

**Estudi i caracterització de la població de tortuga de rierol  
(*Mauremys leprosa*) al PN del Cap de Creus: biometria i  
grandària poblacional**

---

Estudiant: **Aniol Casassas Casacuberta**

Correu electrònic: [aniolaniolru@gmail.com](mailto:aniolaniolru@gmail.com)

Grau de Biologia

Tutor: **Marc Franch Quintana**

Correu electrònic: [marc.franch@udg.edu](mailto:marc.franch@udg.edu)

Empresa / institució: Universitat de Girona

Vistiplau tutor:



Nom del Tutor: Marc Franch Quintana

Data de dipòsit de la memòria a través de la plataforma de TFG: 1 de Juliol de 2023

## AGRAÏMENTS

Vull agrair en Marc Franch, el meu tutor, per haver-me deixat participar en aquest estudi; per haver-me ajudat i guiat amb el programa Mark; i pel seu sentit de l'humor i la seva paciència.

Al Parc Natural del Cap de Creus, per la seva implicació i per haver aprovat els permisos que van permetre la realització dels mostrejos, sense els quals no existiria aquest treball. També als Agents Rurals que ens van ajudar durant els mostrejos i a la Generalitat, pels permisos de captura que ens van concedir.

A les meves companyes de pis, pel seu suport incondicional i per haver-me ajudat a relativitzar els problemes en moments d'estrès.

I, finalment, a la meva mare, que ha patit més que jo i tot.

Gràcies.

## RESUM

L'espècie *Mauremys leprosa* es distribueix per la península Ibèrica, el nord d'Àfrica i, de forma excepcional, pel sud de França. Tot i que és una espècie comuna, diversos estudis indiquen que les seves poblacions s'estan en declivi en la major part del territori, exceptuant Catalunya, on s'ha detectat un augment de la seva distribució. En aquest treball s'ha caracteritzat i avaluat l'estat de la població de tortuga de rierol (*M. leprosa*) que habita en dues basses situades del Pla de la Tudela (Cap de Creus).

Durant el mostreig (maig del 2022), es van registrar 53 mascles, 58 femelles, 6 juvenils. La ràtio de sexes de la població s'apropa molt a la paritat; la ràtio entre adults i juvenils, en canvi, està molt esbiaixada a favor dels adults, segurament a causa del tipus mostreig aplicat. Estructuralment, la població presenta un perfil bimodal conformat sobretot per individus adults que s'acumulen a les talles superiors.

El dimorfisme sexual en la població estudiada és present en tots els paràmetres biomètrics calculats: els paràmetres nCl (longitud de la closca), Cw2 (amplada de la closca), Ch (alçada de la closca), Bw (amplada del pont), Pl (longitud del plastró) són significativament superiors en femelles, mentre que Pcl (longitud precloca) ho és en mascles. Totes les variables presenten un patró de creixement al·lomètric respecte nCl, exceptuant Bw i Pcl en el cas de les femelles. També s'ha detectat una asimetria de creixement entre sexes pels paràmetres Ch, Bw i Pcl respecte nCl.

Mitjançant softwares estadístics (RStudio i Mark), s'ha estimat la grandària poblacional utilitzant tres mètodes diferents, dos per poblacions tancades (Petersen i Schnabel) i un per poblacions obertes (Jolly-Seber: Popan). En tots els casos, els resultats han indicat que la població ronda els 140 individus i que la densitat d'individus és molt elevada.

La població, doncs, presenta una raó de sexes propera a la paritat i està composta principalment d'individus adults de la talla gran. A més a més, també s'ha detectat una elevada densitat d'individus i és possible que estigui connectada a altres nuclis poblacionals. Tots aquests factors indiquen que és probable que la població es trobi en un bon estat de conservació.

## RESUMEN

La especie *Mauremys leprosa* se distribuye por la península Ibérica, el norte de África y, de manera excepcional, por el sur de Francia. Aunque es una especie común, diversos estudios indican que sus poblaciones están en declive en la mayor parte del territorio, excepto en Cataluña, donde se ha detectado un aumento en su distribución. En este trabajo se ha caracterizado y evaluado el estado de la población de galapago leproso (*M. leprosa*) que habita en dos charcas ubicadas en el Pla de la Tudela (Cap de Creus).

Durante el muestreo (mayo de 2022), se registraron 53 machos, 58 hembras y 6 juveniles. La proporción de sexos en la población se acerca mucho a la paridad; sin embargo, la proporción entre adultos y juveniles está muy sesgada a favor de los adultos, probablemente debido al tipo de muestreo aplicado. Estructuralmente, la población presenta un perfil bimodal compuesto principalmente por individuos adultos que se acumulan en tallas superiores.

El dimorfismo sexual en la población estudiada está presente en todos los parámetros biométricos calculados: los parámetros nCl (longitud del caparazón), Cw2 (anchura del caparazón), Ch (altura del caparazón), Bw (anchura del puente) y Pl (longitud del plastrón) son significativamente mayores en las hembras, mientras que Pcl (longitud precloacal) lo es en los machos. Todas las variables presentan un patrón de crecimiento alométrico con respecto a nCl, excepto Bw y Pcl en el caso de las hembras. También se ha detectado una asimetría de crecimiento entre los sexos en los parámetros Ch, Bw y Pcl con respecto a nCl.

Utilizando software estadístico (RStudio y Mark), se estimó el tamaño poblacional utilizando tres métodos diferentes, dos para poblaciones cerradas (Petersen y Schnabel) y uno para poblaciones abiertas (Jolly-Seber: Popan). En todos los casos, los resultados indicaron que la población rondaba los 140 individuos y que la densidad de individuos era muy alta.

Por lo tanto, la población presenta una proporción de sexos cercana a la paridad y está compuesta principalmente por individuos adultos de gran tamaño. Además, se ha detectado una alta densidad de individuos y es posible que esté conectada con otros núcleos poblacionales. Todos estos factores indican que es probable que la población se encuentre en buen estado de conservación.

## ABSTRACT

The species *Mauremys leprosa* is distributed throughout the Iberian Peninsula, northern Africa, and exceptionally in southern France. Although it is a common species, several studies indicate that its populations are declining in most of its range, except in Catalonia, where an increase in its distribution has been detected. This study characterized and assessed the status of the mediterranean pond turtle (*M. leprosa*) population inhabiting two ponds located in Pla de la Tudela (Cap de Creus).

During the sampling period (May 2022), 53 males, 58 females, and 6 juveniles were recorded. The sex ratio of the population is very close to parity, while the ratio between adults and juveniles is heavily biased towards adults, likely due to the sampling method employed. Structurally, the population exhibits a bimodal profile primarily composed of adult individuals that accumulate in larger size classes.

Sexual dimorphism in the studied population is present in all measured biometric parameters: nCl (carapace length), Cw2 (carapace width), Ch (carapace height), Bw (bridge width), and Pl (plastron length) are significantly higher in females, while Pcl (precloacal length) is higher in males. All variables show an allometric growth pattern relative to nCl, except for Bw and Pcl in females. Additionally, asymmetric growth between sexes has been detected in Ch, Bw, and Pcl with respect to nCl.

Using statistical software (RStudio and Mark), the population size was estimated using three different methods: two for closed populations (Petersen and Schnabel) and one for open populations (Jolly-Seber: Popan). In all cases, the results indicated a population size of around 140 individuals and a high population density.

Therefore, the population exhibits a sex ratio close to parity and is mainly composed of large-sized adult individuals. Furthermore, a high density of individuals has been observed, and it is possible that the population is connected to other population clusters. These factors suggest that the population is likely in good conservation status.

# REFLEXIONS SOBRE ÈTICA, SOSTENIBILITAT I PERSPECTIVA DE GÈNERE

## Ètica

Els rèptils presenten gairebé els mateixos receptors d'estrès que els vertebrats superiors i, per tant, és comú que alguns d'ells actuïn de forma estranya i pateixin conseqüències a llarg termini quan experimenten situacions traumàtiques (Martínez, 2014).

En conseqüència, es van prendre certes mesures per tal d'assegurar que l'estrès que patissin les tortugues capturades fos el mínim possible. En primer lloc, els individus capturats es van guardar en caixes plenes de tires de paper de diari per tal que estiguessin en un espai còmode en el qual no s'aixafessin els uns als altres. En segon lloc, es van tapar les caixes amb una manta per tal de crear un ambient fosc, ja que això els tranquil·litza. En tercer lloc, els individus es van retornar al punt on havien estat capturats.

En aquest estudi, doncs, s'ha vetllat pel benestar dels animals, procurant en tot moment minimitzar-los l'estrès, tot i que el fet de capturar-los i manipular-los els en pugui produir un xic.

## Sostenibilitat

La naturalesa pròpia d'aquesta investigació és sostenible i naturalista. De fet, s'espera que els resultats beneficiïn la població de *Mauremys leprosa* i, en general, tot l'ecosistema del Pla de la Tudela. A més a més, durant el mostreig no s'han generat pràcticament residus i s'ha respectat l'entorn. Així doncs, com succeeix en la majoria d'estudis d'ecologia, aquest estudi es pot considerar sostenible.

## Perspectiva de Gènere

El grup de Recerca en Biologia Animal de la UdG -al qual pertany el tutor que ha dirigit aquesta recerca- el conformen 21 integrants, dels quals només 7 son dones (33,33%). A més a més, cal destacar que cap d'elles ocupa el càrrec d'investigador principal i que només tres son investigadores, ja que les altres ocupen càrrecs d'una responsabilitat i prestigi inferior (Universitat de Girona, s.d.).

Aquests patrons es repeteixen de forma recurrent dins del món de l'ecologia (Farr et al., 2017; Martin, 2012). Per tant, tot i que potser no d'una forma tan evident com passava durant el segle passat, avui en dia encara existeix un biaix de gènere en aquesta disciplina científica.

# ÍNDEX

<b>1. INTRODUCCIÓ</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 SITUACIÓ GLOBAL DELS QUELONIS</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 ESTAT DE LES POBLACIONS EUROPEES DE TORTUGUES AUTÒCTONES D'AIGUA DOLÇA</b> .....	<b>1</b>
<b>1.3 ESTAT DE CONSERVACIÓ DE <i>Mauremys leprosa</i></b> .....	<b>2</b>
<b>2. OBJECTIVES</b> .....	<b>3</b>
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	<b>4</b>
<b>3.1 L'ESPÈCIE: <i>Mauremys leprosa</i></b> .....	<b>4</b>
<b>3.2 ÀREA D'ESTUDI</b> .....	<b>5</b>
3.2.1 Embassament de Mas Rabassers de Baix .....	8
3.2.2 Embassament petit.....	8
<b>3.3 MÈTODES</b> .....	<b>9</b>
3.3.1 Mètodes d'estima poblacional.....	9
3.4.2 Origen de les mostres.....	10
3.4.3 Anàlisis de les dades .....	12
<b>4. RESULTATS</b> .....	<b>13</b>
<b>5. DISCUSSIÓ</b> .....	<b>19</b>
<b>6. CONCLUSIONS</b> .....	<b>22</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>24</b>

# 1. INTRODUCCIÓ

## 1.1 SITUACIÓ GLOBAL DELS QUELONIS

Actualment, més de la meitat de les espècies de tortugues a escala mundial es troben en perill d'extinció (Stanford et al., 2020). Les principals amenaces que han d'afrontar les poblacions de quelonis són la pèrdua d'hàbitat, a causa de l'agricultura, la desertificació, la construcció de preses hidroelèctriques i l'expansió dels nuclis urbans (Geist, 2005; Gong et al., 2017; Haddad et al., 2015; Medková et al., 2017; Stanford et al., 2020) i l'explotació per part dels éssers humans per l'alimentació, la medicina tradicional i el comerç d'animals de companyia (Stanford et al., 2020).

Les espècies invasores (que tant poden ser quelonis com espècies que pertanyen a altres grups taxonòmics) també afecten negativament les poblacions de tortugues natives. De la mateixa forma, l'increment de la freqüència i la intensitat dels incendis associat al canvi climàtic i a l'expansió de plantes invasores, ja ha malmès de forma severa alguns nuclis (Stanford et al., 2020).

En general, doncs, la combinació de tots aquests factors i molts d'altres està provocant que moltes espècies de tortugues a escala mundial es trobin en situacions de risc. Tot i això, tan sols una espècie i tres taxons d'aquest grup s'ha extingit durant els últims dos segles, la qual cosa demostra la resiliència d'aquests organismes (Stanford et al., 2020).

## 1.2 ESTAT DE LES POBLACIONS EUROPEES DE TORTUGUES AUTÒCTONES D'AIGUA DOLÇA

Durant les últimes dècades, a escala europea, diversos estudis han alarmat de l'estat en què es troben les poblacions autòctones de tortugues d'aigua dolça. El declivi de certes poblacions de *Mauremys leprosa* (Alarcos et al., 2013; Pleguezuelos et al., 2002), *Emys orbicularis* (Alarcos et al., 2013; Fritz & Chiari, 2013) i *Mauremys rivulata* (Chelazzi et al., 2007) està ben documentat.

El motiu principal d'aquesta regressió és la degradació i fragmentació dels hàbitats (Cox & Temple, 2009; Franch, 2016), juntament amb l'impacte causat per les espècies invasores i les translocacions intraespecífiques (Franch 2016; Fritz & Chiari, 2013).

La degradació dels hàbitats aquàtics continentals a causa de la pressió antròpica perjudica les poblacions de tortugues, ja que aquestes durant una etapa del seu cicle vital depenen de l'aigua (Franch, 2016). Les captures accidentals o la modificació de les dinàmiques de predació d'espècies generalistes són unes de les problemàtiques que han d'afrontar aquests organismes (Bertolero & Busack, 2017; Cox & Temple, 2009).



La introducció de tortugues exòtiques és un altre de les amenaces més rellevants (Pearson et al., 2015). El cas més greu és el de *Trachemys elegans* (Cadi & Joly, 2004). Aquesta espècie presenta diversos avantatges competitius respecte a les tortugues natives i acaba desplaçant-les i reduint la seva taxa de supervivència (Cadi & Joly, 2004; Perez-Santigosa et al., 2008; Polo-cavia et al., 2008). A més, també pot actuar com a vector de patògens i malalties (Demkowska-Kutrzepa et al., 2018).

La presència d'espècies invasores de mamífers carnívors o oportunistes, com el gos viverrí (*Nyctereutes procyonoides*), l'ós rentador (*Procyon lotor*) o el coatí (*Nasua nasua*), també és un factor que cal prendre's de forma seriosa (Fritz & Chiari, 2013; Genovesi et al., 2012).

També existeixen altres components que debiliten les poblacions autòctones de tortugues d'aigua dolça a Europa, com la captura per part dels humans o les hibridacions que redueixen la diferenciació genètica entre grups poblacionals (Demkowska-Kutrzepa et al., 2018; Toledo et al., 2021).

Partint d'aquest context, aquest estudi pretén caracteritzar i avaluar l'estat d'una població de *M. leprosa* que habita en dues basses artificials situades al parc natural del Cap de Creus.

### **1.3 ESTAT DE CONSERVACIÓ DE *Mauremys leprosa***

El gènere *Mauremys* està conformat per sis espècies que es distribueixen per la regió Paleàrtica. Tres d'elles, *M. leprosa*, *M. rivulata* i *M. caspica*, son endèmiques de la conca mediterrània (Fritz, 2001).

La tortuga de rierol, *Mauremys leprosa* (SCHWEIGGER, 1812), és una espècie de queloni endèmica de la península Ibèrica i el nord d'Àfrica, amb algunes poblacions excepcionals situades al sud França (Bertolero & Busack, 2017; Díaz-Paniagua et al., 2015; Toledo et al., 2021).

*M. leprosa* està catalogada com a espècie vulnerable en la Red List of European Reptiles (Cox & Temple, 2009). A França, forma part de la llista d'espècies en perill d'extinció, dins la Red National List (Toledo et al., 2021). A Portugal, es considera una espècie poc amenaçada (Cabral et al., 2005). A Espanya, es valora com una espècie vulnerable en "Atlas y Libro Rojo de los Anfibios i Reptiles de España" i, en el decret 139/2011, s'inclou dins la categoria d'espècie de protecció especial (Pleguezuelos et al., 2002; Bertolero & Busack, 2017; Toledo et al., 2021). En l'àmbit català, l'espècie forma part de la llista d'espècies i subespècies incloses en la "Relació d'espècies protegides de la fauna salvatge autòctona i no incloses en el Catàleg de la fauna salvatge autòctona amenaçada" en el decret 172/2022 (Generalitat de Catalunya, 2022).

Les amenaces més importants que afronta la tortuga de rierol son la degradació d'hàbitat, la destrucció de la vegetació de ribera, l'extracció excessiva d'aigua dels aquífers i la contaminació derivada de

l'agricultura (Araújo et al, 1997; Díaz-Paniagua et al., 2015; Pleguezuelos et al., 2002; Toledo et al., 2021).

La presència *Trachemys scripta elegans* també afecta negativament les seves poblacions, no només per la competència directa que s'estableix entre les dues espècies (Araújo et al., 1997; Domènech et al., 2016; Polo-Cavia et al., 2010), sinó també perquè les tortugues de Florida actuen com una font de transmissió de malalties i paràsits (Díaz-Paniagua et al., 2015; Domènech et al., 2016).

Les trapes que s'utilitzen per capturar crancs vermells, la pesca, altres espècies invasores, les hibridacions o el comerç il·legal en el mercat d'animals també generen un impacte sobre les poblacions *M. leprosa* (Pleguezuelos et al., 2002; Díaz-Panigua et al., 2015; Poch et al., 2020; Toledo et al., 2021; Sancho et al., 2020).

A causa de totes aquestes amenaces, *M. leprosa* es troba en regressió a moltes parts de Portugal i Espanya (Toledo et al., 2021). Tot i això, la seva distribució ha augmentat durant els últims anys a Catalunya, avançant des de la costa cap a l'interior, i es considera que l'espècie es troba en un bon estat de conservació al nord-est de la península Ibèrica (Franch, 2016; Franch et al 2015).

## **2. OBJECTIVES**

In recent years, numerous studies have been conducted on *Mauremys leprosa* populations in Catalonia and various other locations. However, the populations of this species located in Cap de Creus have not been previously investigated.

Therefore, the primary aim of this project is to characterize the population of *Mauremys leprosa* inhabiting two man-made lakes in El Pla de la Tudela (Cap de Creus), with the goal of evaluating its current status and establishing a knowledge base to facilitate potential management measures.

To achieve this, the following tasks will be carried out:

- Descriptive statistics will be performed on specific basic biometric parameters, comparing their variations based on size (females, males and juveniles).
- A size distribution pyramid will be constructed.
- The population size (N) will be estimated using Petersen and Schnabel methods and Jolly-Seber model in Mark.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 L'ESPÈCIE: *Mauremys leprosa*

La tortuga de rierol és una tortuga d'aigua dolça de mida mitjana que es caracteritza per tenir una closca deprimida d'un color bru olivaci. En estadis juvenils presenta línies ataronjades al cap, al coll i a les potes, però aquestes es van diluint a mesura que s'arriba a l'edat adulta. El plastró, força gran i de color groc marronós, està unit a la gualdrapa a través d'un pont ossi. L'espècie també es caracteritza per tenir un cap gran i curt, que augmenta de volum amb l'edat (Bertolero & Busack, 2017; Franch et al., 2006).

La divergència sexual en l'espècie es fa present en els següents aspectes morfològics: a) la grandària, superior en les femelles; b) la longitud de la part anterior de la cua, en aquest cas, superior en els mascles adults; i c) la forma del plastró, còncau en mascles i pla en femelles (Keller, 1997; Franch et al., 2006; Bertolero & Busack, 2017).

Pel que fa al comportament, *M. leprosa* és una espècie amb activitat diària que tendeix a passar les nits dins de l'aigua (Andreu & López-Jurado, 1997; Gadow, 1901) i a hivernar durant els mesos freds. Tot i això, el període d'activitat depèn molt de la climatologia de cada regió (Franch, 2003; Bertolero & Busack, 2017).

Durant el dia és habitual trobar individus prenent el sol en terrasses, bancs de fang i objectes que sobresurten de l'aigua, com roques o arrels. Assolellar-se és una activitat important per *M. leprosa*, ja que d'aquesta forma regula la seva temperatura corporal i combat paràsits com *Hepatozoon*. Tot i això, al mateix temps, és una activitat perillosa perquè en sortir de l'aigua queda molt exposada als depredadors (Ibáñez et al., 2015; Bertolero & Busack, 2017).



**Figura 1.** Exemplar de *Mauremys leprosa* assolellant-se a prop d'una de les basses d'estudi. Font: Aniol Casassas.

Referent a l'hàbitat, la tortuga de rierol mostra una preferència per les zones humides amples, permanents i profundes, d'aigües dolces o de baixa salinitat, amb vegetació, poc cabal i molta insolació

(Díaz-Paniagua et al., 2015; Keller, 1997; Segurado, 2000; Toledo et al., 2021). Tot i això, és una espècie poc selectiva que tolera hàbitats alterats. En conseqüència, pot ocupar tot mena d'ambients aquàtics continentals: basses estables o temporànies amb fons pedregosos, sorrencs o fangosos; rierols i rius de diferent profunditat i cabal; sistemes d'irrigació de l'agricultura, punts d'aigua per abeurar el bestiar, i basses i estanyols urbans (Bertolero & Busack, 2017).

Que sigui poc selectiva, però, no significa que pugui prosperar en tots els ambients. De fet, segons Bertolero & Busack (2017) *M. leprosa* no pot viure en àrees on es practica una agricultura intensa. A causa d'això, en alguns casos, l'espècie s'ha fet servir com a bioindicador (Ribó, 2017).

Pel que respecta la distribució, *M. leprosa* s'estén per la península Ibèrica, el nord d'Àfrica (Algèria, Líbia, Marroc, Níger, Tunísia i Mauritània) i, de forma testimonial, pel sud-oest de França. A escala peninsular, concretament, es troba distribuïda per tot Portugal i Espanya, exceptuant certes zones del centre i, sobretot, del nord-oest de la península (Bertolero & Busack, 2017; Díaz-Paniagua et al., 2015; Toledo et al., 2021). També es té constància del fet que ha estat introduïda i s'ha establert formant poblacions petites a certs punts de les illes Balears i Itàlia (Panzeri et al., 2014; Pinya et al., 2017).



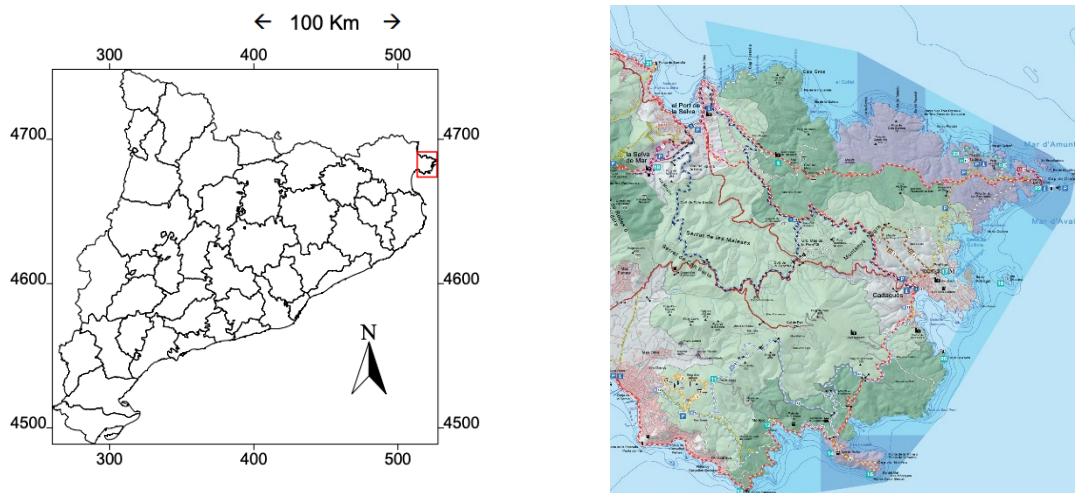
**Figura 2.** Distribució global de l'espècie *Mauremys leprosa* (Toledo et al., 2021).

A Catalunya se'n troben poblacions a les comarques gironines i barcelonines. L'espècie també és present a la província de Tarragona, però els nuclis són molt més dispersos (Díaz-Paniagua et al., 2015; Franch et al., 2015).

### **3.2 ÀREA D'ESTUDI**

La península del Cap de Creus, la zona on s'ha dut a terme l'estudi, està situada al nord de la comarca de l'Alt Empordà, a l'extrem nord-est de Catalunya. A causa de la unicitat biològica, geològica i paisatgística que acull, aquesta zona va ser declarada espai d'especial interès natural l'any 1980 per la Comissió d'Urbanisme de Catalunya. Posteriorment, el 1992 es va incorporar al PEIN (Pla d'espais d'interès Natural) i el 1998 va ser declarada per la Generalitat, parc natural "maritimo-terrestre" (Agència Catalana de Turisme, s.d.; Generalitat de Catalunya, s.d.).

La superfície total del parc és de 13.866 hectàrees, de les quals 10.813 corresponen a la part terrestre i 3.073 a la part marina. La part terrestre està subdividida en diferents espais: reserva natural integral, parc natural d'interès nacional, parc natural i altres espais naturals de protecció especial (Vilà & Lloret, 2007; Agència Catalana de Turisme, s.d.; Generalitat de Catalunya, s.d.).



**Figura 3.** A l'esquerre, mapa de Catalunya en una escala 1:4000000 (Vilà & Lloret, 2007). A la dreta, mapa de la península del Cap de Creus (Generalitat de Catalunya, s.d.).

En referència a la fauna, el Cap de Creus acull espècies d'interès comunitari, com per exemple, el cargol *Mastigophallus rangianus* -endèmic de la zona- o les tortugues *Mauremys leprosa* i *Testudo hermanni* (tortuga de rierol i mediterrània, respectivament). Les poblacions d'amfibis també estan ben representades en la zona però el grup de fauna més important del parc, indiscutiblement, són els ocells. En destaquen espècies com l'aguila cuabarrada (*Hieraaetus fasciatus*), el falcó pelegrí (*Falco peregrinus*) o el duc (*Bubo bubo*), entre d'altres (Generalitat de Catalunya, s.d.).

Pel que fa la hidrologia, l'àrea es caracteritza per la presència de rieres curtes, de règim torrencial i amb fort pendent, que desemboquen directament al mar. La riera més destacada és la del Romanyac. En el parc també hi ha zones humides, com el fangar de s'Arenassa o la bassa del Sorral de Can Ponac (Generalitat de Catalunya, s.d.).

Les roques més abundants de la regió -pelites, gresos i calcàries- són roques metamòrfiques que es van formar mitjançant processos de sedimentació durant el paleozoic (de 650 a 250 milions d'anys). Degut això, aquesta península s'inclou dins la zona axial, l'àrea formada per les roques més antigues de la serralada dels Pirineus. El cap també es caracteritza per presentar una gran varietat mineralògica (Generalitat de Catalunya, s.d.).

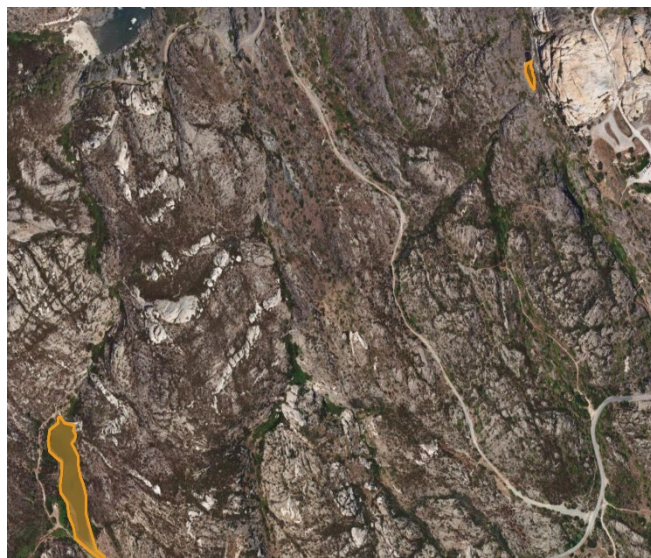
El clima de la regió és tipus xerotèric o mediterrani: els períodes hivernals són intensos i curts, mentre que els estivals es prolonguen més en el temps i es caracteritzen per les temperatures altes i el dèficit

hídric. Les precipitacions són màximes durant la tardor i la primavera. El vent (tramuntana), en general fred i sec, és un fenomen bioclimàtic característic de la zona que, juntament amb l'aigua, han modelat la el terreny (Vilà & Lloret, 2007; Generalitat de Catalunya, s.d.).

El paisatge, però, no només ha estat modificat per fenòmens naturals sinó també per la mà de l'home. L'agricultura en feixes, que es va començar a practicar durant a l'edat mitjana i va perdurar fins a l'arribada de la crisi de la fil·loxera l'any 1879, i la pastura -avui en dia una pràctica minoritària- han tingut un paper rellevant en la modificació d'aquest. A causa d'aquest passat, els sòls de la zona actualment són molt pobres (Vilà & Lloret, 2007).

A part de conreus, al Cap de Creus també s'hi ha edificat. L'any 1962 es va inaugurar el resort Club Mediterranée a la zona del Pla de Tudela (Musquera, 2004). Per tal d'autoabastir les necessitats hidràuliques i hidroelèctriques d'aquesta ciutat de vacances, es van construir quatre pous i certs embassaments a les rodalies del complex (Ajuntament de Cadaqués, 2010; Generalitat de Catalunya, 2016; Musquera, 2004).

L'estudi s'ha realitzat en dos d'aquests embassaments. Un d'ells és l'embassament de Mas Rabassers de Baix, situat al terme municipal del Port de la Selva. Aquesta zona humida, actualment està totalment naturalitzada i recull les aigües del rec de Ses Culasses. A més a més, en termes de grandària, ha esdevingut la principal acumulació d'aigua del sector del Cap de Creus on es troba (Generalitat de Catalunya, 2016). Més a prop de la zona on antigament hi havia el Club Mediterrané, s'hi va construir una altra presa -més petita- amb l'altre embassament que ha estat subjecte d'estudi.



**Figura 4.** A l'esquerre, localització (punt taronja) de l'àrea d'estudi a nivell de la península del Cap de Creus. A la dreta, embassament de Mas Rabassers de Baix (gran) i embassament petit (Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya, s.d.).

La construcció i la naturalització d'aquests dos embassaments ha permès que la població de *M. leprosa* de la zona - antigament confinada als rierols temporanis- s'expandeixi i creixi.

### 3.2.1 Embassament de Mas Rabassers de Baix

L'embassament de Mas Rabassers (ETRS89 UTM 31N 523519 4685430) està situat a 67 metres sobre el nivell del mar i té una superfície d'1,27 hectàrees. Pel que fa la legislació, es troba inclòs dins l'Espai d'interès natural "Cap de Creus", la Xarxa Natura 2000, el Paratge d'interès nacional Cap Gros-Cap de Creus i a la reserva Natural Integral del Cap de Creus (Generalitat de Catalunya, 2016).

Les zones veïnes a l'embassament estan ocupades per una màquia de *Juniperus spp* arborescents (hàbitat d'interès comunitari 5210). Més a prop de l'aigua, al llarg del perímetre de l'embassament, hi ha una capa discontinua de canyís i boga. També es pot observar vegetació surant i submergida dins l'aigua (Generalitat de Catalunya, 2016).

Pel que fa la fauna, l'embassament és un punt de nidificació d'ocells, com la polla d'aigua (*Gallinula chloropus*) o l'ànec coll verd (*Anas platyrhynchos*), i una àrea de parada per certes espècies d'aus migradores. També és rellevant per la població de *Mauremys leprosa* que acull (Generalitat de Catalunya, 2016).

En general, es considera que l'estat de conservació de l'embassament és molt bo (Generalitat de Catalunya, 2016).



**Figura 5.** Embassament del Mas Rabassers de Baix (ETRS89 UTM 31N 523519 4685430). Font: Aniol Casassas.

### 3.2.2 Embassament petit

L'embassament petit (ETRS89 UTM 31N 54242050 4685923) es troba a 19 metres sobre el nivell del mar i té una superfície de 0,025 hectàrees (Institut Geogràfic de Catalunya). Com l'embassament de Mas Rabassers de Baix, també forma part de l'Espai d'interès natural "Cap de Creus", la Xarxa Natura

2000, el Paratge d'interès nacional Cap Gros-Cap de Creus i a la reserva Natural Integral del Cap de Creus (Generalitat de Catalunya, 2016).

La zona que envolta aquest embassament és força rocosa i escarpada. Pel que fa la vegetació, els matollars en aquesta àrea són més petits i menys abundants que en l'ambient anterior.



**Figura 6.** Embassament naturalitzat construït durant els anys 60 en el marc del projecte del Club Mediterrané, al Cap de Creus (ETRS89 UTM 31N 54242050 4685923). Font: Aniol Casassas.

### 3.3 MÈTODES

#### 3.3.1 Mètodes d'estima poblacional

Les poblacions petites -o amb una grandària efectiva reduïda- són més propenses a patir problemes d'endogàmia i de deriva genètica que redueixen la seva fitness (eficàcia biològica). De fet, existeix una relació lineal positiva entre la fitness i la grandària poblacional ( $N$ ) (Reed, 2005). En conseqüència, la  $N$  es considera un paràmetre indicatiu de l'estat i del risc d'extinció de les poblacions (Reed 2005; Reed & Frankham, 2003;). Tot i això, a l'hora de fer comparacions, s'utilitzen densitats (ind/ha).

Els mètodes de captura-marcatge-recaptura (CRM) són una eina que s'empara en el món de l'ecologia per interferir certs paràmetres poblacionals, com la  $N$ . Aquests estudis es basen en la idea de capturar, marcar i alliberar individus per, seguidament, al cap d'un període de temps determinat, tornar a dur a terme un altre mostreig per comptabilitzar el nombre de recaptures en relació amb al nombre de captures total (Williams et al., 2002).

El primer mètode d'estima poblacional basat en la captura i la recaptura d'individus va ser proposat per Petersen (1896) (Goudie & Goudie, 2007).



$$\hat{P} = \frac{m \cdot c}{r}$$

**Figura 7.** Fórmula del mètode Petersen ( $P$ = mida de la població;  $m$ = nombre d'individus marcats i capturats durant el primer mostreig;  $c$ = nombre d'individus capturats en la segona ocasió de mostreig;  $r$ = nombre individus recapturats en la segona ocasió de mostreig).

El mètode de Petersen, però, no és prou robust per eliminar els baixos derivats de cada ocasió de mostreig -especialment, quan n'hi ha més de dues- i, per tant, s'aplica tan sols quan hi ha una única ocasió de captura i recaptura. El mètode de Schnabel (1938), en canvi, va ser dissenyat per tenir en compte aquesta mancança i, com a resultat, es considera que és més adequat per tractar dades amb més d'una sola ocasió de recaptura. En qualsevol cas, els dos models assumeixen que les poblacions són tancades (Donkers et al., 2012; Goudie & Goudie, 2007).

$$\hat{P} = \frac{\sum_t (C_t M_t)}{\sum_t R_t}$$

**Figura 8.** Fórmula del mètode Schnabel ( $P$ = mida de la població;  $M_t$ = nombre d'individus marcats just abans de cada ocasió de mostreig;  $C_t$ = total d'individus capturats a cada ocasió de mostreig;  $R_t$ = nombre d'individus recapturats a cada ocasió de mostreig).

Actualment existeixen altres models CMR que permeten estimar altres paràmetres poblacionals, com la supervivència o la taxa de creixement poblacional.

Segons Lindberg (2012), l'aplicació d'aquests mètodes consta de quatre passos: mostreig; descripció de certs estadístics a partir de les mostres; anàlisi d'aquests estadístics a través d'estimadors robustos; i, finalment, interferència dels paràmetres.

Els models CMR s'agrupen en dos grups, els que serveixen per analitzar poblacions tancades i els que serveixen per analitzar poblacions obertes. Els models per poblacions tancades -com Distance& Others o Ocuppy- no tenen en compte els processos demogràfics (natalitat, mortalitat i migració), mentre que els models per poblacions obertes sí. Degut això, quan s'aplica un model CRM per poblacions obertes, com per exemple Comarck Jolly-Seber, Jolly-Seber o Know Fate, és necessari que el mostreig s'allargui prou temps per poder detectar aquests processos (McDonald & Amstrup, 2001; Lindberg, 2012).

### 3.4.2 ORIGEN DE LES MOSTRES

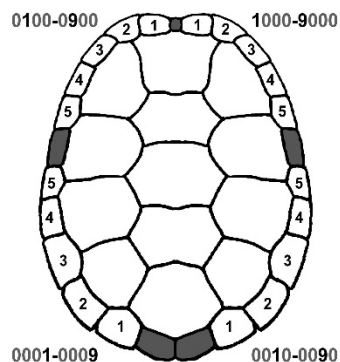
S'ha realitzat un mostratge sistematitzat a l'embassament de Mas Rabassers de Baix i l'embassament petit. Els individus de *Mauremys leprosa* s'han capturat de forma passiva utilitzant nanses amb esquer (principalment sardina), com recomanen Dunham et al. (1988), Pérez et al. (1979) i Plummer (1979).

Aquesta metodologia, a part d'utilitzar-se per fer captura científica de quelonis (Alarcos et al., 2009; Franch, 2003; Franch et al., 2006; Le Gal et al., 2023), també ha estat utilitzada en altres estudis per capturar anguila (*Anguila anguila*) o cranc americà (*Procambarus clarkii*) (Keller, 1999).



**Figura 9.** Nansa d'esquer utilitzada. Font: Aniol Casassas

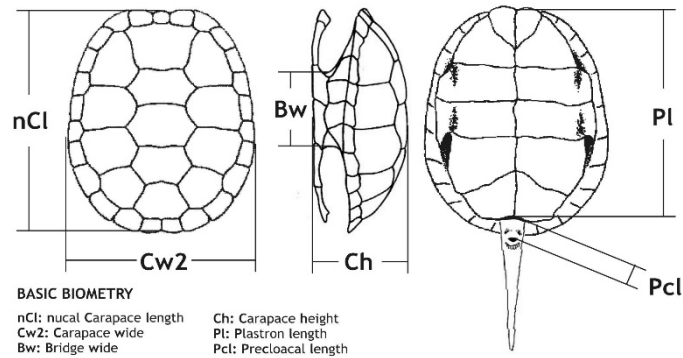
Els individus capturats se'ls ha marcat amb una serra petita les plaques marginals per tal que fossin identificables en cas de recaptura (Pérez et al., 1979). S'ha seguit la codificació de quatre dígitos proposada pel centre de Reproducció de Tortugues de l'Albera i la Fundació Emys (Figura 10).



**Figura 10.** Codificació de quatre dígitos proposada pel centre de Reproducció de Tortugues de l'Albera i l'Associació Naturalista ADEPAR. Font: Marc Franch.

Un cop marcats o identificats, els individus s'han sexat a partir dels caràcters sexuals secundaris: la concavitat del plastró i la distància precloacal (Figura 11). S'han identificat com a juvenils aquells individus que presentaven una grandària (nCl) inferior als 61,00 mm (Franch, 2003) i aquells individus de major grandària, però en els que no es poden distingir de forma clara aquests caràcters sexuals secundaris.

Un cop sexats, se n'ha mesurat el pes (Tw), amb una balança de precisió (0,10 g, Màxim de 2000g) i les mesures biomètriques bàsiques com la longitud de la closca (nCl), l'amplada de la closca (Cw2), l'alçada (Ch), l'amplada del pont ossi entre el plastró i la gualdrapa (Bw), la longitud del plastró (Pl) i la longitud precloacal (Pcl) (Figura 11).



**Figura 11.** Mesures biomètriques bàsiques preses durant el mostreig. Font: Marc Franch

A part d'aquests paràmetres, sempre que ha estat possible, també s'ha estimat l'edat dels individus contant els anells de creixement observables a les plaques pectorals.

### 3.4.3 Anàlisi de les dades

L'Rstudio és un software dissenyat per dur a terme computació estadística i generar gràfics (Verzani, 2011). En aquest estudi, s'ha fet servir per determinar si les diferències entre les mitjanes de les variables biomètriques, la talla i el pes en funció del sexe eren significatives i generar una anàlisi de components principals. També s'ha utilitzat per comprovar la significació de les correlacions entre les variables biomètriques i nCL (covariable), així com la diferència de les pendents d'aquestes relacions a una pendent de 1. De la mateixa manera, s'ha usat per determinar si les diferències entre les pendents que es formen al dur a terme aquestes relacions en funció del sexe son significatives.

Les diferències entre les mitjanes dels grups mascles i femelles per cadascun dels paràmetres biomètrics s'han analitzat mitjançant testos de Welch (Tw) i testos de Kruskal-Wallis (nCl, Ch, Bw, Pl i Pcl), a causa de la manca de homoscedasticitat o de normalitat de les dades. En aquest procediment s'ha treballat amb les següents variables transformades: nCl, Ch, Bw, Pl (inversió) i Pcl (arrel). Pel test de Levene de sqrtPCL, el nivell de significació ha estat de 0,001; en els altres cassos la significació ha estat de 0,05.

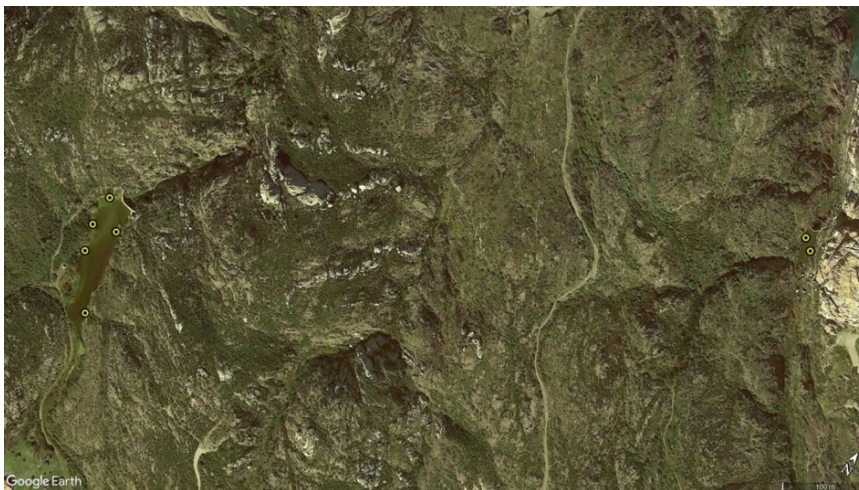
Per avaluar la significació de les correlacions entre les variables biomètriques i nCL (covariable) s'han desenvolupat testos de Spearman, ja que les dades no compleixen el supòsit de normalitat. Per determinar si els pendents son significativament diferents a 1, s'ha aplicat un test T. La significació de les diferències entre els pendents s'ha mesurat a través d'ANCOVAs. En aquest cas, sempre s'ha treballat amb un nivell de significació de 0,05 i amb les variables transformades logarítmicament, per tal d'afavorir la normalitat de les dades. En la majoria dels casos s'han complert els supòsits (homoscedasticitat i normalitat de les dades).

El programa Mark és un software desenvolupat per Gary White (Universitat de Colorado) per inferir mides poblacionals a partir de dades de captura-recaptura. També permet dur a terme bones estimes de taxes de supervivència i d'altres paràmetres poblacionals (Lettink & Armstrong, 2003; White & Burnham, 1999).

En aquest treball s'ha fet servir per generar models en funció del temps, del grup de talla, i la interacció entre aquests dos paràmetres, amb la formulació alternativa del mètode Jolly-Seber, Popan. La combinació  $(\phi(t) p(t) pent(t) N)$  amb un valor d'AICc (criteri d'informació Akaike) menor és la més parsimoniosa del conjunt i, per tant, és la que s'ha escollit (Burnham & Anderson, 2002; White & Burnham, 1999). D'aquesta forma s'han aconseguit les millors estimes dels paràmetres  $p$  (probabilitat de captura),  $\phi$  (probabilitat de supervivència),  $pent$  (probabilitat d'entrada a la població per ocasió) i  $N$  (grandària poblacional) (Cooch, 2008).

## 4. RESULTATS

Per a l'estudi poblacional, es va realitzar el mostreig de camp a la primavera de 2022, entre el 16/05/2022 i el 20/05/2022. Durant aquest període, es van instal·lar 5 trampes a l'embassament de Mas Rabassers de Baix i dues a l'embassament petit (Figura 12).



**Figura 12.** Distribució de les nanses d'esquer (punts de color groc) en els dos embassaments on s'han dut a terme els mostrejos. A l'esquerra, l'embassament de Mas de Rabassers de Baix; a la dreta, l'embassament petit.

Durant la campanya del maig del 2022 es van realitzar 179 captures de *Mauremys leprosa* (140 a l'embassament de Mas Rabassers de Baix; 39 a l'embassament petit). D'aquestes, 117 va ser primeres captures (65,36%) i 62 recaptures (34,64%). En total, es van identificar 53 mascles, 58 femelles i 6 juvenils; tres dels individus classificats com a juvenils, no es van poder sexar perquè tenien grandàries

superiors als juvenils, però encara no haurien desenvolupat caràcters sexuals secundaris que en permetés la correcta classificació (Taula 1).

**Taula 1.** Proporcions de les tres classes de sexe i dels individus sense identificar, la raó de sexes (M:F) i la proporció Juvenil:Adult de la població estudiada.

	N	Percentatge (%)
Juvenils (J)	6	5,13
Femelles (F)	58	49,57
Mascles (M)	53	45,30
<b>Total</b>	117	100,00
<b>Raó de sexes (MM:FF)</b>	1:1,09	
<b>Proporció de Juvenils (JJ:AA)</b>	1:18,50	

Per la caracterització morfològica de la població i per avaluar el dimorfisme sexual entre mascles i femelles s'han utilitzat les següents variables: longitud de la closca (nCl), l'amplada de la closca (Cw2), l'alçada (Ch), l'amplada del pont ossi entre el plastró i la gualdrapa (Bw), la longitud del plastró (Pl) i la longitud precloacal (Pcl). Aquestes continuen essent vigents tal com apunten autors com Franch (2003) i Ramos et al., (2009).

Els individus de la població presenten una grandària mitjana (nCl) de 140,86 +/- 32,53 mm i un pes de 377,36 +/- 221,17 g (Taula 2). Si observem els resultats obtinguts per a mascles i femelles, aquestes presenten valors significativament majors que els dels mascles en totes les variables, excepte en la longitud precloacal (Pcl), essent aquesta significativament major en els mascles. Així, les femelles seran en general més grans, més amples, més altes i conseqüentment amb major pes, i amb una longitud precloacal més reduïda (Taula 2).

La taula 3 ens mostra els coeficients rho (regressió) entre totes les variables biomètriques i la longitud (nCl). Aquestes, han estat totes significatives i positives, tant per a mascles com per a les femelles (Taula 3).

Els resultats indiquen l'existència d'al·lometria (pendent significativament diferent de l'1) en totes variables tant per als mascles com per a les femelles, exceptuant, en aquest últim cas, Bw i Pcl (Taula 4). S'ha detectat a més, diferències significatives en el pendent entre mascles i femelles per a l'alçada (Ch), l'amplada del pont entre plastró i gualdrapa (Bw) i per la longitud precloacal (Pcl) (Taula 4).

**Taula 2.** Estadística descriptiva dels 5 paràmetres biomètrics analitzats en funció del grup de talla i de les dues variables bàsiques (nCl i Tw) per al conjunt d'individus capturats.

	Masclcs					Femelles					Juvenils				
	N	$\bar{X}$	m	M	SD	N	$\bar{X}$	m	M	SD	N	$\bar{X}$	m	M	SD
<b>Tw</b>	53	283,05	67,50	473,40	109,84	58	480,60	67,40	1077,20	247,14	6	65,73	26,40	147,90	45,72
<b>nCl</b>	53	134,56	78,58	168,39	22,48	58	150,25	77,65	211,93	34,44	6	71,91	53,33	100,75	18,18
<b>Cw2</b>	53	97,72	62,22	125,47	14,93	58	110,43	63,31	148,95	22,16	6	58,86	46,12	79,88	12,76
<b>Ch</b>	53	43,20	28,44	53,24	6,47	58	53,35	28,81	74,80	11,70	6	27,51	21,32	38,20	6,17
<b>Bw</b>	53	40,67	22,63	50,79	6,45	58	50,06	25,00	67,95	11,42	6	23,82	17,24	34,12	6,31
<b>Pl</b>	53	109,48	64,81	130,36	17,45	58	128,72	66,41	178,79	28,55	5	61,86	46,76	88,21	15,77
<b>Pcl</b>	53	31,85	20,80	40,11	4,20	58	20,73	9,67	29,89	5,20	6	8,71	6,61	12,15	2,08
		<b>Total de la població</b>													
		<b>N</b>		<b><math>\bar{X}</math></b>		<b>m</b>		<b>M</b>		<b>SD</b>					
<b>Tw</b>		117		369,84		26,40		1077,20		223,31					
<b>nCl</b>		117		139,13		53,33		211,93		33,60					

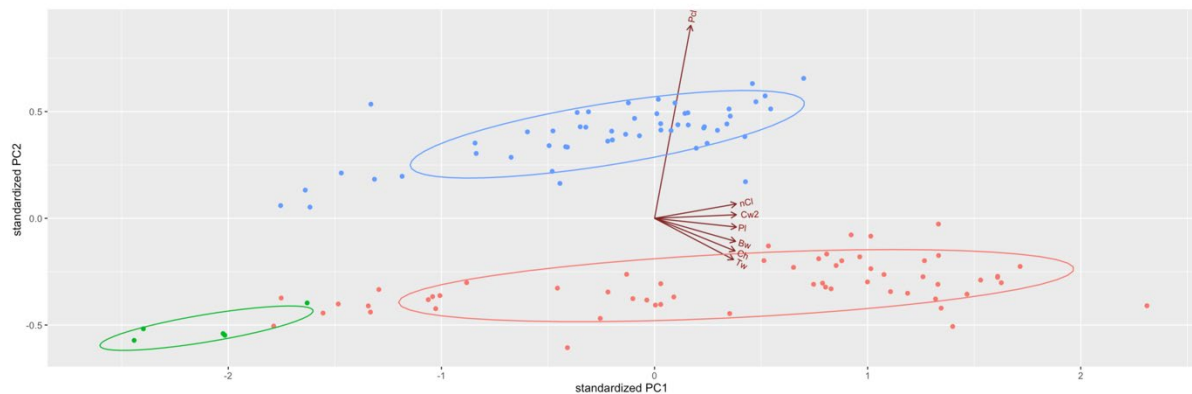
**Taula 3.** Resultats del test de Spearman per les diferents correlacions entre les variables biomètriques nCl (o lognCl, en el cas de logTw).

	Masclcs				Femelles			
	N	rho	S	p	N	rho	S	p
logTw	53	0,96	954,52	<0,05	52	0,99	272,00	<0,05
logCw2	53	0,98	540,00	<0,05	58	0,99	334,00	<0,05
logCh	53	0,93	1762,00	<0,05	58	0,97	1162,00	<0,05
logBw	53	0,97	660,00	<0,05	58	0,97	870,00	<0,05
logPl	53	0,98	364,00	<0,05	58	0,99	518,00	<0,05
logPcl	53	0,84	3853,20	<0,05	58	0,86	4580,60	<0,05

**Taula 4.** Rectes de regressió entre les variables biomètriques i nCl. Tots els pendents són significativament diferents a 1, excepte Bw i Pcl en femelles (Test T). Els pendents entre mascles i femelles només són significativament diferents per les variables Ch, Bw i Pcl (Ancova).

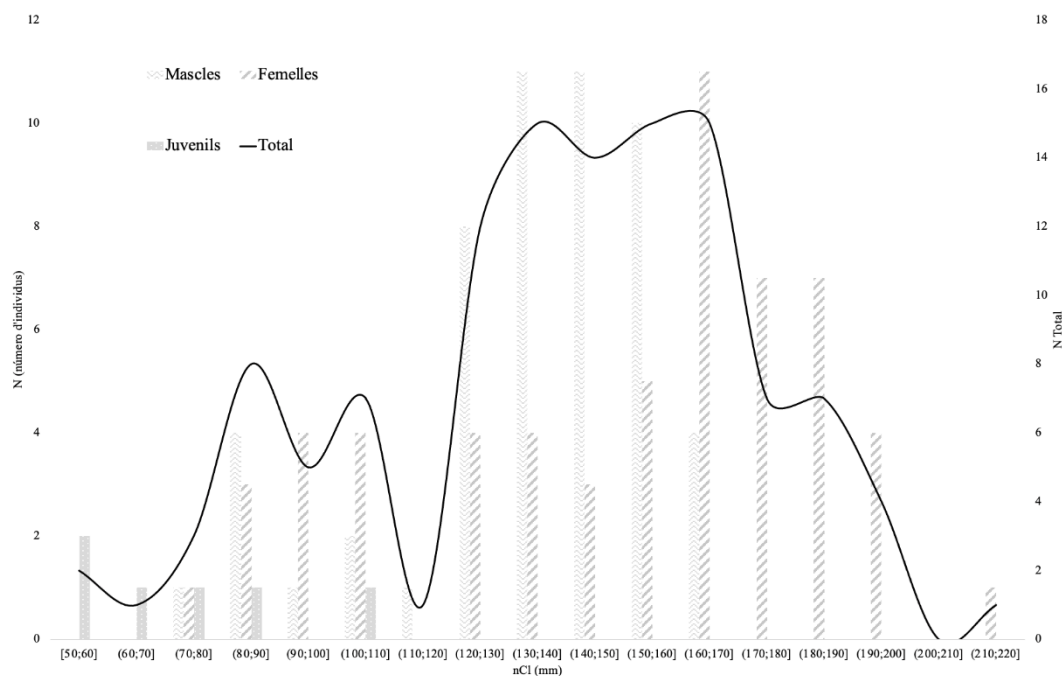
	Mascles					Femelles					Diferència pendents	
	N	Pendent	Intercepció	t	V.C	N	Pendent	Intercepció	t	V.C	d.f	p
logTw	53	2,59	-3,08	16,18	2,01	58	2,71	3,27	60,55	2,00	1	0,17
logCw2	53	0,89	0,09	-6,61	2,01	58	0,86	0,17	-14,44	2,00	1	0,12
logCh	53	0,84	-0,15	-63,06	2,01	58	0,93	-0,30	-3,13	2,00	1	<0,05
logBw	53	0,91	-0,34	-2,16	2,01	58	1,00	-0,48	0,02	2,00	1	<0,05
logPl	53	0,95	0,00	-2,96	2,01	58	0,96	0,00	-3,20	2,00	1	0,56
logPcl	53	0,66	0,08	-6,54	2,01	58	1,00	-0,87	0,13	2,00	1	<0,05

En l'anàlisi de components principals, s'ha obtingut un primer component que explica el **85,88X%** de la variància i separa clarament els juvenils dels adults a partir de totes les variables morfomètriques (Tw, nCl, Cw2, Ch, Bw i Pcl) (Figura 12). El segon component explica un **12,59X %** de la variància i ens separa, principalment per la longitud preloacal (Pcl), els mascles de la resta d'individus (Figura 12).



**Figura 12.** Anàlisi de components principals de les 7 variables biomètriques bàsiques pels grups poblacionals. Mascles (blau), femelles (vermell) i juvenils (verd).

La població objecte d'estudi presenta una estructura per talles de perfil bimodal, amb un màxim entre 80-110 mm i un altre entre els 130-170mm. Els grups de talles menors, corresponents als juvenils són els menys abundants, amb una proporció d'1 juvenil per cada 18,50 adults. També són clares les diferències de grandària màxima de la població entre mascles i femelles: els mascles són més petits i presenten un màxim entre el 130-150mm; les femelles, en canvi, assoleixen mides màximes més grans i presenten el pic entre els 160-170mm (Figura 13).



**Figura 13.** Distribució de les freqüències de la longitud de la closca (nCL) per mascles, femelles, juvenils i pel total de la població.

Els mètodes de captura-marcatge-recaptura han permès fer estimes poblacionals de la tortuga de rierol al Cap de Creus. Amb el mètode Petersen i el mètode Schnabel s'ha estimat que la població era de 142,31 (93,47-191,14) individus i 148,20 (116,75-192,68) respectivament, amb major nombre de femelles que de mascles per als dos mètodes (Taula 5).

**Taula 5.** Estimacions de la grandària poblacional pel mètode Petersen i el mètode Schnabel

Mètode	N Total	N Mascles	N Femelles
Petersen	142,31 (93,47-191,14)	53,33 (33,47-73,19)	68,57 (35,53-101,60)
Schnabel	148,20 (116,75-192,68)	62,32 (44,46-90,45)	72,90 (52,01-105,80)

Amb el tercer mètode d'estima poblacional, el model Popan (reformulació del mètode Jolly-Seber) s'ha realitzat una estima de la població, per grups de sexe així com també diferents paràmetres com la supervivència durant el període d'estudi ( $\phi$ ), la probabilitat de captura ( $p$ ) i la probabilitat d'entrada a la població durant el període d'estudi ( $pent$ ).

Dels diferents models obtinguts per a la formulació Popan on els paràmetres poden ser constants, variables en funció de  $t$  (ocasió de captura) o de  $g$  (grups, mascles, femelles o juvenils), s'ha seleccionat el model ( $\phi(.,t)$   $p(.,t)$   $pent(.,t)$   $N$ ) ja que presenta l'AICc inferior (Taula 6).

Pel model seleccionat, la  $N$  (estima poblacional) depèn d'una  $\phi$ ,  $p$  i  $pent$  iguals per a mascles, femelles i juvenils, però diferents per a cada ocasió de captura durant el període d'estudi.



**Taula 6.** Els models generats amb el mètode Popan amb un AICc inferior. En negreta, el model més adequat a la població, amb valor AICc inferior.

Model	AICc	Delta AICc	AICc Weight	Model Likelihood	No. Par.	Deviance	2Log(L)
<b>(<math>\phi</math>(.,t) p (.,t) pent (.,t) N)</b>	<b>337,41</b>	<b>0</b>	<b>0,65</b>	<b>1,00</b>	<b>10</b>	<b>-137,56</b>	<b>316,06</b>
( $\phi$ (.,t) p (.,t) pent (g,t) N)	340,88	3,47	0,11	0,18	15	-145,77	307,86
( $\phi$ (.,t) p (.,t) pent (g.,) N)	342,05	4,65	0,06	0,1	13	-139,83	313,79
( $\phi$ (.,t) p (g,t) pent (g,t) N)	343,94	6,52	0,02	0,03	20	-155,14	298,48
( $\phi$ (.,) p (g,t) pent (g,t) N)	346,25	8,84	0,01	0,01	20	-152,83	300,79
( $\phi$ (g.,) p (g,t) pent (g,t) N)	349,92	12,50	0,01	0,01	23	-157,02	296,61
( $\phi$ (.,t) p (g.,) pent (g,t) N)	359,91	22,51	0	0	10	-115,05	338,57
( $\phi$ (g,t) p (g,t) pent (g.,) N)	361,46	24,05	0	0	28	-159,29	294,33
( $\phi$ (.,t) p (.,) pent (g,t) N)	362,09	24,68	0	0	10	-112,87	340,75
( $\phi$ (.,t) p (.,t) pent (.,) N)	10356,12	103226,71	0	0	7	103095,82	103549,45

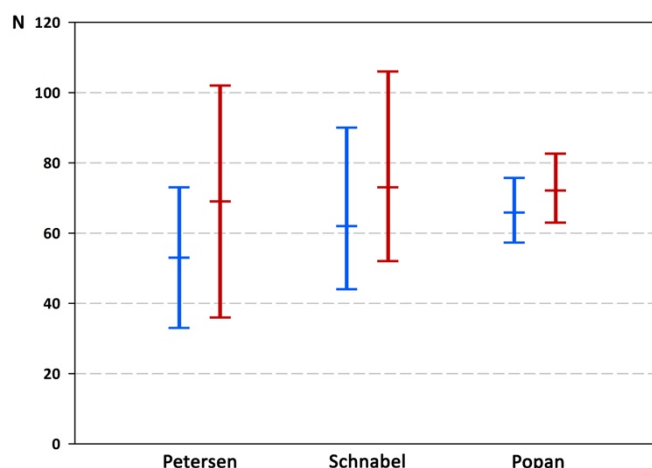
Amb aquesta formulació, l'estima poblacional de la tortuga de rierol a la zona d'estudi és 65,87 (57,29-75,73) mascles i 72,14 (62,98-82,62) (Taula 7).

**Taula 7.** Estimació de la grandària poblacional en funció del grup de talles estreta del model ( $\phi$ (.,t) p (.,t) pent (.,t) N).

	N*-hat	Error estàndard	I.C. per baix	I.C. per sobre
<b>Juvenils</b>	3,15	0,07	3,01	3,31
<b>Mascles</b>	65,87	4,69	57,29	75,73
<b>Femelles</b>	72,14	5,00	62,98	82,62
<b>Total</b>	141,16	9,76	-	-

Si tenim en compte les estimes poblacionals obtingudes amb els tres mètodes, la formulació Popan és la que ofereix una estima amb menys error, tant per a mascles com per a femelles (Figura 14).

El paràmetre supervivència ( $\phi$ ) obtingut per a cada ocasió de captura durant el període de mostratge ha oscil·lat entre 1,00 (0,99-1,01) per a  $t_1$ , 0,71 (0,38-0,91) per a  $t_2$  i 0,41 (0,25-0,59) per a  $t_3$ . A aquests valors cal afegir que durant el període de mostratge, tres femelles del total d'individus capturats presentaven lesions: una tenia una fissura en el plastró, una li faltava l'ull esquerre i una tenia la cua amputada.



**Figura 14.** Estimes poblacionals per a mascles (blau) i femelles (vermell) per als tres mètodes utilitzats. Barres horitzontals, estima mínima, mitjana i màxima.

A partir de les tres estimes poblacionals, s'ha determinat la densitat poblacional, el nombre d'individus per unitat de superfície de medi aquàtic. Així, la superfície d'aigua disponible entre els dos embassaments és de 12900 m<sup>2</sup>, 1,29 ha i la densitat obtinguda oscil·la entre els 109 individus fins als 115,05 de mitjana (Taula 8).

**Taula 8.** Densitat (ind/ha) de tortugues de la població estudiada obtinguda dels tres mètodes utilitzats per a les estimes poblacionals.

Mètode	Densitat (ind/ha)
Petersen	109,65 (71,81 – 147,49)
Schnabel	115,05 (91,89 – 153,66)
Popan Model	109,00

## 5. DISCUSSIÓ

La raó de sexes de la població estudiada s'apropa molt a la paritat, essent lleugerament superior el nombre de femelles. Cal tenir en compte, però, que aquest valor pot variar en funció del moment en què es duen a terme els mostrejos, a causa de les diferències de comportament entre els dos sexes (Alarcos et al., 2013). Els pics d'activitat dels individus masculins es donen durant els mesos d'abril, maig i setembre; mentre que les femelles són més actives durant l'època de posta, la qual s'estén entre el maig i l'agost, variant en funció de la localització (Alarcos et al., 2013; Bertolero & Busack, 2017). Tot i això, a escala general, que el nombre de mascles i femelles s'hagi apropat molt a la paritat indica que la mortalitat diferencial i les taxes de migració dels dos sexes són similars (Keller, 1997). És a dir, que no existeixen factors selectius discriminadors en funció del sexe.

La proporció adults: juvenils, com succeeix en molts d'altres estudis (Alarcos et al., 2009; Franch, 2003; Franch et al., 2006; Le Gal et al., 2023), és molt elevada, havent capturat molts més exemplars madurs que no pas immadurs. Possiblement, aquesta diferència entre les proporcions es deu al fet que els individus joves són més vulnerables a la depredació i presenten taxes de supervivència més baixes (Iverson, 1991; Litzgus, 2006). A més, també pot ser que influeixi el fet que els juvenils fan un ús de l'hàbitat diferent, tal com suggereix Franch (2003).

El mètode de captura utilitzat en aquest estudi (nanses d'esquer sense vela), d'altra banda, tampoc és adequat per capturar individus juvenils (Franch, 2003). Les nanses col·locades a més de 30 cm de profunditat o en zones molt exposades als depredadors no serveixen per a la seva captura (Congdon et al., 1993; Pappas & Brecke, 1992).

La grandària mitjana (nCL) dels individus de la població és superior a la registrada a la població de Avinyonet de Puig Ventós, també situada a l'Empordà; però inferior a la d'Abrera, associada al riu Llobregat (Díaz-Paniagua et al., 2015). Si es compara amb la de diverses poblacions de tota la península Ibèrica, la grandària dels individus de la població es situa en un punt mitjà (Díaz-Paniagua et al., 2015). La variabilitat de la grandària mitjana (nCL) entre poblacions es podria atribuir a diferències regionals de la disponibilitat de recursos (Alarcos et al., 2009; Gibbons & Tinkle, 1969). Sí aquest és el cas, això podria ser un indicatiu que la dieta de la població és relativament bona.

En comparar entre sexes, les femelles presenten una talla (nCI) significativament superior a la dels mascles, com és habitual en l'espècie (Bertolero & Busack, 2017). Això és degut al fet que els mascles assoleixen la maduresa sexual abans que les femelles i, en conseqüència, deixen de créixer primer (Franch, 2003; Keller, 1999).

En tortugues, aquest tipus de dimorfisme sexual associat a la talla pot tenir diferents significats a nivell evolutiu. Per una banda, que les femelles siguin més grans es relaciona amb un augment de la fertilitat. Per l'altre, que els mascles siguin més petits es pot atribuir a un augment de la mobilitat i, en conseqüència, de la capacitat de fecundació. També s'associa al fet que gasten molta energia en buscar les femelles i no en tenen tanta de disponible per créixer (Berry & Shine, 1980).

Les femelles també presenten valors significativament superiors en la resta de paràmetres biomètrics calculats, exceptuant la longitud precloacal (Pcl), que és significativament superior en mascles. Segurament, que les femelles presentin valors més grans per aquests paràmetres està relacionat amb la maduresa sexual i té una funció associada a la fecunditat (Díaz-Paniagua et al., 2015). Per altra banda, que els mascles siguin més baixos i pesin menys, podria beneficiar-los en termes d'hidrodinamisme. Això els faria més eficaços a l'hora de moure's i buscar femelles (Bonnet et al., 2010; Muñoz & Nicolau,

2006). Els mascles presenten una longitud precloacal superior per tal de poder acomodar el penis (Mosimann & Bider, 1960).

El pes (Tw) i totes les variables biomètriques presenten una correlació significativa i positiva amb la grandària (nCl), tant per mascles com per femelles. Aquesta tendència ja s'ha vist en d'altres poblacions (Franch, 2003; Naimi et al., 2012). De la mateixa manera, totes les variables també presenten un creixement al·lomètric respecte nCl, exceptuant Bw i Pcl pel sexe femení.

Específicament, els paràmetres Cw2, Ch, Bw (en mascles) i Pl presenten una lleugera hipoal·lometria, ja que els seus pendents s'apropen a 1. El pes (Tw), en canvi, presenta una hiperal·lometria força marcada respecte nCl. El pes confereix als individus una protecció davant la depredació (Martin et al., 2005) i per tant, segurament, s'estan afavorint els individus pesats. El paràmetre Pcl presenta una hipoal·lometria en mascles, ja que aquests desenvolupen molt aquesta característica en un primer moment, però després, un cop assolida la maduresa sexual, en redueixen el seu creixement. En femelles, en canvi, el patró de creixement d'aquest paràmetre respecte nCl és isomètric (Mosimann & Bider, 1960). Aquesta diferència provoca que hi hagi una asimetria de creixement entre sexes per aquest paràmetre.

També s'han detectat asimetries de creixement entre sexes pels paràmetres Ch i Bw. El major creixement en alçada de la closca i en longitud del pont en les femelles respecte a la longitud nual de la closca es podria deure al fet que aquestes han de contenir ous o, senzillament, a una qüestió de grandàries generalitzades.

El PCA separa la nostra població en tres grups de talla (mascles, femelles i juvenils) i indica que les variables que juguen un paper més rellevant en aquesta divisió són Pcl, Tw, Ch i Bw. Els mascles es separen de la resta d'individus a través de la longitud precloacal, un caràcter sexual secundari que aquests tenen molt desenvolupat; els individus juvenils, en canvi, es separen dels adults mitjançant la resta de variables biomètriques.

L'estructura general de la població presenta un perfil bimodal que il·lustra la diferència de mida entre sexes un cop s'han assolit la maduresa sexual. Aquest patró també es crea per l'acumulació d'individus en talles superiors a causa del alentiment del creixement un cop assolida l'edat adulta (Keller, 1997). Es pot notar també que la població no desapareix de forma sobtada a partir d'una talla, sinó que el nombre d'individus de talles superiors va disminuint de forma suau. Això és a causa que *M. leprosa* presenta un creixement indefinit (Keller, 1997).

És molt possible que la població estudiada estigui connectada amb altres nuclis, ja que l'espècie és força abundant a l'Alt Empordà i s'han descrit possibles casos de connectivitat entre poblacions (Martin

Pérez, 2011; Franch et al., 2015; Paniagua et al., 2015). Per tant, la població es considera oberta, amb naixements, morts i processos migratoris. Tot i això, com que el període de mostreig només s'ha allargat durant quatre dies, es podria arribar a catalogar com a tancada dins del marc d'aquest estudi. Davant d'aquesta situació, s'han aplicat mètodes d'estima poblacional per poblacions tancades (Petersen i Schnabel) i obertes (Popan).

El mètode més efectiu ha estat el Popan, ja que és el que ha donat un interval de confiança menor. Tot i això, els tres han estimat una N total similar i han indicat que les femelles són el sexe més abundant. La supervivència està igual per mascles, femelles i juvenils, la qual cosa indica que no hi ha factors selectius discriminadors en funció de la talla, però ha variat al llarg del temps. Cal tenir en compte, però, que l'estudi s'ha dut a terme durant un període de temps molt curt i, per tant, aquesta estima no és del tot fiable.

La densitat (ind/ha) de la població estudiada és molt elevada comparada amb la d'altres poblacions de l'espècie (El Hassini et al., 2019; Soler et al., 2005). Valors de densitat tan alts en tortugues d'aigua dolça es poden associar a bones condicions corporals i també a una abundància d'individus de talles grans amb molta capacitat reproductiva (El Hassini et al., 2019). També és possible, però, que la densitat sigui tan elevada a causa de la falta d'habitats de qualitat. El cap de Creus hi ha moltes rieres de caràcter torrencial, però poques zones on realment les poblacions de tortuga de rierol es poden assentar. Degut això, és possible que els individus s'agrupin en pocs punts causant que les densitats siguin molt altes.

El fet que la població presenti un raó de sexes molt propera a la paritat i que estructuralment estigui formada per individus adults acumulats a les talles més grans, denota que és estable i madura. La elevada densitat d'individus, juntament amb la possible connectivitat amb altres nuclis poblacionals de la zona, també evidencien que la població és viable i, per tant, sembla que l'estat de conservació de la població és bo.

## **6. CONCLUSIONS**

The studied population exhibits a similar proportion of males and females, indicating that there are no discriminatory factors based on sex. The proportion of juveniles is much lower than that of adults due to the low capture rate of immature individuals and the employed sampling method.

Females show significantly higher values for size (nCl), weight (Tw), and other biometric variables, except for preloacal length (Pcl), which is significantly higher in males. Except for Bw and Pcl in females, all variables display an allometric growth pattern relative to nCl. Weight (hyperallometry) and

precloacal length (hypoallometry) in males exhibit the most pronounced ones. Asymmetries in growth between sexes have also been detected for the parameters Ch, Bw, and Pcl.

The most important variables for differentiating the population into three size groups (females, males, and juveniles) have been Pcl, Tw, Ch, and Bw. The population structure exhibits a bimodal profile reflecting the size difference between sexes and the deceleration of growth once sexual maturity is reached.

The most effective method for population estimation has been the reformulation of the Jolly-Seber method: Popan. However, all three methods have estimated a population size around 140 individuals and suggest a slightly higher number of females than males. The population density is very high, which may indicate a healthy population, although it could also be a result of the lack of suitable habitats for the species in the study area.

In conclusion, the population's close sex ratio and its structural composition with adults accumulating at larger sizes indicate stability and maturity. The high density of individuals, along with the potential connectivity with other population nuclei in the area, suggests that the population is viable. Therefore, the conservation status of the population appears to be good.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Agència Catalana del Turisme. (s.d.). *Parc Natural del Cap de Creus. Parque Natural, Reserva Natural Integral, Reserva Natural Parcial, Paraje Natural de Interés Nacional, Red Natura 2000: Zonas Especiales de Conservación (ZEC), Red Natura 2000: Zonas Especiales de Protección para las Aves (ZEPA)*. <https://www.catalunya.com/parc-natural-del-cap-de-creus-17-17001-573533?language=es>
- Ajuntament de Cadàques. (2010). *Pla d'ordenació urbanística municipal de Cadaqués*. <https://cadaques.cat/>
- Alarcos, G., Flechoso, F., Lizana, M., Madrigal, J., & Álvarez, F. (2013). Distribución y estado de conservación de los galápagos autóctonos, *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758) y *Mauremys leprosa* (Schweigger, 1812), en Castilla y León. *Munibe*, 61, 71-90. <https://www.aranzadi.eus/fileadmin/docs/Munibe/2013071090CN.pdf>
- Alarcos, G., González, J., Eloy, M., José, M., Flechoso, M., & Lizanaavia, M. (2009). Caracterización de una población de *Mauremys leprosa* en un arroyo temporal en la provincia de Salamanca, al noroeste de la Península Ibérica. *Rev. Esp. Herp*, 23, 129-140.
- Andreu, A. C., & López-Jurado, L. F. (1997). *Mauremys leprosa* (Schweigger, 1812). Galápagos leproso. *Fauna Ibérica*, 10, 102-108.
- Araújo, P., Segurado, P., Santos, N. (1997). *Bases para a conservação das tartarugas de água doce*, *Emys orbicularis* e *Mauremys leprosa*. Estudos de Biologia e Conservação da Natureza.
- Berry, J. F., & Shine, R. (1980). Sexual size dimorphism and sexual selection in turtles (Order Testudines). *Oecologia*, 185-191. <https://www.jstor.org/stable/4216009>
- Bertolero, A., & Busack, S. D. (2017). *Mauremys leprosa* (Schoepff in Schweigger 1812)-Mediterranean pond turtle, Spanish terrapin, Mediterranean stripe-necked terrapin. *Chelonian Research Foundation*. <https://doi.org/10.3854/crm.5.102.leprosa.v1.2017>
- Bonnet, X., Delmas, V., El-Mouden, H., Slimani, T., Sterijovski, B., & Kuchling, G. (2010). Is sexual body shape dimorphism consistent in aquatic and terrestrial chelonians? *Zoology*, 113(4), 213-220. <https://doi.org/10.1016/j.zool.2010.03.001>
- Burnham, K. P., & Anderson, D. R. (2002). Model selection and multimodel inference: a practical-theoretical approach. *J. Wildl. Manag.* <https://doi.org/10.1007/b97636>
- Cabral, M. J., Almeida, J., Almeida, P. R., Dellinger, T., Ferrand de Almeida, N., Oliveira, M. E., Palmeirim, J. M., Queirós, A. I., Rogado, L., & Santos-Reis, M. (2005). *Livro vermelho dos vertebrados de Portugal*. Instituto da Conservação da Natureza. <http://hdl.handle.net/10174/6006>
- Cadi, A., & 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*). *Biodiversity & Conservation*, 13, 2511-2518. <https://doi.org/10.1023/B:BIOC.0000048451.07820.9c>
- Chelazzi, G., Naziridis, T., Benvenuti, S., Ugolini, A., & Crivelli, A. J. (2007). Use of river-wetland habitats in a declining population of the terrapin (*Mauremys rivulata*) along the Strymon River, northern Greece. *Journal of Zoology*, 271(2), 154-161. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2006.00193.x>
- Congdon, J. D., Gotte, S. W., & McDiarmid, R. W. (1993). Ontogenetic changes in habitat use by juvenile turtles (*Chelydra serpentina* and *Chrysemys picta*). *Canadian Field-Naturalist*, 106, 241-248. <http://pubs.er.usgs.gov/publication/5223709>
- Cooch, E. (2008). Program MARK, "A gentle introduction". <http://www.phidot.org/software/mark/docs/book/>
- Cox, N., & Temple, H.J. (2009). *European red list of reptiles*. IUCN Species Survival Commission (SSC), IUCN, Regional Office for Europe, European Commission. <https://policycommons.net/artifacts/1375433/european-red-list-of-reptiles/1989695/>
- Demkowska-Kutrzepa, M., Studzińska, M., Roczeń-Karczmarz, M., Tomczuk, K., Abbas, Z., & Rózański, P. (2018). A review of the helminths co-introduced with *Trachemys scripta elegans*—a threat to European native turtle health. *Amphibia-Reptilia*, 39(2), 177-189. DOI:10.1163/15685381-17000159
- Díaz-Paniagua, C., Andreu, A. C., & Keller, C. (2015). Galápagos leproso—*Mauremys leprosa*. *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Salvador, A., Marco, A. (Eds.). <http://www.vertebradosibericos.org/>

- Domènech, F., Marquina, R., Soler, L., Valls, L., Aznar, F. J., Fernández, M., Navarro, P., & Lluch, J. (2016). Helminth fauna of the invasive American red-eared slider *Trachemys scripta* in eastern Spain: potential implications for the conservation of native terrapins. *Journal of Natural History*, 50(7-8), 467-481. <https://doi.org/10.1080/00222933.2015.1062931>
- Donkers, P., Patil, J. G., Wisniewski, C., & Diggle, J. E. (2012). Validation of mark-recapture population estimates for invasive common carp, *Cyprinus carpio*, in Lake Crescent, Tasmania. *Journal of Applied Ichthyology*, 28(1), 7-14. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2011.01887.x>
- Dunham, A. E., Morin, P. J., & Wilbur, H. M. (1988). Methods for the study of reptile populations. *Biology of the Reptilia*, 16, 331-386.
- EL Hassani, M. S., El Hassan, E. M., Slimani, T., & Bonnet, X. (2019). Morphological and physiological assessments reveal that freshwater turtle (*Mauremys leprosa*) can flourish under extremely degraded-polluted conditions. *Chemosphere*, 220, 432-441. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.12.142>
- Farr, C. M., Bombaci, S. P., Gallo, T., Mangan, A. M., Riedl, H. L., Stinson, L. T., Wilkins, K., Bennett, D. E., Nogueira-McRae, T., & Pejchar, L. (2017). Addressing the gender gap in distinguished speakers at professional ecology conferences. *BioScience*, 67(5), 464-468. <https://doi.org/10.1093/biosci/bix013>
- Franch, M. (2003). *Caracterització de la tortuga de rierol Mauremys leprosa (Schweigger, 1812) a l'Alt Empordà: biometria i cicle biològic* [Treball de fi de Màster, Universitat de Barcelona]. ResearchGate. [10.13140/RG.2.1.3584.8405](https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3584.8405)
- Franch, M. (2016). *Problemàtica i conservació de tortugues aquàtiques continentals a l'Europa occidental: el cas de la tortuga de rierol, Mauremys leprosa (Schweigger 1812), al nord-est de la Península Ibèrica*. [Tesi doctoral, Universitat de Barcelona]. Tesis Doctorals ens Xarxa (TDX). <http://hdl.handle.net/10803/402608>
- Franch, M., Llorente, G., & Montori, A. (2006). Dades sobre la població de tortuga de rierol (*Mauremys leprosa*) a la Reserva Natural de Sebes Flix. *Butlletí del Grup de Natura Freixe*, 14, 19-22. [https://www.researchgate.net/publication/236147213\\_Dades\\_sobre\\_la\\_poblacio\\_de\\_tortuga\\_de\\_rierol\\_Mauremys\\_leprosa\\_a\\_la\\_Reserva\\_Natural\\_de\\_Sebes\\_Flix](https://www.researchgate.net/publication/236147213_Dades_sobre_la_poblacio_de_tortuga_de_rierol_Mauremys_leprosa_a_la_Reserva_Natural_de_Sebes_Flix)
- Franch, M., Montori, A., Sillero, N., & Llorente, G. A. (2015). Temporal analysis of *Mauremys leprosa* (Testudines, Geoemydidae) distribution in northeastern Iberia: unusual increase in the distribution of a native species. *Hydrobiologia*, 757(1), 129-142. <https://doi.org/10.1007/s10750-015-2247-8>
- Fritz, U. (2001). *Mauremys Gray, 1870—Bachschildkröten*. *Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas. Schildkröten (Testudines) I*, 35-42.
- Fritz, U., & Chiari, Y. (2013). Conservation actions for European pond turtles—a summary of current efforts in distinct European countries. *Herpetology Notes*, 6, 105. [https://www.researchgate.net/profile/Sebastiano-Salvidio/publication/236168405\\_Conservation\\_activities\\_for\\_European\\_and\\_Sicilian\\_pond\\_turtles\\_Emys\\_orbicularis\\_and\\_Emys\\_trinacris\\_respectively\\_in\\_Italy/links/0deec52029fb5ef4de000000/Conservation-activities-for-European-and-Sicilian-pond-turtles-Emys-orbicularis-and-Emys-trinacris-respectively-in-Italy.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Sebastiano-Salvidio/publication/236168405_Conservation_activities_for_European_and_Sicilian_pond_turtles_Emys_orbicularis_and_Emys_trinacris_respectively_in_Italy/links/0deec52029fb5ef4de000000/Conservation-activities-for-European-and-Sicilian-pond-turtles-Emys-orbicularis-and-Emys-trinacris-respectively-in-Italy.pdf)
- Gadow, H. (1901). 01 Amphibia and Reptiles. *Vol. VIII. of Cambridge Natural History*.
- Gálvez, Á., & Alberó, L. (2017). Nuevas citas de herpetofauna en la Plana de Requena-Utiel (Comunidad Valenciana). *Boletín de la Asociación Herpetológica Española*, 28(2), 26-31.
- Geist, H. (2005). *The causes and progression of desertification*. Routledge.
- Generalitat de Catalunya. (2016). *Zones humides* [Informe Tècnic]. [https://web.archive.org/web/20160303191059/http://agricultura.gencat.cat/web/contenut/mn\\_medi\\_natural/mn14\\_inventari\\_zones\\_humides/documents/rieres\\_costa\\_brava/fitxers\\_estatics/01000206\\_embassament\\_mas\\_rabassers\\_baix.pdf](https://web.archive.org/web/20160303191059/http://agricultura.gencat.cat/web/contenut/mn_medi_natural/mn14_inventari_zones_humides/documents/rieres_costa_brava/fitxers_estatics/01000206_embassament_mas_rabassers_baix.pdf)
- Generalitat de Catalunya. (2022). DECRET 172/2022, de 20 de setembre, del Catàleg de fauna salvatge autòctona amenaçada i de mesures de protecció i de conservació de la fauna salvatge autòctona protegida. <https://portaldogc.gencat.cat/utillsEADOP/PDF/8758/1927723.pdf>
- Generalitat de Catalunya. (s.d.). *Parcs naturals de Catalunya*. <https://parcsnaturals.gencat.cat/ca/xarxa-de-parcs/cap-creus/el-parc/patrimoni-natural-i-cultural/>



- Genovesi, P., Carnevali, L., Alonzi, A., & Scalera, R. (2012). Alien mammals in Europe: updated numbers and trends, and assessment of the effects on biodiversity. *Integrative zoology*, 7(3), 247-253. <https://doi.org/10.1111/j.1749-4877.2012.00309.x>
- Gibbons, J. W., & Tinkle, D. W. (1969). Reproductive variation between turtle populations in a single geographic area. *Ecology*, 50(2), 340-341. <https://doi.org/10.2307/1563462>
- Gong, S., Shi, H., Jiang, A., Fong, J. J., Gaillard, D., & Wang, J. (2017). Disappearance of endangered turtles within China's nature reserves. *Current Biology*, 27(5), R170-R171. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.01.039>
- Goudie, I. B. J., & Goudie, M. (2007). Who captures the marks for the Petersen estimator? *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society)*, 170(3), 825-839. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1467-985X.2007.00479.x>
- Haddad, N. M., Brudvig, L. A., Clobert, J., Davies, K. F., Gonzalez, A., Holt, R. D., Lovejoy, T. E., Sexton, J. O., Austin, M. P., & Collins, C. D. (2015). Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science advances*, 1(2). DOI: 10.1126/sciadv.1500052
- Ibáñez, A., Marzal, A., González-Blázquez, M., López, P., & Martín, J. (2015). Basking activity is modulated by health state but is constrained by conspicuousness to predators in male Spanish terrapins. *Ethology*, 121(4), 335-344. <https://doi.org/10.1111/eth.12342>
- Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya. (s.d.). VISSIR v3.35. <http://www.icc.cat/vissir3/>
- Iverson, J. B. (1991). Patterns of survivorship in turtles (order Testudines). *Canadian Journal of Zoology*, 69(2), 385-391. <https://doi.org/10.1139/z91-060>
- Keller, C. (1997). *Ecología de poblaciones de Mauremys leprosa y Emys orbicularis en el Parque Nacional de Doñana* [Tesis doctoral, Universidad de Sevilla]. Digital.CSIC. <http://hdl.handle.net/10261/73432>
- Le Gal, A.S., Priol, P., Georges, J.Y., & Verneau, O. (2023). Population structure and dynamics of the Mediterranean Pond Turtle *Mauremys leprosa* (Schweigger, 1812) in contrasted polluted aquatic environments. *Environmental Pollution*, 330. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.121746>
- Letting, M., & Armstrong, D. P. (2003). An introduction to using mark-recapture analysis for monitoring threatened species. *Department of Conservation Technical Series A*, 28, 5-32. <http://xcclab.net/rm/wp-content/uploads/2009/04/mark-recapture-intro.pdf>
- Lindberg, M. S. (2012). A review of designs for capture-mark-recapture studies in discrete time. *Journal of Ornithology*, 152(2), 355-379. <https://doi.org/10.1007/s10336-010-0533-9>
- Litzgus, J. D. (2006). Sex differences in longevity in the spotted turtle (*Clemmys guttata*). *Copeia*, 2006(2), 281-288. <https://www.jstor.org/stable/4098603>
- Martín i Pérez, M. (2011). Caracterització i conservació d'una població de tortuga de rierol (*Mauremys Leprosa*) a l'ein del riu Llobregat al terme d'Abreà. *Dipòsit de la recerca de Catalunya* <http://hdl.handle.net/2072/117487>
- Martín, J., Marcos, I., & López, P. (2005). When to come out from your own shell: risk-sensitive hiding decisions in terrapins. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 57, 405-411. <https://doi.org/10.1007/s00265-004-0887-1>
- Martin, L. J. (2012). Where are the women in ecology? *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10(4), 177-178. <https://doi.org/10.1890/12.WB.011>
- Martínez, A. (2014). How to Assess Stress in Reptiles. *Journal of Exotic Pet Medicine*, 23(3), 240-243. <https://doi.org/https://doi.org/10.1053/j.jepm.2014.06.004>
- McDonald, T. L., & Amstrup, S. C. (2001). Estimation of population size using open capture-recapture models. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*, 6(2), 206-220. <https://doi.org/10.1198/108571101750524553>
- Medková, H., Vačkář, D., & Weinzettel, J. (2017). Appropriation of potential net primary production by cropland in terrestrial ecoregions. *Journal of Cleaner Production*, 150, 294-300. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.002>

- Mosimann, J. E., & Bider, J. R. (1960). Variation, sexual dimorphism, and maturity in a Quebec population of the common snapping turtle, *Chelydra serpentina*. *Canadian Journal of Zoology*, 38(1), 19-38. <https://doi.org/10.1139/z60-003>
- Muñoz, A., & Nicolau, B. (2006). Sexual dimorphism and allometry in the stripe-necked terrapin, *Mauremys leprosa*, in Spain. *Chelonian Conservation and Biology*, 5(1), 87-92. [https://doi.org/10.2744/1071-8443\(2006\)5\[87:SDAAIT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2744/1071-8443(2006)5[87:SDAAIT]2.0.CO;2)
- Musquera, S. (2004). Club Mediterrané. Intervenció en el paisatge del cap de Creus als anys 60. *Annals de l'Institut d'Estudis Empordanesos*, 4, 311-342. <https://raco.cat/index.php/AnnalsEmpordanesos/article/view/342463>.
- Panzeri, M., Mori, E., Mazza, G., & Menchetti, M. (2014). Records of introduced stripe-necked terrapins (*Mauremys* species) in Italy. *Acta Herpetologica*, 9 (2), 227-230. [https://doi.org/10.13128/Acta\\_Herpetol-14480](https://doi.org/10.13128/Acta_Herpetol-14480)
- Pappas, M. J., & Brecke, B. J. (1992). Habitat selection of juvenile Blanding's turtles, *Emydoidea blandingii*. *Journal of Herpetology*, 26(2), 233-234. <https://doi.org/10.2307/1564872>
- Pearson, S. H., Avery, H. W., & Spotila, J. R. (2015). Juvenile invasive red-eared slider turtles negatively impact the growth of native turtles: Implications for global freshwater turtle populations. *Biological Conservation*, 186, 115-121. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.03.001>
- Perez-Santigosa, N., Díaz-Paniagua, C., & Hidalgo-Vila, J. (2008). The reproductive ecology of exotic *Trachemys scripta elegans* in an invaded area of southern Europe. *Aquatic conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 18(7), 1302-1310. <https://doi.org/10.1002/aqc.974>
- Pérez, M., Collado, E., & Ramo, C. (1979). Crecimiento de *Mauremys caspica leprosa* (Schweigger, 1812)(Reptilia, Testudines) en la reserva biológica de Doñana. *Doñana Acta Vertebrata*, 6(2), 161-178.
- Pinya, S., Parpal, L. L., & Sunyer, J. R. (2007). Sobre la presència de tortugues d'aigua al·lòctones d'introducció recent a l'illa de Mallorca. On the presence of recent introduced alien fresh water tortoises in the Mallorca island. *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 209-216. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3944234>
- Pleguezuelos, J. M., Márquez, R., & Lizana, M. (2002). *Atlas y libro rojo de los anfibios y reptiles de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza Spain. [https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/inventario-especies-terrestres/inventario-nacional-de-biodiversidad/ieet\\_anfib\\_reptl\\_LR\\_indice.aspx](https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/inventario-especies-terrestres/inventario-nacional-de-biodiversidad/ieet_anfib_reptl_LR_indice.aspx)
- Plummer, M. V. (1979). Collecting and marking. *Turtles: perspectives and research*, 1, 45-60.
- Poch, S., Sunyer, P., Pascual, G., Boix, D., Campos, M., Cruset, E., Quer-Feo, C., Miguel, M. A. F., Porcar, A., & Pérez-Novo, I. (2020). Alien chelonians in north-eastern Spain: new distributional data. *The Herpetological Bulletin*, 151, 1-5. <https://doi.org/10.33256/hb151.15>
- Polo-Cavia, N., López, P., & Martín, J. (2010). Competitive interactions during basking between native and invasive freshwater turtle species. *Biological Invasions*, 12, 2141-2152. <https://doi.org/10.1007/s10530-009-9615-0>
- Polo-Cavia, N., López, P., & Martín, J. (2008). Interspecific differences in responses to predation risk may confer competitive advantages to invasive freshwater turtle species. *Ethology*, 114(2), 115-123. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.2007.01441.x>
- REED, D. H. (2005). Relationship between Population Size and Fitness. *Conservation Biology*, 19(2), 563-568. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00444.x>
- Reed, D. H., & Frankham, R. (2003). Correlation between Fitness and Genetic Diversity. *Conservation Biology*, 17(1), 230-237. <https://doi.org/https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2003.01236.x>
- Ribó, J. (2017). *CHARACTERITZACIÓ I VULNERABILITAT DELS HABITATS DE MAUREMYS LEPROSA A LA COMARCA DEL BAGES* [Informe Tècnic]. [https://www.researchgate.net/publication/363233402\\_CHARACTERITZACIO\\_I\\_VULNERABILITAT\\_DE\\_LS\\_HABITATS\\_DE\\_MAUREMYS\\_LEPROSA\\_A\\_LA\\_COMARCA\\_DEL\\_BAGES](https://www.researchgate.net/publication/363233402_CHARACTERITZACIO_I_VULNERABILITAT_DE_LS_HABITATS_DE_MAUREMYS_LEPROSA_A_LA_COMARCA_DEL_BAGES)

- Sancho, V., Lacomba, I., Bataller, J. V., Veríssimo, J., & Velo-Antón, G. (2020). First report of hybridization between *Mauremys leprosa* and *Mauremys sinensis* highlights the risk of exotic *Mauremys* spp. pet trade. *Basic and Applied Herpetology*, 34, 75-81. <https://doi.org/10.11160/bah.186>
- Segurado, P. (2000). *Modelação da distribuição e da abundância local do cágado-mediterrânico (Mauremys leprosa) e do cágado-de-carapaça-estriada (Emys orbicularis) em Portugal* (Tesis de Maestria). Instituto superior de agronomia, Portugal.
- Soler, J., Martínez, A., Portabella, C., & Agustí, V. (2005). Estat i conservació de la tortuga de rierol *Mauremys leprosa* al Parc del Foix. *I Trobada d'Estudiosos del Foix, Diputació de Barcelona*, 73-79. <https://amunicipis.s3.eu-west-3.amazonaws.com/wp-content/uploads/sites/1300/2022/02/14133703/especies32.pdf>
- Stanford, C. B., Iverson, J. B., Rhodin, A. G. J., van Dijk, P. P., Mittermeier, R. A., Kuchling, G., Berry, K. H., Bertolero, A., Bjorndal, K. A., & Blanck, T. E. G. (2020). Turtles and tortoises are in trouble. *Current Biology*, 30(12), R721-R735. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2020.04.088>
- Toledo, M. A., de la Concha, A., & Rubio, J. L. (2021). «Space use, distribution and conservation of the spanish pond turtle (*Mauremys leprosa* Schewigger, 1812). A review (Chordata, Geoemydidae)». *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 115, 95-110. <https://doi.org/10.29077/bol.115.e01.toledo>
- Universitat de Girona. (s.d.). *Grup de Recerca en Biologia Animal*. <https://www.udg.edu/ca/fc>
- Verzani, J. (2011). *Getting started with RStudio*. O'Reilly Media, Inc. <https://books.google.es/books?id=oPKuAQAACAAJ>
- Vilà, A., & Lloret, F. (2007). *Efecte de la freqüència d'incendis sobre l'estructura i composició de les comunitats vegetals a la península del cap de Creus* [Treball de Fi de Grau, Universitat Autònoma de Barcelona]. Dipòsit digital de documents de la UAB. <https://ddd.uab.cat/record/45401>
- White, G. C., & Burnham, K. P. (1999). Program MARK: survival estimation from populations of marked animals. *Bird study*, 46(sup1), S120-S139. <https://doi.org/10.1080/00063659909477239>
- Williams, B. K., Nichols, J. D., & Conroy, M. J. (2002). *Analysis and management of animal populations: Modeling, Estimation and Decision Making*. Academic press. <http://pubs.er.usgs.gov/publication/5200256>