywords: *Emys orbicularis*, European pond turtle, conservation, *Trachemys scripta*, Zaragoza.

2. Introducción

El galápago europeo (*Emys orbicularis*) (Figuras 1 y 2) es una de las tres especies de galápago que podemos encontrar actualmente ampliamente distribuida en la península ibérica. Junto con el galápago leproso (*Mauremys leprosa*) forman la población de tortugas semi-acuáticas autóctonas de España. La tercera especie que se encuentra distribuida por toda la península, sin embargo, se trata de una especie exótica invasora, el galápago de Florida (*Trachemys scripta*).



Figura 1. Ejemplar adulto de *Emys orbicularis*.
(Ruiz Ara, 2012)



Figura 2. Cría recién eclosionada.
(Grefa, 2013)

A pesar de la amplia distribución del galápago europeo, incluyendo tres continentes (Rhodin *et al.*, 2017), la fragmentación de su hábitat imposibilita la interacción entre poblaciones quedando de esta manera aisladas y formándose cuellos de botella que inevitablemente acabarán en su desaparición. En España, se encuentra en estado "Vulnerable" (Pleguezuelos, Márquez y Lizana, 2002) habiendo sufrido un drástico descenso poblacional durante las últimas décadas, llegando a estar catalogado como “En peligro de extinción” en algunas comunidades autónomas (Decreto 18/1992). Se trata de una especie muy sensible a la contaminación que sirve de indicador del estado en el que se encuentra el ecosistema, lo cual se denomina especie “paraguas”. Necesita masas de agua limpias, bien conservadas y con abundante vegetación, por lo que mediante la protección de esta especie, se protege a su vez multitud de otras especies animales y vegetales (GREFA, 2013). El acusado descenso poblacional se puede relacionar principalmente con dos motivos; la degradación y pérdida de hábitats, y la introducción de especies exóticas invasoras (Ayres *et al.*, 2013). Por lo que los esfuerzos de conservación del galápago europeo deben centrarse en gran medida en solucionar dichas problemáticas junto con un reforzamiento poblacional para compensar el daño infringido a las poblaciones silvestres. Para lograr el objetivo de conservar esta especie, los programas de conservación deben incluir además un profundo



conocimiento de la especie, la concienciación de la población, el seguimiento de las poblaciones autóctonas y la regulación del comercio de quelonios.

Por otro lado, las especies exóticas de quelonios, principalmente americanos, han sido importadas durante mucho tiempo de manera masiva y como consecuencia de su liberación llevan décadas perjudicando a los galápagos autóctonos causándoles graves efectos negativos, no solo por la competitividad interespecífica que suponen, sino que también mediante la introducción de enfermedades emergentes y depredación de fauna autóctona.

Hace unos años se vio que la situación era tan grave que se decidió tomar medidas a nivel europeo que involucrasen a todos sus estados miembros y les hiciesen trabajar de manera conjunta. De esta manera, se crearon los programas de conservación que se están llevando a cabo hoy en día para recuperar las poblaciones locales de galápagos europeos.

3. Justificación y objetivos

El galápagos europeo se trata de una especie paraguas, lo que significa que mediante su conservación se protegen de forma indirecta muchas otras especies de fauna y flora que componen la comunidad de su hábitat. Es una especie que nos indica el estado de salud del ecosistema y de esta manera, la conservación de esta especie adquiere un valor añadido al propio de la especie. Durante las últimas décadas, el número de ejemplares silvestres ha disminuido progresivamente, con una reducción estimada que supera el 60%, pasando de ser una especie relativamente fácil de encontrar, a ser citada de manera puntual en enclaves aislados. Esto nos indica la gran pérdida de biodiversidad sufrida debida en gran parte a la degradación del hábitat. Por lo tanto, a la hora de plantearnos la conservación del galápagos europeo es de gran importancia el abordaje de este aspecto. Debido a la reducida capacidad de recuperación que posee la especie, para una satisfactoria y duradera conservación también se deberá realizar principalmente, un fuerte reforzamiento poblacional (para lo que deberemos conocer muy bien la especie) y un control exhaustivo con el que lograr erradicar las especies exóticas invasoras.

Durante la realización de este Trabajo de Fin de Grado en Veterinaria y tras realizar prácticas voluntarias en el Nuevo Acuario de Zaragoza, entidad en la cual se está llevando a cabo un proyecto de conservación de la especie desde 2016, la experiencia me ha permitido conocer el tema de primera mano y en gran profundidad. El poder ver la totalidad del proyecto *in situ* junto con la elaboración de las tareas necesarias, actividades y resto de quehaceres ha aportado gran dinamismo al proyecto y amplio conocimiento de la materia.

Los objetivos principales de este trabajo sobre la conservación del galápagos europeo son:

- Plasmar la situación actual de la especie en libertad y relacionarla con los motivos que la han generado, ahondando en el conocimiento de la especie.

- Exponer las consecuencias y soluciones a la introducción de animales exóticos en medios alóctonos y como puede desencadenar la aparición de enfermedades emergentes en las poblaciones autóctonas.
- Aprender acerca de las patologías más frecuentes de los galápagos en cautividad y silvestres.
- Representar un programa de conservación y cría en cautividad, conocer en qué consiste exactamente y explicar sus etapas.

4. Metodología

La metodología seguida para la realización de este trabajo se ha basado principalmente en una exhaustiva revisión bibliográfica y en la experiencia *in situ* del programa de conservación del galápago europeo que se está llevando a cabo en el Nuevo Acuario de Zaragoza.

La amplia información obtenida ha provenido fundamentalmente de bases de datos científicas (ResearchGate, PubMed y Scholar Google), revistas científicas (Reptilia, Amphibia-Reptilia, Boletín de la Asociación Herpetológica Española, etc.) y experiencias de varios lugares (Nuevo Acuario de Zaragoza, Centro de Recuperación de Anfibios y Reptiles de Cataluña y Centro de Recuperación de Fauna Silvestre de La Alfranca, principalmente). De manera complementaria también se ha obtenido información valiosa proveniente de libros (de la biblioteca de facultad de veterinaria de la Universidad de Zaragoza y propios), una profunda investigación de internet, apuntes de la carrera, un curso de formación realizado de reptiles en el CRARC y de las prácticas realizadas en el Acuario de Zaragoza.

En cuanto a la experiencia *in situ* del Nuevo Acuario de Zaragoza ha sido durante la realización de prácticas voluntarias universitarias durante el quinto curso de Veterinaria desde febrero de 2018 a junio de 2018, con una duración aproximada de 400 horas.

Todo ello ha tenido el objetivo de lograr una información exhaustiva, relevante y veraz. El método de citación empleado ha sido el del estilo "Harvard".

5. Resultados y discusión

5.1. Situación actual

5.1.1. Morfología

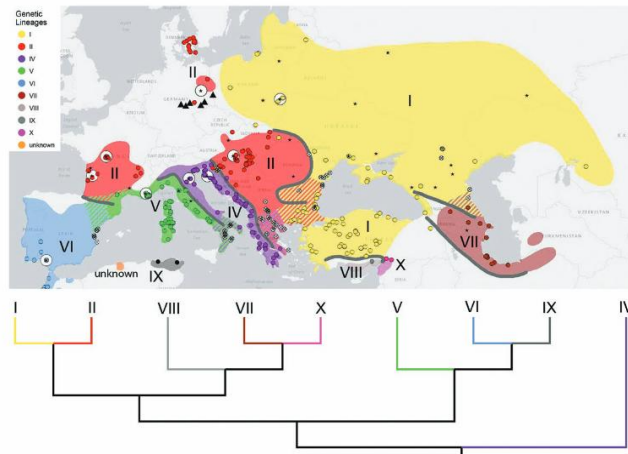
Los galápagos europeos (*Emys orbicularis*) adultos miden de media entre 10 y 23 cm (Joos *et al.*, 2017). El caparazón tiene forma ovoide y es algo más ancho en el tercio posterior. Se caracterizan por poseer un punteado amarillo brillante o dorado sobre su escamosa piel negra, marrón o verde oliva (Levine, 1993). El cual la mayoría de veces se extiende al espaldar en forma de punteado o de diseño radial en cada escudo. Entre las subespecies varían ligeramente las coloraciones, tamaños y patrones (Uetz y Hošek, 2018), llegando algunas poblaciones a carecer

prácticamente de dichas manchas amarillas y ser en su totalidad negras. Presentan dimorfismo sexual (aunque depende en gran medida de la subespecie), siendo la tendencia que las hembras sean más grandes que los machos para poder albergar los huevos en su cavidad celómica. A su vez, las subespecies pertenecientes a latitudes más altas también son más grandes (Ernst, Altenburg y Barbour, 2006), cumpliendo así la regla de Bergmann. Esta regla, sin embargo, solo la cumplen las hembras. Es probable que el mayor tamaño les ayude a conservar mejor el calor en las regiones frías suponiendo una ventaja durante la ovogénesis (Joos *et al.*, 2017). A los machos, su menor tamaño les beneficiaría para una termorregulación más rápida. Estos, tienen el plastrón algo cóncavo para facilitar la cópula, mientras que en las hembras es plano o incluso convexo. En los machos la cola es más larga y gruesa en la base, donde albergan los hemipenes, y la cloaca sobrepasa el borde caudal del espaldar. En las hembras, por otro lado, la cloaca está más cercana al cuerpo y no sobrepasa dicho borde. Este dimorfismo suele ser visible a partir de los 5 años, edad a la que maduran sexualmente. La esperanza de vida media es de entre 40 y 60 años, siendo el máximo observado en cautividad de unos 120 años (Castanet, 1994). La forma y el color del caparazón cambian con la edad. Las crías eclosionan con el caparazón redondeado y los escudos dorsales rugosos con salientes óseos en forma de quillas. Con la edad, los escudos dorsales se vuelven más suaves, las quillas desaparecen y las estriaciones o el punteado amarillo se hacen más visibles. Poseen extremidades palmeadas y la cola de las crías llega a medir tanto como el caparazón. Además, los galápagos europeos tienen un plastrón articulado y algo flexible unido al caparazón mediante ligamentos. (Feldman y Parham, 2002).

5.1.2. Taxonomía y distribución

Los galápagos europeos (especie *Emys orbicularis*) pertenecen a la clase Saurópsida, subclase Anápsida (cráneo compacto), orden Chelonia (tortugas o quelonios), suborden Cryptodira (esconden el cuello recto) y familia Emydidae. Tras analizar el ADN mitocondrial, más concretamente, el gen mitocondrial del citocromo b (cyt b), se ha visto que pertenecen al género *Emys*, el cual se compone de dos especies (*Emys orbicularis* y *Emys trinacris*). *Emys orbicularis* a su vez se compone de ocho subespecies (pertenecientes a nueve linajes mitocondriales), de las cuales en España podemos encontrar las tres primeras: *E. o. fritzjuergenobsti*, *E. o. orbicularis*, *E. o. galloitalica*, *E. o. eiselti*, *E. o. hellenica*, *E. o. ingauna*, *E. o. occidentalis* y *E. o. pérsica*. (Uetz y Hošek, 2018). Su distribución abarca el Norte de África; Europa central, del Sur y del Este; Asia central y occidental; y Oriente Medio hasta el mar Caspio (Rhodin *et al.*, 2017). (Figura 3). Con el estudio genético se pudo comprobar que en las regiones del Sur de su distribución había una diversidad genética mucho mayor que es las regiones del Norte. Esta gran variedad de diferentes subespecies y haplotipos se debe a que es donde la especie se refugió durante la glaciación del Pleistoceno. Con el posterior calentamiento (Holoceno), las regiones norteñas europeas y

asiáticas se lograron recolonizar desde los pocos refugios que persistían en los Balcanes y en el norte del Mar Negro/Norte del Cáucaso, haciendo que las pocas subespecies presentes en dichas zonas se propagasen hacia el Norte, con la baja variabilidad resultante. (Fritz et al., 2007).



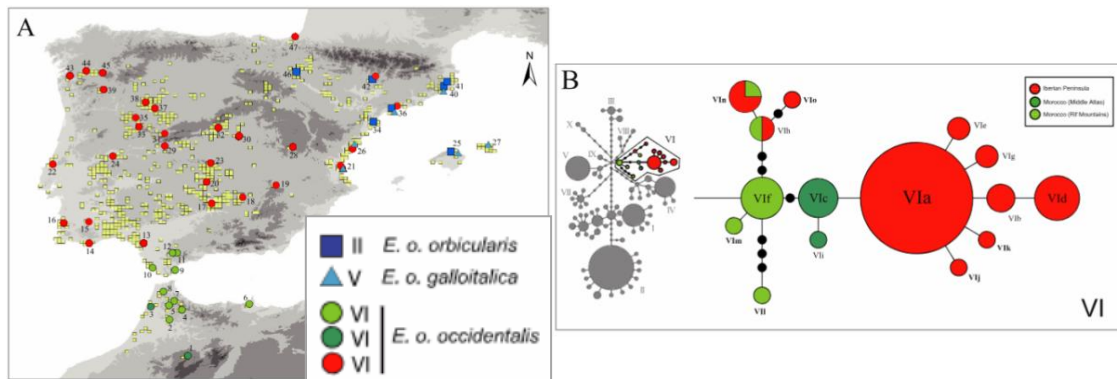
- I y II: *E. o. orbicularis*
- III: *Emys trinacris*
- IV: *E. o. hellenica*
- V: *E. o. galloitalica*
- (VI: *E. o. fritzjuergenobsti*)
- VII: *E. o. pérsica*
- VIII: *E. o. ingauna*
- (IX: *E. o. occidentalis*)
- X: *E. o. eiselti*

Figura 3. Distribución actual de *Emys orbicularis* relacionada con los linajes mitocondriales (en números romanos) y las subespecies correspondientes (Joos et al., 2017).

En España se encuentran *Emys orbicularis fritzjuergenobsti*, *E. o. galloitalica* y *E. o. orbicularis*. La subespecie endémica de la península ibérica es *Emys orbicularis fritzjuergenobsti* (linaje mitocondrial VI). Esta subespecie, además, también se encuentra en el Norte de África (en Marruecos concretamente). (Stuckas et al., 2014). La subespecie *Emys orbicularis galloitalica* (linaje mitocondrial V) se distribuye por el Este peninsular y no se considera endémica. Lo mismo sucede con *Emys orbicularis orbicularis* (linaje mitocondrial II), la cual se distribuye por el Noreste peninsular (Figura 4). A pesar de ello, ambas están naturalizadas ya que se encuentran debido a una recolonización post-glacial. Recolonizaron la península desde las poblaciones de Europa del Este por ambos lados de los Pirineos. También se pueden encontrar en las Islas Baleares por introducción humana durante la época de los romanos. (Joos et al., 2017).

La nueva tendencia es que *E. o. fritzjuergenobsti* se incluya en *E. o. occidentalis*, y que la que antes era *E. o. occidentalis* se deje sin clasificar a falta de un mayor estudio morfológico (aunque este cambio todavía no está reconocido oficialmente). Al principio se pensaba que la subespecie española y la norteafricana eran diferentes, pero con el estudio genético se vio que procedían del mismo linaje mitocondrial. Por lo que a la especie norteafricana se la englobó dentro de la peninsular pensando que habían colonizado el continente africano desde el continente europeo. Tras años de separación se habrían diferenciado en dos subespecies diferentes. Una en la península ibérica y Marruecos (*E. o. fritzjuergenobsti*) y la otra (*E. o. occidentalis*) en Argelia, Túnez y Armenia. (Velo-Antón et al., 2010). Posteriormente se vio que no fue así, sino que se comprobó que recolonizaron (ya fuese naturalmente o mediante el hombre) el continente europeo desde el africano, por lo que de acuerdo con el “principio de la primera reseña” (ICZN 1999: Artículo 24.2) la subespecie *E. o. fritzjuergenobsti* tendría que pasar a llamarse *E. o.*

occidentalis ya que la segunda se registró antes y la primera pertenecería a ella originariamente. (Stuckas *et al.*, 2014). Esto se pudo comprobar al ver que los ejemplares marroquíes tenían una diversidad genética mucho mayor a la de los peninsulares y que los haplotipos de estos eran derivados de los encontrados en Marruecos (Figura 5) (Velo-Antón *et al.*, 2015). Demostraron así que tan solo algunas poblaciones lograrían cruzar el Estrecho de Gibraltar, quedándose los haplotipos originarios en el continente africano. De esta manera, se vio que el estrecho no fue una barrera biogeográfica para la especie, ya que habría tenido que cruzarlo mínimo dos veces. Durante el Pleistoceno los 15 km que separan ambos continentes hoy en día eran tan solo 5 km. (Velo-Antón y Pinya Fernández, 2015). A falta de un profundo estudio morfológico, las poblaciones encontradas en el Noreste del continente africano (Argelia, Túnez y Armenia) pertenecientes al linaje mitocondrial IX seguirán estudiándose para poder determinarlas correctamente. (Rhodin *et al.*, 2017).



Figuras 4 (A) y 5 (B). (A) Localización en la península de las tres subespecies encontradas y la distribución de la especie (cuadrillos amarillos). (B) Demuestra que los haplotipos peninsulares (rojos) proceden de los norteafricanos (verdes). (Velo-Antón *et al.*, 2015).

En el valle del Ebro las poblaciones se encuentran muy localizadas. Mayoritariamente se concentran en los alrededores de Tudela, río Aragón y río Gállego. En todo el valle del Ebro únicamente se han encontrado 28 poblaciones permanentes, aunque de baja densidad. En la mayoría de estos ambientes, se observa como la especie selecciona carrizales ubicados en aguas someras y en calma con fondos limosos o de tierra. (Valdeón y Longares, 2016).

5.1.3. Alimentación

Hasta hace poco se pensaba que eran animales estrictamente carnívoros. Sin embargo, ahora hay unanimidad en pensar que son animales omnívoros. Esta especie se alimenta principalmente de peces, anfibios, renacuajos, gusanos, moluscos, crustáceos, insectos acuáticos y otros artrópodos. (Ernst, Altenburg y Barbour, 2006). También se ha comprobado que es una especie oportunista la cual aprovecha cualquier resto de carroña. Cabe destacar, que se ha observado que ejemplares adultos incorporan material vegetal a la dieta. Cuando se vio en los análisis coprológicos se pensó que se debía a ingestas accidentales pero finalmente se vio que esto no era así. Según parece, la dieta adulta comienza siendo carnívora estricta pasando a ser más



omnívora en función de la edad. También se ha visto que el consumo de material vegetal aumenta después de la época de reproducción ya que las necesidades energéticas son menores (Ficetola y De Bernardi, 2006). El cambio en la dieta puede deberse también al periodo de estivación que realizan en verano ya que necesitan alimentos menos energéticos. Las bajas necesidades energéticas y su estado de metabolismo reducido favorecerían el consumo de alimentos con baja concentración energética pero fáciles de obtener, concordando con la teoría de la óptima búsqueda de alimento. (Mac Arthur y Pianca, 1966). Debido al alto número de semillas encontradas de nenúfar blanco (*Nymphaea alba*) en los análisis coprológicos de poblaciones del Noroeste de España, parece claro que no se trata de consumo accidental, sino que se trataría de un consumo selectivo adaptativo muy interesante. Este consumo de frutos de nenúfar, entre otros, convertiría a la especie en omnívora (Ayres, Calvino-Cancela y Cordero-Rivera, 2010).

5.1.4. Reproducción

Alcanzan la madurez sexual entre los 5 y 15 años, en función del tamaño adulto y región. A menor tamaño como en el Sur, la alcanzan de manera más precoz (Mitrus y Zemanek, 2004). La temporada de apareamiento empieza nada más salir de la hibernación que, dependiendo de la temperatura y la latitud, suele ser a finales de marzo y terminar alrededor de mayo. La hibernación suele tener lugar debajo del agua, donde los galápagos pueden aguantar varios meses sin apenas respirar. Su metabolismo se ralentiza tanto que obtienen el oxígeno necesario a través del epitelio de la cloaca. Los machos suelen salir antes de la hibernación y comienzan a buscar activamente hembras receptivas, las cuales secretan unas feromonas solubles en agua que los machos emplean como indicador posicional. Tanto machos como hembras prefieren parejas grandes debido a que ello supone una ventaja reproductiva. (Poschadel, Meyer-Lucht y Plath, 2006). También puede aparecer un segundo periodo de actividad sexual durante el otoño, después de la estivación.

Las hembras ponen de 3 a 16 huevos (en cautividad generalmente entre 3 y 8) en 1, 2 o incluso 3 ovoposiciones separadas entre los meses de mayo y julio en pequeños agujeros cavados en la tierra durante las últimas horas del día (Ayres, 2015). En latitudes del Norte de su área de distribución necesitan veranos largos y calurosos para que puedan desarrollarse y eclosionar correctamente los huevos, por lo que estas poblaciones pueden reproducirse con éxito únicamente una vez cada cuatro o cinco años. Las crías presentan determinación del sexo dependiente de la temperatura (TSD). Durante la incubación del huevo, entre las fases 16 (cuando aparecen las gónadas) y 22 es cuando la temperatura determina el sexo. Esto se corresponde al periodo en el que los embriones tienen entre 160-180 mg y 1000-1100 mg de peso respectivamente, que se corresponderían a entre los días 20 y 40 (Pieau y Dorizzi, 1981).

Cuando se incuban los huevos a temperaturas inferiores a 25°C, eclosionan 100% galápagos macho. Mientras que con temperaturas superiores a 30°C eclosionan 100% hembras, siendo la temperatura pivotal 28,5°C (Girondot, 1999). A temperaturas altas la aromatasa endógena aumenta, la cual es feminizante y hace que los andrógenos se conviertan en estrógenos desarrollándose así los ovarios (Pieau, Dorizzi y Richard-Mercier, 1999). Con temperaturas intermedias, no predomina ningún sexo sobre el otro. (Zaborski, Dorizzi y Pieau, 1988). Sin embargo, la predisposición genética o la influencia maternal parecen también desempeñar un papel importante, o incluso predominante en algunos casos. Esto último se pudo comprobar entre el 5 y 10% de los individuos estudiados en Brenne (Francia). En estos individuos, el sexo fenotípico y el serológico estaban en discordancia. Por el momento, no se han identificado cromosomas sexuales sino que serológicamente se ha definido el antígeno H-Y (H-Ys) en tejidos no gonadales; los machos son H-Ys negativos (H-Y-) y las hembras son H-Ys positivas (H-Y+). (Girondot *et al.*, 1994).

El período de incubación varía entre 57 y 90 días (según la temperatura). Tras eclosionar, las crías salen del nido en otoño o se quedan en el hasta la próxima primavera, sobreviviendo períodos cortos de heladas de hasta -6°C. A 28,5°C, la incubación dura unos 62 días de media. El

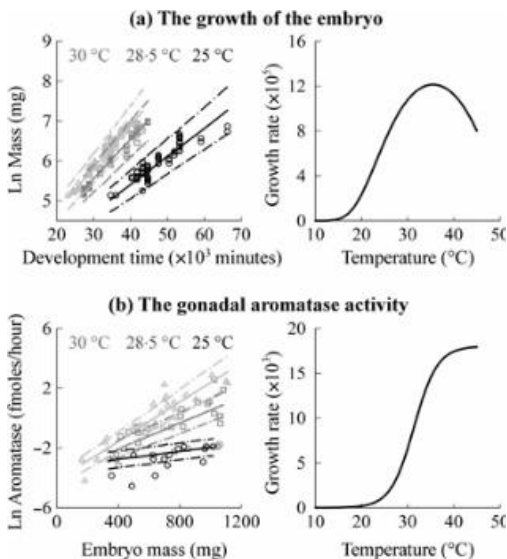


Figura 6. Velocidad de desarrollo de los embriones en función de la temperatura de incubación y actividad de la aromatasa gonadal en función de la temperatura. (Delmas *et al.*, 2007).

tamaño promedio de las crías es de 24 mm y el peso medio de 5 g. (Zuffi *et al.*, 2017).

Se ha podido comprobar que a mayor temperatura, mayor es la velocidad de crecimiento. Las hembras, por lo tanto, se desarrollan más rápidamente debido a que los huevos incubados a temperaturas altas eclosionan antes y crecen más rápido que los incubados a bajas (machos) (Figura 6). Posteriormente, las hembras tienen una madurez sexual más tardía y su tamaño final es también mayor. Además, se ha visto que a mayor temperatura, mayor es la producción de aromatasa (feminizante), la cual inhibe el desarrollo testicular antes de permitir la diferenciación de las estructuras ováricas haciendo que los andrógenos pasen a estrógenos (Pieau, Dorizzi y Richard-Mercier, 1999).

5.1.5. Peligros para la especie

Peligros actuales

Los galápagos europeos se pueden encontrar en una amplia variedad de hábitats acuáticos como los ríos y arroyos, lagos y estanques, riegos, acequias, e incluso las aguas salobres de los estuarios y humedales costeros. Sin embargo, el hábitat ideal se caracteriza por ser masas de

agua dulce temporales y limpias con lento movimiento y fondos blandos (barro o arena), exuberante vegetación terrestre, acuática y flotante, y cerca de zonas arenosas para anidar. Los jóvenes prefieren las aguas poco profundas (profundidades de hasta 50 cm) ya que no son muy buenos nadadores. Actualmente, las poblaciones se encuentran muy fragmentadas e inconexas. La causa principal de su regresión es la destrucción y/o degradación de los hábitats ocasionada debido a transformaciones en los usos del suelo a consecuencia de actividades antropogénicas como la agricultura, las presiones urbanísticas y la contaminación y eutrofización de las aguas. La sobreexplotación de los recursos tanto superficiales como subterráneos de agua también ha producido la desaparición de muchos hábitats potenciales para la especie (Ayres *et al.*, 2013). Las capturas ilegales han podido ser también las responsables de su rarificación en muchas otras zonas. La alta mortalidad juvenil así como la madurez sexual tardía de las hembras hace que la tasa de crecimiento poblacional sea muy baja y que las poblaciones posean una capacidad de recuperación muy reducida tras impactos negativos (Catálogo de especies amenazadas en Aragón). Debido a su amplia distribución, da una impresión engañosa respecto a su abundancia. Su aparición es con frecuencia muy localizada y las poblaciones en muchas partes están disminuyendo progresivamente. El galápago europeo, es una especie muy importante para nuestros ecosistemas acuáticos, ya que debido a las peculiaridades de su biología permite una mejor evolución de las especies de fauna y flora autóctonas, regulándolas de una forma natural y manteniendo el equilibrio alcanzado tras millones de años.

Comparte hábitat con el galápago leproso (*Mauremys leprosa*) y en algunas zonas también con galápagos americanos invasores (*Trachemys scripta*), aunque ambos parecen dominar sobre él desplazándolo a hábitats sub-óptimos. Posee pocos depredadores en la etapa adulta, aunque las ratas mutilan a los adultos durante la hibernación o estivación. Sin embargo, los neonatos y juveniles sufren la presión de invertebrados (cangrejo americano), peces (Lucio y black-bass) y mamíferos (visón americano y ratas). La mayoría siendo especies exóticas invasoras (Ayres, 2015). Otros posibles depredadores son el jabalí, tejón, zorro, cuervo, urraca, garzas y otras aves (rapaces principalmente), así como también los perros y gatos y tan pronto como las crías se encuentran en el agua, también pueden ser depredadas por los peces gato. (Jiménez *et al.*, 2002). La introducción de especies exóticas, sobre todo la del galápago de orejas rojas o tortuga de Florida (*Trachemys scripta elegans*) es también motivo de especial preocupación, ya que compite por los mismos recursos de comida y los espacios para calentarse. Además, estas especies son muy agresivas y de mayor tamaño que los galápagos autóctonos.

Las poblaciones ibéricas se caracterizan por la presencia de una cantidad considerable de anomalías en su caparazón. En poblaciones gallegas, hasta un 75% de los individuos presentan anomalías (Ayres y Cordero, 2004). Se han observado porcentajes que oscilaban entre el 3% de



Doñana y el 69% de Porriño (Cordero Rivera, Ayres y Velo-Antón, 2008). La proporción de individuos con anomalías en el caparazón es mayor en poblaciones del Norte peninsular. No se han encontrado efectos de la temperatura y de la humedad sino que la prevalencia de anomalías se relaciona con una menor diversidad genética y la endogamia (Velo-Antón, Becker y Cordero-Rivera, 2011). Otras problemáticas importantes han sido las causadas por la recolección ilegal de la especie con fines comerciales, la captura involuntaria en trampas de erradicación del cangrejo americano con su posterior ahogamiento, su expoliación del medio para su tenencia como mascota o su caza para consumo humano (Rodríguez-Rodríguez y Escrivá-Colomar, 2016).

Peligro potencial del efecto del cambio climático

A lo largo de siglos de evolución, las poblaciones se han equilibrado con las temperaturas, estableciéndose así un ratio machos:hembras. En algunas poblaciones estudiadas se ha visto que está a favor de los machos y en otras se decanta hacia las hembras. Teniendo en cuenta que las crías presentan determinación del sexo dependiente de la temperatura, tan solo 1°C podría ser suficiente para que el sesgo a favor de las hembras, o los machos, llegase a ser significativo en algunas poblaciones (como en la estudiada por Carrasco *et al.*, en 2002, en Andalucía, donde las hembras representaron un 66%). Donde predominan las hembras, debido al aumento progresivo de temperatura a escala mundial de 1°C de media durante los últimos 50 años (NASA, 2018), se corre el riesgo de llegar a la feminización máxima de la población en un futuro. Esto podría afectar irreversiblemente a la supervivencia de la especie dada la precaria situación actual (Hawkes *et al.*, 2007). Un ejemplo de este acontecimiento son las poblaciones de tortugas verdes marinas (*Chelonia mydas*). En ellas se ha visto que el cambio climático no solo afecta al medio ambiente o a la fenología reproductiva de la especie, sino que incluso puede provocar la extinción de muchas especies al interferir en su desarrollo y en su determinación sexual. Entre 1980 y 2005 se estimó el ratio sexual promedio en un 58% a favor de las hembras, mientras que en 2018, la población de hembras representaba el 99,1% de los juveniles y el 86,8% de los adultos. Al combinar los registros históricos de temperaturas con los datos obtenidos sobre el sex-ratio, se confirmó que las colonias de tortugas verdes marinas habían estado produciendo principalmente hembras durante más de dos décadas y que el sesgo hacía las hembras se había ido incrementando paulatinamente, por lo que la feminización completa de esta población es muy posible a corto plazo. (Jensen *et al.*, 2018).

5.1.6. Estado de conservación

A nivel Europeo

Está incluida en la lista roja de especies amenazadas, en la categoría: “Casi amenazado (“Near Threatened)”. Aunque está pendiente de actualización ya que en los últimos años las poblaciones se han reducido gravemente. (Tortoise & Freshwater Turtle Specialist Group, 2016).



También está incluida en el Anexo II y IV de la Directiva de Hábitats europea. El anexo II hace referencia a especies animales y vegetales de interés comunitario para cuya conservación es necesario designar zonas especiales de conservación. En cuanto al anexo IV, se refiere a especies de animales y plantas de interés comunitario que requieren una protección estricta incluso fuera de la Red Natura 2000. (Directiva 92/43/CEE). Asimismo, figura en el Apéndice II del Convenio de Berna (1979), relativo a la “Conservación de la Vida Silvestre y el Medio Natural en Europa”, lo que significa que se trata de una especie “estrictamente protegida” e implica provisión para la protección de sus lugares de reproducción y reposo. (Bern Treaty, 1979).

A nivel nacional (España)

Está incluida en el Atlas y Libro Rojo de los anfibios y reptiles de España, en la categoría de “en estado vulnerable”. (Pleguezuelos, Márquez y Lizana, 2002). Esta categoría hace referencia a las especies que presentan alto riesgo de extinción en estado silvestre a medio plazo.

También está incluida en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial. (Real Decreto 139/2011)

A nivel autonómico (Aragón y Madrid)

Se encuentra categorizada como especie de fauna “en estado vulnerable” en el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón. (Decreto 181/2005). Sin embargo, en otras comunidades autónomas como la de Madrid se encuentra “en peligro de extinción” (Decreto 18/1992). Esto nos sugiere que si no se toman medidas globales, en un futuro próximo en los lugares donde se encuentra catalogada como especie en estado vulnerable podría llegar a estar en peligro de extinción o incluso extinguirse.

5.2. Galápagos exóticos invasores

5.2.1. Introducción

Los galápagos de florida (*Trachemys scripta elegans*), también llamados tortugas de orejas rojas (en inglés: “red-eared sliders”), son unas tortugas de agua dulce notablemente más grandes que las especies autóctonas europeas. Son originarias del Este de Estados Unidos y Noreste de Méjico, aunque han sido introducidas prácticamente en todo el mundo. Llegan a medir de adultas entre 20 y 60 cm y pesar hasta 2,5 kg, mientras que las autóctonas como máximo unos 23cm y 600g de peso. El resto de características (alimentación, esperanza de vida, reproducción...) son similares a las de los galápagos europeos. Como diferencias hay que destacar que son animales mucho más prolíficos. Realizan hasta 3 ovoposiciones al año de entre 8 y 20 huevos cada una. (Martínez-Silvestre *et al.*, 2015a).

Se importaron de manera masiva convirtiéndose en una de las mascotas más habituales de los hogares de toda Europa. Debido a que se vendían siendo crías (5cm de largo del caparazón), resultaban ser unos animales muy atractivos para las familias. Eran unos animales exóticos,

pequeños, bonitos, baratos y fáciles de mantener. A esto se sumó la desinformación de los compradores y el engaño de las tiendas de animales las cuales, conscientemente, mentían a los compradores asegurando que eran animales casi adultos y que no crecerían mucho más (práctica que siguen realizando). Al cabo del tiempo, esto dio lugar a que una vez los dueños se cansaban de ellas, ya que son animales longevos, agresivos y que crecen mucho, los liberaban en el medio natural que tuviesen más cercano, sin ser conscientes de los problemas acaecidos. Debido a que es una especie muy resistente y que se adapta muy fácilmente, se ha distribuido en una amplísima variedad de ecosistemas fluviales, mayoritariamente en los cercanos a núcleos urbanos (SIARE, 2018). Además, se tiene constancia de que son capaces de reproducirse en climas mediterráneos, por lo que en ellos ha proliferado notablemente. (Cadi y Joly, 2004).

Las especies exóticas invasoras pueden alterar el ecosistema de muchas maneras, pero sobre todo mediante la depredación, la transmisión de enfermedades y/o mediante la competencia por los recursos naturales. Los galápagos de Florida se ha visto que tienen efectos negativos en los tres aspectos. Se ha comprobado que esta especie depreda sobre puestas de huevos de carpas (*Cyprinus carpio*), acción que el galápagos europeo no realiza. (Martínez-Silvestre y Soler, 2009). También se ha observado que los renacuajos de rana común (*Pelophylax perezi*) y sapo de espuelas (*Pelobates cultripes*) son capaces de reconocer de forma innata las señales químicas de los galápagos autóctonos como depredadores, pero parecen no reconocer a los exóticos (Polo-Cavia *et al.*, 2010). Respecto a la transmisión de enfermedades, se han detectado casos de Spirorchiidiasis en galápagos europeos, siendo una patología emergente recientemente introducida por los galápagos americanos (Iglesias *et al.*, 2015). Por último, también se ha demostrado que compiten por los mejores lugares de asoleamiento, quedando las especies autóctonas relegadas a los peores enclaves, ocasionando así un incremento en la mortalidad y una disminución en su crecimiento (Cadi y Joly, 2003; 2004). Además, se ha visto que debido a que realiza el asoleamiento en lugares donde algunas aves como el Zampullín chico (*Tachybaptus ruficollis*) realizan la puesta, los galápagos impiden dicha acción (Martínez-Silvestre *et al.*, 2010). Como resultado, se puede producir una desestabilización en el equilibrio del ecosistema y disminuir la biodiversidad del área.

En Europa, los ecosistemas se comparten únicamente entre dos especies de tortugas semi-acuáticas. Sin embargo, en Norteamérica, en algunos ecosistemas cohabitan de manera natural hasta seis especies de tortugas diferentes (Gibbons, 1990). Esto les hace ser más competitivas y agresivas. Las tortugas de Florida además son más precoces sexualmente, más fértiles y mucho más grandes que las autóctonas. Esto ha hecho que el galápagos europeo quede relegado a determinadas zonas sub-óptimas y aisladas donde no ha llegado el galápagos de Florida y donde solo subsisten unos pocos individuos que no permiten que la población remonte, llegando en

muchos casos a su desaparición. Además, la estrategia defensiva de las tortugas de Florida se ha visto que es más efectiva y que obtienen crecimientos mejores. En lugar de lanzarse al agua cada vez que se asustan y disminuir su temperatura (animales ectotermos), son capaces de aguantar mucho tiempo escondidas en el caparazón. (Polo-Cavia, López y Martín, 2008). Estas dos especies, compiten por el alimento y por los lugares de asoleamiento. Ambas actividades esenciales para el óptimo desarrollo. Cadi y Joly (2003, 2004) concluyeron que sí hay efectos negativos sobre las tasas de supervivencia y crecimiento de *E. orbicularis*. Quedando de esta manera desplazados los galápagos autóctonos a enclaves de menor calidad, existiendo dominancia por los mejores lugares por parte de los galápagos invasores.

A nivel mundial, está incluida en la lista de la IUCN/SSC por el ISSG (“Invasive Species Specialist Group”) de las 100 especies más dañinas invasoras del planeta. Aunque esta es una especie que representa un problema global. Al principio la mayoría de galápagos invasores pertenecían a esta especie pero ahora está siendo sustituida por otras especies diferentes con las que se ha comenzado a comercializar.

5.2.2. Comercialización

Entre 1940 y 1975 fue una especie frecuente en el comercio interior de EEUU, con una media de 15 millones de tortugas vendidas al año. En 1975 se prohibió dicho comercio ya que suponían entorno a 50.000 casos de salmonelosis al año, debido a que las tortugas son hospedadoras asintomáticas. Posteriormente, comenzó su exportación y entre 1989 y 1997 se exportaron desde Estados Unidos 52.122.389 galápagos de Florida. El primer año para el que se dispone de registro sobre los ejemplares importados por España es 1983, cuando llegaron 185.000 ejemplares (Barquero, 2001); entre 1991 y 1995 España importó sobre 500.000 ejemplares anualmente y en 1997, un año antes de la prohibición, 900.000 ejemplares.

Tras la liberación en el medio por parte de propietarios irresponsables, el galápagos de Florida (*Trachemys scripta elegans*) se convirtió rápidamente en una especie exótica invasora (EEI). Debido a este acontecimiento, se prohibió su comercialización en toda Europa en 1997 y su hueco en el mercado lo comenzaron a sustituir al poco tiempo los galápagos de orejas amarillas (*Trachemys scripta scripta*) y las tortugas de Cumberland (*Trachemys scripta troostii*), de la misma familia y con las mismas características pero siendo diferente subespecie (no prohibidas). Debido a que no se realizó ninguna labor de concienciación del problema, estas especies también se convirtieron en EEI y finalmente (el 1 de mayo de 2013) se prohibió la comercialización de cualquier subespecie de *Trachemys scripta* e híbridos, junto con las tortugas pintadas (*Chrysemys picta*). En el Real Decreto 630/2013 se prohíbe su posesión, transporte, tráfico y comercio, así como su introducción en el medio natural. La prohibición en 2013 tenía como objetivo frenar la presencia de galápagos exóticos en el medio procedentes de abandonos

indiscriminados. Pero al poco tiempo otras tortugas americanas de los géneros *Pseudemys* y *Graptemys*, y quelonios asiáticos del género *Mauremys* y *Cyclemys* ocuparon su lugar en el mercado. El problema actual es que son los que se están empezando a encontrar en el medio sustituyendo a los del género *Trachemys*.

La concienciación en esta área parece ser un factor determinante. Al comprar una tortuga se debe ser consciente que no es un juguete y que se adquiere un contrato de por vida con el animal, ya que son muy longevos. El año 2017, ingresaron al CRARC (Centro de Recuperación de Anfibios y Reptiles de Cataluña) cerca de 1.300 tortugas exóticas, de las cuales un 23% pertenecieron a las nuevas especies que se están comercializando en sustitución de las prohibidas. Tras cinco años de la aplicación de las restricciones en el comercio de tortugas americanas los resultados positivos son inexistentes. Por lo que se plantea la hipótesis de que quizás lo más conveniente sea prohibir el comercio total de galápagos o, alternativamente, realizar un fuerte control en el comercio de galápagos exóticos acompañado de un microchipado obligatorio y consiguiente sanción en caso de su liberación. Invirtiendo mucho también en educación y concienciación, y a su vez evitar el engaño que realizan las tiendas de animales y hacer que informen y conciencien correctamente a los compradores. (CRARC-COMAM, 2018).

5.2.3. Métodos de control y erradicación

Después de la prohibición, se habilitaron centros de recuperación (como el de La Alfranca) y diferentes colecciones de animales en cautividad (como el Acuario de Zaragoza) como puntos de cesión voluntaria de estos animales. Paralelamente, se diseñaron programas de erradicación, de conservación de hábitats y de cría en cautividad de los galápagos europeos. Debido a que las especies invasoras constituyen uno de los mayores problemas para la conservación de la biodiversidad es preciso controlarlas y erradicarlas. Las diferentes técnicas pueden centrarse en la captura de adultos o juveniles ya sea de forma activa o pasiva. También pueden estar destinadas a la localización de nidos y huevos. Unos ejemplos son: colocación de nasas, pesca activa con salabre, trampas flotantes basculantes/con cebo/con rampas, pesca activa con caña, localización de nidos con perros adiestrados o mediante georradar, caza con carabina o mediante inmersión con botella de submarinismo. Durante los tres años en los que se desarrollo un proyecto de control (2011-2013) en la Comunidad Valenciana, se retiraron del medio natural más de 22.000 ejemplares de tortugas, de las que el 50% fue mediante captura con nasas y un 22% mediante pesca activa con salabre. (Sancho Alcayde *et al.*, 2015). En este campo se han desarrollado multitud de diseños innovadores y técnicas nuevas para combatir a los galápagos exóticos. Debido a que la localización de los nidos resulta ser un desafío y puede llegar a poner en jaque el éxito de un proyecto de erradicación, cabe destacar el empleo de métodos alternativos a los convencionales como por ejemplo, el uso de perros adiestrados para localizar



hembras grávidas y nidos. Habitualmente los nidos presentan una distribución contagiosa, de forma que en un determinado enclave suele aparecer una alta concentración de nidos. También se realiza la detección de nidos mediante georradar y radio seguimiento de hembras grávidas liberadas. (Proyecto LIFE TRACHEMYS).

5.2.4. Ejemplo de programa de control y erradicación

Se trabaja selectivamente según los periodos de actividad de los animales (en función de las temperaturas) y los objetivos de cada temporada (Figura 7). La campaña de capturas comienza a mediados de marzo y se suele dar por finalizada a finales de octubre. Entre marzo y abril suele comenzar la emergencia post-invernal, sobre todo de los juveniles que acaban de abandonar el nido. Debido a que no son muy buenos nadadores y que se suelen localizar en aguas someras se suelen capturar fácilmente con salabre. En torno a abril también se inicia la campaña de captura de los ejemplares adultos que han salido de la hibernación y se suele hacer mediante nasas y trampas flotantes, hasta julio aproximadamente. Entre junio y julio además también tenemos que centrarnos en la búsqueda de nidos y hembras grávidas, mediante perros adiestrados o georradar. En agosto la actividad de los galápagos suele disminuir debido a que suelen estar por las temperaturas. Posteriormente, entre septiembre y octubre se produce una reactivación de las poblaciones en la que capturar los adultos antes de la hibernación. Suele haber una segunda época de reproducción en la que buscar nidos. Finalmente, de octubre a marzo (periodo aproximado de hibernación) se suele aprovechar para reparar y construir las trampas, elaborar los informes y memorias, y demás trabajo de oficina. (Sancho Alcayde *et al.*, 2015).

FASE \ MES	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.
Actividad												
Hibernación												
Reproducción												
Eclosiones												
Estivación												

Figura 7. Representación mensual de las fases de actividad de los galápagos invasores a tener en cuenta para diseñar el programa.

Resulta esencial realizar este tipo de programas para capturar a los adultos debido a que son animales muy longevos, que persistirán en el ambiente durante mucho tiempo perjudicando a las poblaciones autóctonas y son capaces de reproducirse. Esto permite no solo evitar la competencia interespecífica, sino que reduce la probabilidad de contacto entre especies disminuyendo el riesgo de contagio de agentes patógenos, una amenaza creciente para las poblaciones de galápagos europeo (Héritier *et al.*, 2017). Es indispensable la realización del proyecto a largo plazo y mantenido en el tiempo para evitar que se reactiven las poblaciones exóticas residuales o que se sigan reintroduciendo. Los animales capturados se destinarán a centros de acogida o de recepción de fauna, junto con los donados voluntariamente. Una vez



ahí, parte de ellos serán mantenidos en cautividad o cedidos a núcleos zoológicos para su uso en educación ambiental y concienciar al público visitante o se usarán para estudiar la etología de la especie. Otro número de ejemplares serán utilizados en acciones como el radio seguimiento de hembras grávidas (para la localización de nidos) y estudios de parasitología y zoonosis. Ante la imposibilidad de plantearse un destino alternativo, el resto de ejemplares serán eutanasiados de forma incruenta (por congelación o mediante la inyección de tiopental sódico, por ejemplo). (Proyecto LIFE TRACHEMYS). Cabe recordar que añadido a todo este programa también se ha de realizar un seguimiento de las poblaciones autóctonas, la cría en cautividad de las especies que lo necesiten y la recuperación de los hábitats degradados.

Con el proyecto “LIFE Potamo Fauna” llevado a cabo en el lago de Banyoles (Girona) y el río Ter, en cuatro años de muestreo intensivo entre 2010 y 2013, se eliminó un 84% de la población total estimada, considerándose de una gran efectividad. La población en la actualidad se considera controlada en niveles mínimos dada la baja capturabilidad y las dimensiones del entorno. Aun así, la reciente captura en 2017 de ejemplares especialmente pequeños (de unos 2-3 años) indican que sigue siendo necesario el control poblacional a largo plazo para controlar la reproducción de los pocos ejemplares que quedan. La inmensa mayoría de galápagos exóticos capturados fueron tortugas de orejas rojas (*Trachemys scripta elegans*), aunque resulta preocupante la reciente aparición regular de individuos del género *Graptemys* y *Pseudemys* dado que son los géneros que actualmente se están vendiendo como animales domésticos y su presencia en el medio natural aumenta progresivamente. (Proyecto LIFE Potamo Fauna).

5.3. Patologías

5.3.1. Agentes parasitarios

Las patologías más frecuentemente observadas en los galápagos europeos silvestres son las relacionadas con parasitosis. Aunque la mayoría de estos parásitos no causan patología, ya que viven en equilibrio con su hospedador. El problema se da cuando estos animales se estresan y se inmunodeprimen, por ejemplo debido a la dominancia de especies exóticas invasoras, por la degradación de sus hábitats o por la inmunosupresión que causa la acumulación de residuos y tóxicos en su organismo. La gran mayoría de agentes también se han encontrado en las *T. s. elegans* asilvestradas, habiendo sustituido así sus parásitos propios de origen por los autóctonos. A continuación se describen algunos de los más frecuentemente encontrados.

SERPINEMA MICROCEPHALUS

Serpinema microcephalus es la especie de nematodo más frecuentemente identificada. Se trata de un helminto de ciclo de vida indirecto común en galápagos de la Región Paleártica. La identificación de *S. microcephalus* en *T. s. elegans*, evidencia una nueva colonización del parásito, que ha ocupado en los galápagos exóticos el nicho ocupado por *S. trispinosus* en su

área natural de distribución. Causa enteritis catarral a ulcerativa y hemorragias secundarias alrededor del área parasitada. La prevalencia llega a alcanzar el 65% en los galápagos europeos y hasta el 93% de galápagos de florida. (Martinez-Silvestre *et al.*, 2015b).

FALCAUSTRA SP.

Falcaustra donanaensis es otro parásito bastante frecuentemente identificado. Este nematodo de ciclo directo se identificó por primera vez en las poblaciones de galápago leproso (*Mauremys leprosa*) en un área que no había sufrido la invasión por galápagos exóticos en aquel momento, la Reserva Biológica de Doñana (Huelva). Esto indica que no se trata de un parásito exótico introducido por *T. s. elegans* y que la aparición en dichos galápagos, al igual que ha ocurrido con *S. microcephalus*, es el resultado de la colonización de un nuevo hospedador. Se han detectado otros nematodos pertenecientes al género *Falcaustra* tanto en Andalucía como en Valencia. (Martinez-Silvestre *et al.*, 2015a).

TELORCHIS

Resulta frecuente la presencia de trematodos del género *Telorchis* en los galápagos autóctonos *M. leprosa* y *E. orbicularis*. Tienen un ciclo indirecto cuyo hospedador intermedio es un caracol y el definitivo suele ser un reptil o un anfibio. Se suelen encontrar adheridos a la pared intestinal interna de los galápagos. (Stunkard, 1915). El problema principal radica en las especies co-introducidas con los galápagos exóticos.

EIMERIA

Es un parásito coccidio que en animales jóvenes o inmunodeprimidos puede producir cuadros diarreicos graves y una mortalidad elevada. Poseen un complejo ciclo biológico con tres fases de reproducción. La fase sexual, que se produce en el epitelio intestinal, seguida de una asexual en el medio ambiente y cuando los ooquistes resultantes son ingeridos por un nuevo hospedador, finalmente una tercera fase de reproducción asexual en el intestino, que se considera "fase adulta". En España se han descrito 5 subespecies diferentes (Segade *et al.*, 2006).

OTROS

Se ha observado también la presencia de sanguijuelas de la familia *Placobdella* en poblaciones de Madrid y Ourense (Ayres y Álvarez, 2008). Estas sanguijuelas siempre se han encontrado en el plastrón, aprovechando las uniones entre placas, o las posibles heridas y úlceras.

Polystomoides ocellatum es un platelminto monogéneo que parasita la cavidad oral y faringe, y las poblaciones estudiadas presentaron una prevalencia entorno al 15% (Valdeón *et al.*, 2013). Al igual que sucede con los trematodos *Telorchis*, el problema son las especies co-introducidas.

5.3.2. Agentes bacterianos

Salmonella es una enterobacteria ampliamente distribuida en el medio causante de la salmonelosis. Los quelonios son portadores asintomáticos de esta bacteria y pueden representar una fuente de transmisión de salmonelosis a otras especies animales y a humanos, incluidas las



cepas más patógenas como *S. typhimurium* y *S. enteritidis*. La salmonelosis representa una zoonosis importante y debido al incorrecto manejo de tortugas en cautividad puede transmitirse a las personas. Ahora que se está luchando para controlar la *Salmonella* en la cadena alimentaria sería necesario regular también el comercio de tortugas (por riesgos de contaminaciones cruzadas, transmisión a roedores, dispersión, etc.). Tras evaluar la prevalencia en varios lugares, tanto en galápagos invasores como en galápagos autóctonos y galápagos en cautividad, se ha visto que la prevalencia suele rondar entre el 6% y el 15% de los ejemplares. En los animales salvajes se asocia estrechamente al lugar de captura del animal, habiendo lugares en los que la prevalencia llega al 60% (los más sucios) y otros que son negativos. (Hidalgo-Vila *et al.*, 2008)

En cuanto a la prevalencia de *Campylobacter* (causa más frecuente de gastroenteritis aguda bacteriana en UE), tras analizar muestras de 83 galápagos europeos y 117 tortugas exóticas, procedentes de 11 lagos del Este de España, no se detectó en ninguna de ellas (hisopo cloacal, contenido intestinal o agua del contenedor de la tortuga). (Marín *et al.*, 2013).

En las poblaciones estudiadas se pudieron aislar en muestras de cloaca, intestino e hígado, entre otras, las siguientes bacterias. *Aeromonas hydrophila*, que parece ser la responsable de numerosas muertes asociadas a anorexia y septicemia. Son ubicuas y están presentes naturalmente en el agua. En caso de que una tortuga muestre signos clínicos de infección por *Aeromonas*, significaría que hay un factor desencadenante principal que la hace susceptible. Entre las causas más comunes están las aguas de mala calidad y densidades demasiado elevadas. La eliminación del estímulo estresante suele ser suficiente para resolver el brote epidémico. *Citrobacter freundii* se ha identificado como el principal microorganismo de SCUD (enfermedad ulcerativa cutánea septicémica). La lisis que causa *Serratia* permite que *C. freundii* infecte zonas más profundas del caparazón, llegando a causar úlceras y necrosis en el plastrón y espaldar, hepatitis necrótica e incluso muerte por septicemia. *Pseudomonas spp.* es probable que cause problemas a las tortugas cuando se encuentran bajo estrés térmico. Se cree que causa anorexia y blefaroconjuntivitis. *Edwardsiella tarda* es otro microorganismo que causa infecciones intestinales latentes, siendo una bacteria oportunista en los reptiles. (Soccini y Ferri, 2004).

El papel desempeñado por las otras bacterias halladas aún se está estudiando, aunque frecuentemente son comensales del sistema gastrointestinal de las tortugas y se asocian a infecciones secundarias. En algunas de las muestras tomadas, el perfil bacteriológico reveló la presencia de microorganismos patógenos para las personas como por ejemplo: *Aeromonas*, *Clostridium*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Proteus* y *Salmonella*. La mayoría de estas bacterias se recogieron en los lugares más contaminados y procedentes de ejemplares de *T. s. elegans*. También había un fuerte vínculo entre el origen de las tortugas y la aparición de signos clínicos de SCUD, donde la contaminación tenía un papel clave. (Soccini y Ferri, 2004).

5.3.3. Enfermedades emergentes

Una parasitosis emergente hace referencia a la patología causada debida, generalmente, a un parásito co-invasor introducido con un animal exótico el cual llega a infectar a las especies autóctonas. Hay que diferenciarlo de los parásitos co-introducidos con los animales exóticos, los cuales no llegan a adaptarse al nuevo medio ni a los nuevos hospedadores. Debida a la amplia introducción de ejemplares de *Trachemys scripta*, la especie se considera un foco de infección y transmisión de parásitos importante para las especies de galápagos autóctonas de la península.

SPIRORCHIS ELEGANS

Durante el invierno de 2012-2013 se vio que la mayoría de galápagos europeos de una población gallega se encontraban letárgicos y habían perdido la movilidad de las extremidades y cola. Tras realizar la necropsia de 11 ejemplares se encontró que estaban parasitados por *Spirorchis elegans*, un platelminto de la clase *Trematoda*. Los ejemplares necropsiados presentaban numerosos signos inespecíficos tales como: caquexia, ascitis, lesiones cardiovasculares, enteritis,

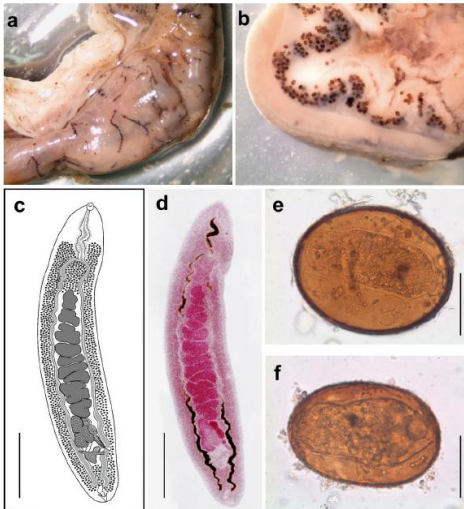


Figura 8. (a) Cúmulo de huevos en el sistema vascular de la serosa del intestino y (b) submucosa del intestino. (c y d) Adultos de *Spirorchis elegans* y (e y f) huevos maduros.

material necrótico en la luz intestinal, petequias y lesiones ulceradas en la superficie gastrointestinal. El hallazgo microscópico más significativo fue la presencia de multitud de huevos marrones oscuros atrapados en el sistema vascular y en los tejidos del cerebro, pulmones, corazón, hígado, riñón, bazo y/o tubo digestivo (Figura 8). Las lesiones más características observadas fueron granulomas en la serosa del intestino delgado, endocarditis, arteritis y trombosis. Histológicamente, se pudo ver enteritis necrótica con infección bacteriana secundaria asociada a una embolia masiva por los huevos. También se pudo ver la fase adulta en el sistema cardiovascular en tres de los animales a los que se les practicó la necropsia. (Iglesias *et al.*, 2015).

La patogenia de *Spirorchis elegans* se asocia principalmente con la inflamación aguda debida a la migración de los huevos, que posteriormente puede dar lugar a la formación de granulomas por la extensa necrosis causada en los tejidos. Las infecciones secundarias asociadas a la migración de los huevos a través de los tejidos (además de la constante irritación del tracto digestivo que causa diarrea, anorexia, deshidratación y desequilibrio electrolítico), también están asociadas a su patogenia. Tras realizar análisis coprológicos a los galápagos de la zona se observó una prevalencia del 47,6%. La Spirorchiidiasis es endémica de Norteamérica y nunca se había observado en España. Dada la presencia de su hospedador habitual (los galápagos de Florida),



todo parece indicar que fue introducido a través de los galápagos *Trachemys scripta*. Aún falta por determinar que especie de gasterópodo (probablemente algún caracol exótico) es la que actúa como hospedador intermedio. Esto explicaría por qué no se habría detectado aún en otras poblaciones de tortugas autóctonas, teniendo en cuenta la abundancia de galápagos exóticos invasores en la península. (Iglesias *et al.*, 2015).

TELORCHIS ATTENUATA

Tras examinar los tractos intestinales y excrementos de 105 tortugas de Florida (*Trachemys scripta elegans*) en los marjales de la Comunidad Valenciana, se encontró una especie de helminto identificado como el trematodo digénido *Telorchis attenuata*. Se demostró la presencia del digénido en el 7,6% de los animales analizados, tratándose de esta manera de la primera cita de este parásito en tortugas en España. Los resultados indican que la presencia de galápagos de Florida en hábitats nuevos aumenta el riesgo de introducción de microorganismos y enfermedades, pudiendo llegar a alterar el estado sanitario de los galápagos autóctonos *Mauremys leprosa* y *Emys orbicularis*. (Cardells *et al.*, 2014).

OTROS

Respecto a los *Polystomoides*, se han identificado 6 especies, de las cuales 5 son exóticas, probablemente introducidas también con los galápagos exóticos invasores. Actualmente se cree, que las especies de *Polystomoides* exóticas están sustituyendo a las autóctonas. (Héritier *et al.*, 2017). También se ha encontrado en España una especie introducida de sanguijuela, *Helobdella europaea*, sobre *E. orbicularis*. (Reyes-Prieto *et al.*, 2014). El nematodo *Spiroxys contortus* se ha encontrado en galápagos europeos tanto en Asia como en Europa, procediendo de Norteamérica. (Şahin y Yildirimhan, 2005).

5.3.4. Patologías más frecuentes en cautividad

La inmensa mayoría de las patologías en cautividad se deben a un manejo incorrecto, frecuentemente relacionadas con problemas en la dieta, aguas sucias, temperaturas inadecuadas o falta de lugar de puesta. Estas situaciones inmunodeprimen a los animales y los predisponen a la aparición de patologías secundarias. Cuando los reptiles enferman, por lo general, suelen mostrar signos clínicos poco específicos y con corregir los problemas de manejo se suelen solucionar. Debemos conocerlas debido a que pueden llegar a darse en los programas de cría en cautividad en caso de que hubiera fallos en algún aspecto.

Anorexia y obesidad

Algunas de las consultas más frecuentes son la anorexia y la obesidad. La anorexia suele implicar un estado grave de enfermedad y ser secundaria o puede también ser fisiológica (por ejemplo cuando el animal está próximo a hibernar). La obesidad, por otro lado, se suele deber a una incorrecta alimentación que, erróneamente, se da en exceso al no tener en cuenta su



metabolismo más lento. Algunas de las consecuencias son: distocia, constipación, arterioesclerosis, lipidosis hepática y gota visceral. (Luján, 2016-2017).

Problemas oculares

Es frecuente la aparición de problemas oculares en estos animales, especialmente, después de la hibernación. Debido a que la hibernación es un proceso duro al cual se someten los animales, es frecuente que se inmunodepriman y aparezcan patologías secundarias. Frecuentemente se asocian a una dieta inadecuada (hipovitaminosis A) y/o mala calidad del agua. Los signos clínicos son blefarconjuntivitis y edema palpebral debido a una metaplasia escamosa. El tratamiento consiste en una inyección de vitamina A, mejora del ambiente y corregir la dieta. (Gill, 2002).

Abscesos aurales u otitis

Suele asociarse a situaciones de inmunodeficiencia general, falta de higiene y/o hipovitaminosis A. La hipovitaminosis produce metaplasia escamosa de los epitelios de conductos auditivos e infección secundaria del oído interno. El absceso protruye hacia el exterior y se puede observar una tumoración detrás del ojo. El tratamiento es quirúrgico, puesto que los antibióticos por sí solos no suelen ser curativos: extracción, desbridado y desinfección. También se da antibioterapia sistémica. La incisión no se sutura, dejándose cicatrizar por segunda intención. A la semana suele observarse la cavidad rellena de tejido sano de granulación. (Martínez-Silvestre, 2013).

Enfermedad ósea metabólica (EOM)

Otra patología importante es la enfermedad ósea metabólica en juveniles. En estos animales, el asoleamiento resulta indispensable, no sólo para termorregularse sino que también para activar la síntesis de la forma activa de la vitamina D3, implicada en el metabolismo y absorción de calcio. Esto es especialmente importante en las hembras durante el proceso de foliculogénesis. Fuera del agua, dicho asoleamiento tiene el beneficio adicional de evitar el establecimiento de algas en el caparazón, reduciendo el riesgo de infección por hongos y parásitos. (Martínez-Silvestre, 2015a). Entre sus causas más frecuentes destacan una dieta desequilibrada en Calcio y Fósforo (déficit de Calcio o exceso de Fósforo, el ratio Ca:P tiene que ser de 2:1), falta de acceso a luz ultravioleta (UVb), hiperparatiroidismo nutricional secundario y déficit de vitamina D3. Esto da como resultado la ausencia de absorción de Calcio por lo que el organismo se ve obligado a obtenerlo de los huesos, dando lugar a la descalcificación de los huesos y produciendo osteoporosis. El cuadro clínico que se ve, se basa en la deformación esquelética y la aparición de fracturas espontáneas. Se diagnostica radiográficamente al apreciar desmineralización, osteodistrofia fibrosa o deformación de columna vertebral, entre otros. El tratamiento consiste en corregir el fallo de manejo, ya sea administrando Calcio vía oral, corrigiendo la dieta o aportando luz solar o ultravioleta. (Luján, 2016-2017).

Disecdisis o retención de la muda

La disecdisis puede tener como causa una humedad relativa demasiado baja, ausencia de lugar apropiado para el baño, caquexia, nutrición desequilibrada, desórdenes endocrinos o enfermedades sistémicas. La retención de la muda debe considerarse un signo clínico tras el que puede haber otras enfermedades que han de diagnosticarse y tratarse. La deshidratación acaecida durante una mala hibernación favorece la disecdisis también muchas veces unido a la blefaroconjuntivitis post-hibernación. Los sectores de piel y caparazón afectados pueden llegar a infectarse y crear costras o microabscesos. Con el tiempo esta infección puede progresar hacia el interior, afectando al tejido subcutáneo e incluso a estructuras óseas subyacentes (osteomielitis de caparazón). Como tratamiento se propone humedecer el animal con agua tibia y realizar una extracción manual cuidadosa con ayuda de un hisopo húmedo. También aumentar la humedad relativa del ambiente, proporcionar un lugar adecuado donde pueda sumergirse y objetos ásperos con los pueda ayudarse a mudar. (Martínez-Silvestre, 2013).

Úlceras en el caparazón (Enfermedad ulcerativa cutánea septicémica, SCUD)

Se observan ulceraciones en las placas del caparazón y plastrón, que en ocasiones pueden extenderse hacia la piel del cuello y extremidades. Las ulceraciones presentan un centro necrótico con reacción inflamatoria asociada y a veces sangran. La enfermedad está causada por distintos agentes bacterianos (*Citrobacter*, *Beneckea* o *Vibrio*) e incluso hongos. La infección se ve facilitada por contaminación de la piel a partir del agua y alimentos, higiene deficiente, inmunosupresión por estrés, hipotermia o alimentación deficiente. También puede iniciarse por una herida contaminada. Se debe realizar un cultivo y aislamiento microbiológico del agente causal e instaurar la antibioterapia. Dan buenos resultados la amoxicilina local sobre las úlceras con la tortuga en seco y las quinolonas sistémicas. Se deben aislar los animales enfermos para mejor control, así como limpiar y desinfectar las instalaciones. (Martínez-Silvestre, 2013).

Distocia o retención de huevos (estasis folicular post-ovulatoria)

Es frecuente que las hembras presenten retención de huevos y puede deberse a una amplia variedad de causas predisponentes entre las que cabe destacar: falta de sustrato adecuado para la realización del nido, alteraciones de la temperatura y humedad, falta de exposición a luz solar o rayos UVb, inadecuada suplementación de Calcio, dieta inadecuada (déficit de vitamina D) y enfermedad ósea metabólica (EOM). La ovulación de estos animales depende primordialmente del fotoperiodo y de las temperaturas, pero no es necesaria la cópula. A pesar de que no haya cópula, las hembras realizan la ovoposición, aunque de huevos infértiles. Esta patología causa la compresión de órganos ya que ocupan gran parte de la cavidad celómica, dificultando de esta manera acciones vitales como la deglución, micción o respiración. Síntomas frecuentes son la intranquilidad, anorexia y búsqueda constante de lugares de puesta. Se puede diagnosticar



fácilmente mediante una palpación digital a través de las ventanas femorales del caparazón o mediante radiografía. El tratamiento de elección inicial a realizar es la administración de fluidoterapia, junto con la inyección de Calcio y oxitocina si no hay obstrucción. En caso de no funcionar, se optará por el tratamiento quirúrgico a través de una celiotomía plastral (ovariosalpingectomía). (Luján, 2016-2017).

Lipidosis hepática

El hígado de los reptiles posee unas estructuras especiales llamadas cuerpos grasos donde son capaces de acumular grandes cantidades de grasa. Debido a que en cautividad se tiende a alimentar en exceso a estos animales, los cuerpos grasos aumentan considerablemente de tamaño llegando a ocupar gran parte de la cavidad celómica. También se consideran factores predisponentes las dietas ricas en grasa y la falta de actividad. La mayoría de las veces pasa inadvertida, siendo más frecuente su diagnóstico post-mortem. Al comienzo muestran síntomas generales como menor apetito o pérdida de peso. Al final del proceso, se produce una hepatitis súbita debida a la degeneración grasa del hígado, que se puede diagnosticar mediante una biopsia hepática, analítica de enzimas hepáticas o laparoscopia. El tratamiento es complicado y consiste en la corrección de la dieta, fluidoterapia y en caso necesario, alimentación mediante sondaje gástrico. (Luján, 2016-2017).

5.4. Proyecto de Conservación del Galápagos Europeo en el Galacho de Juslibol

5.4.1. Introducción

Cuando una población se extingue o se encuentra en una situación cercana a la extinción, se puede tratar de recuperar o conservar mediante la liberación de ejemplares criados en cautividad (reforzamiento poblacional). Previamente hay que asegurar que se han reducido las amenazas que llevaron a las poblaciones de la especie a su reducción o extinción local, especialmente la pérdida de hábitat y el impacto de las especies exóticas que compiten con las autóctonas. Con el objetivo de realizar un importante reforzamiento poblacional, en mayo de 2016 se firmó un convenio de colaboración Ayuntamiento – Acuario de Zaragoza con el que se inició el proyecto de conservación del galápagos europeo. Se crearon unas instalaciones en el Galacho de Juslibol con la intención de mantener en condiciones de semi-libertad núcleos reproductores de *Emys orbicularis*. El objetivo principal del proyecto es la reproducción de la especie y llevar a cabo un crecimiento de los juveniles bajo condiciones controladas y su posterior reintroducción en el medio para reforzar las poblaciones, las cuales se encuentran en situación crítica dentro del término municipal de Zaragoza. Otro objetivo importante es favorecer la creación de poblaciones intermedias que permitan la conexión y flujo de ejemplares entre las poblaciones del Ebro, que se encuentran aisladas y en precarias condiciones, y las poblaciones del bajo Gállego, en mucho mejor estado de conservación.

5.4.2. Programa de cría en cautividad

Núcleos reproductores

Acorde a la concesión de captura de ejemplares de la DGA, en el verano de 2017 se procedió a capturar algunos ejemplares más para completar los grupos reproductores que se tenían del año 2016. Únicamente se pueden prospectar poblaciones que gocen de buena salud, caracterizadas por tener muchos individuos y parámetros normales de sex-ratio, clases de edad y garantías de relevo poblacional. Las poblaciones más cercanas que se ajustan a estas características se encuentran a lo largo del río Gállego y alguna en el río Ebro. Para su captura se utilizan nasas con cebo diseñadas expresamente para la captura de galápagos europeos y así evitar ahogamientos. Cuando se reciben ejemplares silvestres estos son sometidos a una revisión veterinaria en la que se valora la condición física de los individuos y se evalúan los posibles signos de patología. Además, se toman medidas corporales y anotaciones que puedan ser útiles para una posterior identificación. Se realiza una fotografía cenital de caparazón y plastrón y se añade toda la información al formulario de registro individual. En la siguiente revisión veterinaria se procede a implantar el microchip (en la extremidad posterior izquierda) y este número se añade a la ficha de registro individual. Estos ejemplares, tras un periodo de cuarentena en el Acuario de Zaragoza, se llevan a las instalaciones de Juslibol. Durante los meses de mayor actividad se realizan entre 3 y 4 visitas semanales a dichas instalaciones, con las funciones de revisión de ejemplares y puestas, alimentación, revisión de las instalaciones y toma de paramétricas. Durante una de estas visitas, el 8 de junio de 2017 se encontró 3 hembras muertas a las que se les realizó necropsia. Dos de ellas se encontraban en avanzado estado de gravidez y las bajas se atribuyeron a un síndrome de inadaptación con retención de huevos concomitante, ya que estos animales llevaban menos de dos semanas en la instalación. Dado que se trata de tortugas salvajes su adaptación a la vida en cautividad en las nuevas instalaciones puede constituir problemas. La observación de estómagos llenos no apoyaba esta hipótesis (ya que el primer síntoma del síndrome es la anorexia), pero el no estar familiarizadas con la instalación supone una situación de estrés y dificulta las tareas rutinarias, como salir a respirar cuando son acosadas por un macho o temerregularse adecuadamente. El no haber podido encontrar un lugar adecuado donde realizar la ovoposición es otra causa posible a destacar. Tras realizarles la necropsia se lograron recuperar 11 huevos, los cuales se incubaron satisfactoriamente. La otra hembra fallecida estaba junto a un macho que sigue con buen estado de salud, con lo que se descartan problemas graves de la instalación y aumenta la probabilidad de que se deba a un síndrome de inadaptación (llevaba menos de una semana en la instalación). A continuación, debido al shock que supuso este acontecimiento, se les realizaron radiografías a las hembras sospechosas de estar grávidas, y se observó que 3 de ellas tenían huevos. Tras valorar su estado



de salud y grado de adaptación se decidió mantenerlas mejorando las instalaciones. El 28 de junio de 2017 se recuperaron 6 huevos procedentes de dos hembras diferentes, a las cuales se les habían realizado las radiografías. La otra puesta se inviabilizó al ser realizada en el agua.

Crías de *Emys orbicularis*

Se decidió incubar los huevos a 29°C, por lo que probablemente la mayor parte de las eclosiones serán futuras hembras. Entre los días 8 al 29 de agosto de 2017, se sucedieron las eclosiones hasta obtener un total de 10 crías, con un peso promedio de 4.61g y 26,4mm de longitud de caparazón. Estas crías permanecieron los primeros días en un recipiente con papel de periódico con solución yodada como único sustrato para evitar las infecciones del saco vitelino y onfalitis. Después, se pasaron a un acuario con abundante vegetación artificial y comenzaron a alimentarse a partir del 7º día de vida (tiempo hasta que se reabsorbe totalmente el saco vitelino). Se alimentaron una vez al día durante los 2 primeros meses y luego 5 veces a la semana, disminuyendo la frecuencia y adaptando la dieta a su tamaño y necesidades. Estas crías se mantienen en las instalaciones del Acuario de Zaragoza hasta que crecen lo suficiente como para trasladarlas a las instalaciones de Juslibol y poder naturalizarlas progresivamente y en un futuro, reintroducirlas en el medio.

Una vez las crías alcanzan en torno a los 80 mm de longitud, se considera que la medida es apta para su naturalización por haber superado el período de mayor vulnerabilidad ante los depredadores potenciales. Las crías alcanzan ese tamaño al cabo del año aproximadamente, logrando crecimientos más rápidos que en condiciones naturales y tasas de supervivencia mucho más altas. Es conveniente que estos ejemplares pasen un periodo de tiempo, mínimo de dos meses, en condiciones similares a las de su nuevo hábitat (en las instalaciones de Juslibol) para una correcta naturalización y así favorecer la adaptación. En estos cerrados los ejemplares juveniles recuperan el comportamiento salvaje y para ello se evita cualquier manipulación, para evitar el hecho de que puedan asociar el alimento con la presencia humana. Cuando las tortugas tienen cerca de 2 años de vida, con un peso y una longitud media de 90 gramos y 90 mm, se considera que ya están en condiciones de ser liberadas. Previo a la liberación se hará un último estudio clínico de condición física que debe certificar la viabilidad de la liberación de cada uno de los ejemplares. También se realizará un marcaje adecuado en el caparazón mediante la realización de surcos con una pequeña sierra y un código de numeración para garantizar la correcta identificación en caso de recaptura. Posterior a la liberación de ejemplares se deberá realizar un seguimiento poblacional para evaluar la supervivencia y adaptabilidad de las poblaciones criadas en cautividad. Se puede hacer mediante captura con trampas ya que se pueden identificar los ejemplares liberados marcados. También se deberá medir la condición corporal de los ejemplares recapturados.



Adultos de *Emys orbicularis*

Los adultos que habían pasado el invierno de 2016-2017 en el Acuario de Zaragoza se llevaron a las instalaciones de Juslibol en mayo de 2017. Entre el 4 y 24 de julio se registraron 3 bajas. Eran ejemplares que llevaban alrededor de dos meses en las nuevas instalaciones de Juslibol y una posible causa a la que se asocian estas bajas es la falta de un lugar adecuado donde realizar la estivación, debido a que coincidieron con las fechas de mayor calor en el lugar, asociándose así a un síndrome de inadaptación. Por ello, se tuvo que capturar algunos ejemplares más en verano para de esta manera contar con un núcleo reproductor de unos 14 ejemplares. De cara al invierno de 2017-2018 se decidió dejar en las instalaciones de Juslibol únicamente a los individuos que más tiempo llevaran en las balsas y trasladar el resto a las instalaciones del Acuario de Zaragoza, pero debido a que hubo varias bajas durante la época más dura de heladas de invierno, a principio de marzo de 2018 se decidió trasladar al resto junto a los ejemplares en el Acuario de Zaragoza. Se ubicaron siete galápagos adultos en un acuaterrario adecuado en cuarentena, tres en exposición junto a un galápagos leproso y anguilas europeas (y posteriormente peces lisa) y los últimos cuatro traídos a finales de invierno en capazos en cuarentena de manera provisional.

5.4.3. Instalaciones de Juslibol

Constan de ocho balsas de agua artificial separadas individualmente con acceso cada una a una zona terrestre. Cada balsa está diseñada para albergar un núcleo reproductor consistente en un macho y dos hembras. Las balsas tienen alrededor de un metro de profundidad y se añadieron plantas, troncos y rampas. De esta manera se facilita su uso por parte de los galápagos y se asegura una mejor adaptación. En la zona terrestre se plantaron plantas herbáceas autóctonas con el fin de crear zonas de sombra y se crearon "zonas nido" con un sustrato diferente al del resto de la instalación para fomentar la puesta de huevos. Además, se decidió colocar cámaras de vigilancia con el fin de poder observar todas las instalaciones y mejorar el seguimiento de manera no presencial de los animales. Se les puso además un grabador con detección de movimiento para poder ver y grabar todos los movimientos de los animales, todo ello sin interferir en su comportamiento ya que al ser animales asustadizos en cuanto detectan la presencia de posibles depredadores se sumergen en las balsas y desaparecen. Dado que es una especie que no soporta la contaminación ni eutrofización del agua, es necesario garantizar la buena calidad del agua realizando un seguimiento mediante analíticas seriadas.

5.4.4. Programa de educación

Otro aspecto fundamental del programa de conservación consiste en la educación de los visitantes del Acuario. Para ello se colocó un cartel divulgativo del proyecto frente a la instalación donde se encuentran varios ejemplares reproductores de galápagos europeo.

También se empezó a informar sobre el proyecto de conservación en todos los flyers del Acuario y se colocó una pantalla en la cual se proyecta la información sobre el galápago europeo y el proyecto. En las visitas guiadas, además, se concientia sobre la problemática de las especies exóticas invasoras, se fomenta el mascotismo responsable y se explica la situación actual de la especie. Hace poco, se ha construido una nueva instalación para poder mostrar las crías recién nacidas al público y así concienciar de forma más eficaz.

[Información proporcionada por Vicente Buitrago, C. (2018) en "Memoria año II (2017) del Proyecto de Conservación de Galápago Europeo (Emys orbicularis) en el Galacho de Juslibol (Zaragoza)". Acuario de Zaragoza.]

6. Conclusiones

Tras la finalización de este Trabajo Fin de Grado en Veterinaria y con toda la bibliografía transversal leída y conocimientos adquiridos sobre el tema, las conclusiones obtenidas acerca de la conservación del galápago europeo (*Emys orbicularis*) son las siguientes:

- I. Se trata de una especie muy sensible a la contaminación y degradación del hábitat, por lo que resulta primordial la conservación y recuperación del mismo. Además, los programas de conservación de esta especie tienen que incluir: reforzamiento poblacional mediante la cría en cautividad, control y erradicación de especies exóticas invasoras, seguimiento de poblaciones autóctonas, concienciación de la población, regulación del comercio de quelonios y creación de puentes biogeográficos.
- II. En la mayor parte de su área de distribución ha descendido tanto el número de ejemplares que se apunta a que se debería actualizar la categoría europea a "vulnerable" y española a "en peligro de extinción". Dado que se trata de una especie "paraguas" que nos indica del estado del ecosistema, se deben tomar medidas serias para corregir la situación actual.
- III. Los programas de cría en cautividad y reforzamiento poblacional son eficaces con altas tasas de supervivencia y buena proyección de futuro. Debido a su baja prolificidad, elevada mortalidad juvenil y tardía maduración sexual poseen baja capacidad de recuperación frente a efectos negativos en el ambiente y es necesaria la implementación de estos programas de reforzamiento poblacional.
- IV. Las especies de tortugas exóticas invasoras se ha visto que dañan el ecosistema mediante la depredación, la transmisión e introducción de enfermedades, y mediante la competencia por los recursos naturales, teniendo efectos negativos sobre las tasas de supervivencia y crecimiento de los galápagos europeos.
- V. Dada la escasa efectividad de las regulaciones en el comercio de quelonios se propone la prohibición de la venta de quelonios acuáticos, o alternativamente, la regulación estricta

de su comercio acompañada de microchipado obligatorio, concienciación de la población y sanciones severas en caso de su liberación.

- VI. Los métodos de control y erradicación de especies invasoras son eficaces si se realizan a largo plazo acompañados de concienciación y habilitando centros de cesión voluntaria.
- VII. En libertad, los agentes bacterianos y parasitarios viven en equilibrio con los hospedadores pero a la hora de mantener núcleos reproductores de galápago europeo en cautividad es un factor a tener en cuenta, junto con la posible inadaptación que pueden sufrir a la cautividad. A la hora de criar en cautividad, también hay que tener en cuenta las patologías más frecuentes de quelonios tales como EOM, distocia, SCUD e hipovitaminosis A, entre otras.

6.1. Conclusions

After finishing this Degree's Final Project of Veterinary and with all the transversal bibliography read and knowledge gained in the subject, the obtained conclusions of the conservation of the European pond turtle (*Emys orbicularis*) are the following:

- I. This species is highly affected by contamination and habitat destruction, therefore, it is vital to preserve and recover it. In addition, the conservation projects of the European pond turtle should include: population reinforcement by captive breeding, control and eradication of invasive alien species, monitoring of the autochthonous populations, people consciousness-raising, turtle trade regulation and building biogeographical bridges in order to connect isolated populations.
- II. Taking into account the progressive and continuous reduction in population in its wide distribution, it is suggested that the species conservation status should be updated to "Vulnerable" in Europe and "Endangered" in Spain. As *Emys orbicularis* is considered an "umbrella" species, it is an indicator of the ecosystem's health so serious measures have to be taken.
- III. Captive breeding programs and population reinforcement have proved to be effective with high survival rates and positive future forecast. Due to its low prolificacy, high juvenile mortality and late sexual maturity, the European pond turtle is practically unable to recover from anthropogenic negative effects in the environment and it is mandatory the intervention and implementation of these population reinforcement programs.
- IV. Turtle invasive species have proved to be harmful for the ecosystems by depredation, illness transmission and introduction, and interspecific competition on natural resources, affecting negatively the growth and survival rates in native species.
- V. Given the lack of effectiveness turtle trade regulations have shown, it is suggested that turtle trade should be prohibited, or alternatively, severely restricted making mandatory to



fit with a microchip the turtles sold, together with population consciousness-raising and strict penalties in case of pet release.

- VI. Control and eradication methods of invasive alien species have proved to be effective if carried out on the long run together with awareness raising and enabling of wildlife centres for voluntary donations.
- VII. In wild animals, microscopic organisms such as bacteria or parasites live in harmony with its hosts but when it comes to keeping them in captivity, pathologies may appear. When the time comes to maintaining reproductive nuclei or breeding, most frequent captive turtle pathologies have to be taken into account, such as, MBD (metabolic bone disease), dystocia, SCUD (septicemic cutaneous ulcerative disease), Hypovitaminosis A, among others, as well as the possibility of unadaptability to captivity they can experience.

7. Valoración personal

La realización de este Trabajo de Fin de Grado ha sido una experiencia muy enriquecedora, tanto a nivel profesional como personal. La posibilidad de trabajar de manera autónoma y escoger un tema de máximo interés personal ha hecho de la realización del proyecto una grata experiencia. La conservación del galápago europeo (*Emys orbicularis*) era un tema que llevaba tiempo queriendo abordar y el poder vivirlo *in situ* durante las prácticas realizadas en el Nuevo Acuario de Zaragoza me ha permitido comprenderlo profundamente. Además, me han involucrado lo máximo posible en el proyecto de conservación y verlo todo de primera mano posibilita un enfoque mucho más preciso y dinámico del tema.

A su vez, la combinación de ciencias como la biología y la ecología a la veterinaria creo que es un área de gran proyección, siendo un área de conocimiento que me apasiona y en la cual he aprendido más de lo inicialmente esperado. Durante la realización de este proyecto también he podido conocer a un gran experto del tema, como es Albert Martínez-Silvestre, con quien he podido intercambiar opiniones y dialogar distendidamente sobre el tema.

Con esta asignatura también he aprendido a cómo redactar acerca de un tema con rigor científico, a gestionar gran cantidad de información y la forma en que se debe realizar la búsqueda en las bases de datos especializadas citando correctamente la bibliografía. También me ha ayudado en gran medida a mejorar mi comprensión lectora en otros idiomas, dado que la mayoría de los artículos acerca del tema se encuentran redactados en inglés.

Para terminar, agradezco la involucración en el proyecto a Carlos Vicente Buitrago (Conservador del Acuario de Zaragoza), Javier González Sanz (Director técnico del Acuario de Zaragoza), Blanca Pérez (Jefa de acuaristas del Acuario de Zaragoza) y a mi tutor Alberto Higinio Cortés Cebrián (Profesor asociado de la Universidad de Zaragoza y experto en animales exóticos), sin los cuáles no habría podido realizar este Trabajo de Fin de Grado.



8. Bibliografía

- Ayres, C. y Cordero, A. (2004). A management plan of European pond turtle (*Emys orbicularis*) populations of the Louro river basin (Northwest Spain). *Biologia (Bratislava)*, 59: 161-171
- Ayres, C. y Alvarez, A. (2008). On the presence of *Placobdella* sp. leeches on *Emys orbicularis*. *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*, 8 (1): 53-55.
- Ayres, C., Calvino-Cancela, M. y Cordero-Rivera, A. (2010). Water Lilies, *Nymphaea alba*, in the summer diet of *Emys orbicularis* in Northwestern Spain: Use of Emergent Resources. DOI: 10.2744/CCB-0787.1
- Ayres, C., Alvarez, A., Ayllon, E., Bertolero, A., Buenetxea, X., Cordero-Rivera, A., Curco-Masip, A., Duarte, J., Farfan, M.A., Ferrandez, M., Franch, M., Fortuño, L., Guerrero, J., Hernandez-Sastre, P.L., Lacomba, I., Lorente, L., Miguelez-Carbajo, D., Pinya, S., Rada, V., Romero, D., Sanchez, J., Sancho, V. y Valdeon, A. (2013). Conservation projects for *Emys orbicularis* in Spain. *Herpetology Notes*, 6: 157–164.
- Ayres, C. (2015). Galápagos europeo – *Emys orbicularis*. En: *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Salvador, A., Marco, A. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/>
- Barquero, J.A. (2001). El control del comercio y las especies potencialmente invasoras: situación actual de la tortuga de Florida (*Trachemys scripta elegans*) en España". *Mem. Master, Univ. Intern. Andalucía, Sevilla*. 122 pp.
- Bern Treaty (1979). 19/09/1979, Treaty open for signature by the member States, the non-member States which have participated in its elaboration and by the European Union, and for accession by other non-member States.
- Cadi, A. y Joly, P. (2003). Competition for basking places between the endangered European pond turtle (*Emys orbicularis galloitalica*) and the introduced slider turtle (*Trachemys scripta elegans*). *Canadian Journal of Zoology*, 81: 1392-1398. <https://doi.org/10.1139/z03-108>
- Cadi, A. y Joly, P. (2004). Impact of the introduction of the red-eared slider (*Trachemys scripta elegans*) on survival rates of the European pond turtle (*Emys orbicularis*). DOI: 10.1023/B:BIOC.0000048451.07820.9c
- Calvino-Cancela, M., Ayres Fernández, C. y Cordero-Rivera, A. (2007). European pond turtles (*Emys orbicularis*) as alternative dispersers of "water-dispersed" waterlily (*Nymphaea alba*). DOI: 10.2980/1195-6860(2007)14[529:EPTEOA]2.0.CO;2
- Cardells, J., Garijo, M.M., Marín, C. y Vega, S. (2014). Helminths from the red-eared slider *Trachemys scripta elegans* (Chelonia: Emydidae) in marshes from the eastern Iberian Peninsula: first report of *Telorchis attenuata* (Digenea: Telorchidiidae).
- Carrasco, R., Azorit, C., Carrasco, A., Carrasco, D., Calvo, J. y Muñoz-Cobo, J. (2002). Distribución del galápagos europeo (*Emys orbicularis*) (Linnaeus, 1758) en Sierra Morena Oriental. *Anuales de Biología*, 24: 217
- Castanet, J. (1994). Age estimation and longevity in reptiles. *Gerontology*, 40:174-192.
- Catálogo de especies amenazadas en Aragón, Fauna vulnerable. Gobierno de Aragón, departamento de desarrollo rural y sostenibilidad.
- Cordero Rivera, A., Ayres, C. y Velo-Antón, G. (2008). High prevalence of accessory scutes and anomalies in Iberian populations of *Emys orbicularis*. *Revista Española de Herpetología*, 22: 5-14.
- CRARC-COMAM. (2018). "Les tortugues no són joguines ni animals domèstics. Cal invertir molt i molt en educació. El problema continua." Centro de Recuperación de anfibios y reptiles de Cataluña.
- Decreto 18/1992, de 26 de marzo por el que se aprueba el Catálogo Regional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres y se crea la categoría de árboles singulares. Comunidad de Madrid.
- Decreto 181/2005, de 6 de septiembre, del Gobierno de Aragón, por el que se modifica parcialmente el Decreto 49/1995, de 28 de marzo, de la Diputación General de Aragón, por el que se regula el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón.
- Delmas, V., Prevot-Julliard, A.C., Pieau, C. y Girondot, M. (2007). A mechanistic model of temperature-dependent sex determination in a chelonian: the European pond turtle. DOI: 10.1111/j.1365-2435.2007.01349.x
- Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres.
- Ernst, C.H., Altenburg, R.G.M. y Barbour, R.W. (2006). *Turtles of the World (CD-ROM)*
- Feldman, C. y Parham, J. (2002). Molecular phylogenetics of emydine turtles: taxonomic revision and the evolution of shell kinesis. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 22: 388-98. DOI: 10.1006/mpev.2001.1070
- Ficetola, G.F. y De Bernardi, F. (2006). "Is the European "pond" turtle *Emys orbicularis* strictly aquatic and carnivorous?". *Amphibia-Reptilia* 27 (3): 445–447. DOI: 10.1163/156853806778190079
- Fotografía: Pradillo Carrasco, A. En: Seminario Internacional sobre la Gestión de Reptiles Exóticos Invasores. Gobierno de Canarias. Proyecto LIFE Trachemys.
- Fritz, U., Lenk, P., Joger, U. y Wink, M. (1999). Is *Emys orbicularis* introduced on Majorca?
- Fritz, U., Guicking, D., Kami, H., Arakelyan, M., Auer, M., Ayaz, D., Ayres, C., Bakiev, A.G., Celani, A., Džukic, G., Fahd, S., Havaš, P., Joger, U., Khabibullin, V.F., Mazanaeva, L.F., Široký, P., Tripepi, S., Vélez, A.V., Velo-Antón, G. y Wink, M. (2007). Mitochondrial phylogeography of European pond turtles (*Emys orbicularis*, *Emys trinacris*) – an update. DOI: 10.1163/156853807781374737
- Gibbons, W.J. (1990). *The Slider Turtle. Life History and Ecology of the Slider Turtle*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.
- Gill, N. (2002). Eye problems in aquatic turtles. www.tortoisetrust.org
- Girondot, M., Zaborski, P., Servan, J. y Pieau, C. (1994). Genetic contribution to sex determination in turtles with environmental sex determination.
- Girondot, M. (1999). Statistical description of temperature-dependent sex determination using maximum likelihood. *Evolutionary Ecology Research* 1 (3): 479–486.
- Grefa (2013). Comienzan a nacer las nuevas crías de galápagos europeo en GREFA. www.grefa.org
- Hawkes, L.A., Broderick, A.C., Godfrey, M.H. y Godley, B.J. (2007). Investigating the potential impacts of climate change on a marine turtle population. *Global Change*

- Biology 13: 923–932. doi: [10.1111/j.1365-2486.2007.01320.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2007.01320.x)
33. Héritier, L., Valdeón, A., Sadaoui, A., Gendre, T., Ficheux, S., Bouamer, S., Kechemir-Issad, N., Du Preez, L., Palacios, C., Verneau, O. (2017): Introduction and invasión of the red-eared slider and its parasites in freshwater ecosystems of Southern Europe: risk assessment for the European pond turtle in wild environments. *Biodivers. Conserv.* 26: 1817–1843. <https://doi.org/10.1007/s10531-017-1331-y>
 34. Hidalgo-Vila, J., Díaz-Paniagua, C., Pérez-Santigosa, N., de Frutos-Escobar, C. y Herrero-Herrero, A. (2008). Salmonella in free-living exotic and native turtles and in pet exotic turtles from SW Spain. DOI: 10.1016/j.rvsc.2008.01.011
 35. Iglesias, R., García-Estévez, J. M., Ayres, C., Acuña A. y Cordero-Rivera, A. (2015). First reported outbreak of severe spirorchiidiasis in *Emys orbicularis*, probably resulting from a parasite spillover event. *Diseases of Aquatic Organisms*, 113 (1): 75–80. DOI: 10.3354/dao02812
 36. IUCN/SSC Invasive Species Specialist Group's 100 Worst Invasive List. Global Invasive Species Database (2018) Species profile: *Trachemys scripta elegans*. Downloaded from <http://www.iucngisd.org>.
 37. Jensen, M.P., Allen, C.D., Eguchi, T., Hilton, W.A., Hof, C.A.M. y Dutton, P.H. (2018). Environmental warming and feminization of one of the largest sea turtle populations in the world. *Current Biology* 28: 154–159. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.11.057>
 38. Jiménez, J., Lacomba, I., Sancho, V. y Risueño, P. (2002). Peces continentales, anfibios y reptiles de la Comunidad Valenciana. Generalitat Valenciana. 271 pp.
 39. Joos, J., Kirchner, M., Vamberger, M., Kaviani, M., Rahimibashar, M.R., Fritz, U. y Müller, J. (2017). Climate and patterns of body size variation in the European pond turtle, *Emys orbicularis*. *Biol. J. Linn. Soc.* 122: 351–365. <https://doi.org/10.1093/biolinnean/blx056>
 40. Levine, D. (1993). European Pond Turtle, *Emys orbicularis*. *Tortuga Gazette*, 29(6): 1 – 3.
 41. Luján, L. (curso 2016-2017). Apuntes de Integración en Animales exóticos y acuáticos. Facultad de Veterinaria Universidad de Zaragoza.
 42. Mac Arthur, R.H. y Pianca, E.R. (1966). On the optimal use of a patchy environment. *American Naturalist* 100:603–609.
 43. Marin, C., Ingesa-Capaccioni, S., González-Bodi, S., Marco-Jiménez, F. y Vega, S. (2013). Free-Living Turtles Are a Reservoir for Salmonella but Not for Campylobacter. DOI: 10.1371/journal.pone.0072350
 44. Martínez-Silvestre, A. y Soler, J. (2009). Depredación del galápago americano (*Trachemys scripta*) sobre puestas de carpa (*Cyprinus carpio*) en Cataluña. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española* número 20, págs 105–107.
 45. Martínez-Silvestre, A., Soler Massana, J., Sáez, A. y Lopez, F. (2010). Nuevos datos de la interferencia de *Trachemys scripta* en ecosistemas mediterráneos en Cataluña (España). Pp. 78-79. En: XI Congreso Luso Español de Herpetología/XV Congreso Español de Herpetología, Sevilla.
 46. Martínez-Silvestre, A. (2013). Dermatología en quelonios. En XII congreso de especialidades veterinarias (granada).
 47. Martínez-Silvestre, A., Hidalgo-Vila, J., Pérez-Santigosa, N. y Díaz-Paniagua, C. (2015a). Galápago de Florida – *Trachemys scripta*. En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Salvador, A., Marco, A. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/>
 48. Martínez-Silvestre, A., Guinea, D., Ferrer, D. y Pantchev, N. (2015b). Parasitic enteritis associated with the Camallanid Nematode *Serpinema microcephalus* in wild invasive turtles (*Trachemys*, *Pseudemys*, *Graptemys*, and *Ocadia*) in Spain. *J. Herpet. Med. Surg.* 25: 48–52. DOI: 10.5818/1529-9651-25.1.48
 49. Mitrus, S. y Zemanek, M. (2004). Body size and survivorship of the European pond turtle *Emys orbicularis* in Central Poland.
 50. NASA (2018). Global Mean Estimates based on Land and Ocean Data. <https://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs/>
 51. Pieau, C. y Dorizzi, M. (1981). Determination of temperature sensitive stages for sexual differentiation of the gonads in embryos of the turtle, *Emys orbicularis*. <https://doi.org/10.1002/jmor.1051700308>
 52. Pieau, C., Dorizzi, M. y Richard-Mercier, N. (1999). Temperature-dependent sex determination and gonadal differentiation in reptiles.
 53. Pleguezuelos, J.M., Márquez, R. y Lizana, M. (2002). Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España. Dirección General de Conservación de la Naturaleza-Asociación Herpetológica Española (2ª impresión), Madrid, 587 pp.
 54. Polo-Cavia, N., López, P. y Martín, J. (2008). Interspecific differences in responses to predation risk may confer competitive advantages to invasive freshwater turtle species. *Ethology* 114: 115–123. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.2007.01441.x>
 55. Polo-Cavia, N., Gonzalo, A., López, P. y Martín, J. (2010). Chemosensory recognition of turtle predators by iberian tadpoles: consequences in competition between native and invasive turtle species. Pp. 61-62. En: XI Congreso Luso Español de Herpetología/XV Congreso Español de Herpetología, Sevilla.
 56. Poschadel, J. R., Meyer-Lucht, Y. y Plath, M. (2006). Response to chemical cues from conspecific reflects mating preference for large females and avoidance of large competitors in the European pond turtle, *Emys orbicularis*. DOI: 10.1163/156853906776759510
 57. Proyecto LIFE Potamo Fauna. Seguimientos de *Emys orbicularis*, *Mauremys leprosa* y de galápagos exóticos. Informe final de seguimiento de quelonios exóticos DICIEMBRE 2017. "Conservación de fauna fluvial de interés europeo en red Natura 2000 de las cuencas de los ríos Ter, Fluvià y Muga".
 58. Proyecto LIFE TRACHEMYS. Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural. Generalitat valenciana.
 59. Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas.
 60. Real Decreto 630/2013. Catálogo español de especies exóticas invasoras. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
 61. Reyes-Prieto, M., Ocegüera-Figueroa, A., Snell, S., Negrodo, A., Barba, E., Fernández, L., Moya, A. y Latorre, A. (2014). DNA barcodes reveal the presence of the introduced freshwater leech *Helobdella europaea* in Spain. *Mitochondrial DNA*, 25 (5): 387–393. DOI: 10.3109/19401736.2013.809426

62. Rhodin, A.G.J., Iverson, J.B., Bour, R., Fritz, U., Georges, A., Shaffer, H.B., y van Dijk, P.P. (2017). Turtles of the World: Annotated Checklist and Atlas of Taxonomy, Synonymy, Distribution, and Conservation Status (8th Ed.). In: Rhodin, A.G.J., Iverson, J.B., van Dijk, P.P., Saumure, R.A., Buhlmann, K.A., Pritchard, P.C.H., and Mittermeier, R.A. (Eds.). Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoises: A Compilation Project of the IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group. Chelonian Research Monographs 7:1–292. doi: 10.3854/crm.7.checklist.atlas.v8.2017.
63. Rodríguez-Rodríguez, E. y Escrivá-Colomar, I. (2016). Interacción de la población local con los galápagos en el Parque Natural Sierra Norte de Sevilla (España). Revista Etnobiología. Vol 14, Num. 1. Abril 2016. pp: 51-56
64. Ruiz Ara, E. (2012). Fotografía de www.ruizarafoto.es
65. Şahin, R. y Yildirimhan H.S. (2005). The Helminth Fauna of *Emys orbicularis* (European Pond Turtle) (Linnaeus, 1758) Living in Freshwater. Acta parasitologica Turcica / Turkish Society for Parasitology 29(1):56-62
66. Sancho Alcayde, V., Lacomba Andueza, J.I., Bataller Gimeno, J.V. y Pradillo Carrasco, A. (2015). Manual para el Control y Erradicación de Galápagos Invasores. Colección Manuales Técnicos de Biodiversidad, 6. Conselleria d'Agricultura, Medi Ambient, Canvi Climàtic i Desenvolupament Rural. Generalitat Valenciana. Valencia.
67. Segade, P., Crespo, C., Ayres, C., Cordero, A., Arias, M. C., Garcia-Estévez, J. M. e Iglesias Blanco, R. (2006). Eimeria species from the European Pond turtle *Emys orbicularis* (Reptilia:Testudines), in Galicia (NW Spain), with description of two new species. Journal of Parasitology, 92 (1): 69-72. DOI: 10.1645/GE-3491.1
68. Seminario Internacional sobre la Gestión de Reptiles Exóticos Invasores. Gobierno de Canarias. Proyecto LIFE Trachemys.
69. SIARE (2018). Servidor de Información de Anfibios y Reptiles de España. Mapas de distribución de *Trachemys scripta* (base de datos herpetológica).
70. Soccini, C. y Ferri, V. (2004). Bacteriological screening of *Trachemys scripta elegans* and *Emys orbicularis* in the Po plain (Italy). Biologia, Bratislava, 59/Suppl. 14: 201–207.
71. Stuckas, H., Velo-Antón, G., Fahd, S., Kalboussi, M., Rouag, R., Arculeo, M., Marrone, F., Sacco, F., Vamberger M y Fritz U. (2014). Where are you from, stranger? The enigmatic bio-geography of North African pond turtles (*Emys orbicularis*). Organisms Diversity and Evolution 14: 295–306. DOI: 10.1007/s13127-014-0168-4
72. Stunkard, H.W. (1915). Notes on the Trematode Genus *Telorchis* with Descriptions of New Species. The Journal of Parasitology. Vol. 2, No. 2 (Dec., 1915), pp. 57-66.
73. Tortoise & Freshwater Turtle Specialist Group. (2016). *Emys orbicularis* (errata version published in 2016). The IUCN Red List of Threatened Species 1996: e.T7717A97292665.
74. Uetz, P. y Hošek, J. (2018). The Reptile Database (version 3.0, Mar 2013). In: Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 2015 Annual Checklist.
75. Valdeon, A., Rada, V., Ayres, C., Iglesias, R., Longares, L.A., Lazaro, R. y Sancho, V. (2013). Distribution of *Polystomoides ocellatum* (Monogenea: Polystomatidae) in Spain parasitizing the European pond turtle (*Emys orbicularis*).
76. Valdeón, A. y Longares, L.A. (2016). Avances en biogeografía. Áreas de distribución: entre puentes y barreras. Distribución y hábitat del galápagos europeo (*Emys orbicularis*) en el Valle del Ebro. Pags 199 – 206. DOI: 10.13140/RG.2.1.4966.0408
77. Velo-Antón, G., Wink, M., Schneeweiß, N. y Fritz, U. (2010). Native or not? Tracing the origin of wild-caught and captive freshwater turtles in a threatened and widely distributed species (*Emys orbicularis*).
78. Velo-Anton, G., Becker, C. G. y Cordero-Rivera, A. (2011). Turtle Carapace Anomalies: The Roles of Genetic Diversity and Environment. Plos One, 6 (4): e18714. DOI: 10.1371/journal.pone.0018714
79. Velo-Antón, G. (2013). Towards better management of European pond turtles (*Emys orbicularis*) in conservation programs. Herpetology Notes, volume 6: 381-382.
80. Velo-Antón, G. y Pinya Fernández, S. (2015). El galápagos europeo (*Emys orbicularis*) en la península ibérica e islas Baleares. Boletín de la Asociación Herpetológica Española. Vol. 26, Número 2. Págs: 42-46.
81. Velo-Antón, G., Pereira, P., Fahd, S., Teixeira, J. y Fritz, U. (2015). Out of Africa: did *Emys orbicularis occidentalis* cross the Strait of Gibraltar twice?. DOI: 10.1163/15685381-00002989
82. Vicente Buitrago, C. (2018). Memoria año II (2017) del Proyecto de Conservación de Galápagos Europeo (*Emys orbicularis*) en el Galacho de Juslibol (Zaragoza). Acuario de Zaragoza.
83. WAZA: World Association of Zoos and Aquariums. European Pond Turtle (*Emys orbicularis*). *Emys orbicularis* and *Trachemys scripta elegans*. www.waza.org
84. Zaborski, P., Dorizzi, M. y Pieau, C. (1988). Temperature-dependent gonadal differentiation in the turtle *Emys orbicularis*: concordance between sexual phenotype and serological H-Y antigen expression at threshold temperature.
85. Zuffi, M.A.L., Mangiacotti, M., D. Masucci, G., Sacchi, R., Scali, S. y Sannolo, M. (2017). Stable or plastic body shape? *Emys orbicularis* hatchlings-juveniles growth patterns under different ecological conditions. North-western journal of zoology 13 (2): 262-270