

Aportacions a les variacions de pes durant el procés d'hibernació en *Testudo hermanni hermanni* (Gmelin 1789)

Eudald Pascual¹, Alba Vendrell¹, Laia Herrerias¹, Josep Mari¹, Albert Martínez-Silvestre² & Joaquim Soler²

¹Escola Mestral (Sant Feliu de Llobregat, Barcelona). mestral@escolamestral.cat

²CRARC (Centre de Recuperació d'Amfibis i Rèptils de Catalunya). crarc@amasquefa.com

Resum

Després del descobriment, de manera fortuïta, de l'existència de fluctuacions de pes (amb recuperació) durant la hibernació en exemplars de *Testudo hermanni*, i suposadament relacionades amb la humitat ambiental, es programa un registre de l'evolució d'aquests dos paràmetres durant dos períodes d'hibernació consecutius. L'estudi es porta a terme en quatre tortugues mediterrànies adultes, un mascle i tres femelles, amb variacions importants de mida i d'edat, que viuen en una instal·lació exterior homologada. S'han detectat dos tipus de variacions de pes al llarg de la hibernació, una que hem considerat amb recuperació i una altra sense recuperació. Per il·lustrar millor aquestes variacions es dibuixa una funció teòrica ajustada als pesos més alts al llarg de tota la hibernació, al costat de la gràfica real. La gràfica corresponent al registre real de pesos indicaria que s'ha passat per un període de sequera quan aquesta s'aparta de la línia teòrica i que quan hi retorna (s'hi acostava encara que no ho faci al 100 %), és perquè s'ha passat prèviament per un període d'humitat elevada. Aspecte, aquest últim, que hem pogut comprovar en tots els períodes d'hibernació estudiats en les quatre tortugues. Per tant, ens plantejarem si les tortugues podrien tenir la capacitat d'absorbir aigua de l'atmosfera.

Abstract

After the chance discovery of the existence of fluctuations in weight (with recovery) during hibernation in specimens of *Testudo hermanni* and allegedly related to humidity, the authors programmed a register of the evolution of these two parameters during two consecutive periods of hibernation. The study was conducted in four adult Mediterranean tortoises, one male and three females, with significant variations in size and age, living in an approved facility outside. We detected two types of variations of weight during hibernation -the first with fluctuations in weight loss and weight gain and the other with continuous weight loss. To better illustrate these variations we have included a theoretical function fitted to the highest weights throughout hibernation, next to the actual graphics. The graph corresponding to actual weights seems to indicate that the tortoises went through a period of draught when the curve departs from the theoretical line and that they went through a period of high humidity when it returns (although not fully) to the previous weight. In all the periods of hibernation that we studied in the four tortoises we observed this latter

scenario. Therefore, we consider the possibility that tortoises may have the ability to absorb water from the atmosphere.

Paraules clau: *Testudo hermanni hermanni*, tortuga mediterrània, hibernació, variacions del pes, higroscòpia, factors ambientals.

Key words: *Testudo hermanni hermanni*, Mediterranean tortoise, hibernation, changes in weight, hygroscopic, environmental factors.

INTRODUCCIÓ

La hibernació o brumació és un procés fisiològic ben regulat (Schmidt-Nielsen, 1984) i malgrat és un terme que en sentit estricte se sol reservar als animals homeotermes (aus i mamífers) perquè són els que poden regular la temperatura corporal mitjançant processos fisiològics endògens (endotermes), alguns poiquilotermes ectotermes presenten un important grau de termoregulació, no només comportamental, sinó també fisiològic endogen (Randall, Burggren i French, 2002). En el cas de la tortuga mediterrània també s'ha citat un cert grau de termoregulació per processos fisiològics (Vetter, 2006), encara que la més important és la termoregulació de comportament, tant pel que fa al període actiu (assolent-se més o menys), com durant la hibernació, enterrant-se més o menys en el substrat (Soler i Martínez, 2005). D'aquesta manera, enterrant-se, aconseguen una temperatura "ambient" relativament constant i sensiblement superior a la superficial; aquest aspecte ha estat observat i enregistrat per primera vegada gràficament (Sagués, 2005) a la nostra instal·lació (Figura 1).

La temperatura corporal òptima per a les tortugues mediterrànies està compresa entre els 25 i 30°C, moment en què la resposta cardíaca ronda les 30 pulsacions per minut. Quan les temperatures baixen i fluctuen entre els 10 o 15°C, el ritme cardíac disminueix fins a les 15 pulsacions per minut; per sota de 10°C el batec del cor es redueix a 6 cops per minut, i entre aquesta temperatura i els 5 °C la tortuga estarà en una hibernació absoluta (Soler i Martínez, 2005).

Una bona hibernació precisa d'un bon estat d'hidratació i la capacitat de reduir el consum energètic a nivells bassals. Durant el procés es perd pes, encara que no es produeixi gairebé cap consum energètic (Soler i Martínez, 2005), contràriament al que passa en mamífers, ja que al ser homeotermes han de mantenir el cos calent (Schmidt-Nielsen, 1984). Aquest estat fisiològic no es suportat per l'animal durant molt de temps, ja que les seves reserves hídriques i lipídiques no són indefinides. Si l'hivern és sec, és possible que s'arribi a la deshidratació i mort dels exemplars més dèbils o amb patologies latents (Soler i Martínez, 2005). La pèrdua de pes durant la hibernació no hauria de superar el 5 %. Un valor superior al 5 % indica que l'entorn on hibernava la tortuga era massa sec. Una pèrdua superior al 15 % representa un risc seriós per la salut (Vetter, 2006).

El present treball quantifica i proposa respostes a les variacions de pes durant el procés d'hibernació de les tortugues mediterrànies, relacionant-les amb els nivells ambientals d'humitat. Donat que durant aquest període les tortugues no mengen, ni beuen (i tampoc excreten, a diferència de molts hibernants homeoterms), els paràmetres que podem considerar *a priori* responsables de l'equilibri hídric són: la

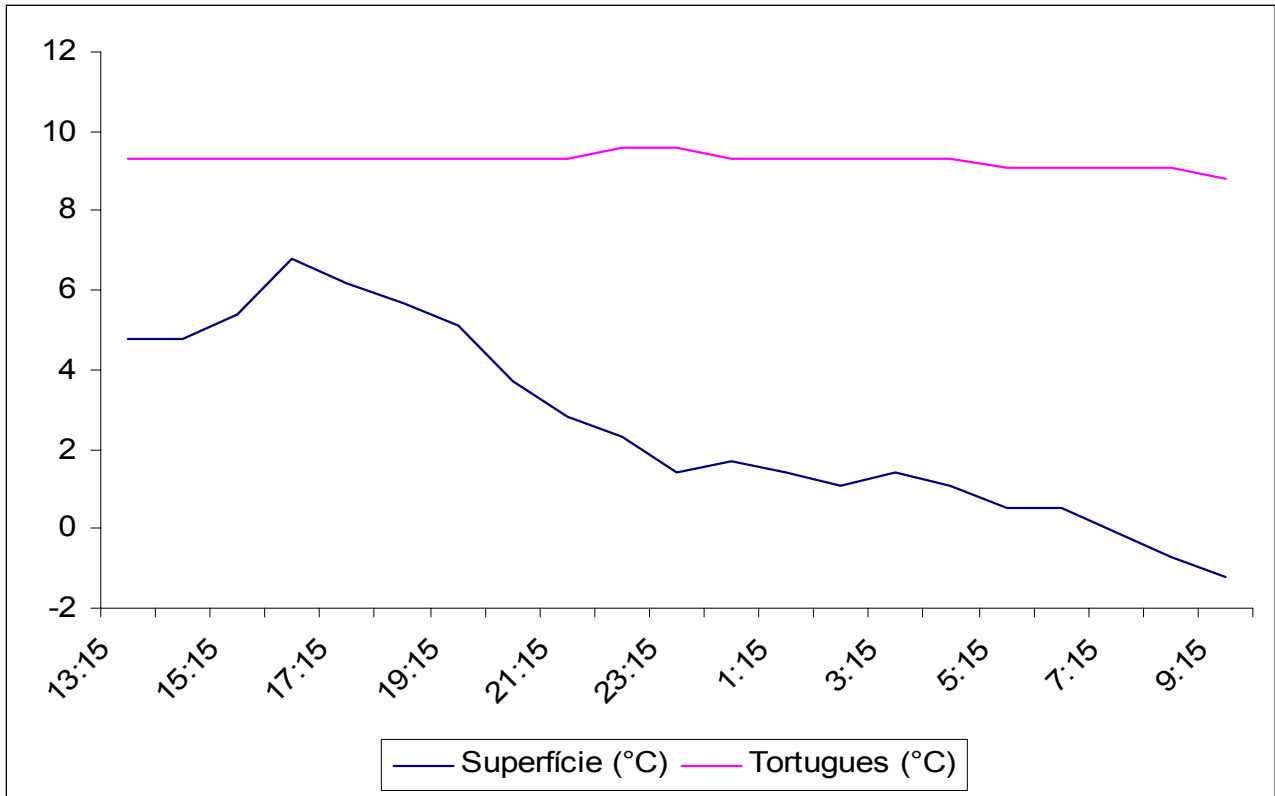


Figura 1: Variacions de la temperatura durant la hibernació de *Testudo hermanni hermanni* en superfície i a nivell de les tortugues. S'aprecia una diferència mínima de 2°C (de Sagués, 2005).

pèrdua d'aigua per evaporació, el guany d'aigua a través de la superfície del cos (a partir de l'aire), i l'obtenció d'aigua a partir de l'oxidació de les reserves orgàniques (aigua metabòlica).

MATERIAL I MÈTODES

Els estudis s'han realitzat en quatre tortugues mediterrànies adultes, *Testudo hermanni hermanni*. En concret, es tracta d'un mascle i tres femelles, amb variacions importants tant pel que fa a la mida i al pes (Figura 2), com a la seva edat, situant-se aquesta entre uns 15 i uns 75 anys (Eudald Pascual, 2008; David Bretones, 2009, Alba Prieto, 2009). Tots els individus viuen en una instal·lació exterior de l'Escola Mestral de Sant Feliu de Llobregat des que aquest indret és instal·lació col·laboradora del DMAH (Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya), formant part d'un projecte de reintroducció d'aquesta

espècie amenaçada, amb estreta col·laboració amb el CRARC (Centre de Recuperació d'Amfibis i Rèptils de Catalunya) de Masquefa.

	♂7496	♀6218	♀7495	♀7492
Pes (g)	420	797	1429	639
Llargada (cm)	12	16	19	15

Figura 2: Número d'identificació, sexe i dades de pes i biomètriques dels 4 exemplars adults de tortuga mediterrània utilitzats en aquest estudi (dades preses el 4/11/2007)

La instal·lació exterior on viuen les tortugues és un recinte tancat lateralment (amb accés controlat) i a cel obert, d'uns 100 m² de superfície, amb arbres i altre vegetació i un bassal. La vegetació és variada (Laura Pascual, 2009), però es manté una certa proporció de plantes que formen part de la dieta de la tortuga mediterrània en condicions salvatges (Marta Lozano, 2007); el bassal, que incorpora un sistema de circulació d'aigua, està protegit per una tanca excepte en la seva part menys profunda, dissenyat expressament per tal de permetre a les tortugues el lliure accés a l'aigua (Òscar Cusó, 2007); el substrat (terra i pedres) és de naturalesa calcària.

Per tal de portar a terme l'estudi durant el procés d'hibernació, primerament es va determinar quina era la millor zona de la instal·lació exterior per a la hibernació de les tortugues, que va resultar ser l'extrem NE, ja que és el lloc més arrecerat del pati (Sagués, 2005) i relativament aixoplugat, de manera que no hi arriba la pluja directa.

Es va desenvolupar una metodologia especial per a que els animals poguessin hibernar amb seguretat a l'exterior. Es feien hibernar en unes caixes-refugi de plàstic i metall (per a prevenir els possibles atacs de rosegadors), amb el mateix substrat del voltant (terra i fullaraca) i gruix suficient que permetés a les tortugues enterrar-s'hi a voluntat; alhora, aquest espai havia de permetre col·locar-hi els enregistadors electrònics d'humitat i temperatura i fer un seguiment regular del pes dels animals, sense molestar-los en la seva manipulació per les pesades (Alba Vendrell, 2006; Laia Herrerias, 2007).

Pel que fa als instruments de mesura utilitzats (balances i enregistadors electrònics d'humitat i de temperatura) s'ha dedicat especial esforç al calibratge dels mateixos, realitzats periòdicament, per tal de poder considerar fiables totes aquestes dades, tenint en compte que es tracta de poder discriminar sovint variacions molt petites d'aquests paràmetres.

El calibratge de les balances s'ha realitzat al laboratori de biologia de l'escola (Alba Vendrell, 2006; Laia Herrerias, 2007; Èlia Faixó, 2009) i el dels enregistadors electrònics de temperatura i d'humitat, que requereixen un procés de calibratge més delicat i complex, com és el cas dels enregistadors de temperatura de doble sonda i els termohigròmetres, tots ells de la marca Escort, s'ha portat a terme al *Servei de Camps Experimentals* de la Facultat de Biologia de la Universitat de Barcelona (Laia

Herrerias, 2007). Tant en el cas de les balances com dels enregistadors de temperatura els errors han estat menyspreables i només s'ha requerit correcció de les dades en un dels termohigròmetres pel que fa a la humitat (Laia Herrerias, 2007).

A més, a partir de setembre de 2006, l'Escola disposa d'una estació meteorològica homologada *Davis Vantage Pro2*, amb una derivació inalàmbrica a la instal·lació de les tortugues, que representa una rèplica més dels registres de temperatura i humitat relativa. Les dades (actualitzades cada 15 minuts) s'envien a una estació base situada a l'aula d'informàtica de l'escola, connectada permanentment a un ordinador, des del que es dirigeixen al web de l'escola: <http://www.escolamestral.net/meteo/>, a la Xarxa Meteorològica Educativa de Catalunya <http://phobos.xtec.cat/diversacat/edumet/> i a la xarxa d'estacions Darrera: (<http://www.darrera.com/red-estaciones.php>).

Algunes d'aquestes dades s'han presentat en diversos treballs de recerca (Laia Herrerias, 2007; Eudald Pascual, 2008).

Les mesures de pes s'han agafat amb una freqüència aproximadament setmanal, durant tot el procés d'hibernació de cada un dels tres anys consecutius que inclou l'estudi. Els enregistadors electrònics Escort s'han programat per enregistrar les dades de temperatura i humitat relativa cada hora. Periòdicament es descarreguen els arxius de dades a l'ordinador i s'analitzen i elaboren els gràfics amb els programes *Escort console* de Escort Data Logging Systems Ltd (EDLS) i *Excel* de Microsoft Corporation (Laia Herrerias, 2007; Eudald Pascual, 2008).

RESULTATS

Variacions de pes globals (al llarg de tot l'any)

Les dades globals de pes de les tortugues, des de novembre de 2005 fins a desembre de 2007 inclouen dos períodes d'hibernació complerts i dos períodes actius també complerts (Figura 3).

Observant la gràfica es pot distingir clarament les dades que representen el període actiu (fluctuacions més grans del pes) i els inactius (més estabilitat), que corresponen a les hibernacions. Poden ser observades també diferències en la pauta de pesos durant el període actiu entre els exemplars més joves (♂ 7496 i ♀ 6218) i els individus de més edat (♀ 7495 i ♀ 7492). Les primeres recuperen el pes després de cada hibernació i el mantenen en poques variacions. Les dues femelles de més edat, pateixen variacions molt més acusades durant el període actiu. Cal considerar per a aquestes últimes, els descensos de pes relacionats amb l'oviposició (Laia Herrerias, 2007).

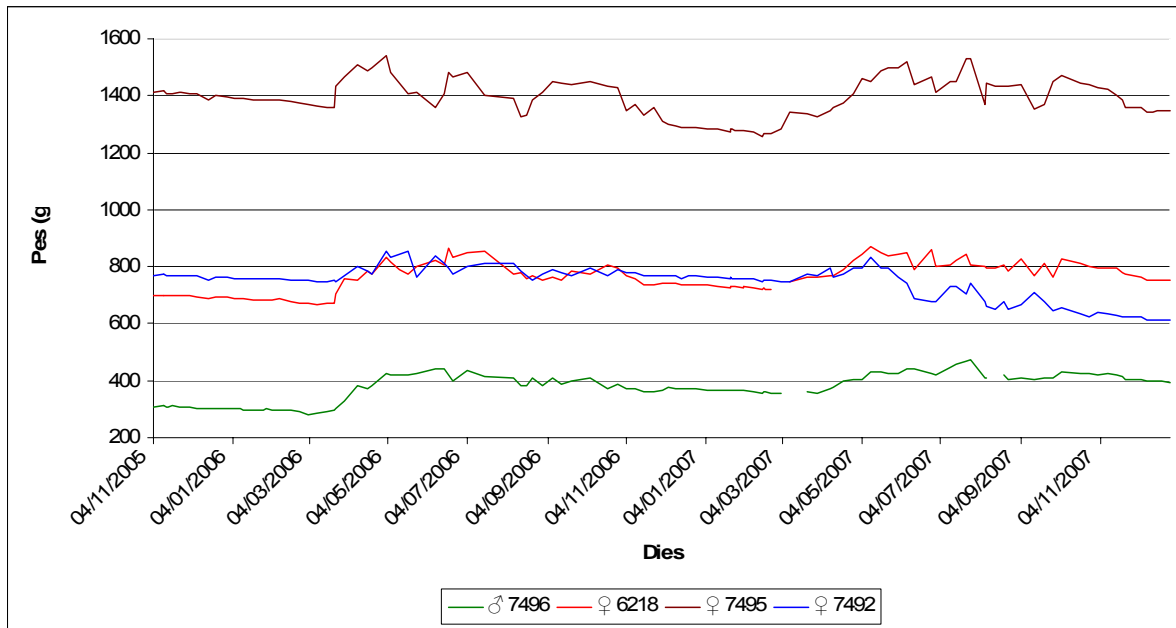


Fig. 3: Comparativa de l'evolució del pes dels quatre exemplars monitoritzats entre el novembre del 2005 i el desembre del 2007. S'observen períodes de més estabilitat corresponents a les hibernacions

Variacions de pes durant la hibernació

S'han detectat dos tipus de variacions de pes al llarg de la hibernació, una – l'esperada, la típica– que hem anomenat *variacions de pes sense recuperació* i una altra –inesperada, nova– que hem anomenat *variacions de pes amb recuperació*. En els resultats obtinguts durant el primer tram de la primera hibernació (Figura 4) s'observen els dos tipus esmentats de variacions de pes: una lleugera disminució del pes durant la hibernació, però també la recuperació del pes en moments puntuals, que segueixen a disminucions més acusades (emmarcats a la figura).

Les pujades de pes han estat comprovades després de dies humits o amb presència de pluja, mentre que les baixades de pes prèvies, més acusades, s'han produït després de dies especialment eixuts (Eudald Pascual, 2008).

Per tal de facilitar la visualització de les oscil·lacions s'hi afegeix una corba de tendència, consistent en dibuixar una funció teòrica paral·lela (i lleugerament per sobre) a la que s'ajusta als pesos màxims enregistrats durant la hibernació, al costat de la gràfica real (Figura 5). La nostra hipòtesi és que aquesta línia imaginària representaria la pèrdua de pes si les variacions d'humitat es distribuïssin de manera uniforme al llarg de tota la hibernació i que el seu pendent ens informaria de si ha estat un hivern molt sec (major pendent) o més humit (menor pendent). Per la seva part, la gràfica corresponent al registre real de pesos indicaria que s'ha passat per un període de sequera quan s'aparta de la línia teòrica, i que quan hi retorna (s'hi acostava encara que no ho faci al 100 %), és perquè ha passat prèviament per un període d'humitat elevada. Aquest darrer aspecte l'hem pogut comprovar en tots els períodes d'hibernació estudiats en les quatre tortugues.

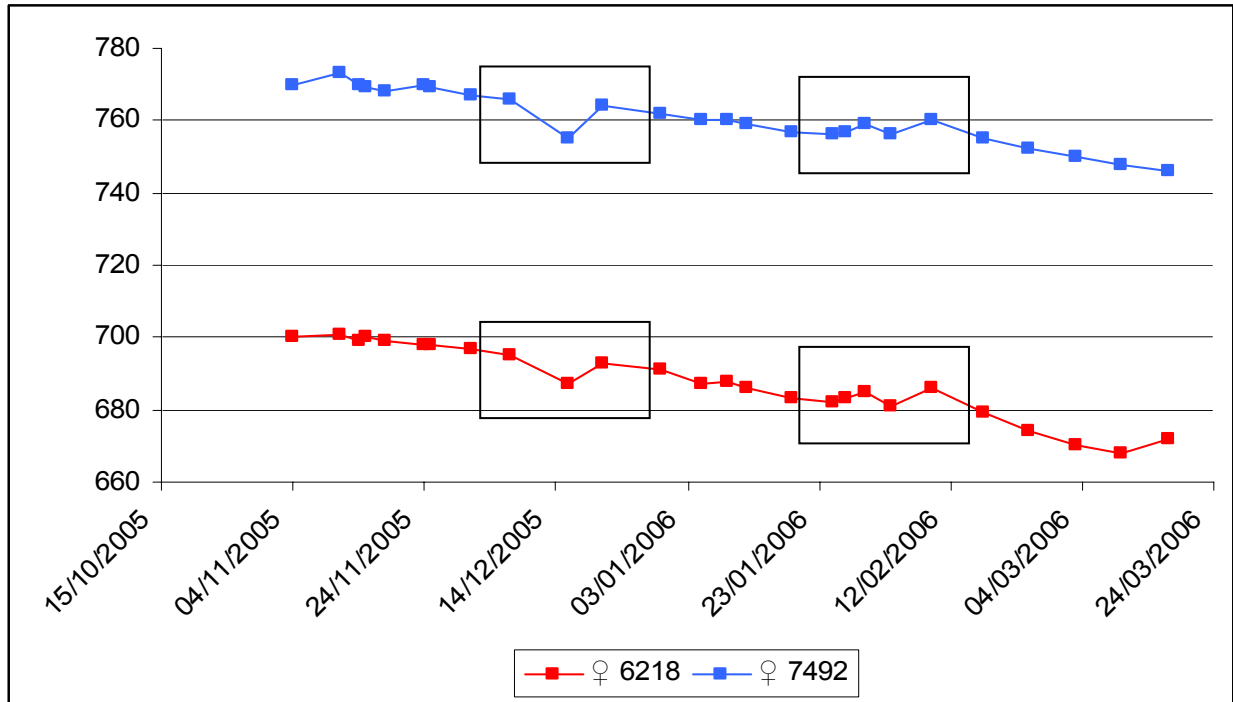
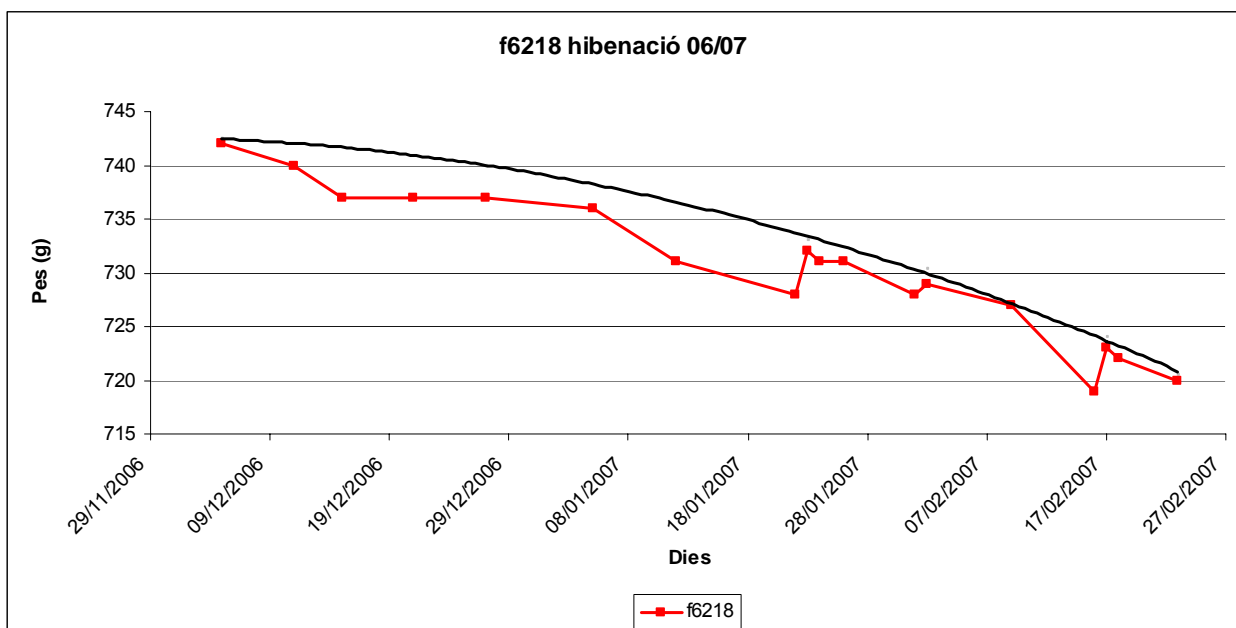
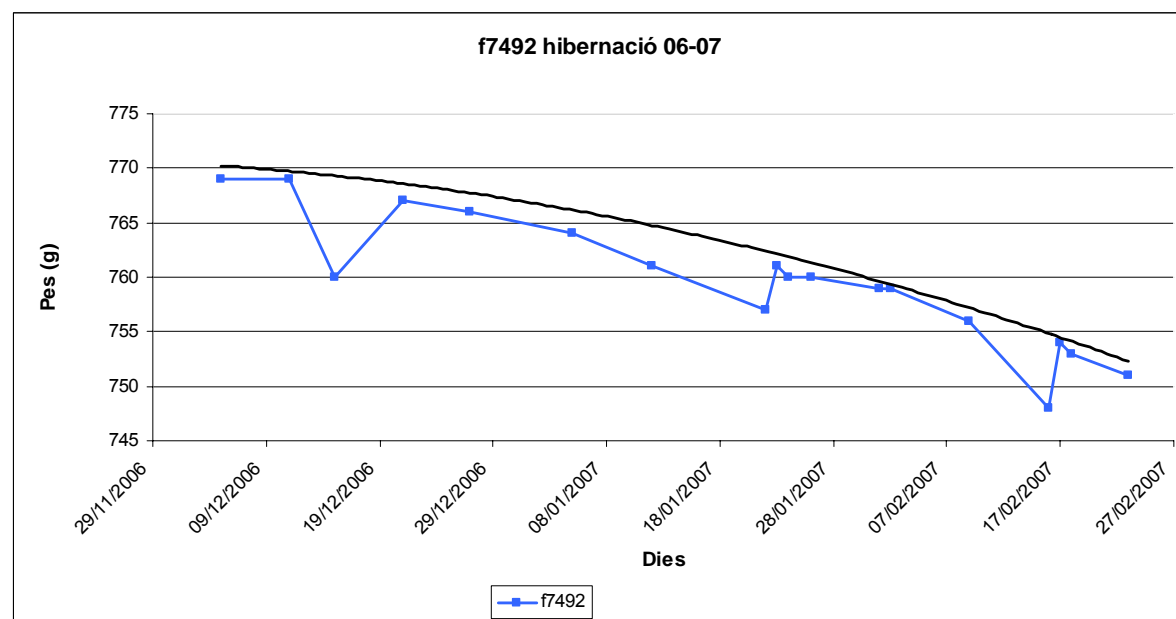
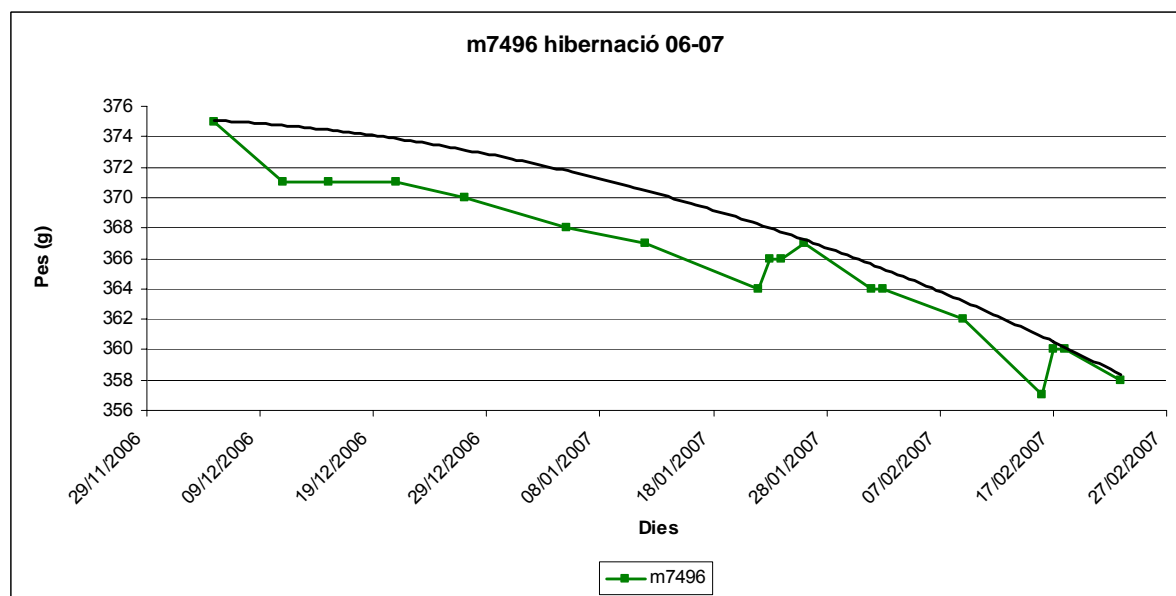
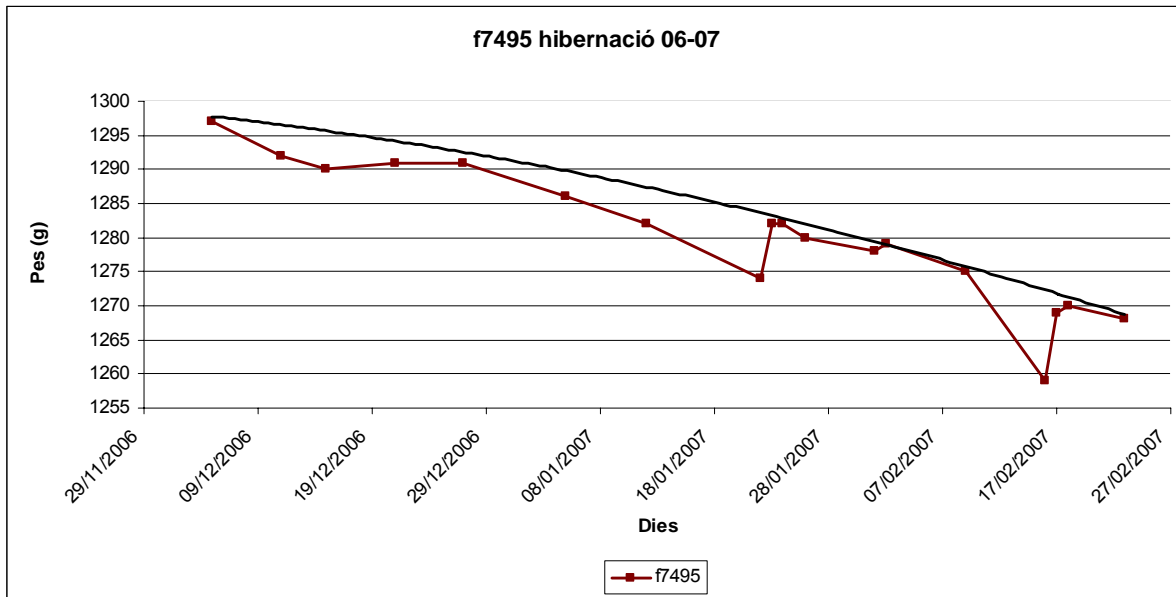


Figura 4: Variacions de pes durant el primer tram de la primera hibernació en dues femelles. S’hi observen dos tipus de variacions de pes: una lleugera disminució del pes durant la hibernació, però també la recuperació d’aquest en moments puntuals, que segueixen a disminucions més acusades (emmarcats a la figura)

Fig. 5 (vegeu també pàg. següent): La línia de tendència dels gràfics ens mostra la pèrdua de pes de les tortugues mediterrànies si les oscil·lacions de la humitat ambient es distribuïssin uniformement durant tot l’hivern. La seva pendent ens informaria de si l’hivern era sec (major pendent) o humit (menor pendent). Quan els valors de cada exemplar monitoritzat s’allunyen de la línia de tendència és perquè s’ha passat per un període de sequera, i quan s’hi tornen a apropar, ens indica els períodes d’humitat més elevada.





DISCUSSIÓ

La pell dels rèptils és seca i recoberta d'escates còrnies i sovint s'ha suposat que és pràcticament impermeable a l'aigua i que l'evaporació a partir de les vies respiratòries humides és molt superior a la de la seva pell seca. Però això no és així, la contribució feta per la pell a l'evaporació és sempre superior a l'evaporació respiratòria en un factor de 2 o més. En el cas concret de les tortugues terrestres, la pèrdua d'aigua per la pell representa un 76% del total, front a un 24% a través de la respiració (Schmidt-Nielsen, 1984).

Durant la hibernació les tortugues van perdent aigua per evaporació; arribat a un punt, aquesta aigua hauran d'obtenir-la en forma d'aigua metabòlica a partir de les seves reserves de greix. Com a conseqüència hi ha unes pèrdues de pes durant el període d'hibernació, que en el nostre cas se situen entre el 2 i el 6 %.

Per a molts animals que viuen en zones àrides, l'aspecte més significatiu en el costat dels "guanys" és l'aigua formada en la combustió dels materials orgànics. És el producte d'una oxidació (d'aquí que també es conegui com *aigua d'oxidació*), però aquesta oxidació de la matèria orgànica forma part del metabolisme cel·lular i per això és més coneguda com aigua metabòlica. En realitat, l'aigua només procedeix de l'oxidació de l'hidrogen. Per tant, la "riquesa" dels materials (aliments) combustibles per a l'obtenció d'aigua metabòlica dependrà del seu contingut en hidrogen. D'aquesta manera, els grams d'aigua formada per gram oxidat de glúcid són de 0,60 g (si és monosacàrid) i 0,56 g (si és polisacàrid); en el cas dels lípids és de 1,07 g i en el cas de les proteïnes depèn molt del tipus d'excreció del nitrogen, essent de 0,39 g d'aigua en els ureotèlics i de 0,50 g en els uricotèlics (Schmidt-Nielsen, 1984; Randall, Burggren i French, 2002), que és el cas de les tortugues. Els greixos són, doncs, la millor reserva d'aigua per animals d'ambients secs.

En el cas concret de la tortuga mediterrània, l'estat hídric durant aquest període es considera clau (Soler i Martínez, 2005; Rubio, 2006; Vetter, 2006) no només per passar una hibernació en bones condicions, sinó també per a la reproducció del proper any. Existeix una clara correspondència entre el greix i l'estat d'hidratació en els rèptils hivernants. El greix no és només un magatzem energètic, sinó que també representa una font d'aigua metabòlica (si les condicions en aquest sentit són molt adverses, com acabem de veure) i també la capa de greix subcutani ajuda a disminuir la deshidratació per evapotranspiració cutània durant el sec hivern (Soler i Martínez, 2005). Malgrat totes aquestes suposicions, no coneixem evidències experimentals que ho corroborin.

Aquesta pèrdua d'aigua per evaporació pot explicar la pèrdua de pes global, és a dir, les variacions de pes "sense recuperació" observades, però no expliquen les recuperacions parcials de pes repetidament observades durant la hibernació (Figura 5).

Hi ha un parell de casos en que s'ha observat un lleuger increment de pes durant la hibernació (Stubbs i Swingland, 1985); aquest increment es va interpretar que era

degut a una activitat intermitent de les tortugues durant els dies assolellats d'hivern (Vetter, 2006). Aquesta situació no es podia produir en el nostre cas, perquè les tortugues mentre hibernaven estaven protegides per una reixa protectora (vegeu Material i mètodes).

Hem vist com a través de la superfície corporal es perd aigua. Depenent, però, de les condicions ambientals, es pot donar un efecte contrari, és a dir, que en lloc de perdre'n se'n recuperi a través de la superfície del cos. Això s'ha pogut demostrar en alguns artròpodes (Schmidt-Nielsen, 1984). En aquests organismes s'ha observat un fenomen molt interessant; aquests animals són capaços d'absorbir vapor d'aigua directament a partir de l'aire atmosfèric. A més, s'ha determinat la humitat relativa més baixa a la que cada animal pot efectuar l'absorció de vapor d'aigua. Aquesta humitat relativa límit és diferent d'espècie a espècie i aquest límit específic no es veu influït per la temperatura. Per tant, és la humitat relativa en lloc del dèficit de pressió de vapor el que és limitant per a la captació; és a dir, el procés sembla ser similar a un efecte higroscòpic (Schmidt-Nielsen, 1984). Aquest fenomen també ha estat observat en altres organismes, com llimacs, caragols i alguns amfibis (Margalef, 2005). Potser els quelonis poden tenir la capacitat de captar aigua a partir de la humitat de l'aire, com en aquestes espècies d'artròpodes, gasteròpodes i amfibis.

Observant totes les gràfiques podem veure que el descens de pes en els exemplars no és uniforme, sinó que s'incrementa cap al final de la hibernació. Aquest fet pot ser degut a una disminució del gruix dels dipòsits lipídics subcutanis a mida que s'avança en el període d'hibernació. D'aquesta manera, una menor quantitat d'aquests dipòsits incrementaria la permeabilitat de la pell en ambdós sentits, és a dir, que tant l'evaporació a través de la pell, com l'absorció (en el cas de que realment es produeixi) es podria realitzar amb més facilitat. Potser per això l'amplitud de les variacions no disminueix a mida que avança la hibernació, més aviat augmenta cap al final (vegeu la figura 5). D'altra banda, el pendent de la corba de tendència de les gràfiques estaria directament relacionada amb els nivells d'humitat ambiental del període d'hibernació. Aquesta hipòtesi concorda amb els nostres resultats, ja que l'hivern 2005/2006 va ser més plujós (193,6 mm durant el període d'hibernació), i el pendent de la corba va ser menys acusat que no pas el de l'hivern 2006/2007, més eixut (56 mm de precipitació durant el mateix període).

D'altra banda, aquesta similitud de resposta en quatre exemplars adults de mides i edats tant diferents (Figura 5) fa pensar que les variacions de pes amb recuperació en exemplars adults podrien ser independents de l'edat de l'exemplar, la mida i el sexe, dades que són interessants a tenir en consideració en futurs treballs d'investigació.

CONCLUSIONS

1) Durant la hibernació de les tortugues mediterrànies (*Testudo hermanni hermanni*) s'ha documentat l'existència de dos tipus de variacions en el seu pes.

- a) *Variacions amb recuperació* (pèrdua i posterior guany de pes). El desenvolupament d'aquesta pèrdua es correspon amb períodes eixuts relativament llargs mentre que la recuperació va precedida de períodes humits. Aquesta capacitat de recuperació es manté o augmenta en termes relatius al llarg del període d'hibernació, però decreix en valor absolut cap al final com a conseqüència de la pèrdua progressiva de pes durant la hibernació.
- b) *Variacions sense recuperació* (pèrdua continuada). Es manifesta amb la disminució de pes durant tota la hibernació, accelerant-se més o menys al final del període, segons si l'hivern ha estat més o menys eixut, respectivament.
- 2) Les recuperacions puntuals de pes durant la hibernació, estarien relacionades amb l'absorció d'aigua a través de la pell o d'altres parts de l'animal. Per altra banda, les disminucions de pes sense recuperació durant tota la hibernació les associem al consum de dipòsits greixosos per a l'obtenció d'aigua metabòlica. Aquest fet quedaria representat a les gràfiques amb un pendent de la corba amb major recorregut de pèrdua/recuperació, cap el final del període.

AGRAÏMENTS

Al Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya per recolzar la participació ciutadana en la conservació de la tortuga mediterrània. A la Direcció de l'Escola Mestral per donar suport al foment d'investigació de qualitat en el seu centre. Al Servei de Camps Experimentals de la Facultat de Biologia de la Universitat de Barcelona per ajudar en el calibratge dels instruments de mesura utilitzats i, finalment, a l'Ajuntament de Masquefa per fer possible l'existència del CRARC com a centre de referència en la conservació de la fauna herpetològica.

REFERÈNCIES

- BRETONES, D. (2009). *Osteocronologia aplicada a la tortuga mediterrànea*. Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral. 43 pp. [En línia]. Disponible a Internet: <http://www.escolamestral.net/mestral/secciones.php?menu=94&sec=101&subsec=114>
- CARRANZA, S. & ROCA J. LL. (2007). *Caracterització genètica de les poblacions de tortugues mediterrànies de Marçà*. Departament de Medi Ambient i Habitatge i Forestal Catalana S.A. 35pp.
- CUSÓ, O. (2007). *El bassal del Pati de les tortugues*. Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral. 64 pp. (Premi Baldiri-Reixac 2008). [En línia]: <http://www.escolamestral.net/mestral/secciones.php?menu=94&sec=101&subsec=114>
- FAIXÓ, E. (2009). *Optimització del sistema d'incubació artificial per a la reproducció de la tortuga mediterrània a l'Escola*. Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral. 56 pp. [En línia]: <http://www.escolamestral.net/mestral/secciones.php?menu=94&sec=101&subsec=114>

- HERRERIAS, L. (2007). *Hibernació i reproducció de Testudo hermanni*. Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral. 46 pp. (Premi CIRIT 2007). [En línia]:
<http://www.escolamestral.net/mestral/secciones.php?menu=94&sec=101&subsec=114>
- LOZANO, M. (2007). Autosuficiència alimentària de la tortuga mediterrània. Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral. 72 pp. (Premi CIRIT 2007). [En línia]:
<http://www.escolamestral.net/mestral/secciones.php?menu=94&sec=101&subsec=114>
- MARGALEF, R. (2005) *Ecologia*. Editorial Omega. 10a reimpressió. Barcelona. 951 pp.
- OLLÉ, B. (2008). *Reproducció de la tortuga mediterrània a l'escola*. Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral. 58 pp. [En línia]:
<http://www.escolamestral.net/mestral/secciones.php?menu=94&sec=101&subsec=114>
- PASCUAL, E. (2008). *Variacions de pes durant el procés d'hibernació de Testudo hermanni*. Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral. 65 pp. (Premi al Fòrum de treballs de recerca del Baix Llobregat) [En línia]:
<http://www.escolamestral.net/mestral/secciones.php?menu=94&sec=101&subsec=114>
- PASCUAL, L. (2009). *Adaptacions vegetals i cromatisme estacional al Pati de les tortugues*. Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral. 69 pp. (Premi Baldiri-Reixac 2009; Premi al Fòrum de treballs de recerca del Baix Llobregat). [En línia]:
<http://www.escolamestral.net/mestral/secciones.php?menu=94&sec=101&subsec=114>
- PRIETO, A. (2009). *Osteocronologia aplicada a la tortuga mediterrània II*. Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral. 60 pp. (Premi Recerca Jove 2010, Nous premis CIRIT):
<http://www.escolamestral.net/mestral/secciones.php?menu=94 &sec=101&subsec=114>
- RANDALL, D.; BURGGREN, W. & FRENCH, K. (2002). *Fisiología Animal. Mecanismos y adaptaciones*. 4ª edición. Editorial McGraw– Hill / Interamericana de España S.A.U. 872 pp.
- RUBIO, G. (2006). *Tortugas terrestres en cautividad*. Egartorre Libros. Arganda del Rey (Madrid). 252pp.
- SCHMIDT-NIELSEN, K. (1984) *Fisiología animal (adaptación y medio ambiente)*. Ediciones Omega. Primera reimpressió. Barcelona. 499 pp.
- SAGUÉS, G. (2005). *Microclimes al Pati de les tortugues*. Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral. 65 pp. (Premi Baldiri-Reixac 2005). [En línia]:
<http://www.escolamestral.net/mestral/secciones.php?menu=94&sec=101&subsec=114>
- SOLER, J. & MARTÍNEZ-SILVESTRE, A. (2005). *La tortuga mediterrània a Catalunya*. Edicions l'Agulla de Cultura Popular. Tarragona. 196 pp.
- STUBBS, D. & SWINGLAND, I.R. (1985). The ecology of a Mediterranean tortoise (*Testudo hermanni*): a declining population. Canadian Journal of Zoology, Ottawa, 63 (I): 169-180.
- VENDRELL, ALBA (2006). *Etologia i reproducció de la tortuga mediterrània*. Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral. 58 pp. Pòster-resum. En línia]:
<http://www.escolamestral.net/mestral/secciones.php?menu=94&sec=101&subsec=114>
- VETTER, H. (2006). La tortuga mediterrània (*Testudo hermanni*). Edition Chimaira y Reptilia Ediciones. 325 pp.