



# Hibernació i reproducció de *Testudo hermanni*

Treball de recerca  
Laia Herrerias Arrué  
Tutor: Josep Mari  
gener de 2007

## Índex

	<u>Pàg.</u>
Pròleg .....	3
1. Introducció .....	4
1.1 Hibernació i variacions de pes: antecedents .....	4
1.2 La reproducció de les tortugues mediterrànies .....	5
1.2.1 Quines condicions necessiten les tortugues per a fer una posta? .....	6
1.2.2 Quines condicions necessiten els ous per a una correcta incubació? ..	8
2. Hibernació, variacions de pes i factors ambientals .....	10
2.1 Calibratge d'instruments .....	10
2.1.1 Balança .....	10
2.1.2 Sensors d'humitat i de temperatura .....	12
2.1.3 Estacions meteorològiques properes .....	20
2.2 Validació de dades de treballs anteriors .....	21
2.3 Variacions de pes de les tortugues al llarg d'un any .....	28
2.3.1 Metodologia .....	28
2.3.2 Resultats i discussió .....	29
3. Millores per a la reproducció de les tortugues del pati .....	34
3.1 Observacions i control biològic de les tortugues .....	34
3.1.1 Observacions (al Pati de les tortugues) .....	34
3.1.2 Control veterinari (al CRARC) .....	38
3.2 Ampliació de les zones de posta del pati .....	40
3.3 Construcció i posta en funcionament d'una incubadora .....	41
3.3.1 Metodologia .....	41
3.3.2 Resultats i discussió .....	43
4. Conclusions .....	44
5. Bibliografia .....	45
Agraïments .....	46

## Pròleg

El meu treball de recerca està emmarcat en un dels projectes que es porten a terme en el *Pati de les tortugues*, que és una Instal·lació Col·laboradora del Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya (DMAH), per a la tinença i cria de tortuga mediterrània (*Testudo hermanni*).

Any rere any es realitzen diverses activitats de recerca en aquest indret de l'escola i aquest treball és, en certa manera, una continuació d'un treball de recerca anterior, en el qual es va quedar una tasca a mitges i que jo ara he continuat.

S'havia trobat un aspecte força interessant que necessitava una comprovació tècnica i experimental més completa. Es tracta d'un estudi durant el procés d'hibernació de les tortugues<sup>1</sup>, que no es va poder finalitzar ni estudiar amb més profunditat per raons de temps, ja que l'Alba Vendrell, que era la que realitzava el treball, l'acabava a principis de gener i les tortugues no surten de la seva letargia fins a principis de març. Tot i així, l'Alba va seguir prenent mesures setmanals de les tortugues fins que van sortir de la hibernació. Durant aquest temps em va ensenyar la tècnica que havia utilitzat per a pesar a les tortugues, amb la qual jo vaig començar<sup>2</sup>.

D'altra banda, un dels principals objectius de ser instal·lació col·laboradora del DMAH és el d'obtenir descendència i poder contribuir així a la recuperació d'aquesta espècie, actualment en perill d'extinció, ajudant a la seva repoblació en indrets com el massís del Garraf o la serra del Montsant.

Així doncs, en el meu treball hi ha dos objectius principals ben diferenciats:

- Esbrinar si és demostrable a la nostra escola la relació entre variació de pes de les tortugues i humitat ambient durant el procés d'hibernació.
- Aconseguir tenir descendència<sup>3</sup>; comprovant, primerament, el bon estat biològic dels animals i millorant, posteriorment, les condicions del pati, fent-les més òptimes per a les tortugues.

---

<sup>1</sup> Tractava de la relació entre variacions de pes de les tortugues i humitat ambient.

<sup>2</sup> Vull afegir que jo també continuaré agafant mesures fins que les tortugues despertin de la seva letargia (la segona), de manera que així quedaran dos períodes d'hibernació complets, per si algú ho vol analitzar amb més profunditat posteriorment.

<sup>3</sup> Objectiu repetit en altres treballs de recerca anteriors, i encara sense èxit.



# 1. Introducció

## 1.1 Hibernació i variacions de pes: antecedents

La hibernació és el conjunt de fenòmens biològics provocats per l'hivern en la major part dels poiquiloterms<sup>4</sup> i en alguns homeoterms<sup>5</sup>, mamífers i ocells, i que els serveixen per a resistir el medi desfavorable aïllant-los-en. L'aïllament té lloc en un cau (com fa la marmota), en un niu construït pel mateix animal (com l'erició) o abandonat per algun ocell (com el liró), en un tronc d'arbre (com la salamandra), etc. El ritme vital minva, la temperatura corporal és un o dos graus centígrads més alta que l'ambiental, la freqüència cardíaca i la respiratòria són molt febles i l'animal no menja ni es mou i dorm. Els mamífers es desperten periòdicament i, després d'un curt període homeotèrmic, reprenen el son<sup>6</sup>.

Les tortugues mentre hibernen s'enterren més o menys depenent de la temperatura ambient i durant aquest període d'inactivitat total, no es produeix pràcticament cap consum energètic. La variació de pes durant la hibernació es creu que depèn més de la deshidratació de l'exemplar que del consum de greixos, segons opinen Joaquim Soler i Albert Martínez del Centre de Recuperació d'Amfibis i Rèptils de Catalunya (CRARC) de Masquefa. Malgrat aquesta suposició, no hi ha evidències científiques que relacionin les variacions de pes amb la humitat atmosfèrica durant la hibernació. És per això que els autors abans esmentats, el dia de la presentació del seu nou llibre "La tortuga mediterrània a Catalunya" a la llibreria Oryx de Barcelona i satisfets per la precisió de les mesures amb sensors<sup>7</sup> que es van realitzant al pati de les tortugues van proposar a l'Alba Vendrell que, juntament amb les mesures de pes de les tortugues durant la hibernació realitzés mesures d'humitat relativa ambient.

L'Alba, durant el seu treball de recerca, va posar en marxa una metodologia específica per aquest projecte que va començar (Alba Vendrell, 2006) i que jo he continuat i ampliat.

Va trobar uns punts molt interessants (Figura 1) durant la primera part de la hibernació, consistents en una apreciable variació de pes (recordem que les tortugues estan sense menjar ni beure durant aquest procés). El més sorprenent era que després d'una baixada de pes es produïa una recuperació.

L'Alba, pensant amb el que li havia dit l'Albert Martínez del CRARC, ho va relacionar amb les condicions ambientals. Analitzant les dades amb un dels sensors disponibles (l'higrotermòmetre H1, que explicarem més endavant), va observar que uns dies abans de la baixada de pes més forta (16/12/05) l'ambient va ser fred i eixut, mentre que els dies posteriors van ser més humits i no tant freds.

---

<sup>4</sup> animals que no regulen la temperatura, de temperatura variable (de "sang freda").

<sup>5</sup> animals de temperatura constant (de "sang calenta"), ocells i mamífers.

<sup>6</sup> Definició extreta de la Gran Enciclopèdia Catalana

<sup>7</sup> el llibre esmentat publica una gràfica de la temperatura d'hibernació del Treball de recerca de Gerard Sagués ("Microclimes al pati de les tortugues").

Els resultats (després de la presentació del seu treball de recerca) es van comunicar per Email al CRARC, que els trobaren molt interessants i, fins i tot, motiu d'una possible publicació científica. Afegiren que en volien tornar a parlar en acabar tot el procés d'hibernació.

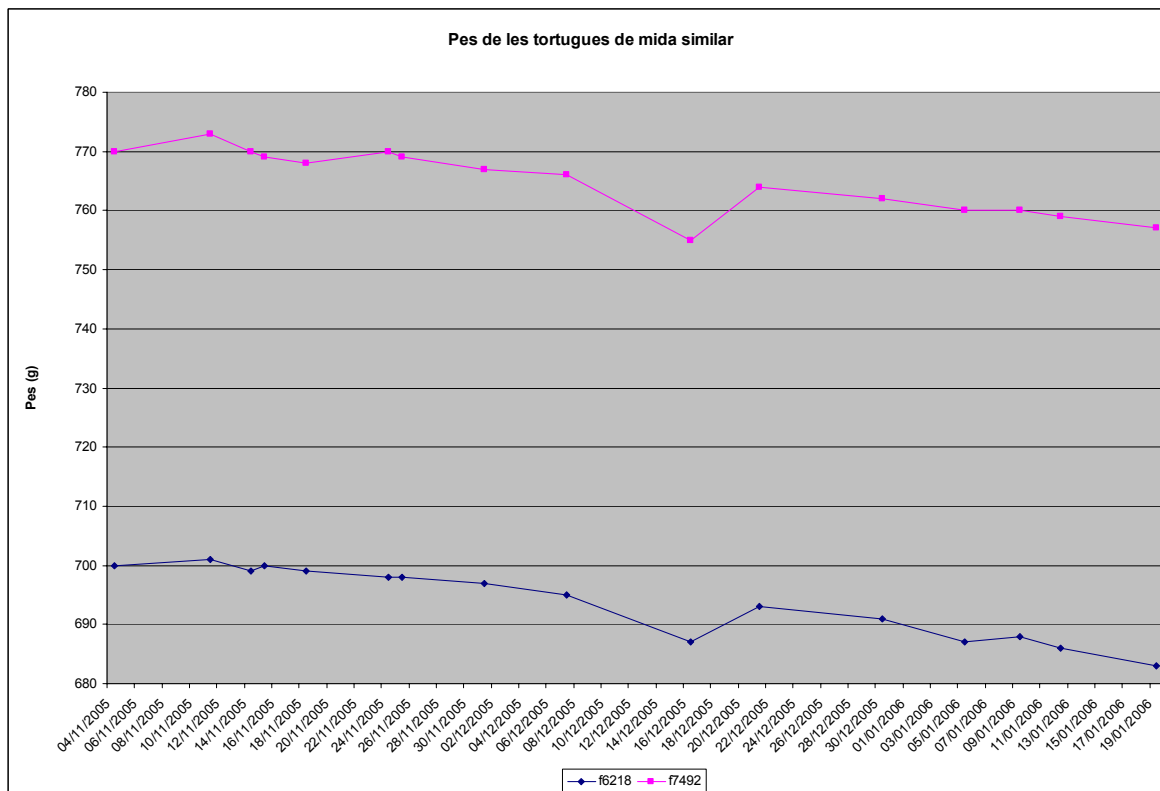


Figura 1. Aquest gràfic correspon a les variacions de pes de dues tortugues de mida similar durant el primer període d'hibernació, procedent del Treball de recerca d'Alba Vendrell. Cal destacar la concordança de les variacions de pes entre els dos exemplars diferents.

Com s'ha comentat anteriorment en el pròleg, l'Alba va continuar prenent les dades de pes de les quatre tortugues fins que aquestes van despertar de la seva letargia el 23 de març de 2006, moment en que vaig agafar jo el relleu, tant de les pesades com de l'anàlisi de les dades, que s'havien quedat en el punt esmentat anteriorment.

## 1.2 La reproducció de les tortugues mediterrànies

Encara no s'ha aconseguit, malgrat s'ha intentat repetidament, que les tortugues mediterrànies del pati es reproduïssin. En el treball de recerca esmentat, l'Alba Vendrell fa un extens anàlisi dels possibles factors causants de l'absència de descendència, malgrat les reiterades observacions de còpula del mascle amb cada una de les tres femelles. Entre les causes més probables es destacava la falta de temps sense incidències (algunes tortugues havien estat introduïdes feia poc temps), l'alimentació poc natural (objecte d'estudi actual de la meua companya Marta Lozano<sup>8</sup>) i el problema de la radiació que arriba al terra, que pot ser és insuficient en alguns indrets. Per tot això, i després de documentar-me amb bibliografia específica i de llegir a fons el treball esmentat, dedicaré la resta de la

<sup>8</sup> Amb el treball de recerca que porta per títol "Autosuficiència alimentària de la tortuga mediterrània"

introducció a tractar els dos aspectes que crec que són necessaris per tal d'esbrinar si les condicions del pati són aptes per a la reproducció de les nostres tortugues.

### 1.2.1 Quines condicions necessiten les tortugues per a fer una posta?

Les tortugues mediterrànies han desenvolupat una sèrie d'estratègies que els permeten suportar temperatures poc adequades. Quan les temperatures ambientals oscil·len entre 18 i 28 °C, les tortugues es mantenen actives i amb una temperatura corporal de fins a 30 °C. Aquestes tortugues poden tenir problemes si es veuen obligades a suportar, durant molt de temps, temperatures més elevades o menors a aquestes. Per tant, les més adequades, per a elles, són les que oscil·len entre 25 i 30 °C, entre març i juliol.

Les tortugues mediterrànies depenen molt del sol al llarg de la seva vida; per poder gaudir d'una vida llarga i saludable, i també perquè els ous puguin incubar-se correctament sense la necessitat d'una incubadora artificial. El cicle de màxima activitat de les tortugues està comprès entre els mesos de març i de novembre (Soler i Martínez, 2005).

En sortir de la hibernació, les tortugues dediquen gran part del seu temps a la termoregulació. Els raigs de sol són encara dèbils i necessiten exposar-hi la màxima superfície del seu cos, per això es col·loquen durant llargues estones en posició perpendicular al sol, estirant les potes i el coll al màxim.

Durant el mes d'abril es produeixen la majoria de conductes d'aparellament i els mascles presenten el període de temps més actiu pel que fa a la recerca de la femella; en el nostre cas, aquí al pati, el mascle no ha de buscar gaire, ja que és ell l'únic mascle per a tres femelles, en una extensió que no supera els 100 m<sup>2</sup>. Com ja hem dit, s'han observat processos d'aparellament entre el mascle i cada una de les femelles reiteradament, però això no és suficient, hi ha molts altres requisits posteriors que també cal complir, des de l'espermatogènesi a la sortida de les tortuquetes de l'ou.

L'espermatogènesi<sup>1</sup> depèn de temperatures ambientals adients durant un temps determinat. Una pluja fora d'època pot estimular el comportament reproductor, però no suficientment l'espermatogènesi, amb la qual cosa, encara que el mascle estigui excitat, si no hi ha la temperatura adient per estimular l'espermatogènesi, la còpula que dugui a terme aquest mascle no serà viable perquè els ous no podran ser fecundats.

Efectuades les còpules i, aproximadament entre dues i tres setmanes després, que és el temps que necessiten els ous per formar-se, la femella farà la posta. El període per a la realització de les postes queda comprès entre finals d'abril i principis de juliol (Soler i Martínez, 2005).

La tortuga mediterrània realitza normalment dues postes cada temporada, separades per un marge de dues a tres setmanes. Així i tot, se la considera una espècie de fertilitat baixa.

Les hores que les tortugues escullen per fer la posta són variables però totes comprenen entre les 9 h i les 13 h, i entre les 16 h i el capvespre. Solen evitar les hores de màxima radiació solar.

La durada del procés de realització del niu, oviposició i reposició de la terra treta per tapar la posta té una durada aproximada de 2.45 h, tot depèn de la duresa del

<sup>1</sup> Procés de formació, maduració i desenvolupament dels gàmetes masculins. Aquest procés està controlat pel sistema endocrí, es produeix per meiosi i dona lloc a cèl·lules haploides, a partir de les cèl·lules diploides.

terreny, de l'experiència de la tortuga pel fet de ser primerenca o veterana, o dels petits obstacles que sorgeixin en gratar la terra, com ara pedres, arrels, etc.

Les mides dels nius solen ser d'uns 8 cm de fondària i de 8 a 10 cm d'amplada màxima.

En el pati de les tortugues es va poder observar i gravar per primera vegada una de les tortugues en el moment en que estava fent un niu. Tenim constància d'això el dia 16/06/06, cap a les 19 h (Figura 2).



Figura 2. Aquesta foto fa referència al moment just en que la tortuga estava fent el niu. Aquí no s'aprecia especialment bé, però si que es pot entreveure sota les potes del darrera. Aquest moment coincideix perfectament amb l'explicació feta prèviament, ja que el niu l'estava fent cap a les 19 h, és a dir, al capvespre, del dia 16 de juny de 2006.

La tortuga es trobava en un espai en el que, en principi, no hi hauria de poder accedir, però com veurem més endavant (apartat 3) és un indret que els hi agrada especialment, segurament aquesta tortuga hi va trobar la terra més fàcil d'excavar.

Amb molta cura, es va intentar comprovar si havia posat ous, però no en varem trobar cap.

Aquest fet és degut a que sovint les tortugues abans de posar els ous fan més d'un forat al terra, per tal d'assegurar-se que aquell serà el més òptim per als ous, per la seva correcta incubació. I, en aquest cas, el lloc no deuria ser del tot adequat.

Si un cop fets els nius no els creuen vàlids, les tortugues poden guardar els ous dins seu fins que en facin un d'idoni o fins l'any vinent. Tot i així, és probable que dels ous que es guarden no n'acabin sortint tortugues, ja que quan més temps passen dins de la tortuga més capes de calç es formen en els ous, i això farà molt difícil la sortida de les petites tortugues, ja que no tindran prou força per poder trencar-ho (Soler i Martínez, 2005).

Les condicions del terreny necessàries perquè les tortugues facin la posta són:

- Un terreny que faci pendent, així l'aigua de les pluges que es filtra, circula més fàcilment, no s'enaigua i, per tant, els embrions no s'ofeguen.
- La posta també ha d'estar situada en un terreny on els rajos del sol escalfin el màxim de temps possible als ous, per tal que mantinguin la temperatura elevada el més temps possible.

Com veurem més endavant (apartat 3) hem intentat amb aquest treball millorar i ampliar les zones del pati perquè les tortugues les puguin considerar més aptes per fer-hi niu.

### **1.2.2 Quines condicions necessiten els ous per a una correcta incubació?**

Un cop superat el primer obstacle (tenir un lloc adient per a fer la posta), encara ens queda un altre, referent a que les condicions per a la incubació siguin suficients. Recordem que estem parlant de rèptils, i per tant la incubació la fa el terreny (i no l'animal, com en els ocells).

La incubació de les postes en condicions naturals té una durada força variable. Com en totes les fases de la vida de la tortuga mediterrània, el factor climàtic és molt important a l'hora del desenvolupament embrionari. Per a una incubació correcta dels ous, la temperatura mitjana ha de ser, durant el procés, d'almenys 28 °C per obtenir cries amb possibilitat de supervivència. La temperatura mínima per a l'inici i desenvolupament embrionari fins al final estaria situat als 26 °C, per sota d'aquest valor no hi haurien eclosions. La durada del desenvolupament de la tortuga està compresa entre els 60 i 120 dies. La closca dels ous és porosa i això permet als embrions intercanviar gasos amb l'exterior. Els microporus dels ous tenen una funció de regulació i equilibri entre l'interior i l'exterior a fi d'aconseguir un òptim desenvolupament de l'embrió.

El període d'eclosions de la tortuga mediterrània se situa durant el mes de setembre, tot i que poden néixer exemplars des de finals d'agost fins a mitjans d'octubre. Les primeres pluges de finals de l'estiu solen marcar el tret de sortida dels naixements, ja que els ruixats de setembre, sovint més abundants que durant l'agost, estoven la terra i faciliten a les tortugues que puguin sortir del niu.

Les postes realitzades a finals de juliol poden no tenir la possibilitat de desenvolupar-se fins al final, a causa de l'entrada de temperatures mitjanes més baixes durant l'últim terç de la incubació que serà a finals d'octubre.

A la tardor, l'augment del gradient tèrmic i les pluges abundants s'encarreguen de fer néixer les tortugues. La temperatura d'incubació de l'ou afecta al sexe de la futura cria en quasi totes les espècies de tortugues (i la mediterrània no és una excepció). La selecció de la temperatura pot ajudar a produir mascles o femelles en funció de les necessitats del moment. Per tant, la determinació sexual de l'individu és independent de la dotació cromosòmica de l'exemplar (com passa en la majoria d'animals). Lleugeres variacions de la temperatura poden afectar el procés de determinació sexual i aparèixer possibles errors com per exemple hermafrodites, masculinització de les femelles o feminització dels mascles.

A una temperatura superior a 25° i inferior a 30 °C sortiran la majoria mascles, en canvi, si la temperatura és superior a 30 °C, la proporció de sexes en la posta comença a ser més equilibrada. Superat aquest valor les cries es decanten majoritàriament a ser femelles.

La temperatura màximes que poden assolir els embrions està als 34 °C aproximadament, més amunt d'aquest valor la mortalitat d'aquests és inevitable.

En el cas d'una incubació artificial els ous s'han de transportar fins a l'incubadora durant les primeres 72 hores immediates a la posta, ja que passat aquest temps



prudencial, el desenvolupament embrionari comença i el moviment dels ous implica el risc de malmetre irreversiblement el procés, això és degut a que els ous de tortugues, a diferència dels ocells –que s’ha de moure sovint-, durant les primeres 72 hores, es separen en dues parts, una que és on està l’embrió i l’altre que és on tenen el seu menjar, que és un líquid, si es mouen els ous de la posició en la que s’han trobat, aquestes dues parts es barregen i per tant l’embrió s’ofega dins del seu propi aliment, de tal manera que es mor. Per tant, s’ha de tenir molta cura a l’hora de transportar els ous i fixar-se ben bé com estaven col·locats.

Malgrat encara no tenim dades fiables de la temperatura del sòl del Pati de les tortugues, en treballs anteriors s’ha apuntat la possibilitat que una de les causes possibles que fan que les tortugues no s’hagin reproduït encara siguin precisament aquest, que la temperatura que s’assoleix al sòl del pati no sigui suficient. En aquest sentit, s’han continuat estudiant estratègies per a millorar aquest aspecte i també s’ha decidit, com a suport de seguretat, de construir una incubadora, seguint les indicacions del personal del CRARC. Tot això es tractarà en l’apartat 3 (millores per a la reproducció de les tortugues del pati). Abans, però, passarem a tractar la primera part experimental, la de la hibernació en la que intentarem comprovar si els resultats trobats per l’Alba Vendrell en el seu treball de recerca del curs passat són prou vàlides o cal repetir-les (com ja s’ha comentat en parlar dels objectius del meu treball).

## 2. Hibernació, variacions de pes i factors ambientals

Les mesures experimentals realitzades (tant les de l'Alba com les meves), requereixen estar molt segur que els instruments de mesura utilitzats (balança, termòmetres, higròmetres) estan ben calibrats, per tal de poder afirmar que les interessants (com ja hem dit anteriorment), però sovint petites, variacions trobades són reals.

És per això que dediquem un especial esforç al procés de calibratge i que, malgrat ja s'havia iniciat i realitzat amb rigor en el treball de l'Alba, aquí l'ampliarem.

### 2.1 Calibratge d'instruments

#### 2.1.1 Balança

Per comprovar que la balança amb la que pesem les tortugues continua mesurant bé s'ha realitzat un calibratge de la mateixa. Aquesta balança ja va ser descrita en el treball de recerca de l'Alba Vendrell, en el que ja s'havia fet una comprovació de la seva precisió i dels quals havíem obtingut uns resultats excel·lents, però només va arribar a comprovar-ho fins als 600 grams, la qual cosa era una limitació important ja que les tortugues arriben a pesar fins a 1400 g. En aquest cas, s'ha

fet fins als 1500 grams. En el treball de recerca anterior no es disposava de peses-patró i el calibratge es va fer comparant els valors de pes de diferents quantitats d'aigua amb la balança de pesar les tortugues (Bernar) i una balança de precisió del laboratori de química (Cobos) que es va fer servir de patró (que tenia l'inconvenient que només arribava a pesar fins a 600g.) Ara, el primer que



Figura 3. Procès de calibrat de la balança (Bernar) utilitzada per a pesar les tortugues. A la fotografia s'observa una de les variacions més grans que es van trobar (2 g en 600g).

ha estat comprovar la precisió d'aquella balança (Cobos), pesant individualment totes les peses-patró. Aquests resultats van ser molt exactes, amb una variació màxima de 2 g en els pesos de 600 g (Figura 3). Variacions que podrien ser aplicables tant a la precisió de la balança de laboratori com als mateixos pesos-patró utilitzats, ja que varem observar petites diferències entre ells (0,1 g).

Realitzat això varem passar a calibrar la nostra balança amb els pesos-patró (5 de 200 g i un de 500 g) fins al 1500 g (ja que tenim una tortuga que pesa uns 1400 g). També es van utilitzar pesos a la zona inferior (de 0,5 a 20 g) pels valors de menys de 200 g.

Els resultats van ser molt bons (Figura 4), de tal manera que no es va considerar necessari aplicar cap correcció a les dades de pes (ni a les de l'Alba, ni a les noves pesades). De totes maneres, si prenem el rang en els 2 extrems, la tortuga més petita (uns 300 g), i la més gran (uns 1400 g) veurem el que l'error de la balança representa com a màxim. La recta de regressió del calibratge (amb una correlació,  $R^2 = 1$ , és a dir, del 100%) és  $y = 0,9969x + 0,2933$ . Aplicant aquesta fórmula a:

- a) 300 g;  $y = 0,9969 \cdot 300 + 0,2933 = 299,3633$  g.  
És a dir, en 300 g la balança té un error positiu d'uns 0,6 g.
- b) 1400 g;  $y = 0,9969 \cdot 1400 + 0,2933 = 1395,9533$  g  
És a dir, en 1400 g la balança té un error positiu d'uns 4 g.

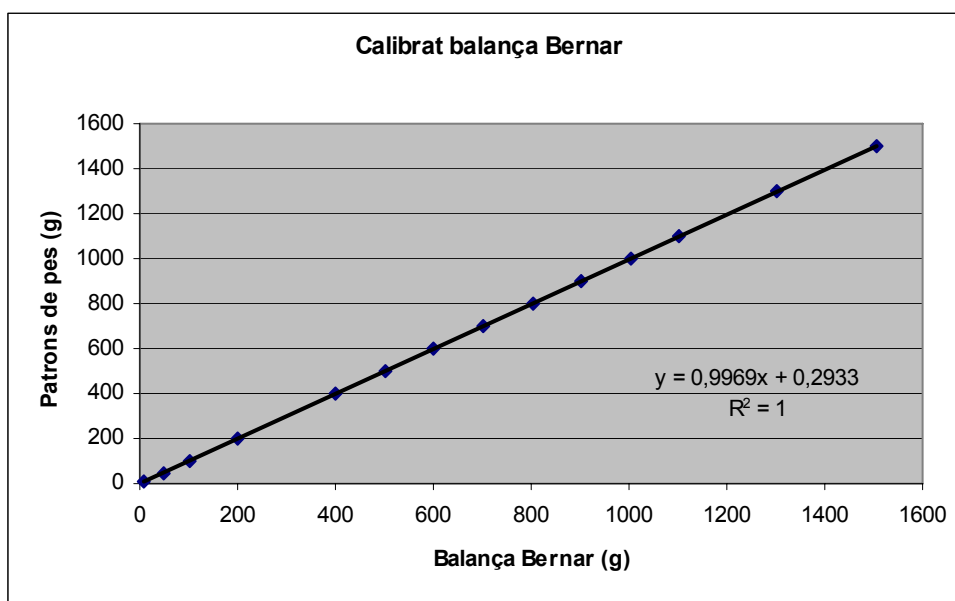


Figura 4. Gràfica del calibratge de la balança utilitzada per a pesar les tortugues (Bernar) amb patrons estàndard coneguts (de 10, 50, 100, 200 i 500 g), prèviament revisats amb la balança de precisió del laboratori (Cobos).

Així doncs, en totes les dades es va observar que la balança Bernar mesura 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 (ni a les del treball de l'Alba, ni a les meves).

### 2.1.2 Sensors d'humitat i de temperatura

Des de fa dos anys, periòdicament, es col·loquen, en zones determinades del pati, uns sensors que marquen la temperatura i la humitat. Aquests sensors són enregistradors electrònics (datalogger)<sup>9</sup> i estan programats perquè recullin i enregistren dades amb una freqüència desitjada, durant tots els dies que estiguin col·locats.

Actualment un està en la part destinada a la hibernació de les tortugues, que és la zona suposadament més càlida del pati, i l'altre està en la part central, en mig de tota la vegetació, que és un lloc més fred i humit, perquè és el més ombrívol.

Aquests sensors pel fet de ser de sondes mixtes, és a dir, que enregistren humitat i temperatura, tenen més tendència a descalibrar-se, i per tant, necessiten una revisió anual, per comprovar-ne l'estat.

Per al calibratge dels sensors varem anar a la Facultat de Biologia, concretament al Servei de Camps Experimentals, el qual procedeix del servei creat i adscrit a l'antic Departament de Fisiologia Vegetal (ara inclòs al Departament de Biologia Vegetal) i que va ser el primer centre d'Espanya equipat amb instrumental per a mesures ecofisiològiques d'activitat fotosintètica i transpiratòria. Actualment ofereix els seus serveis a tots els departaments de la Facultat de Biologia i a altres entitats docents o de recerca<sup>10</sup>.

En Josep Matas, responsable tècnic del Departament, ens va estar explicant el procés de calibratge, i ens ho va ensenyar a fer a nosaltres mateixos (Figura 5).

Tot el procés de calibratge va durar més de quatre hores, durant les quals en J. Matas, ens va ensenyar les instal·lacions del Departament, com els fitotrons (cambres de cultiu d'ambient controlat) dels quals disposen i ens va explicar els espectres de radiació dels llums artificials, etc., també ens va ensenyar com treballar les dades de calibratge: construcció d'una recta de regressió, importància del coeficient de correlació i com aplicar les correccions a les nostres dades.

---

<sup>9</sup> Implementats arrel d'un treball de recerca anterior "Microclimes al pati de les tortugues" de Gerard Sagués (gener, 2005).

<sup>10</sup> Informació extreta de la web: <http://www.ud.es/biologiao/serveis/campsexperimentals.htm>



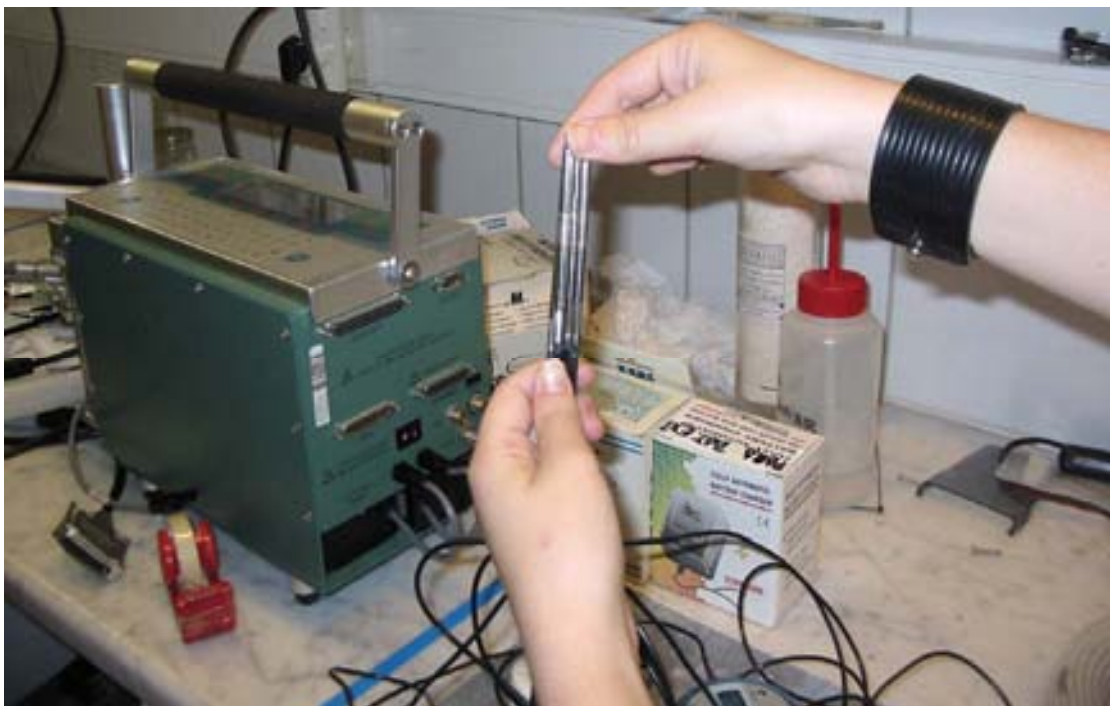


Figura 5. Preparació per al calibratge dels sensors d'humitat i temperatura al Servei de Camps Experimentals. Inclou el muntatge d'una font d'aire sec i d'aire humit (a dalt) per als sensors d'humitat (H1 i H2) i ajuntar (amb celo) les puntes dels sensors de temperatura (T1, T2, T3) (a baix), abans d'introduir el conjunt en una cubeta.



Figura 6. Muntatge realitzat al Servei de Camps Experimentals de la Facultat de Biologia per al calibratge dels sensors de temperatura i d'humitat amb un termohigròmetre de precisió *Testo 177*. Es pressuritza, en una cubeta on hi ha tots els sensors, aire procedent d'una mescla (regulable a voluntat) d'aire sec (en fer-lo circular per un matràs amb Silica-Gel) i d'aire saturat d'humitat (en fer-lo bombollear prèviament en un matràs amb aigua). A la dreta es veuen els sensors que es varen calibrar; estaven col·locats dins d'una cubeta blanca, que estava tapada amb film de plàstic transparent, de manera que l'aire s'escapava mínimament. L'instrument de color negre és l'higrotermòmetre amb el qual ens regíem, és a dir, amb el que calibrarem els altres. Les mesures es prenen simultàniament amb tots els sensors.

Un cop acabat el procés, es passaren les dades de tots els sensors (amb les lectures corresponents) a l'ordinador portàtil del meu tutor, per poder elaborar posteriorment, les rectes de regressió. Així doncs, amb la seva ajuda es van elaborar les rectes de regressió de totes els sensors datalogger Escort: dos higrotermòmetres (H1 i H2) que enregistraven la humitat (Figura 7) i la temperatura (Figura 8), utilitzats per al control d'humitat relativa i temperatura ambient durant el procés d'hibernació de les tortugues i tres sensors de temperatura de doble sonda, T1 i T2 (Figura 9) i T3 ilog (Figura 10). Aquest últim, que incorpora una petita pantalla, és el que es va utilitzar per al control de temperatura de la incubadora, com veurem més endavant. Pel que fa als resultats del calibrat hi ha diferències clares entre els 2 tipus de sensors esmentats. Els millors resultats són els dels sensors tèrmics de doble sonda (T1, T2, T3), tant pel que fa a valors absoluts com a resposta simultània de tots ells. Això pot observar-se clarament a la gràfica inferior de la figura 10, en la que es representa el registre continu dels 3 sensors (amb dues sondes cadascun) durant les 4 hores llargues que va durar el calibratge. En aquesta gràfica també es pot observar d'on s'han extret els 3 punts per la recta de regressió del calibrat de les sondes de temperatura. Amb aquests resultats, no s'ha considerat necessari realitzar cap ajustament a les dades preses amb aquests sensors. Un altre tema són els sensors dels enregistradors dobles (termohigròmetres). Si ens fixem amb els sensors d'humitat (Figura 7) veurem que els dos sensors (H1 i H2) no mesuren bé en els extrems. Per sobre del 90% d'HR ambdós sensors donen fora de rang (és a dir, en una humitat real del 90% indiquen que és del 100%); els valors baixos tampoc estan del tot bé, presentant errors per defecte. D'altra banda, també es constata que el sensor d'humitat més ben calibrat (tant per resultats com per coeficients de correlació) és el sensor H2 (Figura 7); això concorda amb el que esperaríem a partir de les dades del treball de l'Alba Vendrell, ja que aquest va

ser el que el curs passat va donar pitjors resultats i es va enviar a la casa (Herter Instruments S.L.) per a la seva revisió. Durant la hibernació es va començar amb el sensor d'humitat H1 (que estava en millors condicions en aquell moment) i quan es va disposar del H2 recent calibrat per la casa Herter (30/12/2005), va ser el que va substituir a l'altra. Així doncs, les correccions de calibratge que s'han aplicat són les següents:

Abans del 30/12/2005 (que es va utilitzar l'H1) s'han aplicat les correccions de H1 a les dades d'humitat i temperatura i a partir d'aquest dia (inclòs el 30) fins que va acabar la hibernació (23/03/2006) es va aplicar la correcció del H2. ambdues fórmules són les que surten a les figures 8 i 9. les dades ja corregides es presentaran a l'apartat 2.2. (validació de dades de treballs anteriors).

**Sensors dobles d'humitat i temperatura (higrotermòmetres)**

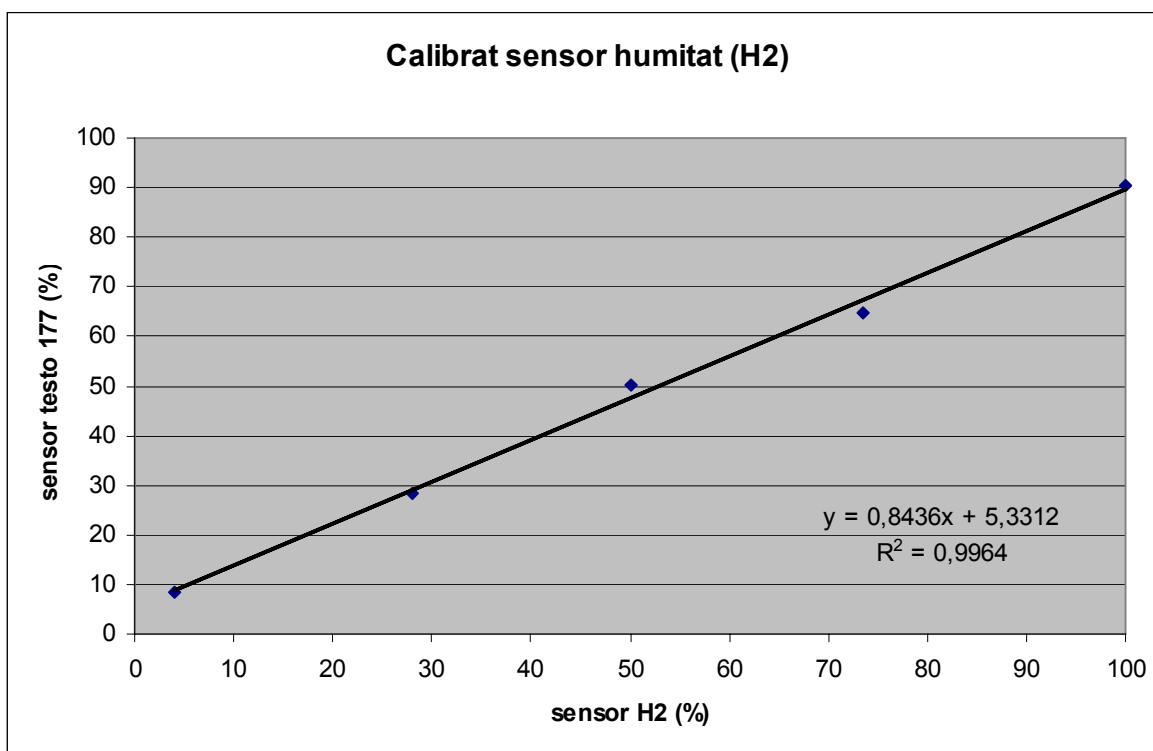
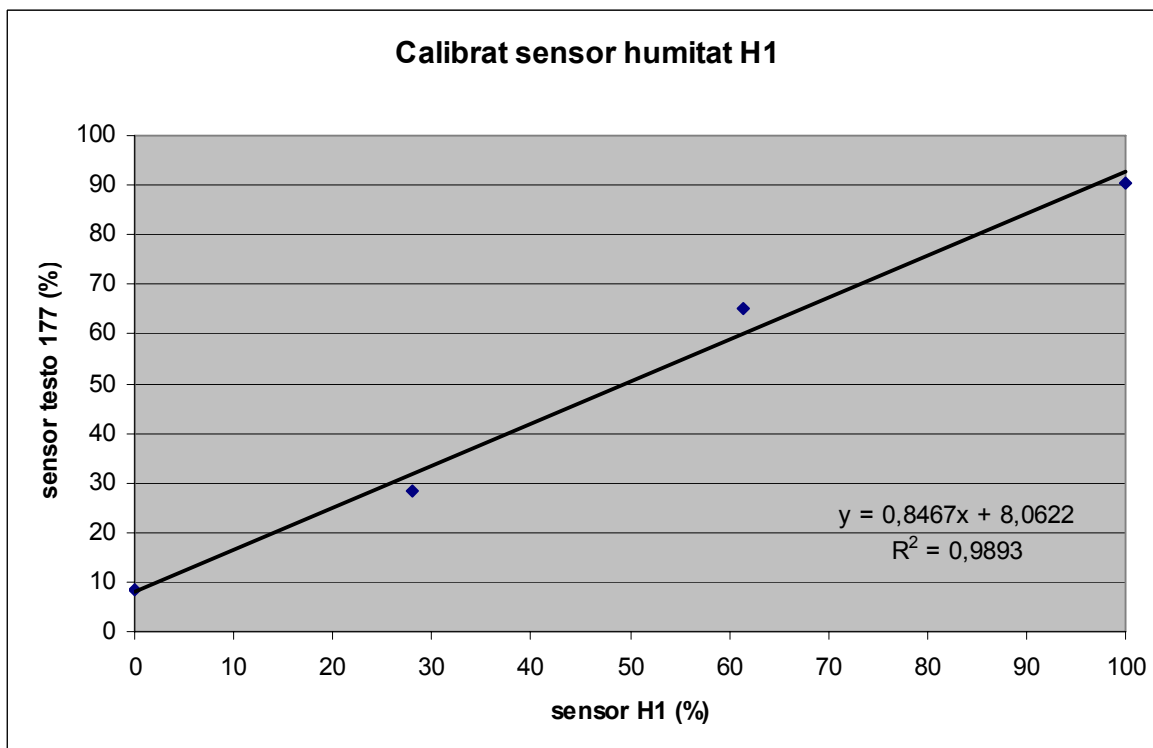


Figura 7. Resultat del calibrat del sensor d'humitat de l'higrotermòmetre H1 (a dalt) i H2 (a baix) amb el sensor *testo 177*. Els punts assenyalats són els de màxima estabilitat.



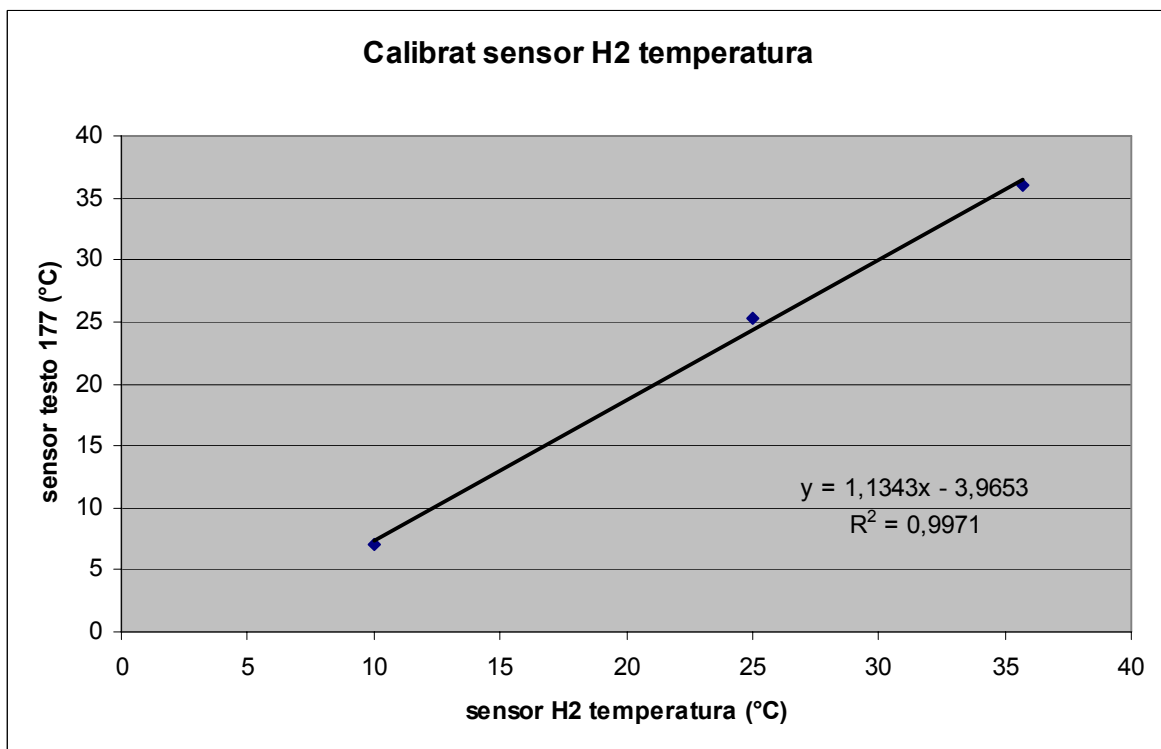
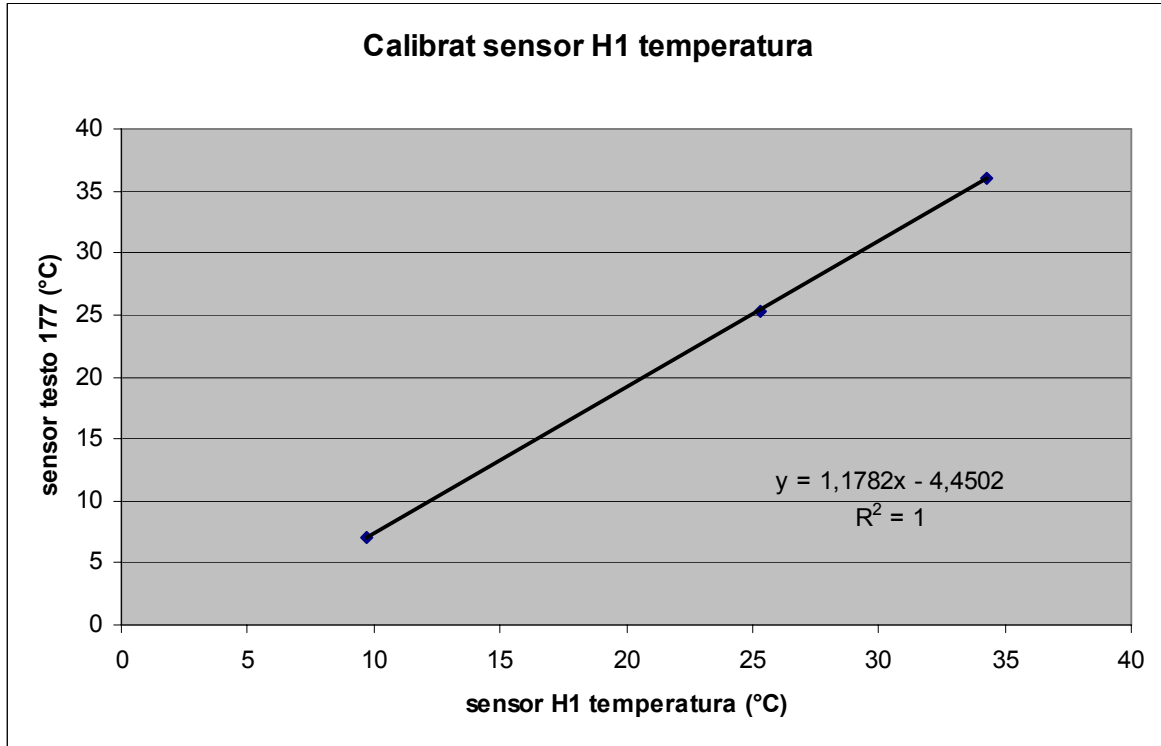


Figura 8. Resultat del calibrat del sensor de temperatura de l'higrotermòmetre H1 (a dalt) i H2 (a baix) amb el sensor doble (higrotermòmetre) *testo 177*.

**Sensors de temperatura de doble sonda**

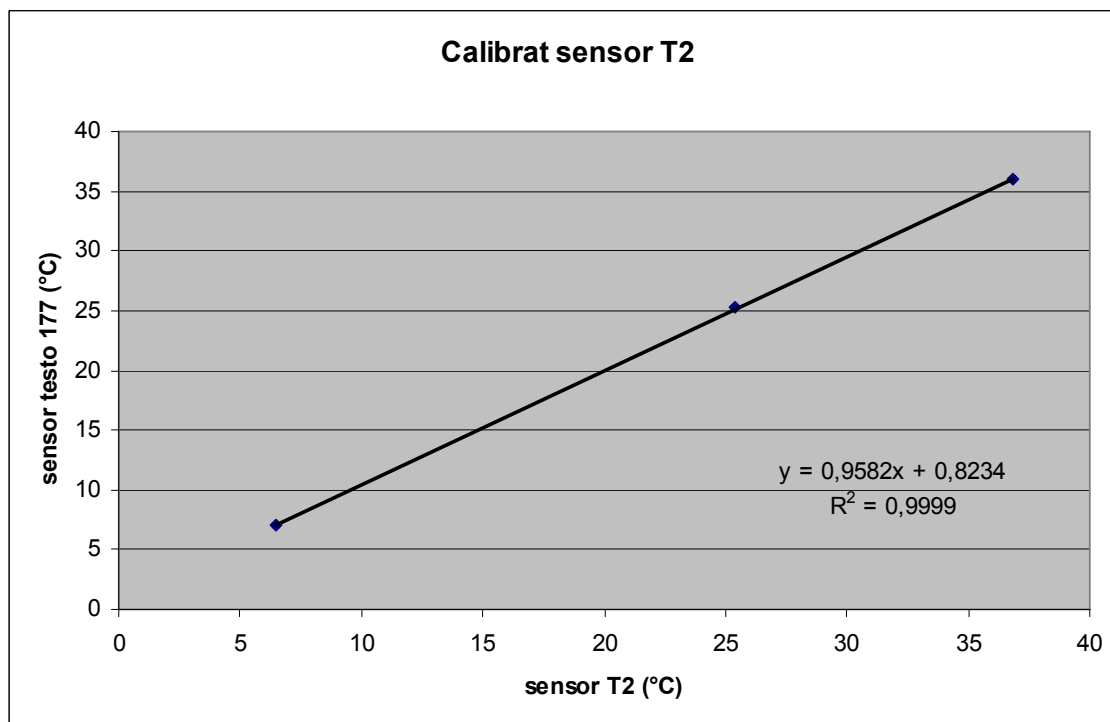
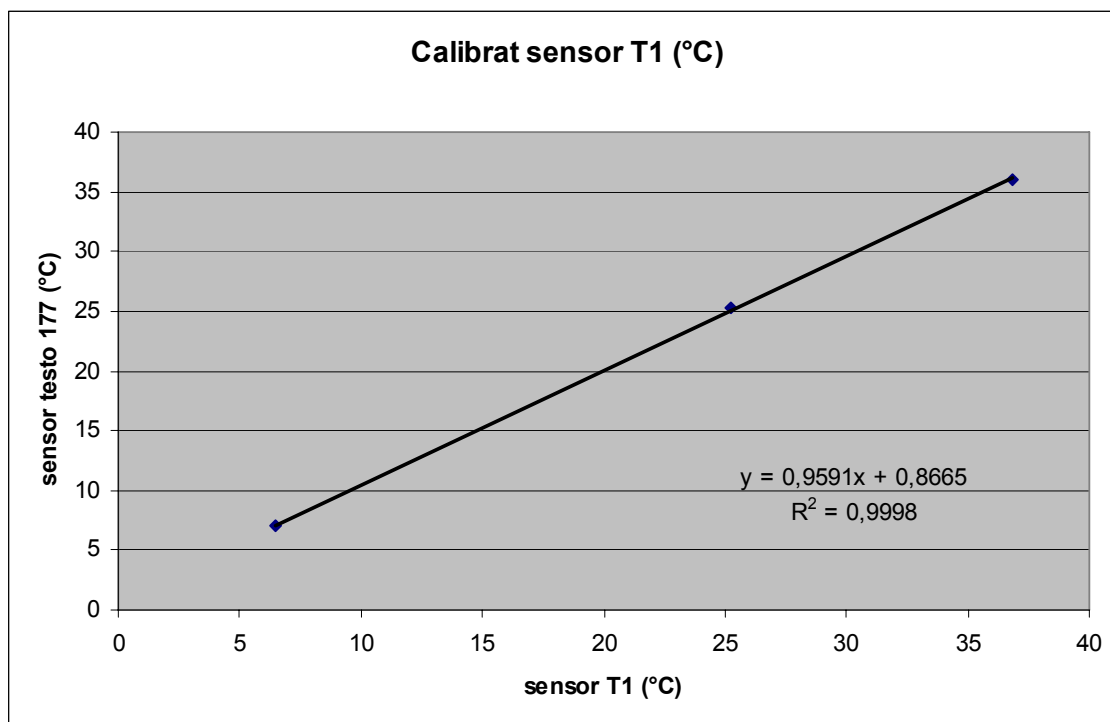


Figura 9. Resultat del calibrat dels sensors de temperatura de doble sonda, T1 (a dalt) i T2 (a baix) amb el sensor *testo 177*.

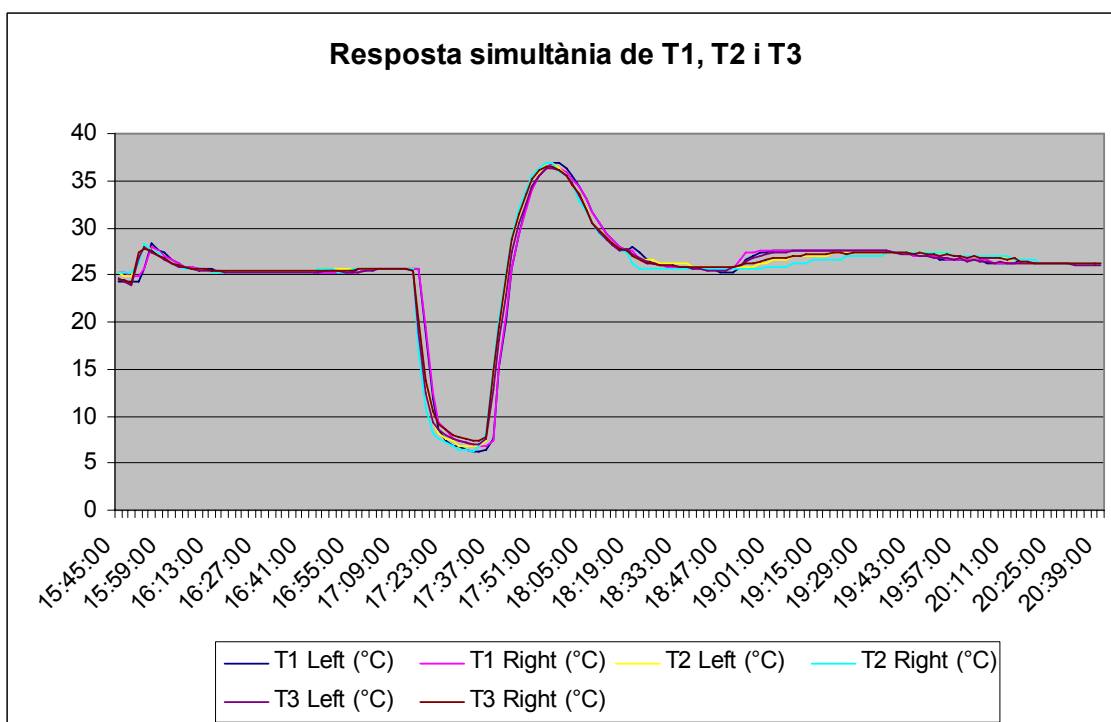
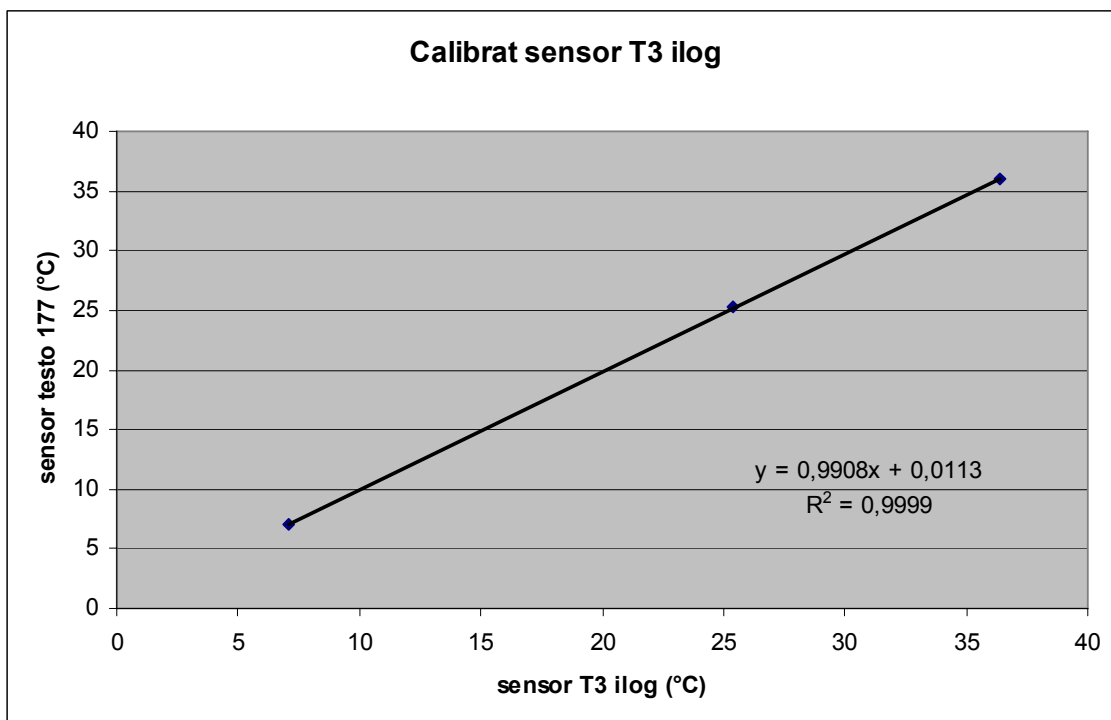


Figura 10. Calibrat del sensor de doble sonda T3 *ilog* amb el sensor *testo 177* (a dalt) i gràfica que mostra la similitud de resposta de les sis sondes durant el procés de calibratge de tots els sensors en el Servei de Camps Experimentals de la Facultat de Biologia.

### 2.1.3 Estacions meteorològiques properes

Després de la hibernació anàrem al CRARC amb totes les dades (inclòs el treball de recerca de l'Alba), per veure cap on enfocava jo la continuació del treball. En Joaquim Solé va opinar que les variacions trobades per l'Alba, per poder-les relacionar amb la humitat, tal com havíem insistit nosaltres, s'hauria de tenir un registre meteorològic dels voltants de l'escola durant aquests dies (sobretot entre els dies 16/12/2005 i 03/02/2006). Per dir-ho d'un altra manera, volia un registre oficial per donar més força als nostres resultats.

Així que ens varem posar a buscar les estacions meteorològiques més properes a l'escola possible. A l'Annex es presenten els Emails enviats i rebuts del Servei Meteorològic de Catalunya i de l'Ajuntament de Sant Feliu de Llobregat.

El Servei Meteorològic de Catalunya va contestar que l'estació més propera al nostre centre era la de Viladecans. Després trobàrem, però, que a l'Ajuntament de Sant Feliu de Llobregat disposen d'una estació meteorològica Davis, precisament del mateix tipus que la que s'ha instal·lat a l'escola aquest curs (mitjans de setembre de 2006) i que és plenament operativa des del mes d'octubre. Aquesta estació (explicada en un article del meu company Òscar Cusó a l'últim número de la revista de l'escola, *TRIMESTRAL*) està situada al punt més elevat del terrat més alt de l'escola i al ser inalàmbrica permet tenir una derivació al pati de les tortugues (Figura 11), que enregistra temperatura i humitat.



Figura 11. Terminal inalàmbric de l'estació meteorològica Davis situada al terrat de l'escola des de setembre de 2006. Mesura i enregistra dades d'humitat i temperatura en temps real que l'estació central (situada a l'aula d'informàtica) envia cada 15 minuts a Internet, on es pot consultar des de qualsevol indret.

Aquesta estació es va adquirir a l'empresa DARRERA S.A., de tal manera que les dades que es van recollint i enregistrent queden marcades en la pàgina d'aquesta empresa, on també s'hi poden veure totes les altres estacions situades per Catalunya i Balears.

Es poden consultar totes aquestes dades en les webs: [www.escolamestral.net/meteo](http://www.escolamestral.net/meteo), [www.darrera.com/red.html](http://www.darrera.com/red.html), [www.xtec.cat/edumet](http://www.xtec.cat/edumet) també es pot accedir als arxius d'història del temps, que és el que jo he estat visitant per a documentar-me, a partir de la web de l'Ajuntament, [www.santfeliu.org/ciutat/territori/meteorologia.jsp](http://www.santfeliu.org/ciutat/territori/meteorologia.jsp).

El fet que la nostra estació sigui la mateixa que la de l'Ajuntament de Sant Feliu, és favorable a l'hora de comparar temperatures entre l'escola i Sant Feliu, i també entre els llocs més propers que tenen la mateixa estació, però això ja serà per més endavant, perquè les dades que l'Alba va prendre van ser amb els sensors, i no amb l'estació, perquè aleshores encara no estava instal·lada.



## 2.2 Validació de dades de treballs anteriors

Recordem que es tracta de validar les dades del pes i humitat relativa que anteriorment va agafar l'Alba Vendrell en el seu treball de recerca, durant la hibernació de les tortugues, en que es van observar uns punts en el gràfic prou interessants. Així doncs, aquest punt s'ha transformat en el primer objectiu del meu treball de recerca. Es tracta de comprovar totes les dades que l'Alba va prendre amb una major precisió, calibrant els sensors, balança, etc. de tal manera que ens puguem fiar d'aquestes per després poder-ne extreure conclusions correctes. Tota la part anterior del treball, que ja he explicat detalladament, forma part del calibrat d'aquests instruments. En funció dels resultats d'aquest calibrat s'aplica o no la correcció a les dades, tal com s'ha com s'ha explicat a l'apartat a l'apartat 2.1.2.

Les dades que es presentaran a continuació, que van des del 04/11/2005 al 31/03/2006 (inici a una mica més del final del primer període d'hibernació estudiat al pati de les tortugues) són el resultat de tot un recull de:

a) Dades ambientals mesurades a l'escola i corregides a partir dels resultats de calibratge (sensors H1 i H2).

Aquesta correcció, seguint les instruccions de Josep Matas, es fa de la següent manera: en el full d'Excel (o de qualsevol altre Full de càlcul, com ara Calc d'OpenOffice) on hi ha les dades originals, s'insereix una nova columna a la dreta i s'hi aplica la fórmula de la recta de regressió de la gràfica de calibratge, que té la forma típica d'equació d'una recta<sup>11</sup> ( $y = ax + b$ ), i ja directament et dona totes les noves dades corresponents. Cal recordar, però, que el procés d'aplicació de la correcció únicament es pot fer quan la correlació entre les dades de l'instrument a calibrar i el que es fa servir de patró és prou elevada; en el nostre cas, en tots els sensors aquesta correlació és prou elevada i ens permet aplicar la correcció, que només farem, però, amb els sensors H1 i H2, perquè els altres tenen, com hem vist, tant poca desviació que no cal cap correcció.

b) La temperatura i la humitat relativa obtinguda de les estacions meteorològiques properes (Ajuntament de Sant Feliu de Llobregat i Viladecans), amb notable coincidència entre elles i sobretot entre l'estació de Sant Feliu de Llobregat i els sensors (higrotermòmetres) de l'escola. En aquests registres s'hi marquen els dies de pluja (aspecte important per la humitat ambient), així com també destaquem en color la temperatura i humitat dels dies previs i posteriors a la pèrdua i recuperació de pes durant la hibernació. També s'indiquen els moments d'inici i final del procés d'hibernació.

c) Els pesos (aproximadament setmanals) de les 4 tortugues al llarg de tot aquest primer període d'hibernació. Mes endavant es continuen analitzant els pesos des d'altres punts de vista.

<sup>11</sup> També hi ha altres tipus d'ajustaments (corbes polinòmiques, exponencials...)

Figura 12. Taula que inclou totes les dades disponibles per tal d'estudiar la validació de les variacions de pes trobades durant el primer període d'hibernació de 4 exemplars de tortuga mediterrània al Pati de les tortugues de l'escola. Aquestes dades s'han enviat al CRARC (Centre de Recuperació d'Amfibis i Rèptils de Catalunya).

Data	Escola				Sant Feliu		Viladecans		Pes (g)				pluja
	T (°C)	(°C)	HR (%)	(%)	T (°C)	HR (%)	T (°C)	HR (%)	♂7496	♀6218	♀7495	♀7492	
<b>04/11/2005</b>					17,9	71	<b>17,4</b>	<b>78,6</b>	308	700	1410	770	Hibernen
05/11/2005					14,3	62	<b>13,7</b>	<b>72,0</b>					
06/11/2005					13,5	60	<b>12,6</b>	<b>71,8</b>					
07/11/2005					14,4	63	<b>13,0</b>	<b>77,5</b>					
08/11/2005					15,1	69	<b>14,7</b>	<b>81,6</b>					
09/11/2005					13,5	85	<b>13,3</b>	<b>90,5</b>					
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	<b>6,7</b>	55,0	<b>54,6</b>	8,8	53,0	8,0	61,4	308	698	1413	769	
27/11/2005	8,6	<b>5,7</b>	55,8	<b>55,3</b>	8,4	57,0	7,3	65,8					
28/11/2005	9,1	<b>6,2</b>	66,0	<b>63,9</b>	7,4	65,0	7,2	72,5					
29/11/2005	9,7	<b>6,9</b>	62,4	<b>60,9</b>	8,2	64,0	7,8	69,1					
30/11/2005	8,4	<b>5,4</b>	58,2	<b>57,3</b>	7,1	57,0	6,2	66,1					
01/12/2005	9,5	<b>6,7</b>	69,3	<b>66,7</b>	8,5	70,0	8,2	78,9	305	697	1409	767	
02/12/2005	11,9	<b>9,5</b>	82,1	<b>77,6</b>	11,8	78,0	11,7	84,1					
03/12/2005	11,7	<b>9,3</b>	62,6	<b>61,1</b>	11,1	63,0	11,0	65,4					
04/12/2005	12,5	<b>10,2</b>	60,6	<b>59,4</b>	11,2	64,0	11,3	74,2					
05/12/2005	12,5	<b>10,2</b>	61,3	<b>60,0</b>	12,4	60,0	11,8	66,1					
06/12/2005	10,0	<b>7,3</b>	57,2	<b>56,5</b>	10,1	57,0	9,1	66,7					
07/12/2005	8,9	<b>6,0</b>	56,1	<b>55,6</b>	7,9	60,0	<b>7,8</b>	<b>66,4</b>	303	695	1406	766	
08/12/2005	8,1	<b>5,0</b>	66,0	<b>63,9</b>	8	68	<b>7,6</b>	<b>76,8</b>					
09/12/2005	7,8	<b>4,7</b>	64,0	<b>62,3</b>	8,2	62	<b>8,1</b>	<b>68,3</b>					
10/12/2005	7,8	<b>4,7</b>	55,6	<b>55,3</b>	7,4	56	<b>6,9</b>	<b>64,2</b>					
11/12/2005	5,8	<b>2,3</b>	65,6	<b>63,5</b>	5,3	67	<b>5,3</b>	<b>71,2</b>					
12/12/2005	6,1	<b>2,7</b>	61,3	<b>60,0</b>	5,2	65	<b>5,2</b>	<b>70,9</b>					
13/12/2005	7,0	<b>3,8</b>	57,1	<b>56,4</b>	6,5	59	<b>6,4</b>	<b>64,1</b>					
14/12/2005	5,5	<b>2,0</b>	60,4	<b>59,2</b>	5,4	63	<b>5,0</b>	<b>69,4</b>					

15/12/2005	5,0	1,4	62,9	61,3	4,8	65	4,8	67,4				
16/12/2005	5,5	2,0	60,1	58,9	5,4	63	5,7	67,0	301	687	1385	755
17/12/2005	8,7	5,8	66,5	64,4	9,2	67	8,9	75,3				
18/12/2005	8,6	5,7	65,9	63,9	8,5	66	8,2	77,5				
19/12/2005	7,6	4,5	68,5	66,1	7	71	6,8	83,9				
20/12/2005	6,5	3,2	65,2	63,3	6,4	67	6,0	76,2				
21/12/2005	6,3	3,0	63,1	61,5	6,2	65	5,4	77,7	303	693	1401	764
22/12/2005	6,1	2,7	65,5	63,5	6,3	66	5,3	78,9				
23/12/2005	6,3	3,0	65,1	63,2	6,5	66	5,6	77,6				
24/12/2005	6,3	3,0	75,9	72,3	5,7	74	6,5	83,1				
25/12/2005	5,3	1,8	67,3	65,0	5	68	4,6	75,5				
26/12/2005	5,2	1,7	69,2	66,7	4,8	69	4,8	79,7				
27/12/2005	5,9	2,5	68,4	66,0	5,6	67	6,5	75,0				
28/12/2005	4,1	0,4	55,2	54,8	4,6	54	4,1	63,6				
29/12/2005	3,8	0,0	59,9	58,8	3,6	62	3,3	68,4	303	691	1397	762
30/12/2005	6,5	3,4	70,9	65,1	6,1	65,0	6,0	74,6				
31/12/2005	9,3	6,6	77,1	70,4	9,2	72,0	9,1	77,8				
01/01/2006	9,7	7,0	67,8	62,5	10,9	58,0	11,2	59,1				
02/01/2006	8,8	6,0	63,3	58,7	9,7	55,0	9,9	57,2				
03/01/2006	8,4	5,6	56,4	52,9	9,2	48,0	9,1	53,6				
04/01/2006	6,6	3,5	66,4	61,3	6,0	62,0	5,6	71,8				
05/01/2006	6,1	3,0	85,0	77,0	5,2	83,0	5,7	89,3	300	687	1390	760
06/01/2006	6,9	3,9	85	77,0	6,3	83	6,7	86,3				
07/01/2006	10,4	7,8	91,6	82,6	10,9	87	11,0	90,7				
08/01/2006	10,8	8,3	88,8	80,2	11,6	81	11,4	86,1				
09/01/2006	9,3	6,6	85,1	77,1	9,5	79	9,3	86,1	298	683	1386	757
10/01/2006	9,7	7,0	89,8	81,1	9,9	84	9,8	86,1				
11/01/2006	8,8	6,0	82,6	75,0	9,2	76	8,7	80,7				
12/01/2006	7,2	4,2	81,1	73,7	7,5	75	6,9	82,6				
13/01/2006	7,3	4,3	80,1	72,9	7,7	73	7,6	80,0				
14/01/2006	7,2	4,2	77,5	70,7	7,4	70	6,7	80,4				
15/01/2006	6,4	3,3	87,1	78,8	5,9	82	5,9	90,6				
16/01/2006	8,8	6,0	93,5	84,2	8,4	90	8,4	95,3				
17/01/2006	9,5	6,8	85,1	60,6	10,1	77	9,7	87,8				
18/01/2006	10,2	7,6	79,7	72,6	9,8	75	9,7	81,9				
19/01/2006	10,2	7,6	82,2	74,7	10,9	74	10,3	82,0				
20/01/2006	9,7	7,0	83,7	75,9	10,1	78	9,4	85,6				
21/01/2006	10,1	7,5	80,1	72,9	10,9	71	10,2	80,6				
22/01/2006	8,9	6,1	80,2	73,0	9,2	74	8,4	79,3				
23/01/2006	8,1	5,2	76	69,4	8,7	68	7,0	80,4				
24/01/2006	7,3	4,3	76,1	69,5	7,3	72	7,3	77,7				
25/01/2006	7,2	4,2	75,5	69,0	6	74	6,0	78,8	296	682	1383	756
26/01/2006	6,3	3,2	70,0	64,4	5,5	67	5,7	73,2				
27/01/2006	5,2	1,9	82,8	58,9	4,1	84	3,9	87,4	297	683	1385	757
28/01/2006	2,4	-1,2	94,0	84,6	2,1	90	2,8	89,5				
29/01/2006	4,8	1,5	92,4	83,3	4,9	85	5,6	88,8				
30/01/2006	9,5	6,8	85,5	77,5	6,3	86	10,3	82,3	300	685	1388	759
31/01/2006	11,2	8,7	74,3	68,0	8	70	12,7	68,6				
01/02/2006	9,6	6,9	75,6	69,1	10	68	9,5	79,8				
02/02/2006	9,8	7,2	74,1	67,8	9,8	68	8,4	81,4				
03/02/2006	9,0	6,2	78,7	71,7	9,1	75	8,8	83,1	294	681	1383	756
04/02/2006	7,6	4,7	80,4	73,2	7,6	74	7,4	80,1				
05/02/2006	6,1	3,0	74,4	68,1	6,5	66	6,2	73,2				
06/02/2006	6,5	3,4	68,0	62,2	6,8	60	6,3	69,1				
07/02/2006	7,6	6,2	68,3	62,9	8	61	6,9	74,1				
08/02/2006	8,2	5,3	71,1	65,3	8,2	67	7,7	78,0				

H2 calibrat

09/02/2006	8,3	<b>5,4</b>	79,4	<b>72,3</b>	8,2	73	8,0	80,7	299	686	1386	760
10/02/2006	8,9	<b>6,1</b>	79,4	<b>72,3</b>	8,8	73	8,3	80,7				
11/02/2006	7,8	<b>4,9</b>	80,9	<b>73,6</b>	7,2	77	7,5	81,6				
12/02/2006	9,0	<b>6,2</b>	77,5	<b>70,7</b>	8,9	72	9,0	78,1				
13/02/2006	9,2	<b>6,5</b>	75,7	<b>69,2</b>	9,3	71	9,0	78,2				
14/02/2006	10,4	<b>7,8</b>	80,3	<b>73,1</b>	10,3	75	10,3	83,5				
15/02/2006	10,5	<b>7,9</b>	81,7	<b>74,3</b>	11,1	76	9,8	88,7				
16/02/2006	13,7	<b>11,6</b>	66,1	<b>61,1</b>	15,5	56	14,0	71,2				
17/02/2006	13,2	<b>11,6</b>	51,7	<b>48,9</b>	15,1	40	13,8	55,6	294	679	1379	755
18/02/2006	12,8	<b>10,6</b>	55,0	<b>51,7</b>	12,6	53	12,2	65,7				
19/02/2006	12,3	<b>10,0</b>	58,9	<b>55,0</b>	12,8	48	12,4	65,0				
20/02/2006	10,7	<b>8,2</b>	51,9	<b>49,1</b>	11,5	44	10,6	57,6				
21/02/2006	8,7	<b>5,9</b>	70,2	<b>64,6</b>	8,4	65	8,4	75,0				
22/02/2006	8,3	<b>5,4</b>	77,1	<b>70,4</b>	8,9	71	7,9	80,1				
23/02/2006	8,4	<b>5,6</b>	73,9	<b>67,7</b>	8,1	71	7,7	78,5				
24/02/2006	7,7	<b>4,8</b>	73,6	<b>67,4</b>	7	72	6,6	78,8	289	674	1376	752
25/02/2006	7,4	<b>4,4</b>	66,5	<b>61,4</b>	6,7	66	7,0	70,4				
26/02/2006	7,7	<b>4,8</b>	81,8	<b>74,3</b>	7,5	77	8,2	82,7				
27/02/2006	9,7	<b>7,0</b>	73,6	<b>67,4</b>	10,4	66	10,2	72,4				
28/02/2006	6,8	<b>3,7</b>	63,8	<b>59,2</b>	7	56	6,4	64,7				
01/03/2006	7,6	<b>6,2</b>	69,0	<b>63,5</b>	7,8	64	7,4	71,8				
02/03/2006	9,3	<b>6,6</b>	61,2	<b>57,0</b>	10	54	9,2	69,1				
03/03/2006	11,9	<b>9,5</b>	53,1	<b>50,1</b>	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					12,2	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				
<b>23/03/2006</b>					14,6	60	13,4	75,4	296	674	1361	752
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

despertem

Aquestes dades s'han enviat a Joaquim Soler i Albert Martínez del CRARC per què d'alguna manera ens ho havien encarregat i també per què ens ajudin a

trobar-hi alguna altre relació que segurament se'ns escapa (Veure Email). D'entrada sembla que hi ha una gran concordança entre els resultats de Sant Feliu i els de l'escola, però no tant, pel que fa a l'humitat, amb l'estació de Viladecans, que presenta humitats més elevades (Figura 13).

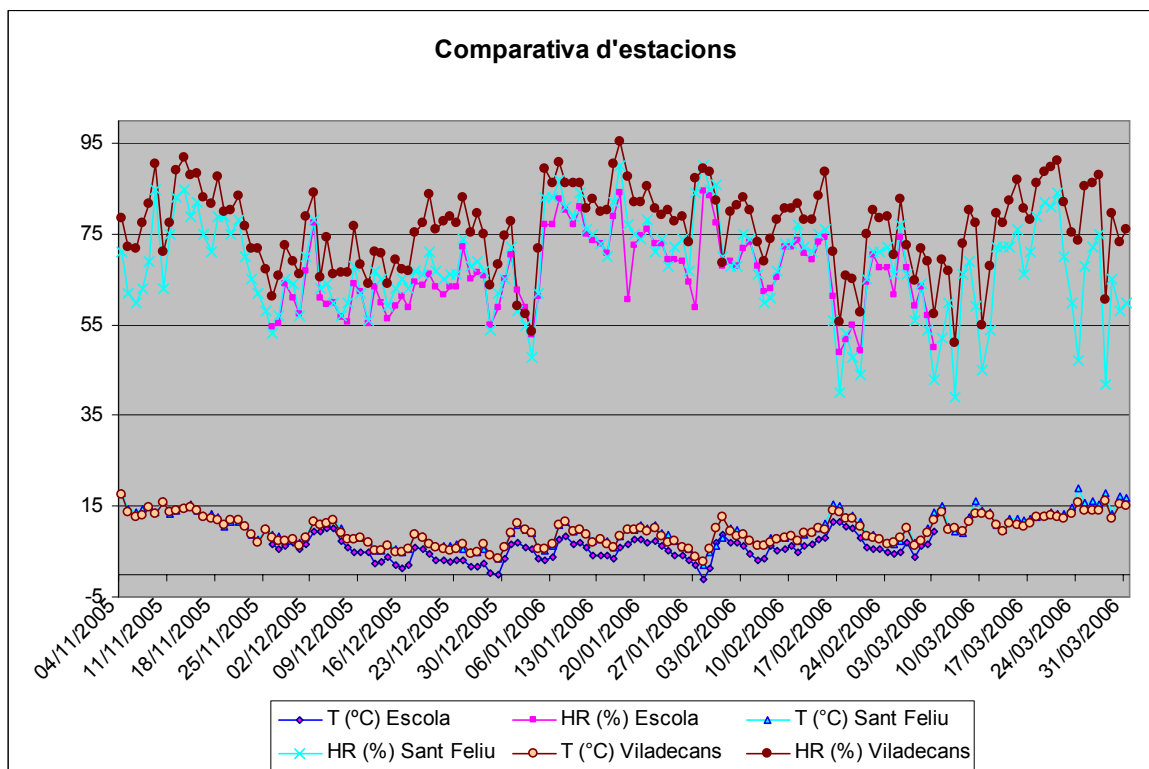


Figura 13. Gràfica comparativa entre les dades de les estacions de Sant Feliu i de Viladecans, juntament amb les de l'escola, un cop efectuada ja la correcció. Es pot observar la gran concordança en les dades de temperatura i d'humitat entre l'estació de Sant Feliu i els higròtermòmetres de l'escola. L'estació de Viladecans mostra les mateixes pautes però amb valors visiblement més elevats, tant pel que fa a la temperatura com a la humitat relativa.

Si ens fixem en tot el període complet d'hibernació de les 4 tortugues (Figures 14 i 15) podem observar que es produeixen dues variacions similars a les que va trobar l'Alba, si bé no tant clares. En concret, el 3 de febrer de 2006 en les 4 tortugues, i al voltant del 17 de març en les 3 femelles (el mascle presenta el punt més baix el 3 de març). En tots aquests casos es produeix a continuació una recuperació de pes. Doncs bé, després del 17 de març tant la temperatura com la humitat augmenten una mica i també (encara més fiable) va ploure durant 3 o 4 dies (veure taula a la figura 12). Un punt a destacar, per la seva uniformitat de recuperació en tots els animals, és el del 30 de gener de 2006, en el que es veu molt clarament la relació amb la humitat elevada i la pluja (marcat en blau a la taula de la figura 12). Resulta que es van realitzar 4 sèries de pesades en 10 dies i entremig va ploure. S'observa un màxim de pes al 4t dia de pluja i després aquell torna a disminuir al cap de 4 dies.<sup>12</sup>

<sup>12</sup> Els del CRARC encara no han tingut temps d'analitzar aquestes dades, però creiem que ho trobaran força interessant.

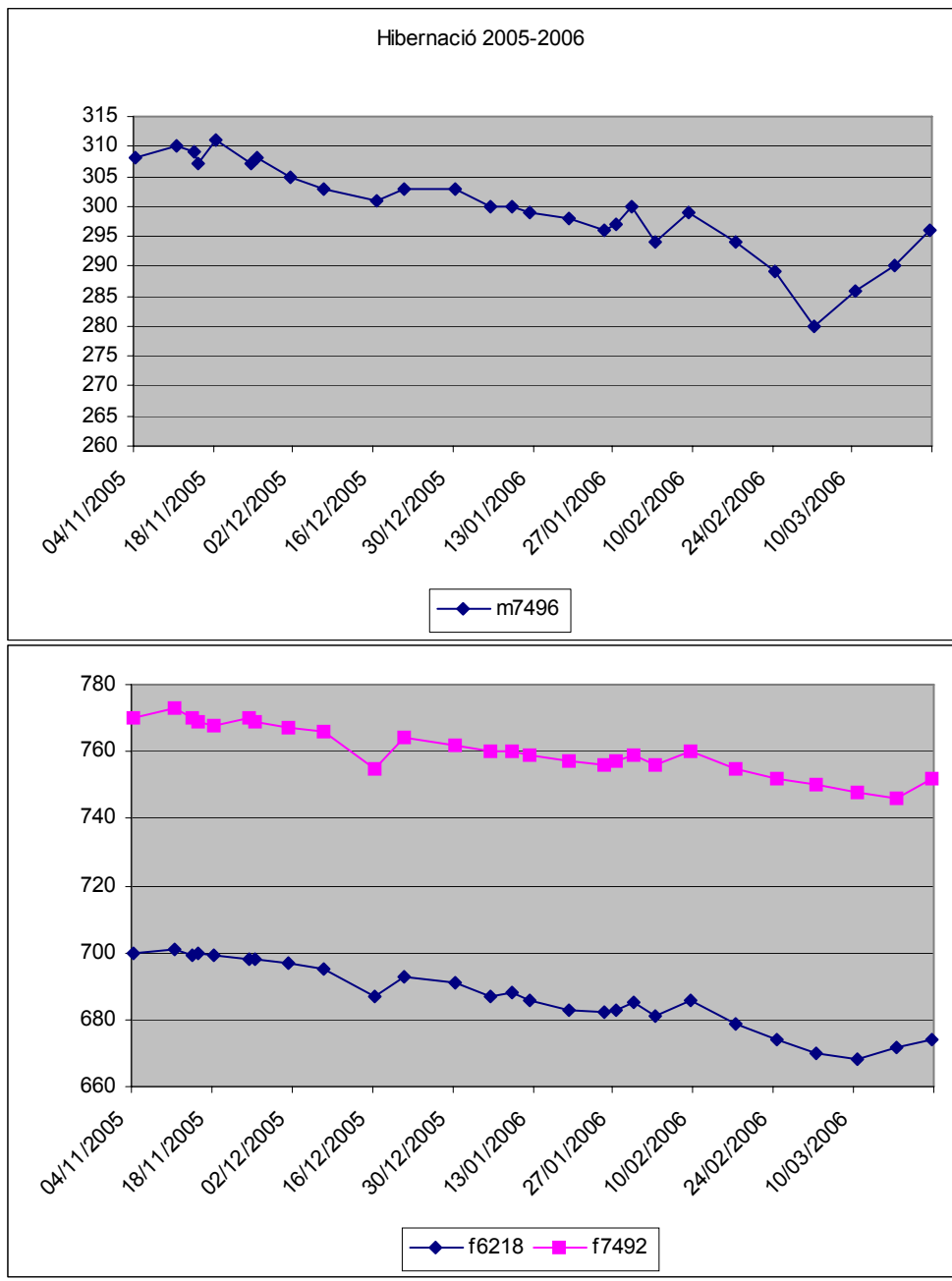


Figura14. Evolució del pes (g) en la tortuga mascle (7496, a dalt) i de les tortugues femelles de mida similar (a baix).



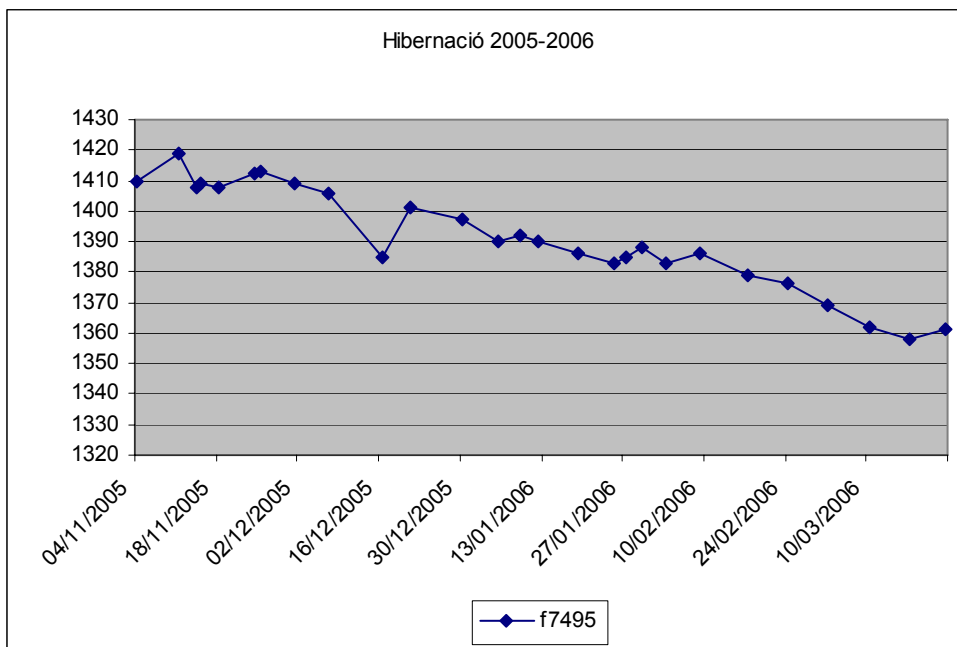


Figura 15. Evolució del pes (g) durant el primer període d'hibernació de la tortuga femella més gran que tenim al pati. Com es pot observar, les variacions són molt similars a les de la resta d'exemplars.

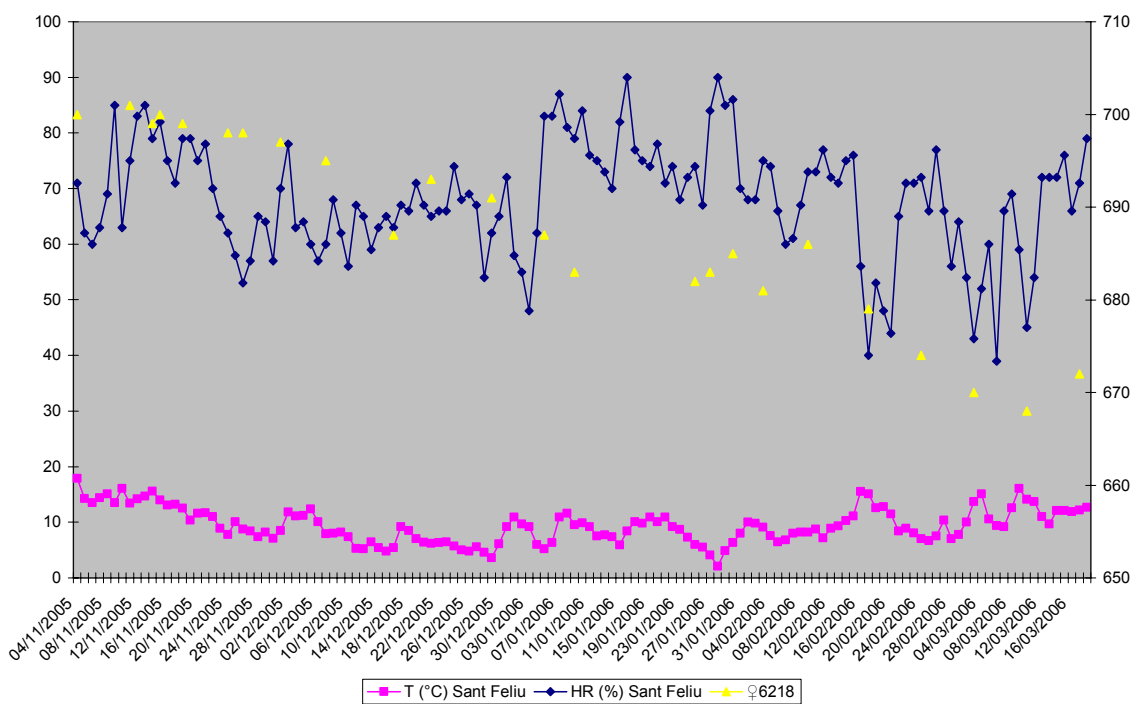


Figura 16. Variacions de pes (eix vertical dret, en g) de la femella 6218 al llarg de tot el procés d'hibernació, comparat amb els valors mitjans (eix vertical esquerra) d'humitat relativa (%) i temperatura (°C). Aquesta representa el resum de tot l'apartat, ja que les variacions de pes són similars en tots els exemplars, sobretot en les dues femelles de mida similar, i l'estació meteorològica de Sant Feliu també és representativa.

## 2.3 Variacions de pes de les tortugues al llarg d'un any

### 2.3.1 Metodologia

A les tortugues se'ls hi ha anat fent un seguiment del pes des de fa un cert temps. En concret, el de les 4 tortugues actuals es va iniciar quan va començar la primera hibernació que tenim registres (que ja s'ha comentat a l'apartat anterior i aquí inclourem també aquestes dades com a part del conjunt) fins l'actualitat, per tal de veure la seva evolució, no només durant els períodes d'hibernació (que ara ja anem pel segon), sinó durant els d'activitat de les tortugues, amb l'objectiu d'observar possibles canvis relacionats amb la seva biologia (alimentació correcta, detecció d'una posta...). Es va decidir realitzar les pesades un cop per setmana, cada divendres. Si un divendres determinat no es podia s'intentava realitzar les mesures el dia més proper (generalment el dijous abans). Cal dir que aquestes mesures (i també altres tasques que hem realitzat al Pati de les tortugues) no s'han interromput del tot durant les vacances d'estiu, ni les de Nadal. Pel que fa a la manera de pesar a les tortugues, es va millorar la tècnica després d'una visita al CRARC, perquè es va aprendre a pesar-les girades (Figura 17), així estan més quietes. Després d'aquesta visita, totes les pesades les he fet seguint aquesta metodologia<sup>13</sup>. Les mesures de pes que es presenten en aquest apartat (Figura 18) inclouen un període de més d'un any, des del 4 de novembre de 2005 fins el divendres 12 de gener de 2007, perquè vaig haver d'entregar la memòria d'aquest treball; però, com ja he comentat en un principi, continuaré prenent les dades fins que les tortugues surtin de la hibernació, presumiblement cap al mes de març<sup>14</sup>.



Figura 17. En aquesta foto es veu com l'Albert estava fent el reconeixement de les tortugues, en aquest cas n'estava pesant una. D'aquesta sortida en varem extreure una nova tècnica per pesar les tortugues, que consisteix en pesar-les d'esquena, de tal manera que no es poden moure i per tant, el pes s'estabilitza abans.

<sup>13</sup> Excepte, és clar, quan estan hibernant, perquè aleshores estan dormides i no es mouen.

<sup>14</sup> Aquestes dates també coincideixen amb l'inici dels treballs de recerca del proper curs, de manera que segurament algun company m'agafarà el relleu.

### 2.3.2 Resultats i discussió

A continuació (Figura 18), es presenten les dades global de pes, que inclouen les mesures que va agafar l'Alba Vendrell corresponents a la primera hibernació, tot el període actiu següent i el començament de la segona hibernació.

Figura 18. Taula de pesos (g) de les 4 tortugues mediterrànies del pati, durant un període de més d'un any. Les dades, que han estat obtingudes en dos treballs de recerca de batxillerat consecutius, es continuaran prenent fins a completar la segona hibernació.

data	♂ 7496	♀ 6218	♀ 7495	♀ 7492	
<b>04/11/2005</b>	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	
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	acaba hibernació 2005
<b>23/03/2006</b>	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
<b>05/12/2006</b>	<b>375</b>	<b>742</b>	<b>1297</b>	<b>769</b>
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

comença hibernació 2006

Només tenim 4 exemplars de tortuga mediterrània, però són 4 exemplars ben diferents, tant pel que fa a edat (des de molt joves fins a molt vells) com a pes, ja que va dels 300 g (mascle 7496) fins als 1400 (femella 7495). Aquest fet les fa especialment interessants per als estudis de variacions de pes, tenint els dos extrems esmentats i al mig dues femelles (6218 i 7492) de pesos molt similars (uns 750 g) però d'edats molt diferents.

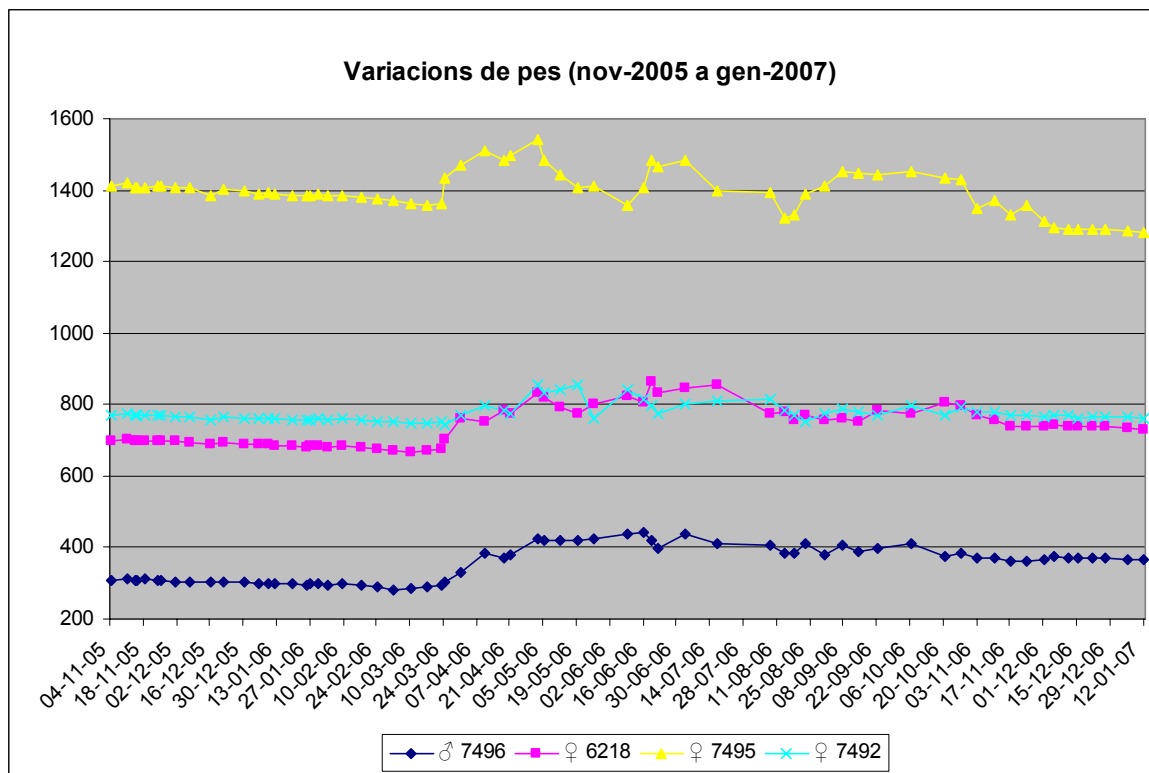


Figura 19. Comparativa de l'evolució de pes de les 4 tortugues del pati durant un període superior a un any, que inclou (d'esquerra a dreta) una fase d'hibernació completa, un període actiu també complert i l'inici d'una segona hibernació.

Observant l'evolució del pes de les 4 tortugues al llarg de 14 mesos seguits podem constatar varies coses. En primer lloc, en analitzar el comportament general (Figura 19) de les gràfiques es pot distingir clarament quan s'està en període actiu i quan en hibernació, essent molt més regulars les gràfiques d'aquests últims. També és cert, però, que és més fàcil observar el canvi d'hibernació a període actiu, que no pas de període actiu a hibernació; és a dir, la recuperació de pes és molt ràpida quan les tortugues surten de la letargia. Aquesta recuperació tant sobtada no es pot explicar només perquè les tortugues comencen a menjar, sinó per la ràpida rehidratació d'aquestes, que va començar, recordem-ho, abans que despertessin de la seva letargia, coincidint amb uns dies de pluja i un augment de la humitat i temperatura ambient, com ja hem comentat a l'apartat 2.2.

Un altre fet remarcable és que totes les tortugues, a excepció de la més gran, comencen la segona hibernació a un nivell de pes més alt (de fins a un 30% en el cas del mascle) que quan finalitzen la primera hibernació. A excepció, com hem dit, de la tortuga més gran, que comença la segona hibernació a un nivell inferior (-5%). Aquest menor pes de la femella gran, juntament amb 2 baixades de pes molt marcades, ho hem relacionat amb posta d'ous, com veurem més endavant.

Pel que fa a la comparació entre els dos períodes d'hibernació, no podem dir encara gran cosa perquè només fa un mes que hibernen. Precisament això sí que ho podem fer constar, que la hibernació de 2006 ha començat un mes més tard que la de 2005. Efectivament, si observem la taula de la figura 22 veiem que al 2005 les tortugues van començar la hibernació el 4 de novembre, mentre que al 2006, les mateixes 4 tortugues, no l'han començada fins el 5 de desembre. Aquest retard de tot un mes el podem relacionar amb les temperatures anormalment altes d'aquest mes de Novembre, ja que si comparem les mitjanes dels dos anys d'aquest mes (Figura 20) podem veure que al 2006 les temperatures són 2,5°C superiors que l'any anterior i les precipitacions molt inferiors. Potser aquest sigui un primer indici del que pot acabar representant per les tortugues, i altres animals hibernants<sup>15</sup>, el canvi climàtic que tant es parla avui dia.

NOVEMBRE de 2005	NOVEMBRE de 2006
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Valors mitjans:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Temperatura: <b>12.8 °C</b></li> <li>○ Humitat: <b>70 %</b></li> <li>○ Pressió: <b>1010.9 hPa</b></li> <li>○ Velocitat del vent: <b>3.9 m/s</b></li> <li>○ Direcció: <b>331 °</b></li> <li>○ Precipitació: <b>84.8 mm</b></li> </ul> </li> <li>• <b>Extrems:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Temperatura màxima: <b>23.9 °C</b> el dia 2 a les 14:30</li> <li>○ Temperatura mínima: <b>4.0 °C</b> el dia 29 a les 07:30</li> <li>○ Humitat màxima: <b>93 %</b> el dia 13 a les 04:30</li> <li>○ Humitat mínima: <b>33 %</b> el dia 30 a les 15:00</li> <li>○ Pressió màxima: <b>1025.0 hPa</b> el dia 10 a les 22:30</li> <li>○ Pressió mínima: <b>990.4 hPa</b> el dia 26 a les 03:30</li> <li>○ Velocitat màxima del vent: <b>41.1 m/s</b> el dia 10 a les 08:30</li> <li>○ Precipitació màxima: <b>29.0 mm</b> el dia 13</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Valors mitjans:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Temperatura: <b>15.3 °C</b></li> <li>○ Humitat: <b>70 %</b></li> <li>○ Pressió: <b>1014.7 hPa</b></li> <li>○ Velocitat del vent: <b>3.6 m/s</b></li> <li>○ Direcció: <b>318 °</b></li> <li>○ Precipitació: <b>1.8 mm</b></li> </ul> </li> <li>• <b>Extrems:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Temperatura màxima: <b>22.7 °C</b> el dia 19 a les 15:00</li> <li>○ Temperatura mínima: <b>7.6 °C</b> el dia 30 a les 06:00</li> <li>○ Humitat màxima: <b>92 %</b> el dia 1 a les 03:30</li> <li>○ Humitat mínima: <b>30 %</b> el dia 2 a les 21:00</li> <li>○ Pressió màxima: <b>1025.5 hPa</b> el dia 30 a les 24:00</li> <li>○ Pressió mínima: <b>999.1 hPa</b> el dia 23 a les 15:30</li> <li>○ Velocitat màxima del vent: <b>32.2 m/s</b> el dia 21 a les 14:30</li> <li>○ Precipitació màxima: <b>1.2 mm</b> el dia 17</li> </ul> </li> </ul>

Figura 20. Taula comparativa dels valors mitjans i extrems de temperatura i altres paràmetres meteorològics del mes de novembre dels anys 2005 i 2006. Les diferències més remarcables s'observen en les temperatures mitjanes, temperatures mínimes i precipitació. Les dades són de l'estació Davis de l'Ajuntament de Sant Feliu.

<sup>15</sup> En diverses notícies recents s'ha comentat que aquest any els ossos del Pirineu no han començat a hibernar; per la mateixa raó, aquest any s'esperen menys ocells migratoris al Delta de l'Ebre, ja que als països d'origen no fa prou fred com per haver d'emigrar.





Figura 21. Primer dia real d'hibernació (05/12/2006), en el que les 4 tortugues que havien anat entrant i sortint pel seu propi peu de les caixes obertes situades a la zona més càlida del pati, ja no en van sortir. En aquesta imatge, també podem observar la situació dels diferents enregistradors de mesura: la doble sonda de temperatura (1), sensor d'humitat relativa i temperatura dels enregistradors Escort (2) i de l'estació inalàmbrica Davis (3).



Figura 22. Detall ampliat de la imatge anterior, en la que podem distingir entre les fulles dues tortugues parcialment enterrades.

### 3. Millores per a la reproducció de les tortugues del pati

#### 3.1 Observacions i control biològic de les tortugues

Fent un seguiment de les tortugues hem pogut observar que estan en bon estat, que no tenen cap problema i que s'aparellen correctament. Tot i així, no sabem el perquè les tortugues encara no han deixat descendència. Tenim constància (visual) que el mascle copula amb les femelles, i que les femelles fan els nius (Figura 2), i sembla que segueixen tots els passos necessaris però encara no tenim cap cria de tortuga, tot i que s'hi han trobat ous (Figura 25), cosa que fins ara no havia passat.

El fet que no neixin tortugues, no creiem que sigui per culpa d'aquestes, del seu estat biològic, sinó que més aviat a aspectes relacionats amb el terreny (com explicarem més endavant). Malgrat tot, per sortir de dubtes les varem portar a Masquefa, perquè el veterinari els hi fes una revisió.

Abans, però, explicarem les observacions realitzades per nosaltres durant el període de temps que ha durat el meu treball de recerca.

##### 3.1.1 Observacions (al Pati de les tortugues)

Des del nostre punt de vista, les tortugues es mouen i es desenvolupen bé per el pati, dominen cada racó d'aquest i saben com amagar-se i on (ho hem pogut comprovar en diverses ocasions).



Figura 23. Zona de les plantes enfiladisses amb una tanca de fusta relativament elevada, que les tortugues superen amb increïble facilitat. Normalment hi trobàvem una o dues tortugues, però aquest dia (01/09/2006) hi eren totes!



Coneixen quins són els llocs més adients per cada moment en funció de la temperatura i hora del dia. Per exemple, els dies de sol, durant el matí i fins al migdia aproximadament, les tortugues estan situades al llarg de la part dreta del pati, al costat de les vidrieres del menjador, i acostumen a pujar sobre el pedrís, on s'hi estan llargues estones prenent el sol. Després, per la tarda, es mouen per tot el pati, es dispersen per tota la seva extensió (uns 100 m<sup>2</sup>).

En canvi, si el dia no és assolellat, es posen a la zona destinada a la hibernació i es mig enterren amb fullaraca per tal de mantenir la seva calor corporal. Sovint també les hem trobat pujades en una zona elevada i protegida amb fusta pel voltant, on hi ha tubs de reg gota a gota amagats entre la terra.

No sabíem com ho feien per aconseguir pujar fins allà, però un dia, pel matí, ho varem descobrir en observar a una de les tortugues com hi pujava (Figura 24). S'aguanten amb les potes del davant sobre les fustes, i amb la pota dreta del darrere, es van empenyent cap amunt ajudades amb la reixa que circumda el bassal. Aquest fet ens va fer revisar amb més atenció els voltants de la reixa del bassal, vigilant



Figura 24. Tortuga pujant a la zona elevada, ajudada per la reixa que recobreix el bassal.

que no hi hagués alguna pedra gran o planta situada de manera que es poguessin impulsar de forma similar i caure a la part fonda del bassal.

Pel que fa a la reproducció, ja hem comentat que per primera vegada hem pogut observar a una tortuga fent niu (Figura 2) i també hi hem trobat ous (Figura 25). Aquestes observacions ens fan pensar que tant les tasques realitzades en treballs anteriors com en el present per tal de millorar les condicions per a la posta d'ous al pati (veure més endavant) van per bon camí.

Els ous que es van trobar estaven situats a la part més càlida del pati, on



Figura 25. Aquests són alguns dels ous que es van trobar enterrats en la zona d'hibernació.

hibernen les tortugues<sup>16</sup>, i estaven enterrats a uns 8 cm de profunditat. Quan es van trobar<sup>17</sup>, es va suposar que si ja no ho havien fet no eclosionarien i que segurament no serien viables. Per altra banda, també és possible que els ous, ja de per si, no fossin fèrtils; que la tortuga els hagués post perquè era l'última posta de l'any, i normalment d'aquests ous no acaben sortint tortugues (com hem explicat a l'apartat 1.2.2). Tot i així, els ous que es van trobar es van posar dins la incubadora, que es va construir durant l'estiu, i es va notificar la troballa al CRARC, que ens van contestar que segurament d'aquests ous no sortiria res, però que era un bon indicatiu haver-ne posat. Després d'un temps prudencial de mantenir-los en incubadora sense obtenir resultats, aprofitarem per a realitzar un estudi biomètric dels ous per tal d'intentar determinar quina de les tres femelles havia fet la posta a partir de les mateixes.

Els ous es varen pesar amb la balança Cobos (ja esmentada a l'apartat 2.1) del laboratori de biologia. Per mesurar l'amplada i llargada màximes es va utilitzar un peu de rei (Figura 26).



Figura 26. En les fotos superiors es veu, a l'esquerra, el peu de rei digital amb el qual es van mesurar els ous, tant d'ample com de llarg, i a la dreta d'aquesta es veuen tres dels 4 ous, els quals ja estaven pesats i mesurats. En la foto de sota es veu com estem mesurant els ous amb el peu de rei, i la tècnica que es va utilitzar.

<sup>16</sup> Aquesta zona es va preparar en un treball de recerca anterior.

<sup>17</sup> va ser en el moment (3 de novembre de 2006) de fer lloc per posar les caixes per a la hibernació.

Pel que fa a les dimensions (Figura 27), els ous trobats són bastant grans si els comparem amb els valors mitjans dels ous de tortuga mediterrània d'exemplars de vida lliure, mentre que si ho fem amb els del animals que viuen en captivitat, els nostres estan més a prop de la mitjana (veure apartat 1.2).

<b>Nº d'ou</b>	<b>Pes (g)</b>	<b>llargada (cm)</b>	<b>amplada (cm)</b>
<b>1</b>	18,85	33,85	27,82
<b>2</b>	14,35	33,84	27,57
<b>3</b>	14,00	31,67	27,99
<b>4</b>	13,65	32,89	27,47
<b>mitjana</b>	<b>15,21</b>	<b>33,06</b>	<b>27,71</b>

Figura 27. Taula de dades biomètriques dels ous trobats al pati.

El pes dels ous resulta, en proporció, bastant més elevat que la mitjana. Això, juntament amb les variacions de pes observades de les tres tortugues (Figura 19), en què les més clares i acusades són les de la tortuga gran, ens fa pensar que aquests ous són d'aquesta tortuga.



### 3.1.2 Control veterinari ( al CRARC)

Com ja hem comentat, varem anar al CRARC (Centre de Recuperació d' Amfibis i Rèptils de Catalunya) a fer un control sanitari de l'estat de les tortugues, i l'Albert Martínez, el veterinari, ens va dir que tot estava correcte, que les tortugues estaven bé; de salut, de pes, etc. Únicament ens va explicar (Figura 28) que una de les tortugues (la més vella, 6218) té com un "tel" blanc als ulls, que segurament es tracta de dipòsits de colesterol, però en aquest cas simplement és a causa de vellesa; sembla ser que aquests dipòsits no són infreqüents en tortugues i altres rèptils d'edat avançada (Merchán i Martínez, 1999).



Figura 28. L'Albert (a l'esquerra) està observant el fons de l'ull a la tortuga més vella, que presenta una taca blanca en el seu ull dret i que pot apreciar-se en la imatge de la dreta. Aquest dia que varem portar les tortugues a revisió al CRARC va coincidir en que l'Albert estava fent una classe pràctica a un grup de veterinaris estrangers (vestits de verd).

Com a prevenció els hi va administrar un antiparasitari utilitzant una sonda (Figura 29), però feia poca estona que havien menjat, i al posar la sonda per fer arribar el medicament directament a l'estómac, van vomitar; per tant era com si no els hi hagués administrat res. L'Albert ens va dir que ho hauríem de fer nosaltres mateixos a l'escola i també que s'havia de repetir l'administració al cap d'uns dies.



Figura 29. Aquí l'Albert ens ensenyava a tots com agafar correctament les tortugues i explicava als veterinaris tots els detalls per a l'administració de medicaments o altres líquids utilitzant una sonda (saber quan s'arriba a la meitat de l'estómac, per exemple).



L'Albert va calcular la dosi per a cada tortuga en funció del seu pes i ens va donar ja preparades les xeringues amb el medicament (5 cm<sup>3</sup> per a la gran, 2,5 cm<sup>3</sup> les mitjanes i 2 cm<sup>3</sup> per a la petita) per a les dues sessions.

També ens va ensenyar a agafar els animals per no fer-los mal i poder-los donar l'antiparasitari correctament (Figura 29). Consistia en posar-les dretes, és a dir, verticals sobre les potes del darrera, de tal manera que elles soles treuen el cap enfora. Un cop així, només li has d'agafar el cap amb dos dits d'una mateixa mà i aguantar-li, perquè no amagui el coll. Amb l'ajuda de l'altre mà es tracte d'obrir-li la boca, vigilant que no et mossegui, ja que tenen unes mandíbules molt fortes i si t'enganxen el dit et pot fer molt mal.



Figura 30. Administrant l'antiparasitari a les tortugues un cop varem arribar a l'escola. Es va repetir l'aplicació al cap d'uns dies.

Un cop la tens ben agafada, l'altre persona ha d'introduir-li la punta de la xeringa (parlem d'una xeringa sense punxa) dins de la boca i expulsar-li ben endins el medicament (Figura 30), i vigilar que no el vomiti, ni en el moment en que li dones, ni una estona més tard, quan ja l'has deixada al terra.

Com a anècdota dir que el dia que varem portar les tortugues al CRARC de Masquefa per a fer el control veterinari, l'Albert Martínez estava fent una classe pràctica de rèptils a un grup de veterinaris estrangers i va utilitzar la diversitat de mides i edats dels nostres exemplars per a la pràctica; també ens va posar d'exemple per explicar als joves veterinaris en què consisteix un centre col·laborador del DMAH. Ben segur que cap de les nostres tortugues havia estat mai tant ben observada!

### **3.2 Ampliació de les zones de posta del pati**

En treballs de recerca anteriors ja s'havia constatat que un dels problemes que podia tenir el pati per a les tortugues podia estar relacionat amb la radiació; que no arribés prou radiació al terra durant prou temps. Això és degut a dos factors, d'una banda el pati, que té forma quadrada, està voltat per parets fins a una certa altura, essent la més alta precisament la del costat del migdia, la de la paret sud<sup>18</sup>. Per altre banda existeix l'efecte ombrívol de l'abundant vegetació del pati amb arbres que sobrepassen de llarg l'altura màxima de la zona de l'edifici (tres plantes) que circumda el Pati de les tortugues. Aquest efecte es va controlant podant alguna branca d'arbres i arbustos, després de determinar, de manera aproximada, les zones del pati amb més radiació solar directa i també indirecta, gracies al reflex d'algunes vidrieres<sup>19</sup>. La idea originària era la de fer un estudi amb profunditat de la radiació que arriba al sòl del pati al llarg de tot l'any, incidint especialment en el període actiu per a les tortugues i també per a la incubació dels ous, és a dir, de març a novembre. Les observacions realitzades no han estat tant freqüents com preteníem i no han permès acabar els plànols de zonació de radiació<sup>20</sup>, però sí han estat suficients per a determinar quines zones del pati es podien preparar per tal d'ampliar la zona de posta i també la zona d'insolació ("solarium"). Les zones de més insolació, i per tant les que s'han escollit per a ampliar, han estat les vores de dues parets, concretament la de les vidrieres (menjador) i la de la zona nord (entrada a l'escola), que li és perpendicular. A la part central del pati també hi ha alguns indrets que els hi arriba radiació directa del sol durant unes hores, sobretot després de podar alguna branca dels arbres més alts, però aquests indrets assolellats també són necessaris perquè s'hi desenvolupi correctament la vegetació destinada a ser el seu aliment i que està basada en la introducció al pati d'espècies autòctones que habitualment formen part de la seva dieta en condicions naturals<sup>21</sup>.

La zones del pati que acabem de comentar (prop de les parets N i O) eren indrets de terra molt compacte, molt dura<sup>22</sup>. Així doncs, es tractava de cavar la terra i barrejar-la amb una mica de sorra, terra d'hort amb torba i fullaraca del mateix pati. Però hi havia un problema, el canal de reg del sistema d'aspersors (que funciona només a l'estiu) estava enterrat a prop de la paret i havíem de saber el lloc exacte, per poder cavar sense perill de rebentar una canonada. El coneixement exacte del canal de reg també era important per el treball de recerca de la meva companya Marta Lozano<sup>23</sup>, de manera que portàrem a terme la tasca conjuntament. En primer lloc varem desenterrar el reg en la seva totalitat (uns 30 m), cavàrem una regata a 20 cm de les parets esmentades, hi col·locàrem els tubs de reg i ho tapàrem amb terra i pedres, deixant ben marcada la zona. A continuació procedírem a cavar i barrejar la terra (com s'ha explicat més amunt) fins a uns 50 cm de la paret, en els dos indrets abans esmentats. A part d'això,

<sup>18</sup> Les parets nord i est presenten grans obertures (entre els 3 i 5 m d'altura, aproximadament), i la paret oest, que dona directament al menjador de l'escola, presenta unes grans vidrieres, que ocupen unes  $\frac{3}{4}$  parts de la paret fins a uns 3 m d'altura.

<sup>19</sup> Aquest fet ens fa pensar que potser una de les solucions per a incrementar en un futur la radiació al pati passaria per fer un estudi amb miralls col·locats estratègicament.

<sup>20</sup> Per això aquests plànols no es presenten, però les dades que s'han pres es guarden per a ser completades en posteriors treballs.

<sup>21</sup> Objecte d'estudi del treball de recerca "Autosuficiència alimentària de la tortuga mediterrània" de la meva companya Marta Lozano.

<sup>22</sup> A excepció de la zona destinada a la hibernació i també a la posta d'ous situada a l'extrem NE, d'un material més tou, ja preparat, i que havia demostrat la seva eficàcia (s'hi han trobat ous).

<sup>23</sup> També havia de cavar per anar introduint plantes en diversos indrets del pati.

s'ha envoltat aquesta zona, per la part més propera a la paret, amb pedres mitjanament grans que vesteixen més el pati, protegeixen millor els tubs de reg i permeten ampliar la plataforma "solarium" a les tortugues.

### **3.3 Construcció i posta en funcionament d'una incubadora**

Malgrat la nostra intenció és que les tortugues completin el seu cicle reproductiu al pati, som conscients que les limitacions de radiació esmentades en l'apartat anterior poden ser decisives per a la correcta incubació dels ous, sobretot si la posta no es fa en els indrets més assolellats. És per això que hem decidit de construir una incubadora per als ous de les tortugues que eventualment es trobin en indrets poc apropiats.

#### **3.3.1. Metodologia**

Per la construcció de la incubadora s'ha seguit les instruccions de Joaquim Soler del CRARC, que també ens ha proporcionat part del material (Figura 31). S'ha agafat com a base l'estructura d'un aquari de vidre. Es col·loca un tros de maó, suficientment gran perquè aguanti a una determinada altura el recipient on aniran els ous, al fons de l'aquari, tocant a una de les parets laterals.

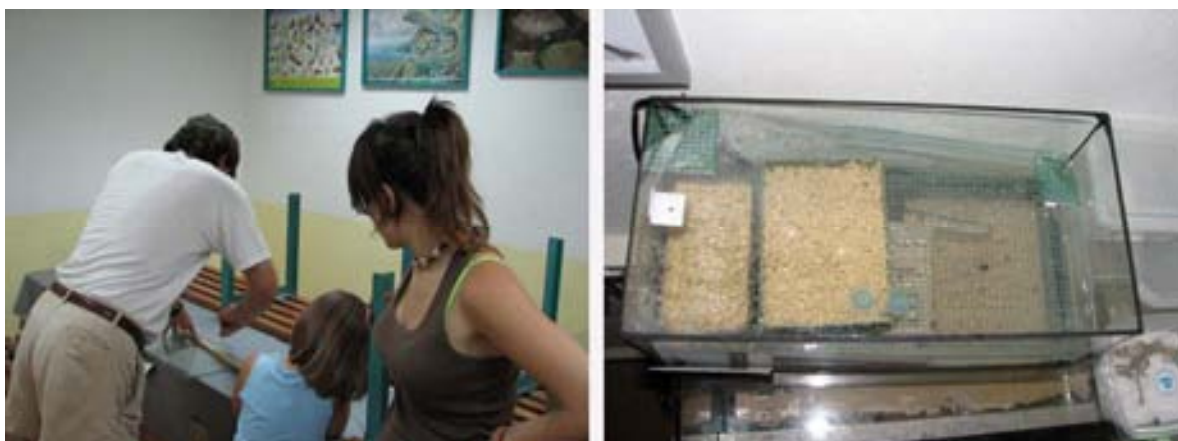


Figura 31. En Joaquim Soler (a l'esquerra) tallant un dels vidres per a la nostra incubadora. A la dreta s'observa (en vista superior) una incubadora del CRARC en ple funcionament, a partir de la qual ens hem guiat per a fer la nostra.

Just a l'altre cantó s'hi ha posat un calefactor d'aquari amb termòstat, que servirà per escalfar l'aigua de l'incubadora. Aquest termòstat s'ha de regular per tal de mantenir l'aigua a una temperatura d'uns 31,5 °C, segons instruccions de Joaquim Soler. A sobre del maó hi ha un recipient ple de vermiculita humida, on s'hi posaran els ous que es volen incubar. Entre mig del maó i del recipient hi ha col·locada una reixa, en posició horitzontal, que cobreix de punta a punta tota la incubadora, de tal manera que si les tortugues un cop trencades les closques, surten del recipient, no caiguin al fons del recipient i s'ofeguin (hi ha aigua fins uns 5 cm d'altura). El nivell d'aigua ha d'arribar fins la reixa, que coincideix amb l'inici del recipient on estan els ous<sup>24</sup>. Aquesta estarà sempre a la mateixa temperatura,

<sup>24</sup> Seguint instruccions del full informatiu del CRARC

per tal de mantenir els ous a una temperatura constant i no patir canvis, com els pot passar a la natura (ja que això allargaria el temps d'incubació).



Figura 32. Acabant la construcció de la incubadora al laboratori de Biologia de l'escola. Al fons es veu al meu company Òscar Cusó (que està muntant el sistema de sondes submergibles per al seu treball de recerca del basal del pati de les tortugues).

Per finalitzar, s'ha d'aconseguir que això sigui un circuit tancat, ja que així l'aigua que s'evapori no es perdi i torni al fons de la incubadora. Per fer això s'ha de tancar la incubadora amb una làmina de vidre que la cobreixi de punta a punta. Aquest vidre ha d'estar col·locat en posició diagonal, és a dir, una punta ha d'estar a dalt de la incubadora i l'altre punta ha d'arribar fins a la meitat de la paret contrària, per tal que l'aigua evaporada retorni, condensada, cap a l'interior. Perquè aquest vidre s'aguanti, s'han enganxat amb silicona dos trossos petits de vidre, un a cada paret dels costats, de tal manera que la làmina de vidre descansa sobre ells. Aquesta tapa no pot estar enganxada, sinó que ha de ser removable, ja que s'hi ha de poder posar ous i treure les tortugues amb facilitat.

Per comprovar el funcionament de la incubadora, un cop ja ha estat tota muntada, s'ha ajustat el termòstat del calefactor (amb ajuda de termòmetres) perquè reguli la temperatura al voltant de 31,5 °C. S'ha afinat més el procés utilitzant un datalogger Escort, concretament el T3 *ilog* de doble sonda tèrmica i proveïda de pantalla (que feia més fàcil el control visual). Una de les sondes s'ha introduït dins del recipient on està la vermiculita amb els ous i l'altre s'ha introduït al fons de la incubadora, dins l'aigua.

### 3.3.2 Resultats i discussió

La incubadora fa bé la seva funció, hem posat els ous que varem trobar al pati i els manté a una temperatura força constant. Els resultats que es presenten (Figura 33)<sup>25</sup> corresponen al muntatge explicat en l'apartat anterior durant un registre continuat d'uns 10 dies. Es pot observar que malgrat els ajustaments al voltant dels 31,5 °C són prou satisfactoris, es veu una major constància en els valors de temperatura de l'aigua que no pas en els de la vermiculita (i per tant en els ous). Aquestes oscil·lacions segurament disminuirien si el recipient amb els ous es mantingués parcialment submergit, donada la major inèrcia tèrmica de l'aigua (es podria pensar en fer aquesta modificació en un futur). En qualsevol cas, la constància és molt més elevada que a la natura.

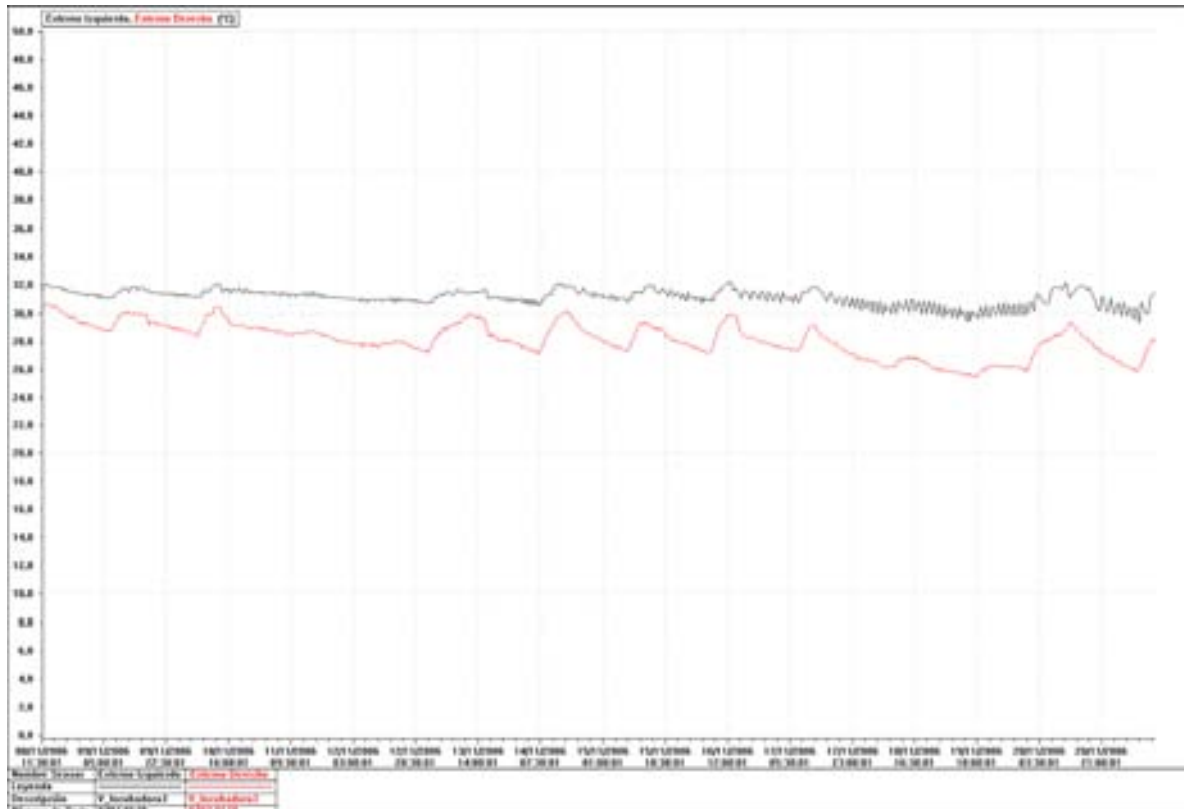


Figura 33. Registre de la temperatura de la incubadora a nivell dels ous (línia vermella) i a nivell del fons de la incubadora (línia negra), a prop d'on es situava el calefactor amb termòstat. La incubadora es trobava en el laboratori de Biologia.

El problema que ens hem trobat amb aquesta incubadora és que el circuit d'aigua no és del tot tancat, és a dir, s'escapa aigua i se n'ha d'afegir de tant en tant. Creiem, però, que això ha estat provocat per la utilització de les sondes tèrmiques, ja que forcen a mantenir parcialment oberta la làmina de vidre (per on surten els cables del sensor), escapant-se part del vapor d'aigua. Segurament això millorarà quan es treguin els cables dels sensors (ja que no es necessiten de forma permanent), però és un factor més que no es pot descuidar i que caldrà controlar.

<sup>25</sup> La gràfica presentada és la que surt directament de la lectura dels sensors amb el programa Escord Console.

## 4. Conclusions

Després d'un anàlisi en profunditat d'estacions meteorològiques properes a l'escola i d'exhaustius processos de calibratge dels instruments utilitzats, considerem correctes les dades presentades per Alba Vendrell en el seu treball de recerca anterior "*Etologia i reproducció de la tortuga mediterrània*", que era el primer objectiu del meu treball, a requeriment de Joaquim Soler del CRARC.

En relació a les variacions de pes durant la hibernació, malgrat falta l'anàlisi en profunditat per part de Joaquim Soler i Albert Martínez del CRARC, creiem estar en condicions de poder afirmar que no només s'ha pogut comprovar –i per tant validar- que la recuperació de pes (que segueix a una pèrdua acusada) de les tortugues durant la hibernació, detectat en el treball de recerca abans esmentat, es relaciona amb un increment d'humitat, sinó que hem pogut detectar dos episodis posteriors similars, en els que també hi ha una recuperació de pes que segueix a uns dies de pluja (i per tant més humitat).

Possiblement la clau estigui precisament aquí, en relacionar-ho amb els dies de pluja més que no pas amb la humitat de l'aire, ja que si ha plogut i les tortugues estan parcialment enterrades, al seu voltant hi ha un microclima real més humit que el que es pot interpretar a partir de les dades d'humitat de l'aire situat uns pams o uns metres per sobre d'on estan enterrades.

Encara no hi ha prou dades de la segona hibernació (l'actual), entre altres raons perquè l'han començat un mes més tard, però creiem que quan es puguin analitzar els resultats en la seva totalitat, la relació apuntada més amunt s'acabarà de confirmar.

Pel que fa al segon objectiu, el de la reproducció, encara no hem aconseguit descendència, però per primera vegada hem pogut observar a una tortuga fent niu i també hem trobat ous al pati. Aquestes observacions ens fan pensar que, tant les tasques realitzades amb treballs anteriors com les portades a terme amb el present, per tal de millorar les condicions per a la reproducció de les tortugues al pati, van ben encaminades i el proper any podria ser el definitiu.



## 5. Bibliografia

Per fer aquest treball he requerit informació que he extret dels llibres següents:

- Avanzi, M. (2002). *Las tortugas terrestres*. Editorial de Vecchi.
- Merchán, M. i Martínez, A. (1999). *Tortugas de España. Biología, patología y conservación de las especies ibéricas, Baleares y Canarias*. Ediciones Antiquaria. Barcelona.
- Pursall, B. (2002). *Tortugas terrestres mediterráneas*. Editorial Hispano europea.
- Soler, J. i Martínez, A. (2005). *La tortuga mediterrània a Catalunya*. Editorial Natura.

També he consultat les pàgines web:

- [www.tortugues.org](http://www.tortugues.org) Centre de reproducció de tortugues de l'Albera (CRT).
- [www.crarc-comam.net](http://www.crarc-comam.net) Centre de recuperació d'Amfibis i Rèptils de Catalunya.
- <http://infomet.am.ub.es/clima/sfl> Arxius històrics de l'estació meteorològica de l'ajuntament de Sant Feliu de Llobregat.
- <http://infomet.am.ub.es/clima/sfl2> Arxius històrics de l'estació meteorològica de l'escola Mestral.
- <http://mediambient.gencat.net> Pàgina d'accés als parcs naturals del Garraf i del Montsant, entre d'altres.
- [www.escolamestral.net/meteo](http://www.escolamestral.net/meteo) Connexió amb l'estació meteorològica de l'escola Mestral en temps real.
- [www.santfeliu.org/ciutat/territori/meteorologia.gsp](http://www.santfeliu.org/ciutat/territori/meteorologia.gsp)

I treballs de recerca anteriors:

- Ferran Hernández (2004). *El pati de les tortugues com a ecosistema*.
- Brais Martínez (2004). *Les tortugues del pati de l'escola*.
- Gerard Sagués (2005). *Microclimes al pati de les tortugues*.
- Alba Vendrell (2006). *Etologia i reproducció de la tortuga mediterrània*.

Cal dir que, a part de tota la informació que he extret d'aquests llocs, també ha estat molt essencial el meu tutor del treball de recerca, que m'ha donat informació complementària i necessària.

## Agraïments

- Al meu tutor, Josep Marí, per la direcció del treball i la constant dedicació al mateix durant tots aquests mesos, fins i tot durant els períodes de vacances.
- A Joaquim Soler i Albert Martínez, del CRARC de Masquefa, pels seus consells en aspectes relacionats amb la manipulació de les tortugues i per la seva ajuda en la construcció de la incubadora.
- A Josep Matas, responsable tècnic del Servei de Camps Experimentals de la Universitat de Barcelona, per la seva ajuda en el calibratge d'instruments.
- Als tècnics de l'àrea de climatologia del Servei Meteorològic de Catalunya i de l'ajuntament de Sant Feliu de Llobregat, que ens van lliurar dades necessàries per al treball.
- A Marta Lozano, Òscar Cusó i Alba Vendrell, per ajudar-me en les tasques pràctiques.
- I, finalment, als meus pares, que m'han donat suport en tot moment i han ajudat en la correcció formal de la memòria.