REPRODUCCIÓ DE LA TORTUGA MEDITERRÀNIA A L'ESCOLA

Treball de recerca
Berta Ollé Batet
Tutor: Josep Marí
gener de 2008

Índex

Pròleg.....3
1. Introducció..... 4
1.1 La reproducció al pati: Antecedents.....4
1.2 Objectius del treball.....6
2. Detecció dels indrets de posta 7
2.1 Metodologia.....7
2.2 Resultats i discussió.....9
3. Característiques dels ous 12
3.1 Aspecte.....12
3.2 Dades morfomètriques 13
3.2.1 Metodologia.....14
3.2.2 Resultats i discussió.....14
4. Incubació dels ous 16
4.1 Incubació exterior.....16
4.2 Incubació interior.....17
4.2.1 La incubadora.....17
4.3 Resultats i discussió.....21
5. Preparant el terreny a possibles cries 24
5.1 Al laboratori de biologia.....24
5.1.1 Adequació d'un terrari interior.....24
5.2 Al pati de les tortugues 27
5.2.1 Disseny i construcció d'un terrari exterior.....27
6. Primers naixements de tortugues a l'escola 31
6.1 L'eclosió dels ous.....31
6.2 Els primers dies de vida.....33
7. Creixement i desenvolupament juvenil 35
7.1 Visites al CRARC 35
7.1.1 Control veterinari de les tortugues.....35
7.1.2 Incorporació de dos exemplars del CRARC.....37
7.2 Seguiment del creixement durant els primers mesos de vida 37
7.2.1 Metodologia.....39
7.2.2 Resultats i discussió.....39
7.3 Nou projecte d'estudi (ossificació de la closca) 42
7.3.1 Metodologia.....42
7.3.2 Primers resultats i discussió.....43

8. Conclusions.....47

9. Bibliografia 48

Annex 49

Pròleg

Això d'estar en contacte amb la natura és una cosa que els de casa la porten des de fa temps a dins i, com és normal, també m'ho han inculcat a mi. Estem acostumats a anar de ruta a la muntanya durant l'estiu, visitar pobles i llocs perduts, gaudint especialment dels espais naturals. I amb tot plegat també he heretat una petita passió pels animals.
Abans d'haver escollit quin seria el tema del meu treball de recerca ja tenia més o menys pensat qui voldria que fos el meu tutor, ja que els temes de treballs anteriors que el Marí havia dirigit m'havien interessat especialment i quan va proposar de seguir una tasca ja començada des de feia temps amb les tortugues del patí, el vaig escollir, perquè era un projecte amb el que tenia ganes de participar i així també poder conèixer una mica més aquests animals, les tortugues, que sempre he trobat fascinants.

Aquest treball s'inclou en el projecte de reproducció de *Testudo hermanni* (tortuga mediterrània) en el Pati de les tortugues de l'Escola. En aquest sentit, el meu treball representa una continuació directa de treballs de recerca anteriors, relacionats amb la biologia de la reproducció d'aquesta espècie. Tots aquests estudis perseguien, entre altres, l'objectiu de la reproducció de les tortugues al pati. És a dir, el que es vol aconseguir és que les tortugues visquin en el patí com en el seu hàbitat natural i per tant obtenir descendència de la mateixa manera de com ho farien si estiguessin a la natura. Això no és tant senzill com pot semblar a primera vista, però si s'aconsegueix, serà gràcies a tots aquests estudis anteriors que han permès incorporar noves millores al pati. Com veurem, un dels factors més decisius en la problemàtica de la reproducció de les tortugues al pati és el de la temperatura, perquè el sòl del pati sembla que no assoleix la temperatura suficient per dur a terme tot el procés d'incubació de l'embrió i això fa que hàgim d'utilitzar un mètode d'incubació artificial, una incubadora. Aquest mètode ja es va començar a utilitzar l'any anterior[1] amb el treball de recerca de Laia Herrerias, però per motius que la Laia explica en el seu treball i jo més endavant, els ous no van evolucionar del tot.
Aquest ha estat el punt de partida per el meu treball, durant el qual s'ha intentat millorar en la detecció del moment i lloc de les postes dels ous, s'ha perfeccionat el funcionament de la incubadora i s'han posat a punt dos terraris, un d'interior i un d'exterior. Finalment hem aconseguit un dels principals objectius, el de la descendència; i també, com de costum en aquests treballs, s'han obert noves vies d'investigació.

[1] per primera vegada es van trobar ous al pati.

1. Introducció

1.1 La reproducció al pati: Antecedents

Ja hem apuntat en el pròleg que aquest treball s'inclou en el projecte de reproducció[2] de la tortuga mediterrània en el Pati de les tortugues de l'Escola, que des del curs 2003-2004 és instal·lació col·laboradora[3] del DMAH (Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya) per a la tinença i cria d'aquesta espècie protegida. En aquest sentit, el meu treball representa una continuació directa dels treballs de recerca anteriors de Brais Martínez (*Les tortugues del pati de l'escola)*, Alba Vendrell (*Etologia i reproducció de la tortuga mediterrània)* i Laia Herrerias (*Hibernació i reproducció de* Testudo hermanni) i d'altres no tant directament relacionats[4] però igualment importants per aconseguir l'objectiu de reproducció.

Amb els treballs esmentats s'han estudiat a fons els factors que intervenen en la reproducció de la tortuga mediterrània i s'han portat a terme millores al pati en aquest sentit.

Perquè es dugui a terme un procés de reproducció es necessita que les femelles tinguin ous al seu interior, que els mascles no siguin estèrils i a més que copulin a la femella, que guarda l'esperma al seu interior amb el qual fecunda els ous.

Per altra banda, també són necessàries unes condicions òptimes per a un correcte estat de salut de les tortugues, un indret idoni per a fer la posta i la incubació dels ous a una temperatura determinada, com veurem amb més detall més endavant.

Una de les causes de la manca de reproducció podria estar relacionada amb el fet que les tortugues quan són ubicades a un nou indret necessiten uns anys d'adaptació abans de començar a reproduir-se en aquell nou indret. En el treball de l'Alba Vendrell, es va determinar que encara era massa aviat i necessitaven encara més temps per a adaptar-se. Les tortugues porten vivint uns cinc anys[5] al pati de l'escola, un termini més que suficient per a iniciar la seva reproducció, si no fos pel fet que s'han produït algunes incidències. És el cas d'una tortuga mossegada per una rata[6] i la d'una altra ofegada al

[2] l'altre projecte d'aquest curs escolar és el que fa referència a la hibernació (portat a terme pel meu company Eudald Pascual)

[3] títol aconseguit gràcies al primer treball interdisciplinar de recerca: *El pati de les tortugues* (Gerard Castro, Isaac Lleixà, Cristina Martí i Núria Pedrola, 2003).

[4] com el recent treball de Marta Lozano (*Autosuficiència alimentària de la tortuga mediterrània*), ja que una bona alimentació contribueix positivament a la reproducció.

[5] Aquesta cronologia es tracta més a fons en el treball de recerca del meu company Eudald Pascual.

[6] Es va portar ràpidament al CRARC i en veure-la l'Albert Martínez (el veterinari) li va practicar l'eutanàsia. A partir d'aquest moment es va posar solució al tema de les rates (explicat al treball de Brais Martínez).

bassal[7]. Les mesures correctores aplicades van ser comunicades, revisades i aprovades pel CRARC, que ens va substituir les tortugues accidentades per unes altres. Així doncs, les tortugues porten sense incidències al pati des de el mes d'agost de 2005 (que és quan es va produir l'últim incident dels dos esmentats), és a dir, una mica més de dos anys.

Per assegurar-nos també del seu bon estat de salut s'ha procurat que les tortugues tinguin una bona alimentació, això es va estudiar més a fons amb el treball de recerca de l'any passat que va fer la Marta Lozano, la qual va intentar que les tortugues poguessin ser autosuficients a l'hora d'alimentar-se i no s'hagués d'introduir menjar de l'exterior de forma suplementària.

Un dels factors causants que les tortugues no s'hagin reproduït encara al pati és la falta de radiació solar que arriba al terra; determinar aquests indrets per a preparar el terreny perquè les tortugues hi fessin niu era un dels objectius del treball de recerca de l'any passat de la Laia. La tortuga mediterrània depèn molt de la radiació solar, i no només per a la incubació dels seus ous, sinó també per a gaudir d'un bon estat de salut. La zona que es va determinar del pati, era precisament una de les dues zones del pati que les tortugues fan servir de "solàrium" per absorbir radiació. Però com hem dit, la radiació al pati pot resultar un problema perquè és interceptada per l'exuberant vegetació abans d'arribar al terra[8]. Durant el meu treball hem intentat determinar millor quina és la zona de posta mitjançat la observació de les tortugues a l'inici de l'època de posta, durant els mesos d'abril i maig i com ja s'havia determinat en el treball de la Laia Herrerias, aquesta zona és la del costat de les parets nord i oest del pati. La nostra tasca aquest any ha estat observar quins indrets escollien les tortugues per a colgar els seus ous i aquest any hem pogut comprovar que era precisament aquesta la zona escollida.

[7] Arrel d'aquest incident es va construir al voltant de la part més fonda del bassal una segona reixa protectora, més alta que l'anterior (explicat al treball d'Alba Vendrell).

[8] Per això periòdicament s'ha d'anar podant algunes branques de nesprer i de robínia que impedeixen la entrada de radiació al pati

1.2 Objectius del treball

Com ja he esmentat en el punt anterior el meu treball és una continuació dels treballs de recerca relacionats amb la reproducció de *Testudo hermanni*. A l'iniciar el meu treball s'esperava que aquest any les tortugues ja tindrien descendència. Quan la Laia Herrerias en el seu treball es va trobar quatre ous en els quals els embrions s'havien quedat a mig procés de formació, el Joaquim Soler va dir: "el proper any podria ser el definitiu", ja que aquells ous mostraven que les tortugues ja estaven adaptades del tot, el problema que s'havia de solucionar era el de la incubació, com per exemple, perfeccionant el mètode d'incubació artificial.

Un altre objectiu important del treball i que cronològicament, per raons del cicle vital de les tortugues, va haver de ser un dels primers, consistia en observar el comportament reproductiu de les tortugues per tal de detectar l'indret i el moment de la posta per a poder trobar els ous i traslladar-los a la incubadora, prèviament perfeccionada, perquè es confiava que aquest any també hi hauria ous viables i havíem d'assegurar-nos que el procés d'incubació d'aquests es duia a terme correctament.

Si naixien tortugues necessitarien un lloc especial, si més no al principi. Per això durant el meu treball es vol adaptar un terrari interior i dissenyar i construir un d'exterior per a les tortugues recent nascudes, ja que aquestes no les podem deixar en llibertat pel pati, perquè les posaríem a l'abast de tot depredador i també ens seria molt difícil trobar-les i amb el perill afegit de trepitjar-les inadvertidament; d'aquesta manera també ens seria més fàcil tenir-les controlades.

Els objectius esmentats fins aquí eren els inicials, els que d'alguna manera m'havia proposat el meu tutor en començar el treball, però al cap d'uns mesos, en néixer les primeres tortugues a l'escola, en Joaquim Soler ens va proposar d'iniciar un nou projecte d'investigació basat en el creixement de la closca de les tortugues joves. Aquest projecte només s'ha pogut iniciar perquè és previst que duri uns quants anys, aproximadament quatre, ja que estudia el lent procés d'ossificació de les tortuguetes. És un estudi que segons Joaquim Soler no s'ha realitzat científicament encara, de forma semblant al tema de les variacions de pes durant el període d'hibernació (portat a terme pel meu company de recerca, Eudald Pascual).

2. Detecció dels indrets de posta

2.1 Metodologia

Per a poder dur a terme una incubació artificial dels ous primer havíem de detectar les postes per a tal de traslladar els ous a la incubadora, per això vam haver d'estar atents en època de posta.

Com és normal en les tortugues, poc temps després de sortir de la hibernació, a mitjans d'abril van començar a mostrar activitat reproductora, constantment el mascle envesteix a les femelles situant-se al darrere d'elles. Colpejant-les just al costat posterior de l'espaldar, tot envestint-les utilitzant la seva closca, amb els escuts nucals i el primer parell de marginals.

Si les femelles s'escapen, el mascle les persegueix i les hi intenta mossegar les

Figura 1. Fotografia del 21/08/07 quan anàvem cap al CRARC per a que els fessin un reconeixement a les tortugues. Aquí es pot veure com el mascle no perd cap oportunitat d'aparellar-se amb les femelles, fins i tot en època de baixa activitat reproductora.

extremitats i el coll, però no de forma agressiva sinó com a senyal de què el mascle es vol aparellar amb elles, aquest tret forma part del seu comportament sexual[9]. També a

[9] El comportament sexual d'aquests animals ha estat tractat a fons en treballs de recerca anteriors (Alba Vendrell, 2006).

mitjans d'abril ja es van poder observar les primeres còpules i cada vegada de forma més insistent el mascle intentava copular les femelles (Figura 1).

Quan va començar l'època de posta, cap a finals de maig i a la primeria de juny, es va començar a controlar les femelles tant amb l'observació directa del seu comportament al pati, com en el seguiment en l'evolució del seu pes per tal d'intentar detectar una baixada sobtada que podria indicar que aquesta femella havia fet una posta. Aquí vaig poder aprofitar una part de les dades setmanals de pes de les tortugues del meu company Eudald Pascual[10]. Concretament, la part que m'interessava a mi era només la del període actiu, que comença quan les tortugues desperten de la hibernació i acaba en començar la hibernació següent (Figura 2).

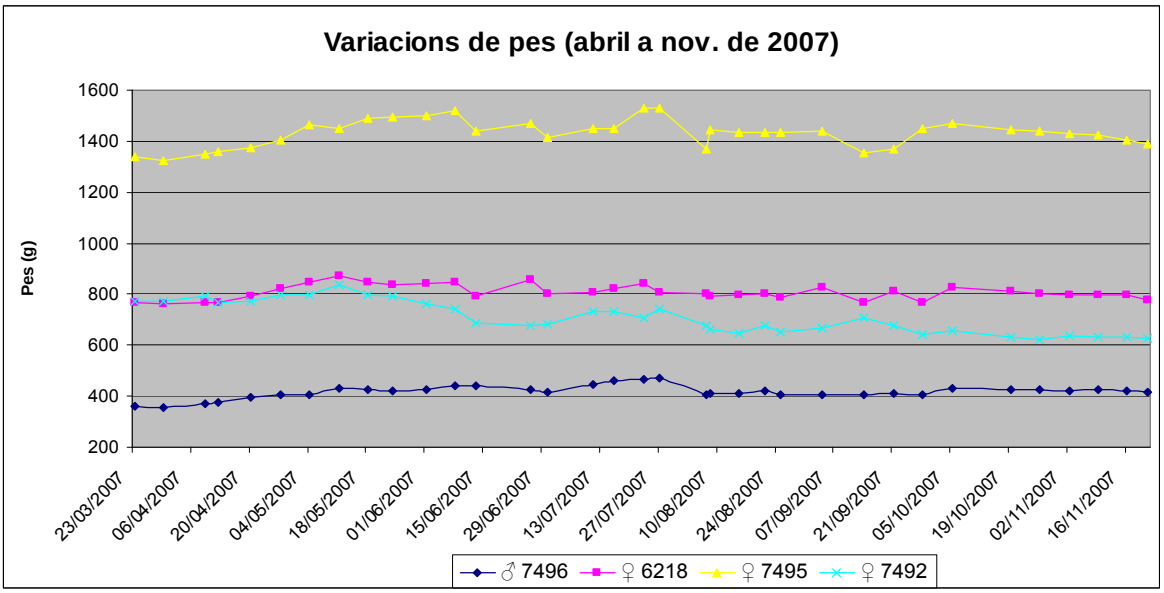


Figura 2. Variacions de pes de les tortugues del pati de l'escola durant el període actiu de 2007, és a dir, des que surten de la hibernació 2006-2007 fins que comencen la de 2007-2008.

Com veurem en el proper apartat, aquesta gràfica ens serà útil per a determinar de quina femella són els ous que es troben quan no s'ha vist a fer la posta.

[10] la nomenclatura per número de registre de les tortugues i la metodologia referent a les pesades de les tortugues grans s'expliquen en el seu treball.

2.2 Resultats i discussió

El dia 24 de maig, com a resultat de la nostra observació que es va dur a terme a partir de l'inici de l'època de posta, es va detectar una primera posta de quatre ous (Figura 3) molt a prop de la zona d'hibernació de les tortugues.

Figura 3. Ous trobats enterrats al pati el dia 24 de maig de 2007. En la fotografia de la dreta es poden apreciar les marques de posició realitzades amb llapis a cada ou.

Si observem el registre d'aquestes variacions de pes durant el període actiu que es situa entre dues hibernacions en la gràfica de l'apartat anterior (Figura 2), i ens centrem en els mesos de posta (maig a juny), podem apreciar baixades sobtades de pes en les tres tortugues femella, però en el cas concret d'aquests ous trobats del 24 de maig l'única tortuga que baixa apreciablement de pes és la 7492, que és precisament la que havíem observat més neguitosa uns dies abans[11].

[11] Un pare de l'escola ens va comunicar on havia vist el 18/05/2007 una tortuga removent terra. Aquestes indicacions ens ajudaren a localitzar la primera posta.

Dels 4 ous trobats decidírem deixar-ne dos al pati[12] i col·locar els altres dos a la incubadora del laboratori de biologia (veure apartat 4). D'aquesta manera podríem

Figura 4. Zona on es van trobar els ous i reixa protectora en front els possibles depredadors. També s'hi pot apreciar el datalogger amb dos sensors de temperatura.

realitzar un estudi comparatiu de les temperatures dels dos sistemes d'incubació. La zona del pati on quedaren els ous la vàrem cobrir amb una reixa metàl·lica (Figura 4) per a protegir-los de possibles depredadors com les garses i altres animals que visiten el pati de l'escola per beure aigua del bassal. Trobàrem que la terra del voltant estava molt seca, així que regàrem la zona el primer dia i després la continuàrem humitejant de tant en tant, per evitar que els ous es deshidratessin més del compte pel fet d'estar en un indret parcialment aixoplugat.

Es va instal·lar un sensor de temperatura a la zona en la que es va quedar la meitat de la posta, enregistrant així la temperatura a la que són incubats els ous a l'exterior, de manera natural, al pati de les tortugues. Un dels extrems del sensor es va situar just a tocar de la superfície de la terra (però lleugerament enterrat per evitar l'acció de la radiació directa) i l'altre colgat a la mateixa profunditat a la que estaven enterrats els ous

[12] L'interès que les tortugues es reprodueixin de forma natural al pati continua vigent.

(Figura 8), per poder comparar després aquestes temperatures amb les enregistrades de la incubadora.

Més tard, el dia 8 de juny, es van trobar cinc ous més enterrats també prop de la zona d'hibernació, però aquests ous, com explicarem més endavant (Apartat 3.1), no es trobaven en bon estat.

El dia 12 de juny es va fer la última troballa, aquesta constava de quatre ous, els quals vam traslladar tots a la incubadora, ja que els vam trobar molt a prop de la primera posta detectada i per tant, ja teníem dos ous incubant-se molt a prop per al control en situacions naturals. Aquests 4 ous no sabíem de quina tortuga eren, perquè no havíem observat cap comportament especial en cap de les tortugues i, a més a més, si ens regim per la gràfica de les variacions de pes, el dia 13 de juny totes les tres femelles havien baixat de pes, mentre que el mascle el mantenia. Això podria indicar que les tres tortugues havien fet una posta i que nosaltres només en trobàrem una. Diem això, perquè entre el 27 de juliol i el 8 d'agost s'observa una baixada de pes en les tres femelles, però també en el mascle (Figura 2), i ho relacionem més amb un tema d'alimentació, ja que el dia 8 d'agost trobàrem el pati especialment sec. D'aquesta manera considerem que el pes del mascle ens pot fer de control per saber si les baixades de pes més marcades de les femelles durant aquest període actiu corresponen a una posta d'ous.
Aquest sistema de detecció d'ous malgrat, com acabem de veure, s'ha mostrat efectiu, creiem que ha de millorar. D'altra banda, encara no descartem del tot que s'acabi desenvolupant algun embrió completament al pati, si més no un any especialment calorós.

3. Característiques dels ous

3.1 Aspecte

Els ous de *Testudo hermanni* tenen una forma gairebé esfèrica (lleugerament ovalada). Un dels pols de l'ou és una mica més estret per tal de facilitar la seva sortida per l'estructura cloacal. Són de color blanquinós i a mesura que el procés embrionari avança aquests van agafant un color blanc cada vegada més intens.

El que tenen d'especial els ous dels quelonis és que a diferència dels ous de les aus no tenen xalaces[13], i d'aquesta manera impedeix que es mogui lliurement per l'interior i pugui colpejar-se amb les parets interiors de l'ou. Per això, a diferència dels ous de les aus, els ous dels quelonis no han de ser girats durant la seva incubació, ja que es produiria la mort de l'embrió (Soler, Martínez, 2005). Per aquesta raó marquem[14] amb una creu la posició en què trobem l'ou al niu (veure Figura 3) per tal de col·locar-lo a la incubadora en la mateixa posició, ja que és perillós modificar la seva posició inicial (veure apartat 6.1)

La closca de l'ou dels quelonis està composta per dues parts: una membrana fibrosa més interna i una part calcària (carbonat càlcic; aragonita en forma cristal·lina) que pot ser rígida o de consistència pergaminàcea i flexible. La closca de l'ou no és simplement una capa protectora sinó que també serveix com a important font de calci per a l'embrió, a més a més, aquesta presenta uns microporus que permeten l'intercanvi de gasos i l'absorció d'aigua, la qual és indispensable pel desenvolupament de l'embrió (Avanzi, 2002).

Com he dit, els ous de rèptils no disposen de xalaces, per això l'embrió és desenvolupa d'una posició o una altra, depenent de com hagi quedat posicionat en el moment de la posta, però d'aquella posició ja no es mou. L'embrió es forma a sobre del sac vitel·lí ja que està connectat a aquest amb el cordó umbilical. A mesura que l'embrió es va desenvolupant i va consumint l'aliment, el sac vitel·lí disminueix i l'embrió va augmentant de mida. Quan es produeix l'eclosió, en el nounat encara s'hi poden observar restes del vitel, com veurem més endavant. Durant el creixement de l'embrió aquest es troba dins d'un sac embrionari anomenat amni[15].

Els ous que havíem trobat a l'escola (08/06/07) i que eren de l'any anterior, tenien un color de la closca molt blanquinós, i estaven sobrecalcificats i per molt que l'embrió

[13] Lligaments naturals que lliguen l'embrió a les parets de l'ou.
[14] Amb llapis, per evitar que s'esborri.
[15] Membrana que forma la capa interna del sac embrionari en els mamífers, els ocells i els rèptils.

s'hagués desenvolupat, li hauria estat segurament impossible trencar la closca al moment de l'eclosió, a causa del gruix esmentat de la closca de l'ou.
En la troballa dels ous de l'any anterior, veiérem que estaven tots ells colgats força a fons amb la terra molt atapeïda i gens humida, és a dir, en males condicions per a la incubació d'ous de queloni. Aquests ous tenien un aspecte vell i les closques estaven esquerdades, per aquest motiu es va suposar que aquests ous eren de l'any passat, així que es va decidir practicar una dissecció amb un d'ells. A l'obrir-lo va sortir-ne gas, això significava que l'ou estava fermentat. A l'interior vam trobar-hi l'embrió força desenvolupat i això aclaria que l'ou era de l'any anterior i per tant alguna cosa havia impedit que aquest s'hagués acabat de formar, igual que els altres quatre ous. El motiu pel qual l'embrió no acabés de créixer podria haver estat que aquests ous haguessin estat enterrats a mitjans d'estiu i en l'última fase de creixement de l'embrió s'hagués produït durant l'inici de la tardor quan la temperatura a la que es troba el sòl ja no és tan alta (veure figura 11).
Les altres dues postes que es van trobar (24/05/07 i 12/06/07) estaven en bon estat, o si més no, l'aparença dels ous era bona, ja que no sabíem del cert si aquells ous havien estat fecundats.

3.2 Dades morfomètriques

A l'escola s'ha trobat ous des de l'any passat, per això, només es tenen mides preses de l'any anterior i d'aquest i no es pot fer un estudi molt complet, però si que ho podem comparar amb les mides que ha publicat el CRARC.
L'estudi de les mides que s'ha fet aquest any dels ous, són de la posta del dia 24 de maig, les mitjanes són força més elevades que les dictades pel CRARC, preses dels exemplars nascuts en captivitat, les mitjanes que va publicar el CRARC són de 26.67 mm d'ample i 34.46 mm de llarg i un pes de 10 g (Soler, Martínez, 2005).
Mentre que l'any passat la Laia Herrerias va recollir unes mitjanes de 33.06 mm de llarg i 27.71 mm d'ample i una mitjana de pes de 15.21 g.

3.2.1 Metodologia

Pel que fa a la metodologia en la presa de dades, per les de pes hem utilitzat una balança de precisió (Cobos) que hi ha al laboratori de biologia, descrita i calibrada en treballs anteriors (Laia Herrerias, 2007), mentre que per les mides de longitud i amplada hem fet servir un peu de rei electrònic (Figura 5).

Figura 5. Balança de precisió (a l'esquerra) i peu de rei (dreta) utilitzats per a les mesures biomètriques dels ous. En aquest cas corresponen als trobats el dia 24/05/2007.

3.2.2 Resultat i discussió

Els ous trobats aquest any corresponents a la posta del 12 de juny (que és la que considerem amb els ous més viables) són força grans i molt homogenis entre ells (Figura 6), amb un pes mitjà lleugerament superior en comparació a les mides preses per la Laia Herrerias dels ous trobats durant l'any passat (Figura 7) i sensiblement més gran que les mitjanes que proporciona el CRARC d'altres ous provinents de tortugues criades en captivitat (Soler i Martínez, 2005). Aquests resultats, juntament amb el que hem comentat en l'apartat anterior referent a les variacions de pes (Figura 2), més acusades en aquestes dates en la tortuga gran (7495), ens fa pensar que la posta d'aquests ous va estar realitzada per aquesta tortuga. Això també concorda amb un estudi comparatiu que ha realitzat el meu company Eudald en relació a l'edat i mida de les nostres tortugues, en el que aquest exemplar, la femella 7495, és un dels representants més grans de tortuga mediterrània.

Nº d'ou	Pes (g)	Llargada (mm)	Amplada (mm)
1	16.40	34.10	29.10
2	17.50	36.20	28.70
3	17.00	33.60	29.60
4	16.90	33.40	30.20
Mitjana	**16.95**	**34.33**	**29.40**

Figura 6. Taula de dades biomètriques dels ous trobats al pati el dia 12 de juny de 2007.

Nº d'ou	Pes (g)	Llargada (mm)	Amplada (mm)
1	18,85	33,85	27,82
2	14,35	33,84	27,57
3	14,00	31,67	27,99
4	13,65	32,89	27,47
Mitjana	**15,21**	**33.06**	**27.71**

Figura 7. Taula de dades biomètriques dels ous trobats al pati l'any passat per la Laia Herrerias.

4. Incubació dels ous

4.1 Incubació exterior

Per dur a terme una incubació de forma natural, és a dir, exterior, el sòl ha d'arribar a una temperatura mínima que està situada al voltant dels 26ºC, per sota d'aquesta no hi haurà eclosió dels ous, tot i que l'embrió pot arribar a iniciar el seu desenvolupament, tal i com ha passat en les postes trobades al pati de les tortugues aquests dos últims anys.

El pati de les tortugues és un indret que, com ja hem dit abans, rep poca radiació per culpa de les condicions amb les que es troba, ja que està envoltat per parets que en priven l'entrada i això és agreujat per l'alta densitat de vegetació que hi ha al pati aquesta hi produeix un increment de l'efecte ombrívol esmentat.

Tot i coneixent la situació en la que es troba el pati, un cop trobades les postes es va decidir deixar-ne la meitat, ja que també es volia fer l'estudi de la temperatura a la que s'incubaven els ous a l'exterior i comparar-ho més tard amb la temperatura enregistrada a la qual s'incuben els ous a l'interior de la incubadora. La primera posta, que és la del 24/05/07, detectada prop de la zona d'hibernació, va ser la que vam decidir dividir i traslladar només la meitat dels ous trobats, és a dir, dos ous cap a la incubadora del laboratori de biologia i els altres dos es van quedar a l'exterior, aquests últims els deixàrem al mateix lloc[16] (Figura 3), mentre que els altres dos ous, es van traslladar al laboratori i es varen col·locar a la incubadora en la mateixa posició que es trobaven quan els vàrem trobar, com ja hem explicat. Aquell mateix dia, s'havia instal·lat un sensor de temperatura just al mateix indret on vàrem

Figura 8. Instal·lació del sensor amb dos extrems, que enregistra la temperatura a la que s'incuben els ous a l'exterior del pati de les tortugues. La fotografia és del moment abans d'enterrar els extrems a les dues profunditats (a nivell dels ous i a prop de superfície).

[16] Encara que podríem haver-los situat en un indret del pati amb més radiació.

deixar incubant els ous, col·locant un extrem del sensor a la superfície del sòl per estudiar a quina temperatura arribava aquest i l'altre extrem col·locat a la mateixa profunditat a la que s'estaven enterrats els ous, per tal de conèixer la temperatura que s'assolia als dos nivells en aquest indret concret del pati de les tortugues (Figura 8). Aquests ous ja hem vist anteriorment (Figura 4) que estaven convenientment protegits en front de possibles depredadors.

En els ous que són incubats de forma natural, és a dir, a l'exterior, el procés de desenvolupament dura aproximadament uns tres mesos. Això vol dir que si la posta s'ha fet a mitjans de juny, l'època d'eclosió dels ous se situa cap a mitjans de setembre aproximadament.

4.2 Incubació interior

Coneixent les condicions en les que es troba el pati de les tortugues, que com hem dit, no són prou favorables per tal de que es dugui una incubació correcte dels ous, ens veiem obligats a utilitzar un mètode d'incubació artificial fent ús d'una incubadora amb la qual podem regular la temperatura dels ous nosaltres mateixos. Utilitzant aquest mètode s'escurça la durada del procés de desenvolupament així que si de forma natural acostuma a durar tres mesos, d'aquesta manera en dura dos, això vol dir que a mitjans d'estiu, cap al mes d'agost es comencen a produir les eclosions dels ous dins de la incubadora.

La majoria dels ous que hem detectat aquest any els hem posat a la incubadora, ja que ens interessava obtenir descendència per poder iniciar un nou projecte d'investigació, i obtenir finalment cries de les tortugues de l'escola. De les tres postes trobades, la segona, com ja hem explicat, no es va poder aprofitar; la tercera la vam col·locar tota sencera (els quatre ous) juntament amb la meitat (2 ous) de la primera posta.

4.2.1 La incubadora

La incubadora que hi ha al laboratori de biologia va ser construïda en un dels projectes que va dur a terme la Laia Herrerias en el marc del seu treball de recerca, i ho va fer seguin les instruccions d'un dels membres del CRARC, en Joaquim Soler.

La incubadora que utilitzem a l'escola utilitza un sistema al bany maria. Aquesta incubadora està feta a partir d'un aquari, que la Laia va transformar i adaptar. Al fons s'hi va col·locar un maó per ha poder-hi situar el recipient amb els ous a sobre. La incubadora ha d'estar tancada per tal de que no s'escapi l'aire calent i es perdi massa ràpid la calor que es genera a dins; per això ha d'anar coberta amb una tapa de vidre, amb la qual l'aigua evaporada, xoca, es condensa i torna a caure dins de la incubadora. La tapa ha d'estar col·locada amb suficient pendent per tal de que l'aigua rellisqui i no gotegi a sobre del recipient on hi ha els ous.

L'únic problema que tenia és que per la tapa també s'hi havia de deixar un espai per al pas dels cables dels sensors que hi vam instal·lar a dins, cosa que deixava forat per on s'escapava l'escalfor i el termòstat s'havia d'encendre i apagar més sovint i això comportava que no hi hagués una temperatura gaire constant. Una conseqüència directa d'aquesta obertura era que per allà s'evaporava molta més aigua[17]. La meva tasca va consistir en perfeccionar la incubadora en aquest punt, intentant arribar a tenir una temperatura més regular i sobretot que hi hagués menys pèrdua d'aigua per evitar un sobreescalfament.

Per solucionar aquest problema es van prendre les mides acuradament del perímetre de la incubadora per a fer tallar un vidre que hi encaixés de manera més precisa que l'anterior. Per a donar pas als cables dels sensor que registren les temperatures, es va tallar un 1'5 cm d'una cantonada per a tal de fer-los passar per allà mantenint-la el més hermètica possible. Més tard, ens vam adonar que tenint la incubadora tan tancada, no deixàvem que en sortís el vapor d'aigua i creàvem així massa humitat dins de la incubadora, que està descrit que també és perjudicial per el desenvolupament de l'embrió a dins de l'ou (Soler i Martínez, 2005). Així que vàrem aixecar una mica la tapa de vidre per tal que pogués renovar-se una mica més l'aire, tot buscant de trobar l'equilibri entre no perdre massa aigua per tenir la incubadora una mica oberta i no tenir massa humitat per estar massa tancada.

Es va afegir aigua dins de la incubadora fins al punt on havien d'estar incubant els ous, i on prèviament s'havia col·locat un escalfador proveït de termòstat separat del vidre de la incubadora ja que estava recolzat sobre d'uns peus, aquest s'apaga i s'encén automàticament per tal de mantenir l'aigua a uns 30ºC intentant que es trobi a la mateixa temperatura sempre, fluctuant amb el menor marge possible (veure més endavant).

[17] De fet un escalfador utilitzat el curs passat es va cremar perquè un dia la incubadora es va quedar gairebé sense aigua.

Figura 9. En la foto s'observa un extrem del sensor enterrat dins de la vermiculita on s'incubava un dels ous. L'altre sensor estava submergit dins l'aigua, però lluny de l'escalfador.Ambdós sensors van protegits amb tub de plàstic i silicona, a nivell de les connexions per tal d'evitar que aquestes es mullin.

Els dos extrems dels sensor estaven situats un dins de l'aigua enregistrant la temperatura a la que s'escalfava amb el termòstat i l'altre dins de la vermiculita on estaven enterrats els ous, enregistrant la temperatura real a la que s'incubaven (Figura 9).

Com ja s'ha dit en treballs de recerca anteriors, el sexe dels embrions ve determinat per la temperatura a la qual s'incuben els ous. Si aquests són incubats a una temperatura superior a 25ºC i inferiors a 30ºC les cries acostumen a ser mascles, mentre que per sobre d'aquesta, al voltant de 31,5ºC el sexe dels embrions acostuma a no tenir proporcions més grans de cap sexe sobre l'altre. A partir dels 32ºC fins a 34ºC la majoria d'embrions seran femelles, per sobre dels 34ºC no es desenvolupa l'embrió (Soler i Martínez, 2005). Si tenim la possibilitat de regular la temperatura d'incubació, és a dir, que utilitzem un sistema artificial, llavors podrem influir sobre el sexe dels embrions en funció del que ens sigui més preferible.

Figura 10. Un cop muntada la incubadora amb els sensors (connectats al registrador penjat de la paret), hi vàrem traslladar el recipient amb la vermiculita i els ous a dintre.

Aquest any, amb la incubadora de l'escola, com que no tenim un sistema de termòstat molt precís, no ens hem volgut arriscar a posar-lo a 31,5ºC ja que si hi havia una pujada sobtada de la temperatura de l'aigua hi havia més risc que els ous no tiressin endavant. Així que vam preparar el termòstat perquè mantingués l'aigua a uns 30ºC. En anys posteriors si s'acaba de construir una incubadora (que hem començat a dissenyar

aquests any)[18], que serà més segura i precisa, aleshores es podrà posar el termòstat a 31,5 °C o fins i tot a 32,5 °C, per tal de tenir més proporció de femelles.

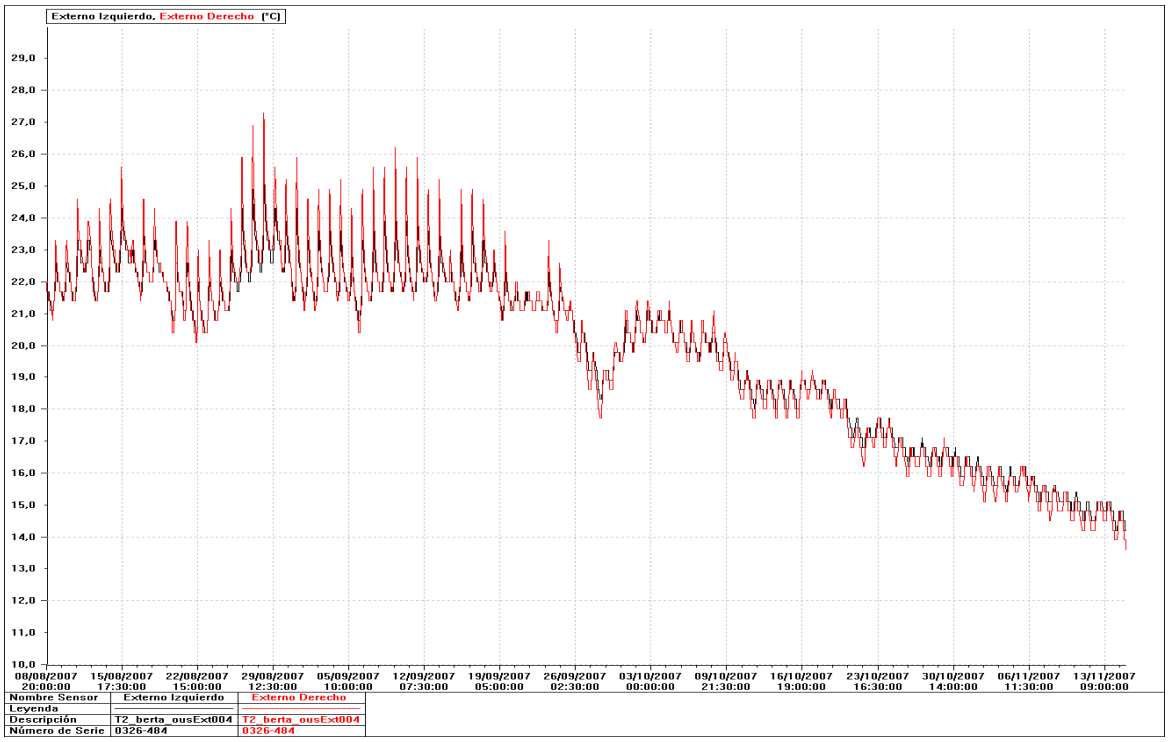
Els ous havien d'anar dins d'un recipient de plàstic i aquest col·locat just sobre el maó, aquest recipient havia d'estar en contacte amb l'aigua i transmetre la calor a dins seu. Per a posar els ous dins del recipient de plàstic, vàrem utilitzar un material conegut com vermiculita que és una substrat inorgànic, en el que la base és l'argila, que no conté substancies tòxiques per a les tortugues, ni sals i reté molt la humitat cosa que ja ens va bé perquè agafa millor la temperatura per a poder-la transmetre als ous. Entre el recipient dels ous i el maó, hem col·locat una malla de plàstic verd i un vidre, per tal de que en el moment de néixer, les tortugues no caiguessin a l'aigua i s'ofeguessin. La funció del vidre, era assegurar-nos de que la malla quedés plana i d'aquesta manera els ous poguessin mantenir la posició inicial de forma més exacte.

4.3 Resultats i discussió

En l'observació de les temperatures enregistrades pel sensor, podem deduir que les condicions a les que es troben els ous a l'exterior no són adients per a una correcte incubació[19], ja que els valors màxims en el sensor més superficial és de poc més de 27ºC, i el situat a nivell dels ous de poc més de 25 ºC (Figura 11), però la mitjana enregistrada a la profunditat dels ous (extrem dret), no supera els 22ºC, inferior a la requerida de 26ºC (veure apartat 4.1).

[18] S'ha pensat en un tipus d'incubadora a l'aire estàtic o "en sec". Aquest tipus d'incubadora està pensada per a estar totalment tancada i el calefactor situat al fons escalfa l'aire i aquest puja cap amunt. S'ha pensat en fer ús d'un termòstat digital, els quals són més precisos que els manuals, amb aquest ja ens arriscaríem a pujar la temperatura a 32,2ºC (temperatura recomanada per a obtenir major nombre de femelles) i d'aquesta manera poder determinar de forma més segura el sexe dels embrions. De moment s'ha començat a recollir material per a la seva construcció.

[19] Almenys els situats en aquest indret.



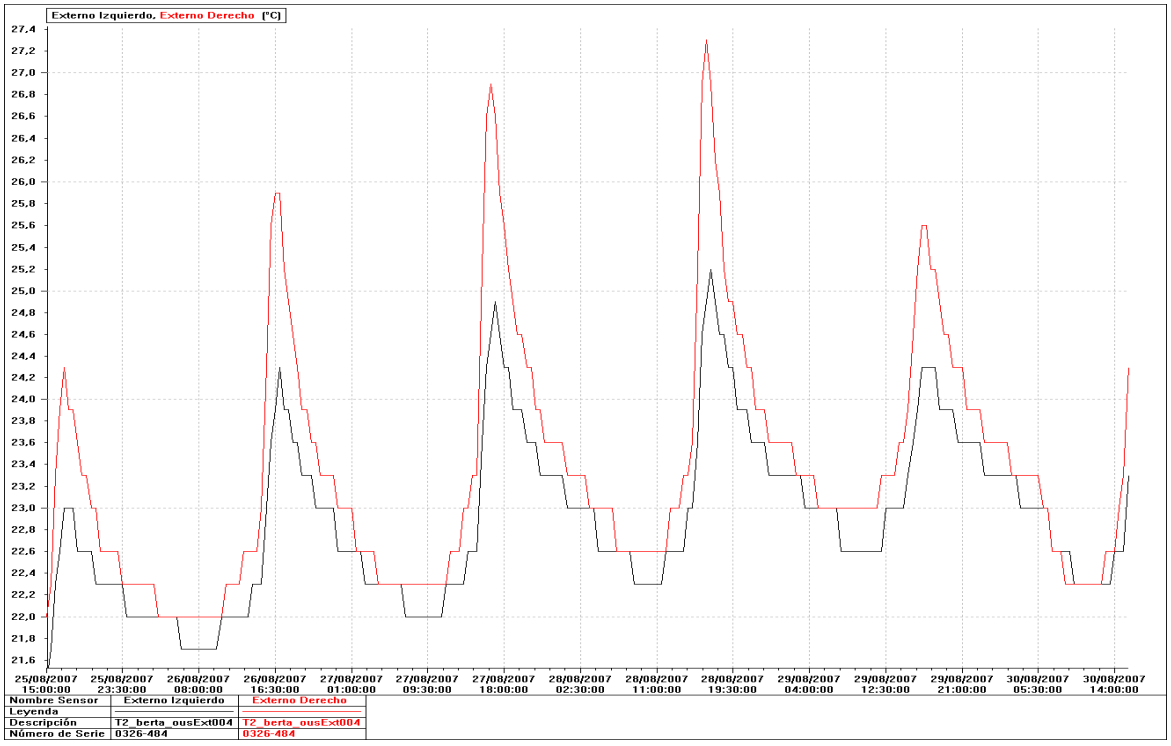


Figura 11. Evolució de la temperatura on estaven enterrats els ous al pati de les tortugues. La gràfica superior agafa des de primers del mes d'agost a primers del mes de novembre, quan les tortugues estan a punt de començar la hibernació. La gràfica inferior representa una ampliació de les temperatures més altes enregistrades durant el mes d'agost. La línia vermella correspon al sensor situat a tocar de superfície, mentre que la negra correspon a la temperatura a nivell dels ous.

El registre de temperatures de la incubadora, en canvi, és molt diferent (Figura 12), amb una mitjana força uniforme d'uns 30ºC.

Així que fins que no es busqui un sistema, com el que s'ha proposat alguna vegada, de col·locar una estructura de miralls per a poder aprofitar la radiació que cau sobre de les parets que envolten el pati, enviant-la d'aquesta manera cap al sòl del pati optimitzant les hores de sol i fer pujar així la temperatura. Enguany no s'ha treballat en aquest aspecte així que podria quedar obert com a un dels possibles objectius de recerca posteriors. La incubadora fa bé el seu funcionament, ja que aquest any hi ha hagut descendència, però com hem dit també és millorable.

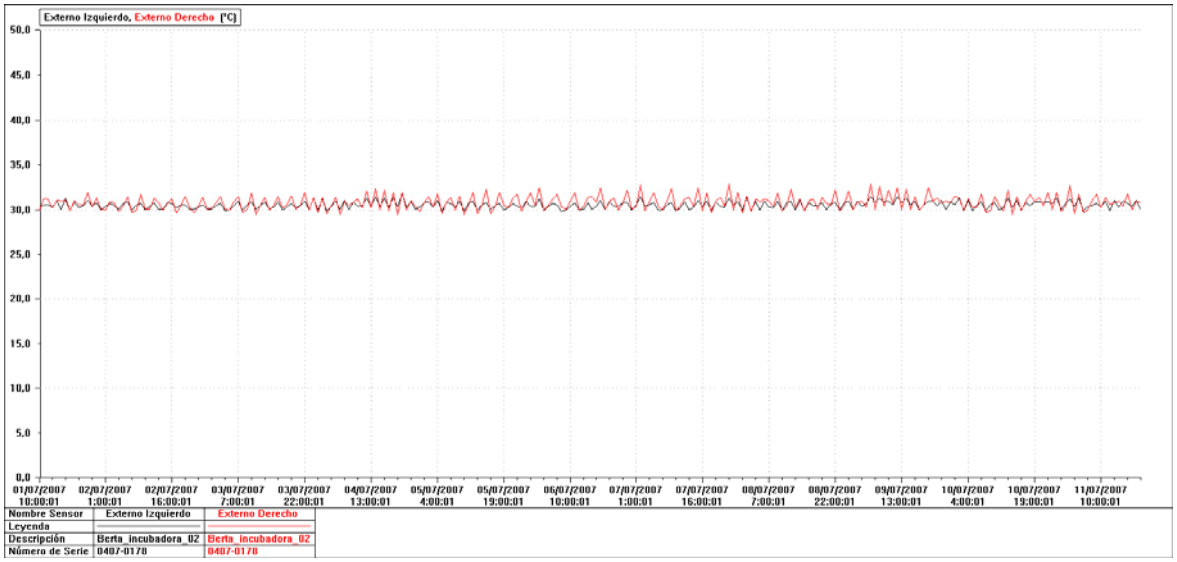


Figura 12. Gràfic de la temperatures enregistrades a l'interior de la incubadora del laboratori durant la primera quinzena de juliol. La línia vermella representa la temperatura de l'aigua, mentre que la negra correspon a la temperatura de la vermiculita que envolta els ous.

Comparat amb el gràfic de la Laia Herrerias (no es mostra) he pogut veure que realment sí que hem aconseguit una temperatura més regular, ja que la temperatura dels ous va molt lligada a la de l'aigua i la diferència de temperatura amb aquesta no és gaire acusada. Aquesta millora es pot atribuir, tant al fet d'haver incidit en l'estanquitat de la incubadora, com al fet d'utilitzar un calefactor nou i amb un sistema de termòstat més sensible i precís.

5. Preparant el terreny a possibles cries

5.1 Al laboratori de biologia

A l'iniciar aquest treball de recerca, no se sabia amb certesa que aquest any, definitivament, obtindríem cries de les tortugues de l'escola. Tot i així, calia estar preparat per si aquestes finalment es reproduïen, tenir un indret adequat per a elles, ja que no les podíem deixar lliures pel pati de les tortugues per evitar posar en perill la seva seguretat, així que havíem d'adequar un indret que les protegís dels seus depredadors i un espai més reduït que el pati, perquè amb aquelles mides ens seria molt difícil trobar-les cada cop. Per altre banda, si el projecte d'estudi que es tenia pensat iniciar requeria que una part de les cries no hibernés, els havíem de proporcionar un lloc amb les condicions necessàries perquè no ho fessin, és a dir, posar-les en un indret amb les condicions òptimes per a elles durant els mesos de més activitat, pel que fa a la llum, la humitat, la temperatura, el substrat, l'aigua i l'aliment.

5.1.1 Adequació d'un terrari interior

El terrari interior havia de complir una sèrie de requisits per ser adient perquè hi visquessin les tortuguetes que nasquessin a l'escola, com són la ventilació, la radiació, la temperatura interior, la humitat ambient i les mides del terrari.

El terrari no podia tenir unes mides molt grans ja que havia d'anar col·locat sobre el marbre del laboratori de biologia, i no podia ser gaire ample perquè no hi hagués risc de caure.

Per a preparar el terrari vam comprar l'estructura d'un terrari de vidre amb ventilació i amb una porta corredora frontal, també de vidre. Dins hi varem col·locar un fluorescent amb un 5% de *llum ultraviolada*, ja que aquesta els ajuda a sintetitzar la vitamina D3 amb la que poden assimilar el calci evitant així malalties metabòliques en els ossos i deformacions a la closca (tot això amb la llum ultraviolada-B), mentre que la llum ultraviolada-A fa que la tortuga estigui més activa, tingui més gana i activitat sexual; per tant, aquest tipus de radiació és molt important que no falti en un terrari interior per tal de que les tortugues estiguin sanes i actives (Rubio, 2006). El material que s'ha utilitzat com a substitut de la terra ha estat un substrat fet a base d'una espècie d'encenalls a partir d'un compost orgànic. Els encenalls estan fets a partir d'un conglomerat de fusta comestible per als rèptils, és a dir, que no són tòxics.

Dins del terrari, en la zona central i a uns 10 centímetres d'altura, hem col·locat un higrotermòmetre que mesura i enregistra la temperatura i humitat relativa.

A l'exterior del terrari, en un dels extrems i per la part de sota, s'ha col·locat una manta tèrmica controlada amb un termòstat. L'altra extrem del terrari toca directament amb el marbre del laboratori, de manera que a l'interior del terrari s'estableix un gradient de temperatura que va des d'uns 30ºC fins la temperatura ambient del laboratori, que sempre és inferior. Per tenir un registre d'aquest gradient de temperatura, a l'interior del terrari hi ha col·locat un altre sensor, aquest últim té dos extrems que enregistren la temperatura. Un dels extrems està situat a un costat del terrari i enregistra la temperatura que agafa la terra que hi ha sobre la manta tèrmica i l'altre extrem del sensor, està al punt més allunyat de la manta, a l'altre extrem del terrari mesurant així els dos extrems de temperatura que hi ha dins del terrari. Amb aquest sistema es pot estudiar el gradient de temperatura i quina és la més adequada per a les cries de tortuga, ja que són elles les que triaran quin és el indret que els hi és més favorable. Pel que hem pogut observar no sempre estan al mateix lloc. Depèn sobretot de la temperatura ambient del laboratori. Quan aquesta és baixa, es situen a la part més càlida del terrari, i quan és més alta es belluguen per tot el terrari.

Amb les gràfiques de les dades enregistrades pel sensor que mesura la temperatura i la humitat ambient del terrari, podem observar que la mitjana de la humitat està situada a un 60% d'humitat relativa mentre que la temperatura ambient mitjana del terrari és d'uns 27,5ºC. Les variacions són molt regulars (Figura 13) i molt constants en dies diferents. També s'observa la típica relació inversa que mantenen la temperatura i la humitat relativa.

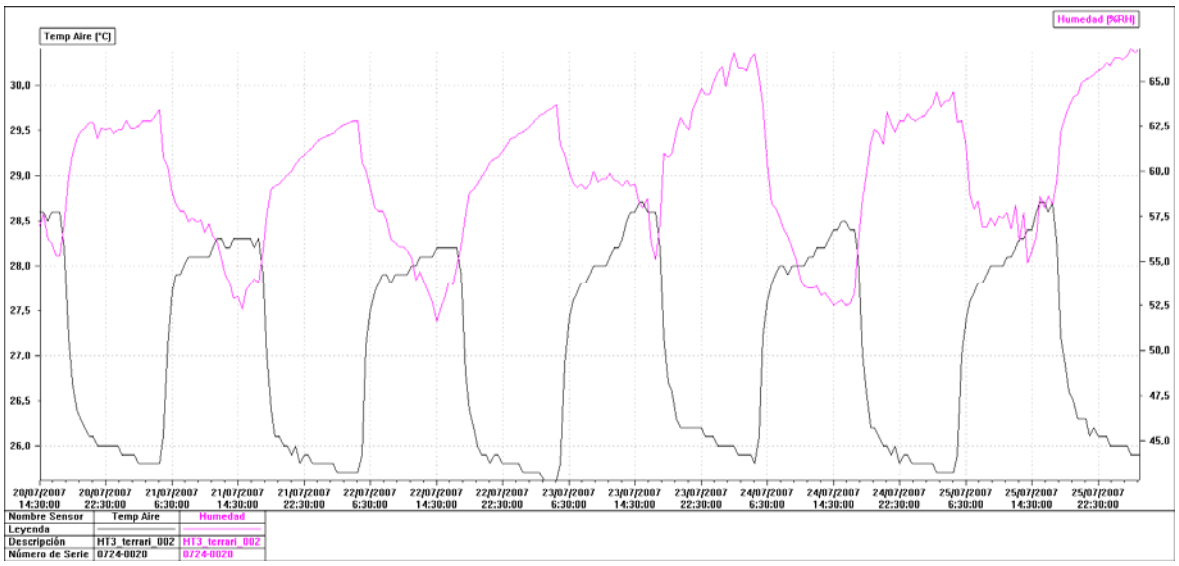


Figura 13. Gràfic de les dades enregistrades pel sensor a 10cm d'altura, tant de temperatura com d'humitat relativa. També s'observa la perfecta relació inversa que mantenen ambdós paràmetres.

Pel que fa al gradient de temperatura que havíem provocat a l'interior del terrari, les dades enregistrades indiquen una gran constància al llarg dels dies dels valors més alts, corresponents al sensor situat a prop de la manta tèrmica, sense variacions apreciables entre el dia i la nit, excepte per una diferent periodicitat del termòstat (les oscil·lacions dentades són conseqüència del funcionament intermitent del termòstat). El registre de l'altre sensor, en canvi, ens mostra clarament quan és de dia i quan de nit (Figura 14). Aquestes variacions encara són més acusades a l'hivern (les gràfiques presentades aquí corresponen al mes de juliol, amb una temperatura mitjana del sensor esquerra de 31,5ºC i d'uns 26ºC del dret).

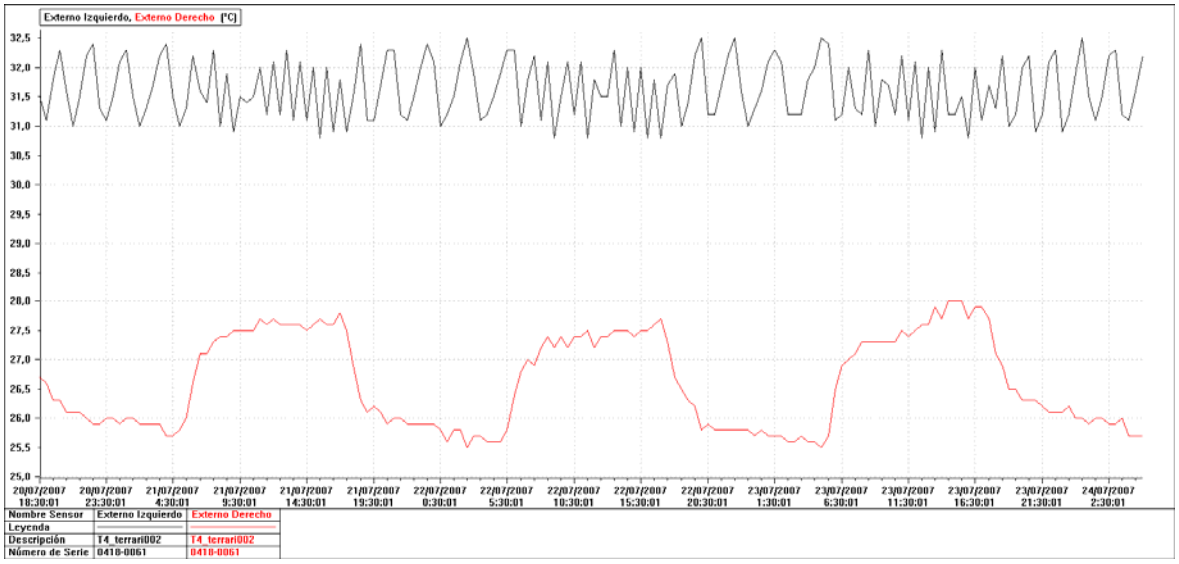


Figura 14. Gràfic del registre de temperatura als dos extrems del terrari interior. La línia negre correspon al sensor situat al substrat de la zona més càlida, mentre que el vermell correspon a la temperatura de l'indret del terrari més allunyat de l'anterior. Les dades corresponen a 3 dies del mes de juliol.

5.2 Al pati de les tortugues

5.2.1 Disseny i construcció d'un terrari exterior

Es volia tenir un espai exterior adequat per a les cries, però protegit com hem comentat abans. Si les col·locàvem a l'exterior implicava que aquell mateix hivern ja hibernarien. El projecte d'investigació que s'ha començat a dur a terme aquest any ja implicava que una part de les cries recent nascudes hibernés, per més tard comparar les dades amb les que no ho feien, estudiant així els diferents ritmes de creixement i d'ossificació de la closca.
L'espai que els proporcionéssim havia de ser un espai delimitat del Pati de les tortugues. Delimitat per a tal de protegir-les dels seus possibles depredadors, com podria ser un gat o una rata, ja que les podrien mossegar fàcilment perquè la seva closca no està encara gaire ossificada. En aquest tipus de terrari no cal regular la temperatura ni la humitat, ja que les condicions a les que es troba són les que hi ha a l'indret, és a dir, són les naturals del pati. Aquí l'esforç per part nostra s'orientava a triar l'indret i fer nosaltres mateixos el disseny del terrari tenint en compte la seguretat de les tortugues, mides, etc.

El terrari exterior en principi es tenia pensat situar-lo a l'espai més calent del pati, és a dir, a la zona d'hibernació, però també sabia greu treure a les tortugues grans el seu indret preferit del pati.
Així que, finalment, es va decidir col·locar el terrari a una de les parts del patí que té més hores de sol i que a més a més hi passa el reg per sota, això és a la cantonada entre la paret dels vidres del menjador i la paret de l'entrada a l'escola (és a dir l'extrem NO del pati). De moment no s'han modificat els tubs del reg, però d'aquesta manera sabem que si algun dia es vol es pot adaptar la instal·lació i posar un reg gota a gota al terrari.

El terrari havia de protegir les tortugues de l'exterior, però no les podíem deixar sense corrent d'aire ni pas de la llum solar, ja que aquesta es necessària per la síntesi de vitamines i l'augment d'activitat que els produeix rebre la llum ultraviolada, com acabem de veure. Tot i així, el sostre del terrari s'havia de protegir per tal d'evitar que en algun moment les tortugues poguessin rebre un excés de pluja, per això la meitat de la part superior es va tapar amb plàstic transparent.

El disseny del terrari havia de ser pensant amb uns materials que no trenquessin amb l'estètica general del pati, això vol dir que s'havien d'utilitzar materials naturals, com ara fusta, per a la seva construcció.

Les parets del terrari havien de ser d'un material que deixés passar l'aire i la llum del sol i que es poguessin veure des de fora de la mateixa manera que les tortugues no es sentissin tancades dins d'una capsa. Així que el material que es va decidir utilitzar va ser malla electrosoldada, la mateixa que utilitzen al CRARC per a les seves gàbies exteriors (Figura 23) ja que és difícil de trencar i així cap depredador podria entrar a l'interior del terrari i a la vegada és modelable, per tal de donar-li la forma necessària per adaptar-la a l'estructura que tindria el terrari.

L'estructura del terrari s'ha fet a partir de fusta de pi tractada, resistent a la intempèrie. En la part inferior s'ha col·locat "mecalux" per a que sigui més resistent. Entre la fusta i el "mecalux" hi va col·locada la malla electrosoldada, enganxada amb grapes grans (Figura 15). La tapa, també feta de fusta de pi, enganxada amb unes frontisses que no es rovellen i que enganxen la tapa amb l'estructura del terrari. Abans de clavar les frontisses, es va rebaixar la fusta uns mil·límetres per tal que la tapa s'ajustés bé a l'estructura. El terrari va fixat al terra amb unes grapes i unes vernilles metàl·liques. La base d'aquest queda colgada uns quants centímetres per a tal d'evitar que per sota hi pugui entrar algun depredador o que elles mateixes no es puguin escapar, i aquí és on precisament hem col·locat el "mecalux".

El terrari es va haver d'acabar una mica a corre-cuita perquè les temperatures van baixar de cop i volíem que les petites comencessin la hibernació quan les grans. Després d'un cap de setmana intens aconseguírem el nostre objectiu (Figures 15, 16 i 17).

El terrari està fent bé la seva funció. Protegeix les tortugues de possibles depredadors, és prou gran i ha permès (veure més endavant) portar a terme la hibernació de les tortugues petites sense cap perill.
S'ha realitzat una plantada de llavors (Dent de lleó, Alfals, Trèvol...) a l'interior del nou terrari, per tal d'intentar que quan les tortugues surtin de la hibernació tinguin aliment a mà.

Figura 15. En aquestes imatges es mostren diferents etapes en la construcció del terrari exterior per a les petites tortugues. I també el seu aspecte un cop acabat.

Figura 16. Vista frontal ampliada del terrari un cop finalitzat i col·locat al pati de les tortugues.

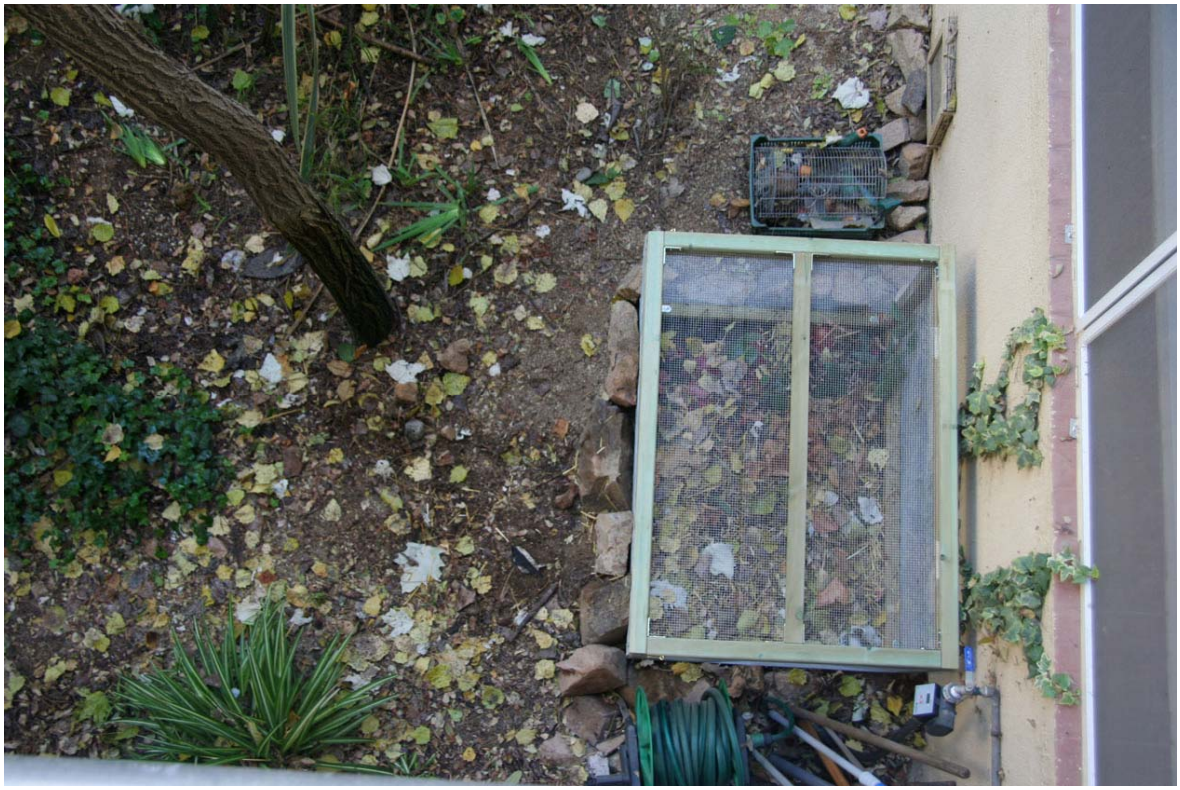


Figura 17. Vista superior del terrari un cop finalitzat i col·locat al pati de les tortugues. La meitat de la xarxa de la superfície superior posteriorment es va tapar amb làmines de plàstic transparent, per tal d'evitar la pluja directa a tot el recinte.

6. Primers naixements de tortugues a l'escola

6.1 L'eclosió dels ous

Quan l'ou és fecundat a l'interior de la femella i aquesta el pon a l'arribada de l'època de posta, comença el procés embrionari d'aquest, durant el qual, l'embrió es va desenvolupant a la vegada que va absorbint el calci que li proporciona la closca i l'estructura d'aquesta es debilita.

La closca també augmenta la seva porositat a causa de l'augment de producció de diòxid de carboni. En aquest moment l'embrió es mou per tal de buscar la bossa d'aire que es troba a l'interior de l'ou, quan l'embrió ja ha respirat la reserva de l'aire i l'esgota, és llavors quan comença a moure's en busca de l'aire de l'exterior i es veu obligat a trencar

Figura 18. Moment de l'eclosió de la tortuga M1, la primera que va néixer a l'escola, el dia 16 d'agost de 2007. En la imatge es veu el forat que va practicar des de dins amb la dent d'ou. Encara s'hi va passar una bona estona fins que va sortir del tot (veure figura següent).

la closca amb la dent d'ou[20] (Figura 20).

Un cop la tortuga ha aconseguit obrir l'ou i s'ha fet un forat per a respirar, la cria encara s'està unes hores, i a vegades dies a l'interior de l'ou, esperant haver absorbit tot el sac vitel·lí, tot i que sovint quan la tortuga surt definitivament de l'ou encara porta restes del sac vitel·lí a l'exterior del plastró.

Figura 19. Eclosió de l'ou de la tortugueta M2 vista per passos. En aquestes imatges s'evidencia la plasticitat de la closca que s'adapta perfectament a la forma de l'ou; forma doblegada que encara manté un temps després de sortir.

Figura 20. En la mandíbula superior de la tortuga M2 podem observar la dent d'ou. Això només es veu en tortugues recent nascudes (i altres que posin ous de closca dura), perquè temps després, aquesta desapareix.

Si en el moment de l'eclosió del neonat, aquest encara duu part del sac vitel·lí sobresortint del plastró, això és un signe positiu, ja que ens indica que el desenvolupament ha estat correcte, ha trigat menys a desenvolupar-se i no ha necessitat totes les reserves. Això és un fet habitual de les incubacions assistides (Soler i Martínez, 2005).

Les dues tortugues que han nascut a l'escola, ho van fer de forma similar i només amb dos dies de diferència, va ser a mitjans d'agost, concretament, la M1 (de Mestral) el 16/08/07 i la M2 el 18/08/07.

[20] Estructura rígida situada a la punta de la mandíbula superior, que desapareix uns dies després del naixement.

6.2 Els primers dies de vida

Quan van sortir de l'ou les vàrem col·locar dins d'un recipient amb el fons cobert de paper de laboratori humitejat per tal de que no se'ls hi infectés ni assequés el vitel. Aquest vitel comprovàrem que es reabsorbia força ràpid. Un cop no hi havia perill en aquest sentit, vàrem decidir traslladar-les cap al terrari interior que ja teníem preparat dins del laboratori. Durant els primers dies les tortugues encara conservaven una forma còncava en el plastró a causa d'estar doblegades a l'interior de l'ou. Això és possible perquè encara no tenen la closca ossificada i el seu cos es molt fràgil, així que poden deformar-se amb facilitat. Aquesta deformació al llarg dels dies es va desdibuixant i la forma del seu cos va agafant la d'una tortuga adulta (Figura 21).

Figura 21. En aquestes imatges es pot veure la forma bombada al cap de poc de néixer i la zona ventral per on està plegada. També s'observa la resta del vitel, que en poques hores es va reabsorbir gairebé del tot.

Són iguals que les tortugues adultes però en miniatura. Tampoc depenen dels progenitors, sinó que són totalment autosuficients i s'alimenten exactament del mateix que les tortugues adultes (Figura 22).

Les tortugues adultes no donen cap mena d'atenció ni als ous després de la posta ni a la tortuga acabada de néixer, l'única preocupació que tenen és en el moment de fer la posta buscar un bon indret per a la incubació dels ous i les molèsties que es prenen a l'hora de construir el niu, després d'això se n'obliden completament.

Es recomana que les tortugues molt petites tinguin fàcil accés a l'aigua, sobretot les criades en captivitat, perquè sovint els indrets tancats hi ha risc de que l'aire sigui baix en humitat, amb el conseqüent perill de deshidratació per part dels petits animals.

Quan se'ls hi acaben les reserves de vitel (al cap de pocs dies) han de començar a menjar. Des del començament els hi hem proporcionat com aliment plantes de les que formen part de la seva dieta habitual en condicions naturals i hem pogut comprovar que els hi agraden força (Figura 22).

Figura 22. Uns dies després del naixement, les tortugues M1 i M2 ja van començar a menjar plantes que formen part de la seva dieta en estat natural (en la foto dent de lleó).

7. Creixement i desenvolupament juvenil

7.1 Visites al CRARC

7.1.1 Control veterinari de les tortugues

Com a control de salut rutinari, durant aquest estiu, el dia 30/06/2007 vam portar les tortugues a Masquefa perquè les visités el veterinari del CRARC, Albert Martínez. Va observar el seu estat de salut amb una ràpida revisió, determinant que estaven sanes. Aquell mateix dia també ens van donar antiparasitari per a les tortugues perquè els l'apliquéssim nosaltres mateixos a l'escola. Ens va donar una quantitat aproximada amb una xeringa i nosaltres simplement l'havíem de repartir de forma proporcional al pes de les tortugues i introduir-los-hi fins l'esòfag (Figura 23).

Més endavant, el 07/09/07, tornem al CRARC amb les dues tortugues nascudes a l'escola per notificar el seu naixement i perquè també vegin el seu estat. Amb els dirigents del CRARC s'havia decidit una data per a portar les tortugues grans per tal de que coincidís amb el curs de manipulació de rèptils que Albert Martínez, veterinari del CRARC, imparteix anualment a grups de joves veterinaris[21].

Jo vaig aprofitar la visita per a resoldre alguns dubtes que tenia sobre la malla per al terrari (com ja s'ha comentat anteriorment) i sobretot per veure els diferents tipus d'incubadores (Figura 23).

Aquell mateix dia el CRARC ens va proposar un nou projecte d'investigació. Ens animaven a estudiar el desenvolupament juvenil de les tortugues, però per això necessitàvem dues tortugues més (veure el següent apartat).

[21] Aquesta visita l'explica àmpliament el meu company Eudald en el seu treball de recerca

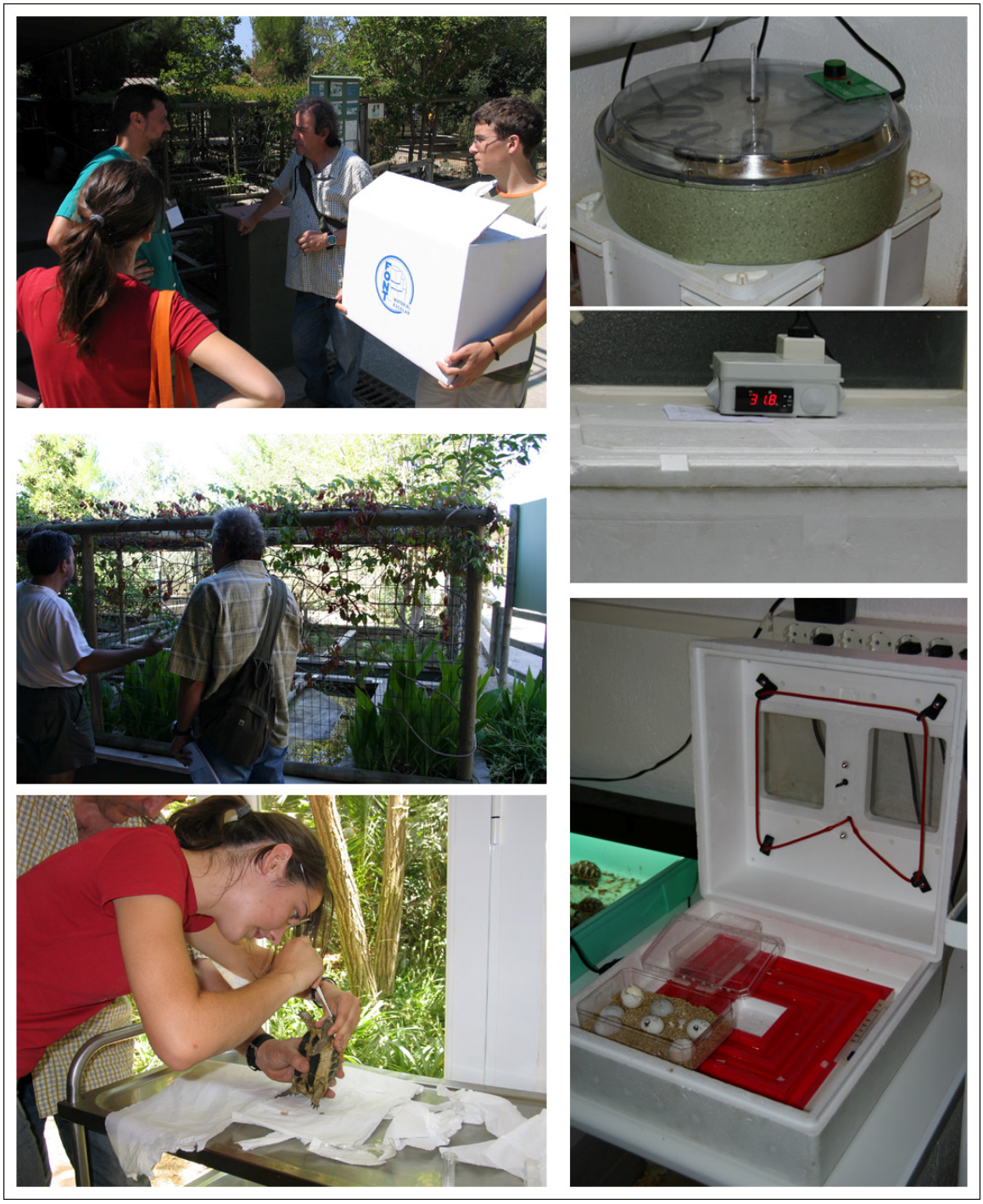


Figura 23. Les imatges corresponen al primer dia que anàrem al CRARC, que va resultar ser un dia en què l'Albert (el veterinari) estava molt enfeinat, va fer una revisió ràpida a les tortugues i ens va donar el producte antiparasitari perquè l'apliquéssim nosaltres en arribar a l'escola. També aprofitàrem per veure la malla electrosoldada de les instal·lacions i els diferents tipus d'incubadores que tenen.

7.1.2 Incorporació de dos exemplars del CRARC

La proposta del CRARC consistent en iniciar un nou projecte d'investigació per a conèixer el desenvolupament de la closca, és a dir, el ritme d'ossificació de la closca dels quelonis, tenint en compte el ritme de creixement, ens va motivar molt,

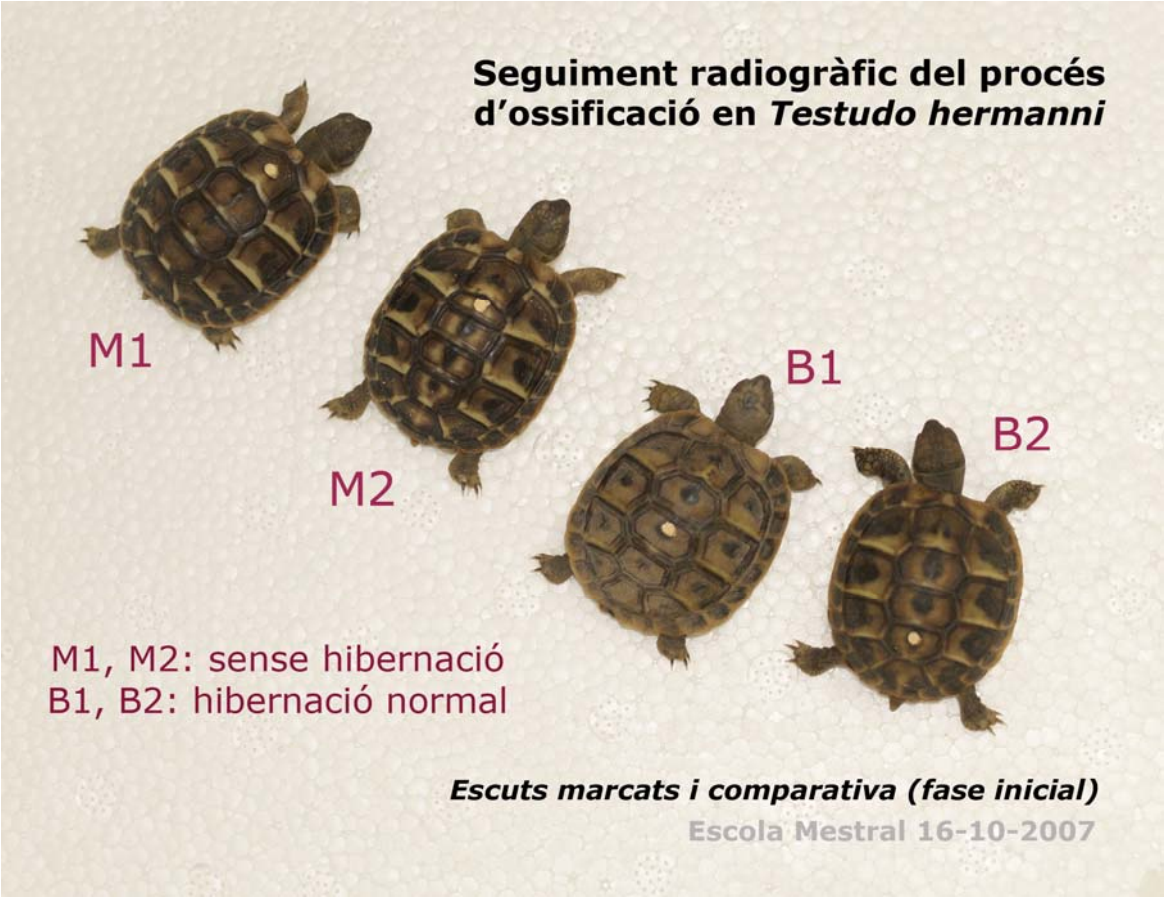


Figura 24. Marcatge de les quatre tortugues joves actuals a l'escola, dut a terme amb retolador als escuts, per diferenciar-les.

perquè és un factor que encara queda molt per estudiar i és molt interessant. El nombre de tortugues nascudes a l'escola és molt baix, i aquest estudi implicava tenir un nombre més gran de tortugues, el CRARC ens ha proporcionat dos exemplars més per a dur a terme el projecte, aquestes dues tortugues joves havien de tenir unes mides i pesos similars, és a dir, que haguessin nascut en unes dates properes, ja que d'aquesta manera es trobarien en el mateix estat de creixement. Així que el mateix dia que vam pujar a fer el control veterinari de les cries de l'escola el CRARC ja ens va donar les dues tortugues recent nascudes per a que les incorporéssim a la instal·lació de l'escola, com a mínim durant la durada del projecte, que s'estima que sigui d'uns quatre anys. Però amb quatre exemplars tant similars (Figura 24), aviat no les podríem diferenciar unes de les altres per

això vam haver de fer un marcatge, però diferent al que utilitzen al CRARC ja que la seva estructura òssia de moment no és suficient dura, és massa delicada i encara no se'ls hi pot fer la marca[22], de manera que ho hem fet utilitzant un retolador permanent marcant-les lleument a les plaques vertebrals, cada una a una placa diferent. Començant de davant cap enrere primer les nascudes a l'escola per ordre i seguides per les dues proporcionades pel CRARC (Figura 24). Aquestes últimes serien les que destinaríem a hibernar en el nou terrari del pati, un cop arribés el moment (Figura 25).

Figura 25. Foto de les tortuguetes B1 i B2, proporcionades pel CRARC, el dia que les vam traslladar al pati de les tortugues (17/11/07), per a que iniciessin el procés d'hibernació. Amb aquesta fotografia ens podem fer la idea de la mida de les tortugues joves, ja que en relació a les fulles d'àlber són molt petites.

Per la seva part, l'Albert Martínez, veterinari del CRARC, ens va explicar com havíem de dur a terme l'estudi radiològic i ens va donar per escrit tota una sèrie de detalls que havíem de comunicar al veterinari que realitzés les radiografies (veure més endavant).

[22] Aquest sistema de marcatge està explicat a fons en el treball del meu company Eudald.

7.2 Seguiment del creixement durant els primers mesos de vida

7.2.1 Metodologia

Per anar seguint el creixement de les tortugues detalladament s'han anat recollint dades pesant i mesurant les tortuguetes setmanalment, utilitzant la balança de precisió Cobos que tenim a l'escola pels pesos i el peu de rei electrònic per a les mides (Figura 26). És a dir, els mateixos instruments utilitzats per a les dades biomètriques i de pes dels ous (apartat 3.2.1).

Figura 26. En aquesta foto es veu la tècnica que s'ha utilitzat per mesurar les tortugues amb el peu de rei.

7.2.2 Resultats i discussió

El creixement de les tortugues recent nascudes (nounats) és a un ritme molt ràpid, aquest fet fa que en tortugues del mateix any, hi pugui haver una gran diferència de mides entre les tortugues nascudes a principis de setembre (serien filles d'una posta a principis de maig) i les nascudes a finals d'octubre (fruit d'una posta a mitjans d'estiu). Les tortugues que neixen més a prop del hivern, tenen menys temps per a créixer abans d'hibernar i

són menys eixerides que les altres. Aquest endarreriment és resolt quan arriba la primavera de l'any següent, que és quan es produeix el veritable creixement de les tortuguetes joves. Quan l'animal arriba a la maduresa sexual, el ritme de creixement esdevé més lent (Soler, Martínez, 2005).

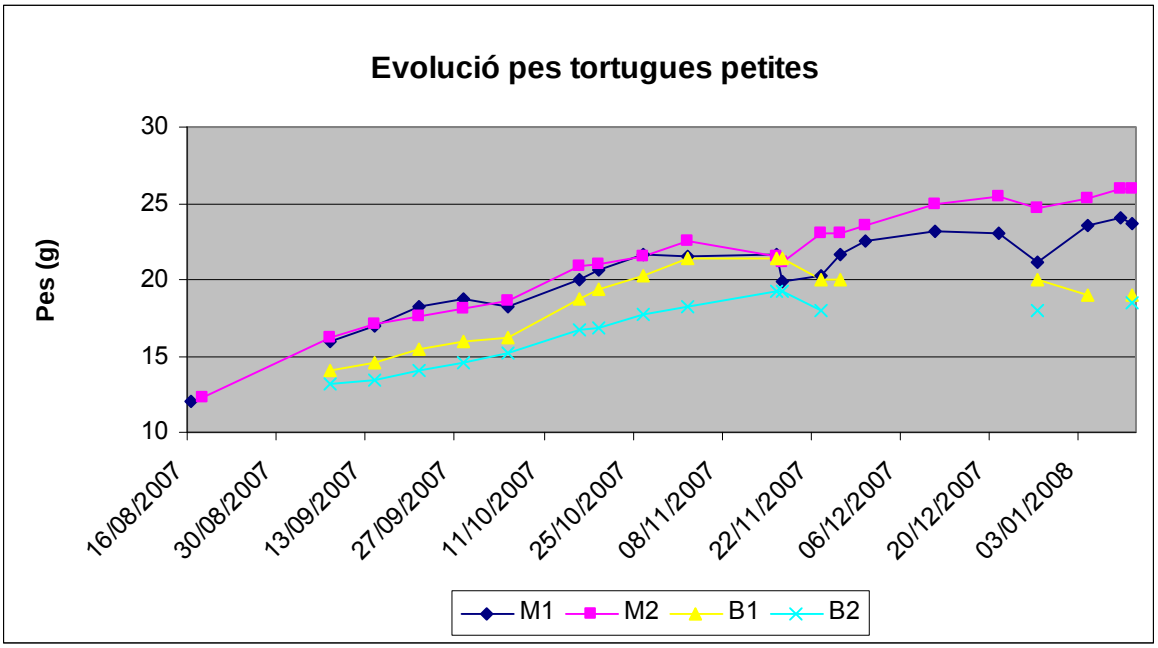


Figura 27. Gràfica de l'evolució dels pesos de les cries durant aquesta tardor. A partir del 20/11/2007 les tortugues B1 i B2 hibernen.

Com podem veure (Figura 27) el creixement és progressiu i setmana rere setmana s'hi pot notar una diferència notable de pes, comparat amb una tortuga adulta, l'augment de pes és molt més marcat. Un aspecte curiós és que el creixement sembla que no és lineal, sinó que es produeixen frenades cada un mes i quart, (aproximadament quaranta dies), com a pulsacions. Desconeixem si això té alguna rellevància i haurem d'esperar més temps per veure si es repeteix. Els pesos que falten són de les tortugues B1 i B2 que estan hibernant al nou terrari exterior, i només s'han pesat quan s'han trobat fàcilment, apartant les fulles sense remoure la terra, per no molestar-les.

Pel que fa a les mides (longitud i amplada) també augmenten progressivament i de manera més lineal (Figura 28) que els increments de pes esmentats. només es presenten les dades de les tortugues que no hibernen (M1 i M2).

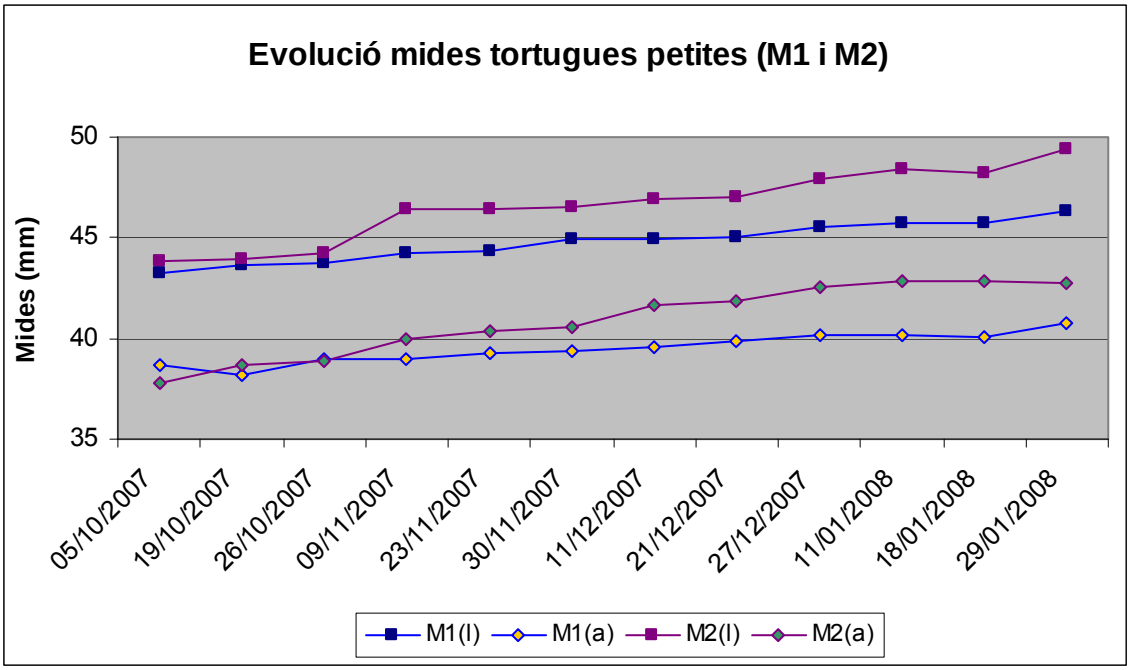


Figura 28. Gràfica de l'evolució de les mides de longitud (l) i d'amplada (a) en les tortugues M1 i M2. No es presenten les de B1 i B2 perquè estan hibernant i tenim poques dades.

7.3 Nou projecte d'estudi (ossificació de la closca)

7.3.1 Metodologia

Amb els membres del CRARC es va decidir que el seguiment de l'estudi es podia establir en un cop per trimestre. A part del seguiment de pesos i mesures també es duria un seguiment radiològic. El mateix dia que varem incorporar a l'escola les dues tortugues del CRARC, en el viatge de tornada de Masquefa, ens dirigírem a la Clínica veterinària Núria Plana, exalumna de l'escola Mestral que va accedir a fer una col·laboració desinteressada en el projecte. Aquell mateix dia portàrem a terme les primeres proves de les radiografies i enviàrem els resultats al CRARC; ens expliquen que caldria un xassís i una pel·lícula més sensibles per tal d'augmentar el detall de les radiografies rebaixant encara més la dosis de radiació. Uns dies més tard, quan ens arriba el nou xassís ens tornem a dirigir a la Clínica Núria Plana i fem les primeres radiografies definitives, amb més definició: una radiografia dorsal i una ventral de cada tortuga.

Figura 29 Dues de les tortugues sobre la placa a punt de fer-se una radiografia.

Figura 30. Fotografia on se'ns veu a l'Eudald i a mi amb la protecció de plom durant les radiografies a la clínica veterinària Núria Plana.

7.3.2 Primers resultats i discussió

La closca està composta per a dues parts, una dorsal amb forma convexa i anomenada caparassa i una ventral, normalment aplanada denominada peto o plastró. La closca dorsal dels quelonis està constituïda per tres regions: la primera, és la capa òssia, la qual dóna estructura i rigidesa a la closca de l'animal; la segona capa, la dermis que nodreix les altres dues i dóna color a la closca, i finalment la tercera i la més superficial, la placa còrnia la qual també dóna resistència, capta la calor i evita la deshidratació.

La posició de les plaques no és equivalent d'una capa a l'altre de la closca dorsal. El fet de que no coincideixin les posicions li dona unes característiques que la fa més resistent a les tensions externes (Figura 31). Aquesta estructura és pròpia de les tortugues

primitives, està preparada per a resistir tot tipus d'agressions de l'entorn com són: mossegades de depredadors, èpoques de sequera, incendis forestals, el fred, la calor... dins d'uns certs límits, és clar.

I gràcies a la seva eficiència no ha patit grans canvis en l'evolució dels quelonis. La motricitat dels vertebrats es basa en l'esquelet, però els quelonis es caracteritzen perquè tenen fusionada la caixa toràcica, per això la closca òssia de les tortugues es considera que forma part de l'esquelet. Aquest està format per les vèrtebres, les costelles i l'estèrnum.

Les costelles al llarg del temps van evolucionar eixamplant-se i acabant tocant-se unes amb les altres, formant-se així la closca òssia (Soler; Martínez, 2005).

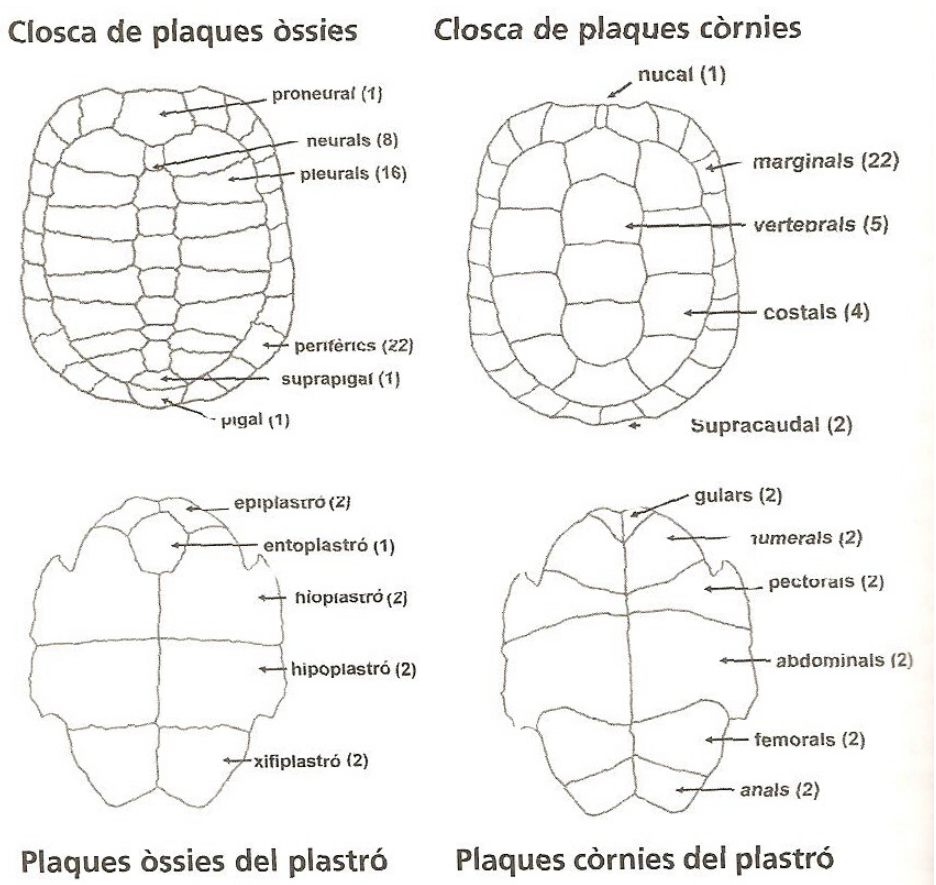


Figura 31. Esquema explicatiu dels escuts del plastró i el dors, tenint en compte la capa òssia i la capa còrnia.

L'estructura de la closca d'una tortuga jove està constituïda bàsicament per la capa còrnia. El dors d'una tortuga que està creixent, presenta un centre d'ossificació vertebral (Plaques neurals) continu en el sentit antero-posterior (de davant cap enrere) passant des de la primera placa neural a la placa suprapigal: un centre d'ossificació lateral format per les plaques pleurals àmpliament desunides; i a la fi, un conjunt que comprèn les plaques perifèriques, proneural i pigal.

Sembla ser que entre els tres i quatre anys l'ossificació de la closca s'accelera i mostra divergències individuals importants. La part anterior del dors s'ossifica primer. El plastró, està en la majoria dels casos unificat, no hi ha fontanel·les[23] entre les diferents plaques òssies. Les fontanel·les laterals, de les plaques pleurals, es mantenen obertes de dos a quatre mil·límetres de mitjana. Cap als cinc anys, les fontanel·les estan sovint encara presents de la primera a la vuitena pleural, en la closca. L'obertura separant les pleurals de les perifèriques té de 1 a 1'5 mil·límetres de mitjana, en el plastró hi ha una molt lleugera obertura i perdura només en algun cas, a nivell de les sutures entre hio-hipoplastró i hipo-xifiplastró. L'ossificació de la closca està pràcticament acabada cap als cinc anys d'edat, encara que el creixement de l'individu continua de manera activa fins els deu anys (Cheylan, 1981).

Testudo hermanni difereix des d'aquest punt de vista en relació a certes tortugues aquàtiques nord americanes – *Pseudemys scripta* entre d'altres- en les que l'ossificació coincideix aproximadament amb l'edat de maduresa sexual. Aquesta ossificació ràpida constitueix certament un avantatge d'adaptació per la tortuga mediterrània ja que permet els exemplars joves d'escapar-se aviat de la depredació d'alguns depredadors pocs preparats per trencar una closca resistent (Cheylan, 1981).

Com es veu en les radiografies fetes fins ara (Figura 32) i, segons sembla, des del naixement fins els dos anys aproximadament, la closca té una ossificació molt incompleta i pot ser deformada sense dificultat amb la pressió dels dits.

Segons els responsables del CRARC hi ha molt poca informació sobre aquest procés d'ossificació i tota la comentada en aquest apartat procedeix de la mateixa font (Cheylan, 1981), a partir de l'article que ens va proporcionar Joaquim Soler.

Nosaltres, de moment, hem fet dues sessions de radiografies completes, és a dir, a les 4 tortugues (M1, M2, B1, B2). Una a la tardor[24] (la primera) i una altra a la primavera. Durant l'hivern férem una sessió a les que no hibernaven. Totes les radiografies, però, s'assemblen a la que presentem aquí (Figura 32), amb absència total d'ossificació de la

[23] Fontanel·la: àrea membranosa que separa els diversos ossos. Sinònim de sutura sense tancar.
[24] Escollírem dates properes als canvis d'estació (solsticis i equinoccis) per ser més fàcils de recordar.

closca. Esperem que futurs treballs de recerca continuïn aquesta tasca que aquí només s'ha iniciat i que contribueixin a clarificar aquests aspectes del procés d'ossificació.

Figura 31. Radiografia de M1 i M2 per la part ventral. Es veu com encara la closca no està gens ossificada.

8. Conclusions

Aquest any podem estar contents perquè s'ha arribat a l'objectiu principal d'aquest treball de recerca que ha estat la d'obtenir, per primera vegada, descendència de les tortugues del pati de l'escola. S'ha de dir que si no hagués estat per les investigacions que s'havien fet fins ara en treballs de recerca anteriors, aquest any segurament no hauria estat el definitiu com va preveure Joaquim Soler.

Un fet que hem observat durant els dos últims anys és que, ara per ara, amb les condicions en les que es troba el pati, és gairebé impossible que les tortugues s'hi puguin reproduir de forma natural, i en futurs treballs sí que s'hauria de pensar en algun mecanisme per a resoldre-ho, però mantenint simultàniament el sistema d'incubació artificial, perquè encara que aquest any s'hagi millorat i s'hagin obtingut unes temperatures més regulars, s'hauria de construir una incubadora més precisa per a millorar-ne l'eficiència i també per a poder decidir el sexe dels embrions.

En relació al terrari interior, els resultats són força bons. S'ha aconseguit obtenir el gradient de temperatura que es buscava a l'interior i també mantenir la humitat ambient en uns valors prou adients per a les tortugues. Pel que fa al terrari exterior, els resultats també han estat correctes, ja que protegeix bé les petites tortugues, permetent que hibernin amb total seguretat en front dels seus possibles depredadors.

Dels estudis biomètrics i de pes de les tortugues petites, realitzats durant els primers 5 mesos d'edat, hem descobert que el seu creixement, malgrat que progressiu, no és del tot lineal, sinó que es produeixen frenades relatives amb una periodicitat d'uns 40 dies. Desconeixem si això té alguna rellevància i haurem d'esperar més temps per veure si es repeteixen aquesta mena de pautes.

9. Bibliografia

Avanzi, M. (2002). *Las tortugas terrestres .* Editorial De Vecchi.

Cheylan. M. (1981). *Biologie et écologie de la Tourte d'Hermann Testudo hermanni*. Contribution de l'espèce à la connaisance des climats quaternaire de la France. Mém. Trav. E.P.H.Inst. 13: 383 pp. Montpellier, France.

Herrerias, Laia (2007). *Hibernació i reproducció de Testudo hermanni.* Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral. (Premi CIRIT 2007) [25].

Lozano, Marta (2007). Autosuficiència alimentària de la tortuga mediterrània. Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral. (Premi CIRIT 2007).

Martínez, Brais (2004). *Les tortugues del pati de l'escola*. Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral.

Merchán, M., Martínez, A. (1999). *Tortugas de España.* Editorial Antiqvaria.

Müller, G. (1993). *Tortugas terrestres y acuáticas en el terrario.* Editorial Omega.

Pursall, B. (2002). *Tortugas terrestres mediterráneas.* Editorial Hispano europea.

Rubio, G. (2006). *Tortugas terrestres en cautividad.* Editorial Egartorre.

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.

[25] Tots els treballs de recerca aquí citats estan disponibles al centre per a la seva consulta i també a la pàgina web (http://www.escolamestral.net/mestral/secciones.php?menu=94&sec=101&subsec=113).

ANNEX

CRONOLOGIA de les tasques realitzades al Pati de les tortugues durant el període que va d'abril de 2007 a febrer de 2008. (En aquesta cronologia no s'inclouen les tasques setmanals de control de pes ni els nombrosos Emails amb el CRARC).

Es transcriuen íntegrament les anotacions realitzades (conjuntament amb l'Eudald Pascual) a la llibreta de camp, complementades amb alguna petita explicació quan es considera oportú; també es presenten algunes fotografies (la majoria realitzades per l'Alba Soria) d'alguns aspectes o tasques que no entren a formar part directa del treball de l'Eudald o meu, però que han estat portades a terme per nosaltres durant aquest període de temps:

28/03/2007 – Plantar llavors de roselles, alfals, dent de lleó en diferents indrets estratègics del pati (seguint les recomanacions de la Marta Lozano, que ens fa una classe pràctica). Afegir aigua al bassal.

30/03/2007 – Trasplantar dent de lleó (procedents de l'extrem NO del pati de baix).

18/04/2007 – L'activitat de les tortugues augmenta, mengen més i prenen més el sol (es situen als llocs del pati més càlids i amb més radiació).

25/04/2007 – Primeres còpules. El mascle persegueix les femelles i intenta copular amb totes. Trasplantar dent de lleó.

04/05/2007 – Totes van augmentant de pes.

11/05/2007 – Per tota l'escola es veuen volant els fruits blancs dels pollancres, en forma de cotó fluix, i se n'acumula una bona quantitat al pati de les tortugues. En fem una bona neteja (també del que ha caigut al bassal).

18/05/2007 – Troballa de la muda d'una serp al pati de les tortugues. L'Alba en fa diverses fotos, però no es distingeix gaire bé. El Marí li diu que intenti fer un bon macro del cap, que és la part més important per a la seva identificació. Després d'una bona estona al laboratori de biologia de l'escola, fent servir cartolines fosques per augmentar el contrast, l'Alba aconsegueix una foto del cap en la que es distingeixen força bé les plaques cranials (Veure foto adjunta). El Marí ens en fa una còpia en color a l'Eudald i a mi, ens deixa uns llibres de classificació de rèptils i ens dóna unes adreces electròniques per veure fotografies d'aquests animals. Ens demana que el dilluns tornem amb la serp del pati de les tortugues identificada.
Tant l'Eudald com jo coincidírem en classificar la serp com serp d'aigua (*Natrix maura*). Aquesta fotografia, que l'Alba va titular "Identificada per la pell" va estar exposada a l'escola força temps, juntament amb altres fotos de natura, una de les especialitats del grup de fotografia de Batxillerat i de l'Alba en particular, ja que va participar tant en LaMostra2007: (http://escolamestral.net/lamostra007) en la que l'escola va resultar guanyadora com en la recent de 2008 (http://www.escolamestral.cat/lamostra008.htm).

24/05/2007 – Troballa d'ous (4). Creiem que la "mare" és la femella 6218, però no és segur perquè la informació ens l'ha donada un pare que diu haver-ho vist. Posem en funcionament els sensors de la incubadora i la posem en marxa (Després d'haver canviat el termòstat). No hi traslladem els ous perquè encara s'ha d'estabilitzar la temperatura de la incubadora.

25/05/2007 – Hem instal·lat un sensor de temperatura a la superfície d'on varem trobar els ous i un altre enterrat al seu costat. Finalment, decidim traslladar dos dels quatre ous a la incubadora mentre que els dos restants els deixarem al mateix lloc on els varem trobar per comparar les condicions tèrmiques de les dues incubacions i veure si és possible que els de fora (els del pati de les tortugues) acabin eclosionant. Hem posat una reixa sobre els ous per a evitar l'entrada a possibles depredadors.

Hem vist la serp i l'hem agafada. El Marí ens ha fet veure perquè aquesta serp té el sobrenom de colobra escorçonera; és realment sorprenent com imita el cos i comportament d'un escurçó (sap posar el cap triangular, el cos inflat en relació a la cua, dibuix dorsal en ziga-zaga, moviments viperins... només la pupil·la rodona, en lloc de vertical, la delata com a serp inofensiva).

L'Alba ens en va fer tot un reportatge (encara que alguna de les fotos va sortir una mica moguda, perquè les serps no li fan gaire gràcia a l'Alba, sobretot quan les ha d'enfocar de molt a prop). (Veure fotografies a la pàgina següent).

El principal aliment d'aquesta serp són els amfibis, en tots els seus estadis de desenvolupament (capgrossos i granotes), i ja ens va bé de tenir-la al pati; ens manté controlada la població de granotes.

29/05/07 – Canvi del vidre que cobreix la incubadora per un que s'hi ajusta millor.

01/06/2007 – Trasplantar dent de lleó i corretjola.

08/06/07 – Troballa de cinc ous al costat dels de la primera posta, bastant al fons amb la terra compacte, molt apretada. Mal aspecte, algun d'esquerdat, i semblen de l'any anterior. Ho comprovem fent-ne la dissecció d'un d'ells i efectivament estaven fermentats i l'embrió estava mig desenvolupat, però el procés no havia arribat a la seva fi.

12/06/2007 – Hem trobat 4 ous més i els hem posat a la incubadora. Primera lectura dels sensors. Guardem l'arxiu de dades dels enregistradors electrònics a l'ordinador del

laboratori de biologia, a dintre d'una carpeta amb el meu nom. El Marí transforma les dades originals (dels datalogger Escort) a arxius de full de càlcul, perquè nosaltres puguem editar-les amb l'Excel i fer les gràfiques. Els ous de la incubadora estan a 29ºC aproximadament mentre que els que s'incuben al pati estan a una temperatura molt inferior (20°C).

30/06/2007 – Hem anat al CRARC (Masquefa), l'Albert ens ha donat antiparasitari per les tortugues (que haurem d'aplicar nosaltres mateixos, una dosi avui i una altra al cap de 15 dies). Miren l'estat de salut de les tortugues, i veuen que estan bé. Pels consells que ens donen decidim pujar aquell mateix dia la temperatura de la incubadora. Els ous ara es troben a 31.2ºC aquell mateix dia també les desparasitem.

03/07/07 – Sortida a Cabrils a buscar plantes. (Ens acompanya la Marta Morales, una companya de curs). Anem a un indret que hi ha abundància de plantatge de fulla ample, descobert el curs anterior, però tot està molt sec i trobem pocs exemplars de plantatge i petits. N'agafem uns quants (amb terra i arrels intactes) i ens dirigim cap al Garden-Center de Cabrera de Mar a buscar planter de *Dichondra*. Fem parada a Vilassar de Mar per a recollir l'estructura de vidre per al terrari interior i alguns extres. Anem a l'Aki a buscar més material i estudiem la varietat que tenen de fustes (per al terrari exterior). També passem per Barcelona (Herter Instruments S.A.) per a recollir els nous sensors de temperatura i humitat.
En arribar a l'escola trasplantem les *Dichondra* i el plantatge que hem recollit.

04/07/07 – Recollida de plantes pels voltants de l'escola, trasplantem més *Dichondra,* però una part de les primeres les volem protegir (amb una reixa), ja que les tortugues tenen gran predilecció per les plantes tendres i se les mengen de forma destructiva abans de que creixin (veure figura adjunta). Reguem, pesem les tortugues. Netegem l'aquari i buidem l'altre. Deixem el terrari interior ja preparat i el Marí compra un substrat especial per a terraris, unes virutes que a la vegada són comestibles.

05/07/07 – Col·loquem el substrat especial per a terraris i a sota, a un costat del terrari la manta tèrmica amb el termòstat a 30ºC. En el seu interior, situem un extrem del sensor a nivell de la manta tèrmica i l'altre extrem a l'altre costat del terrari per conèixer així els extrems del gradient de temperatura generat.
Col·loquem també el sensor nou (termohigròmetre) que va a l'aire (al mig del terrari, a uns 10 cm d'altura) enregistrant així la temperatura i la humitat ambient a la que es troba el terrari.

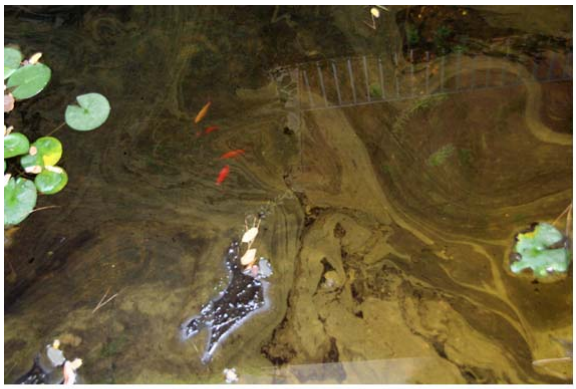
11/07/07 – Pesem les tortugues.

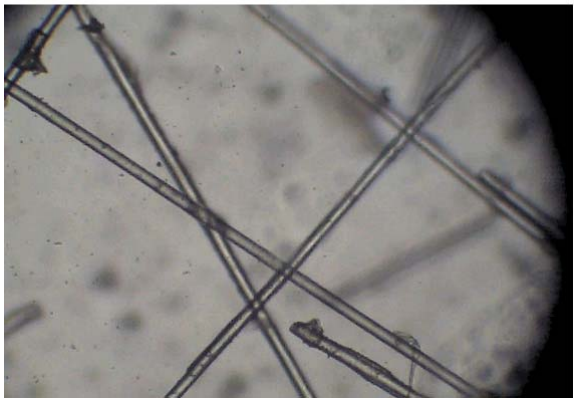
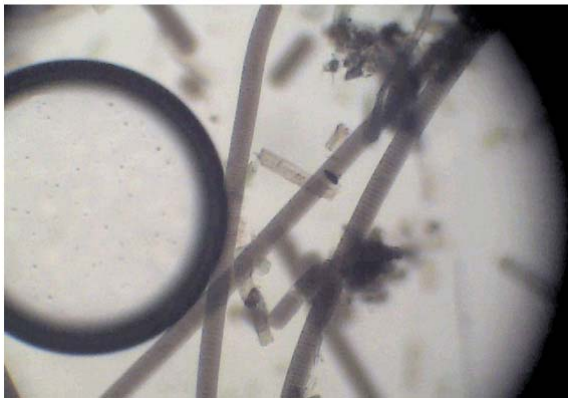
16/07/07 – Les pesem i tornem a desparasitar-les, ens havia dit l'Albert que calia repetir-ho per aquestes dates. Plantem llavors de *Taraxacum*, de campaneta, rosella i plantatge de fulla ample. Programem el reg amb el MODE 2 (3 min cada 12 h). Dins de la incubadora, sota el recipient dels ous hi posem una malla de plàstic verd i un vidre per impedir que les cries s'ofeguin al caure del recipient quan neixin.

23/07/2007 – Humitegem la zona on estan enterrats els ous a l'exterior (està molt seca). Avui els hi hem donat un extra a les tortugues: una poma i un tomàquet. Detectem una brillantor estranya a la superfície del bassal, com una taca oliosa. De moment no en sabem la causa, però estarem a l'aguait.

07/08/2007 – La taca oliosa s'ha fet més gran i important i reté pols i pòl·len. Observem també unes taques fosques, gairebé negres, repartides per tot el bassal, d'aspecte filamentós. El microscopi ens revela que hi ha dos tipus de fils (veure fotografies adjuntes), uns que s'assemblen a la fibra de vidre i uns altres que hem identificat com algues blaves, cianofícies, probablement del gènere *Oscillatoria*. Les troballes de restes de diferents mides del que sembla ser una barreja de cartró i fibra de vidre ens fa sospitar que sigui el causant de la taca. Posem una mica d'aquest material en un vas de precipitats amb aigua i, efectivament, al cap de poc temps observàrem colors iridiscents a la superfície de l'aigua. Varem pujar al terrat de l'escola i ho varem entendre tot: resulta que recentment s'havia reparat un dels terrats amb tela asfàltica i s'havia deixat al descobert part de la protecció anterior, a base de fibra de vidre recoberta de grava. El vent s'havia ocupat d'escampar-la i una part important havia anat a parar al bassal del

pati de les tortugues. Protegits amb guants, varem recollir tots els restes de fibra del pati i del bassal i uns operaris s'encarregaren dels del terrat. El bassal el varem netejar afegint més aigua del compte i ruixant de costat, i a pressió, la superfície amb la mànega per tal d'eliminar la taca flotant.



No cal afegir que varem dedicar tot el dia a aquesta tasca.

08/08/07 – lectura dels sensors. Mirem l'estat dels ous. Els dos que estaven al pati estan esquerdats i una mica florits. Dels quatre que es troben a la incubadora, dos estan una mica esquerdats, l'altre té un color molt blanc, potser una mica massa translúcid i el quart té un color blanc fort; aquest últim sí que sembla està tirant endavant.
Trobem un mosquit tigre (veure foto següent) al laboratori de biologia i descobrim que el seu origen és l'aigua calenta i estancada de la incubadora. La netegem i desinfectem i hi tornem a posar aigua prèviament escalfada amb un calefactor. Hi afegim unes gotes de lleixiu.

16/08/2007 – Hem desmuntat i netejat la bomba d'aigua de la cascada i també la del brollador. L'Eudald, s'ha posat dins el bassal, per col·locar-les millor. En el moment de sortir de l'aigua ha caigut un bon xàfec (veure foto adjunta).

Podem algunes branques de nesprer i de Robínia (feien massa ombra) i després plantem una nova espècie de plantatge, una mica més petit.
A mig matí l'Eudald ha detectat un petit forat en un dels ous de la incubadora. Estem tots emocionats i hi fem visites cada estona (deduïm que va per llarg). Finalment, al cap de dues hores, neix la primera tortuga, d'un ou que era blanc però que no estàvem segurs de que tiraria endavant; la tortugueta està força eixerida i amb part del vitel enganxat al plastró. La posem a sobre de paper de laboratori mullat (seguint instruccions del CRARC).

18/08/07– Neix la segona tortuga de l'escola, de forma similar. Hem parlat per telèfon amb en Joaquim Soler, notificant els naixements. Ens ha proposat un nou projecte d'estudi per a portar a terme amb les tortugues que acaben de néixer. Quedem en parlar-ne la setmana vinent, que hem de portar les tortugues grans per la revisió anual.

21/08/2007 – Hem anat al CRARC, hem parlat amb en Joaquim dels nostres treballs i l'Albert ha fet un reconeixement a fons a les tortugues i els hi ha tret sang per un treball de filogenètica a partir de l'anàlisi del seu ADN (treball portat a terme per l'equip del Dr. Carranza del Departament de Biologia animal de la Facultat de Biologia de la UB).

07/09/2007 – Tornem al CRARC (primera hora de la tarda) perquè vegin l'estat de les 2 tortuguetes i ens en donen dues més de mida similar per poder portar a terme el nou

projecte. El mateix dia, en tornar de Masquefa, portem les 4 tortugues petites a la clínica veterinària Núria Plana per a fer les primeres proves de radiografies. S'envien els resultats al CRARC i ens expliquen que caldria un xassís i una pel·lícula més sensibles per tal d'augmentar el detall de les imatges. En concret es tracta d'un xassís per a mamografies i pel·lícula kodak per a mamografies.

10/10/2007. L'escola accedeix, finalment, a fer-se càrrec de la despesa d'aquest material (a compte del pressupost de laboratori) i la Núria Plana posa l'equip de raig X i el seu temps, que serà bastant perquè el projecte durarà uns 4 anys.

20/10/07 – Anem a Habitacle a mirar fustes i mides, fem un pressupost per al terrari exterior.

25/10/07 – Visita a la veterinària Núria Plana, que ja té el xassís nou per a fer aquest tipus de radiografies. Després de moltes proves tenim les quatre radiografies definitives. Establim criteri per identificar les radiografies i decidim que tornem al canvi d'estació, a mitjans de desembre. Enviem les Radiografies al CRARC per confirmar si ja estan bé. (60-100-0.05)

28/10/07 – Servei estació per anar a buscar malla electrosoldada i a la tarda a L'Habitacle a buscar definitivament les fustes de pi tractades, claus i frontisses.

02/11/07 – Comencem a muntar el terrari-gàbia exterior i fem la forma de cub, a última hora decidim que no farem la tapa en pendent i baixem altre cop a l'Habitacle a comprar un parell de fustes que ens falten. Avui ja deixem l'estructura feta.

15/11/07 – Acabem de muntar la tapa i la collem a l'estructura de la gàbia amb les frontisses que havíem comprat.

16/11/2007 – L'ambient està molt sec (ho notem pel "crec" que fan les fulles en trepitjar-les). Les 4 tortugues adultes estan molt quietes des de fa dues setmanes, han entrat pel seu propi peu a les caixes, estan gairebé tot el dia mig enterrades (veure foto adjunta) i ja no surten gaire de les caixes. Estan apunt de començar a hibernar.

17/11/07 – Posem la xarxa electrosoldada a les parets de la gàbia i utilitzem "mecalux" i grapes per a que quedi ben enganxat. Posem els ganxets laterals per a mantenir la tapa superior tancada i la traslladem a fora al pati.

Aquest mateix dia traslladem les petites tortugues B1 i B2 al nou terrari del pati perquè comencin a hibernar (els últims dies ja les havíem mantingut sense menjar i sense calefacció).

Malgrat les tasques de mesures biomètriques i de pesada setmanals continuaren, no hi va haver més activitats pràctiques (deixant de banda una sessió de radiografies) i es va destinar el temps a redactar la memòria, quedant finalment les dates d'entrega com segueix:

08/01/08 Entrega de la memòria del treball al tutor.
22/01/08 Entrega de les tres còpies definitives.
29/01/08 Entrega pòster-resum del treball.
07/02/08 Exposició i defensa davant el tribunal.

Agraïments

És evident que un treball d'aquestes característiques no l'hauria pogut fer pas sola; certament he rebut molta ajuda i col·laboració que m'agradaria agrair:

- A Josep Marí per la direcció, dedicació i col·laboració que ha aportat al meu treball. Destacar que també m'ha sabut fer gaudir del treball de recerca, treballant i passant-m'ho bé al mateix temps, cosa que crec que ha estat molt important. I també per l'ajuda i el suport moral que m'ha donat en moments que m'era molt necessari.

- A Joaquim Soler i Albert Martínez del CRARC, per les idees i consells que ens han aportat per a la construcció dels terraris i la incubadora; i també per posar les bases de la nova recerca que s'ha iniciat amb el meu treball.

- Als meus companys de recerca, Eudald Pascual i Alba Soria, per la seva col·laboració constant al llarg de tot el treball. A l'Eudald per la seva ajuda en les tasques pràctiques, sobretot en la construcció del terrari exterior. I a l'Alba, perquè encara que el seu treball no estigués relacionat amb el meu, també hi ha col·laborat molt, fent-ne un seguiment fotogràfic força complet durant tot l'any.

- A Núria Plana, veterinària de Sant Feliu de Llobregat i exalumna de l'escola, per la seva col·laboració desinteressada en el nou projecte d'estudi i també per la seva paciència i extremada delicadesa amb què ha tractat a les petites tortugues alhora de fer les radiografies.

- Al meu pare, pels consells i explicacions que m'ha donat durant el treball ja que ell n'és un apassionat de la tortuga mediterrània. També agrair a la meva família en general el suport que m'ha mostrat en tot moment.