

Variacions de pes durant el procés d'hibernació de *Testudo hermanni*



Treball de recerca
Eudald Pascual Carreras
Tutor: Josep Marí Torres
gener de 2008

Índex

	<u>Pàg.</u>
Pròleg	3
1. Introducció	5
1.1 El procés d'hibernació en els éssers vius	5
1.2 El procés d'hibernació en poiquiloterms	7
1.3 Hibernació de <i>Testudo hermanni</i>	9
1.4 Hibernació i deshidratació	14
1.4.1 Evaporació, humitat relativa i dèficit de saturació	14
1.4.2 Captació d'aigua a partir de l'aire atmosfèric	16
1.4.3 Aigua metabòlica	17
2. Material i mètodes	20
2.1 Material biològic (les tortugues)	20
2.2 Material instrumental i metodologia	26
3. Resultats i discussió	29
3.1 Variacions de pes globals (al llarg de tot l'any)	29
3.2 Variacions de pes durant la hibernació	33
3.2.1 Variacions de pes amb recuperacions	35
3.2.2 Variació de pes sense recuperació	37
4. Conclusions	41
5. Bibliografia	42
Annex 1. Taula de dades ambientals i registre de pesos del període que va de novembre de 2005 a gener de 2008	43
Annex 2. Gràfiques realitzades	59

Pròleg

El tema del meu treball de recerca s'inclou en un dels projectes d'investigació de la biologia de la tortuga mediterrània (*Testudo hermanni*) que es porten a terme al *Pati de les tortugues*¹ de l'escola, amb estreta col·laboració amb el Centre de Recuperació d'Amfibis i Rèptils de Catalunya (CRA RC). Aquest projecte, relacionat amb la hibernació de les tortugues, s'ha tractat i estudiat en diversos treballs de recerca anteriors, si bé de forma no específica i sense ser el tema central d'estudi. El meu treball, en canvi, pretén destinar l'esforç principal al tema de la hibernació i concretament a estudiar les dades de pes i meteorològiques (acumulades durant 3 anys consecutius, incloent les que agafaré jo aquest any) per tal d'intentar comprovar si les variacions de pes observades durant la hibernació són realment degudes a la disponibilitat hídrica ambient, com s'ha suggerit en treballs de recerca anteriors (Alba Vendrell, 2006; Laia Herrerias, 2007).

Les dades meteorològiques (especialment d'humitat relativa i temperatura) s'agafen de forma automàtica (amb datalogger o estacions meteorològiques, com veurem més endavant), però les mesures de pes de les tortugues s'han de portar a terme de forma manual (aproximadament cada setmana) i el problema és que el treball de recerca s'ha d'entregar uns dos mesos abans que les tortugues despertin del son hivernal. No obstant això, tant l'Alba Vendrell (hibernació 2005-2006), com la Laia Herrerias (hibernació 2006-2007) continuaren prenent les dades de pes de les quatre tortugues fins que els animals sortiren de les hibernacions respectives (jo faré el mateix amb la d'aquest hivern 2007-2008). D'aquesta manera, les dades completes d'una hibernació, que no les té el que ha realitzat les mesures, queden disponibles per estudiar amb posterioritat. Un altre aspecte al que s'ha dedicat especial esforç en treballs anteriors ha estat al calibratge dels instruments de mesura utilitzats, per tal de poder considerar fiables totes aquestes dades. Aquest era precisament un dels objectius de l'últim treball de recerca (Laia Herrerias, 2007) en que es va realitzar una exhaustiva comprovació instrumental, tant del que és més fàcil de calibrar (realitzat al laboratori de l'escola) com del que requereix un procés de calibratge més delicat i complex (realitzat al *Servei de Camps Experimentals* de la Facultat de Biologia de la Universitat de Barcelona).

A part del meu interès per les tortugues del pati, he triat aquest treball perquè quan a finals del passat mes de març, els professors van començar a presentar-nos els nous temes de recerca, vaig tenir molt clar que volia fer un treball de biologia (sempre m'ha interessat aquest camp de la ciència), preferiblement relacionat amb el pati de les tortugues, perquè és un indret on observava amb una certa admiració des de petit com hi

¹ Indret de l'escola amb arbres i un bassal que des de juny de 2003 és instal·lació col·laboradora del DMAH (Departament de Medi Ambient i Habitatge), arran de les tasques realitzades en treballs de recerca anteriors.

treballaven els alumnes més grans, i deixar-hi el meu granet de sorra em motivava especialment.

Així doncs, el meu treball començarà amb una introducció teòrica de la biologia de la hibernació (tant a nivell general com a nivell particular de la tortuga mediterrània), dedicant una atenció especial a la problemàtica hídrica, passant tot seguit a l'estudi de la relació abans esmentada, iniciada en treballs de recerca anteriors.

Al final del treball, es presenta un primer annex amb el total de dades recollides (incloses les que no corresponen als períodes d'hibernació) i un segon annex amb les gràfiques realitzades i estudiades.

1. Introducció

1.1 El procés d'hibernació en els éssers vius

Es coneix com letargia, l'estat d'inactivitat pel qual passen determinats animals quan les condicions del medi ambient són desfavorables. Rep el nom d'*hibernació* o d'*estivació*, segons que coincideixi amb els mesos de fred o amb els càlids. Nosaltres ens ocuparem del primer, de la hibernació.

Mantenir la temperatura del cos en un ambient fred a càrrec d'un augment considerable de la taxa metabòlica², resulta oneros. Per començar, els animals petits tenen altes taxes metabòliques, i un augment addicional podria resultar massa car quan el menjar és escàs o inabastable. La solució més lògica és la de cedir en la lluita per a mantenir el cos calent i deixar que la temperatura del cos caigui (disminueixi de forma important). Això no només disminueix el cost addicional de mantenir-se calents; els teixits freds també utilitzen menys energia i les seves reserves energètiques duren més temps. Essencialment, en això consisteix la hibernació³ (Schmidt-Nielsen, 1976).

El procés d'hibernació es dona en alguns mamífers de dimensions petites i mitjanes com els rosegadors⁴, insectívors⁵ i quiròpters⁶, i també óssos; d'aquests últims recentment s'ha escrit que l'ós no hiberna, és a dir, si que té un període llarg de letargia però no del tot igual que una hibernació, i s'ha considerat que aquests animals més que hibernar tenen "un període de son hivernal" (Randall, Burggren i French, 1998).

Altres vertebrats, com alguns amfibis i els rèptils (la hibernació dels amfibis i els rèptils s'explica amb més detall en el següent apartat), en especial els quelonis⁷; i molt poques aus⁸ també hibernen, aquestes majoritàriament emigren cap a zones més càlides. Els amfibis, durant l'estació hivernal, com els altres animals que es preparen per la hibernació, deixen de menjar i disminueixen les seves funcions metabòliques. Durant la hibernació molts d'aquests perduren amagats en el fang dels bassals o bé en forats sota

² La taxa metabòlica es refereix al metabolisme energètic per unitat de temps.

³ del llatí *hiberna* = hivern

⁴ Rosegadors: De l'ordre dels mamífers que estan caracteritzats per tenir les dents incisives superiors més grans i amb una capa d'esmail a la part davantera, de mida petita i herbívors o omnívors. En formen part els esquiroles, les marmotes, els castors, rates, porc espí, etc.

⁵ Insectívors: De l'ordre dels mamífers que estan caracteritzats per la seva mida petita, per ser plantígrads i d'hàbitats nocturns; s'alimenta de petits rosegadors o insectes i d'altres invertebrats. En formen part l'erico, la musaranya, el talp, etc.

⁶ Quiròpters: De l'ordre dels mamífers que estan caracteritzats per tenir les extremitats superiors transformades amb ales, s'alimenten d'insectes i s'orienten per eco. En formen part la ratapinyada, guineu voladora, etc.

⁷ Quelonis: De l'ordre dels rèptils dotats d'una closca o cuirassa que els protegeix. En formen part les tortugues.

⁸ Les aus que hibernen inclouen els colibrís (els ocells més petits) i els falziots (que s'alimenten d'insectes).

terra; en alguns dels amfibis els és imprescindible la hibernació, com és el cas dels tritons que si no la fan les seves cèl·lules sexuals no maduren, i per altres processos, com veurem en el cas de les tortugues, també sembla necessari passar per aquest període.

La hibernació està dirigida pel sistema nerviós vegetatiu o autònom, concretament per l'hipotàlem⁹ que regula la temperatura corporal i la ingestió d'aliments per satisfer la sensació de fam i també molts altres aspectes del comportament animal i dels bioritmes en especial (Cuello i Domínguez, 1990). L'inici de la hibernació i bioritmes d'altres espècies, com la floració d'algunes plantes, la posta d'ous de les gallines i altres aus o fins i tot el pelatge d'alguns conills i guineus, estan relacionats amb factors relacionats amb el fotoperíode¹⁰, és a dir, pels períodes de llum del qual disposa l'animal, que dependrà de cada estació de l'any (Margalef, 1977).

Les plantes, curiosament, ja que popularment no se sap, també es considera que hibernen, perquè hi ha fulles petites que passen l'hivern dins de les gemmes¹¹, ja que aquestes sinó morrien de fred i no arribarien a desenvolupar-se a la primavera següent. Per poder conservar les fulles petites és important l'àcid abscísic que inhibeix i transforma les gemmes que estan creixent en gemmes latents fins al començament de la primavera que es quan les gemmes latents es reactiven amb la calor¹².

Perquè es produeixi una bona hibernació cal que uns mesos abans comenci el consum de molts aliments per a l'acumulació de greixos, que durant el procés d'hibernació seran consumits en el període d'inactivitat (depenent però del tipus de metabolisme de l'animal i si és homeoterm o poiquiloterm), en el qual se'l passaran dormint o en un estat de semi inconsciència.

Durant la hibernació les temperatures exteriors disminueixen, ja que la hibernació tal com indica el seu nom es produeix al llarg de l'estació hivernal. Aquesta davallada de les temperatures comporta als animals que hibernen, que també disminueixin les seves temperatures corporals, però sempre lleugerament per sobre de les ambientals; depenent de l'animal al voltant de 2º C o 3º C superiors. A causa de la davallada de temperatura corporal de l'animal, les funcions vitals d'aquest també disminueixen: el flux sanguini es redueix fins a un 10% respecte els valors normals de la resta de l'any, les pulsacions

⁹ Part d'aquesta regulació és indirecta a través del seu control sobre la hipòfisi.

¹⁰ Període en el qual rep la llum del sol o d'un bombeta d'infraroig o especial; que li serveix per escalfar-se

¹¹ La gemma és l'òrgan que origina una tija, una branca o una flor.

¹² Dades extretes d'Enciclonet (enciclopèdia en línia de l'edu365.com)

baixen i les respiracions disminueixen tant que en poden arribar a fer només 4, 5, o 6 per minut, i en alguns casos menys.

El temps que dura la hibernació és variable, ja que depèn de la latitud on es trobi l'animal i com a conseqüència de les temperatures de cada zona. En alguns casos la hibernació pot durar fins a 7 mesos i mig mentre que en altres animals només dura 3 o 4 mesos, normalment el que dura l'estació hivernal i les baixes temperatures que l'acompanyen.

El despertar dels animals, però, és molt més ràpid que l'adormiment, el despertar dependrà de com de ràpid poden tornar a recuperar la mateixa temperatura d'abans de la hibernació; l'augment de temperatura és progressiu i es fa amb l'oxidació de greixos¹³ i amb el tremolor (Hickman, Roberts, Larson, l'Anson i Eisenhour, 2006). Aquestes propietats (el tremolor, per exemple) només són aplicades als animals homeòterms (aus i mamífers), els poiquiloterms no tenen aquesta capacitat d'autoregulació.

1.2 **El procés d'hibernació en poiquiloterms**

Els poiquiloterms són aquells animals que no poden autoregular la seva temperatura i per tant han de fer-ho a través del medi, és a dir, depenen de la seva adaptació al medi i la seva termoregulació¹⁴ per a la seva supervivència; encara que s'adapten molt bé a aquestes situacions gràcies a que el seu aspecte i comportament varien per adaptar-se a cada hàbitat en concret. Els poiquiloterms són ectoterms, això vol dir que la seva font de calor corporal no prové de dintre del seu cos sinó que procedeix majoritàriament de l'exterior¹⁵. Per entendre'ns tots els animals són poiquiloterms amb l'excepció de les aus i els mamífers. Com que aquests animals no poden fer front a les baixes temperatures de l'hivern, molts d'ells patiran un descens de l'activitat¹⁶ que està relacionat amb les baixes temperatures extremes i la disminució del seu fotoperíode.

En el cas que el descens de l'activitat no sigui suficient és quan s'entra en hibernació, que és un procés fisiològicament ben regulat (Schmidt-Nielsen, 1976). La hibernació (el tema que s'estudia més a fons en aquest treball) es produeix als mesos d'hivern i es quan els animals pateixen un son profund i no mengen ni beuen i utilitzen les seves reserves (principalment greixos) per mantenir el seu metabolisme en bones condicions, si bé en taxes molt baixes, com ja hem comentat.

¹³ L'oxidació dels greixos es tracta més a fons en el punt 1.4.3 Aigua metabòlica

¹⁴ Capacitat d'un ésser viu per mantenir la seva temperatura corporal interna dins uns límits de màxims i mínims entre els quals tenen lloc els processos vitals.

¹⁵ Informació extreta d'apunts de Biologia.

¹⁶ Totes les activitats que realitza l'animal durant el dia, anar d'un lloc a un altre, menjar, etc.

Durant la hibernació aquests animals poden arribar a patir congelacions, però les intenten evitar ja que s'enterren al fang o busquen llocs on passar els hiverns (depenent de l'espècie fan una cosa o una altra); alguns han desenvolupat mecanismes per resistir baixes temperatures extremes, com és l'acumulació de glucosa i glicerol a les cèl·lules per així augmentar la pressió osmòtica intracel·lular i disminuir el punt de congelació, evitant la seva congelació¹⁷.

També s'han citat casos d'autèntiques congelacions fins i tot en vertebrats, n'és un exemple la granota de la fusta (*Rana sylvatica*). Aquesta granota durant l'hivern es pot arribar a congelar completament, mitjançant una complicada resposta bioquímica que la protegeix de danys estructurals a nivell cel·lular. Aquest procés de congelació triga unes 24 hores en completar-se, moment en que el seu cos adquireix una tonalitat blanquinosa i s'endureix, ja que més de la meitat de l'aigua del seu cos s'ha convertit en gel. Els moviments respiratoris, circulatoris i cardíacs s'aturen, i pot romandre així durant una o dues setmanes. Quan pugen les temperatures, es descongela primer el cor per a que la circulació es reactivi i evitar així danys en els demés òrgans a mida que es van descongelant.

Aquest últim mecanisme, però, és poc freqüent, perquè els animals quasi sempre tenen temps de buscar un lloc on poder amagar-se de les baixes temperatures¹⁸.



Figura 1. Fotografia d'una granota en procés de descongelació.

¹⁷ Un altre exemple semblant és el cas del plàncton que es troba en aigües marines polars; en aquests indrets l'aigua que no s'ha congelat es troba a temperatures per sota zero (les grans concentracions de sal a l'aigua en fan disminuir el punt de congelació) i els organismes que hi viuen acumulen altes concentracions de glúcids (i alcohols de baix pes molecular) en el seu organisme per tal d'evitar la seva congelació.

¹⁸ Dades extretes de: "Adaptación a temperaturas extremas en animales heterotermos" de Beatriz Álvarez (<http://www.edicionestecnicasreunidas.com>).

1.3 Hibernació de *Testudo hermanni*

La tortuga, com a poiquilotherm, depèn de la hibernació per la supervivència, ja que la seva temperatura corporal disminueix a causa de la disminució de les temperatures i de l'escassetat d'aliments. A les portes de l'hivern, la tortuga buscarà refugi a l'abric d'una soca o d'un matoll, on gratarà amb les fortes ungles de les potes anteriors un cau. En altres ocasions pot colgar-se entre els gruixos de fullaraca (veure més endavant), que alhora en el procés de descomposició alliberaran escalfor i humitat, factors importants per fer més suportable la hibernació. Les tortugues poden arribar a enterrar-se completament si la duresa del substrat ho permet. Altres vegades, la part superior de la closca pot quedar lleugerament visible (Soler i Martínez, 2005)

La hibernació és un procés vital per les tortugues ja que si no la fan el seu sistema hormonal es veu afectat i no rep les correctes estimulacions perquè es pugui produir la reproducció després del període hivernal (aquest aspecte es tracte més a fons al treball de recerca de la Berta Ollé). És normal, doncs, que si una tortuga femella no hiberna correctament o no hiberna, al llarg de l'any següent no pongui ous fèrtils. A part els animals que no hibernen i que per tant es troben actius durant el temps que els altres estan hibernant, creixen més ràpid i arriben a la maduresa sexual abans però el seu metabolisme es veu afectat i al llarg dels anys donarà símptomes d'esgotament com lipoïdosis hepàtica¹⁹, obesitat, danys renals i fins i tot estrès crònic (Rubio, 2006).

Per tal que es produeixi una bona hibernació es necessari que el queloni es trobi en bon estat d'hidratació i la capacitat de reduir el consum energètic a nivells bassals, perquè durant el procés d'hibernació perden pes, encara que no es produeixi gairebé cap consum energètic (a diferència del que hem explicat en el cas dels mamífers), ja que només es mouen per desenterrar-se o enterrar-se una mica més o menys, depenent de la temperatura externa²⁰. 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).

En el nostre cas, les tortugues estan al pati en un ambient relativament lliure i natural, on poden moure's ja que el pati és bastant gran, si tenen set poden beure ja que també hi ha un bassal i a més a més hi ha zones d'insolació que s'han anat millorant els anys

¹⁹ Presència de lípids en les cèl·lules del fèrtil.

²⁰ Aquest fet l'he observat jo mateix aquest any al moment de pesar-les mentre hibernaven.

anteriors; el que s'intenta fer és que elles puguin hibernar en les condicions de màxima naturalitat, tant com sigui possible, però també amb seguretat (veure més endavant).

En el cas que no es volgués que les tortugues fessin una hibernació natural pel fet d'estar malaltes, per exemple, seria possible traslladar-les a un terrari artificial o bé posar-les en una nevera a temperatura constant entre 4º C i 8º C durant els tres mesos d'hibernació, tenint en compte, però, una sèrie de requisits.

Per la inducció artificial a la hibernació de les tortugues, posant-les en una nevera, primer es necessari deixar els animals sense menjar durant dues setmanes; aquestes dues setmanes de preparació les passaran en una caixa suficientment gran i profunda on es puguin enterrar; la caixa

a part d'estar ben ventilada ha de ser opaca perquè la llum no les molesti. Un cop passades les dues setmanes es posarà la caixa a la part inferior de la nevera on convencionalment la temperatura és de 4º C o 5º C (Figura 2).

Durant la hibernació artificial hauríem d'anar obrint la porta de la nevera durant 3 o 4 cops el dia per afavorir la



Figura 2. Caixa dins una nevera on unes tortugues passaran la hibernació. Imatge extreta del Rubio, 2006.

renovació de l'aire, a part la nevera hauria d'estar situada en una habitació on no hi hagi grans canvis de temperatura, per evitar grans fluctuacions a l'obrir i tancar la porta per a la ventilació. Un element que hauríem de controlar sempre és la temperatura a la que es troben les tortugues, per això seria necessari l'ús de sensors similars als que hem utilitzat nosaltres (veure 2.2 Material instrumental). Per a la hibernació artificial no es poden utilitzar neveres anti gelada, més conegudes com "no-frost", ja que aquestes neveres ressequen molt l'ambient i podrien danyar les vies respiratòries i els ulls dels animals. Un cop han passat els tres mesos d'hibernació es traurà la caixa on estan les tortugues a la nevera i es deixarà que es despertin per si soles (Rubio, 2006).

Aquestes dades d'hibernacions artificials, que venen de molts anys d'experiència i d'investigacions en rèptils en condicions controlades, també posen de manifest la importància de la humitat (a part de la temperatura) per a una bona hibernació.

Les nostres tortugues, tal com ja hem dit abans, hibernen a l'aire lliure. En condicions de plena llibertat les tortugues excaven una mica el terreny i després s'enterren, a l'enterrar-se eviten estar en contacte directe amb l'aire fred exterior de l'hivern, ja que només que s'enterrin uns centímetres generalment en tenen prou per evitar les possibles glaçades (del terreny i seves).

Quan les temperatures davallen i fluctuen entre els 10 °C i els 15 °C, el seu ritme cardíac minva fins a les 15 pulsacions per minut. Per sota dels 10 °C el batec del cor es redueix a 6 pulsacions per minut, i entre aquesta temperatura i els 5 °C la tortuga estarà en una hibernació absoluta. Per sota dels 5 °C la vida del queloni perilla perquè es considera que és la temperatura límit que pot suportar. Amb temperatures extremes i continuades per un espai de temps llarg, la tortuga moriria (Soler i Martínez, 2005).

Fa uns anys un alumne de l'escola, en el seu treball de recerca va observar, gràcies a col·locar dos sensors de temperatura (veure 2.2 Material utilitzat), un situat a la superfície del lloc on hibernaven les tortugues i l'altra a tocar d'elles, que només amb el simple fet d'enterrar-se, en aquell cas 12 cm, dins d'una barreja de fullaraca amb torba la temperatura al voltant de les tortugues gairebé no variava, mantenint-se al voltant dels 9 °C, mentre que la temperatura de la superfície va caure per sota dels 0 °C. La gràfica que es veu més avall (Figura 3) es va incloure en el llibre: *La Tortuga Mediterrània a Catalunya*. Escrit per Joaquim Soler i Albert Martínez del CRARC (Soler i Martínez, 2005).

Aquest fet va evidenciar un fet que tothom coneixia, que les tortugues i altres animals s'enterren per estar a una temperatura més confortable, però curiosament no hi havia cap evidència científica anterior que ho corroborés. En treballs posteriors (i també en el present) s'han portat a terme registres més llargs i complets (veure les tres últimes gràfiques de l'Annex 2).

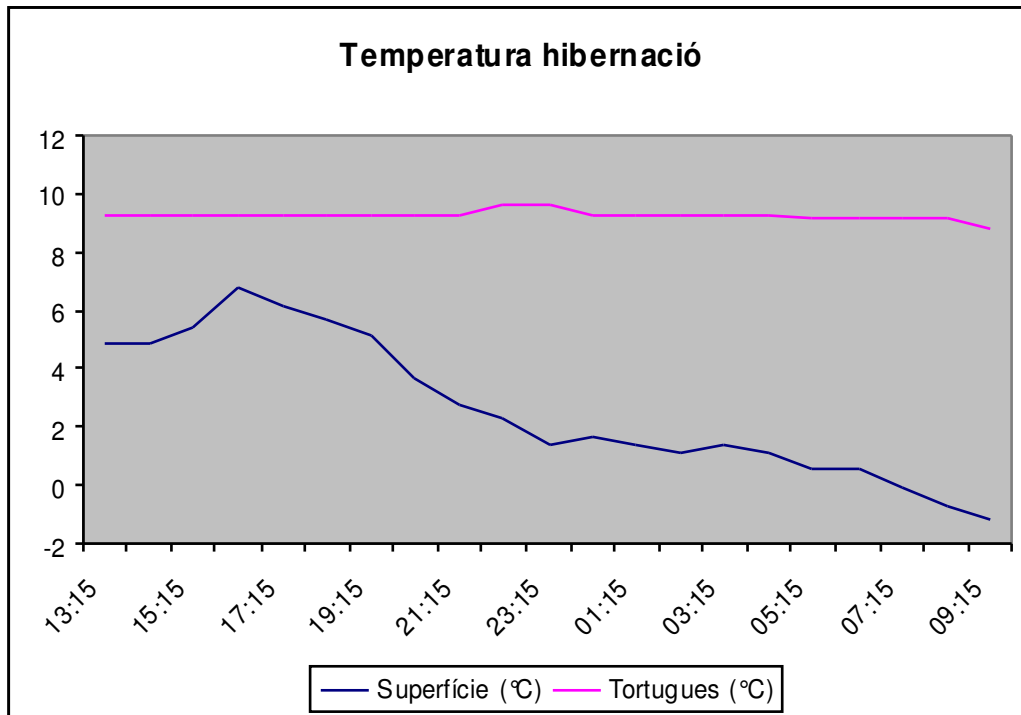


Figura 3. Gràfica extreta del treball de recerca del Gerard Sagués on es veuen les variacions de temperatura en superfície i a la profunditat on estaven les tortugues enterrades.



Figura 4. Les gàbies on les 4 tortugues passen la hibernació. A la gàbia de la dreta hi trobem el mascle i la femella més gran, i a la gàbia de l'esquerra hi trobem les dues altres femelles de mida similar.

En el nostre cas les tortugues hibernen en un indret determinat i condicionat per nosaltres. Aquest espai consta de dues caixes de plàstic enterrades arran de terra obertes i situades a una cantonada del pati, en l'extrem NE, en una petita zona protegida de la pluja directa; un cop les tortugues ja hi han entrat (sempre pel seu propi peu) i no en tornen a sortir, les tapem amb una reixa que no permet l'entrada de depredadors, ja que un dels inconvenients d'aquesta hibernació a l'aire lliure, és que les tortugues estan exposades a perills, ja sigui climàtics o bé d'altres animals. A l'escola, fa uns anys una de les nostres tortugues va patir un atac d'un rosegador, una rata. Li va rosegat la closca i li va menjar part dels òrgans interns. La tortuga va ser traslladada ràpidament al CRARC on només examinar-la van veure que no la podien salvar i allà mateix li van practicar l'eutanàsia (Brais Martínez, 2004), des d'aquell incident durant cada hibernació mantenim les tortugues en reixes metàl·liques i posem mata-rates al pati de les tortugues, ja que s'ha mostrat efectiu en una ocasió (Alba Vendrell, 2006).



Figura 5. Sensors utilitzats per prendre les mesures de temperatura a nivell de terra i les tortugues. També, veiem una de les gàbies on hibernen les tortugues.

Les tortugues tendeixen a despertar-se quan la temperatura mitjana és superior a 15 °C, encara que hi ha moments de la hibernació que es desperten, en aquests casos mai se'ls dona menjar, perquè la tortuga pot tornar a posar-se a hibernar i no pot tenir res al tub digestiu perquè no ho podria digerir (i li podria provocar infeccions).

Tal com dèiem abans al superar els 15 °C de temperatura mitjana la tortuga es desperta i el seu metabolisme torna a funcionar a ple rendiment. Si el comparem amb l'inici de la hibernació, el despertar és molt més ràpid. El primer que fa la tortuga es beure aigua amb abundància ja que les seves reserves hídriques minven durant la letargia i també per poder eliminar qualsevol toxina acumulada. Poden accedir lliurement a la part poc profunda del bassal, situat a prop de la zona d'hibernació.

1.4 Hibernació i deshidratació

L'avantatge fisiològica més gran de la vida terrestre és la facilitat d'accés a l'oxigen, l'amenaça fisiològica més gran a la vida sobre la terra és el perill de la deshidratació (Schmidt-Nielsen, 1976). L'evolució cap a la conquesta amb èxit del medi terrestre ha tingut lloc a gran escala únicament en dos grups d'animals, els artròpodes i els vertebrats (exclosos els amfibis²¹, que tenen la pell humida). Però fins i tot en aquests grups, que presenten més resistència a la pèrdua d'aigua, l'amenaça de la deshidratació és sovint una barrera per a la colonització d'indrets terrestres eixuts.

En qualsevol organisme que estigui en equilibri hídric, s'ha de complir que, sobre un període de temps més o menys ampli, tota pèrdua d'aigua estigui equilibrada amb un guany d'aigua igual. Els components de l'equilibri hídric són:

Pèrdua d'aigua	Guany d'aigua
- Evaporació a) superfície cos b) òrgans respiratoris - Femta - Orina - Altres (secrecions especialitzades)	- Beguda - Captació a través de la superfície del cos a) de l'aigua b) de l'aire - Aigua present en els aliments - Aigua metabòlica

De tots aquests components de l'equilibri hídric, tenint en compte que estem tractant del període d'hibernació (en el qual els animals no mengen, ni beuen, ni excreten), els únics paràmetres que ens interessin són la pèrdua d'aigua per evaporació i el guany d'aigua a través de la superfície del cos (a partir de l'aire) i de l'oxidació de les reserves orgàniques (aigua metabòlica). Per tal d'intentar entendre millor com funcionen aquests paràmetres haurem de tractar, encara que superficialment, alguns fenòmens físics (pels dos primers) i bioquímics (pel que fa al tercer, l'aigua metabòlica).

1.4.1 Evaporació, humitat relativa i dèficit de saturació

Sabem que l'evaporació a partir d'una superfície lliure d'aigua augmenta amb la temperatura, i també que l'evaporació és més ràpida en una atmosfera seca que quan l'aire és humit. Tots els factors del medi que determinen una disminució de la humitat

²¹ Hi ha algunes excepcions notables com la granota sud-africana *Chiromantis*, que perd aigua per evaporació a una velocitat que és una petita fracció de l'habitual en altres granotes; de fet, la seva velocitat de pèrdua d'aigua s'assembla a la dels rèptils.

atmosfèrica, com temperatura elevada, radiació intensa o forts vents, contribueixen a augmentar la pèrdua d'aigua per part dels animals.

Climatològicament, s'expressa la humitat atmosfèrica pel contingut absolut, en l'aire, de vapor d'aigua en grams o per la pressió de vapor d'aigua en mm de mercuri. La humitat atmosfèrica relativa indica la relació entre la pressió de vapor d'aigua real i la màxima possible a la mateixa temperatura.

La pressió de vapor d'aigua sobre una superfície lliure d'aigua augmenta ràpidament amb la temperatura (Figura 6).

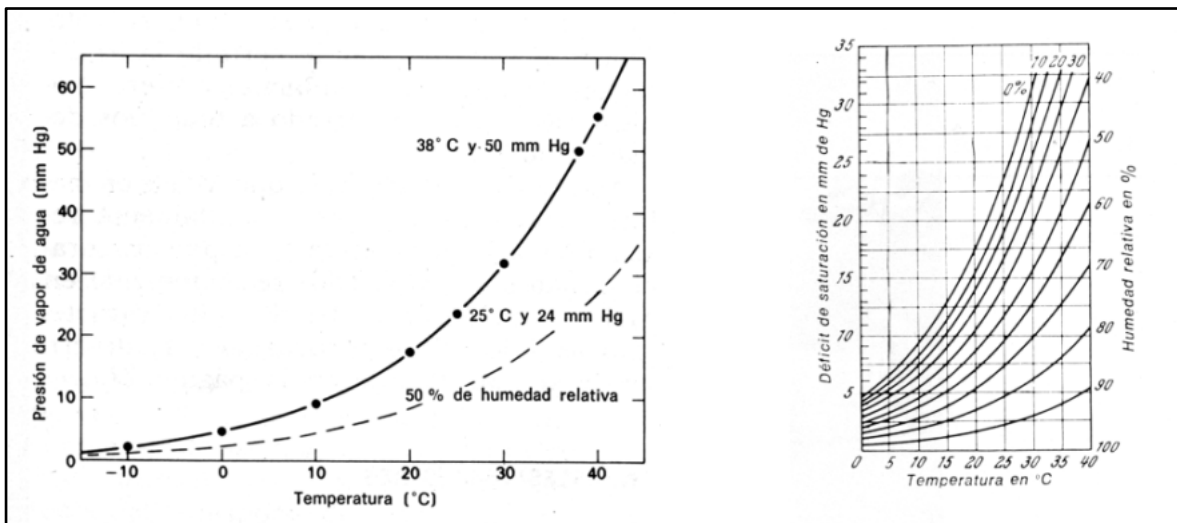


Figura 6. La pressió de vapor d'aigua a sobre d'una superfície lliure d'aigua augmenta ràpidament amb la temperatura (esquerra, de Schmidt-Nielsen, 1976). A la gràfica de la dreta s'indica com varia (i com es calcula) el dèficit de saturació de l'aire a partir de la temperatura i la humitat atmosfèrica relativa (de Braun-Blanquet, 1979).

Si l'aire ja conté una certa quantitat de vapor d'aigua, la diferència entre la pressió de vapor en la superfície de l'aigua líquida i en l'aire serà menor, i la "força que empeny" les molècules d'aigua de la capa límit saturada, situada just per sobre de la superfície de l'aigua, a l'interior de l'aire es reduirà de forma paral·lela. Com una aproximació superficial a la quantificació d'aquesta força impulsora, s'ha utilitzat el *dèficit de saturació*, que és la diferència entre la pressió de vapor realment existent i la màxima possible a una determinada temperatura. Si la humitat atmosfèrica és alta, el dèficit de saturació serà petit (Figura 6).

Per la seva part, l'evaporació és proporcional al dèficit de saturació i està regulada pels mateixos factors que aquell (humitat atmosfèrica, temperatura, vent, pressió atmosfèrica, insolació i radiació), i es poden analitzar i quantificar aquests paràmetres quan s'estudien a sobre d'una superfície d'aigua, però quan es tracta de l'evaporació a partir d'organismes vius la cosa és més complicada. Per exemple, una de les variables més importants és el grau de moviment de l'aire. Si fa vent, i a la natura l'aire virtualment mai

està quiet, la capa d'aire propera a la superfície es renova ràpidament, augmentant l'evaporació amb la consegüent disminució de temperatura²². El refredament d'una superfície, degut a l'evaporació també comporta un canvi en la densitat de l'aire adjacent, provocant així corrents de convecció. El grau d'aquesta convecció depèn de l'orientació, essent diferent si es tracta en una superfície vertical o bé horitzontal. Finalment, l'evaporació també depèn de la curvatura de la superfície.

Degut a totes aquestes complexitats, és difícil descriure amb exactitud les variables que regulen la velocitat d'evaporació, però el dèficit de saturació segueix sent l'aproximació més pràctica que tenim per establir comparacions, sobretot d'animals que no difereixin en forma (Braun-Blanquet, 1979).

Tant els ecòlegs com els fisiòlegs animals solen coincidir en considerar dos grups d'animals pel que fa a la pèrdua d'aigua per evaporació, els animals "terrestres" de pells humides (que depenen fortament de l'aigua en el seu ambient) i els veritablement terrestres, proveïts d'algun tegument impermeable a l'aigua en la major part del seu cos. Òbviament, les tortugues pertanyen a aquest segon grup.

La pell dels rèptils és seca i recoberta d'escames 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 tortugues terrestres, la pèrdua per la pell representa un 76% en front d'un 24% a través de la respiració (Schmidt-Nielsen, 1976). Malgrat en valor absolut, les pèrdues d'aigua a través de la superfície de la pell per les tortugues, és molt inferior a la dels animals de pell humida²³, aquestes dades indiquen l'existència d'evaporació a través de la pell d'aquests animals i que, en qualsevol cas, és molt superior a les pèrdues per respiració.

1.4.2 Captació d'aigua a partir de l'aire atmosfèric

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 (Figura 7).

²² aquesta és la raó per la qual sentim un efecte de refredament quan la pell humida queda exposada a l'aire que es mou degut al vent o a un ventilador.

²³ un 4,5 % en relació al cuc de terra, un 6 % respecte de les granotes (i un 37 % en relació a l'home).

		Humitat relativa límit [%]
Garrapata	<i>Ornithodoros</i>	94
Garrapata	<i>Ixodes</i>	92
Gusano de la harina	<i>Tenebrio</i>	90
Ácaro	<i>Echinolaelaps</i>	90
Cucaracha del de- sierto	<i>Arenivago</i>	83
Saltamontes	<i>Chortophaga</i>	82
Pseudoescorpión	<i>Acarus</i>	70
Pulga	<i>Xenopsylla</i>	50
Lepisma	<i>Thermobia</i>	45

Figura 7. Artròpodes en els que s'ha demostrat l'absorció d'aigua a partir d'aire atmosfèric. L'última columna dona la humitat relativa limitant per sota de la qual ja no és possible obtenir guany net d'aigua (Taula original de Schmidt-Nielsen, amb part del text traduït al català).

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, 1976). Aquest fenomen també ha estat observat en altres organismes, com llimacs, caragols i alguns amfibis (Margalef, 1977). Pel que fa als rèptils, no hi ha cap indicació que siguin capaços d'obtenir aigua mitjançant l'absorció a partir de l'atmosfera. Per tant, quan no és possible beure aigua, la captació total d'aigua ha de derivar de l'aliment i de l'aigua metabòlica (Schmidt-Nielsen, 1976). Això pot explicar la lleugera pèrdua de pes (sense recuperació) que hem observat nosaltres, però no les recuperacions de pes que hem trobat repetidament²⁴.

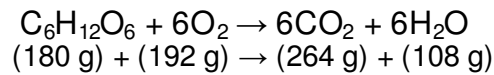
1.4.3 Aigua metabòlica

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 coneixi com *aigua d'oxidació*), però aquesta oxidació de la

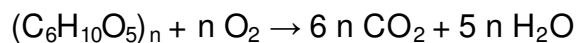
²⁴ aquest punt el tractarem en profunditat en la discussió dels resultats.

matèria orgànica forma part del metabolisme²⁵ cel·lular i per això és més coneguda com *aigua metabòlica*²⁶.

Tothom sap que quan els materials orgànics es cremen es forma aigua²⁷. la reacció d'oxidació de matèria orgànica, com la glucosa, un monosacàrid present a tots els éssers vius, és la següent:



En realitat, de tota aquesta reacció, 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. De l'equació precedent es desprèn que un gram de glucosa dóna lloc a 0,6 g d'aigua. Però això és vàlid només per els monosacàrids, ja que en la seva polimerització cap a polisacàrids, es perd una molècula d'aigua en cada enllaç O-glucosídic (entre glucosa i glucosa), d'aquesta manera, per un polisacàrid com el glicogen, la reacció anterior passaria a tenir la forma següent²⁸:



En aquest cas, la quantitat d'aigua formada en la oxidació d'un gram de glicogen metabolitzat és de 0,56 g.

Els altres components cel·lulars susceptibles d'ésser metabolitzats per a obtenir aigua són els pròtids i els lípids. La quantitat d'aigua que resulta de metabolitzar un gram de pròtids és de 0,81 g, mentre que d'un gram de greixos s'obtenen 1,07 g d'aigua. Els greixos són, doncs, la millor reserva d'aigua per animals d'ambients secs (Margalef, 1977). Aquest és el cas del conegut peixet de plata (*Lepisma*), un artròpode que s'alimenta de paper i que fa estralls a les llibreries i, molt especialment, d'alguns rosegadors del desert com la rata cangur (Figura 8). Aquests animals poden viure indefinidament amb aliments secs i mai beuen, de manera que pràcticament tota l'aigua que obtenen és aigua metabòlica. També tenen un curiós i efectiu sistema de refredament de l'aire abans de ser expirat al medi, de manera que les pèrdues d'aigua a través de la respiració també són menors (Schmidt-Nielsen, 1976).

²⁵ concretament de la part degradativa del metabolisme conegut com catabolisme.

²⁶ que no s'ha de confondre amb l'aigua que podem treure dels aliments deshidratant-los (aquesta es considera aigua lliure).

²⁷ Podem veure aigua condensada en la part exterior d'una cassola freda situada a sobre d'una flama de gas, o bé el degoteig d'aigua del tub d'escapament d'un cotxe en un indret fred.

²⁸ dades extretes a partir dels apunts de classe de Biologia.

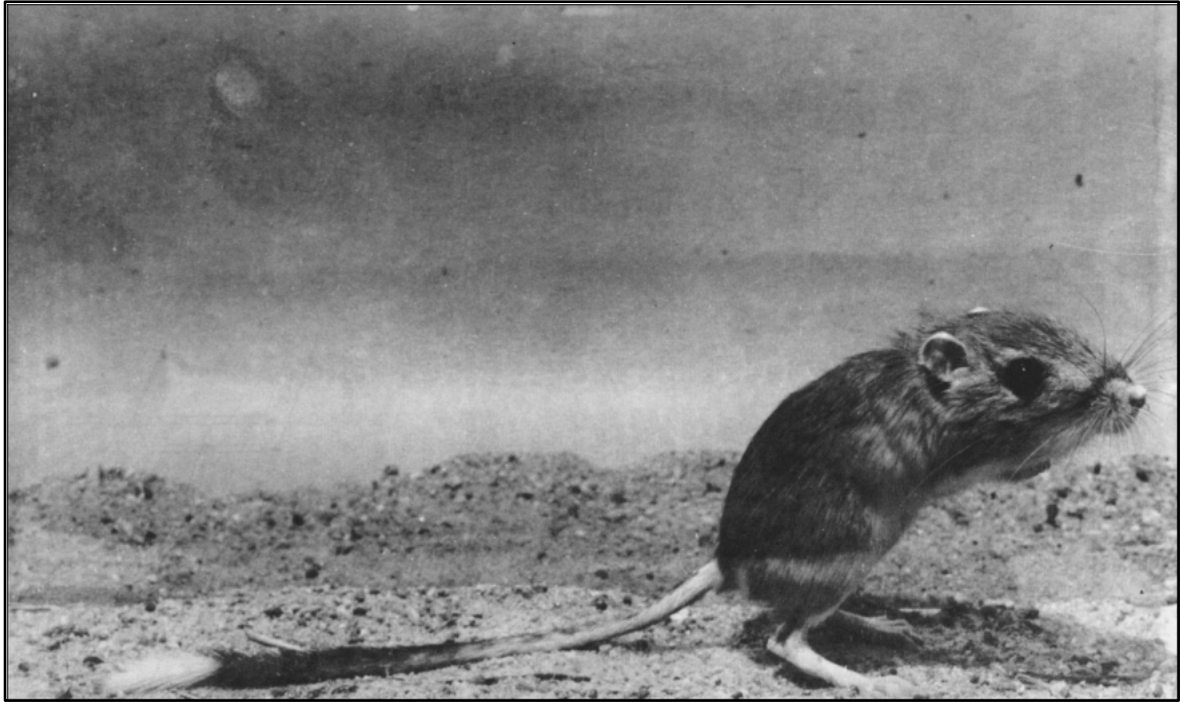


Figura 8. Rata cangur (*Dipodomys spectabilis*). Aquest rosegador és comú en els deserts d'Amèrica del nord. No beu i sobreviu alimentant-se exclusivament de llavors i altres materials vegetals secs. Mitjançant un ús econòmic de l'aigua per a la formació de l'orina, i restricció de la pèrdua d'aigua de les vies respiratòries, se les arregla amb l'aigua formada en els processos d'oxidació metabòlica com la seva principal font d'aigua (Fotografia i peu de figura originals de Schmidt-Nielsen (1976), amb el text traduït al català).

Pel que fa als rèptils durant el procés d'hibernació, i especialment en el cas de la tortuga mediterrània, l'estat hídric durant aquest període és clau; no només per passar una hibernació en bones condicions, sinó també per 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)²⁹ i també la capa de greix subcutani ajuda a disminuir la deshidratació per evapotranspiració cutània durant el sec hivern (Soler y Martinez, 2005). Malgrat totes aquestes suposicions, no coneixem evidències experimentals que ho corroborin.

²⁹ Tractarem aquest punt en la discussió dels resultats de "Variacions de pes sense recuperació".

2. Material i mètodes

2.1 Material biològic (les tortugues)

Els estudis s'han realitzat en quatre tortugues mediterrànies (*Testudo hermanni hermanni*), un mascle i tres femelles (Figura 11), però que resulten ideals per realitzar-hi estudis biològics de l'estil dels que es presenten aquí, pel fet que inclouen variacions importants de pes i d'edat. El pes aproximat del mascle és d'uns 400 g, el de la femella de mida més gran, uns 1400 g i les altres dues femelles, d'edats molt diferents (com veurem més avall), tenen un pes similar (uns 750 g).

Aquestes tortugues estan degudament marcades (recordem que es tracta d'espècies protegides) i s'identifiquen perquè tenen un número de registre únic, és a dir, com una mena de DNI particular, consistent en un codi numèric de senyals a la closca. Tots els quelonis que entren a formar part de projectes de conservació i d'estudi de poblacions salvatges, segueixen aquest mètode de marcatge, si bé el disseny del codi és variable i s'adapta a les necessitats de cada investigació o projecte (Soler i Martínez, 2005). El codi utilitzat a Catalunya per controlar tant les poblacions

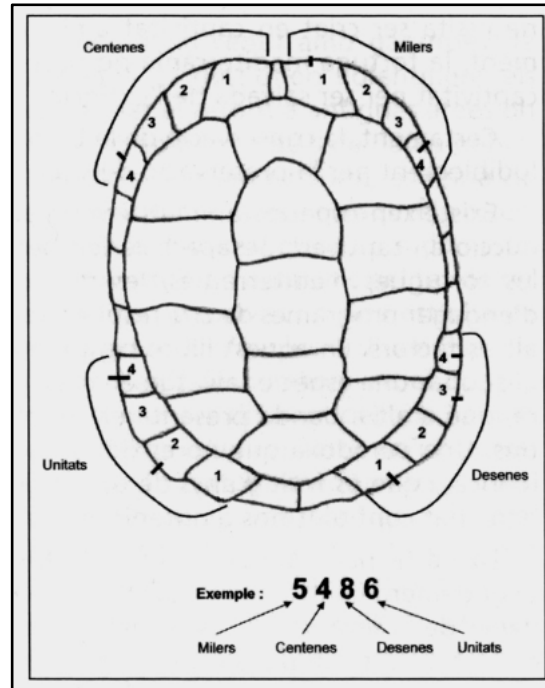


Figura 9. Codi de marcatge utilitzat per controlar les poblacions lliures i captives de *Testudo hermanni* (de Joaquim Soler i Albert Martínez, La tortuga mediterrània a Catalunya, 2005).

lliures com les de les instal·lacions col·laboradores³⁰ permet marcar unes 9.000 tortugues. Aquest codi consta de 4 xifres, extretes a partir de les marques practicades en les plaques marginals, com s'indica molt clarament en un dibuix realitzat per Joaquim Soler i Albert Martínez del CRA RC (Figura 9).

Des que l'escola és instal·lació col·laboradora del DMAH té les tortugues marcades amb aquest codi (Figura 10).

³⁰ És el cas del Pati de les tortugues de l'escola.



Figura 10. Laboratori de biologia de l'escola durant el marcatge de les tortugues cedides pel CRARC, supervisat per agents forestals (de Brais Martínez, 2004).

Els codis de les nostres tortugues són: 7496 (mascle jove), 6218 (femella jove), 7492 (femella molt vella, encara que de mides similars a la jove) i 7495 (femella de considerables dimensions) .



Figura 11. Les 4 tortugues adultes de l'escola. D'esquerra a dreta, les tres femelles i el mascle, amb els codis 7495, 7492, 6218 i 7496, respectivament.

Aquesta última amida 19 cm, i hem observat que es podria tractar d'un exemplar grandíssim ja que les femelles més grans que s'han trobat de *Testudo hermanni* mesuraven 193 mm i 195 mm respectivament, la primera va ser trobada a Còrsega (França) i la segona a Mallorca (Soler i Martínez, 2005).



Figura 12. Imatge d'un primer pla de la tortuga més gran del pati, realitzada per un alumne de Fotografia de batxillerat.

Aquestes tortugues només surten del pati un cop a l'any, quan les portem a Masquefa (CRARC) per al control veterinari anual. Aquesta sortida, a més, es fa coincidir amb el curs sobre manipulació de rèptils que imparteix Albert Martínez (veterinari del CRA RC i especialista en rèptils) a grups de joves veterinaris. En aquest sentit, les nostres tortugues tenen interès pel que hem comentat més amunt de la diversitat de mides i edats, però també pel fet que una d'elles (la més vella) té dipòsits de colesterol que li provoca un grau de ceguesa cada vegada més important (Figura 13), ja que en la visita de l'any anterior (Laia Herrerias, 2007), en un dels ulls la taca



Figura 13. L'Albert Martínez inspeccionant els ulls de la tortuga més vella, on hi té dipòsits de colesterol.

blanca dels dipòsits de colesterol era petita i ara, segons l'Albert, la seva visió total s'ha reduït a menys del 25%.

Deixant de banda aquest tema de la visió, l'Albert va considerar que tenien molt bon aspecte, que estaven molt bé de pes i que per les seves característiques les trobava idònies per entrar a formar part d'un estudi filogenètic a partir de l'anàlisi de l'ADN, dirigit per Salvador Carranza (Departament de Biologia Animal de la Facultat de Biologia de la UB). Així que els hi va extreure sang per enviar al Dr. Carranza (Figura 14).

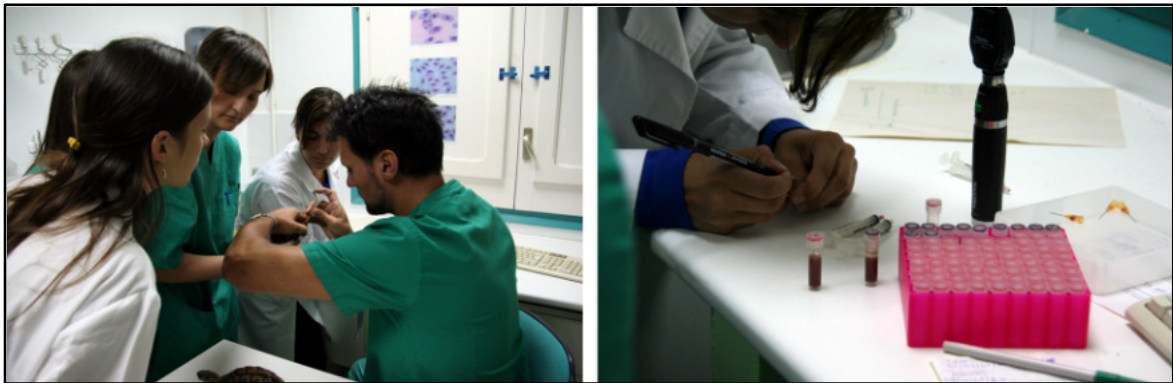


Figura 14. L'Albert (a l'esquerra) traient sang de la cua d'una de les tortugues, mentre va explicant tot el procés al grup de joves veterinaris. La sang extreta (a la dreta) es posa en recipients heparinitzats, que es marquen amb el codi de cada tortuga i seran enviats al laboratori per al seu anàlisi d'ADN.

Les tortugues són animals de reconeguda i elevada longevitat. Nosaltres teníem curiositat per a conèixer l'edat de les nostres tortugues i en Joaquim Soler, director tècnic del CRARC, ens va ensenyar a fer-ho (Figura 15), de la manera com explica en el seu llibre (Soler i Martínez, 2005). Aquest sistema, basat en els anells de creixement anuals que es formen a les plaques còrnies de la closca a partir de la placa primordial³¹, ens va advertir que no és gaire fiable més enllà d'uns 12 anys, perquè les diferències entre els solcs disminueixen a mida que passa el temps, al ser llimades per el desgast del fregament amb la vegetació i el substrat (per aquesta mateixa raó, ens va explicar que sempre és més fàcil observar les diferències en les plaques vertebrals i costals que no pas en les del plastró, que pateixen més abrasió i desgast durant el desplaçament).

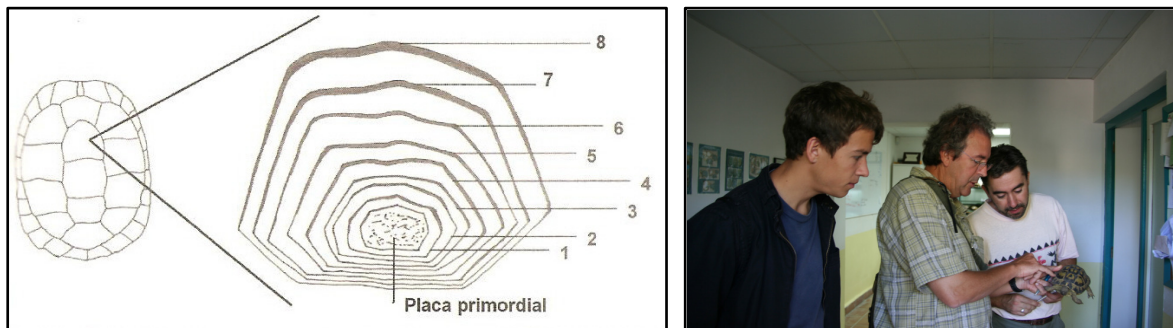


Figura 15. Creixement d'una placa primordial (a l'esquerra), extret del llibre del CRARC. El Joaquim Soler ens explicava a contar els solcs, en concret de la tortuga vella (a la dreta).

³¹ De la mateixa manera que els anells de creixement dels arbres indiquen la seva edat.

També ens va explicar que hi ha altres mètodes, basats en les dimensions i sexe dels animals, però que són molt poc fiables perquè depenen molt del tipus de vida de cada animal i que l'únic sistema fiable i exacte per a determinar la longevitat de les tortugues és a partir d'una preparació microscòpica de les línies concèntriques d'un tall transversal d'os llarg (húmer o fèmur), però té un gran inconvenient: no es pot aplicar a exemplars vius. Malgrat tot, nosaltres insistírem en que ens digués, aprofitant el seu ull d'expert, una edat aproximada per a les dues tortugues més velles. En Joaquim ens va dir que li calculava uns 70 anys a la més vella. Uns minuts després va entrar l'Albert Martínez i el Joaquim li va fer la mateixa pregunta a ell. Després d'observar-la una estona, l'Albert va aventurar que li calculava entre 70 i 80 anys. Aquesta coincidència per nosaltres és suficient per poder dir que al pati de les tortugues de l'escola tenim una tortuga de més de 70 anys. Val a dir que aquest exemplar (amb el número de codi 7492) té les plaques totalment llises (fins i tot les dorsals).

Malgrat el bon diagnòstic de les nostres tortugues per part dels professionals del CRARC, teníem interès en determinar, en funció de l'edat i les mides, quin era l'estat de pes dels animals, comparat amb un pes estàndard, abans de la hibernació.

Hem seguit tres mètodes d'índexs corporals diferents.

El primer mètode que seguim és molt senzill d'utilitzar, l'únic que hem de fer és mirar on es situa la intersecció de longitud i pes de cada tortuga en una gràfica (Figura 16). Si la relació entre la longitud i el pes es situa entremig de les dues corbes dibuixades, la tortuga es troba en bon estat, si no és així la tortuga pot patir sobrepès (si es troba per sobre la corba superior) o bé falta d'aliment (si es troba per sota la corba inferior). Aquesta gràfica ha estat elaborada (Jackson, 1980) amb dades conjuntes de dues espècies de tortuga mediterrània (*T. hermanni* i de *T. graeca*), però sense diferenciar entre sexes ni edats (Rubio, 2006). Nosaltres l'incloem aquí perquè és un dels més utilitzats.

El segon mètode està basat en la consideració que amb un creixement constant, mantenint la mateixa forma i densitat, també és constant la relació entre el pes i el cub de la longitud de l'animal (Pursall, 2002). D'aquesta fórmula (pes en g/longitud al cub en cm^3), s'obtingran uns índexs que ens informaran sobre el seu estat de salut: 0.21 – 0.22 o superior, indica un estat normal de salut; si el resultat és 0.18 – 0.19 ens diu que hauríem d'estar atents perquè podria patir algun procés de debilitament; i si el resultat és 0.18 – 0.15 ens diu que l'estat de l'animal pot estar sèriament afectat (Rubio, 2006).

El tercer mètode és més acurat i exacte que els anteriors, pel fet de diferenciar entre les tres espècies de tortugues mediterrànies (*T. hermanni*, *T. graeca* i *T. marginata*) i el sexe, consistent en uns índexs presentats en taules i programes informàtics (Merchán i Martínez, 1999; Hailey, 2000), que han estat elaborats a partir d'un gran nombre de

dades de diferents centres de recuperació de tortugues d'Europa (Rubio, 2006). Aquest és també el mètode més senzill d'utilitzar, perquè es tracta d'un programa informàtic on a l'introduir el sexe, el pes, la longitud i l'espècie de l'exemplar et diu en tant per cent, si la tortuga es troba en el seu pes òptim. El programa va ser creat per Adrian Hailey del Departament de Zoologia de la Universitat de Thessaloniki a Grècia l'any 2000 (Hailey, 2000)³².

Un com hem explicat els tres mètodes, ens disposem a utilitzar-los per a les nostres tortugues. Hem decidit que el pes utilitzat per a l'aplicació d'aquests tres mètodes d'índexs corporals serà el del dia 04/11/2007 (veure Annex 1), perquè les tortugues encara estan despertes però ja no mengen i suposem que falta poc perquè entrin en hibernació (com es va comprovar posteriorment).

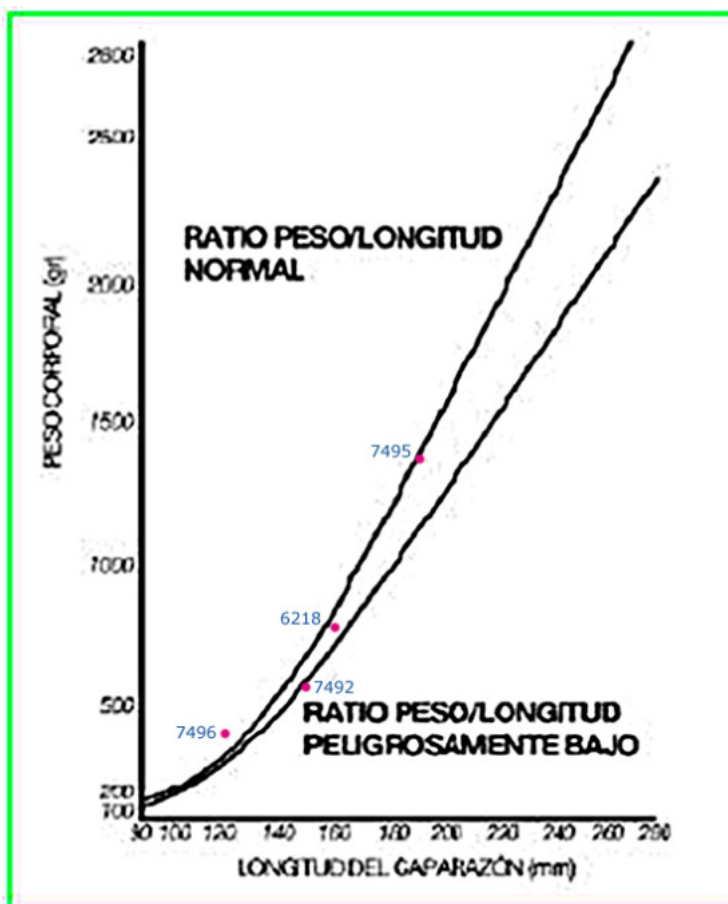


Figura 16. Taula utilitzada per la realització del primer mètode de validació del bon estat de pes.

A l'utilitzar el primer mètode (Figura 16), hem observat que el mascle 7496 (12 cm i 420 g) està per sobre de les dues corbes; la femella 7495 (19 cm i 1429 g) es troba just a sobre de la corba superior; la femella 6218 (16 cm i 797 g) es situa entremig de les dues corbes i la femella 7492 (15 cm i 639 g) està lleugerament per sota de la corba inferior. Tenint en compte aquests resultats i el fonament d'aquest mètode explicat més amunt, el mascle 7496 mostraria una mica de sobrepès, la femella 6218 mostraria un pes ideal, la 7495 es situaria en la zona elevada, però normal, mentre

que la femella 7492 requerriria certa atenció per situar-se per sota de la corba inferior. S'ha de puntualitzar que totes les apreciacions que es fan sobre la figura 16 són aproximades i el marge d'error pot ser important, sobretot amb els animals més petits.

³² El programa informàtic es troba en la web <http://www.ahailey.9.co.uk/menu.htm>

Amb el segon mètode els resultats obtinguts han estat els següents: el mascle 7496 és 0.24, per sobre de 0.22, és a dir, en bones condicions de pes. El resultat de la femella 6218 és 0.2, dins la normalitat. El resultat de la femella 7495 és 0.21, un bon nivell de pes. I el resultat de la femella 7492 és 0.19. Tenint en compte els valors de referència d'aquest mètode, la única tortuga que requereix una certa atenció és la 7492.

Finalment, amb el tercer mètode s'han obtingut els següents resultats: el mascle 7496 està al 116% del seu pes òptim, la femella 7495 al 105%, la femella 6218 al 94% i la femella 7492 al 91%. Aquests resultats són molt semblants als dels dos mètodes anteriors i ens vénen a confirmar que dues tortugues estan en excel·lents condicions de pes per a començar la hibernació, una en condicions normals i una tercera, la 7492, que es troba en una situació més crítica. Aquests resultats també concorden amb els registres de pes al llarg del període actiu (veure apartat 3.1), en que observàrem una baixada important de pes en aquesta femella a partir del mes de juliol (amb posterioritat a la visita al CRARC) que ja no va recuperar (Figura 20).

2.2 Material instrumental i metodologia

El material utilitzat en aquest treball és el mateix (excepte quan s'indiqui el contrari) que van utilitzar l'Alba Vendrell i la Laia Herrerias, sempre que parlem de la part de seu treball referent a la hibernació i al registre de dades meteorològiques.

Una de les tasques que hem dut a terme durant el treball ha estat fer un seguiment de pes de les 4 tortugues continuant la feina iniciada per l'Alba (període 2005-2006) i la Laia Herrerias (període 2006-2007), la qual ens va ensenyar en un principi a diferenciar i a identificar les tortugues (veure l'apartat anterior) i a manipular-les, i també va supervisar les nostres primeres pesades, que van començar el dia 23 d'abril de 2007.

De la realització de les pesades de les tortugues grans generalment me n'he ocupat jo³³, i han estat fetes no només durant la hibernació, sinó també durant el període actiu, amb tanta precisió setmanal com s'ha pogut, i les continuarem fent fins al mes de juny³⁴, que serà quan marxem de l'escola.

Les mesures experimentals realitzades requereixen estar molt segur que els instruments de mesura utilitzats (balances, en aquest cas) estan ben calibrats, per tal de poder afirmar que les petites variacions trobades són reals.

És per això que es va dedicar un especial esforç al procés de calibratge de les balances en treballs anteriors i que aquí no tornarem a repetir perquè es tracta del mateix

³³ i la Berta s'ha ocupat més de les tortugues petites, encara que ocasionalment ho hem fet al revés.

³⁴ o fins que hi hagi un altre company que agafi el relleu, si es requereix continuar amb aquesta tasca.

instrument, una balança Bernar (de 0 a 2000 g), amb un error lineal màxim inferior al 0,3 % (Laia Herrerias, 2007). Es presenten els resultats de la gràfica que es va obtenir en el procés de calibrat (Figura 17).

Es va observar que la balança Bernar mesura molt lleugerament per sobre, mai per sota. Però resulta que tots els errors estan proporcionats (com ho demostra la correlació del 100%) i com el que ens interessa de les tortugues són les variacions (i no tant el valor absolut), no hem cregut necessari aplicar la correcció a les dades de pes.

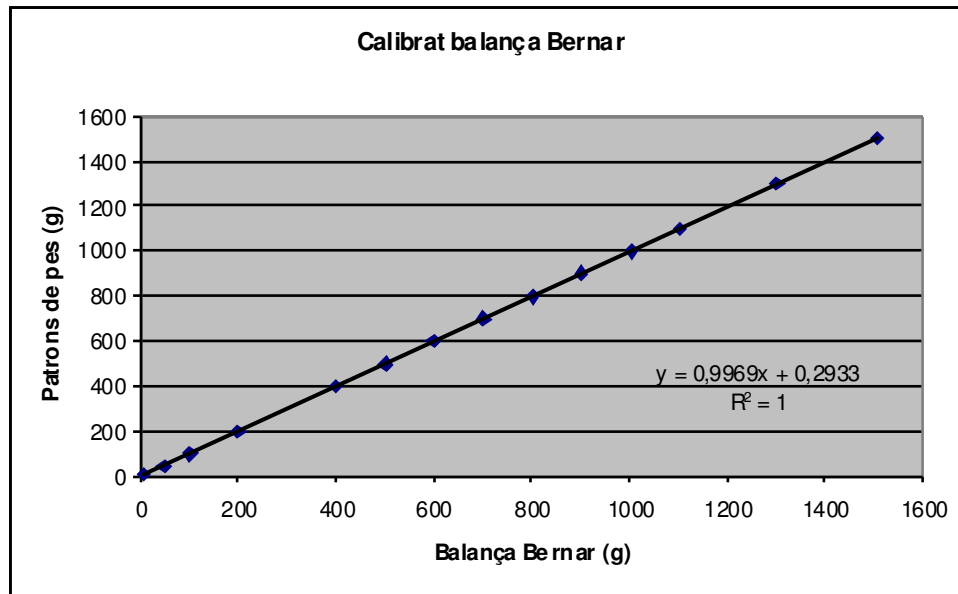


Figura 17. Gràfica del calibrat de la balança utilitzada per a pesar les tortugues (Bernar) amb patrons estàndards coneguts (de 10, 50, 100, 200 i 500 g), prèviament revisats amb la balança de precisió del laboratori (Cobos). (de Laia Herrerias, 2007).

Pel que fa a les mesures de temperatura i humitat relativa, cal diferenciar la primera hibernació de la segona. En la segona (i posteriors), ja es disposava a l'escola de l'estació meteorològica homologada *Davis Vantage Pro2*³⁵, amb una derivació inalàmbrica al pati de les tortugues i no es va requerir un calibratge, mentre que per a la primera hibernació el registre d'humitat i temperatura es va portar a terme amb enregistradors (datalogger) dobles (de temperatura i humitat, és a dir termohigròmetres) de la marca Escort³⁶. Aquests instruments es van calibrar amb un termohigròmetre de precisió *Testo 177* al Servei de Camps Experimentals de la Facultat de Biologia (Laia Herrerias, 2007).

³⁵ Presentada i explicada en un article d'Òscar Cusó a la revista TRIMESTRAL de l'escola (1r Trimestre, curs 2006-2007).

³⁶ Aquests sensors Escort estan àmpliament descrits en el treball de recerca "Microclimes al pati de les tortugues" (Gerard Sagués, 2005).

Les dades d'humitat i temperatura a la columna "Escola" de la taula global de dades que es presenta a l'Annex 1 (i anteriors al 15/09/2006), són ja definitives; és a dir, amb la correcció, obtinguda del calibratge, aplicada.

Com en anys anteriors, les tortugues de l'escola es farien hibernar en unes caixes-refugi de plàstic i metall, situades en el mateix pati de les tortugues, seguint la metodologia explicada en treballs anteriors (Alba Vendrell, 2006; Laia Herrerias, 2007).

Totes les hibernacions estudiades s'han realitzat al mateix indret del pati, l'extrem NE, aixoplugat de la pluja directa. L'única diferència entre la primera hibernació i la resta és l'esmentada subestació inalàmbrica de l'estació meteorològica principal, al costat de les caixes refugi (Figura 18). Les dades que s'obtenen³⁷ són enviades a una estació base situada a l'aula d'informàtica de l'escola i connectada a un ordinador (que sempre està engegat) i des d'aquí són enviades al web de l'escola

(www.escolamestral.net/meteo,

actualitzades cada 15 minuts), a la Xarxa Meteorològica Educativa de Catalunya (EduMet, <http://www.xtec.es/centres/a8026282/edumet/estacio/profile1/butlleti.htm>, actualitzades cada 30 minuts) i a la xarxa d'estacions Darrera (www.darrera.com/red.html, actualitzades un cop al dia), on també hi trobem les dades de l'estació meteorològica de l'ajuntament de Sant Feliu de Llobregat, que és l'altre que més hem utilitzat (veure Annex 1: Taula de dades ambientals i registre de pesos del període que va de novembre de 2005 a gener de 2008).



Figura 18. Subestació meteorològica del pati de les tortugues, al costat de les caixes-refugi on hibernen les tortugues. Al fons a l'esquerra, entre la planta enfiladissa s'entreveu el *datalogger* Escort amb la doble sonda de temperatura (la superficial i la que està enterrada a nivell de les tortugues).

³⁷ tant de la subestació del pati de les tortugues (temperatura i humitat), com les de l'estació principal situada al terrat, que mesura i enregistra molts altres paràmetres.

3. Resultats i discussió

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

A continuació es presenten en una taula (Figura 19) les dades globals de pes de les tortugues, des de novembre de 2005 fins a gener de 2008. És a dir, dos períodes d'hibernació complets, dos períodes actius també complets, i una part de l'últim període d'hibernació, el que estan portant a terme actualment.

Figura 19. Taula de pesos (en g) de les 4 tortugues mediterrànies adultes del pati, durant un període de més de 2 anys. Les dades, que han estat obtingudes en tres treballs de recerca consecutius, es continuaran prenent fins a completar la tercera hibernació.

Data	♂ 7496	♀ 6218	♀ 7495	♀ 7492	
04/11/2005	308	700	1410	770	comença hibernació 2005
11/11/2005	310	701	1419	773	
14/11/2005	309	699	1408	770	
15/11/2005	307	700	1409	769	
18/11/2005	311	699	1408	768	
24/11/2005	307	698	1412	770	
25/11/2005	308	698	1413	769	
01/12/2005	305	697	1409	767	
07/12/2005	303	695	1406	766	
16/12/2005	301	687	1385	755	
21/12/2005	303	693	1401	764	
30/12/2005	303	691	1397	762	
05/01/2006	300	687	1390	760	
09/01/2006	300	688	1392	760	
12/01/2006	299	686	1390	759	
19/01/2006	298	683	1386	757	
25/01/2006	296	682	1383	756	
27/01/2006	297	683	1385	757	
30/01/2006	300	685	1388	759	
03/02/2006	294	681	1383	756	acaba hibernació 2005
09/02/2006	299	686	1386	760	
17/02/2006	294	679	1379	755	
24/02/2006	289	674	1376	752	
03/03/2006	280	670	1369	750	
10/03/2006	286	668	1362	748	
17/03/2006	290	672	1358	746	
23/03/2006	296	674	1361	752	
24/03/2006	302	704	1433	745	
31/03/2006	328	760	1468	769	
10/04/2006	385	750	1509	799	
18/04/2006	372	783	1485	784	

21/04/2006	380	774	1498	775
02/05/2006	426	834	1542	853
05/05/2006	419	818	1484	833
12/05/2006	421	792	1442	843
19/05/2006	421	773	1406	855
26/05/2006	424	801	1412	763
09/06/2006	439	823	1359	840
16/06/2006	441	808	1409	814
19/06/2006	422	866	1482	796
22/06/2006	398	833	1464	773
03/07/2006	436	847	1482	800
17/07/2006	413	856	1400	810
08/08/2006	407	775	1393	814
14/08/2006	384	778	1324	783
18/08/2006	385	758	1332	769
23/08/2006	411	769	1388	754
31/08/2006	381	755	1413	775
07/09/2006	408	763	1450	790
14/09/2006	388	751	1447	780
22/09/2006	398	784	1441	771
06/10/2006	409	776	1450	797
20/10/2006	374	804	1436	770
27/10/2006	386	796	1431	792
03/11/2006	370	768	1349	781
10/11/2006	370	756	1370	780
17/11/2006	362	737	1333	771
24/11/2006	361	739	1356	770
01/12/2006	367	740	1312	767
05/12/2006	375	742	1297	769
11/12/2006	371	740	1292	769
15/12/2006	371	737	1290	760
21/12/2006	371	737	1291	767
27/12/2006	370	737	1291	766
05/01/2007	368	736	1286	764
12/01/2007	367	731	1282	761
22/01/2007	364	728	1274	757
23/01/2007	366	732	1282	761
24/01/2007	366	731	1282	760
26/01/2007	367	731	1280	760
01/02/2007	364	728	1278	759
02/02/2007	364	729	1279	759
09/02/2007	362	727	1275	756
16/02/2007	357	719	1259	748
17/02/2007	360	723	1269	754
18/02/2007	360	722	1270	753
23/02/2007	358	720	1268	751
02/03/2007	357		1281	748
09/03/2007		746	1340	748
23/03/2007	359	765	1338	773

comença hibernació 2006

obrim reixa
acaba hibernació 2006

30/03/2007	354	764	1326	770
09/04/2007	372	767	1350	793
12/04/2007	378	769	1357	765
20/04/2007	397	791	1374	774
27/04/2007	404	824	1405	797
04/05/2007	406	845	1463	795
11/05/2007	433	870	1450	835
18/05/2007	428	847	1490	797
24/05/2007	423	836	1497	793
01/06/2007	427	841	1500	762
08/06/2007	439	847	1519	744
13/06/2007	439	790	1441	689
26/06/2007	426	859	1468	678
30/06/2007	418	803	1413	680
11/07/2007	445	808	1451	732
16/07/2007	460	821	1451	731
23/07/2007	467	842	1529	705
27/07/2007	472	808	1528	740
07/08/2007	407	800	1367	677
08/08/2007	409	794	1444	660
15/08/2007		798	1432	648
21/08/2007	420	804	1432	676
25/08/2007	404	787	1435	650
04/09/2007	407	825	1440	665
14/09/2007	404	768	1352	708
21/09/2007	409	810	1370	678
28/09/2007	408	765	1450	643
05/10/2007	433	827	1472	658
19/10/2007	427	814	1443	632
26/10/2007	424	801	1439	624
02/11/2007	420	797	1429	639
09/11/2007	425	796	1425	634
16/11/2007	421	798	1404	630
21/11/2007	414	779	1388	625
23/11/2007	406	772	1358	625
05/12/2007	403	761	1358	623
10/12/2007	396	753	1342	613
14/12/2007	397	752	1345	614
17/12/2007	397	754	1349	615
18/12/2007	396	754	1349	614
21/12/2007	396	752	1348	613
27/12/2007	395	753	1350	613
04/01/2008	393	751	1348	611
18/01/2008	387	745	1340	597

comença hibernació 2007

Si representem aquestes dades en un mateix gràfic (Figura 20) es posen de manifest diverses coses.

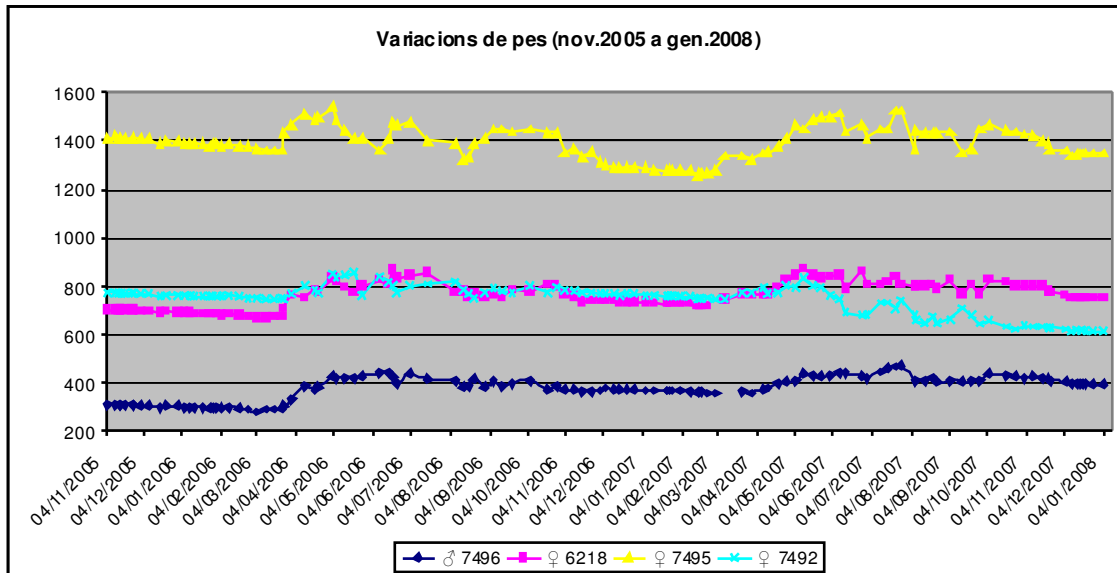


Figura 20. Comparativa de l'evolució de pes de les 4 tortugues del pati durant un període superior a 2 anys, que inclou (d'esquerra a dreta): una fase d'hibernació completa, un període actiu complet, una segona hibernació també completa, un segon període actiu també complet i, finalment, l'inici d'una tercera hibernació.

En primer lloc, en observar les gràfiques globalment, es pot distingir bastant clarament quan s'està en període actiu i quan en hibernació, amb molta més constància de valors en aquest últim. En segon lloc, podem veure diferències en la pauta de pesos durant el període actiu entre les tortugues més joves (el mascle 7496 i la femella 6218) i les dues tortugues més velles; les més joves fan una recuperació de pes després de cada hibernació i es mantenen amb un bon nivell de pes i poques variacions, mentre que les dues femelles més velles (7495 i 7492) pateixen variacions molt més acusades durant el període actiu³⁸. També es pot observar com una de les tortugues, la més vella, ha baixat visiblement de pes a partir de primers de juliol de 2007. Això podria estar relacionat amb el fet ja explicat de la ceguesa i la dificultat per trobar menjar (ho hem observat durant aquest estiu, amb posterioritat a la visita al CRARC). Aquests resultats també concorden amb un menor valor dels índexs corporals trobats en aquesta tortuga (Figura 16).

Deixant de banda el cas particular d'aquest exemplar, el major pes general assolit per les tortugues ho relacionem amb una millora en la seva alimentació, degut a la introducció al pati de plantes autòctones que formen part de la seva dieta en condicions naturals, aspecte estudiat i millorat en un treball de recerca anterior (Marta Lozano, 2007), i que

³⁸ Aquestes variacions, la meua companya Berta Ollé les ha relacionat amb que són precisament aquestes tortugues les que han posat els ous que hem trobat.

nosaltres, tenint en compte les conclusions a què es va arribar en aquest treball, també posarem en pràctica plantant llavors a l'hivern, de manera que quan les tortugues despertin de la seva hibernació tinguin també plantes suficients d'aquest tipus per a la seva correcta alimentació.

Pel que fa a les variacions de pes durant la hibernació, que aquí gairebé no s'aprecien per un problema d'escala dels eixos, hi dedicarem un capítol a part.

3.2 Variacions de pes durant la hibernació

Antecedents:

Ja hem comentat al pròleg que l'objectiu principal d'aquest treball és el d'intentar comprovar si efectivament existeixen variacions de pes amb recuperació durant el procés d'hibernació de *Testudo hermanni* tenint en compte l'estudi de dues hibernacions completes i, en cas afirmatiu, si aquestes variacions es poden relacionar amb variacions dels nivells ambientals d'humitat.

Tot aquest procés d'investigació recordem que va començar quan en Joaquim Soler i l'Albert Martínez van convidar al meu tutor i al Gerard Sagués a la presentació del seu llibre "La tortuga mediterrània a Catalunya" a la llibreria Oryx de Barcelona. A la finalització de la presentació del llibre i parlant ja dels nous projectes per al pati de les tortugues, Albert Martínez va suggerir de realitzar un estudi molt fi de les petites variacions de pes al llarg de la hibernació, perquè ja s'havia demostrat amb el treball del Gerard Sagués que la metodologia utilitzada a l'escola era vàlida des del punt de vista científic³⁹. Segons l'Albert, la pèrdua de pes al llarg de la hibernació està més relacionada amb un hivern especialment eixut, que no pas amb una necessitat de consum de reserves per passar l'hivern, però va afegir que no hi havia evidències científiques d'aquest fet. Així que l'Alba Vendrell (que també havia assistit a aquesta presentació) va començar a fer els preparatius per a la hibernació de les tortugues i va desenvolupar una metodologia especial per a poder fer un seguiment regular del pes dels animals, sense molestar-los en la seva manipulació amb les pesades (Alba Vendrell, 2006).

Els resultats que va obtenir l'Alba durant el primer tram de la primera hibernació (Figura 21) van resultar molt estranys, encara que molt interessants. S'observava una lleugera disminució de pes amb el temps d'hibernació, però hi havia unes altres variacions, fins i tot més marcades, en les que es produïa un descens important de pes i al cap d'uns dies aquest pes es recuperava. Com podia ser que les tortugues recuperessin pes, si mentre hibernen no mengen ni beuen? Les dades es comunicaren al CRA RC, que les trobaren

³⁹ ja hem comentat anteriorment que en el llibre esmentat s'inclou una gràfica del treball de recerca de Gerard Sagués.

força interessants i innovadores, però calia comprovar si es repetien i també si hi havia alguna estació meteorològica propera per contrastar les dades d'humitat i temperatura amb les dels nostres higròtermòmetres Escort. Aquesta va ser una part del treball de la Laia Herrerias, com ja hem vist. La Laia no només va comprovar la validesa de les dades meteorològiques sinó que també va trobar alguns punts més de recuperació similars.

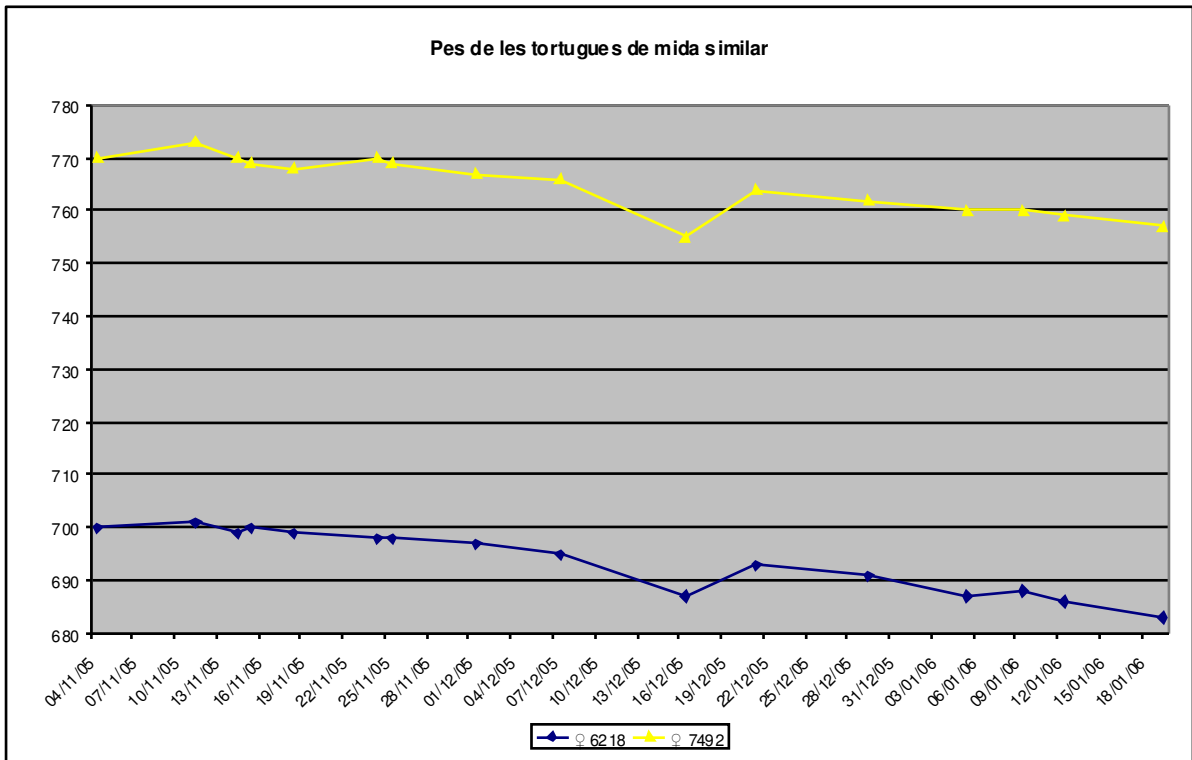


Figura 21. Gràfica on s'indica una pèrdua de pes i una posterior recuperació en dues tortugues de pes similar (Original d'Alba Vendrell, 2006).

En el treball de la Laia també es va començar a tenir present la importància dels dies de pluja com a factor clar d'humitat i es van començar a presentar les dades meteorològiques al costat de les de pes en una taula acumulativa, que jo he completat i que per la seva extensió he considerat més convenient deixar-la com annex (Annex 1).

A l'analitzar el primer període d'hibernació complet, la Laia va observar les mateixes pautes de variació de pes en les 4 tortugues, però s'havien de representar parcialment per separat per poder apreciar millor les variacions, degut a que el pes del mascle i de la femella gran es situaven clarament als dos extrems (uns 400 g i uns 1400 g, respectivament), mentre que les dues femelles restants, de pesos més similars, es quedaven al mig. És per això que les dues tortugues de mides similars s'agafaren d'exemple (Figura 22).

D'aquesta manera s'evidenciava (sobretot si es confirmaven els mateixos resultats en una segona hibernació) que les variacions de pes, quan baixaven, es relacionaven amb dies eixuts i sense pluja, i les recuperacions amb dies humits i/o amb pluja. I que, a més a més, eren independents de l'edat de les tortugues, del sexe i de la mida (Laia Herrerias, 2007) .

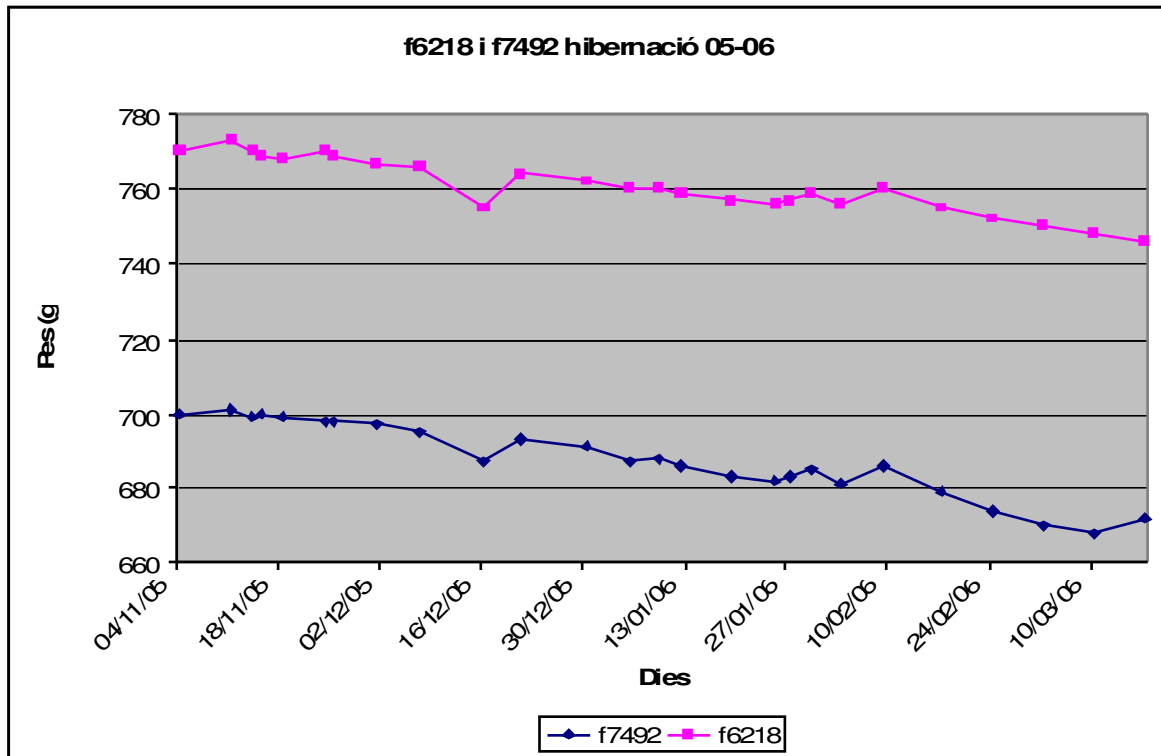


Figura 22. Gràfica de pesos de les femelles 7492 i 6218 on es veuen diverses baixades de pes amb recuperacions durant la primera hibernació completa (Original de Laia Herrerias).

3.2.1 Variacions de pes amb recuperacions

Les variacions de pes amb recuperació també les hem trobat en la segona hibernació i fins i tot en el poc temps que portem de la tercera (veure gràfiques més endavant i Annex 2). També hem pogut comprovar que les baixades de pes es relacionen generalment amb dies especialment eixuts, mentre que les recuperacions sempre ho fan després de dies humits o directament amb pluja, amb molt poques excepcions⁴⁰.

Per tal de visualitzar més bé aquestes variacions, ens hem "inventat" una línia hipotètica⁴¹ que representaria la suposada (i lleugera) pèrdua de pes al llarg de tota la hibernació. Per a la seva explicació utilitzarem la gràfica de la tortuga 6218 (Figura 23) com exemple,

⁴⁰ Les poques excepcions a aquesta regularitat les relacionem amb un possible registre incomplet de pesos (falten dies entre mig) i també amb el que hem considerat "dia de pluja" sense tenir en compte la quantitat de precipitació. Cal recordar també que quan plou, l'indret on hibernen les tortugues no es mulla directament.

⁴¹ Aquesta línia l'hem dibuixat ajustant una funció de segon grau molt a prop dels punts que representen els valors més alts de les pesades enregistrades de cada tortuga, una per una.

però en podríem haver agafat qualsevol altre, donada la uniformitat de resposta observada i que fa que la puguem considerar independent de l'edat, la mida i el sexe de la tortuga (veure Annex 2). La nostra hipòtesi és que la línia negra 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 línia de color indicaria que s'ha passat per un període de sequera quan s'aparta de la línia negra i que quan hi retorna (s'hi acostava encara que no ho faci al 100 %), és perquè ha passat per un període d'humitat elevada.

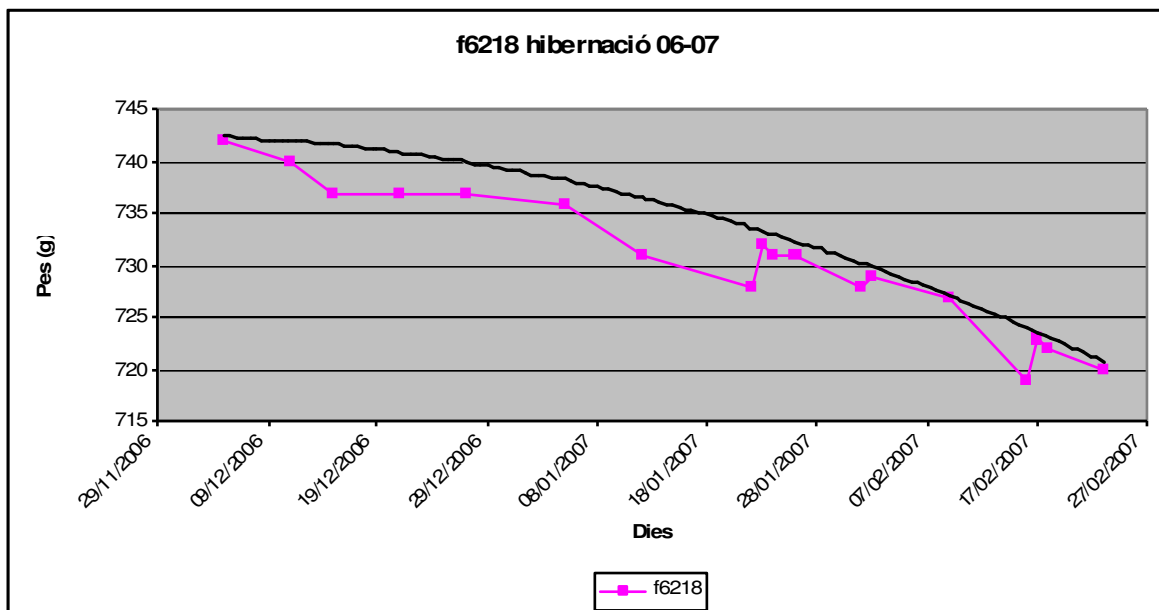


Figura 23. En aquesta gràfica es pot observar bastant clarament el què volem indicar quan parlem de variacions de pes amb recuperacions (línia de color amb dades reals) i de variacions de pes sense recuperació (línia negra, hipotètica). La nostra hipòtesi és que la línia negra representaria la pèrdua 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 línia de color indicaria que s'ha passat per un període de sequera quan s'aparta de la línia negra i que quan hi retorna (s'hi acostava encara que no ho faci al 100 %), és perquè ha passat per un període d'humitat elevada.

Pel que hem explicat a la introducció (apartat 1.4) sabem que les tortugues perden aigua per la pell, i que el percentatge de l'aigua evaporada a través de la pell és molt superior al de l'aigua evaporada en la respiració (Schmidt-Nielsen, 1976). D'altra banda, si la tortuga va perdent aigua, arribarà un moment de la hibernació en què en necessitarà i l'haurà d'obtenir en forma d'aigua metabòlica a partir de les seves reserves de greix.

Tot això pot explicar les pèrdues de pes, però no les recuperacions observades de manera repetitiva i sistemàtica al llarg de dos períodes complets d'hibernació.

Vol dir això que les tortugues tenen la capacitat de captar aigua a partir de la humitat de l'aire? Els únics animals en els que s'ha demostrat aquesta capacitat han estat alguns artròpodes (Schmidt-Nielsen, 1976) i també en alguns altres organismes com llimacs, caragols i alguns amfibis (Margalef, 1977), però no hem trobat fins ara⁴² res publicat que indiqui que els rèptils tenen aquesta capacitat.

3.2.2 Variació de pes sense recuperació

Ja hem comentat a l'apartat anterior que la línia hipotètica que hem dibuixat podria indicar la disminució de pes global durant tota la hibernació, tenint en compte que s'ha dibuixat ajustant una funció de segon grau als valors més alts de pes (els de les recuperacions). Observant el conjunt de les gràfiques (Annex 2), podem veure que, en general, el pendent s'incrementa cap al final de la hibernació en cada una de les gràfiques i que, a més a més, el pendent de la segona hibernació és més acusat que el de la primera.

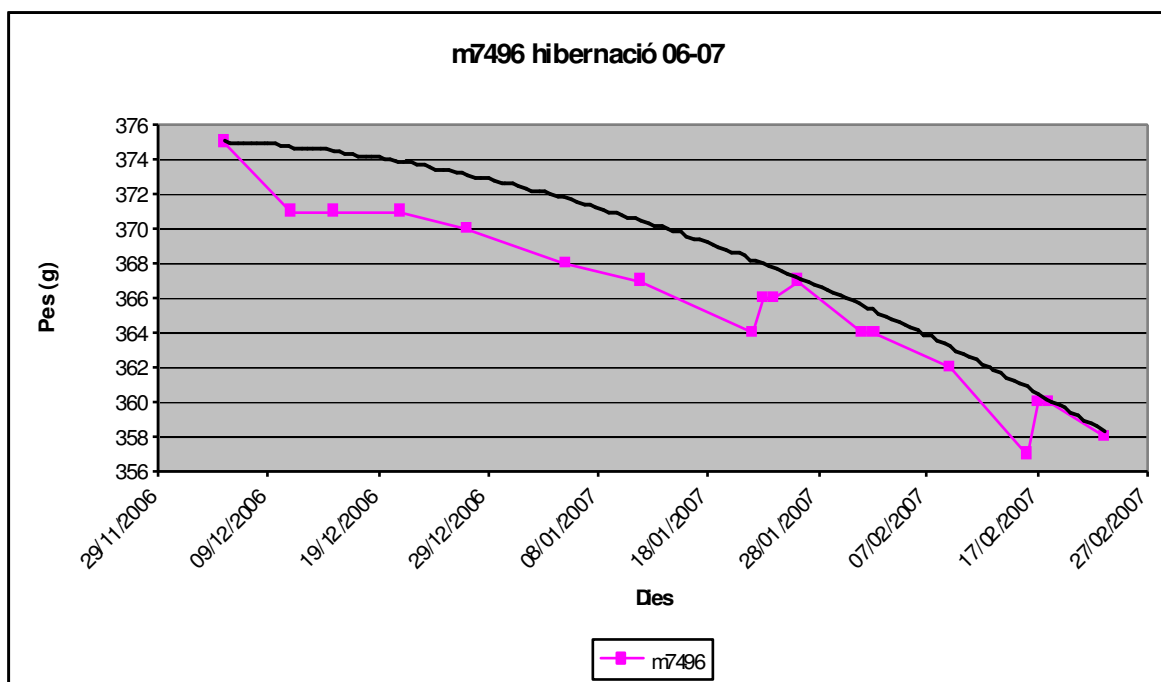


Figura 24. Gràfica de la tortuga mascle 7496 durant l'hivern 2006-2007 on es veuen les recuperacions de pes esmentades i la baixada de pes progressiva.

⁴² Hem preguntat a Joaquim Soler i Albert Martínez del CRARC i també ens han dit que no recorden haver vist res similar publicat.

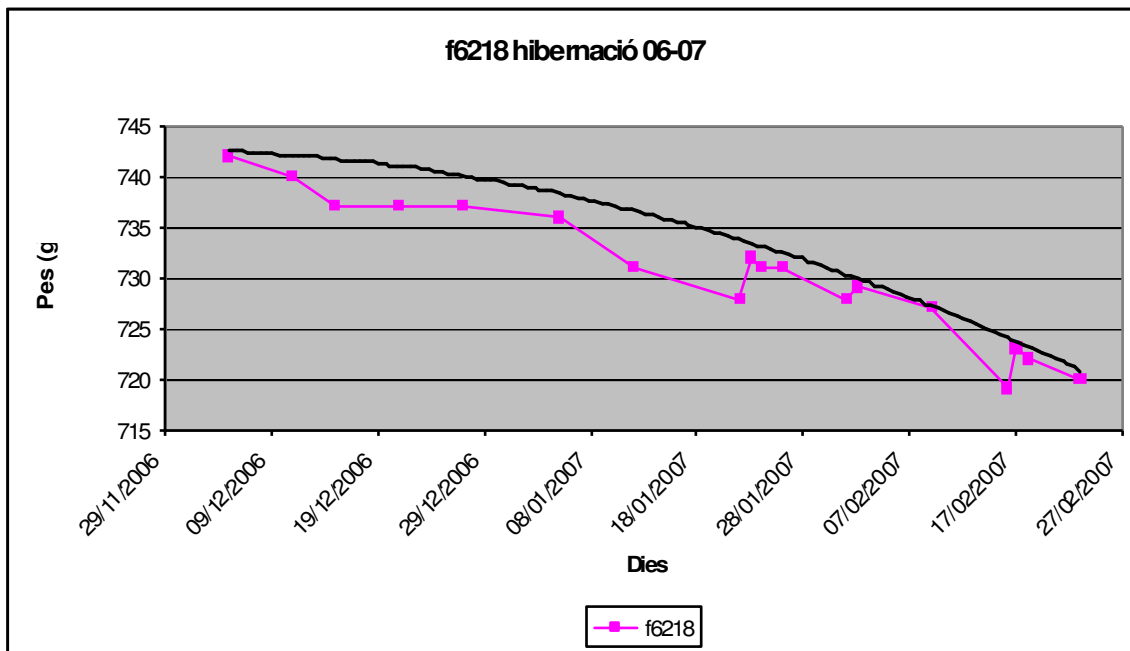


Figura 25. Gràfica de la femella 6218 durant l'hivern 2006/2007, podem observar com el pendent la corba al final de la hibernació augmenta més que en la del hivern 2005/2006.

Tenint en compte el que hem explicat a la introducció i el que hem comentat més amunt, la pèrdua de pes més acusada cap al final de la hibernació podria ser deguda al fet d'una disminució del gruix de la capa de greix subcutani, ja que una menor quantitat de greix subcutani permetria incrementar la permeabilitat de la pell a l'aigua en ambdós sentits (que ajuda a disminuir la deshidratació per evaporació a través de la pell); i el pendent general de la corba tindria a veure com de sec ha resultat ser l'hivern en qüestió. Durant l'hivern 2005/2006, que va haver-hi més precipitacions (Annex 1), el pendent general de la corba va ser menys acusat que no pas el de l'hivern següent (2006/2007), que va ser més eixut.

Malgrat tot, la comparativa a aquest nivell no és gens fàcil, perquè ni el començament ni la durada dels períodes d'hibernació estudiats han estat constants. La primera hibernació s'inicià el 4 de novembre de 2005 i va acabar el 22 de març de 2006; la segona, va començar el 5 de desembre de 2006 i va finalitzar l'1 de març del 2007, i la tercera s'ha iniciat el 16 de novembre de 2007 (veure Annex 1). Així doncs, tenim que dels dos períodes complets d'hibernació estudiats, el primer va tenir una durada de 132 dies, mentre que el segon només en va durar 84. Això cal tenir-ho en compte alhora de realitzar una comparativa de pèrdua de pes (sense recuperació) entre els dos períodes

d'hibernació, perquè malgrat les pèrdues de pes durant la primera hibernació siguin una mica superiors en valor absolut (de 18 a 52 g) i en percentatge (del 3% al 6%) que en la segona (de 16 a 22 g) i (del 2% al 5%), respectivament, les taxes de pèrdua de pes són superiors en la segona. Per exemple, la femella 6218 perd 28 g de pes en la primera hibernació (que representen una pèrdua del 4%) i 22 g en la segona hibernació (que representa un 3%), mentre que la taxa és de 212 mg/dia de pèrdua de pes en la primera, i superior (262 g/dia) en la segona. Aquesta major velocitat en la pèrdua de pes de la segona hibernació es relacionaria, com hem dit abans, amb que va ser un hivern més eixut. Efectivament, la pluja acumulada durant la primera hibernació (del 4 de novembre de 2005 al 22 de març de 2006) va ser de 193,6 mm, mentre que en el mateix període de temps de l'any següent només es va arribar als 56 mm de precipitació (i encara una mica menys si ens referim només als 84 dies d'hibernació)⁴³.

Novembre de 2005	Novembre 2006
• Valors mitjans: ○ Temperatura: 12.8 °C ○ Humitat: 70 % ○ Pressió: 1010.9 hPa ○ Velocitat del vent: 3.9 m/s ○ Direcció: 331 ° ○ Precipitació: 84.8 mm • Extrems: ○ Temperatura màxima: 23.9 °C el dia 2 a les 14:30 ○ Temperatura mínima: 4.0 °C el dia 29 a les 07:30 ○ Humitat màxima: 93 % el dia 13 a les 04:30 ○ Humitat mínima: 33 % el dia 30 a les 15:00 ○ Pressió màxima: 1025.0 hPa el dia 10 a les 22:30 ○ Pressió mínima: 990.4 hPa el dia 26 a les 03:30 ○ Velocitat màxima del vent: 41.1 m/s el dia 10 a les 08:30 ○ Precipitació màxima: 29.0 mm el dia 13	• Valors mitjans: ○ Temperatura: 15.3 °C ○ Humitat: 70 % ○ Pressió: 1014.7 hPa ○ Velocitat del vent: 3.6 m/s ○ Direcció: 318 ° ○ Precipitació: 1.8 mm • Extrems: ○ Temperatura màxima: 22.7 °C el dia 19 a les 15:00 ○ Temperatura mínima: 7.6 °C el dia 30 a les 06:00 ○ Humitat màxima: 92 % el dia 1 a les 03:30 ○ Humitat mínima: 30 % el dia 2 a les 21:00 ○ Pressió màxima: 1025.5 hPa el dia 30 a les 24:00 ○ Pressió mínima: 999.1 hPa el dia 23 a les 15:30 ○ Velocitat màxima del vent: 32.2 m/s el dia 21 a les 14:30 ○ Precipitació màxima: 1.2 mm el dia 17

Figura 26. Taula extreta del treball de recerca de la Laia Herrerias. En la taula es pot veure el valors mitjans i extrems de temperatura, precipitacions, etc. i altres paràmetres meteorològics dels mesos de novembre dels anys 2005 i 2006. La dades són de l'estació Davis de l'Ajuntament de Sant Feliu de Llobregat.

⁴³ Dades extretes de <http://www.darrera.com/red.html> (ajuntament de Sant Feliu de Llobregat i Escola Mestral).

Aquests fets afecten a les tortugues, que comencen a hibernar més tard. La diferència de tot un mes entre l'inici de la primera hibernació i l'inici de la segona es pot relacionar amb que el novembre de 2006 va ser anormalment càlid, amb una mitjana de temperatura superior als 15 °C i molt eixut (Figura 26).

De la tercera hibernació només tenim complets els mesos de novembre i desembre (Figura 27). El mes de novembre, com l'anterior, ha resultat especialment eixut, però amb una temperatura més normal, que ha permès a les tortugues començar la hibernació a mitjans de novembre, que és l'època més habitual.

Novembre 2007	Desembre 2007
• Valors mitjans: ○ Temperatura: 11.2 °C ○ Humitat: 65 % ○ Pressió: 1018.6 hPa ○ Velocitat del vent: 1.9 m/s ○ Direcció: 287 ° ○ Precipitació: 1.2 mm • Extrems: ○ Temperatura màxima: 20.4 °C el dia 1 a les 15:30 ○ Temperatura mínima: 1.1 °C el dia 18 a les 07:45 ○ Humitat màxima: 97 % el dia 21 a les 03:15 ○ Humitat mínima: 18 % el dia 16 a les 13:15 ○ Pressió màxima: 1029.0 hPa el dia 7 a les 10:30 ○ Pressió mínima: 1005.2 hPa el dia 22 a les 16:00 ○ Velocitat màxima del vent: 13.9 m/s el dia 15 a les 19:15 ○ Precipitació màxima: 0.8 mm el dia 21	• Valors mitjans: ○ Temperatura: 9.3 °C ○ Humitat: 67 % ○ Pressió: 1024.4 hPa ○ Velocitat del vent: 2.7 m/s ○ Direcció: 305 ° ○ Precipitació: 22.0 mm • Extrems: ○ Temperatura màxima: 19.9 °C el dia 9 a les 13:30 ○ Temperatura mínima: 0.2 °C el dia 17 a les 09:00 ○ Humitat màxima: 98 % el dia 18 a les 01:45 ○ Humitat mínima: 19 % el dia 12 a les 14:30 ○ Pressió màxima: 1034.2 hPa el dia 19 a les 10:45 ○ Pressió mínima: 1007.0 hPa el dia 9 a les 13:45 ○ Velocitat màxima del vent: 26.8 m/s el dia 9 a les 13:45 ○ Precipitació màxima: 8.4 mm el dia 21

Figura 27. Taula de valors mitjans i extrems de temperatures i altres paràmetres meteorològics dels mesos de novembre i desembre d'aquest any (2007). Les dades són de l'estació meteorològica Davis de l'escola.

4. Conclusions

En primer lloc he de dir que gràcies aquest treball he après una part de la biologia dels animals que desconeixia completament, la hibernació; i com de complexa i interessant pot arribar a ser, ja que no només he tractat el tema de les tortugues sinó que per fer-ho he hagut d'estudiar també altres tipus de letargies i processos fisiològics relacionats que es produeixen en altres animals.

Pel que fa a l'objectiu principal del treball, que era estudiar i entendre les variacions de pes durant el procés d'hibernació, podem dir que les tortugues mentre hibernen presenten dos tipus de variacions de pes. En una d'aquestes variacions (que hem anomenat variacions amb recuperació) existeix una pèrdua de pes amb una posterior recuperació. La pèrdua es correspon amb períodes eixuts relativament llargs mentre que la recuperació va precedida de períodes humits. Aquesta capacitat de recuperació, que no és total, no es manté constant al llarg de tot el procés, sinó que decreix en valor absolut cap al final de la hibernació (malgrat en termes relatius es manté o augmenta), la qual cosa comporta una pèrdua de pes al llarg de tota la hibernació que s'accelera una mica al final (que nosaltres hem considerat com variacions de pes sense recuperació). Aquests resultats són, a més a més, independents de la mida i de l'edat de les tortugues. La interpretació que fem d'aquests canvis només pot ser a nivell d'hipòtesi, però creiem que les recuperacions estarien relacionades amb l'absorció d'aigua a través de la pell de la tortuga, de manera similar a com s'ha demostrat que passa en alguns artròpodes i amfibis.

Pel que fa a les variacions de pes sense recuperació, és a dir, a la pèrdua global de pes al llarg de tot el procés d'hibernació, l'associem a un major consum de reserves (principalment greixos) per a l'obtenció d'aigua metabòlica. Això també explicaria tant el major pendent de la corba de pes cap al final com el major recorregut de pèrdua/recuperació en aquest indret de la corba; ja que un major consum de reserves lipídiques comporta un menor gruix de la capa de greix subcutani i, consegüentment, una major permeabilitat hídrica de la pell en ambdós sentits (de sortida i d'entrada).

El model de línia de tendència hipotètica presentat en aquest treball creiem que resulta un model vàlid per ajudar a interpretar les variacions de pes trobades durant la hibernació, i pot resultar un bon punt de partida per a futures investigacions en aquest camp.

Per acabar, vull insistir en que gràcies a que he pogut utilitzar i comparar dades de diversos anys, procedents de treballs de recerca anteriors, aquest treball ha estat possible.

5. Bibliografia

- Avanzi, M. (2002). *Las tortugas terrestres*. Editorial de Vechi.
- Braun-Blanquet, J. (1979). *Fitosociologia*. H. Blume Ediciones. Madrid.
- Castro, G., Lleixà, I., Martí, C., Pedrola, N. (2003). *El Pati de les tortugues*. Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral⁴⁴.
- Cuello, J., Domínguez, A. (1990). *Biología COU. Àmbit*. Editorial Barcanova. Barcelona.
- Gosàlbez, J. i col. (1987). Història Natural dels Països Catalans, vol. XIII: *Amfibis, Rèptils i Mamífers*. enciclopèdia Catalana, Barcelona.
- Hailey, A. (2000). *Assessing Body mass Condition in the Tortoise Testudo hermanni*. Herpetological Journal, Vol. 10:57-61.
- Herrerias, Laia (2007). *Hibernació i reproducció de Testudo hermanni*. Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral. (Premi CIRIT 2007).
- Hicjman, Jr. C. P., Roberts, L. S., Larson, A., l'Allson, H. i Eisenhour, D. J. (2006). *Principios integrantes de la zología*. Editorial Mc Graw – Hill International.
- Jackson O.F. (1980). *Weight and measurement data on tortoise (Testudo graeca y hermanni) and their relationship to health*. J. Small Animal Practice 21, 409.
- Lozano, Marta (2007). Autosuficiència alimentària de la tortuga mediterrània. Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral. (Premi CIRIT 2007).
- Margalef, R. (1977) *Ecologia*. Editorial Omega. Barcelona.
- Martínez, Brais (2004). *Les tortugues al pati de l'escola*. Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral.
- Merchán, M., Martínez-Silvestre, A. (1999). *Tortugas de España*. Editorial Antiquaria, S.A.
- Pursall, B. (2002). *Tortugas terrestres mediterráneas*. Editorial Hispano-Europea, S.A.
- Randall, D., Burggren, W. i French, K. (1998). *Fisiología Animal*. Editorial Mc Graw – Hill International.
- Rubio, G. (2006). *Tortugas terrestres en cautividad*. Editorial Egartorre.
- Schmidt-Nielsen, K. (1976) *Fisiología animal (adaptación y medio ambiente)*. Ediciones Omega. Barcelona.
- Sagués, Gerard (2005). *Microclimes al pati de les tortugues*. Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral. (Premi Baldiri- Reixac 2005).
- Soler, J., Martínez, A. (2005). *La tortuga mediterrània a Catalunya*. Editorial Natura.
- Vendrell, Alba (2006). *Etologia i reproducció de la tortuga mediterrània*. Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral.

⁴⁴ Tots els treballs de recerca aquí citats estan disponibles al centre per a la seva consulta.

Annex 1

Taula de dades ambientals i registre de pesos del període que va de novembre de 2005 a gener de 2008

En aquesta taula es presenten totes les dades disponibles dels pesos de les 4 tortugues mediterrànies, juntament amb les dades ambientals de temperatura i humitat relativa de l'aire disponibles. Inicialment no es tenien dades meteorològiques de l'escola (per això es presenten les d'altres estacions properes). A partir d'octubre de 2006 les dades de les columnes de l'escola corresponen a les de l'estació meteorològica Davis Vantage Pro2 (les anteriors corresponen a les dades agafades amb els *datalogger* Escort). S'indiquen els períodes d'hibernació i s'assenyalen els dies de pluja (independentment de la quantitat de precipitació). Les dades anteriors a les de les estacions meteorològiques homologades, ja incorporen la correcció a partir del resultat del calibratge realitzats als higròtermòmetres Escort utilitzats (Laia Herrerias, 2007).

Cal dir que no tenim totes les dades meteorològiques de Sant Feliu de Llobregat ja que a la web de Darrera, per causes que desconeixem, no hi apareixen totes.

Data	T (°C) Escola	HR (%) Escola	T (°C) Sant Feliu	HR (%) Sant Feliu	T (°C) Viladecans	HR (%) Viladecans	♂ 7496	♀ 6218	♀ 7495	♀ 7492	
04/11/2005			17,9	71	17,4	78,6	308	700	1410	770	inici Hibem.
5/11/2005			14,3	62	13,7	72,0					
06/11/2005			13,5	60	12,6	71,8					
07/11/2005			14,4	63	13,0	77,5					
08/11/2005			15,1	69	14,7	81,6					
09/11/2005			13,5	85	13,3	90,5					
10/11/2005			16,1	63	15,7	71,2					
11/11/2005			13,4	75	13,7	77,4	310	701	1419	773	
12/11/2005			14,2	83	13,9	89,0					
13/11/2005			14,7	85	14,5	92,0					
14/11/2005			15,6	79	14,9	87,9	309	699	1408	770	
15/11/2005			14,0	82	14,0	88,5	307	700	1409	769	
16/11/2005			13,1	75	12,7	83,1					
17/11/2005			13,2	71	12,3	81,8					
18/11/2005			12,5	79	11,8	87,7	311	699	1408	768	
19/11/2005			10,4	79	10,9	80,0					
20/11/2005			11,6	75	11,8	80,4					
21/11/2005			11,7	78	12,0	83,6					

22/11/2005			11,0	70	10,6	76,8				
23/11/2005			8,9	65	8,6	71,7				
24/11/2005			7,8	62	6,9	71,9	307	698	1412	770
25/11/2005			10,1	58	9,7	67,2				
26/11/2005	9,5	53,8	8,8	53,0	8,0	61,4	308	698	1413	769
27/11/2005	8,6	54,5	8,4	57,0	7,3	65,8				
28/11/2005	9,1	63,2	7,4	65,0	7,2	72,5				
29/11/2005	9,7	60,1	8,2	64,0	7,8	69,1				
30/11/2005	8,4	56,6	7,1	57,0	6,2	66,1				
01/12/2005	9,5	66,0	8,5	70,0	8,2	78,9	305	697	1409	767
02/12/2005	11,9	77,0	11,8	78,0	11,7	84,1				
03/12/2005	11,7	60,3	11,1	63,0	11,0	65,4				
04/12/2005	12,5	58,6	11,2	64,0	11,3	74,2				
05/12/2005	12,5	59,2	12,4	60,0	11,8	66,1				
06/12/2005	10,0	55,7	10,1	57,0	9,1	66,7				
07/12/2005	8,9	54,8	7,9	60,0	7,8	66,4	303	695	1406	766
08/12/2005	8,1	63,2	8	68	7,6	76,8				
09/12/2005	7,8	61,5	8,2	62	8,1	68,3				
10/12/2005	7,8	54,4	7,4	56	6,9	64,2				
11/12/2005	5,8	62,9	5,3	67	5,3	71,2				
12/12/2005	6,1	59,2	5,2	65	5,2	70,9				
13/12/2005	7,0	55,7	6,5	59	6,4	64,1				
14/12/2005	5,5	58,4	5,4	63	5,0	69,4				
15/12/2005	5,0	60,6	4,8	65	4,8	67,4				
16/12/2005	5,5	58,2	5,4	63	5,7	67,0	301	687	1385	755
17/12/2005	8,7	63,6	9,2	67	8,9	75,3				
18/12/2005	8,6	63,1	8,5	66	8,2	77,5				
19/12/2005	7,6	65,4	7	71	6,8	83,9				
20/12/2005	6,5	62,5	6,4	67	6,0	76,2				
21/12/2005	6,3	60,7	6,2	65	5,4	77,7	303	693	1401	764
22/12/2005	6,1	62,8	6,3	66	5,3	78,9				
23/12/2005	6,3	62,5	6,5	66	5,6	77,6				
24/12/2005	6,3	71,7	5,7	74	6,5	83,1				
25/12/2005	5,3	64,3	5	68	4,6	75,5				
26/12/2005	5,2	65,9	4,8	69	4,8	79,7				
27/12/2005	5,9	65,3	5,6	67	6,5	75,0				
28/12/2005	4,1	54,0	4,6	54	4,1	63,6				
29/12/2005	3,8	58,0	3,6	62	3,3	68,4	303	691	1397	762
30/12/2005	6,5	70,9	6,1	65,0	6,0	74,6				
31/12/2005	9,3	77,1	9,2	72,0	9,1	77,8				
01/01/2006	9,7	67,8	10,9	58,0	11,2	59,1				
02/01/2006	8,8	63,3	9,7	55,0	9,9	57,2				
03/01/2006	8,4	56,4	9,2	48,0	9,1	53,6				
04/01/2006	6,6	66,4	6,0	62,0	5,6	71,8				
05/01/2006	6,1	85,0	5,2	83,0	5,7	89,3	300	687	1390	760
06/01/2006	6,9	85,0	6,3	83	6,7	86,3				
07/01/2006	10,4	91,6	10,9	87	11,0	90,7				
08/01/2006	10,8	88,8	11,6	81	11,4	86,1				
09/01/2006	9,3	85,1	9,5	79	9,3	86,1	298	683	1386	757
10/01/2006	9,7	89,8	9,9	84	9,8	86,1				
11/01/2006	8,8	82,6	9,2	76	8,7	80,7				
12/01/2006	7,2	81,1	7,5	75	6,9	82,6				
13/01/2006	7,3	80,1	7,7	73	7,6	80,0				
14/01/2006	7,2	77,5	7,4	70	6,7	80,4				

15/01/2006	6,4	87,1	5,9	82	5,9	90,6				
16/01/2006	8,8	93,5	8,4	90	8,4	95,3				
17/01/2006	9,5	85,1	10,1	77	9,7	87,8				
18/01/2006	10,2	79,7	9,8	75	9,7	81,9				
19/01/2006	10,2	82,2	10,9	74	10,3	82,0				
20/01/2006	9,7	83,7	10,1	78	9,4	85,6				
21/01/2006	10,1	80,1	10,9	71	10,2	80,6				
22/01/2006	8,9	80,2	9,2	74	8,4	79,3				
23/01/2006	8,1	76,0	8,7	68	7,0	80,4				
24/01/2006	7,3	76,1	7,3	72	7,3	77,7				
25/01/2006	7,2	75,5	6	74	6,0	78,8	296	682	1383	756
26/01/2006	6,3	70,0	5,5	67	5,7	73,2				
27/01/2006	5,2	82,8	4,1	84	3,9	87,4	297	683	1385	757
28/01/2006	2,4	94,0	2,1	90	2,8	89,5				
29/01/2006	4,8	92,4	4,9	85	5,6	88,8				
30/01/2006	9,5	85,5	6,3	86	10,3	82,3	300	685	1388	759
31/01/2006	11,2	74,3	8	70	12,7	68,6				
01/02/2006	9,6	75,6	10	68	9,5	79,8				
02/02/2006	9,8	74,1	9,8	68	8,4	81,4				
03/02/2006	9,0	78,7	9,1	75	8,8	83,1	294	681	1383	756
04/02/2006	7,6	80,4	7,6	74	7,4	80,1				
05/02/2006	6,1	74,4	6,5	66	6,2	73,2				
06/02/2006	6,5	68,0	6,8	60	6,3	69,1				
07/02/2006	7,6	68,3	8	61	6,9	74,1				
08/02/2006	8,2	71,1	8,2	67	7,7	78,0				
09/02/2006	8,3	79,4	8,2	73	8,0	80,7	299	686	1386	760
10/02/2006	8,9	79,4	8,8	73	8,3	80,7				
11/02/2006	7,8	80,9	7,2	77	7,5	81,6				
12/02/2006	9,0	77,5	8,9	72	9,0	78,1				
13/02/2006	9,2	75,7	9,3	71	9,0	78,2				
14/02/2006	10,4	80,3	10,3	75	10,3	83,5				
15/02/2006	10,5	81,7	11,1	76	9,8	88,7				
16/02/2006	13,7	66,1	15,5	56	14,0	71,2				
17/02/2006	13,2	51,7	15,1	40	13,8	55,6	294	679	1379	755
18/02/2006	12,8	55,0	12,6	53	12,2	65,7				
19/02/2006	12,3	58,9	12,8	48	12,4	65,0				
20/02/2006	10,7	51,9	11,5	44	10,6	57,6				
21/02/2006	8,7	70,2	8,4	65	8,4	75,0				
22/02/2006	8,3	77,1	8,9	71	7,9	80,1				
23/02/2006	8,4	73,9	8,1	71	7,7	78,5				
24/02/2006	7,7	73,6	7	72	6,6	78,8	289	674	1376	752
25/02/2006	7,4	66,5	6,7	66	7,0	70,4				
26/02/2006	7,7	81,8	7,5	77	8,2	82,7				
27/02/2006	9,7	73,6	10,4	66	10,2	72,4				
28/02/2006	6,8	63,8	7	56	6,4	64,7				
01/03/2006	7,6	69,0	7,8	64	7,4	71,8				
02/03/2006	9,3	61,2	10	54	9,2	69,1				
03/03/2006	11,9	53,1	13,7	43	11,9	57,5	280	670	1369	750
04/03/2006			15,1	52	13,5	69,4				
05/03/2006			10,6	60	9,9	67,0				
06/03/2006			9,4	39	10,1	51,0				
07/03/2006			9,2	66	9,3	72,9				
08/03/2006			12,6	69	11,6	80,4				
09/03/2006			16,1	59	13,3	77,6				

10/03/2006			14,1	45	13,2	55,0	286	668	1362	748	
11/03/2006			13,7	54	12,8	67,8					
12/03/2006			11	72	10,8	79,5					
13/03/2006			9,7	72	9,4	77,4					
14/03/2006			12,1	72	11,2	82,3					
15/03/2006			12,1	76	10,8	87,1					
16/03/2006			11,9	66	10,4	80,5					
17/03/2006			10,2	71	11,1	78,2	290	672	1358	746	
18/03/2006			12,7	79	12,5	86,1					
19/03/2006			13	82	12,6	88,6					
20/03/2006			13,8	81	13,1	89,7					
21/03/2006			13,2	84	12,5	91,3					
22/03/2006			13,2	70	12,3	81,9					
23/03/2006			14,6	60	13,4	75,4	296	674	1361	752	despertem
24/03/2006			18,9	47	15,8	73,6	302	704	1433	745	
25/03/2006			15,9	68	14,0	85,4					
26/03/2006			16,1	72	14,1	86,2					
27/03/2006			15,5	75	14,1	87,9					
28/03/2006			17,9	42	16,0	60,5					
29/03/2006			13,3	65	12,4	79,6					
30/03/2006			17,2	58	15,4	73,1					
31/03/2006			16,8	60	15,2	76,2	328	760	1468	769	
01/04/2006			16,1	69							
02/04/2006			17,5	64							
03/04/2006			15,1	69							
04/04/2006			14,5	73							
05/04/2006			15,4	67							
06/04/2006			13,5	76							
07/04/2006			14	74							
08/04/2006			14,2	78							
09/04/2006			15,4	77							
10/04/2006			14,4	74			385	750	1509	799	
11/04/2006			12,5	43							
12/04/2006			12,8	64							
13/04/2006			13,8	66							
14/04/2006			15,4	61							
15/04/2006			16,3	67							
16/04/2006			16,4	70							
17/04/2006			15,6	64							
18/04/2006			15,2	65			372	783	1485	784	
19/04/2006			15,2	67							
20/04/2006			15,4	72							
21/04/2006			15,2	79			380	774	1498	775	
22/04/2006			16,8	69							
23/04/2006			16,8	50							
24/04/2006			17,4	49							
25/04/2006			18,3	43							
26/04/2006			20,1	44							
27/04/2006			17,8	62							
28/04/2006			17,4	69							
29/04/2006			16,6	56							
30/04/2006			15,2	64							
01/05/2006			17,7	69							
02/05/2006			16,8	73			426	834	1542	853	

03/05/2006			17,8	49					
04/05/2006			18,8	49					
05/05/2006			19,6	56			419	818	1484
06/05/2006			19,1	54					
07/05/2006			17,7	69					
08/05/2006			17,8	75					
09/05/2006			16,1	64					
10/05/2006			17,0	73					
11/05/2006			16,9	72					
12/05/2006			18,2	72			421	792	1442
13/05/2006			18,2	72					
14/05/2006			19,3	62					
15/05/2006			20,3	53					
16/05/2006			21,3	55					
17/05/2006			21,4	67					
18/05/2006			21,4	70					
19/05/2006			20,0	73			421	773	1406
20/05/2006			20,7	66					
21/05/2006			20,6	65					
22/05/2006			23,1	57					
23/05/2006			19,5	57					
24/05/2006			18,1	54					
25/05/2006			18,0	63					
26/05/2006			20,0	65			424	801	1412
27/05/2006			23,9	47					
28/05/2006			25,3	37					
29/05/2006			22,6	53					
30/05/2006			20,0	62					
31/05/2006			16,3	66					
01/06/2006			17,4	58					
02/06/2006			18,7	56					
03/06/2006			19,2	58					
04/06/2006			20,7	55					
05/06/2006			20,1	65					
06/06/2006			20,4	56					
07/06/2006			20,0	57					
08/06/2006			19,7	67					
09/06/2006			20,0	72			439	823	1359
10/06/2006			21,5	63					
11/06/2006			21,9	52					
12/06/2006			21,6	55					
13/06/2006			20,9	59					
14/06/2006			21,0	61					
15/06/2006			22,1	56					
16/06/2006			24,3	67			441	808	1409
17/06/2007			23,9	68					
18/06/2006			23,6	70					
19/06/2006			22,0	71			422	866	1482
20/06/2006									
21/06/2006									
22/06/2006							398	833	1464
23/06/2006									
24/06/2006									

25/06/2006									
26/06/2006									
27/06/2006									
28/06/2006									
29/06/2006									
30/06/2006									
01/07/2006			27.6	49					
02/07/2006			27.5	44					
03/07/2006			25.6	60		436	847	1482	800
04/07/2006			26.0	68					
05/07/2006			25.8	70					
06/07/2006			25.3	61					
07/07/2006			24.7	58					
08/07/2006			25.6	68					
09/07/2006			26.7	60					
10/07/2006			28.0	48					
11/07/2006			27.7	50					
12/07/2006			28.8	45					
13/07/2006			27.9	50					
14/07/2006			27.0	54					
15/07/2006			27.0	56					
16/07/2006			26.9	56					
17/07/2006			27.7	57		413	856	1400	810
18/07/2006			26.8	61					
19/07/2006			27.7	66					
20/07/2006			28.0	60					
21/07/2006			28.2	50					
22/07/2006			27.4	61					
23/07/2006			28.8	58					
24/07/2006			29.4	55					
25/07/2006			28.5	57					
26/07/2006			29.2	45					
27/07/2006			27.9	54					
28/07/2006			27.1	57					
29/07/2006			27.6	53					
30/07/2006			28.0	61					
31/07/2006			27.7	60					
01/08/2006			28.0	67					
02/08/2006			27.4	56					
03/08/2006			26.7	61					
04/08/2006			24.9	50					
05/08/2006			25.5	65					
06/08/2006			25.0	66					
07/08/2006			25.4	58					
08/08/2006			24.3	65		407	775	1393	814
09/08/2006			24.5	58					
10/08/2006			25.3	65					
11/08/2006			24.6	63					
12/08/2006			22.6	65					
13/08/2006			21.9	62					
14/08/2006			21.3	66		384	778	1324	783
15/08/2006			21.1	78					
16/08/2006			22.0	75					
17/08/2006			23.9	63					

18/08/2006			22.9	55			385	758	1332	769
19/08/2006			24.2	56						
20/08/2006			24.0	55						
21/08/2006			24.2	61						
22/08/2006			24.0	72						
23/08/2006			24.5	68			411	769	1388	754
24/08/2006			24.0	71						
25/08/2006			23.9	64						
26/08/2006			23.3	61						
27/08/2006			23.7	64						
28/08/2006			23.7	69						
29/08/2006			23.8	69						
30/08/2006			23.0	63						
31/08/2006			23.8	61			381	755	1413	775
01/09/2006			24.3	70						
02/09/2006			23.5	78						
03/09/2006			24.9	64						
04/09/2006			26.4	53						
05/09/2006			25.5	67						
06/09/2006			25.5	73						
07/09/2006			26.0	64			408	763	1450	790
08/09/2006			25.2	70						
09/09/2006			24.7	71						
10/09/2006			24.1	73						
11/09/2006			23.7	73						
12/09/2006			22.9	77						
13/09/2006			22.0	83						
14/09/2006			19.8	84			388	751	1447	780
15/09/2006	20.8	59	20.3	64						
16/09/2006	18.3	66	19.3	61						
17/09/2006	19.9	66	21.5	60						
18/09/2006	20.9	77	22.1	69						
19/09/2006	21.0	81	21.9	76						
20/09/2006	20.9	80	23.3	70						
21/09/2006	19.1	89	21.7	76						
22/09/2006			24.4	79			398	784	1441	771
23/09/2006			21.5	88						
24/09/2006			21.1	80						
25/09/2006			21.4	59						
26/09/2006			20.4	58						
27/09/2006			20.0	70						
28/09/2006			20.5	75						
29/09/2006			21.7	78						
30/09/2006			22.2	81						
01/10/2006			24.1	70						
02/10/2006			22.0	74						
03/10/2006			23.4	56						
04/10/2006			19.5	54						
05/10/2006	19.6	65	18.2	68						
06/10/2006	18.0	74	19.2	66			409	776	1450	797
07/10/2006	19.9	65	20.1	60						
08/10/2006	19.4	81	20.4	75						
09/10/2006	20.2	87	21.2	81						

10/10/2006	20.4	84	21.3	78						
11/10/2006	20.1	87	20.9	83						
12/10/2006	15.4	88	16.3	84						
13/10/2006	17.9	78	18.4	75						
14/10/2006	17.9	75	18.3	73						
15/10/2006	17.3	80	18.1	76						
16/10/2006	17.4	81	18.1	76						
17/10/2006	17.2	85	18.8	78						
18/10/2006	18.8	90	19.4	84						
19/10/2006	19.0	81	19.2	79						
20/10/2006	19.2	67	19.5	65			374	804	1436	770
21/10/2006	18.5	75	19.0	73						
22/10/2006	19.1	71	19.1	72						
23/10/2006	21.0	78	21.1	75						
24/10/2006	20.3	66	21.2	61						
25/10/2006	18.5	81	19.3	73						
26/10/2006	20.6	87	21.5	82						
27/10/2006	19.5	88	20.2	84			386	796	1431	792
28/10/2006	18.7	87	19.4	83						
29/10/2006	21.6	65	21.2	67						
30/10/2006	20.1	75	18.3	77						
01/11/2006	17.8	83	18.5	77						
02/11/2006	15.7	67	16.7	61						
03/11/2006	12.9	52	13.5	47			370	768	1349	781
04/11/2006	13.4	65	13.9	61						
05/11/2006	14.1	75	14.6	70						
06/11/2006	13.8	72	13.8	69						
07/11/2006	13.7	82	14.1	74						
08/11/2006	14.0	84	17.7	77						
09/11/2006	15.7	94	16.9	78						
10/11/2006	16.5	80	17.1	74			370	756	1370	780
11/11/2006	16.3	82	17.3	76						
12/11/2006	15.1	78	15.9	72						
13/11/2006	13.8	74	14.4	70						
14/11/2006	14.9	68	14.9	67						
15/11/2006	14.5	82	14.6	75						
16/11/2006	15.6	88	17.0	82						
17/11/2006	14.8	79	15.3	75			362	737	1333	771
18/11/2006	14.5	61	14.1	61						
19/11/2006	15.8	63	15.1	64						
20/11/2006	14.1	77	14.2	75						
21/11/2006	14.6	68	14.8	66						
22/11/2006	15.1	73	15.8	66						
23/11/2006	16.6	67	16.8	64						
24/11/2006	16.3	74	15.7	73			361	739	1356	770
25/11/2006	17.3	88	18.1	83						
26/11/2006	15.2	79	16.0	75						
27/11/2006	14.9	69	15.0	67						
28/11/2006	12.9	71	12.7	68						
29/11/2006	13.3	71	13.8	67						
30/11/2006	11.2	76	11.3	73						
01/12/2006	11.9	79	11.4	76			367	740	1312	767
02/12/2006	13.2	91	13.5	86						

03/12/2006	13,8	76	14.4	71						
04/12/2006	15,1	68	15.7	65						
05/12/2006	15,8	79	15.6	76			375	742	1297	769
06/12/2006	12,3	85	12.7	83						
07/12/2006	10,4	71	10.9	65						
08/12/2006	11,8	71	11.8	67						
09/12/2006	10,3	61	10.8	55						
10/12/2006	8,5	73	9.1	67						
11/12/2006	7,2	76	7.6	72			371	740	1292	769
12/12/2006	7,5	66	7.5	62						
13/12/2006	9	70	9.6	64						
14/12/2006	8,9	66	9.3	61						
15/12/2006	11	79	10.7	76			371	737	1290	760
16/12/2006	12,8	83	13.1	78						
17/12/2006	10,6	72	10.9	68						
18/12/2006	7,4	77	8.1	70						
19/12/2006	6,8	71	6.8	67						
20/12/2006	6,4	70	6.9	64						
21/12/2006	6,2	65	6.6	59			371	737	1291	767
22/12/2006	6,6	72	4.4	68						
23/12/2006	10,9	55								
24/12/2006	10,4	45								
25/12/2006	8,9	52								
26/12/2006	8,6	64								
27/12/2006	8	72					370	737	1291	766
28/12/2006	8,4	76								
29/12/2006	8,9	65								
30/12/2006	9,2	67								
31/12/2006	10,6	73								
01/01/2007	12,1	73	10.4	76						
02/01/2007	11,1	63	10.6	64						
03/01/2007	9,8	66	9.6	62						
04/01/2007	10,2	64	10.0	62						
05/01/2007	9,9	71	10.1	67			368	736	1286	764
06/01/2007	9,2	77	9.1	72						
07/01/2007	10,4	71	9.7	72						
08/01/2007	10,9	69	10.5	67						
09/01/2007	11,8	72	11.6	69						
10/01/2007	11,4	83	11.5	79						
11/01/2007	11,2	73	11.6	67						
12/01/2007	103	72	10.4	68			367	731	1282	761
13/01/2007	13,2	70	12.6	68						
14/01/2007	11,4	81	11.2	75						
15/01/2007	9,9	82	10.0	77						
16/01/2007	11,2	86	11.6	81						
17/01/2007	10,1	77	10.9	70						
18/01/2007	11,4	72	11.9	67						
19/01/2007	15,1	67	15.6	61						
20/01/2007	14,9	71	14.9	69						
21/01/2007	12,5	78	11.7	78						
22/01/2007	11,5	87	11.8	82			364	728	1274	757
23/01/2007	8,2	63	8.9	54			366	732	1282	761
24/01/2007	6,4	44	7,1	37			366	731	1282	760

inici Hibem.

25/01/2007	5	68	5.5	62						
26/01/2007	4,9	63	5.2	58			367	731	1280	760
27/01/2007	4,1	56	4.4	50						
28/01/2007	6,2	49	6.0	45						
29/01/2007	8,5	50	8.2	46						
30/01/2007	7,8	71	8.0	61						
31/01/2007	10,4	74	11.4	66						
01/02/2007	9,3	74	10.3	66			364	728	1278	759
02/02/2007	8,8	73	9.2	67			364	729	1279	759
03/02/2007	8,1	82	8.6	75						
04/02/2007	8,3	83	8.8	76						
05/02/2007	10,9	76	11.5	71						
06/02/2007	9,8	74	10.5	69						
07/02/2007	11,2	62	10.9	59						
08/02/2007	12,2	68	11.8	67						
09/02/2007	11,3	77	11.8	73			362	727	1275	756
10/02/2007	13,4	51	13.3	48						
11/02/2007	14,8	57	14.4	57						
12/02/2007	17,1	50	16.9	49						
13/02/2007	12,8	51	13.5	45						
14/02/2007	14,3	56	14.3	53						
15/02/2007	13,9	41	14.3	36						
16/02/2007	11,1	47	11.5	46			357	719	1259	748
17/02/2007	11,5	92	11.9	80			360	723	1269	754
18/02/2007	10,7	78	11.1	75			360	722	1270	753
19/02/2007	11,2	75	11.6	72						
20/02/2007	11,0	82	11.3	78						
21/02/2007	11,7	88	12.3	82						
22/02/2007	11,9	71	11.8	72						
23/02/2007	12,5	69	12.8	65			358	720	1268	751
24/02/2007	14,3	63	14.9	57						
25/02/2007	14,4	58	14.9	52						
26/02/2007	12,4	56	13.2	49						
27/02/2007	11,4	72	11.6	68						
28/02/2007	15,1	66	14.7	66						
01/03/2007	14,8	60	15.4	55						
02/03/2007	17,6	50	18.4	44			357		1281	748
03/03/2007	18,8	53	19.5	47						
04/03/2007	15,7	68	16.2	64						
05/03/2007	13,8	70	14.4	64						
06/03/2007	12,9	68	13.2	64						
07/03/2007	11,5	72	12.3	66						
08/03/2007	12,3	60	13.0	54						
09/03/2007	11,9	53	12.2	49				746	1340	748
10/03/2007	14,2	31	14.3	29						
11/03/2007	12,0	41	11.9	40						
12/03/2007	11,6	51	12.1	47						
13/03/2007	11,9	53	12.1	50						
14/03/2007	14,5	44	14.4	42						
15/03/2007	13,9	56	14.0	53						
16/03/2007	12,9	71	13.5	65						
17/03/2007	14,1	66	14.5	61						
18/03/2007	13,2	60	13.7	55						

despertar

19/03/2007	11.8	54	12.7	48						
20/03/2007	7.4	45	8.5	37						
21/03/2007	8.5	41	9.5	33						
22/03/2007	9.1	34	10.0	28						
23/03/2007	9.0	59	9.8	52			359	765	1338	773
24/03/2007	10.1	67	10.8	61						
25/03/2007	9.7	53	10.5	46						
26/03/2007	10.2	70	11.0	63						
27/03/2007	11.1	76	11.9	69						
28/03/2007	11.0	77	11.6	72						
29/03/2007	13.2	61	13.9	54						
30/03/2007	12.3	60	13.0	55			354	764	1326	770
31/03/2007	11.3	82	12.2	76						
01/04/2007	12.4	84	13.0	80						
02/04/2007	13.9	87	14.4	84						
03/04/2007	10.3	91	11.0	87						
04/04/2007	10.7	81	11.5	74						
05/04/2007	9.2	88	10.0	84						
06/04/2007	12.5	80	13.0	76						
07/04/2007	11.7	84	12.2	79						
08/04/2007	13.0	76	13.3	72						
09/04/2007	12.6	81	13.1	77			372	767	1350	793
10/04/2007	13.5	76	14.3	70						
11/04/2007	14.0	74	14.8	68						
12/04/2007	14.0	80	14.8	74			378	769	1357	765
13/04/2007	14.4	90	15.0	87						
14/04/2007	15.7	75	16.1	71						
15/04/2007	16.5	68	16.3	68						
16/04/2007	17.2	63	17.6	60						
17/04/2007	18.9	60	19.4	56						
18/04/2007	18.2	66	19.0	59						
19/04/2007	17.9	63	18.7	55						
20/04/2007	15.6	80	16.2	75			397	791	1374	774
21/04/2007	16.1	80	16.4	77						
22/04/2007	16.9	69	17.3	65						
23/04/2007	18.0	56	18.6	51						
24/04/2007	18.6	54	19.0	50						
25/04/2007	18.1	56	18.7	51						
26/04/2007	17.6	59	18.4	52						
27/04/2007	17.5	65	18.3	59			404	824	1405	797
28/04/2007	17.4	77	18.2	71						
29/04/2007	16.3	83	17.0	79						
30/04/2007	17.0	72	17.6	67						
01/05/2007	14.6	81	15.7	73						
02/05/2007	13.9	68	14.8	61						
03/05/2007	13.2	84	14.0	76						
04/05/2007	13.9	79	14.6	74			406	845	1463	795
05/05/2007	16.0	67	16.7	62						
06/05/2007	17.9	58	18.6	53						
07/05/2007	18.8	50	19.3	44						
08/05/2007	18.6	65	19.3	60						
09/05/2007	18.1	78	18.9	73						
10/05/2007	19.5	70	20.2	64						

11/05/2007	19.6	65	20.2	60			433	870	1450	835
12/05/2007	19.2	64	20.0	57						
13/05/2007	19.4	67	20.1	67						
14/05/2007	18.7	64	19.6	59						
15/05/2007	15.9	66	16.9	59						
16/05/2007	17.5	65	18.6	57						
17/05/2007	19.4	60	20.5	52						
18/05/2007	20.8	69	21.7	62			428	847	1490	797
19/05/2007	19.7	75	20.5	68						
20/05/2007	19.5	70	20.4	64						
21/05/2007	20.3	56	21.2	48						
22/05/2007	21.5	46	22.5	39						
23/05/2007	21.9	53	22.9	45						
24/05/2007	22.7	47	23.2	42			423	836	1497	793
25/05/2007	20.6	66	21.4	59						
26/05/2007	20.1	69	21.3	62						
27/05/2007	18.4	66	19.5	59						
28/05/2007	16.8	45	18.2	36						
29/05/2007	16.1	51	17.3	43						
30/05/2007	17.9	65	19.2	57						
31/05/2007	21.0	60	22.0	54						
01/06/2007	17.8	71	19.1	63			427	841	1500	762
02/06/2007	18.2	58	19.9	46						
03/06/2007	18.7	58	19.8	52						
04/06/2007	20.8	58	21.7	51						
05/06/2007	20.5	61	21.7	53						
06/06/2007	20.3	64	21.3	58						
07/06/2007	21.3	66	22.6	58						
08/06/2007	21.8	64	22.7	59			439	847	1519	744
09/06/2007	23.0	59	23.8	53						
10/06/2007	23.2	55	24.0	48						
11/06/2007	22.0	65	23.2	58						
12/06/2007	22.2	73	23.4	65						
13/06/2007	22.1	74	23.3	66			439	790	1441	689
14/06/2007	22.7	75	23.9	68						
15/06/2007	24.0	51	25.3	42						
16/06/2007	21.5	64	22.8	55						
17/06/2007	22.6	74	23.6	69						
18/06/2007	24.2	62	24.9	57						
19/06/2007	23.9	66	24.7	61						
20/06/2007	22.7	78	23.9	72						
21/06/2007	22.8	67	23.9	61						
22/06/2007	21.5	75	22.9	66						
23/06/2007	20.3	69	21.6	61						
24/06/2007	22.4	63	23.6	55						
25/06/2007	23.2	72	24.1	65						
26/06/2007	20.7	60	21.9	52			426	859	1468	678
27/06/2007	19.5	73	20.6	65						
28/06/2007	20.9	77	22.1	70						
29/06/2007	22.8	76	23.9	69						
30/06/2007	22.6	71	23.8	64			418	803	1413	680
01/07/2007	22.8	64	24.2	46						
02/07/2007	21.2	72	23.2	60						

03/07/2007	24.8	52	23.9	62						
04/07/2007	21.5	62	22.9	69						
05/07/2007	20.3	67	21.3	60						
06/07/2007	21.9	73	23.1	64						
07/07/2007	24.9	47	25.2	42						
08/07/2007	25.5	50	26.0	45						
09/07/2007	23.3	65	24.7	56						
10/07/2007	20.6	54	21.9	45						
11/07/2007	20.0	71	21.8	62			445	808	1451	732
12/07/2007	21.8	71	23.0	63						
13/07/2007	22.5	75	23.8	67						
14/07/2007	22.4	79	23.7	70						
15/07/2007	23.1	62	24.2	54						
16/07/2007	23.9	73	24.9	63			460	821	1451	731
17/07/2007	24.1	77	25.3	70						
18/07/2007	23.6	77	25.0	69						
19/07/2007	23.6	73	24.8	65						
20/07/2007	23.6	74	24.7	67						
21/07/2007	22.8	71	23.9	65						
22/07/2007	22.5	73	23.6	66						
23/07/2007	24.6	73	25.7	65			467	842	1529	705
24/07/2007	23.0	72	24.3	64						
25/07/2007	24.0	72	25.2	64						
26/07/2007	24.6	72	25.9	64						
27/07/2007	25.1	63	26.2	55			472	808	1528	740
28/07/2007	24.8	68	26.1	58						
29/07/2007	25.1	72	26.3	64						
30/07/2007	24.6	72	26.0	63						
31/07/2007	25.2	77	26.3	70						
01/08/2007	24.9	78	26.4	69						
02/08/2007	24.4	76	25.3	69						
03/08/2007	24.4	68	25.6	59						
04/08/2007	24.1	67	25.1	60						
05/08/2007	24.5	77	25.7	69						
06/08/2007	25.4	73	26.5	66						
07/08/2007	22.0	79	23.1	73			407	800	1367	677
08/08/2007	19.5	84	20.6	86			409	794	1444	660
09/08/2007	21.1	68								
10/08/2007	21.8	72	23.1	64						
11/08/2007	22.7	79	23.7	72						
12/08/2007	23.5	84	24.5	78						
13/08/2007	21.6	76	22.7	69						
14/08/2007	23.3	76	24.3	69						
15/08/2007	24.4	83	25.4	78				798	1432	648
16/08/2007	22.7	84	24.0	77						
17/08/2007	22.1	68	23.3	59						
18/08/2007	22.5	80	23.7	73						
19/08/2007	20.6	88	21.6	83						
20/08/2007	20.1	68	21.2	60						
21/08/2007	20.6	65	21.7	57			420	804	1432	676
22/08/2007	17.6	80	18.6	74						
23/08/2007	20.3	72	21.1	66						
24/08/2007	20.5	78	21.4	72						

25/08/2007	25.0	53	25.8	46			404	787	1435	650
26/08/2007	26.6	53	27.3	45						
27/08/2007	26.5	58	26.9	54						
28/08/2007	26.9	54	27.4	49						
29/08/2007	26.5	60	27.3	54						
30/08/2007	23.7	64	25.1	56						
31/08/2007	21.3	63	22.7	54						
01/09/2007	20.8	71	21.8	64						
02/09/2007	21.1	78	22.2	70						
03/09/2007	22.0	80	23.0	73						
04/09/2007	21.6	72	22.6	64			407	825	1440	665
05/09/2007	20.5	63	21.4	55						
06/09/2007	20.5	67	21.4	59						
07/09/2007	21.8	77	22.7	69						
08/09/2007	22.6	74	23.5	66						
09/09/2007	22.5	77	23.5	70						
10/09/2007	21.5	74	22.6	66						
11/09/2007	22.3	74	23.3	67						
12/09/2007	21.9	73	23.1	65						
13/09/2007	21.7	73	22.3	67						
14/09/2007	22.4	71	23.5	64			404	768	1352	708
15/09/2007	22.4	63	23.1	57						
16/09/2007	22.8	67	23.7	60						
17/09/2007	22.4	82	23.5	74						
18/09/2007	21.6	74	22.8	63						
19/09/2007	20.2	64	21.4	56						
20/09/2007	19.8	76	20.9	67						
21/09/2007	21.2	78	22.4	70			409	810	1370	678
22/09/2007	21.1	80	22.0	73						
23/09/2007	21.0	75	21.9	69						
24/09/2007	20.4	76	21.4	69						
25/09/2007	19.6	78	20.5	71						
26/09/2007	18.8	55	20.0	46						
27/09/2007	17.0	41	18.2	33						
28/09/2007	15.2	50	16.2	43			408	765	1450	643
29/09/2007	18.1	74	18.9	65						
30/09/2007	20.7	80	21.4	78						
01/10/2007	20.7	84	22.0	75						
02/10/2007	22.0	80	22.0	75						
03/10/2007	20.8	88	21.8	83						
04/10/2007	20.8	86	21.2	83						
05/10/2007	20.1	80	20.9	75			433	827	1472	658
06/10/2007	19.6	77	20.4	71						
07/10/2007	20.4	75	21.1	69						
08/10/2007	19.2	83	20.4	76						
09/10/2007	18.5	80	19.3	74						
10/10/2007	17.2	74	17.9	69						
11/10/2007	16.6	70	17.2	66						
12/10/2007	16.8	68	17.5	62						
13/10/2007	17.3	70	17.8	65						
14/10/2007	16.9	80	17.5	75						
15/10/2007	16.5	82	14.3	84						
16/10/2007	17.3	84								

17/10/2007	18.0	85								
18/10/2007	18.4	76								
19/10/2007	16.2	77					427	814	1443	632
20/10/2007	15.8	69								
21/10/2007	13.9	64								
22/10/2007	13.4	76								
23/10/2007	15.8	73								
24/10/2007	14.5	79								
25/10/2007	13.2	77								
26/10/2007	13.3	70					424	801	1439	624
27/10/2007	13.8	85								
28/10/2007	14.9	71								
29/10/2007	14.9	72								
30/10/2007	14.6	63								
31/10/2007	13.9	52								
01/11/2007	14.3	61	15.1	53						
02/11/2007	12.8	73	13.4	65			420	797	1429	639
03/11/2007	13.1	77	13.5	70						
04/11/2007	12.9	81	13.4	74						
05/11/2007	13.5	82	14.0	75						
06/11/2007	12.9	73	13.5	64						
07/11/2007	12.9	63	13.0	60						
08/11/2007	12.5	65	12.7	61						
09/11/2007	12.1	65	12.5	58			425	796	1425	634
10/11/2007	11.9	63	12.1	58						
11/11/2007	11.6	61	11.3	57						
12/11/2007	11.1	74	11.5	65						
13/11/2007	12.1	66	12.5	58						
14/11/2007	10.6	69	10.8	64						
15/11/2007	9.4	50	6.8	74						
16/11/2007	7.2	33					421	798	1404	630
17/11/2007	5.7	39								
18/11/2007	7.3	37								
19/11/2007	9.8	42								
20/11/2007	14.2	77								
21/11/2007	16.3	89					414	779	1388	625
22/11/2007	13.3	73								
23/11/2007	12.0	71					406	772	1358	625
24/11/2007	10.4	71								
25/11/2007	8.3	71								
26/11/2007	9.9	64								
27/11/2007	10.1	65								
28/11/2007	9.6	65								
29/11/2007	9.2	65								
30/11/2007	9.9	63								
01/12/2007	10.3	70								
02/12/2007	11.4	68								
03/12/2007	12.9	64								
04/12/2007	12.8	71								
05/12/2007	13.3	67					403	761	1358	623
06/12/2007	12.0	70								
07/12/2007	11.3	71								
08/12/2007	12.3	67								

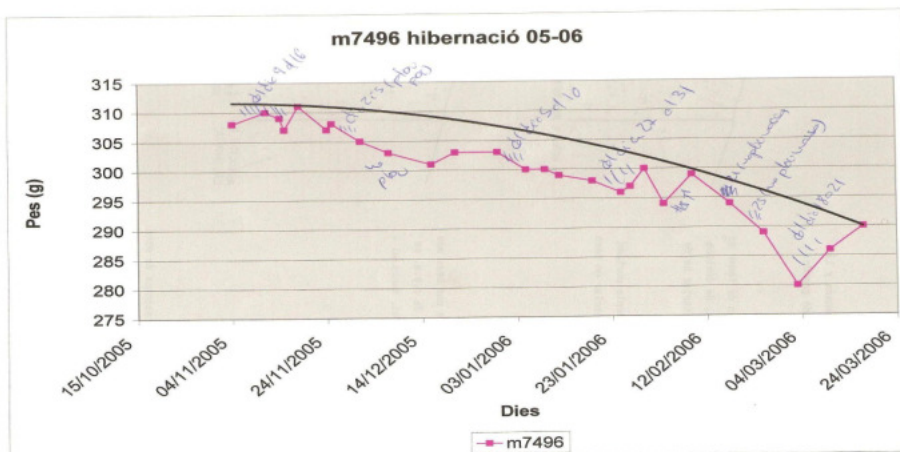
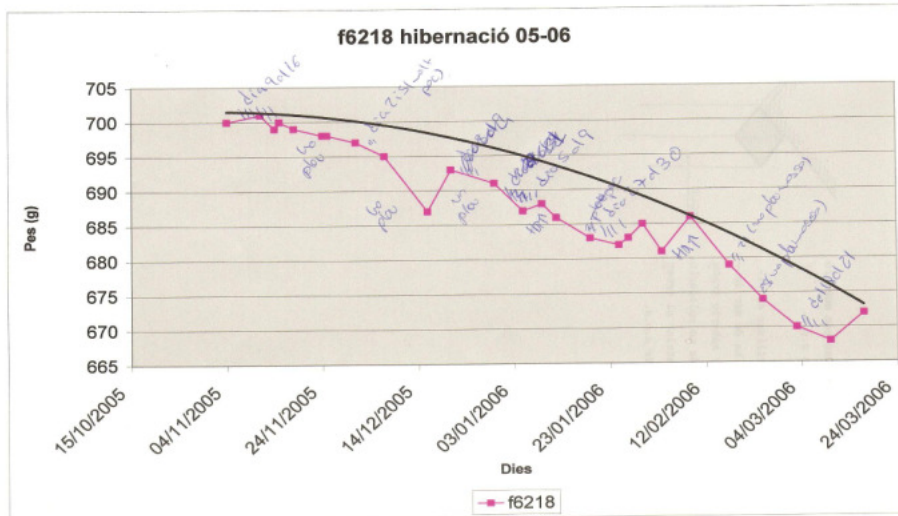
inici Hibem.

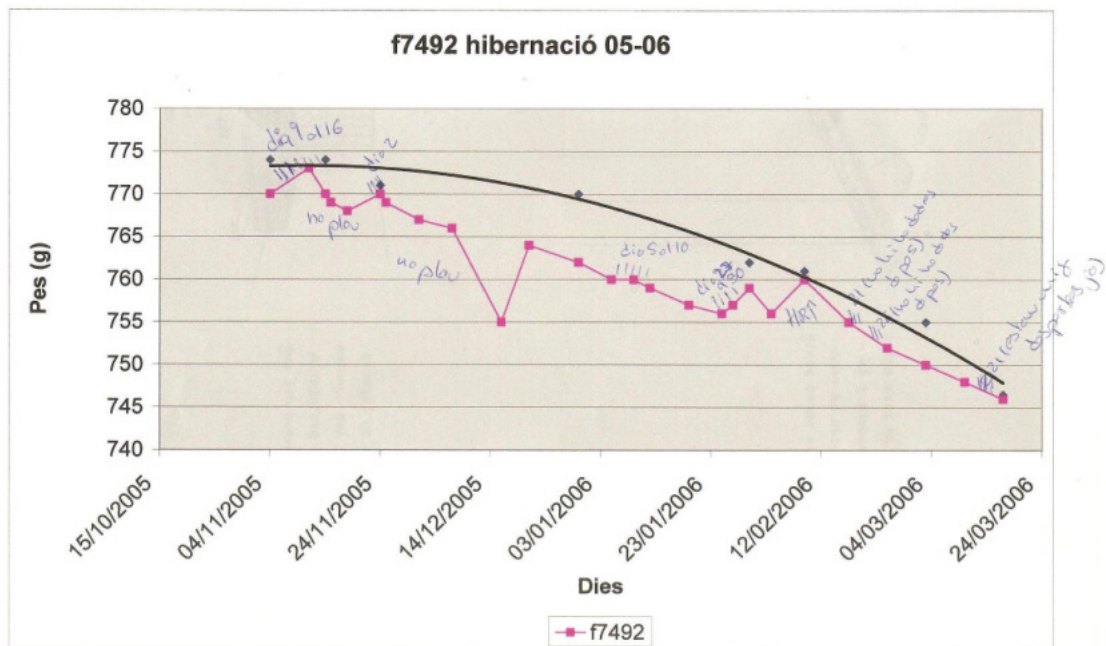
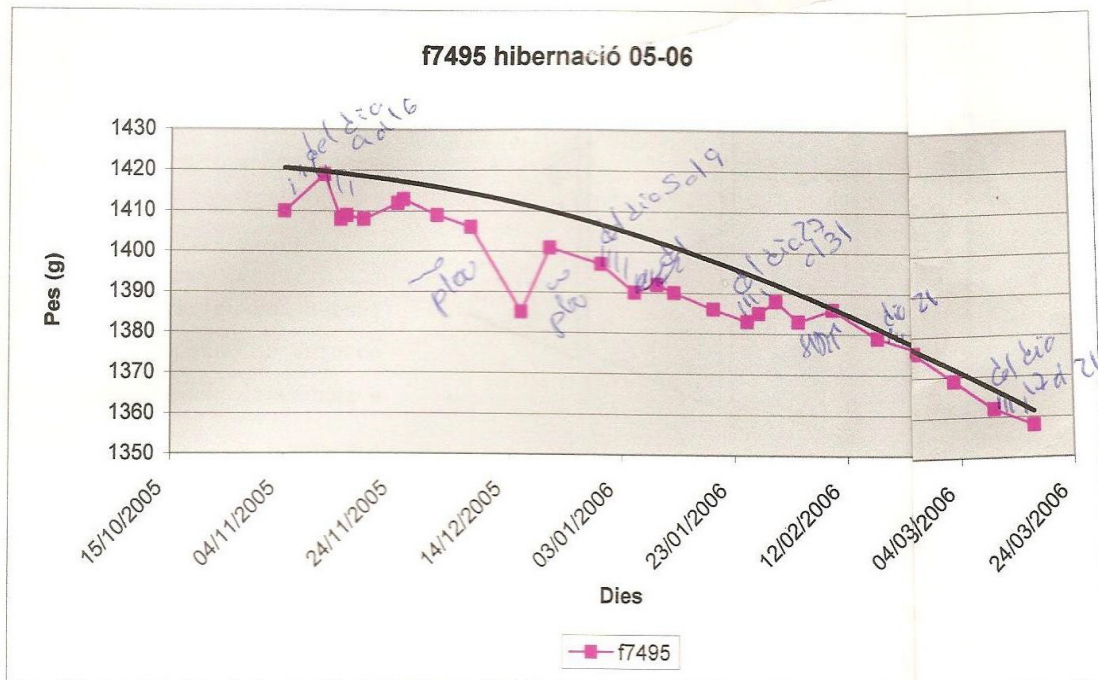
09/12/2007	15.7	50								
10/12/2007	12.0	55					396	753	1342	613
11/12/2007	9.9	46								
12/12/2007	7.9	44								
13/12/2007	5.7	46								
14/12/2007	5.7	47					397	752	1345	614
15/12/2007	5.7	61								
16/12/2007	6.1	64								
17/12/2007	3.8	77					397	754	1349	615
18/12/2007	7.9	79					396	754	1349	614
19/12/2007	7.3	79								
20/12/2007	8.8	79								
21/12/2007	11.6	82					396	752	1348	613
22/12/2007	11.7	84								
23/12/2007	11.9	77								
24/12/2007	7.4	82								
25/12/2007	8.5	72								
26/12/2007	5.6	77								
27/12/2007	7.5	72					395	753	1350	613
28/12/2007	6.6	72								
29/12/2007	6.6	64								
30/12/2007	7.7	65								
31/12/2007	6.6	60								
01/12/2008	6.6	66								
02/12/2008	5.7	75								
03/12/2008	7.3	91								
04/12/2008	9.3	78					393	752	1348	611
05/12/2008	10.1	73								
06/12/2008	13.9	71								
07/12/2008	12.8	76								
08/12/2008	11.8	83								
09/12/2008	12.0	85								
10/12/2008	12.6	93								
11/12/2008	12.9	82								
12/12/2008	9.5	63								
13/12/2008	9.0	71								
14/12/2008	8.6	76								
15/12/2008	9.8	68								
16/12/2008	11.7	60								
17/12/2008	11.3	61								
18/12/2008	13.5	70					387	745	1340	597
19/12/2008	12.9	80								
20/12/2008										
21/12/2008										
22/12/2008										
23/12/2008										
24/12/2008										
25/12/2008										
26/12/2008										
27/12/2008										
28/12/2008										
29/12/2008										
30/12/2008										

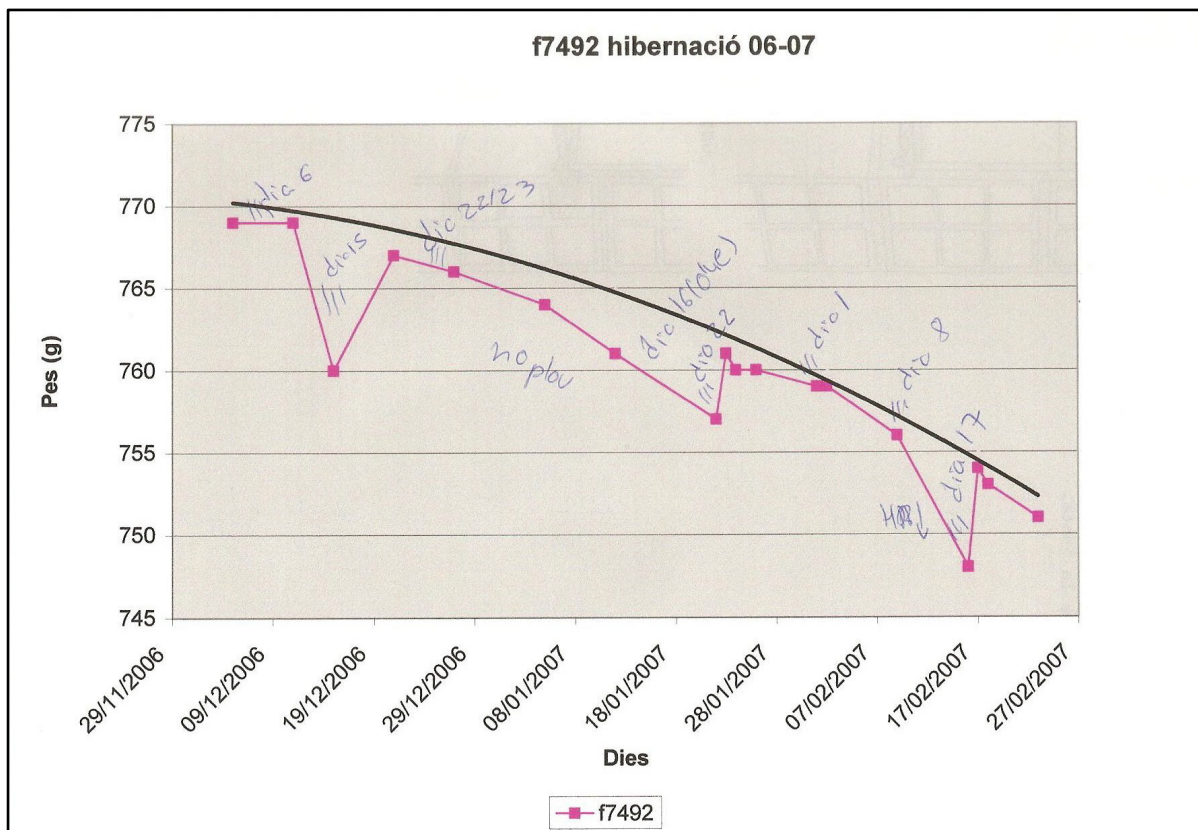
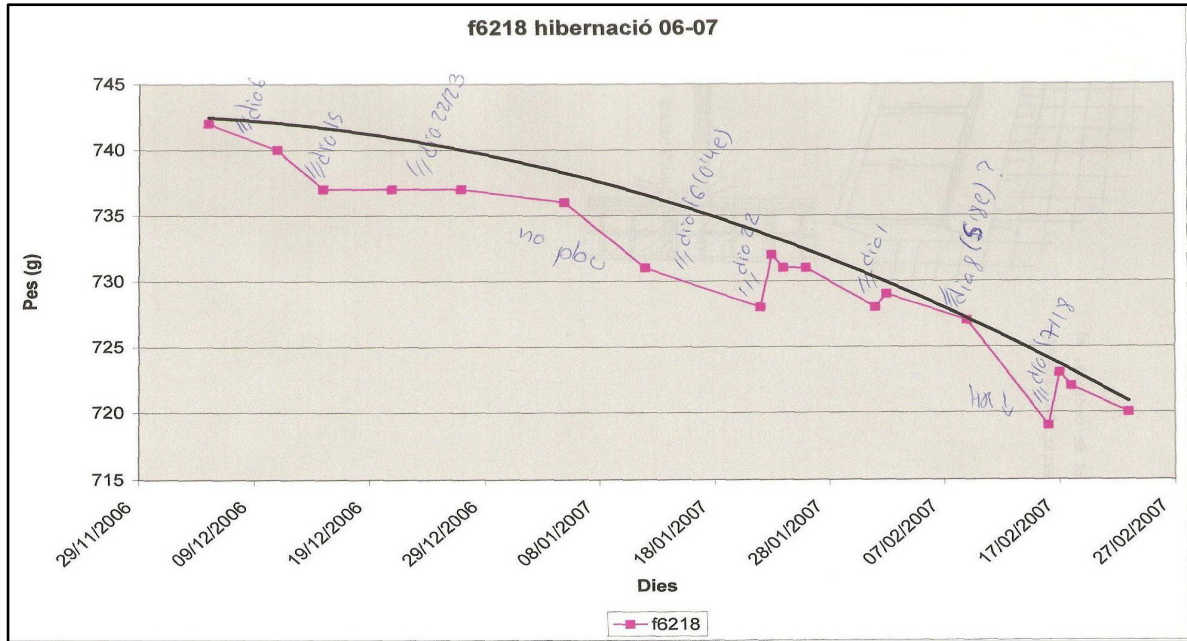
Annex 2

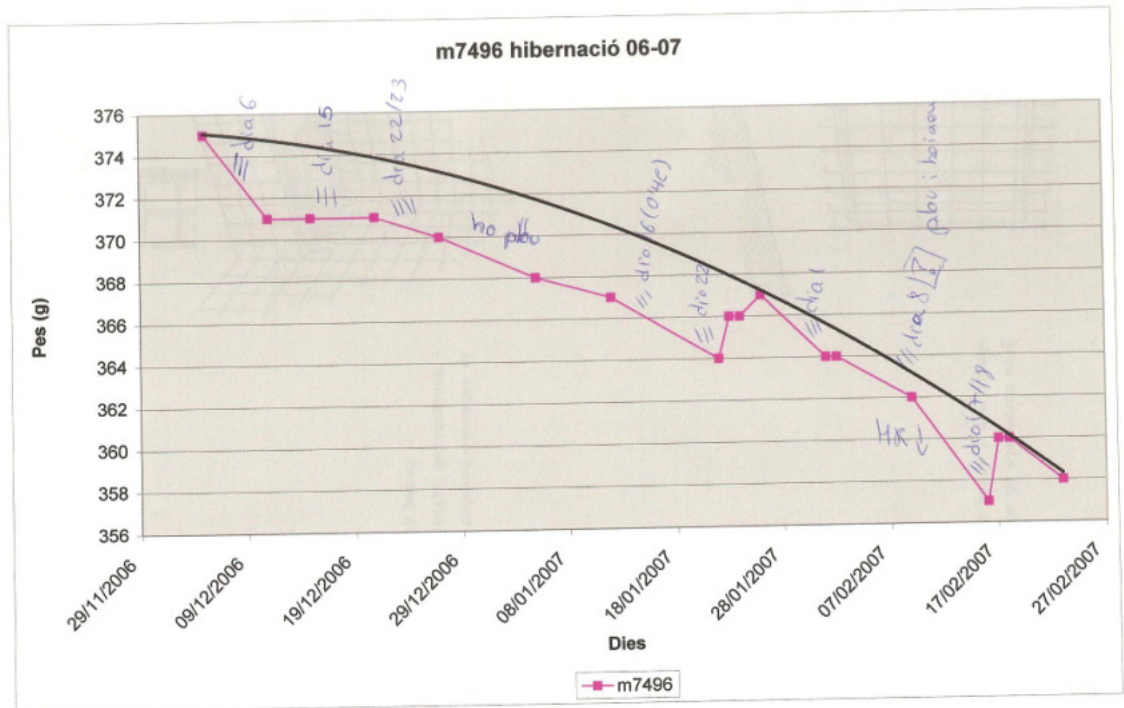
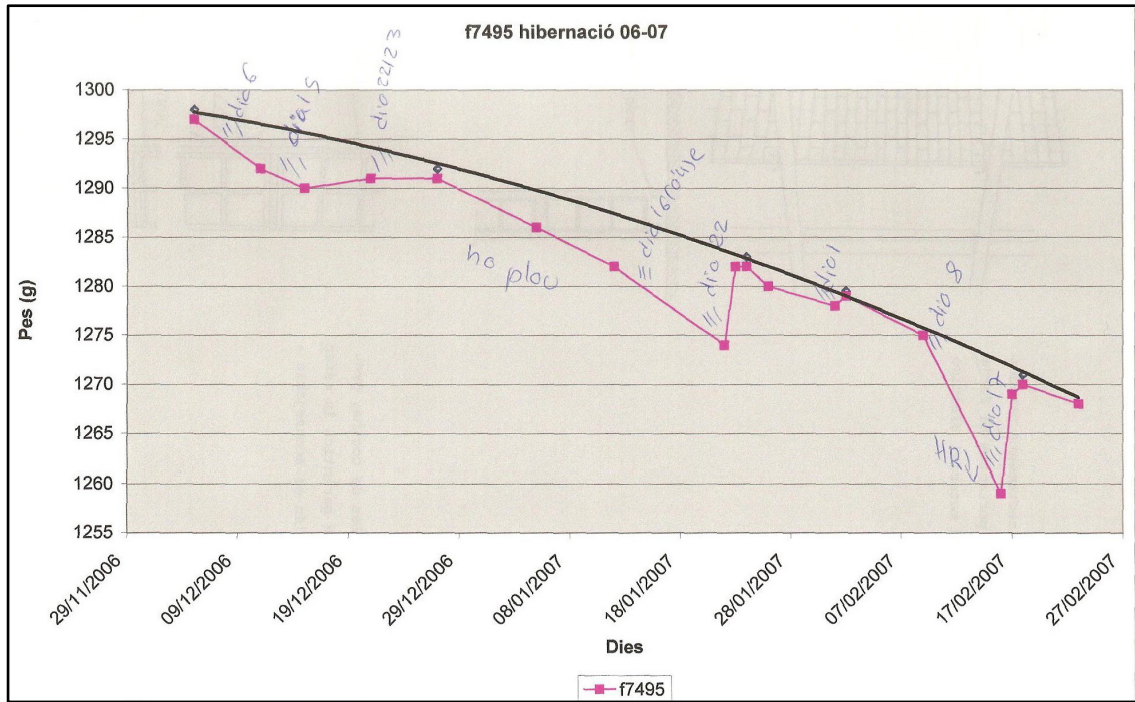
Gràfiques realitzades

En aquest annex es presenten les gràfiques que he realitzat al llarg del treball (i algunes que no he fet jo però que també he comprovat i estudiat), i que m'han servit per a la interpretació dels resultats presentats.

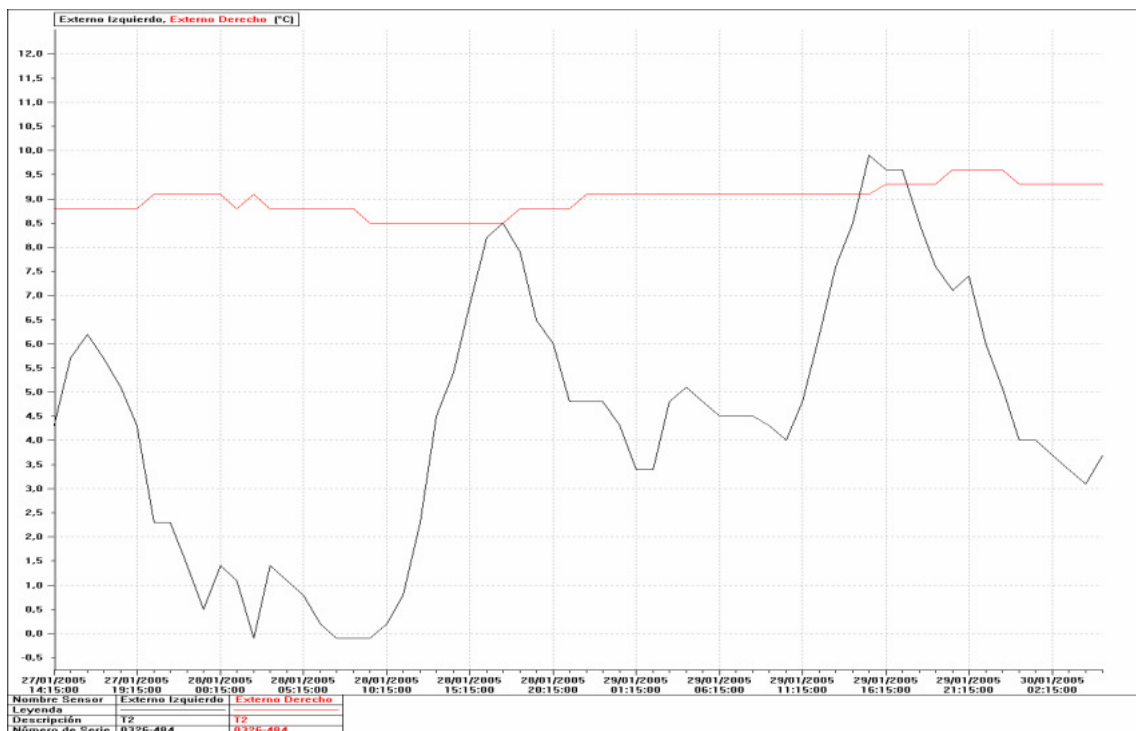


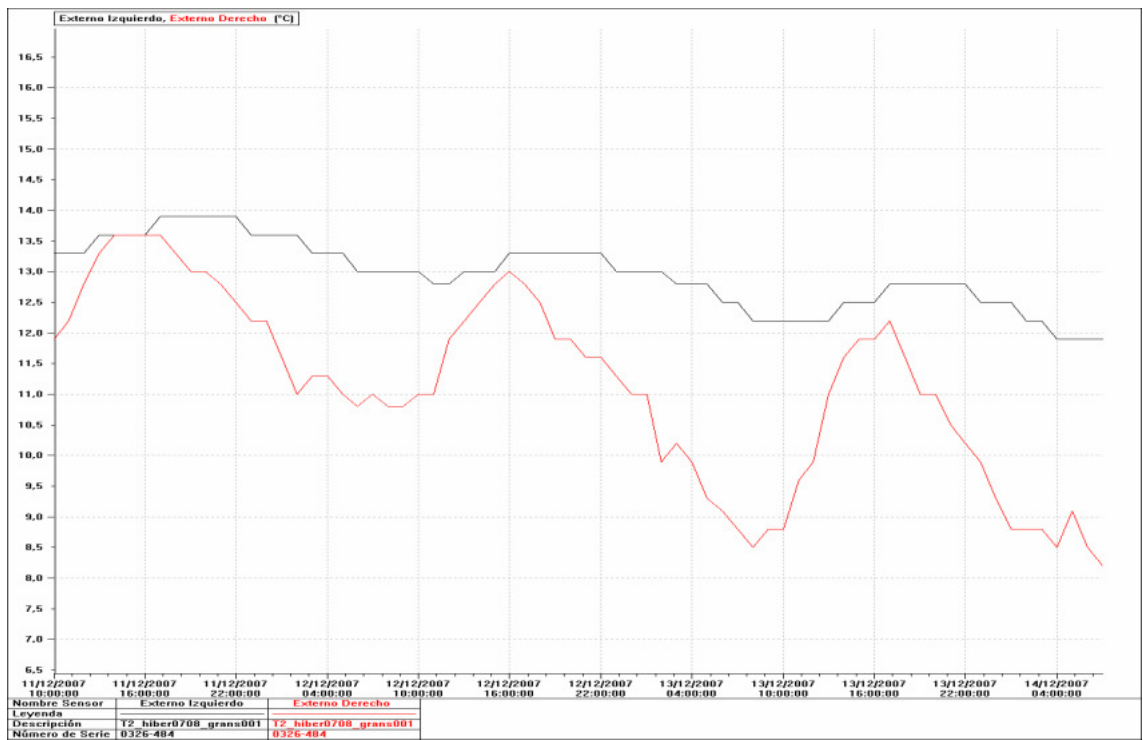
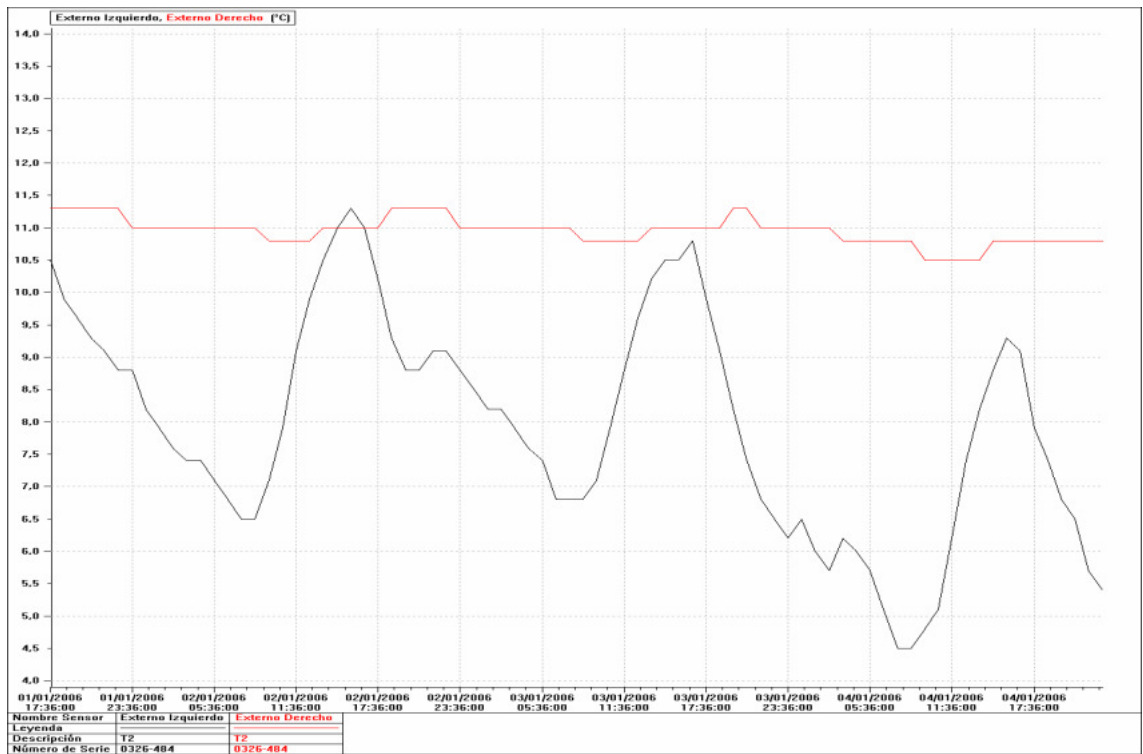






Les tres gràfiques següents corresponen a una petita mostra (tres dies) dels registres continus de temperatura que s'han portat a terme durant la hibernació de les tortugues de dos sensors, un situat en superfície (línia més fluctuant) i l'altre (línia més estable) al mateix nivell on estaven enterrades les tortugues. La primera correspon al registre més baix de temperatura que hem tingut en tots aquests anys (gener de 2005), la segona gràfica correspon al període d'hibernació 2005-2006 i la tercera a aquesta última (2007-2008), en la que pot observar-se menys estabilitat en la línia que assenyala la temperatura a nivell de les tortugues pel simple fet que estan menys enterrades (la temperatura és relativament alta) i, conseqüentment, aquella es veu més influïda per les variacions de la temperatura de superfície.





Agraïments

La realització del treball ha estat possible, sense cap mena de dubte, gràcies a:

- En primer lloc al meu tutor, Josep Marí, per la seva dedicació i manera especial de dirigir el treball, la qual m'ha portat a resoldre tots els reptes que m'he anat trobant.
- A Joaquim Soler i a l'Albert Martínez del CRARC, per donar-nos consell i informació dels aspectes que desconexíem.
- A la Berta Ollé i l'Alba Sòria, per la seva col·laboració a la part pràctica i humana, sobretot per donar-me suport, consell i ànims en tot moment.
- I als meus pares, per fer que tot fos correcte i per tots els pertinents viatges fins a l'escola quan ha estat necessari.