

# Dimorfisme sexual d'una població de *Mauremys leprosa* (Testudines: Geoemydidae) del sud-est d'Espanya amb èmfasi a la forma de la closca.

David Campos-Such

Fundació Limne. C. Quart, 80. 46008 València. C.e.: recursos@limne.org

Les dades biomètriques d'una població de tortuga d'aigua ibèrica, *Mauremys leprosa* (Schweiger, 1812), foren estudiades per provar l'existència de dimorfisme sexual en la mida i/o la forma. El paquet de dades fou analitzat amb una anàlisi de la covariància (ANCOVA). Les femelles adultes assolixen mides més grans que els mascles i presenten un creixement al·lomètric. Comparant mascles i femelles d'igual longitud de closca, les femelles presenten una closca més ampla i alta, així com un plastró més llarg i ample.

Els nostres resultats són congruents amb la teoria de la selecció per fecunditat, ja que les diferències observades permetrien que les femelles tingueren més descendència. Els mascles tenen una closca més xicoteta i hidrodinàmica, el que podria tindre un paper clau com a comportament antidepredador durant l'època de cerca de parella.

Suggestim que les comparacions intra i interpoblacions poden aportar llum sobre els patrons adaptatius d'esta tortuga aquàtica.

*Paraules clau: al·lometria, dimorfisme sexual, Mauremys leprosa, sex ratio, estructura poblacional.*

## Sexual dimorphism in a *Mauremys leprosa* (Testudines: Geoemydidae) population from south-eastern Spain with emphasis on the carapace shape.

Biometric data from a population of the stripe-necked terrapin, (*Mauremys leprosa* (Schweiger, 1812), were studied to test the presence of sexual size and/or shape dimorphism. Our data sets were examined using the analysis of covariance (ANCOVA). Adult females reach larger sizes than adult males and show an allometric growth. When comparing males and females with a same carapace length, females exhibit wider carapace, higher carapace, longer plastron and wider plastron.

Our results could be congruent with the fecundity selection theory since the observed differences would allow females to produce more offspring. Males have smaller and hydrodynamic carapaces and this could also play a key role in anti-predator behaviour during the mating season.

We suggest that intra-and inter-population comparisons could highlight adaptation patterns of this terrapin.

*Key words: allometry, sexual dimorphism, Mauremys leprosa, sex ratio, population structure.*

## Introducció

L'any 1871, dotze anys després de la publicació de "On the Origin of Species", Darwin va publicar un nou llibre titulat "The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex", on defensava la teoria de la selecció sexual, una alternativa a la selecció natural

on les femelles, per selecció, escollien certes característiques dels mascles que modulaven diferències intersexuals sense cap requeriment adaptatiu al medi. La teoria de Darwin, menyspreada i arraconada al principi, va tornar a posar-se d'actualitat fa unes dècades, en observar que el naturalista de

Sherewsbury havia avançat a la seua dissertació àrees molt actives de l'actual biologia evolutiva, com ara la teoria de la sex ratio, les tàctiques reproductores o la selecció de parella sexual, entre d'altres (Andersson 1994).

Des d'això moment, va anar creixent l'interès per l'estudi de les diferències entre mascles i femelles, normalment amb el prisma del dimorfisme en la mida (SSD) o del dimorfisme en la forma (SShD), intentant dilucidar quins vectors modulen les diferències entre sexes i valorant si eixes diferències responen a la selecció natural o a la selecció sexual.

El SSD entre mascles i femelles és un tret comú del regne animal, on les femelles solen ser significativament més grans que els mascles (Andersson 1994; Fairbairn et al. 2007). Estes diferències de grandària solen estar associades al ritme de maduració diferenciat d'un i altre sexe (Isaac, 2005). El SShD, d'altra banda, no té en compte la mida general i se centra en les proporcions del cos, mirant d'esbrinar si algunes mides corporals es desenvolupen més a un sexe que a l'altre (Djordjevic et al, 2011). Este tipus de dimorfisme ha estat menys investigat, però sembla molt lligat al creixement al·lomètric de les espècies (Ljubisavljevic et al, 2010).

Les tortugues aquàtiques també es caracteritzen per un marcat dimorfisme en la mida, amb femelles normalment més grans que els mascles, encara que també hi ha espècies en que el mascle és més gran o, fins i tot, espècies sense diferències aparents entre ambdós sexes (Berry & Shine, 1980; Gibbons & Lovich, 1990; Fairbairn et al. 2007).

La tortuga d'aigua ibèrica *Mauremys leprosa* (Schweiger, 1812) és una espècie autòctona aquàtica que es distribuïx àmpliament per la península Ibèrica i per la regió del Maghreb al nord-oest d'Àfrica, tenint també representació, encara que amb presència reduïda, al sud de França i les Illes Balears (Da Silva, 2002; Araújo & Segurado, 2008; Pinya & Carretero, 2011; Palacios et al, 2015).

És una espècie termòfila amb preferència per hàbitats de tipus mediterrani (Díaz-Paniagua & Andreu, 2014) però, tot i que el seu rang de distribució és eminentment mediterrani, s'ha descrit un declivi generalitzat de les seues poblacions (Da Silva, 2002). A la seua àrea de distribució ocupa

un ventall ampli d'ecosistemes, podent-la trobar a rius, basses, barrancs amb aigües temporals, zones de marjal i estuaris salobres (Barbadillo et al, 1999; Jiménez & Lacomba, 2002). A les zones poc favorables o amb poca disponibilitat hídrica sembla formar comunitats xicotetes i aïllades (Campos-Such, 2015).

Es tracta d'una tortuga de mida mitjana, amb una longitud de la closca que sol situar-se en individus adults entre els 130 i els 170 mm (Díaz-Paniagua & Andreu, 2014), amb una longitud màxima de 230 mm (Ortiz-Santaliestra et al, 2011).

L'espècie presenta dimorfisme sexual. Els mascles presenten un plastró concau per facilitar la còpula i, a més, presenten una major distància preanal (Muñoz & Nicolau, 2006). Alguns autors també apunten que la cua dels mascles és més ampla per poder albergar l'hemipenis (Ortiz-Santaliestra et al., 2011).

El propòsit d'este treball és estudiar diferències en la forma de la closca entre els exemplars mascles i femelles d'una població de *Mauremys leprosa* del sud-est espanyol i especular sobre el perquè d'estes diferències. Si bé el dimorfisme sexual en la forma de la closca ha estat estudiat anteriorment a poblacions del centre i sud-oest de la península Ibèrica (Keller, 1997a; Muñoz & Nicolau, 2006), no hem trobat treballs que analitzen dades de poblacions a la zona d'estudi.

La sex ratio i l'índex SDI també s'han calculat i comparat amb altres poblacions de *Mauremys leprosa*, per estudiar possibles variacions inter-poblacionals i la seua possible influència amb els resultats obtinguts.

## Material i mètodes

L'estudi es va dur a terme al riu Serpis al seu pas pel municipi de l'Alqueria d'Asnar (Alacant, SE d'Espanya; Fig. 1).

El riu Serpis presenta des del seu naixement i fins a la presa Beniarrés un estat de qualitat dolent, en base a l'estat del seu bosc de ribera, fet que Aguilera et al (2005) atribueixen a la intensa activitat industrial dels municipis veïns d'Alcoi, Cocentaina i Muro. Malgrat això, s'han detectat poblacions força importants de *M. leprosa* al paratge de l'albufera de

Gaïanes i al municipi de l'Alqueria d'Asnar (LIFE-Trachemys, 2011).

El riu es va mostrejar durant cinc anys (2011-2015) evitant els mesos de baixa activitat per hibernació o estivació, fenòmens que normalment tenen lloc entre novembre i febrer i al mes d'agost, respectivament.

Per la captura dels exemplars s'empraren mornells, un artell destinat a la pesca d'anguiles que consisteix en una sèrie de xàrcies cilíndriques disteses per cercles i connectades per vàlvules en forma d'embut, a través de les quals les captures poden entrar a l'interior de l'artell, però no eixir-ne. La part posterior del parany es va mantindre fora de l'aigua per permetre la respiració dels individus capturats.

Els mornells es revisaren dos dies per setmana, identificant els individus capturats amb mosses serrades a les plaques marginals de la closca, seguint una codificació numèrica descrita a LIFE-Trachemys (2012a).

Es van prendre quatre tipus de mesures biomètriques amb l'ajuda de peus de rei (precisió 1 mm): longitud de la closca (CL, mm), amplada de la closca (CW, mm), alçada de la closca (CH, mm) i longitud del plastró (PL, mm). La longitud corba de la closca (CCL, mm) es va mesurar amb cinta mètrica. El pes (W, g) es va prendre amb una bàscula digital de camp (precisió 1 g).

Vam dividir els individus en tres categories: mascles adults, femelles adultes i juvenils indeterminats. La distància pre-cloacal i la concavitat del plastró es van fer servir per determinar el sexe de les captures, ja que els mascles presenten un plastró lleugerament més còncav que les femelles i una distància major entre el final del plastró i l'obertura cloacal (Muñoz & Nicolau, 2006; Díaz-Paniagua & Andreu, 2014). Els exemplars sense una clara distinció dels caràcters sexuals secundaris descrits es consideraren juvenils.

Les tortugues s'alliberaren on es capturaren una vegada sexades i preses les dades biomètriques.

Es va portar a terme una anàlisi de la covariància (ANCOVA) per provar el dimorfisme sexual entre els adults de mascles i femelles, amb el sexe com el factor fixe i la longitud de la closca com a covariable. Totes les variables biomètriques es transformaren logarítmicament abans de l'anàlisi, per satisfer millor el supòsit de normalitat. Valors de  $P < 0.0005$  es van considerar estadísticament significatius.

L'índex de dimorfisme sexual (SDI) proposat per Gibbons & Lovich (1990) i modificat a Lovich & Gibbons (1992) també es va analitzar:

$SDI = +f/m - 1$  (quan  $f > m$ );  $SDI = -m/f + 1$  (quan  $f < m$ ), on 'f' i 'm' són una expressió de la mitjana de CL per cadascun dels sexes. Pel càlcul del SDI no es van transformar les dades.



FIGURA 1 Mapa i localització dels punts de mostreig de l'Alqueria d'Asnar (Alacant, SE d'Espanya).

FIGURE 1 Map and location of sample sites in l'Alqueria d'Asnar (Alacant, SE Spain).

Per tal de comparar el nostres resultats amb altres poblacions es va fer una recerca bibliogràfica a la literatura científica, mirant de localitzar treballs sobre l'estructura poblacional de *Mauremys leprosa*. Les dades s'inclogueren a la metaanàlisi sempre que s'especificara la CL mitjana per mascles i femelles, així com una descripció acurada de la zona de mostreig.

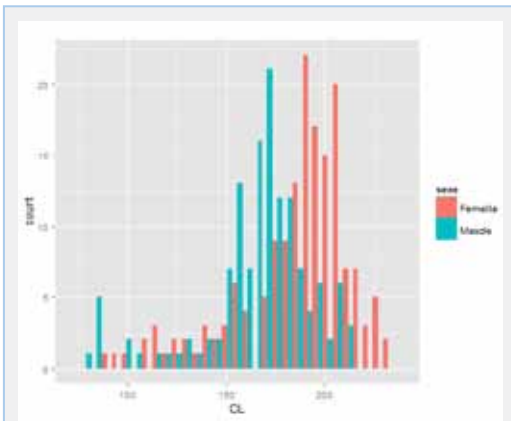
Tots els càlculs estadístics es van fer amb el programari R (versió 3.0.2) (R Development Core Team, 2011).

## Resultats i discussió

301 tortugues d'aigua ibèriques adultes foren capturades a l'Alqueria d'Asnar entre els anys 2011 i 2015. D'estes, 86 foren recapturades, com a mínim, una vegada.

### Dimorfisme sexual en la mida (SSD)

La distribució global de les freqüències de mida (Fig. 2) mostra que les femelles adultes (mitjana CL =  $185.57 \pm 28.85$  mm, rang 91-231, n = 166) assolixen mides més grans que els mascles adults (mitjana CL =  $165.52 \pm 27.61$  mm, rang 78-211, n = 135) i esta diferència en la longitud de la closca



**FIGURA 2** Distribució de freqüències de la longitud de closca de les *Mauremys leprosa* del riu Serpis (l'Alqueria d'Asnar, SE d'Espanya) segregades per sexe.

**FIGURE 2** Frequency distribution of carapace length for *Mauremys leprosa* from the Serpis River (l'Alqueria d'Asnar, SE Spain) segregated by sex.

sembla ser estadísticament significat ( $t = -6.11$ ,  $df = 299$ ,  $P < 0.0005$ ).

Comparant amb altres poblacions (Taula 1) s'observa que la mitjana de longitud de la closca de les femelles de la nostra població és la segona més gran, només superada per una població del sud-oest espanyol. En el cas dels mascles només dos poblacions presenten longituds mitjanes de la closca superiors a la nostra. La mida més comuna pels adults de *M. leprosa* se situa entre els 130-170 mm (Díaz-Paniagua & Andreu, 2014) i això ens indica que ens trobem davant una població enveïllada, amb poca representació de subadults i adults de certes classes de talla. Cal fer èmfasi, però, en què el mètode de mostreig escollit implica poca capturabilitat d'individus més xicotets (Ignacio Lacomba, com. pers.).

És important remarcar que una mida corporal massa gran limita la capacitat de termoregulació i pot, per tant, tindre implicacions en el metabolisme de l'espècie: malgrat un major temps d'insolació, les femelles adultes més grans no són capaces de regular la temperatura amb la precisió que aconseguixen les tortugues xicotetes (Bulte & Blouin-Demers, 2010). Una major grandària, d'altra banda, disminueix les possibilitats que les femelles siguin capturades pels seus depredadors (Martín & López, 1990).

El patró de SSD observat a la població de l'Alqueria d'Asnar es manté a tot el rang de distribució de l'espècie, trobant tan sols una població portuguesa on la mitjana de la longitud de la closca era major en mascles (Taula 1).

La menor mida dels mascles adults respecte les femelles s'ha explicat sobre la base que els mascles arriben a la maduresa sexual amb menor grandària i edat (Keller, 1997b). Si bé a la nostra població s'evidencia una lleu bimodalitat, resulta d'interès assenyalar que a d'altres zones de la península Ibèrica la bimodalitat s'observa de manera molt marcada, amb acumulació de captures de mascles subadults i molta representació de femelles de les classes de mida majors (Díaz-Paniagua et al., 2015).

### Dimorfisme sexual en la forma (SShD)

Hi ha un desenvolupament diferencial al·lomètric entre mascles i femelles de *Mauremys leprosa* de

la població objecte d'estudi (Fig. 3). L'anàlisi de l'ANCOVA rebel·la que les femelles, en relació als mascles i per a una mateixa longitud de la closca, presenten, significativament, més amplada de la closca (ANCOVA:  $F_{1,298} = 105.38$ ;  $P < 0.0005$ ), alçada (ANCOVA :  $F_{1,298} = 159.88$ ;  $P < 0.0005$ ), longitud del plastró (ANCOVA:  $F_{1,298} = 218.42$ ;  $P < 0.0005$ ), amplada del plastró (ANCOVA:  $F_{1,297} = 26.32$ ;  $P < 0.0005$ ) i pes (ANCOVA:  $F_{1,297} = 162.75$ ;  $P < 0.0005$ ). Pel que fa a la longitud de la corba

de la closca, per contra, no s'observen diferències significatives (ANCOVA:  $F_{1,298} = 6.75$ ;  $P = 0.01$ ).

En relació al resultat de la longitud corba de la closca cal dir que la literatura científica sol considerar com a significatius valors de  $P < 0.05$  però el criteri escollit ha estat més estricte, deixant una aparent discrepància entre la longitud de la closca i la longitud corba. Díaz-Paniagua et al. (2015) assenyalen que hi ha una relació lineal entre eixes mesures, ficant casos de diferents poblacions, entre

Font	Femelles		Mascles		Sex ratio ff:mm	SDI	Localitat i periode de mostreig
	N	Mitjana CL (rang)	N	Mitjana CL (rang)			
Benejam & Saura-Mas, 2009	51	171.0 (62-216)	39	105.0 (63-171)	1:0.76	0.63	NE Espanya Juny 2005 i Juny 2006
Franch et al. 2007	45	178.92 (78.61-239.50)	107	142.03 (77.80-197.09)	1:2.38	0.26	NE Espanya 2004-2005
Martín, 2010	21	174.2 (100.5-223.2)	43	142.9 (95.5-184.0)	1:2.05	0.22	NE Espanya Octubre 2008-Setembre 2009
Sanz et al. 2013	9	160 (108-195)	52	138 (87-175)	1:5.77	0.16	NE Espanya Octubre-Novembre 2010
Franch et al. 2006	23	-	21	-	1:0.91	-	NE Espanya Maig 2006
Soler et al. 2005	23	-	66	-	1:2.87	-	NE Espanya 2001-2004
Alarcos et al. 2009	141	132.5 (79.3-185.3)	124	112.4 (72.9-159.5)	1:0.87	0.18	NW Espanya Març 2006-Agost 2007
Capinha et al. 2007	-	171	-	199	1:1.33	0.16	W Portugal Agost 2007
Muñoz & Nicolau, 2006	43	165.0 (96-205)	45	144.0 (99-175)	1:1.05	0.14	C Espanya Primav. 2001 - Primav. 2002
LIFE-Trachemys, 2012b	35	134.41 (80.5-140.4)	21	132.86 (83.1-179)	1:0.6	0.12	E Espanya Abril-Juny 2012
Ibáñez et al. 2013	26	186 (111-224)	65	167 (127-197)	1:2.5	0.11	SW Espanya Març
Keller, 1997a	660	176 (131.5-228)	1066	136.2 (90-200.6)	1:1.61	0.29	SW Espanya 1991-1995
Sánchez et al. 2010	-	-	-	-	1:2.16	-	SE Espanya Maig-Setembre 2008 Abril-Novembre 2009
Bonnet et al. 2010	42	148.4 (101.2-193.9)	17	134.9 (106.8-164.1)	1:0.40	0.10	Marroc n.a.
Meek, 1987	34	97.1 (49-186)	16	82.06 (54-149)	1:0.47	0.18	Marroc Setembre, 1981

**TAULA 1** Origen de les dades i la informació emprada a l'anàlisi de la sex ratio i el SSD de *Mauremys leprosa*.

**TABLE 1** Data sources and information used in the analysis of variation in sex ratio and SSD in *Mauremys leprosa*

les que hi ha dades del Serpis. De totes maneres, les autores assenyalen que la dispersió de dades és major a les poblacions del Serpis, reduint la linealitat que s'observa, per exemple, a les poblacions de *M. leprosa* de Doñana. Esta major dispersió de dades es confirma amb les nostres observacions i explicarien la reducció en el nivell de significació

d'eixe paràmetre biomètric. Un camp d'estudi que podria esclarir el perquè d'esta situació seria el de l'anàlisi de la morfometria geomètrica de la closca de diferents poblacions ibèriques de *M. leprosa* segregades per sexe, establint punts de referència de les plaques sobre fotografies dels individus i tractant eixa relació amb paquets estadístics.

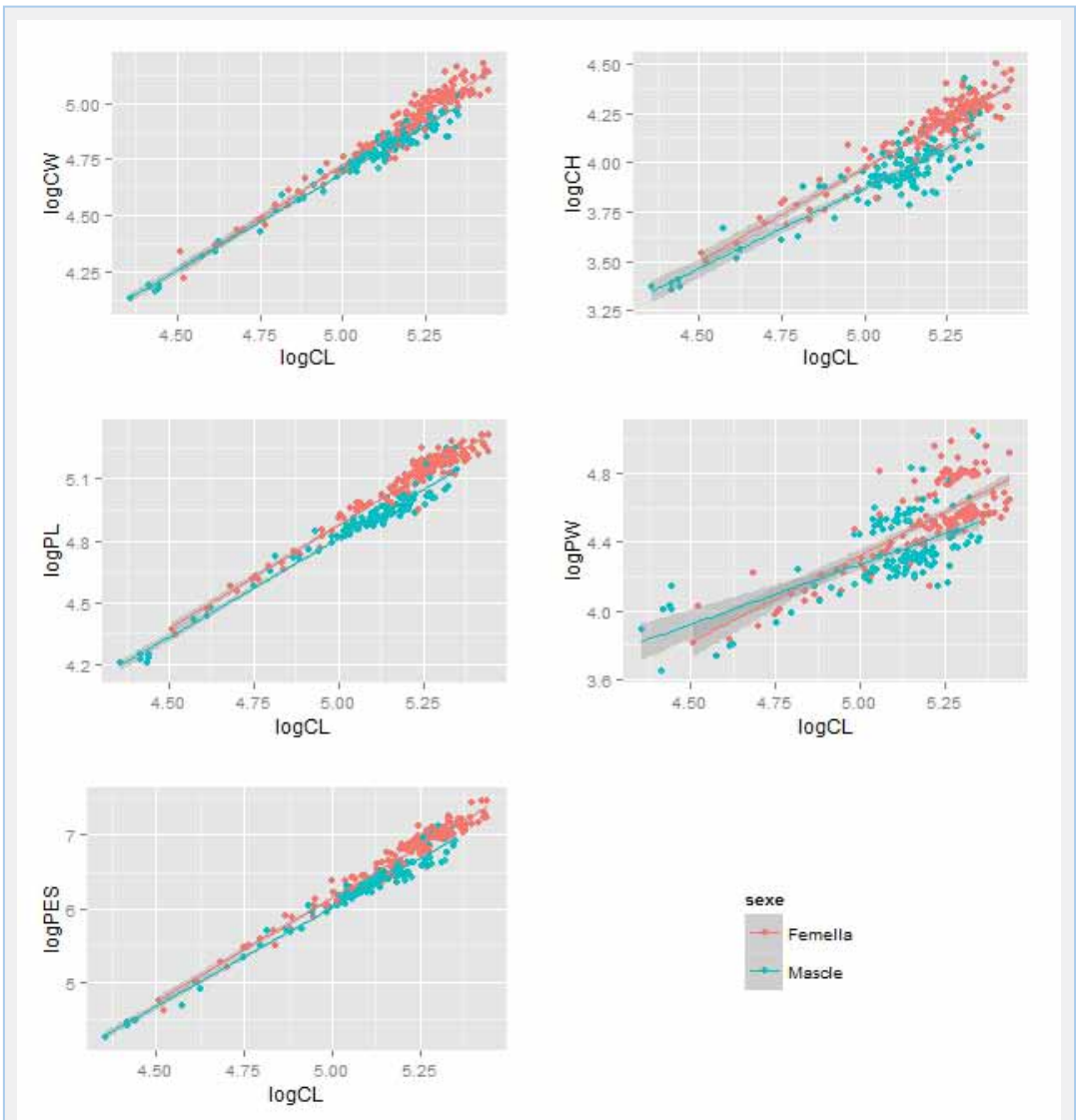


FIGURA 3 Pendents de regressió de cada relació bivariada comparant mascles i femelles.

FIGURE 3 Regression slopes of each bivariate relationship compared for males and females.

Les diferències observades entre sexes indiquen que les femelles tenen una closca més ampla i alta que els mascles, unes diferències que semblen encaminades a possibilitar la reproducció amb dos processos clau: la còpula i l'ovoposició. La pressió selectiva afavoriria les femelles més grans (Gibbons & Lovich, 1990), ja que estes poden contindre més ous i tindre, per tant, més descendència (Gibbons et al. 1982).

Que els mascles tinguin cossos més xicotets i estrets pot semblar un inconvenient vers el combat entre mascles (Cox et al. 2007) però pot representar un avantatge pel que fa a mobilitat, conferint un cos més hidrodinàmic i ràpid que pot ser efectiu en època de festeig, època en què les tortugues són més vulnerables a depredadors.

No hem pogut comparar els nostres resultats de SSHD amb altres poblacions, ja que no existixen estudis més enllà dels ressenyats a la introducció. Tot i així, els nostres resultats són congruents amb els observats per Muñoz & Nicolau (2006).

### Sex ratio

La proporció de mascles i femelles de la població de tortugues de l'Alqueria d'Asnar presenta una sex ratio de 1:0.81, un valor que s'acosta a la paritat. Comparant amb altres poblacions (Taula 1) s'observen valors de sex ratio molt dispars.

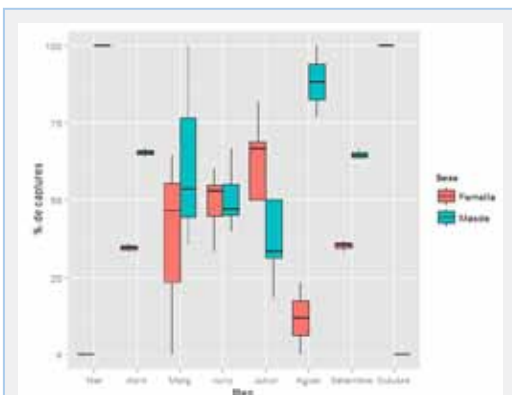
La sex ratio és un paràmetre que ens permet analitzar l'estat de les poblacions i les diferències ens expliquen esdeveniments de mortalitat diferenciats segons el sexe o diferències lligades a la dispersió o la migració (Bulmer, 1994; citat a Valenzuela et al, 2004) .

El valor de SDI de la nostra població de tortuga d'aigua ibèrica és de 0.12 i, comparant-lo amb la resta de poblacions de la metaanàlisi (Taula 1), tornen a trobar-se resultats poc uniformes. És important remarcar que, si bé la major part de treballs ressenyats segueixen una metodologia similar, el període de mostreig diferix bastant. La comparació, per tant, s'ha de tractar amb cautela: només s'haurien de tindre en compte estudis a llarg termini o que incloguen tot el cicle vital de l'espècie s'haurien de tindre en compte, ja que la sex ratio patix variacions segons l'època en què es facen els estudis (Keller, 1997a; Alarcos et al., 2009).

Tot i això, alguns estudis que tenen en compte tot el cicle anual mostren valors de sex ratio molt allunyats de la paritat (vore, per exemple: Martín, 2010; Sánchez et al. 2010; Franch et al. 2007 o Soler et al. 2005 ).

Els sex ratios esbiaixats solen associar-se a errors de mostreig, assignació de sexe errònia en juvenils, moviments migratoris diferenciats o als ritmes de maduració sexual (Lovich & Gibbons, 1990; Gibbons, 1970). També poden explicar-se per posseir cada sexe diferents taxes de mortalitat, per exemple per una major mobilitat de mascles o femelles que els empeny a accidents en carreteres (Aresco, 2005): durant l'època de festeig els mascles presentaran més mobilitat i, per tant, més possibilitat de tindre accidents si el seu hàbitat està molt antropitzat i amb infraestructures viàries. D'altra banda, allà on les zones de posta no siguen òptimes, les femelles hauran de desplaçar-se més per pondre, exposant-se a més perill i podent incrementar la seua taxa de mortalitat si han de creuar carreteres.

Sense menysprear estes possibilitats, les nostres dades semblen suggerir que l'etologia de mascles i femelles diferix al llarg del cicle anual, generant major capturabilitat d'un sexe o altre segons l'època de l'any (Fig. 4).



**FIGURA 4** Variació mensual de la proporció de mascles i femelles capturats.

**FIGURE 4** Monthly variation on the proportion of captured males and females.

Tot i això, unificar criteris de mostreig i comprometre's amb estudis a llarg termini és la clau per entendre millor l'etologia de les tortugues o la seua ecologia demogràfica. A Itàlia, per exemple, s'ha pogut demostrar que la forma de la closca i la ubicació geogràfica afecten de manera conjunta el rendiment reproductiu d'*Emys orbicularis* (Zuffi et al, 2007).

Tot i que el SSD presenta diferències interpoblacionals, estes podrien ser causades per una alimentació diferenciada o qualsevol altre impacte sobre algunes de les poblacions. El SShD, d'altra banda, hauria de mantindre's estable, ja que les forces que rigen sobre cada sexe no difereixen de manera significativa entre poblacions. (Djordjevic et al, 2011).

En tot cas, caldrien més estudis sobre el SSD i el SShD d'esta espècie, ja que les comparacions inter i intrapoblacionals podrien aportar llum sobre els patrons d'adaptació a les condicions ambientals o sobre la història natural de *M. leprosa*.

## Agraïments

S'agraïx la col·laboració dels voluntaris ambientals que van col·laborar en les activitats de camp i dels tècnics del Paisatge Protegit del riu Serpis, que van proporcionar part de les dades biomètriques. Este estudi es va portar a terme amb el suport econòmic de l'empresa Paperera de La Alquería, SL i de l'ajuntament de l'Alqueria d'Asnar. La Conselleria d'Agricultura, Medi Ambient, Canvi Climàtic i Desenvolupament Rural va aportar els corresponents permisos de captura científica.

## Bibliografia

**Aguilella, A., Riera, J., Gómez, M.A., Mayoral, O. & Moreyra, E. 2005.** Evaluación del estado ecológico de los ríos de la cuenca hidrográfica del Júcar mediante el uso del índice QBR. 258 pp. Informe inédito. Confederación Hidrográfica del Júcar. Valencia.

**Alarcos, G., Madrigal, J., Ortíz-Santaliestra, M.E., Fernández-Beneitez, M.J., Flechoso del Cueto, M.F. & Lizana, M. 2009.** Caracterización de una población de *Mauremys leprosa* en un arroyo temporal en la provincia de Salamanca, al noroeste de la Península Ibérica. Revista Española de Herpetología 23: 129-140

**Andersson, M. 1994.** Sexual selection. 624 pp. Princeton University, New Jersey

**Araújo, P. & Segurado, P. 2008.** *Mauremys leprosa*. In: Loureiro, A., Ferrand de Almeida, N., Carretero, M. A., Paulo, O. S. (Eds.), Atlas dos Anfíbios e Répteis de Portugal. 257 pp. Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade, Lisboa.

**Aresco, M.J. 2005.** The effect of sex-specific terrestrial movements and roads on the sex ratio of freshwater turtles. *Biological Conservation*, 123(1): 37-44.

**Benejam, Ll. & Saura-Mas, S. 2009.** Avaluació de l'estat de conservació de la població de tortuga de rierol (*Mauremys leprosa*) dels estanyols del Mas Margall, Avinyonet de Puigventós. *Annals de l'Institut d'Estudis Empordanesos*, 40: 131-146

**Berry, J.F. & Shine, R. 1980.** Sexual size dimorphism and sexual selection in turtles (Order Testudines). *Oecologia*, 44: 185-191

**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: 213-220

**Bulmer, M. 1994.** Theoretical evolutionary ecology. 400 pp. Sinauer Associates, Inc., Sunderland.

**Bulté, G., & Blouin-Demers, G. 2010.** Implications of extreme sexual size dimorphism for thermoregulation in a freshwater turtle. *Oecologia*, 162(2), 313-322.

**Campos-Such, D. 2015.** Dades preliminars sobre la població de *Mauremys leprosa* (Testudines: Geoemydidae) d'Alcoi (Alacant). *Nemus*, 5, 101:106

**Capinha, C., Ferreira, A., Cardoso, H. & Dias, M.J. 2007.** Caracterização morfológica e sex-ratio das populações de *Mauremys leprosa* e *Emys orbicularis* do Paul de Tornada: resultados preliminares. 1º Seminário sobre Conservação e Gestão de Zonas Húmidas - 3º Seminário de Sistemas Lagunares Costeiros. *Actas*: 38-39

**Cox, R. M., Butler, M. A., & John-Alder, H. B. 2007.** The evolution of sexual size dimorphism in reptiles. *Sex, Size and Gender Roles: Evolutionary Studies of Sexual Size Dimorphism*, 38-49.

**Da Silva, E. 2002.** *Mauremys leprosa*. A: Atlas de distribución y Libro Rojo de los Anfíbios y Reptiles de España. Pleguezuelo, J.M., Márquez, R & Lizana, M. (eds.) Dirección General de Conservación de la Naturaleza y Asociación Herpetológica Española. Madrid: 143-146.

**Díaz-Paniagua, C., Andreu, A. C. & Keller, C. 2015.** Galápagos leproso – *Mauremys leprosa*. En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Salvador, A., Marco, A. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/reptiles/maulep.html> (Data de consulta 17/06/2016).

**Díaz-Paniagua, C. & Andreu, A.C. 2014.** *Mauremys leprosa* (Schweigger, 1812). In: Reptiles, 2ª edición, revisada y ampliada. Salvador, A. (Coord.). Fauna ibérica. Vol. 10. Ramos, M.A. et al. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC. Madrid: 194-203

**Djordjevic, S., Djuracic, M., Golubovic, A., Ajtic, R., Tomovic, L., & Bonnet, X. 2011.** Sexual body size and body shape dimorphism of *Testudo hermanni* in central and eastern Serbia. *Amphibia-Reptilia*, 32(4), 445-458.

**Fairbairn D.J., Blanckenhorn, W.U. & Sze'kely, T. 2007.** Sex, size and gender roles: evolutionary studies of sexual size



dimorphism. Oxford University Press, Oxford

**Franch, M., Llorente, G.A. & Montori, A. 2007.** Primeros datos sobre la biología de *Trachemys scripta elegans* en sintopía con *Mauremys leprosa* en el Delta del Llobregat (NE Ibérico) In: GEIB Grupo Especialista en Invasiones Biológicas (ed) (2007) Invasiones biológicas: un factor del cambio global. EEI 2006 actualización de conocimientos. Pp. 85-101. 2º Congreso Nacional sobre Especies Exóticas Invasoras "EEI 2006". GEIB, Serie Técnica N.º 3, 280 pp

**Gibbons, J.W. 1970.** Sex ratios in turtles. Researches on population ecology, 12(2): 252-254.

**Gibbons, J.W. & Lovich, J. E. 1990.** Sexual dimorphism in turtles with emphasis on the slider turtle (*Trachemys scripta*). Herpetological Monographs, 4:1-29.

**Gibbons, J.W., Greene, J.L. & Patterson, K. 1982.** Variation in reproductive characteristics of aquatic turtles. Copeia, 1982(4): 776-784.

**Ibáñez, A., Marzal, A., López, P. & Martín, J. 2013.** Sexually dichromatic coloration reflects size and immunocompetence in female Spanish terrapins, *Mauremys leprosa*. Naturwissenschaften, 100 (12): 1137-1147.

**Isaac, J.L. 2005.** Potential causes and life history consequences of sexual size dimorphism in mammals. Mammal Review, 35(1): 101-115.

**Keller, C. 1997a.** Ecología de las poblaciones de *Mauremys leprosa* y *Emys orbicularis* del Parque Nacional de Doñana. 217pp. Tesis Doctoral. Univ. Sevilla.

**Keller, C. 1997b.** Discriminant analysis for sex determination in juvenile *Mauremys leprosa*. Journal of Herpetology, 31(3), 456-459.

**LIFE-Trachemys. 2011.** Seguimiento de la *Mauremys leprosa* en el río Serpis. Evaluación y cuantificación. 15 pp. Informes LIFE-Trachemys núm., 6. Conselleria d'Infraestructures, Territori i Medi Ambient.

**LIFE-Trachemys. 2012a.** Guía metodológica para la captura y manejo de galápagos. 31 pp. Informes LIFE-Trachemys núm., 8. Conselleria d'Infraestructures, Territori i Medi Ambient.

**LIFE-Trachemys. 2012b.** Seguimiento de la *Mauremys leprosa* en el Parque Natural Chera-Sot de Chera Evaluación y cuantificación. 19pp. Informe LIFE-Trachemys núm., 9. Conselleria d'Infraestructures, Territori i Medi Ambient.

**Lovich, J. E., & Gibbons, J. W. 1990.** Age at maturity influences adult sex ratio in the turtle *Malaclemys terrapin*. Oikos, 59: 126-134.

**Lovich, J. E. & Gibbons, J. W. 1992.** A review of techniques for quantifying sexual dimorphism. Growth, Development and Aging, 56: 269-281

**Ljubisavljević, K., Urosević, A., Aleksić, I., Ivanović, A. 2010.** Sexual dimorphism of skull shape in lacertid lizard species (*Podarcis* spp., *Dalmatolacerta* sp., *Dinarolacerta* sp.) revealed by geometric morphometrics. Zoology, 113:168-174

**Martín, M. 2010.** Caracterització i conservació d'una població de tortuga de rierol (*Mauremys leprosa*) a l'EIN del riu Llobregat al terme d'Abrera. 64 pp Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca.

**Martín, J. & López, P. 1990.** Amphibians and reptiles as prey of birds in southwestern Europe. Smithsonian Herpetological Information Service, 82: 1-43

**Meek, R. 1987.** Aspects of the population ecology of *Mauremys caspica* in Northwest Africa. Herpetological Journal, 1:130-136.

**Muñoz, A. & Nicolau, B. 2006.** Sexual dimorphism and allometry in the stripe-necked terrapin, *Mauremys leprosa*, in Spain. Chelonian Conservation and Biology, 5: 87-92

**Ortiz-Santaliestra, M., Diego-Rasilla, F.J., Ayres, C. & Ayllón, E. 2011.** Los reptiles. 295 pp. Naturaleza en Castilla y León. Caja Burgos. Burgos.

**Palacios, C., Urrutia, C., Knapp, N., Quintana, M.F., Bertolero, A., Simon, G., du Preez, L. & Verneau, O. 2015.** Demographic structure and genetic diversity of *Mauremys leprosa* in its northern range reveal new populations and a mixed origin. Salamandra, 51: 221-230

**Pinya, S. & Carretero, M.A. 2011.** The Balearic herpetofauna: a species update and a review on the evidence. Acta Herpetologica, 6: 59-80

**R Development Core Team, 2011.** R: a language and environment for statistical computing (version 3.0.2). R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria

**Sánchez, J., Ferrández, M., López, M., Martínez, P., Martínez, C., García, J.F., Moreno, P. & Aznar Morell, L. 2010.** Seguimiento de una población de galápagos leproso (*Mauremys leprosa*) en un humedal artificial del Sureste Ibérico. XI Congreso Luso Espanhol de Herpetología / XV Congreso Español de Herpetología. Sevilla.

**Sanz, L., Barriocanal, C., Boada, M. & Maneja, R. 2013.** Caracterització d'una tortuga de rierol (*Mauremys leprosa*) de la conca mitjana de la Tordera. Diputació de Barcelona. II Monografies dels parcs de la Serralada Litoral Central - VI Monografies del Montnegre i el Corredor: 110-114

**Soler, J., Martínez-Silvestre, A., Portabella, C. & Agustí, V. 2005.** Estat i conservació de la tortuga de rierol (*Mauremys leprosa*) al pantà de Foix. Jornades d'Estudiosos del Foix, I: 73-79.

**Valenzuela, N., Adams, D. C., Bowden, R. M., & Gauger, A. C. 2004.** Geometric morphometric sex estimation for hatchling turtles: a powerful alternative for detecting subtle sexual shape dimorphism. Copeia, 2004(4): 735-742.

**Zuffi, M. A. L., Celani, A., Foschi, E., & Tripepi, S. 2007.** Reproductive strategies and body shape in the European pond turtle (*Emys orbicularis*) from contrasting habitats in Italy. Journal of Zoology, 271(2): 218-224.

Rebut el 5 de maig de 2016. Acceptat el 21 de juny de 2016