Optimització del sistema d'incubació artificial per a la reproducció de la tortuga mediterrània a l'Escola (II)

TREBALL DE RECERCA

ARNAU RUIZ FARRANDO
TUTOR: JOSEP MARÍ TORRES
Novembre de 2017

Índex

Pàg.

Pròleg i objectius 04

1. Introducció i antecedents 05
   1.1. Incubadores utilitzades a l'Escola (antecedents) 05
   1.2. Condicions d'incubació (antecedents) 06
   1.3. Temperatura d'incubació i selecció de sexe 08
   1.4. Temperatura d'incubació i malformacions 10
   1.5. El problema del control de la humitat relativa 12

2. Comparativa entre diferents tipus d'incubadores 13
   2.1. Temps de dessecació del substrat d'incubació 13
      2.1.1. Metodologia 13
      2.1.2. Resultats i discussió 14
   2.2. Condicions ambientals durant el procés de dessecació 16
      2.2.1. Metodologia 16
      2.2.2. Resultats i discussió 16
   2.3. Discussió dels resultats de la comparativa 18

3. Aspectes relacionats amb el control de les postes i la recollida dels ous 18
   3.1. Metodologia 18
   3.2. Resultats i discussió 19
4. Condicions d'incubació i malformacions 20
   4.1. Tractaments per discriminar entre causes ambientals o genètiques 20
      4.1.1. Ajustaments previs de la incubadora escollida 20
      4.1.2. Registres d'humitat, temperatura i punt de rosada 22
      4.1.3. Naixements i característiques dels nous individus 27
   4.2. Discussió dels resultats 30
      4.2.1. Mort prematura de la tortuga A10 30
      4.2.2. En relació al menor nombre de postes 30
      4.2.3. En relació a l'eficiència reproductora de cada tortuga 31
      4.2.4. En relació als tractaments i les malformacions 31

5. Seguiment i control de les tortugues de l'Escola 32
   5.1. Visita anual al CRARC i lliurament de les tortugues juvenils 32
   5.2. Seguiment pre-hibernació de les tortugues de la sèrie A 33

6. Conclusions 35

7. Bibliografia 36

Annex 1. Registre del lliurament de les tortugues de la sèrie Sq al CRARC 39
Annex fotocronològic 40

Pròleg i objectius

El Pati de les tortugues de l'Escola Mestral és una instal·lació col·laboradora del Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural (DAAM) de la Direcció General de Medi Natural i Biodiversitat de la Generalitat de Catalunya des del curs 2003-2004, per a la tinença i cria de la tortuga mediterrània (*Testudo hermanni*) a l'Escola. *Testudo hermanni* està considerada una espècie protegida i en perill d'extinció, per aquesta raó existeix a Catalunya un "Programa de cria en captivitat de la tortuga mediterrània", coordinat pel Centre de Recuperació d'Amfibis i Rèptils de Catalunya (CRARC). L'Escola forma part d'aquest programa que té l'objectiu d'introduir exemplars en indrets naturals. L'Escola ha assistit a dos alliberaments de tortuga al medi natural, concretament un al Garraf (Juan Maria Jurado, 2011) i un altre al Montsant (Clara Peña, 2012), en els que es van poder alliberar tortugues nascudes a l'Escola perquè ja tenien una edat i unes mides suficients. A partir de l'any 2013, ja no es realitzen alliberaments directes[1], sinó que es lliuren al CRARC a l'estiu, en la visita anual al centre; només es queden a l'Escola les tortugues nascudes el mateix any, hibernen al Pati de les tortugues i es mantenen a l'Escola fins que tenen aproximadament un any (Marc Olivella, 2013; Blanca García, 2014; Mar Pons, 2015; Pau Vilaseca, 2016).

Al Pati hi ha tres exemplars adults de tortuga mediterrània, dues femelles i un mascle, que és la proporció més recomanada per a les instal·lacions de cria (Soler, 2011). Aquestes tortugues estan a l'escola des del curs 2003-2004, malgrat no va ser fins el curs 2006-2007 quan es trobaren els primers ous al Pati, però sense eclosionar, degut a una temperatura d'incubació insuficient (Laia Herrerias, 2007). A partir d'aquest moment es va decidir realitzat la incubació dels ous de manera artificial. Aquesta incubació artificial ha anat evolucionant fins acabar en un sistema de calefacció per aire (Incubadora Jaeger) que permet un control de la temperatura molt més acurat (Èlia Faixó, 2008) i és el que fan servir la majoria de criadors de tortuga mediterrània en captivitat (Soler, 2011), però existeix un problema amb el control real de la humitat a nivell d'on estan situats els ous a l'interior de les caixes d'incubació situades a dins de les incubadores. En treballs anteriors s'ha evidenciat un problema de condensació d'humitat a les caixes d'incubació quan estan tancades i l'any 2014 es relaciona amb un substrat massa humit (Blanca García, 2014). A l'any següent s'utilitza un substrat menys humit i es mantenen destapades les caixes d'incubació dels ous a dintre de les incubadores durant la primera setmana (Mar Pons, 2015) i s'obtenen millors resultats. L'últim any es repeteix el mateix procés, però degut a un tall de llum per tempesta elèctrica, amb la baixada de la temperatura la humitat relativa va pujar fins arribar a condensació durant tot un cap de setmana. Aquest excés d'humitat es va considerar la causa que no naixés cap tortuga dels ous de les dues primeres postes del curs passat (Pau Vilaseca, 2016).

L'objectiu principal del meu treball de recerca consisteix en intentar trobar una solució al problema de la humitat durant la incubació dels ous de tortuga mediterrània, tot estudiant diversos models d'incubadores per aire. En aquest sentit, aquest treball representa un canvi important en el sistema artificial d'incubació dels ous, com ho va representar el que es va realitzar en un treball de recerca de fa 8 anys, en el que es va fer un estudi per canviar del sistema de calefacció per aigua a un per aire (Èlia Faixó, 2009).

Un segon objectiu, lligat a l'anterior, és el d'intentar quantificar quin percentatge de les malformacions que apareixen en les tortugues nascudes a l'escola són provocades per causes genètiques (el mascle presenta duplicacions de plaques) i quin percentatge són degudes a factors ambientals (condicions d'incubació).

[1] D'una banda ja han finalitzat determinats estudis que es realitzaven amb elles, i per una altra, les millores en les tècniques reproductives han incrementat sensiblement el nombre de descendents.

1. Introducció i antecedents

1.1. Incubadores utilitzades a l'Escola (antecedents)

Després d'observar la primera posta d'ous per part d'una tortuga femella adulta al Pati de les tortugues (Laia Herrerias, 2007) i de trobar els ous amb els embrions bastant desenvolupats, però morts, es va sospitar[2] que era degut a que la temperatura al Pati no arribava al mínim per a poder-se desenvolupar correctament. Per això, a partir d'aquest moment, es va decidir portar a terme la incubació de forma artificial.

La primera incubadora utilitzada a l'escola va ser construïda durant el curs 2006-2007 per Laia Herrerias, seguint les instruccions de Joaquim Soler del CRARC (Figura 1). Aquesta incubadora està feta a partir d'un petit aquari en el que es col·loca un tros de maó en un extrem perquè aguanti a una determinada altura el recipient on aniran els ous. Just a l'altre cantó s'hi posa un calefactor d'aquari amb termòstat, que servirà per escalfar l'aigua de la 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 (Laia Herrerias, 2007).

Figura 1. En Joaquim Soler tallant un dels vidres per a la incubadora de l'escola i la Laia Herrerias (a l'esquerra). A la dreta s'observa (en vista superior) una incubadora del CRARC en ple funcionament, com la que es va fabricar a l'escola (Figura extreta de Laia Herrerias, 2007).

Per altra banda, s'ha d'aconseguir que això sigui un circuit tancat, per tal que l'aigua que s'evapora no es perdi i torni al fons de la incubadora. Per fer això s'ha de tapar 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 contraria, per tal que l'aigua evaporada retorni, condensada, cap a l'interior. Perquè aquest vidre s'aguanti, s'enganxen amb silicona dos trossos petits de vidre, un a cada paret dels costats, de tal manera que la làmina de vidre descansa sobre ells, sense que hi quedi fixada, ja que s'ha de poder treure per poder posar els ous i treure les tortugues amb facilitat.

[2] Això va ser demostrat posteriorment posant enregistradors electrònics amb sondes de temperatura a nivell d'on estaven els ous enterrats (Berta Ollé, 2008).

Per comprovar el funcionament de la incubadora, un cop ja està tota muntada, s'ajusta el termòstat del calefactor perquè reguli la temperatura al voltant de 31,5 °C. Per aconseguir-ho s'utilitza un datalogger Escort, de doble sonda tèrmica. Una de les sondes s'introdueix dins del recipient on està la vermiculita amb els ous i l'altra al fons de la incubadora, dins l'aigua. Aquest primer sistema d'incubació es va millorar durant l'any següent i, malgrat es va mostrar bastant eficient pel que fa al control de la temperatura, al detectar un excés d'humitat dins la incubadora es va aixecar una mica la tapa de vidre per deixar que sortís el vapor d'aigua, ja que un excés d'humitat és perjudicial pel desenvolupament dels embrions dins de l'ou (Soler i Martínez, 2005). El primer cop que es va obtenir descendència de les tortugues adultes de l'escola va ser durant el curs 2007-2008. Aquest any es van deixar dos ous al niu trobat al Pati de les tortugues perquè s'incubessin de manera natural i la resta van ser incubats artificialment, de les quals van néixer dues tortugues amb tan sols un dia de diferència, les primeres tortugues nascudes a l'escola (Berta Ollé, 2008).

Però malgrat les millores aplicades abans esmentades, l'excessiva humitat d'aquest sistema d'incubació va fer pensar en canviar-lo per un sistema de calefacció per aire. L'any següent es van estudiar diversos tipus d'incubadores de calefacció per aire (Èlia Faixó, 2009), i es va optar per el model Jaeger, perquè ja havia estat provat al CRARC i tenia una bona relació qualitat/preu. Aquesta incubadora compta amb una estructura circular de porexpan dur amb una tapa de plàstic i resistències de ferro a la zona de dalt que escalfen l'aire de l'interior de la incubadora (Figura 2).

Figura 2. Incubadora Jaeger. Oberta (esquerra) i tancada (dreta). Imatges extretes de Èlia Faixó (2009).

Aquest canvi va representar un salt qualitatiu important perquè va permetre un control molt més precís de la temperatura i també bastant més de la humitat relativa en relació al sistema anterior. Ha estat l'únic model d'incubadora utilitzat a l'escola fins el curs passat, és a dir, 7 anys seguits de recerca (sobre condicions d'incubació, selecció de sexe i malformacions en tortuga mediterrània) realitzats amb aquestes incubadores, com veurem en els següents apartats de la introducció. Cal dir que han nascut múltiples individus amb aquest sistema d'incubació, però amb un percentatge de malformacions ben apreciable (Pau Vilaseca, 2016).

1.2. Condicions d'incubació i naixements (antecedents)

Els ous no es col·loquen directament al fons de les incubadores, sinó que es posen a dins d'un recipient amb un substrat determinat. Tant en el primer any (Laia Herrerias, 2007) com en el segon (Berta Ollé 2008), en que es va utilitzar una incubadora de calefacció per aigua, es va afegir aigua fins al punt on havien d'estar incubats els ous, i on prèviament s'havia col·locat un escalfador proveït de termòstat separat del vidre de la incubadora. La temperatura de l'aigua que envoltava els ous es va mantenir a uns 30°C. Els ous havien d'anar dins d'un recipient de plàstic i aquest col·locat just sobre un maó, aquest recipient havia d'estar en contacte amb l'aigua i transmetre la calor dins seu. Per a posar els ous dins del

recipient de plàstic, es va utilitzar un material conegut com vermiculita que és un substrat inorgànic, en el que la base és l'argila, que no conté substàncies tòxiques pera les tortugues, ni sals i reté molt bé la humitat cosa que ja va bé perquè agafa millor la temperatura per a poder-la transmetre als ous. Per tant la temperatura aplicada als ous va ser d'uns 30°C i la humitat va ser força elevada al tractar-se d'una incubadora amb calefacció per aigua (Berta Ollé 2008).

Com ja hem dit abans, l'any 2009 l'escola va comprar una incubadora nova, la Jaeger. Ja que aquesta utilitzava un mètode de calefacció per aire les condicions d'incubació van canviar bastant. Per una banda, aquesta incubadora era més gran i es van poder utilitzar uns recipients més grans per contenir els ous. Aquest any va ser el primer en que es van utilitzar les caixes dels bombons "Ferrero Rocher" per incubar els ous[3]. Dins d'elles es va seguir posant vermiculita. Aquestes caixes anaven tapades per això es van fer un seguit de forats (Figura 3) per l'entrada i sortida d'aire i per que hi passessin les sondes de temperatura.

Figura 3. Practicant (amb un soldador) els forats de ventilació a les caixes on aniran els ous a l'interior de la incubadora. Figura extreta d'Èlia Faixó (2009).

Així doncs, els ous van ser col·locats en aquestes caixes de "Ferrero Rocher" on hi havia vermiculita humitejada (en la proporció 1:4; aigua i vermiculita)[4]. Periòdicament, també s'humitejava l'esponja del fons de la incubadora i s'afegia un vas de precipitats amb aigua per a més seguretat (Èlia Faixó 2009). Els anys següents es va aplicar una temperatura d'uns 32,2°C que és la temperatura recomanada per tal d'obtenir descendència majoritàriament femenina (vegeu el següent apartat) i la humitat va ser al voltant del 80% a l'interior de la incubadora, però superior a aquest valor a dins de les caixes on hi havia els ous. Prova d'això és el fet d'haver observat en alguna ocasió fongs al substrat (Jordina Colom, 2009; Juan Mª Jurado, 2011) i que no s'hagi pogut enregistrar la humitat relativa de l'interior de les caixes incubació (Marc Olivella, 2013). Un any més tard (Blanca García; 2014) és el primer en que hi ha constància d'un tractament 1:5 (aigua i vermiculita). En la comparativa entre els dos tractaments, tenint en compte que les caixes d'incubació estaven tancades (excepte pels forats laterals esmentats), es comprova que la caixa amb el tractament 1:4 tenia més quantitat d'aigua condensada a les parets que la 1:5 (Figura 4). Es va arribar a la conclusió que la quantitat d'aigua del tractament 1:4 era excessiva. Per això es va utilitzar la proporció 1:5 a partir d'aleshores.

L'any passat (Pau Vilaseca, 2016) es van utilitzar dos tractaments. Un dels tractament utilitzat va ser el mateix que es feia servir a l'escola des de l'any 2011 (Juan María Jurado). Consisteix a mantenir la temperatura d'incubació a 32,2°C durant les dues primeres setmanes, per assegurar la producció de femelles, i després reduir la temperatura a 31,5°C per mantenir una temperatura de més seguretat per

[3] Recipient per posar els ous a dins les incubadores considerat estàndard i recomanat pel CRARC.
[4] Aquesta proporció 1:4 (aigua:vermiculita) era la recomanada pel CRARC.

als embrions. L'altre tractament consisteix a mantenir la temperatura d'incubació a 31,5°C durant tot el període d'incubació, deixant de banda la importància de produir femelles, per evitar les temperatures més elevades que puguin produir malformacions en les tortugues en estat desenvolupament (Pau Vilaseca, 2016). Aquest segon tractament va ser utilitzat per primera vegada el curs passat.

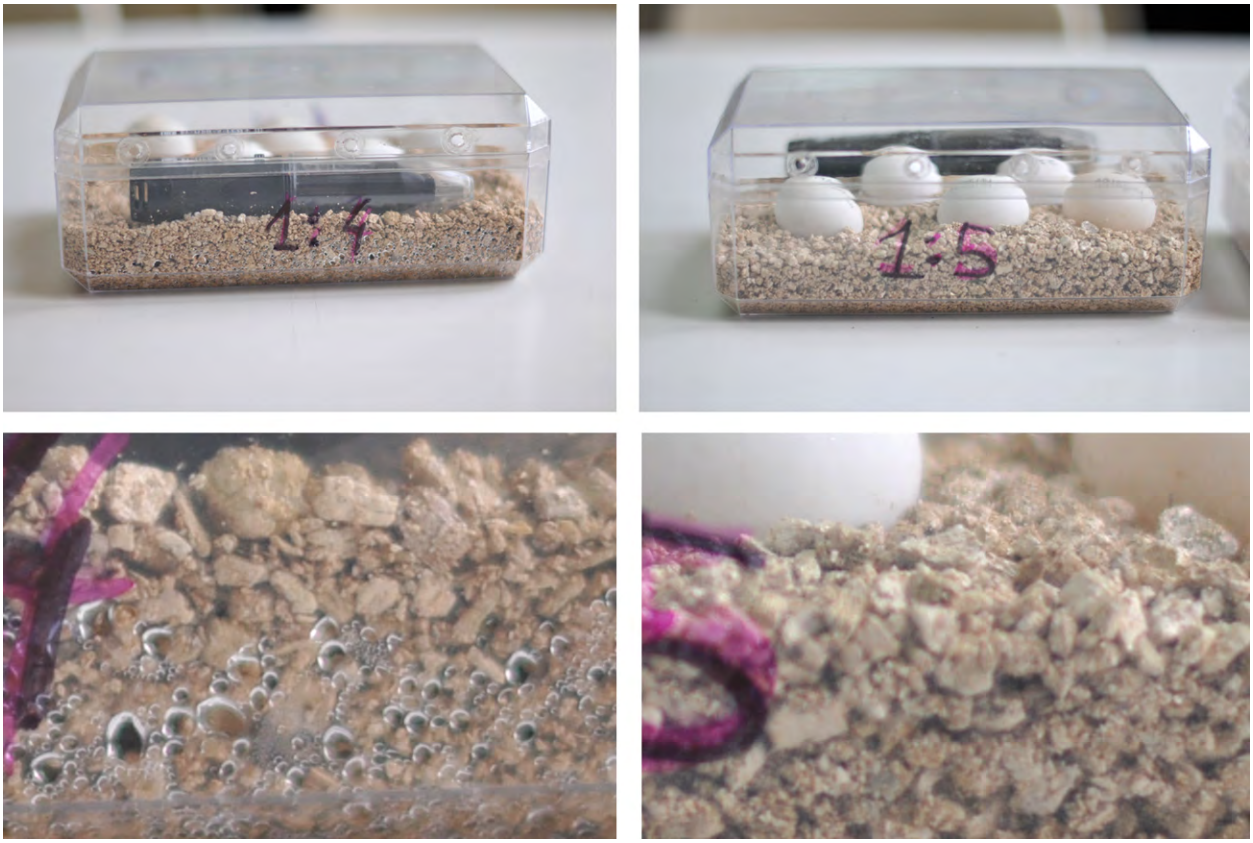


Figura 4. Comparació entre els dos tractaments d'humitat relativa (a dalt) i les respectives ampliacions (a baix). El tractament amb més humitat (1:4) presenta gotes d'aigua (esquerra), a diferència del tractament 1:5 (dreta), en el que no s'observa condensació. (Extret de Blanca García, 2014).

1.3. Temperatura d'incubació i selecció de sexe

La visió antropocèntrica que els humans tenim de la vida fa que, moltes vegades, pensem en les activitats vitals que porten a terme gairebé tots els organismes com si les fessin de la mateixa manera que nosaltres (Isbert, Garriga i Serra 1999). De fet els humans som tan sols un altre fruit de l'evolució, des del punt de vista biològic. En el nostre cas, el sexe ve determinat per factors genètics, en canvi, en el de les tortugues ve determinat per factors ambientals. Les tortugues es reprodueixen per reproducció sexual amb fecundació interna, en la que una cèl·lula haploide masculina s'uneix amb una de femenina per formar un zigot diploide. Què és el que determina que aquest zigot acabi sent masculí o femení? En el cas dels mamífers el sexe ve determinat per els cromosomes sexuals del mascle, així els espermatozoides que incorporen el cromosoma sexual Y originaran un mascle (XY) i els que incorporen X donaran femella(XX), perquè els òvuls sempre tenen un X. En el cas d'alguns cocodrils, caimans i al·ligàtors el sexe ve determinat per la temperatura d'incubació dels ous; a temperatures d'incubació elevades neixen majoritàriament mascles i per sota d'un cert valor només femelles, el contrari de la tortuga mediterrània, en la que per sobre d'una determinada temperatura naixeran femelles i per sota d'aquesta mascles. Gràcies a que sabem aquesta temperatura podem seleccionar el sexe de les tortugues nascudes a l'escola durant el període d'incubació.

Pel que fa a la incubació d'ous de *Testudo hermanni* els paràmetres de temperatura que s'han establert (Soler i Martínez, 2005; Vetter,2006; Soler, 2008a) són:
Temperatura mínima: 26,0°C
Temperatura pivotant: 31,5°C
Temperatura màxima: 33,5°C

Valors inferiors a 26,0°C no permeten un desenvolupament de l'embrió i valors superiors a 33,5°C originen malformacions o la mort de l'embrió (Soler i Martínez, 2005; Vetter,2006). La temperatura pivotant és aquella en que el 50% dels individus naixeran amb el sexe masculí i l'altre 50% amb el sexe femení. L'objectiu de l'escola sempre ha estat obtenir femelles a l'incubar els ous ja que al alliberar-les, un major nombre de femelles afavoreix a una millor reproducció ja que un sol mascle pot fecundar un gran nombre de femelles cada any, en canvi, si el nombre de femelles fos més baix que el de mascles la densitat de població baixaria considerablement. La temperatura ideal per a l'obtenció de femelles és al voltant dels 32,2°C, per això a les incubadores de l'escola s'hi ha aplicat freqüentment aquesta temperatura. Concretament des de l'any 2008 (Berta Ollé, 2008). Durant tres anys consecutius es va observar un increment del nombre de naixements, però amb una forta davallada al 4t any en el que només va néixer una tortuga (Figura 7). Les causes d'aquest descens es van relacionar amb una temperatura massa elevada durant diversos dies de la incubació (Alba Ramon, 2010). El curs següent, en un congrés realitzat a Torreferrussa[5] sobre tortuga mediterrània, es va explicar que la determinació de sexe es produïa durant les primeres setmanes d'incubació (Juan Mª Jurado, 2011), per això es va decidir no mantenir durant tota la incubació la temperatura de 32,2°C, sinó únicament durant les dues primeres setmanes i baixant a la temperatura de menys risc, tant pel que fa a morts com a malformacions (vegeu següent apartat) la resta de la hibernació. Això va donar resultat, ja que a partir d'aquest moment el nombre de naixements ha anat augmentant; fins l'any passat, en el que van baixar per un problema diferent que explicarem més endavant (Figura 5).

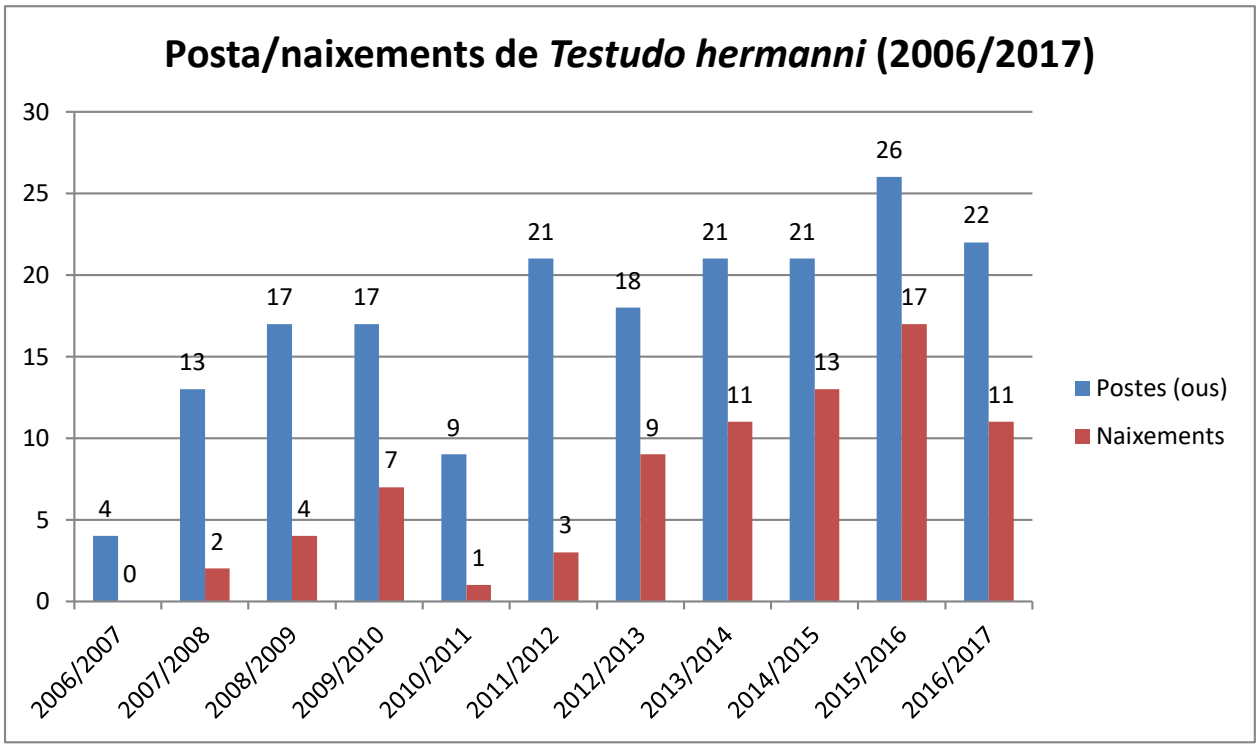


Figura 5. En aquesta gràfica veiem una comparativa entre el total dels ous incubats i el nombre de tortugues nascudes en els darrers 10 anys a l'Escola. Podem observar un augment progressiu en el nombre de naixements des de l'any 2011 fins el 2016. Gràfica extreta d'un treball de recerca del curs passat (Pau Vilaseca, 2016).

[5] Hi van assistir alumnes de l'Escola

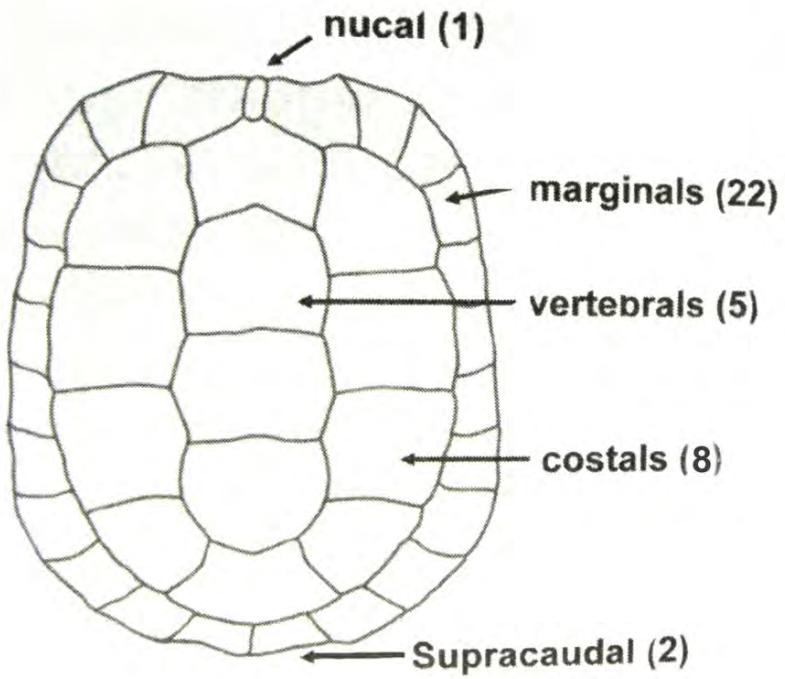
1.4. Temperatura d'incubació i malformacions

L'increment en el nombre de naixements dels últims anys (Figura 5) ha representat un avenç important en el projecte del Pati de les tortugues pel fet de poder disposar d'un major nombre d'exemplars de la mateixa generació per fer recerca a l'Escola, però també nous problemes, com el del manteniment de tants exemplars. Per això, des de ja fa uns quants anys es lliuren al CRARC al cap d'un any, tots els exemplars nascuts a l'Escola, com aquest any, que hem portat al CRARC les nascudes a l'Escola el curs passat (vegeu Annex fotocronològic del dia 19/07/2017). Les tortugues es marquen amb un codi específic que permet fer un seguiment individual de cada una, de manera que abans de lliurar-les al CRARC, tant els estudis realitzats com les fotografies individuals estan disponibles per estudis posteriors. Això és el que ha permès fer en un treball recent (Pau Vilaseca, 2016) un registre exhaustiu de totes les malformacions de les tortugues nascudes a l'Escola (Figura 9).

Com ja hem dit anteriorment, la temperatura a la que incubem els ous no tan sols determinarà el sexe del individu, també pot causar malformacions que acompanyaran a la tortuga la resta de la seva vida. Cal dir que hi ha certs dubtes sobre si les constants malformacions aparegudes a les tortugues nascudes a l'escola són per causes ambientals o genètiques, ja que el pare de totes les tortugues nascudes al centre presenta dues duplicacions, una vertebral i una pleural (Clara Peña, 2012). El treball de recerca de l'any passat (Pau Vilaseca) tenia com a principal objectiu determinar l'origen d'aquestes malformacions, però va quedar inacabat, degut a que tots els ous de les dues primeres postes es van malmetre per un problema tècnic. Malgrat tot, degut a la presència de malformacions aparegudes en embrions morts per temperatures d'incubació massa baixes, i repetides coincidències entre les malformacions aparegudes en els individus juvenils de l'Escola i el mascle de la nostra unitat reproductora, es va concloure que les malformacions a l'Escola, si més no en part, també són provocades per factors genètics.

Malgrat pugui semblar que el percentatge de malformacions observades en les tortugues nascudes a l'Escola sigui exagerat, cal tenir present que això és un fet molt habitual en els rèptils. Sobretot quan es troben en fase de desenvolupament, són altament vulnerables a les variacions fenotípiques provocades per agents teratògens (els que creen les malformacions); aquests agents poden ser, entre d'altres, falta de vitamines en el vitel de l'ou (per tant va directament relacionat amb l'alimentació dels progenitors), canvis sobtats en la temperatura o humitat durant la incubació, etc. (Soler i Martínez-Silvestre, 2005). Aquest aspecte ens el va corroborar l'Albert Martínez, director científic del CRARC, el dia de la nostra visita al centre, en la que també ens va ensenyar una tortuga mediterrània que havia nascut amb dos caps (vegeu ANNEX FOTOCRONOLÒGIC del dia 19/07/2017).

Els tipus de malformacions més freqüents en *Testudo hermanni* són analitzats a fons en el treball esmentat (Pau Vilaseca, 2016).A l'Escola les més freqüents (alteracions en el nombre de plaques) no provoquen cap perjudici a l'animal, mentre que les poques anomalies de bec que hem trobat, han causat la mort de les tortugues que la manifestaven (Figura 6).



Tortugues nascudes a l'Escola fins l'estiu de 2016, amb el seu codi intern de marcatge. Es mostren ombrejades en groc les que han presentat algun tipus de malformació de plaques i en rosa les anomalies de bec.
Totes les anteriors a aquest any han estat alliberades a la natura o lliurades al CRARC. Les que han mort s'emmarquen en blau.

- 2007: vertebrals (daurat): M1 M2,B1,B2
- 2008: vertebrals (platejat): E1,E2,E3,E4
- 2009: marginals dreta (platejat): J1,J2,J3,J4,J5,J6 J7
- 2010: supracaudals (platejat): A1
- 2011: marginals esquerra (daurat): JS1,JS2,JS3
- 2012: marginals esquerra (platejat): C1,C2,C3,C4,C5, C6,C7,C8,C9.
- 2013 marginals esquerra (platejat): M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9, M10, M11.
- 2014 marginals dreta (platejat): B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9, B10, B11. B12, B13.
- 2015 marginals dreta (platejat): M1, M2 M3, M4, M5, M6, M7 M8, M9, M10, M11, M12, M13, M14, M15, M16, M17.
- 2016 marginals esquerra (daurat): Sq1, Sq2, Sq3, Sq4, Sq5, Sq6, Sq7, Sq8, Sq9, Sq10, Sq11.

Figura 6. Totes les generacions de tortugues nascudes a l'Escola amb els seus codis de marcatge individual, les malformacions i les morts fins el curs passat (Extret de Pau Vilaseca, 2016).

1.5. El problema del control de la humitat relativa

La humitat relativa és la relació entre la quantitat de vapor d'aigua que té una massa d'aire i la màxima que pot contenir a una determinada temperatura. A l'augmentar la temperatura, l'aire es dilata i com a conseqüència la humitat relativa disminueix. El problema que ens trobem en les incubadores és el contrari. Si, posem per cas, la temperatura és de 32°C i la humitat relativa és la aconsellada (aproximadament d'un 80%) i baixa la temperatura, la humitat relativa augmenta i pot arribar a produir-se condensació i ja hem dit que un excés d'humitat és perjudicial pel desenvolupament de l'embrió.

Sabem que hi ha un problema de condensació d'humitat a les caixes d'incubació quan estan tancades, sobretot a l'inici del procés d'incubació, que és quan la humitat és més elevada perquè s'acaba de preparar el substrat (1:4 o 1:5, aigua:vermiculita). I també sabem que la seva mesura a l'interior de les caixes d'incubació on estan els ous amb la vermiculita no es pot portar a terme satisfactòriament, si estan tapades, malgrat tinguin forats laterals (Blanca García, 2014). També sabem que es va produir una millora relativa en els naixements, si es deixava oberta la tapa de la caixa d'incubació durant la primera setmana d'incubació (Mar Pons, 2015).

Per últim, un descens de temperatura provocat per un tall de corrent (les incubadores van estar apagades tot un cap de setmana) va provocar un augment de la humitat relativa a l'interior de les caixes d'incubació que es va considerar responsable del no naixement de cap dels ous que en aquell moment es trobaven a l'interior de les incubadores, en total 9 ous corresponents a les dues primeres postes (Pau Vilaseca, 2016).

És per tot això que l'objectiu més important del meu treball és el d'intentar trobar un sistema d'incubació que permeti un millor control de la humitat relativa, aprofitant també el fet que una de les dues incubadores utilitzades va començar a fallar el curs passat. Per això s'ha fet una comparativa de tres models considerats vàlids (vegeu apartat 2).

Després, utilitzant el sistema escollit, es portarà a terme el mateix tractament del curs passat (Pau Vilaseca, 2016) per tal d'intentar aportar més dades per decidir el grau de causes ambientals o genètiques de les malformacions (vegeu apartat 4), que constitueix el segon gran objectiu del treball.

2. Comparativa entre diferents tipus d'incubadores

Hem adquirit dos tipus nous d'incubadores perquè, juntament amb el model utilitzat fins ara, puguem determinar quina ens permet un control més acurat de la humitat a nivell dels ous que s'estan incuban

La primera incubadora que es va comprar va ser va ser de la marca Exo Terra. Aquesta consisteix en u t, sempre i quan també permeti mantenir un bon control de la temperatura, com passa amb les Jaeger. na estructura en forma de prisma de base rectangular que s'obre per una porta a la cara frontal (vegeu ANNEX FOTOCRONOLÒGIC del dia 17/02/2017). Després de les primeres proves realitzades en les caixes amb el substrat humitejat vam observar que tot i que la incubadora comptava amb un sistema de ventilació, l'aigua que s'anava evaporant es condensava al vidre de plàstic de la porta. D'aquesta manera es creava un ambient massa humit al seu interior i per tant vàrem descartar l'opció de fer-la servir com incubadora, però era la única càmera que teníem que permetia abaixar la temperatura (fins a 4°C de forma estable), aspecte que podia ser interessant de cara a una hibernació controlada en un futur. De moment, però, s'utilitzaria per un tractament a baixa temperatura de les planàries de la meva companya Sara Jiménez.

De manera que vam seguir buscant altres tipus d'incubadores i trobàrem un model amb un funcionament semblant a les Jaeger (que ens havien donat molt bons resultats). Aquest model l'utilitzaven a *Món animal*[6] per a la incubació d'ous de rèptils. Es tracta del model *Reptibator*de la marca Zoomed (vegeu ANNEX FOTOCRONOLÒGIC del dia 3/3/2017). Aquestes incubadores són de base quadrada i són més altes que les del model Jaeger i també funcionen amb un sistema de calefacció per aire. També s'escalfa per mitjà d'unes resistències metàl·liques a la tapa. Degut a la seva alçada, l'escalfor que emeten les resistències no arriba de forma tant directa a les caixes d'incubació dels ous, i vam pensar que potser es podrien mantenir destapades. D'aquesta manera potser podríem solucionar, al menys en part, el problema de la humitat. El que no serveix, d'aquesta manera és el termòstat electrònic que porta incorporat la incubadora, perquè està a prop de la tapa i els ous estaran a més de 10 cm més avall, per això es farà un calibratge per tal que els ous estiguin a la temperatura desitjada (vegeu més endavant).

2.1. Temps de dessecació del substrat d'incubació

Una primera prova va consistir en determinar el temps que es triga a dessecar-se el substrat en cada tipus d'incubadora analitzada, en les dues concentracions esmentades (1:4 i 1:5; aigua:vermiculita), sense afegir aigua a cap d'elles. Interessava veure a quina velocitat es dessecava el substrat i també si hi ha diferències entre els dos tipus de tractaments (1:4 i 1:5) pel que fa a la velocitat de dessecació.

2.1.1. Metodologia

En primer lloc es necessitava disposar del substrat (vermiculita) ben sec. Per això es va posar a dessecar la vermiculita (en 6 caixes de Ferrero Rocher) a l'estufa de cultiu per tal de dessecar-la (a 80 °C fins pes constant). El que no ens esperàvem és que el plàstic de les caixes es deformés a aquesta temperatura (vegeu ANNEX FOTOCRONOLÒGIC del dia 3/3/2017). La vermiculita dessecada la vam poder utilitzar, però vam haver d'utilitzar caixes de Ferrero Rocher noves.
Es van posar dues caixes de Ferrero-Rocher, una de cada tractament (1:4 i 1:5; aigua:vermiculita) a cada incubadora i es van pesar cada dos dies durant un mes. Les tres incubadores tenien la temperatura programada a 32°C.

[6] Tenda de Barcelona especialitzada en rèptils.

2.1.2. Resultats i discussió

Com podem observar a les gràfiques (vegeu figures 7 i 8), no hi ha diferències gaire significatives pel que fa als diferents tipus de tractaments (1:4) i (1:5).

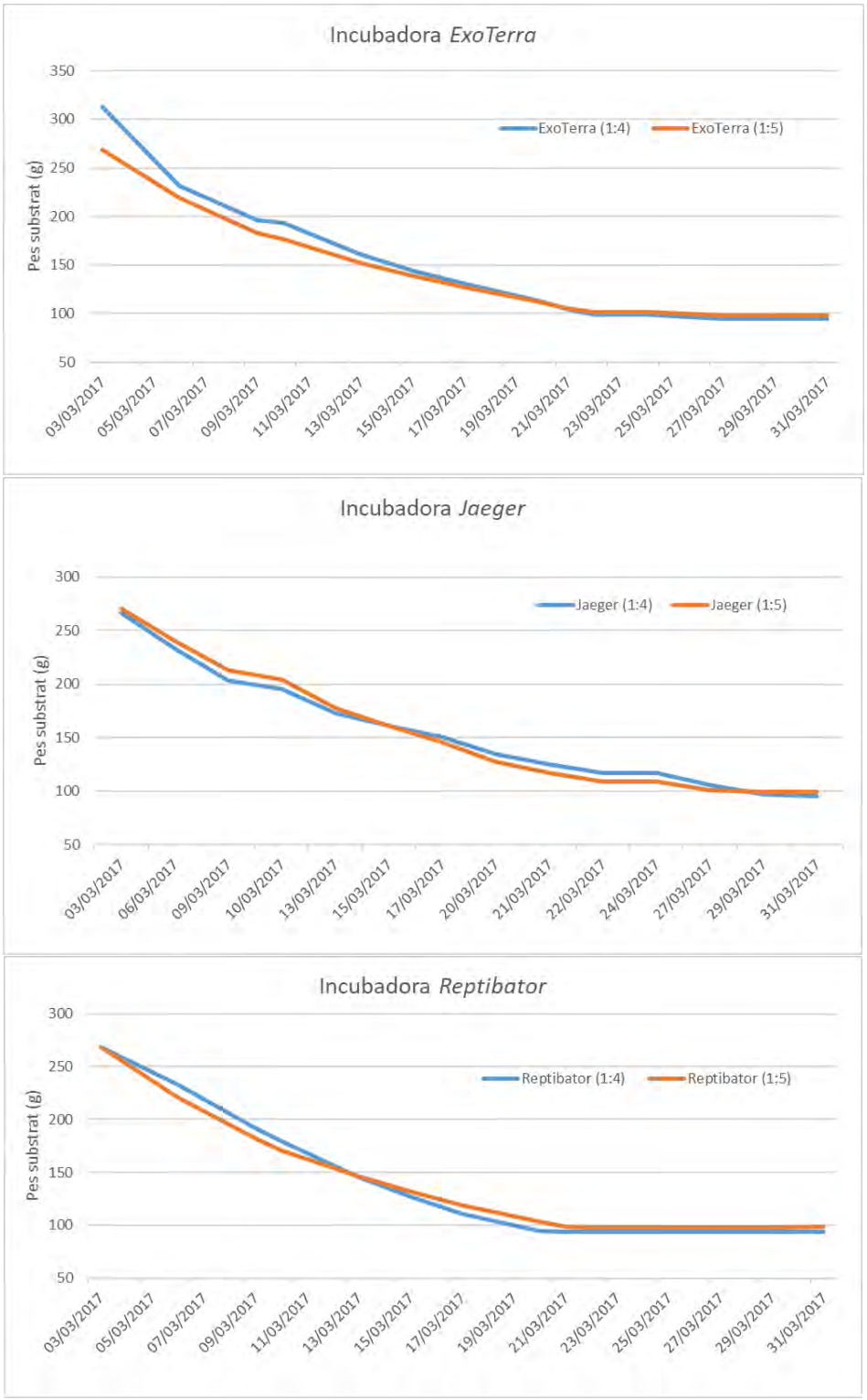


Figura 7. Pèrdua de pes del substrat (fins arribar a pes constant) en els dos tractaments d'hidratació del substrat en cada una de les incubadores estudiades. No s'observen variacions apreciables entre els dos tractaments, que perden tota l'aigua en tres setmanes (a la temperatura de 32°C), excepte durant la 1a setmana en el cas de la incubadora ExoTerra (gràfica superior).

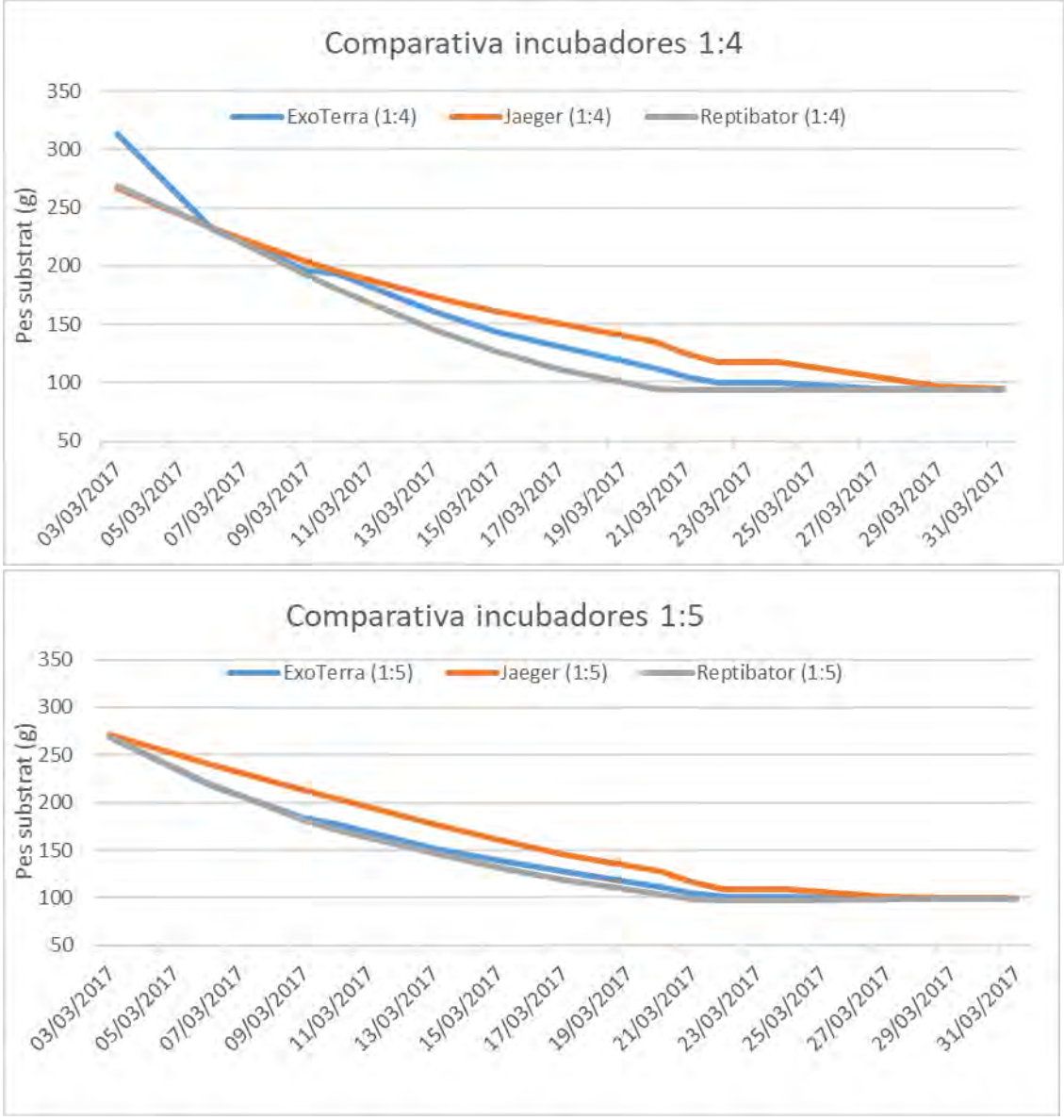


Figura 8. Comparativa de la pèrdua de pes del substrat de les caixes d'incubació en el tractament 1:4 (a dalt) i en el tractament 1:5 (a baix) a l'interior de les 3 incubadores analitzades. Les diferències són poc significatives, però s'observa que el model Jaeger perd pes més lentament que els altres dos models d'incubadora.

Tot i això cal dir que dels dos tractaments aplicats a cada incubadora en les dues caixes d'incubació el que fa que la massa disminueixi més considerablement és sens dubte el tractament (1:4) ja que disposa d'una major quantitat d'aigua en proporció amb la vermiculita.

Així doncs, degut a l'evaporació de l'aigua continguda dins les caixes aquesta massa ha anat disminuint més ràpidament en proporcions més elevades i per tant a la gràfica, en els tractaments (1:4) el pes baixa més ràpidament que en la del tractament (1:5). Un altre fet a destacar és que la incubadora Jaeger és la que ha anat perdent l'aigua més lentament en els dos tractaments. Això pot ser degut al fet que la incubadora tingui un sistema de ventilació menys efectiu que el de les altres dues, de manera que al estar gairebé hermèticament tancada era més difícil que l'aigua s'evaporés. I la Reptibator la que la perd més ràpidament, sobretot en la proporció 1:4. Tot i això, es pot considerar que totes les caixes d'incubació de les tres incubadores acaben perdent l'aigua en unes 3 setmanes.

2.2. Condicions ambientals durant el procés de dessecació

Es va portar a terme un monitoratge dels valors de temperatura, humitat relativa i punt de rosada durant el període de dessecació del substrat (fins 31 de març) i efecte de mullar una mica el fons de la incubadora (31 de març) i la d'afegir la quantitat d'aigua equivalent a la de la proporció 1:4 al substrat de les caixes d'incubació (12/04/2017).

2.2.1. Metodologia

Per dur a terme aquesta prova, hem utilitzat els dataloggers EasyLog_USB H5, H6 i H7, que mesuren la temperatura ambient (en aquest cas la de dins la incubadora), la humitat relativa i el punt de rosada. Aquests dispositius tenen una forma allargada i acaben en un USB. A més hi ha una pantalla que permet llegir la temperatura i la humitat relativa actual. Es van programar els dataloggers perquè enregistressin dades cada hora. Un cop acabat el període de mesures, es connecta l'enregistrador a l'ordinador i amb el programa específic EasyLog i, a part de guardar les dades en format Excel, es creen les gràfiques i es fa una captura de pantalla.

2.2.2. Resultats i discussió

Tot i que les temperatures s'han mantingut bastant constants en les incubadores ExoTerra i Jaeger en la gràfica de la incubadora Reptibator destaca una gran davallada de la temperatura (Figura 9). Això és degut a que el dia 31/03/2017 ens vam adonar que l'enregistrador H7 de la incubadora Reptibator s'havia quedat fora, ens l'havíem deixat el dia anterior quan els havíem tret per posar aigua a sota l'espuma (vegeu ANNEX FOTOCRONOLÒGIC del dia 3/3/2017)). El vam tornar a introduir a dins de la caixa d'incubació de l'interior de la incubadora.

Cal dir que la incubadora amb més estabilitat tèrmica és ExoTerra encara que Reptibator també manté la temperatura molt estable, sempre al voltant dels 32°C si no tenim en compte l'incident esmentat.

La humitat relativa és especialment alta dins la incubadora ExoTerra ja que el sistema de ventilació no és gaire eficaç o no funciona correctament. Per altre banda també es pot observar que en la incubadora Reptibator la humitat relativa disminueix abans que en les altres dues incubadores. Això està d'acord amb el que hem comentat de la pèrdua de pes (per deshidratació) del substrat, que en aquesta incubadora es perdia abans (Figura 8). Podem observar que el dia 12 d'abril la humitat relativa i el punt de rosada de totes les incubadores passen de ser molt baixos, prop del 40% i de seguida aquests nivells augmenten extremadament fins a arribar a un 90% aproximadament altra vegada. Això és degut a que vam preparar tot el que calia per marxar de vacances de Setmana Santa i es va afegir una mesura d'aigua (un pot preparat per fer la proporció 1:4, aigua:vermiculita, d'uns 220 cm3) al substrat de cada incubadora, ja que en aquell moment era molt sec, per veure posteriorment com influïa en el registre d'humitat relativa, sense afegir aigua al fons de les incubadores, com s'havia fet anteriorment (vegeu ANNEX FOTOCRONOLÒGIC del dia 12/04/2017).

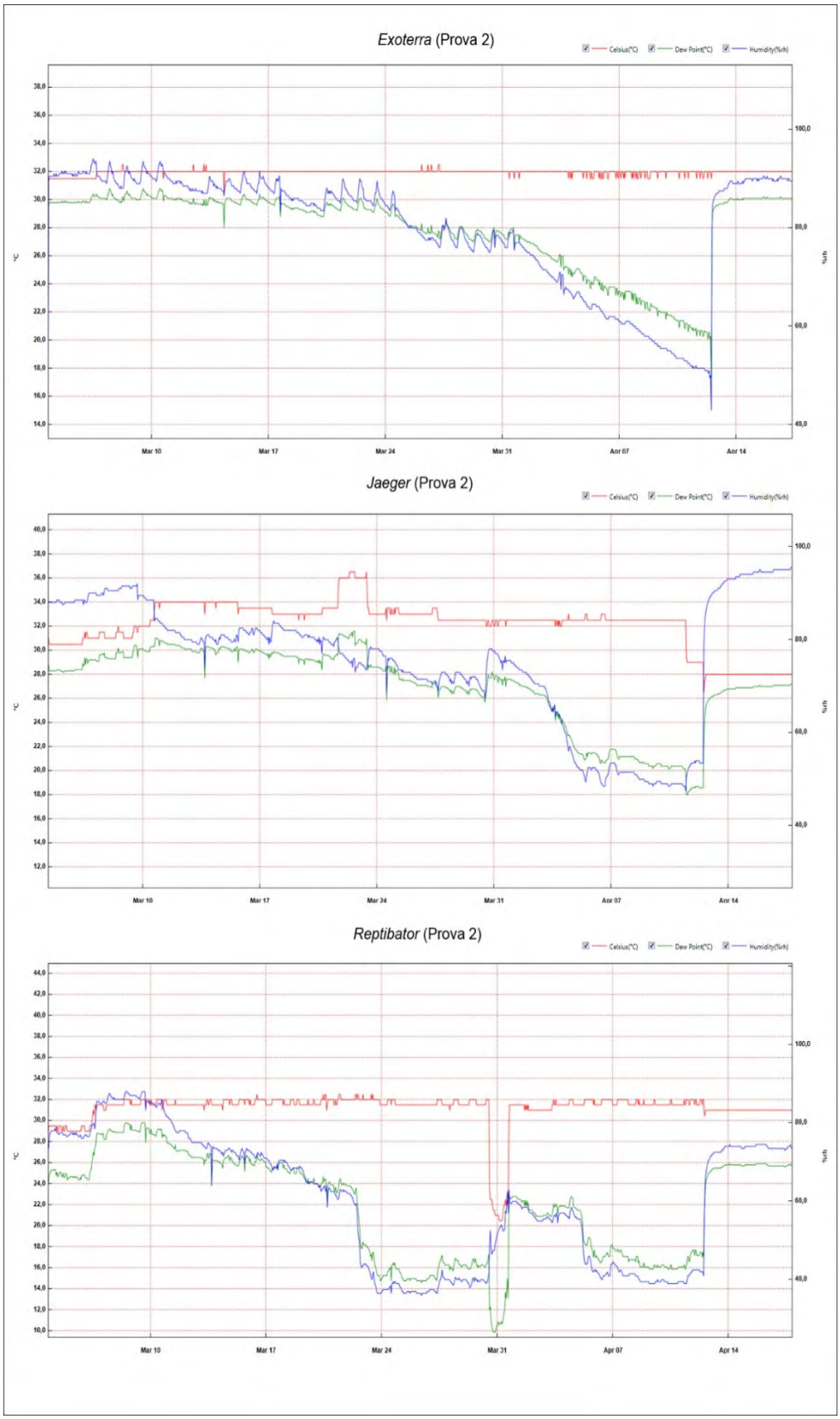


Figura 9. Monitoratge de temperatura, humitat relativa i punt de rosada de l'interior de les incubadores a nivell del substrat d'incubació dels ous durant els períodes de les proves 1 i 2. Els gràfics són captures de pantalla del programa EasyLog dels dataloggers H5, H6 i H7.

2.3. Discussió dels resultats de la comparativa

De la comparativa realitzada hem pogut observar que es produeix condensació en les caixes d'incubació introduïdes en les incubadores ExoTerra i Jaeger, però no en les Reptibator. La velocitat de dessecació del substrat d'incubació (vermiculita) és una mica més alta en aquestes últimes. Però un aspecte que hem valorat molt positivament és que les Reptibator són molt més altes que les Jaeger, fet que permet mantenir les caixes d'incubació obertes durant tot el període d'incubació perquè hi ha suficient distància entre les resistències de la tapa superior i el nivell on es dipositen els ous a l'interior de les caixes d'incubació, sense que representi un perill de dessecació dels ous per la proximitat a les resistències esmentades, com passa amb les incubadores Jaeger (si es mantinguessin obertes les tapes de les caixes d'incubació). A més, Reptibator i Jaeger (que ha donat tants bons resultats) tenen un funcionament molt similar. Per tot això hem decidit utilitzar únicament incubadores Reptibator i n'hem hagut d'adquirir una segona per tal de poder continuar amb l'experimentació.

3. Aspectes relacionats amb el control de les postes i la recollida dels ous

Per tal de poder posar els ous a les incubadores, s'ha de detectar el moment i el lloc on s'han post els ous. Les tortugues triguen bastant a fer el forat, posar els ous i enterrar-los i generalment es pot observar a l'Escola, el problema és si fan la posta el cap de setmana, però seguim utilitzant la metodologia de les pesades.
Aquest any ens hem preguntat si podia haver-hi una constant en l'interval de temps entre una posta i la següent.

3.1. Metodologia

Tot i que la primera posta va produir-se el 24/05/17 ja havíem observat activitat dies abans, com per exemple excavacions per part de la femella petita a les zones del pati on hi arribava més radiació solar. Els forats sense tapar eren buits i per tant no ens interessaven. Vam anar buscant zones on la terra semblés estar remoguda i per assegurar-nos que no perdíem cap posta, dia a dia pesàvem les femelles per restar el pes del dia anterior amb el d'aquell dia i determinar si havia post ous (això era especialment important durant el cap de setmana). Si la diferència era d'uns 60 grams o major la tortuga podria haver fet una posta. També pesàvem al mascle per saber si s'havia donat una baixada de pes en ell, que en aquest cas seria deguda a l'absència de menjar al pati i, per tant, la baixada de pes de les femelles no significaria que s'hagués produït una posta. És important a l'hora de recollir els ous marcar amb una X la cara que tenia cap amunt quan el vam trobar enterrat ja que un canvi de posició podria perjudicar la formació de l'embrió (Soler i Martínez, 2005).

Per intentar esbrinar si realment hi havia un cert nombre de dies constants entre les diferents postes de les dues femelles de l'Escola, vaig fer una recerca entre diferents treballs de recerca anteriors aprofitant que aquest és un projecte amb continuïtat. Em vaig haver de remuntar fins al primer treball de recerca en que s'esmentava una primera posta a l'escola, el curs 2006/2007 (Laia Herrerias) per part de la tortuga 6218, la mitjana. Un per un vaig buscar en tots els treballs de recerca les dates de cada posta i el nombre d'ous d'aquestes. Va ser una tasca complicada ja que en els primers treballs de recerca no hi havia una constància gaire clara sobre aquestes dates i fins i tot algunes hi mancaven. Finalment es van aplicar les dades recollides en les postes d'aquest últim any. Un cop recopilades totes les dates de cada posta durant els últims deu anys es va fer una taula amb Excel que mostrava de cada tortuga les dates de la primera, segona i tercera posta. Es va calcular la diferència de dies entre postes i se'n va fer la mitjana.

3.2. Resultats i discussió

Aquest any només hem trobat tres postes, una de la tortuga gran i dues de la mitjana. Això no és habitual, ja que de mitjana solen fer dues o tres postes cada una. Aquest any, però, hi ha un factor (obres a la cuina, que està al costat del Pati de les tortugues) que les pot haver estressat (vegeu més endavant) i hagin acabat fent menys postes, perquè en realitat hem vist molts intents.

Pel que fa a l'estudi de l'interval entre postes, tot i que cada mitjana dels intervals de temps entre postes és diferent sempre està al voltant dels 26 dies, és a dir, unes quatre setmanes (Taula 1).

Taula 1. Dates de les postes d'ous trobades al Pati de les tortugues des del curs 2006-2007 fins l'actual, per tal de determinar l'interval de temps entre una posta i la següent de cada tortuga. Les dates marcades en color taronja creiem que no corresponen a postes consecutives perquè els seus valors són gairebé el doble dels de la mitjana, és a dir, que entremig es va fer una posta, però no es va detectar.

Any	Tortuga 7495 (gran)					Tortuga 6218 (mitjana)				
	Primera posta	Segona posta	diferència (dies)	Tercera posta	diferència (dies)	Primera posta	Segona posta	diferència (dies)	Tercera posta	diferència (dies)
2007						24/05/2007	12/06/2007			
2008							02/06/2008		27/06/2008	25
2009	04/06/2009	07/07/2009	33			27/05/2009				
2010	02/07/2010					08/06/2010				
2011	17/05/2011	14/06/2011	28			23/05/2011	12/07/2011	50		
2012	22/05/2012	04/07/2012	43			30/05/2012	22/06/2012	23		
2013	16/05/2013	14/06/2013	29	10/07/2013	31	04/06/2013	03/07/2013	29		
2014	19/05/2014	09/06/2014	21			22/05/2014	19/06/2014	28		
2015	13/05/2015	07/06/2015	25	25/06/2015	18	18/05/2015	10/06/2015	23	01/07/2015	21
2016	03/06/2016	27/06/2016	24			30/05/2016	21/06/2016	22		
2017	06/06/2017					24/05/2017	14/06/2017	21		
Mitjana			**29**		**25**			**28**		**23**

Tot i això, aquestes dades no són del tot fiables ja que tal i com està indicat a la Taula 1 en taronja, en els anys 2011 i 2012 es podrien haver perdut postes entre mig de les anotades, és a dir, mai es van trobar els ous d'aquella suposada posta. Creiem que aquestes dues postes es van produir ja que la distància entre la posta anterior i la posterior són del doble de la mitjana. Per tant aquestes dades són aproximades però a la vegada molt útils a l'hora de predir aproximadament quan tindran lloc les properes postes dels pròxims anys. Tot i que falti alguna data que no va ser esmentada en treballs de recerca anteriors, com per exemple la primera posta de la tortuga mitjana l'any 2008, es pot saber que aproximadament estaria a prop del dia 27 de maig. Un fet molt rellevant és que la tortuga 7495, la gran, aquest any només ha fet una posta, fet que no passava des de l'any 2010. Inicialment sospitàvem que la tortuga seguís mantenint ous al seu interior i vam seguir un rigorós control del seu pes per assegurar-nos que no perdíem cap posta. Al veure que anava passant el temps i no observàvem cap canvi significatiu en el pes d'aquesta ni en el dels altres dos exemplars de *Testudo hermanni* vam pensar que probablement havíem perdut una posta. Així que amb l'ajut de l'Ariadna i la Sara, les meves companyes de treball de recerca, vam excavar per tota la zona on les tortugues solen pondre els ous, les zones que reben més irradiació solar. No es va trobar cap posta enterrada per la zona. Posteriorment, en la visita al CRARC ho vam explicar a l'Albert i ens va dir que podria ser que no l'hagués acabat fent per estrès perquè en l'ecografia d'una de les tortugues es veien fol·licles que semblava que havien estat reabsorbits (vegeu annex fotocronològic del dia (19/07/2017).

4. Condicions d'incubació i malformacions

4.1. Tractaments per discriminar entre causes ambientals o genètiques

Un cop decidit el nou tipus d'incubadora (vegeu apartat 2.3), es van preparar les dues incubadores per tal de realitzar la mateixa prova del curs passat, consistent en mantenir la meitat dels ous a temperatura alta, optimitzada per obtenir femelles, però amb risc de malformacions o mort dels embrions, ajustada a 32,2°C (Incubadora 1) i l'altra meitat a una temperatura de baix risc, propera a la temperatura pivotant de 31,5°C (Incubadora 2). La principal diferència en relació a la mateixa prova del curs passat (Pau Vilaseca, 2016) és que les caixes d'incubació dels ous aquest any estaven destapades, i també durant part de l'estiu es van deixar una mica obertes les tapes superiors de les dues incubadores, per més seguretat (en cas que es produís un tall en el corrent elèctric). Una altra diferència és que aquest any hem optat per deixar durant tot el període d'incubació el tractament de temperatura alta (32,2°C), en lloc de fer-ho només durant les dues primeres setmanes, com es venia fent des de l'any 2012 (vegeu apartat 1.3).

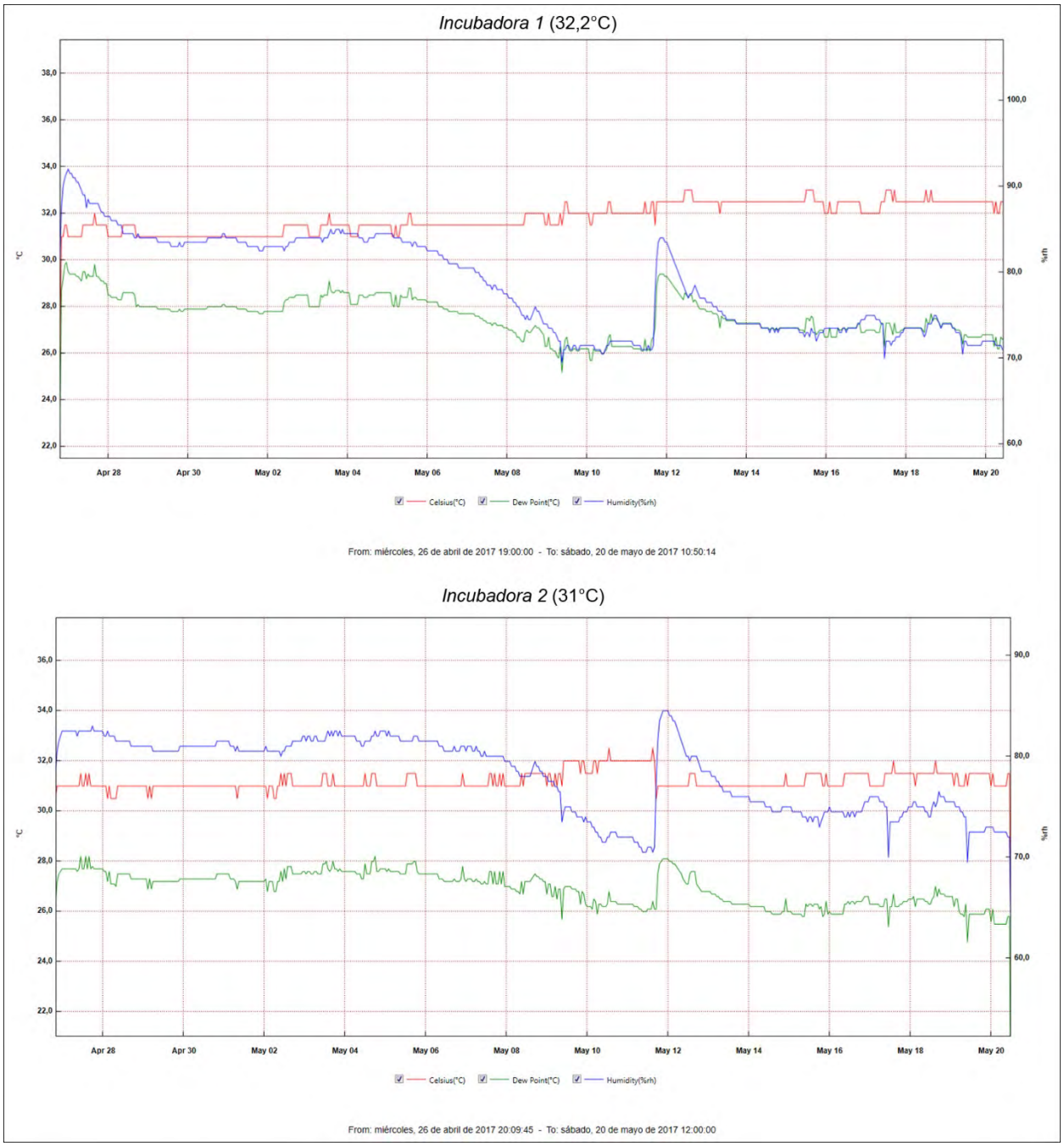
4.1.1. Ajustaments previs de la incubadora escollida

Els valors que indiquen els sensors de les incubadores mai són reals, i no es corresponen amb els d'humitat i temperatura on estan els ous, i menys en el model Reptibator per la distància a què es troben dels ous els sensors que port incorporats la incubadora.

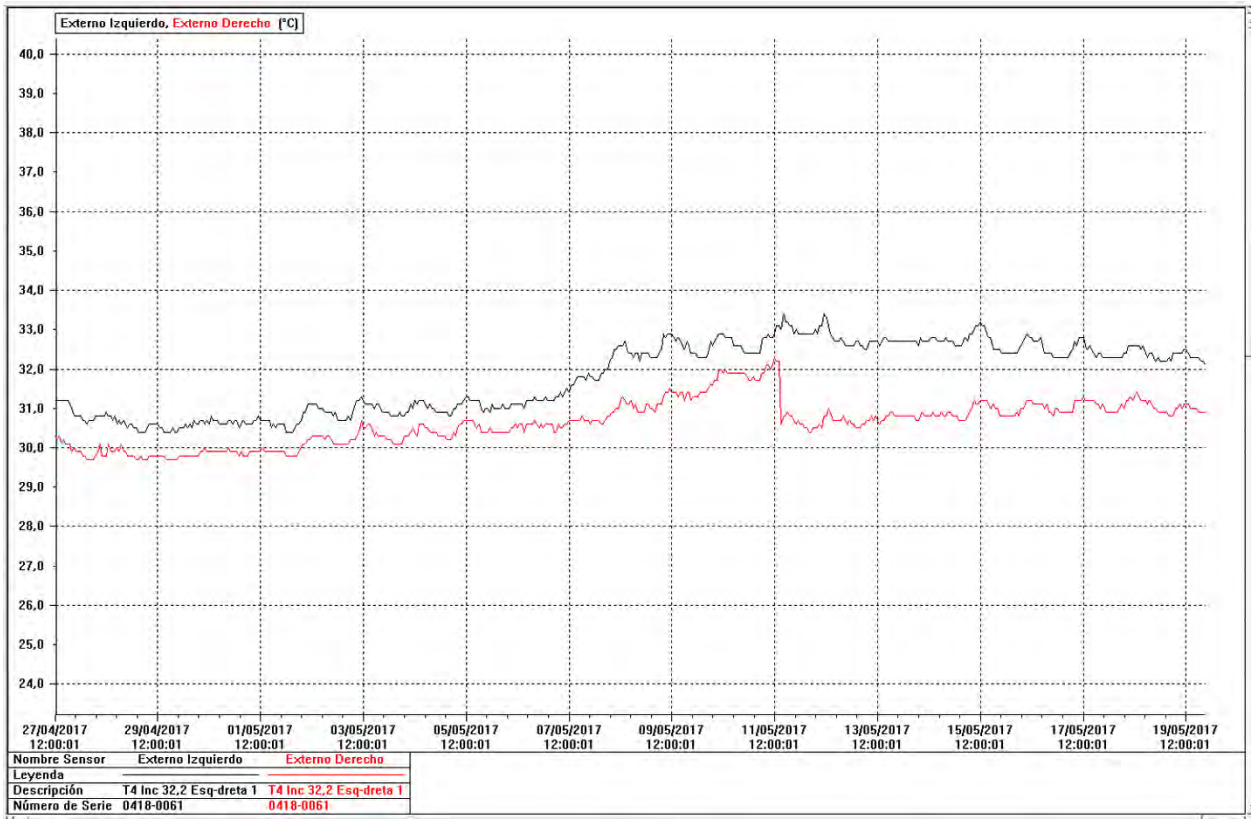
L'objectiu d'aquests ajustaments previs és el de determinar, utilitzant els dataloggers Escort iLog i els EasyLog_USB, quins valors s'han de posar al termòstat digital de les incubadores Reptibator per tal que la temperatura a nivell dels ous sigui la real desitjada dels dos tractaments (32,2°C i 31°C, incubadora 1 i 2, respectivament). I aconseguir mantenir valors d'HR el major temps possible al voltant del 80%, i evitar que es produeixi condensació.

Per portar-ho a terme es van fer servir els mateixos enregistradors electrònics (dataloggers Escort iLog i EasyLog) que s'utilitzarien en la incubació real. S'han posat les sondes dels dos dataloggers Escort (T4 i T3) de doble sonda tèrmica, de manera que la sonda esquerra de cada enregistrador es situaria a dins de les caixes d'incubació de la incubadora de l'esquerra (incubadora 1, amb tractament a 32,2°C) i la sonda dreta de cada enregistrador, a les de la incubadora de la dreta (incubadora 2, amb tractament de 31,5°C). A més a més, a l'interior de cada incubadora hi ha dos termohigròmetres, un de la marca Escort (situat a sobre de l'esponja del fons de la incubadora i un de la marca EasyLog situat a l'interior d'una caixa d'incubació, a nivell d'on es situaran els ous). S'han omplert amb aigua les ranures de la base de cada incubadora (uns 300 cm^3) i s'ha humitejat l'esponja i s'ha espremut. Després s'han posat dues caixes d'incubació (Ferrero-Rocher) amb vermiculita (proporció 1:4), deixant-les destapades.

Després d'un monitoratge continuat durant tres setmanes en les que els dataloggers EasyLog han enregistrat dades de temperatura, humitat relativa i punt de rosada (Figura 10) i els dataloggers Escort la temperatura (Figura 11) comprovem que perquè a nivell dels ous hi hagi la temperatura desitjada (32,2°C i 31,5°C) els selectors de les incubadores s'han d'ajustar a 36°C i a 34,5°C, respectivament (vegeu ANNEX FOTOCRONOLÒGIC del dia 26/04/2017).



F***igura 10.*** Monitoratge de temperatura, humitat relativa i punt de rosada de l'interior de les incubadores a nivell del substrat d'incubació dels ous durant el període previ al d'incubació per tal de buscar els valors òptims de temperatura i d'humitat de les dues incubadores Reptibator que s'utilitzaran per a la incubació real dels ous. Els gràfics són captures de pantalla del programa EasyLog dels dataloggers H5 i H7.



F***igura 11.*** Monitoratge de temperatura a l'interior de les incubadores a nivell del substrat d'incubació dels ous durant el període previ al d'incubació. Es pot observar com a partir del dia 11 de maig s'aconsegueixen obtenir uns valors força ajustats als desitjats de 32,2°C en la incubadora 1 (en negre) i de 31°C de la incubadora 2 (en vermell). La imatge correspon a una captura de pantalla del gràfic realitzat amb el software Escort Console Pro de les dades capturades pel datalogger Escort iLog T4 de doble sonda tèrmica, una en cada incubadora.

4.1.2. Registres d'humitat, temperatura i punt de rosada durant la incubació

Un cop sabem quina temperatura hem de posar al selector de cada incubadora per obtenir la temperatura desitjada, i la quantitat d'aigua que convé posar a l'interior (al fons) de cada incubadora, per mantenir un grau d'humitat al voltant del 80%, revisem les piles dels dataloggers, els descarreguem (buidem la memòria) i ho preparem per tenir-ho tot a punt per quan facin les primeres postes (vegeu ANNEX FOTOCRONOLÒGIC del dia 20/05/2017).

En les figures 12, 13 i 14 es representen els registres continus dels tres tipus de dataloggers utilitzats entre el 20 de maig i el 3 de setembre, que inclou el període sencer d'incubació, que s'inicia el 24 de maig (primers ous posats a incubar) i finalitza el 23 d'agost (últim naixement). Els EasyLog H5 i H7 enregistren temperatura i humitat relativa i mostren també el punt de rosada. Es pot observar com la humitat relativa de la incubadora 1 durant la segona quinzena de juny va ser molt baixa (Figura 12, a dalt), la resta de la incubació es va situar al voltant del 80% en la incubadora 1 i al voltant del 85% en la incubadora 2, molt més regular. Pel que fa al punt de rosada, si exceptuem les dues setmanes esmentades de baixa humitat relativa de la incubadora 1, es situa al voltant dels 30°C en la incubadora 1 i al voltant dels 29°C en la

incubadora 2. La temperatura de la incubadora 1 es situa entre els 32 i 32,5°C en la incubadora 1 i entre els 30 i 31°C en la incubadora 2. La forta baixada d'humitat relativa del final de la gràfica no té importància perquè ja havia acabat el període d'incubació.

En els dataloggers Escort H3 i H4, que enregistren temperatura i humitat relativa (Figura 13), coincideixen força bé els valors de temperatura amb els esmentats dels EasyLog, però els registres d'humitat relativa, malgrat segueixen la mateixa tendència, mostren uns valors més alts, al voltant del 90% i del 95%, en lloc del 80 i 85%, respectivament, abans esmentats. Creiem que aquesta diferència és deguda a la diferent situació dels enregistradors a dins de la incubadora, mentre els EasyLog estan a l'interior de les caixes d'incubació, al costat dels ous, els Escort H3 i H4 estan situats al fons de les incubadores, just a sobre de l'esponja humida.

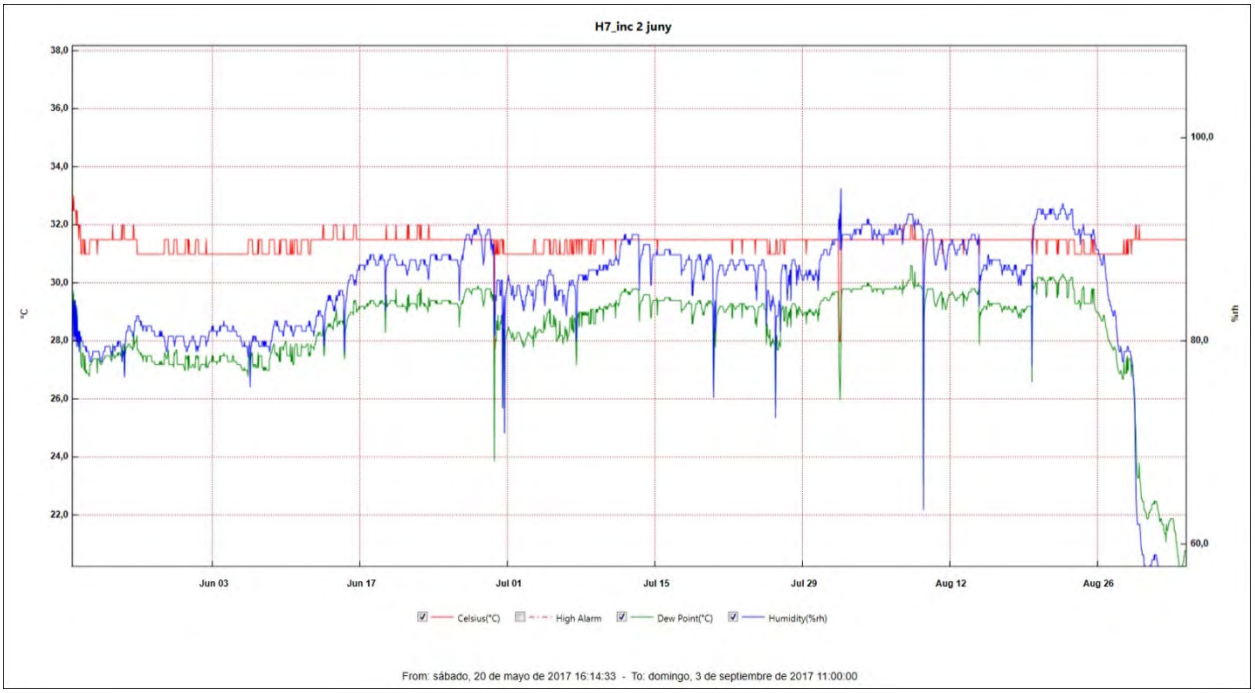
En els dataloguer Escort T3 i T4, de doble sonda tèrmica, l'esquerra de cada un a la incubadora 1 (a nivell dels ous) i la dreta de cada un a la incubadora 2, també a nivell dels ous. Ambdós van enregistrar el mateix i amb els mateixos resultats[7]. Aquí només es presenten els resultats de l'enregistrador T4 durant tot el període complet, en el que s'observa que durant alguns dies (segona setmana de juny) la temperatura de les dues incubadores és una mica més alta, arribant als 33°C en la incubadora 1, però sense ultrapassar aquest valor en cap moment durant tot el període d'incubació (Figura 14, a dalt). El que sí es van produir alguns descensos momentanis de temperatura (a l'obrir les incubadores per posar-hi aigua, per exemple) sense importància, però n'hi va haver un, el del dia 1 d'agost, que sí va tenir més importància, tant per la baixada de temperatura (de 32,2°C a menys de 28°C) com per la durada (tot un matí). Es mostra una ampliació del registre del datalogger T3 (Figura 14, a baix).

El dia 1 d'agost hi havia un tall de llum programat a l'Escola (vegeu ANNEX FOTOCRONOLÒGIC del dia 1/08/2017) i les incubadores van estar desconnectades durant unes 6 hores. Nosaltres, per més seguretat ja havíem deixat les incubadores una mica obertes dos dies abans (vegeu ANNEX FOTOCRONOLÒGIC del dia 30/07/2017) per tal d'evitar que es produís condensació que posés en perill els ous, com va passar el curs passat.

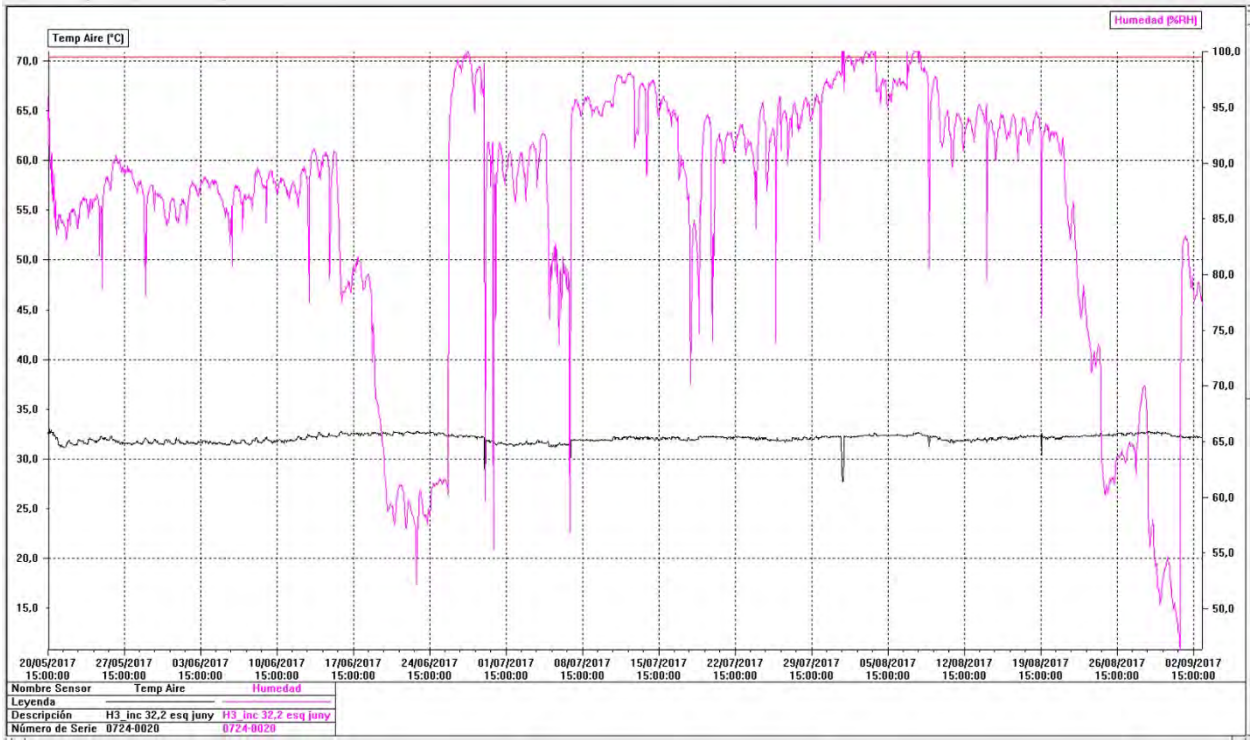
Ja hem vist que el punt de rosada en aquestes condicions d'incubació es situava entre els 29 i els 30°C, de manera que si les caixes d'incubació no haguessin estat obertes i també una mica la tapa de les incubadores, s'hauria produït condensació, sobretot en la incubadora 1.

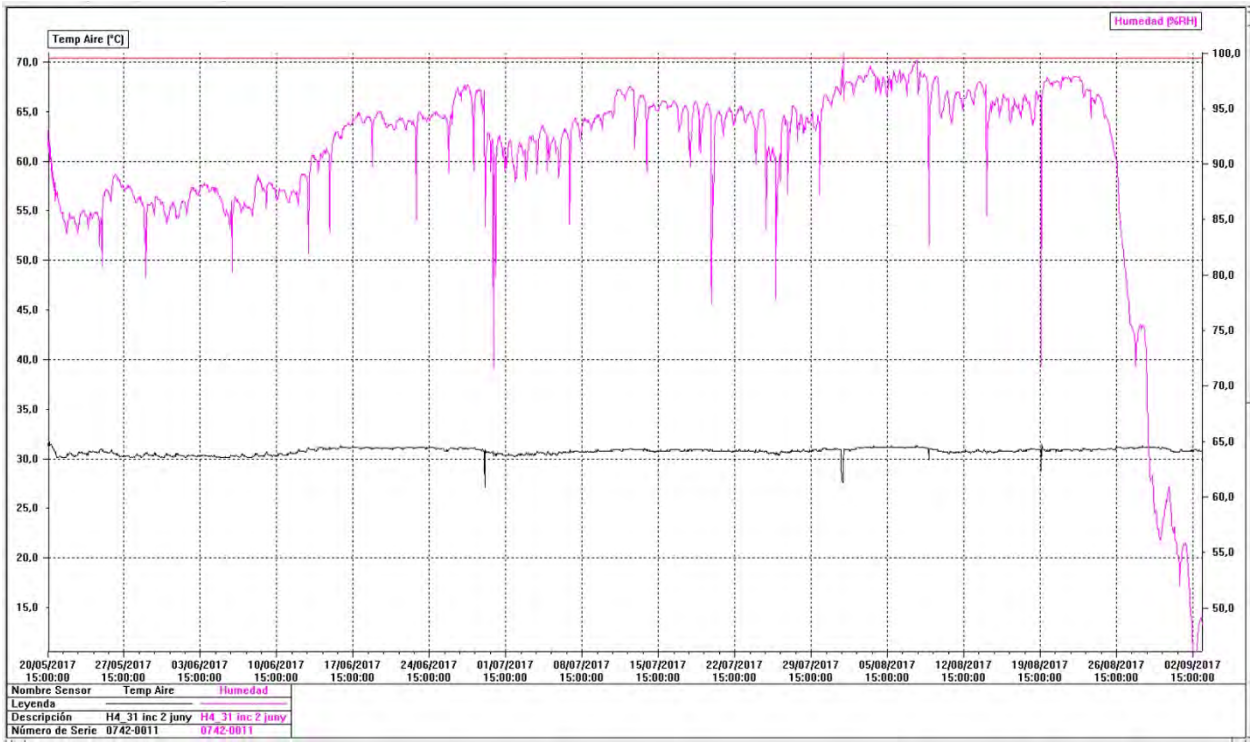
Com a l'Escola es continuaven fent obres i hi havia la possibilitat que hi hagués algun tall de llum, vam decidir mantenir una mica obertes les tapes de les dues incubadores (vegeu ANNEX FOTOCRONOLÒGIC del dia 7/08/2017).

[7] De fet es van posar els dos per més seguretat.

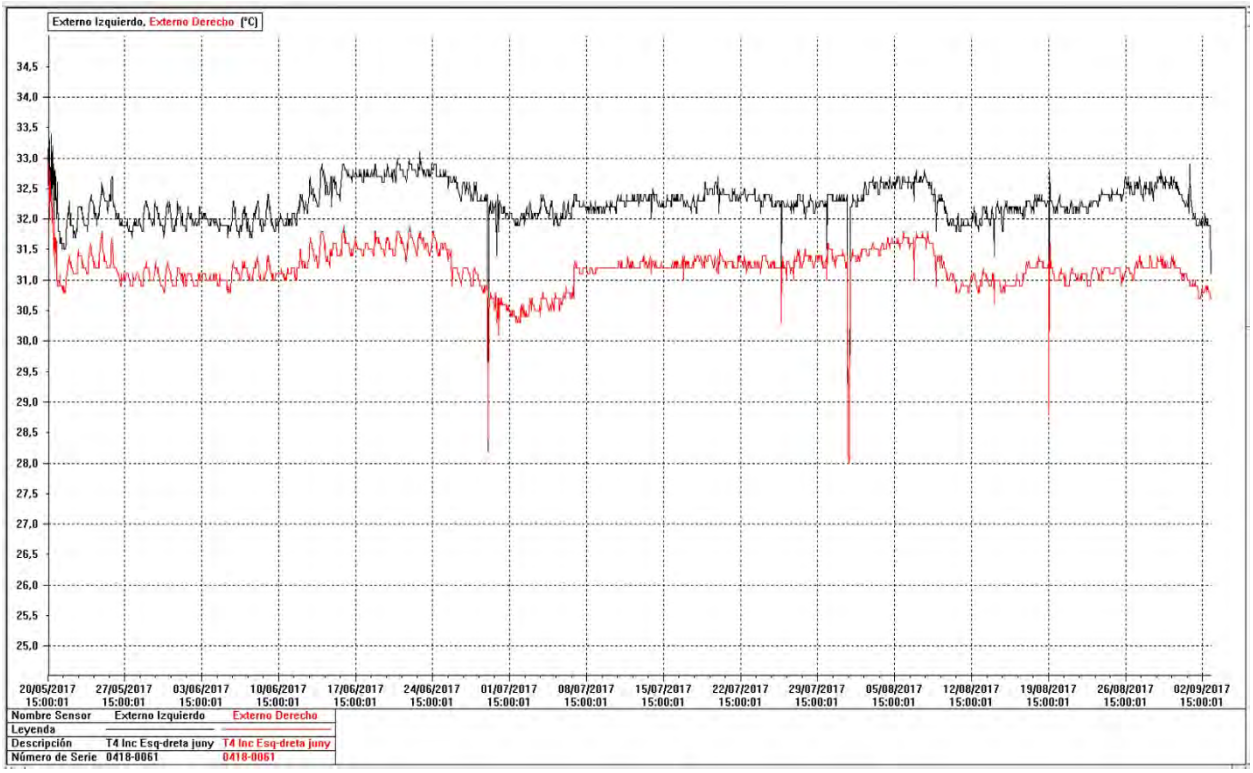


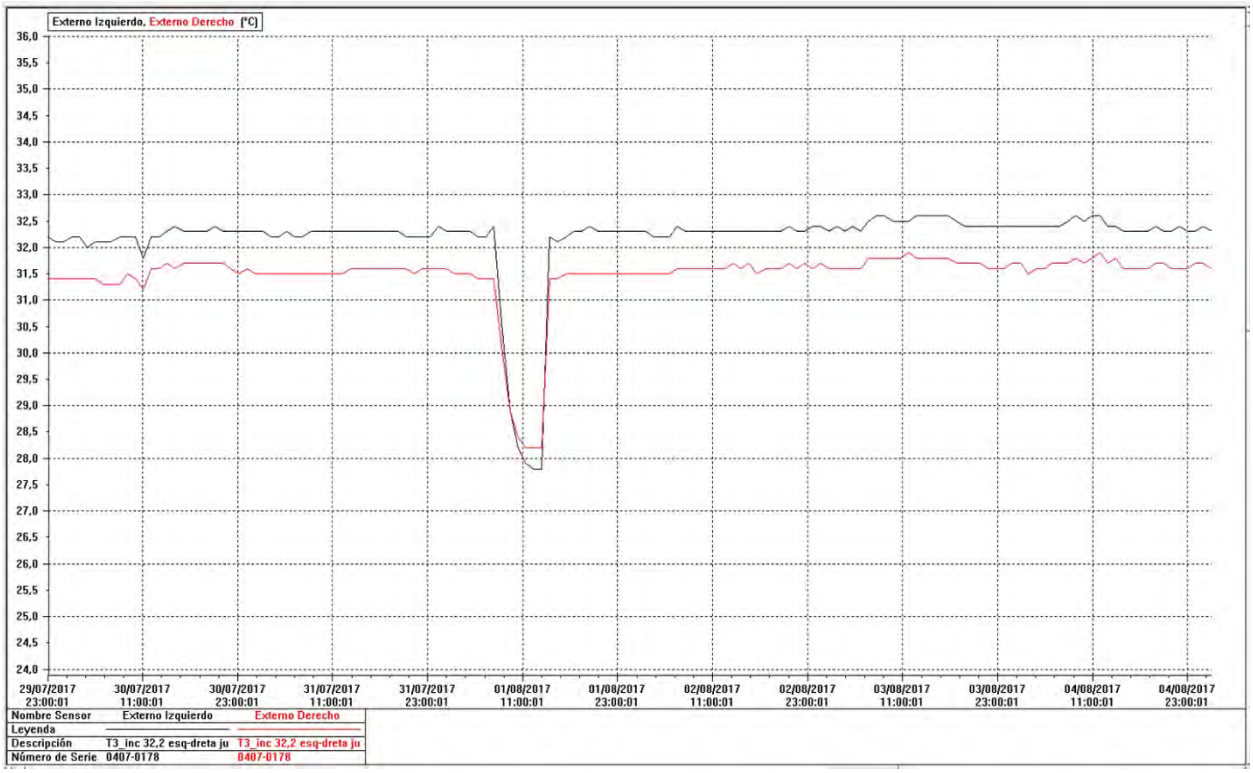
F***igura 12.*** Monitoratge de temperatura, humitat relativa i punt de rosada de l'interior de les incubadores a nivell del substrat d'incubació dels ous durant el període d'incubació del tractament a temperatura de 32,2°C (a dalt) i del tractament a 31,5°C (a baix). Sensors EasyLog-USB situats a nivell dels ous de les caixes d'incubació obertes. Els gràfics són captures de pantalla del programa EasyLog dels dataloggers H5 i H7.





F***igura 13 .*** Monitoratge de temperatura i humitat relativa a l'interior de les incubadores (a nivell del fons) del tractament de temperatura a 32,2°C (a dalt) i del tractament a 31,5°C (a baix) durant el període d'incubació amb els dataloggers Escort iLog. La imatge correspon a una captura de pantalla del gràfic realitzat amb el software Escort Console Pro de les dades capturades pels datalogger H3 i H4, un a cada incubadora.





F***igura 14 .*** Monitoratge de temperatura a l'interior de les incubadores a nivell del substrat d'incubació dels ous durant el període d'incubació amb els datalogger Escort iLog de doble sonda tèrmica, una a cada incubadora. La sonda esquerra (en negre) del tractament de temperatura a 32,2°C en la incubadora 1 i la dreta del tractament a 31,5°C (en vermell). A baix es presenta una ampliació d'una zona de la gràfica superior en la que es pot apreciar el registre del descens de temperatura per una aturada en el subministrament elèctric del dia 1 d'agost. Les imatges corresponen a una captura de pantalla dels gràfics realitzats amb el software Escort Console Pro.

4.1.3. Naixements i característiques dels nous individus

En comparació a altres anys (Figura 23), aquest ha estat un dels que més pocs ous hem trobat, però també el més eficient pel que fa a índex de naixements d'ous incubats. En total hem trobat 13 ous, que corresponen a tres postes, dues de la tortuga mitjana i una de la tortuga gran, i d'aquest s'han produït un total de 10 naixements, però una va morir als pocs dies, de manera que ara n'hi ha nou (Figura 24).

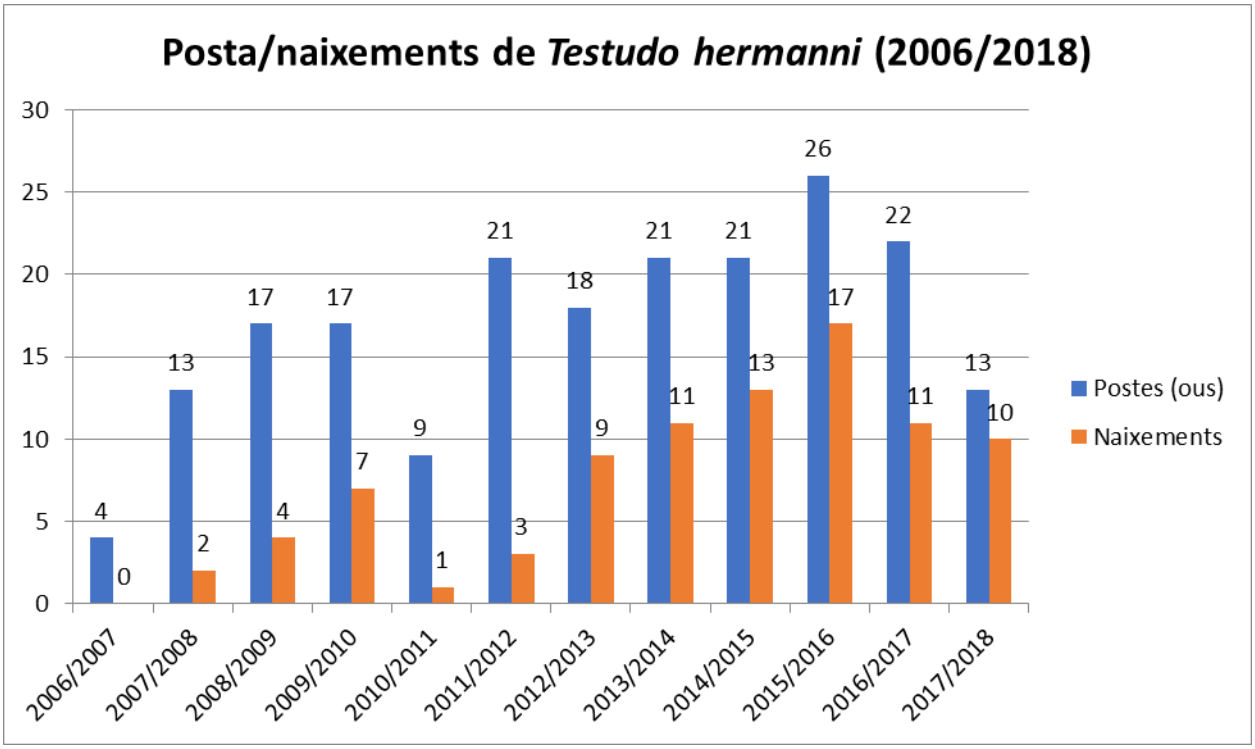


Figura 15. Aquesta gràfica correspon a la figura número 7 afegint el nombre d'ous recollits i el nombre de naixements d'aquest any. Igual que l'any passat, la gràfica ha disminuït considerablement pel que fa al nombre d'ous. Tot i això l'efectivitat ha estat molt més alta que altres anys.

Figura 16. Les nou tortugues de la sèrie A. Se les identifica per una marca platejada a les plaques marginals.

A continuació es presenten els resultats dels naixements en els diferents tractaments (taules 2 a 4) i també les tortugues nascudes a l'Escola, assenyalant les que presenten algun tipus de malformació i les morts ocorregudes, totes elles amb el seu codi, incloses les nascudes aquest any (Figura 25).

Taula 2. En aquesta taula s'indica el seguiment dels ous d'aquest any, incloent-hi el tractament de temperatura que ha seguit aquell ou (32,2°C de color verd i 31,5°C de color blau), els naixements i observacions sobre la presència d'anomalies. També es mostren els resultats dels ous als quals se'ls va practicar la dissecció.

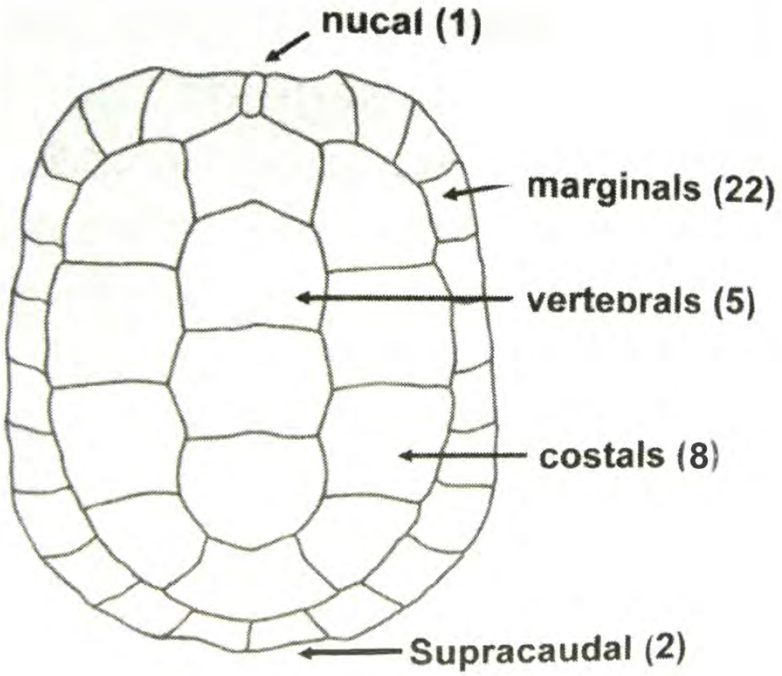
Ou nº	Femella	Tortuga	Tractament (Temp. °C)	Data naixement	Pes (g)	Presència duplicacions	Altres malformacions	Observacions de disseccions
1	6218	A3	32,2	28/07/17	12,9	Vertebral		
2	6218	A2	31,5	25/07/17	11,9			
3	6218	A1	32,2	25/07/17	11,5		Absència de placa nucal	
4	7495	A4	31,5	09/08/17	11,2			
5	7495	-	32,2	-				No embrionat
6	7495	A6	31,5	18/08/17	13,4			
7	7495	-	32,2	-		Vertebral (duplicació petita)		Embrió en estat bastant avançat
8	7495	A7	31,5	18/08/17	9,6	Vertebral (duplicació petita)		
9	7495	-	32,2	-				No embrionat
10	6218	(A10)	31,5	20/08/17	(11,1)		Trobada morta el 23/8/2017	
11	6218	A8	32,2	18/08/17	12,3	Vertebral		
12	6218	A9	31,5	19/08/17	14,2	Vertebral		
13	6218	A5	32,2	14/08/17	13,4	Vertebral		

Taula 3. En aquesta taula s'indica el resum d'ous incubats, percentatge de naixements i malformacions en cada tractament de temperatura (32,2°C de color verd i 31,5°C de color blau).

Tortuga	Ous (nº)	Naixements ((nº (%))	Malformacions ((nº (%))
Mitjana (6218)	7	7 (100%)	5 (71%)
Gran (7495)	6	3 (50%)	1 (33%)

Taula 4. En aquesta taula s'indica el resum d'ous trobats i posats a incubar de cada tortuga, el percentatge de naixements i de malformacions.

Tractament	Ous incubats (nº)	Naixements ((nº (%))	Malformacions ((nº (%))
Incubadora 1 (32,2°C)	7	4 (57%)	4 (100%)
Incubadora 2 (31,5°C)	6	6 (100%)	2 (33%)



Tortugues nascudes a l'Escola fins l'estiu de 2017, amb el seu codi intern de marcatge. Es mostren ombrejades en color grocles que han presentat algun tipus de malformació de plaques i en rosa les anomalies de bec.
Totes les anteriors a aquest any han estat alliberades a la natura o lliurades al CRARC. Les que han mort estan emmarcades en color blau.

- 2007: vertebrals (daurat): M1,M2,B1,B2
- 2008: vertebrals (platejat): E1,E2,E3,E4
- 2009: marginals dreta (platejat): J1,J2,J3,J4,J5,J6 J7
- 2010: supracaudals (platejat): A1
- 2011: marginals esquerra (daurat): JS1,JS2,JS3
- 2012: marginals esquerra (platejat): C1,C2,C3,C4,C5, C6,C7,C8,C9.
- 2013 marginals esquerra (platejat): M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9, M10, M11.
- 2014 marginals dreta (platejat): B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9, B10, B11. B12, B13.
- 2015 marginals dreta (platejat): M1, M2 M3, M4, M5, M6, M7 M8, M9, M10, M11, M12, M13, M14, M15, M16, M17.
- 2016 marginals esquerra (daurat): Sq1, Sq2, Sq3, Sq4, Sq5, Sq6, Sq7, Sq8, Sq9, Sq10, Sq11.
- 2017 marginals esquerra (platejat): A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10.

Figura 17. Totes les generacions de tortugues nascudes a l'Escola, incloses les d'aquest any, amb els seus codis de marcatge individual, les malformacions i les morts (vegeu el text per més informació).

4.2. Discussió dels resultats

Com ja hem dit, malgrat el descens en el nombre d'ous trobats, si considerem el total de naixements en relació als ous incubats l'eficiència de naixements ha estat del 77%, la més gran observada a l'Escola. Ara bé, també cal dir que es va produir la mort prematura d'una de les tortugues (la tortuga A10), que el percentatge de malformacions ha estat força elevat, que s'han observat diferències entre tractaments i també en l'eficiència reproductora entre les dues tortugues. A continuació analitzarem aquests aspectes individualment.

4.2.1. Mort prematura de la tortuga A10

La mort d'aquesta tortuga no es pot relacionar amb una malformació de bec, que ha estat la principal causa de mort de les tortugues que han mort a l'Escola, si més no les dels últims anys (vegeu figura 25). Quan la Sara i l'Ariadna la van trobar (vegeu ANNEX FOTOCRONOLÒGIC del dia 23/08/2017) la tortuga estava a la caixa d'incubació dels ous, a sobre del substrat. Quan la van agafar i van comprovar que no es movia, es van adonar que semblava que no tingués ulls, però en realitat els tenia enfonsats, probablement per deshidratació, sobretot un cop morta. Aquesta tortuga estava viva uns dies abans, quan encara estava dins de l'ou a mig sortir (vegeu ANNEX FOTOCRONOLÒGIC del dia 19/08/2017). Creiem que podria haver mort per deshidratació, perquè malgrat una setmana abans la humitat relativa de l'interior de les incubadores era correcta (vegeu ANNEX FOTOCRONOLÒGIC del dia 14/08/2017), a partir del dia 20/08/2017 la humitat relativa de les dues incubadores comença a baixar i el dia 23/08/2017 és aproximadament només d'un 70% (vegeu els valors de l'últim tram d'incubació en les figures 12 i 13). Un cop s'acaba el reservori d'aigua del fons de la incubadora, a aquestes temperatures, la baixada de la humitat relativa és molt ràpida. Possiblement, el fet que les incubadores estiguessin una mica obertes va accelerar el procés de pèrdua d'aigua per evaporació. Caldrà tenir-ho present de cara al futur i estudiar millor la periodicitat en què cal restaurar l'aigua de les incubadores, sobretot la de temperatura més alta, ja que s'evapora abans(vegeu apartat 4.1.2) .

4.2.2. En relació al menor nombre de postes

Aquest any ha suposat una gran davallada pel que fa al nombre d'ous recollits. Si observem l'evolució de les troballes d'ous al Pati de les tortugues (Figura 23), cal anar fins a 8 anys enrere per trobar uns resultats tan baixos. Com ja hem dit, únicament hem trobat un total de 3 postes, dues de la tortuga mitjana i només una de la tortuga gran, quan el nombre mitjà de postes és com a mínim de dues postes cada tortuga i de vegades fins a 3 postes per tortuga i temporada (vegeu taula 1). Per assegurar-nos que no havien fet una posta sense que ho haguéssim detectat, vam dur a terme una exhaustiva excavació amb caveguets per tota la zona del pati on havíem observat activitat per part de les tortugues a l'hora de fer forats per inspeccionar el terreny o zones properes a on havien fet les tres postes d'aquest any. Tot i haver fet aquestes excavacions no vam aconseguir trobar cap indici d'una quarta posta per part de les tortugues del centre. Posteriorment amb la visita al CRARC (vegeu ANNEX FOTOCRONOLÒGIC del dia 19/07/2017), a partir de les ecografies de les nostres femelles vàrem veure que cap d'elles contenia ous en el seu interior, però en una d'elles es podien observar petits fol·licles que semblava que s'estaven reabsorbint.

Per tant, sembla que aquest any realment han fet menys postes, i no que les hagin fet i no les hàgim trobat. Les causes d'aquest menor nombre pensem que pot haver estat l'estrès que els ha provocat el fet que ha coincidit la temporada de posta amb les obres a la cuina de l'escola, situada al costat del Pati de les tortugues. Els operaris han treballat bastants dies amb el martell pneumàtic i el soroll i vibració arribava al pati de forma molt directa. Les tortugues començaven a fer forat, però al cap de poc temps l'abandonaven (això ho vam veure repetidament).

4.2.3. En relació a l'eficiència reproductora de cada tortuga

Malgrat és dels anys amb menys postes, també hem dit que ha estat l'any amb un índex de naixements molt elevat amb una eficiència reproductora global del 77%, la més alta fins ara a l'Escola. Però no ha estat la mateixa per cada tortuga. Les diferències entre les dues són notables, essent d'una efectivitat del 100% en la tortuga mitjana i només del 50% en la tortuga gran (vegeu taula 4). En un treball anterior (Mar Pons, 2015) es va analitzar aquesta eficiència diferencial entre les dues tortugues al llarg dels últims anys i els nostres resultats són concordants amb aquells.

4.2.4. En relació als tractaments i les malformacions

Aquest any s'ha observat un 60% de de malformacions, o un 64% si tenim en compte la dissecció de l'ou número 7, l'embrió del qual es trobava en una avançada etapa de desenvolupament i presentava una petita duplicació vertebral (vegeu ANNEX FOTOCRONOLÒGIC del dia 21/09/2017). Aquests percentatges són els més alts trobats a l'escola, però no molt superiors als trobats els anys 2012, 2013 i 2015 (vegeu figura 25). Aquestes malformacions són de dos tipus, duplicacions de plaques (A3, A5, A7, A8, A9) i absència de placa nucal (A1). Són, per tant, del tipus de malformacions no perjudicials (vegeu apartat 1.4).

Si analitzem els resultats per cada tractament (vegeu taula 3) hi trobem diferències rellevants, ja que el percentatge de malformacions de la incubadora 1 (amb el tractament a 32,2°C) és del 100% (la totalitat de les tortugues nascudes presenta algun tipus de malformació, i també l'embrió de l'ou disseccionat), mentre que en el de la incubadora 2 (amb el tractament a 31.5°C) el percentatge de malformacions és del 33%.

Per tant, aquestes dades permeten quantificar el component genètic del mascle com a causa de les malformacions perquè en la incubadora 2 s'ha mantingut una temperatura al voltant dels 31,5°C, que és la temperatura pivotant i de més seguretat, durant tot el període d'incubació dels ous. Per això podem considerar que les malformacions observades en les tortugues nascudes dels ous incubats en aquestes condicions no poden ser degudes a les condicions ambientals i pensem que només poden atribuir-se a causes genètiques. A més a més, totes elles són duplicacions de plaques. Malgrat caldrà verificar-ho amb un nombre més gran de resultats, podem concloure, provisionalment, que les malformacions d'aquest any tenen un component genètic del 30% i un component ambiental del 70%, ja que al 100 % de malformacions dels naixements de la incubadora 2, cal restar-li el component genètic, perquè totes les tortugues procedeixen del mateix pare.

Pel que fa a les causes ambientals, cal tenir present que hi ha dos factors més a considerar, una té a veure amb el tipus de malformació i l'altre amb el tipus de tractament. L'absència de placa nucal ha estat relacionada amb humitats relatives d'incubació massa baixes (Rubio, 2006; Martínez-Silvestre, 2008; Pau Vilaseca, 2016). En el nostre cas, també hem observat que aquesta tortuga (A1) va estar sotmesa durant uns dies a unes condicions de la incubadora 1 d'humitat relativa especialment baixos (vegeu figura 13, a dalt), mentre que aquest fet no es va observar en la incubadora 2 (vegeu figura 13, a baix). Per tant, l'absència de placa nucal la relacionem amb una humitat relativa massa baixa durant un període de la hibernació. Per altra banda, el tractament de 32,2°C ja hem dit (vegeu apartat 4.1) que es va portar a terme durant els dos mesos que dura la incubació, a diferència dels últims anys, en què només es mantenia durant les dues primeres setmanes la incubadora a 32,2°C i després es passava a la temperatura de 31,5°C, molt més segura. Pensem que si s'hagués fet aquesta segona modalitat del tractament a alta temperatura, les diferències entre causes genètiques i ambientals resultarien molt similars. Però això s'haurà de comprovar en un altre treball.

De cara al proper curs proposem repetir aquest tractament de les dues temperatures, tant si es decideix fer-lo com en anys anteriors o com el que hem fet aquest any, per tal d'aportar més dades i fer més consistents les nostres conclusions. Sobretot tenint en compte que aquest any el nombre d'ous trobats i posats a incubar ha estat la meitat del màxim d'ous que s'ha arribat a trobar al Pati de les tortugues (vegeu figura 23).

5. Seguiment i control de les tortugues de l'Escola

Els estudis d'aquesta recerca, han estat realitzats sobre els individus de dues generacions juvenils de tortuga mediterrània criades a l'Escola a partir de la unitat de cria que disposem al Pati de les tortugues, constituïda per 3 individus de *Testudo hermanni* (marcats amb el codi del CRARC i proveïdes d'un microxip) la femella 7495 (femella gran), la femella 6218 (femella mitjana) i el mascle 7496. Tots ells de l'espècie *Testudo hermanni hermanni* (Rubén Marías, 2012).

En aquest treball de recerca s'han estudiat dues generacions diferents de tortugues juvenils. La primera ha estat la del curs passat, nascudes l'estiu del 2016. Aquesta generació estava composta per onze individus dels quals cap va morir durant la seva estada a l'Escola. Abans de començar aquest treball, els alumnes de biologia vam portar el control d'aquestes tortugues durant el seu període de la seva primera hibernació. Vàrem seguir tenint-ne cura fins el dia 19/07/17, quan les vam lliurar al CRARC (vegeu annex fotocronològic del dia 19/07/2017 i l'apartat següent).

5.1. Visita anual al CRARC i lliurament de les tortugues juvenils

Cada any els alumnes que fan el treball de recerca relacionat amb el Pati de les tortugues fan una visita al CRARC de Masquefa, on es lliuren els exemplars juvenils que hi ha a l'escola i es fa un control veterinari anual dels exemplars adults. Aquest any la visita es va fer a mitjans de juliol (vegeu annex fotocronològic del dia el dia 19/07/2017). Primer vam baixar al pati per buscar les tortugues adultes i posar-les dins un transportí gran. Posteriorment, es va adaptar una caixa de cartró per tal de transportar-hi les tortugues juvenils nascudes l'estiu del 2016. Abans de marxar, vam fer una fotografia de les tortugues en visió dorsoventral i també ventrodorsal, per mostrar que totes presentaven la coloració fosca típica de l'espècie (Figura 26), que és una exigència del CRARC relativament recent (Mar Pons, 2015).

Figura 18. Fotografies de la caparassa (esquerre) i del plastró (dreta) dels exemplars de la sèrie sq. Es va fer abans de lliurar-les al CRARC per comprovar que totes tinguin les típiques taques de l'espècie *hermann.*

Un cop vam arribar a Masquefa, vam visitar les instal·lacions del CRARC i vam assistir al curs que el Dr. Albert Martínez-Silvestre (director científic del CRARC) imparteix a joves veterinaris. L'Albert ens va ensenyar per pantalla uns protozous paràsits de les tortugues del CRARC i va fer una explicació d'altres elements que es poden observar en una mostra d'excrements. Posteriorment, ja amb les nostres tortugues, va sortir el tema de la recerca que fem a l'escola i, en concret, de les malformacions en els rèptils. L'Albert ens va mostrar el cas d'una tortuga bicèfala nascuda al CRARC (vegeu annex fotocronològic del dia el dia 19/07/2017) .

Com cada any, es va fer una ecografia amb l'ecògraf a les femelles adultes per fer un control rutinari i determinar si tenien ous o no i per tant la possibilitat de trobar encara una nova posta. Malauradament, ens va dir que a la mitjana no se li veia res, però que la gran semblava que tenia fol·licles involucionant, és a dir, que els estava reabsorbint. Li vam comentar que només havíem trobat una posta d'aquesta tortuga i que normalment en fa dues o tres i també li vam dir que aquest estiu a l'Escolatenim obres a la cuina, que està al costat del Pati de les tortugues i que els operaris havien treballat bastants dies amb el martell pneumàtic. És molt possible que s'haguessin estressat i com a conseqüència haguessin fet menys postes, va confirmar l'Albert.
Finalment, l'Albert va injectar la dosi necessària d'antiparasitari a les nostres tortugues i ens va explicar com s'havia de fer, ja que la segona dosi l'hauríem d'administrar nosaltres a l'Escola, però per via oral. Ens va donar un flascó amb l'antiparasitari que s'hauria de tornar a aplicar a les tortugues adultes al cap d'uns 10 o 15 dies d'aquesta primera administració (vegeu annex fotocronològic del dia el dia 1/08/2017).
Després vam pujar les tortugues petites a l'oficina per fer entrega de les mateixes i ens van fer entrega del document del registre del lliurament de les 11 tortugues d'aquest any (veggeu annex 1).

5.2. Seguiment pre-hibernació de les tortugues de la sèrie A

La segona generació estudiada ha estat la nascuda a l'Escola aquest any 2017 (vegeu taula 2). Aquesta com hem dit en apartats anteriors, consta de 9 tortugues, malgrat en van néixer 10, però la A10 va morir prematurament (vegeu apartat 4.2.1). El seu seguiment s'ha dut a terme des del moment en que les femelles adultes van pondre els seus ous al Pati de les tortugues, seguint la metodologia detallada en treballs anteriors (Marc Olivella, 2013; Mar Pons, 2015). Els ous es van marcar amb una X a la cara superior i es van enumerar (vegeu annex fotocronològic del dia 14/06/2017 i apartat 3). Es van col·locar en un recipient de vidre amb paper de laboratori rebregat per tal de protegir-los i mantenir-ne la posició. Un cop transportats al laboratori, es van pesar, numerar i marcar amb llapis, i es van col·locar a les caixes d'incubació Ferrero Rocher de les incubadores, amb les condicions de temperatura dels tractaments esmentats anteriorment (vegeu apartat 4). Aproximadament al cap de seixanta dies neixen les tortugues (vegeu annex fotocronològic del dia 25/07/2017, del 27/07/2017 i del 14/08/2017). Com que les tres primeres tortugues van néixer els dies abans de les vacances vàrem posar diverses varietats d'enciam, plantades en petits gots de plàstic, al terrari del laboratori de l'Escola per assegurar que tindrien aliment suficient durant els dies en que no podíem pujar al centre (Figura 27).

Figura 19. Plantació d'algunes espècies de plantes al terrari del laboratori per les tortugues acabades de néixer.

Un cop començat el nou curs, hem anat alimentant les tortugues de la generació del 2017 amb enciam i sobretot amb dent de lleó (*Taraxacum officinale*). Actualment s'està portant a terme un control de pes d'aquesta generació tot just abans de la hivernació (Figura 28).

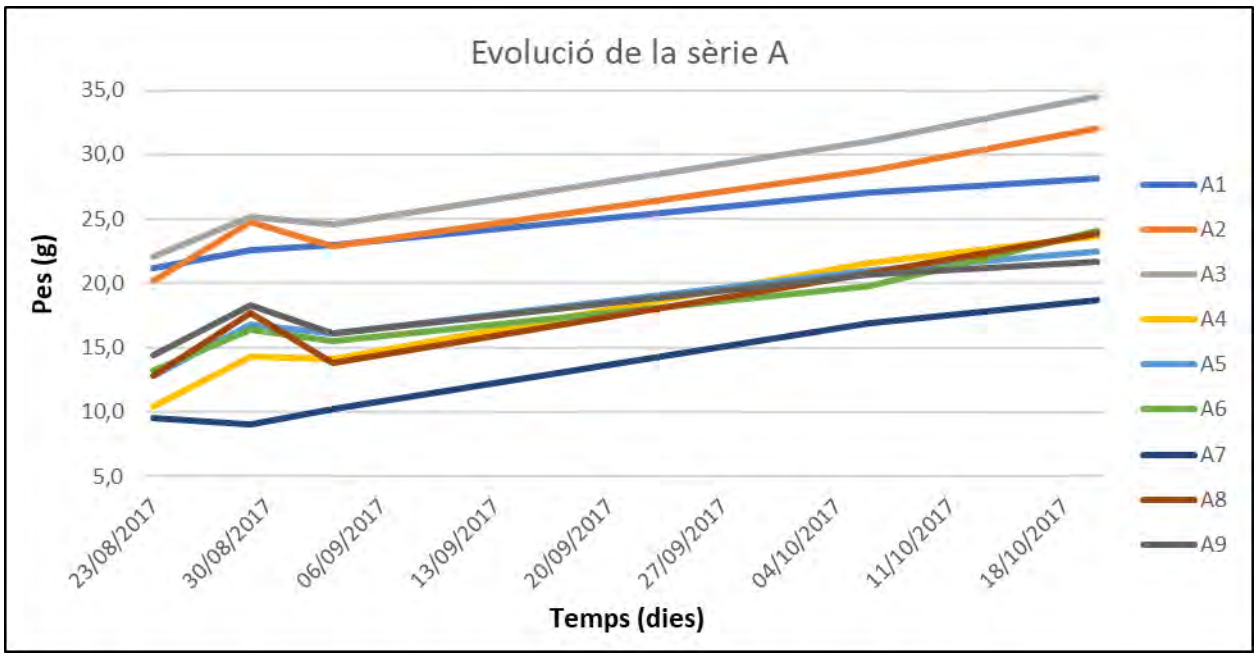


Figura 20. Gràfic que mostra l'evolució de pes de les tortugues nascudes aquest any (sèrie M) des del dia de l'últim naixement fins el dia que es fa l'últim registre. Es pot veure que totes presenten un bon creixement, fins i tot ma A7, que va començar amb un pes de naixement un 25% inferior al de la mitjana.

Des del dia del naixement de la primera tortuga d'aquesta generació (A1) hem anat anotant les dades de pes de cada tortuga en una taula amb el doble objectiu del control del pes per assegurar que aquests individus creixen correctament, i per l'altre per tenir les dades per si es necessiten en alguna recerca posterior que es realitzi amb aquests exemplars[8]. De moment passaran la seva hibernació a l'Escola, al Pati de les tortugues, en unes caixes protegides per evitar un possible atac de depredadors, ja que mentre estan hibernant estan del tot indefenses.

Taula 5. Dades de pes del dia al néixer i del dia 6/11/2015 (últim dia de registre de dades de la sèrie A, abans del seu lliurament al CRARC).

Tortuga	Pes inicial (g)	Pes final (g)
A1	12,7	28,1
A2	11,7	32
A3	12,9	34,5
A4	11,2	23,7
A5	13,4	22,5
A6	13,4	24,1
A7	9,6	18,7
A8	12,3	23,9
A9	14,2	21,7
A10	(11,1)	-

[8] És el cas d'aquesta sèrie A, que és utilitzada pel projecte de recerca del primer any del programa Joves i ciència (E2C3) per Marta Carreras Alay, alumna de 1r de batxillerat.

6. Conclusions

Tot i que en aquest treball s'han pogut extreure certes conclusions relatives a les postes d'ous o a l'eficiència reproductora de les diferents tortugues, entre altres, aquí només esmentarem les conclusions relatives als dos objectius principals del treball, les relacionades amb l'optimització del sistema d'incubació i amb la quantificació de les causes de les malformacions (genètiques o ambientals).

De l'anàlisi de la comparativa realitzada amb tres models d'incubadores (ExoTerra, Jaeger i Reptibator) es conclou que el millor model és Reptibator, perquè permet un millor control de la humitat relativa alhora que manté les bones característiques de l'anterior model (Jaeger).

L'anàlisi dels registres del monitoratge continuat amb diferents enregistradors electrònics (dataloggers Escort i EasyLog) a nivell dels ous a l'interior de les incubadores durant tot el període d'incubació dels ous, mostra que és fàcil mantenir la temperatura als nivells desitjats, però no tant la humitat relativa, que fluctua més i s'ha d'afegir aigua amb certa regularitat, més sovint en la incubadora de temperatura més elevada.

Sobre el fet de deixar una mica oberta la tapa superior de les incubadores pensem que és convenient fer-ho quan hi ha risc d'un tall de llum. D'aquesta manera és més fàcil evitar la condensació d'aigua quan es produeix una baixada brusca de la temperatura, fet que pot provocar l'ofegament dels embrions a l'interior dels ous (i que va passar el curs passat).

En relació al segon gran objectiu del treball, el d'intentar quantificar quin percentatge de les malformacions que apareixen en les tortugues nascudes a l'escola són provocades per causes genètiques (el mascle presenta duplicacions de plaques) i quin percentatge són degudes a factors ambientals (condicions d'incubació), es conclou, provisionalment, que les causes genètiques representen un 30% de les malformacions, que correspon al tractament de 31,5°C (temperatura d'incubació òptima i sense risc).

Per altre banda, en el tractament de 32,2°C (temperatura òptima per obtenir femelles, però amb risc de provocar malformacions) el 100% han presentat malformacions. Si descomptem les genètiques, les de causes ambientals representen el 70%. El major índex de malformacions d'aquest curs en relació als anteriors, s'ha relacionat amb una variant en el tipus de tractament, que ha estat a aquesta temperatura de risc durant els dos mesos que dura la incubació, mentre que en les de cursos anteriors, després de dues setmanes a 32,2°C, es passava a la temperatura de 31,5°C, molt més segura.

Com el nombre total de naixements d'aquests dos últims anys ha estat inferior a l'esperat degut als problemes externs esmentats, de cara al proper curs proposem repetir aquest tractament de les dues temperatures per tal d'aportar més dades i fer més consistents les nostres conclusions.

7. Bibliografia

ALINE I FRANK (2006). *Influence de l'hibernation sur le taux de mortalité des juvéniles Testudo et Eurotestudo.* Association Carpassion. Cheloniens nº2, pàg 40-42.

BRETONES, DAVID (2009). *Osteocronologia aplicada a la tortuga mediterrànea.* Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral. 43 pp. [En línia]. Disponible a Internet: <http://issuu.com/escolamestral/docs/tr_dbretoes_web?e=1116350/2588477>

CASTRO G., LLEIXÀ I., MARTÍ C., PEDROLA N. (2003). *El Pati de les tortugues*. Treball de recerca. Escola Mestral.

COLOM, JORDINA (2009). *La selecció del sexe en Testudo hermanni.* Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral.59 pp. [enlínia]. Disponible a internet: <http://issuu.com/escolamestral/docs/la_seleccio_del_sexe_en_th_tr?e=1116350/5410814>

CUSÓ, ÒSCAR (2007). *El bassal del Pati de les tortugues.* Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral. 64 pp. (Premi Baldiri-Reixac 2008). [En línia]. Disponible a Internet: <http://issuu.com/escolamestral/docs/bassal_ocusco?e=1116350/3981904>

FAIXÓ, ÈLIA (2009). *Optimització del sistema d'incubació artificial per a la reproducció de la tortuga mediterrània a l'Escola.* Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral. 56 pp. [En línia]. Disponible a Internet: <http://issuu.com/escolamestral/docs/tr_efaixo_web?e=1116350/5505087>

EENDEBAK, B. (2001). Incubation period and sex ratio of *Testudo hermanni boettgeri*. proceedings of the International Congress on *Testudo Genus*. Chelonii vol.3 pp: 257-267.

FRYE, F (1991). *Reptile Care, an Atlas of Diseases and Treatments.* T.F.H. Publications. New Jersey.

GARCÍA, BLANCA (2014). *Variacions de pes durant la hibernació i el període actiu en exemplars juvenils de* Testudo hermanni *i optimització reproductiva dels adults.* Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral. 65pp. [En línea]. Disponible a internet. <http://issuu.com/escolamestral/docs/variacions_de_pes_durant_la_hiberna/1>

GARCÍA, SERGIO (2011). *Registre i anàlisi de les variacions de pes en exemplars juvenils de* Testudo hermanni *durant el període d'hibernació.* Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral. 69 pp. (Premi Recerca Jove 2012, nous premis CIRIT) [En línia]. Disponible a Internet: <http://issuu.com/escolamestral/docs/tr_sergio_garcia_2012?e=1116350/3722382>

HERRERIAS, LAIA (2007). *Hibernació i reproducció de* Testudo hermanni*.* Treball de recerca de batxillerat. EscolaMestral. 46 pp. (Premi CIRIT 2007). [En línia]. Disponible a Internet: http://issuu.com/escolamestral/docs/hibern_lherrerias?e=1116350/5105097

JIMÉNEZ, FERRAN (2016). *Variacions de pesdurant el procés d'hibernacióen exemplars juvenils de* Testudo hermanni *sota diferents condicions d'humitatambient.* Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral.

JURADO, JUAN MARIA (2011). Estratègie s per millorar la reproducció de la tortuga mediterrània a l'Escola. Tre ball de recerca de batxillerat. Escola Mestral. 73 pp. (Premi Baldiri-Reixac 2011). [En línia]. Disponible a Internet: <http://issuu.com/escolamestral/docs/tr_juanma?e=1116350/2894081>

LOZANO, MARTA (2007). Autosuficiència alimentària de la tortuga mediterrània. Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral. 72 pp. (Premi CIRIT 2007). [En línia]. Disponible a Internet: http://issuu.com/escolamestral/docs/autosu_mlozano?e=1116350/5291644

MARÍAS, RUBÉN (2012). *Iniciació a la bioinformàtica a través de les tortugues de l'escola*. Treball de recerca. Escola Mestral. [En línia]. Disponible a internet: http://issuu.com/escolamestral/docs/iniciacio_a_la_bioinformatica?e=1116350/1071689

MARÍAS, SÒNIA (2015). *La tècnica fotogràfica* time-lapse *i la seva aplicació biològica a l'Escola*. Treball de recerca. Escola Mestral. [En línia]. Disponible a internet: HTTPS://ISSUU.COM/ESCOLAMESTRAL/DOCS/LA_T__CNICA_FOTOGR__FICA_TIME-LAPSE

MARSÀ, ALBERT (2010). *Increment de la biodiversitat al Pati de les tortugues.*Treball de recerca. Escola Mestral. [En línia]. Disponible a internet : http://issuu.com/escolamestral/docs/amarsa_vfinal_96?e=1116350/4875992

MARTÍNEZ, BRAIS (2004). Les tortugues del Pati de l'Escola. Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral.

MARTÍNEZ-SILVESTRE, A., SOLER, J., SOLÉ, R. (1997). POLIDACTILIA EN *Testudo hermanni* Y CAUSAS TERATOGÉNICAS EN REPTILES. Bol. Asoc. Herpetol. Esp. pp35-38.

MARTÍNEZ SILVESTRE A. (2003). *Enfermedades de los reptiles*. Reptilia ediciones. ISBN: 9788460765103. Barcelona. 207 pp.

MARTÍNEZ-SILVESTRE, A. (2008) *¿Por qué hay tantos reptiles de dos cabezas y otras atrocidades?.* CRARC. 44 pp. [En línia]. Disponible a Internet: <http://www.amasquefa.com/uploads/44._Porque_hay_tantos_reptiles_de_dos_cabezas__y_o134.pdf>

MUÑOZ, A., SOLER, J. MARTÍNEZ-SILVESTRE, A. (2009) Aportaciones al estudio de la alimentación de *Testudo hermanni hermanni* en el Parque Natural de la Sierra de Montsant. *Bol. Asoc. Herpetol. Esp. (2009) 20.*

OLIVELLA, MARC (2013). *Hibernació i reproducció de Testudo hermanni (II).* Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral. 52 pp. (Premi Baldiri-Reixac 2014). [En línia]. Disponible a Internet: <http://issuu.com/escolamestral/docs/hibernaci__i_reproducci__de_testu>

OLLÉ, BERTA (2008). *Reproducció de la tortuga mediterrània a l'escola*. Treball de recerca debatxillerat. Escola Mestral. 58 pp. [En línia]. Disponible a Internet: <http://issuu.com/escolamestral/docs/tr_berta_v9b?e=1116350/5165609>

PASCUAL, EUDALD (2008). *Variacions de pes durant el procés d'hibernació de Testudo hermanni.* Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral. 65 pp. (Premi al Fòrum de treballs de recerca del Baix Llobregat) [En línia]. Disponible a Internet: <http://issuu.com/escolamestral/docs/variac_epascual?e=1116350/4846852>

PASCUAL, E., HERRERIAS, L., VENDRELL, A, MARÍ, J., MARTÍNEZ, A. I SOLER, J. (2011). *Aportacions a les variacions de pes durant el procés d'hibernació en* Testudo hermanni hermanni (Gmelin 1789). Butlletí de la Societat Catalana d'Herpetologia nº19.

PEÑA, CLARA (2012-2013). Estratègies per millorar la reproducció de la tortuga mediterrània a l'escola (II). Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral. 47 pp. [En línea]. Disponible a internet: <http://issuu.com/escolamestral/docs/estrategies_per_millorar_la_reproduccio_de_la_tort?e=1116350/1071609>

PASCUAL, LAURA (2009). *Adaptacions vegetals i cromatisme estacional al Pati de les tortugues.* Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral. 69 pp. (Premi Baldiri-Reixac 2009; Premi al Fòrum de treballs de recerca del Baix Llobregat). [En línia]. Disponible a Internet: <http://issuu.com/escolamestral/docs/tr_lpascual?e=1116350/3288132>

PONS, MAR (2015). *Hibernació i reproducció de la tortuga mediterrània a l'Escola: recerca i projectes didàctics.* Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral. 95 pp. (Premi Baldiri-Reixac 2016). [En línia]. Disponible a Internet: https://issuu.com/escolamestral/docs/hibernaci_i_reproducci_de_la_to

PRIETO, ALBA (2009). *Osteocronologia aplicada a la tortuga mediterrànea II.*Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral. 60 pp. (Premi Recerca Jove 2010, nous premis CIRIT). [En línia]. Disponible a Internet: <http://issuu.com/escolamestral/docs/osteocronologia2_tr_complet_br?e=1116350/2587960>

PRIETO, A., MARTÍNEZ-SILVESTRE, A., SOLER, J., BRETONES, D., PASCUAL, E., MARÍ, J. (2013). *Aportaciones al estudio osteocronológico en un ejemplar de* Testudo hermanni*.* Boletín de la Asociación Herpetológica Española. Número 24(1): 50-55.

RAMON, ALBA (2010). *Optimització de les condicions de vida de la tortuga mediterrània a l'Escola*. Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral. 76 pp (Premi Recerca Jove 2011, nous premis CIRIT) [En línia]. Disponible a Internet: <http://issuu.com/escolamestral/docs/alba-ramon-tr-web?e=1116350/4376733>

RUBIO,G. (2006). *Tortugas terrestres en cautividad.* 265 Cuestiones sobre el mantenimiento y enfermedades. Ed. Egartorre. Madrid. ISBN: 84-87325-73-4. 250 pàg.

SAGUÉS, GERARD (2005). *Microclimes al Pati de les tortugues*. Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral. 65 pp. (Premi Baldiri-Reixac 2005). [En línia]. Disponible a Internet: <http://issuu.com/escolamestral/docs/microc_gsagues?e=1116350/4971363>

SOLER, J., MARTÍNEZ, A. (2005). *La tortuga mediterrània a Catalunya*. Edicions l'Agulla de Cultura Popular. Tarragona. 196 pp.

SOLER, J., MARTÍNEZ, A., SAEZ, A., PERIS, M. (2007). *Dieta de les tortugues mediterrànies (Testudo hermanni hermanni) reintroduïdes al Parc Natural de la Serra del Montsant (temporades 2006 – 2007)*. Article. CRARC. 3 pp. [en línia]. Disponible a internet: http://www.crarc-comam.net/

VILASECA, PAU (2016). *Malformacions en* Testudo hermanni, *causes ambientals o genètiques?* (premi Baldiri Reixac 2017). [En línia]. 89 pp. Disponible a Internet: <https://issuu.com/escolamestral/docs/malformacions_en_thh_pvm>

Annex 1. Registre del lliurament de les tortugues de la sèrie JS al CRARC

CRARC
Centre de Recuperació d'Amfibis i Rèptils de Catalunya
Ajuntament de Masquefa

Entitat Col·laboradora de la Generalitat de Catalunya
Centre col·laborador del Servei de Parcs Naturals de la Diputació de Barcelona
Centre col·laborador de la Facultat de Veterinària de la Universitat Autònoma de Barcelona
Centre col·laborador del Servei de Duanes de l'Estat
Centre en conveni amb la Universitat Central De Barcelona
Centre en conveni amb la Universitat de Lleida
Centre en conveni amb La "Fundació la Caixa"
Centre en conveni amb el ZOO de Barcelona

Data de la donació: 19 / 07 / 0 17

Fitxa de lliurament de fauna herpetològica i altres espècies d'animals salvatges

Dades de qui realitza la donació ☒ o dipòsit ☐

Nom Escola Mestral (Josep Mani)

DNI 41.437.401 A

Adreça Camí. Sauson 81.

Població 08980 Sant Feliu Llobr.

Telf. / e-mail. 936661428

Espècie:
1. Testudo
2. hermanni
3. hermanni
4.

Núm. exemplars de cada espècie i sexe:
1. 11.
2.
3.
4.
5.

No s'acollirà cap espècie sense les dades especificades en aquest full, que són imprescindibles per tal de gestionar millor el seu futur. El donant renuncia a qualsevol dret que pogués exigir vers els exemplars lliurats

Espècie autòctona sotmesa a la llei de protecció dels animals 3/1988 de 4 de març ☒
Espècie alòctona (exòtica) regulada pel conveni internacional CITES (Conveni sobre comerç internacional d'espècies amenaçades de fauna i flora silvestre) o altres..... ☐
Espècie afectada pel *Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto*, pel que es regula el *Catálogo español de especies exóticas invasoras*..... ☐

***En cas de devolució dels exemplars de fauna exòtica trobats fortuïtament o comissats que van ser lliurats al CRARC, el propietari pagarà les despeses de manteniment fins a la data de recollida

Data devolució al propietari: / / 0

Nom:

DNI:

Núm. de CITES:

Signatura

Motiu del lliurament

Comís ..... ☐
Assabentar-se de que es tracta d'una espècie protegida no comercialitzable ..... ☐
No poder atendre ..... ☐
Ha crescut massa (espai insuficient) ..... ☐
Malaltia..... ☐
Agressivitat /Conducta indessitjada..... ☐
***Troballa fortuïta..... ☐
Criat / nascut en captivitat..... ☒
Col·laboració en la seva conservació ..... ☐

En el cas de les espècies de fauna exòtica, el CRARC es compromet a donar la millor qualitat de vida possible a l'animal, sigui per inclusió a la pròpia col·lecció, o cessió a altres entitats publiques o privades.

Circumstàncies que varen portar a la seva tinença

***Troballa fortuïta (Lloc i motiu de la troballa)..... ☐

.....

Comprada (Presenta FACTURA I NÚM. CITES): ..... ☐

Regalada (Presenta FACTURA I NÚM. CITES) : ..... ☐

Data aproximada en que va tenir lloc la seva tinença:

Signatura.: El donant

El receptor (Centre d'ingrés)

Instal·lació en que ha/n estat allotjat/s

Terrari ☐ Aquari ☐ Aquaterrari ☐ Box ☐ Bassa ☐ Jardí ☒ Terrat ☐

Altres ..... Durante (tui de cria autoritzada ..... ☐

Aliment que ha/n menjat

Gammarus ☐ Pinso ☐ Carn ☐ Peix ☐ Presa viva ☐ Verdures ☒ Fruites ☒

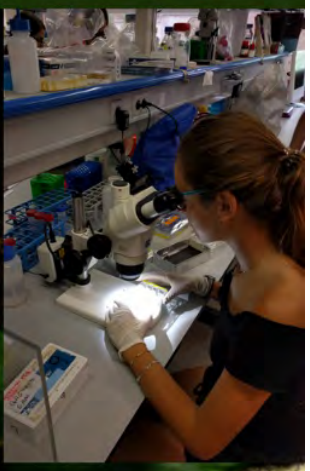
Altres..... ☐

Estat del exemplar/s

Aparentment bo ☒ Presenta lesions aparentment lleus ☐ Presenta lesions greus ☐

CRARC Santa Clara s/n 08783 – Masquefa **Telf:** 937726396 **e-mail:** crarc@amasquefa.com **web:** www.amasquefa.com/crarc

ANNEX FOTOCRONOLÒGIC del
Projecte del *Pati de les tortugues* (curs 2017-2018)



Ariadna Gorriz Muñoz
Sara Jiménez Antúnez
Arnau Ruiz Farrando
Novembre de 2017
Escola Mestral

Pròleg

Des de ja fa uns quants anys, concretament des de l'any 2003, que és quan el *Pati de les tortugues* passa a ser instal·lació col·laboradora del DMAH (Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya), que ara s'inclou en el Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural (DAAM) de la Direcció General de Medi Natural i Biodiversitat, per a la tinença i cria de tortuga mediterrània (*Testudo hermanni*) a l'Escola, es porta a terme un registre de les activitats que s'hi desenvolupen, any rere any, pels alumnes que hi fan treballs de recerca relacionats, independentment del tema del seu treball de recerca concret.

Això, malgrat representa un esforç extra, facilita als alumnes la realització de pràctiques diverses i permet l'existència d'un "fil conductor" de les diferents accions i activitats realitzades al llarg dels anys i sobretot la seva ràpida consulta, per tal d'aprendre dels estudis previs i no repetir aquells ja finalitzats. D'aquesta manera, el *projecte* pot anar enriquint-se i evolucionar, amb la participació de tots els alumnes que en formen part.

Per tal de portar a terme aquest registre es fa servir una metodologia molt senzilla, però eficaç, consistent en dues eines, una basada en l'antiga llibreta de camp (transformada actualment en un arxiu compartit al *Dropbox*) on cada alumne hi anota les diferents activitats que va realitzant i les idees que se li van acudint, relacionades amb el seu treball de recerca) i una de més moderna, la fotografia digital. Aquesta última esdevé, més enllà del seu valor gràfic, una eina molt útil per el registre de tasques i esdeveniments de caire cronològic, perquè queda tot enregistrat en les *metadades* que acompanyen a tot arxiu electrònic (data i hora, a part de totes les dades dels paràmetres fotogràfics de la captura realitzada).

Tant les fotografies com els comentaris del document fotocronològic les fem sempre entre tots, però la principal responsabilitat de l'edició digital (agrupació fotos de tres en tres...) i muntatge final de les fotografies tradicionalment recau en l'alumne que fa el seu treball de recerca de fotografia. Això és el que ha passat en 9 dels últims 10 anys, en què ha coincidit que un dels tres treballs relacionats amb el projecte era de fotografia (el curs passat no n'hi havia cap, però en l'anterior eren dos). Aquest any tornem a la norma. D'aquesta manera es manté viva aquesta eina de consulta i de registre d'accions que resulta tan útil a qualsevol alumne interessat en entrar a formar part del projecte del Pati de les tortugues o del projecte Treballant la fotografia de l'Escola.

Josep Marí

1. Actualització del banc de dades del projecte *Pati de les tortugues*

1.1 Dades de pes i biomètriques de les tortugues

Es continua el seguiment del registre periòdic de pes de les tortugues adultes (tant del període actiu com durant la hibernació) i juvenils que estan en estudi. Aquestes dades es van incorporant, en format Excel, a la base de dades iniciada el 4 de novembre de 2005. També es guarda un registre de les dades de pes i biomètriques de les tortugues nascudes a l'escola (i també dels ous). Aquests arxius es van actualitzant periòdicament, per a possibles estudis posteriors a més llarg termini i també per a fer consultes per als actuals (treball de recerca d'Arnau Ruíz).

1.2 Registres de dades ambientals

S'enregistren els valors de temperatura de diversos indrets (a nivell de superfície i a nivell d'on s'enterren les tortugues per a hibernar i a nivell dels ous de les incubadores). Aquestes dades són enregistrades periòdicament de forma intermitent (des de desembre de 2004) amb enregistradors *DataLogger Escort* i guardats en una carpeta (*MyLogger Data*) i *Lascar_USB* que es va actualitzant amb els treballs de recerca dels últims anys, per tal de poder ser utilitzades en qualsevol moment en treballs actuals (Arnau Ruíz) o futurs. Els fitxers de dades es guarden en el format original (editables amb el programa *EscortConsole o EasyLog*) i també en format full de càlcul (*Excel*).

1.3 Lliurament al CRARC d'exemplars nascuts a l'escola

Fa uns anys s'havien fet alliberaments (al massís del Garraf i a la serra del Montsant) de tortugues nascudes a l'escola, perquè eren tortugues que havien format part d'estudis relativament llargs (procés d'ossificació de la closca, hibernació/no hibernació, creixement...), les hem tingut alguns anys a l'escola i ja havien assolit les mides mínimes per ésser alliberades. Des de fa quatre anys els estudis en juvenils només són necessaris el primer any de vida i, per altra banda, ens neixen molts exemplars cada any i no els podem mantenir a l'escola, de manera que les portem al CRARC, en la visita anual que es fa a l'estiu (juliol o agost), perquè es quedin ja allí fins el moment d'ésser alliberades.

1.4 Introducció de planàries al bassal del Pati de les tortugues

Aquest any és el segon consecutiu que es dedica un treball monogràfic a les planàries i un dels objectius és el de comprovar alguns aspectes de caire ecològic encetats amb el treball anterior. Per això es faran tant estudis de camp, recollint exemplars de diversos indrets de Catalunya i analitzant diversos paràmetres de l'aigua (conductivitat, temperatura i pH), com de laboratori (una part al Departament de Genètica de la Facultat de Biologia, gràcies a la col·laboració d'un exalumne, Eudald Pascual, que serà co-tutor del treball (treball de recerca de Sara Jiménez).

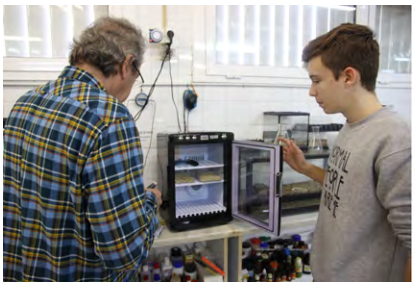
1.5 Document fotocronològic

Es continua portant a terme un registre fotogràfic de les principals tasques i accions realitzades pels alumnes durant el període que dura el seu treball de recerca, ordenades cronològicament, en el mateix format d'anys anteriors (agrupaments generalment de 3 fotografies). Les explicacions del document es fan entre tots, però la responsabilitat de la part fotogràfica i el muntatge final recau, sobretot, en la persona que realitza el treball de recerca de fotografia (treball d'Ariadna Gorriz).

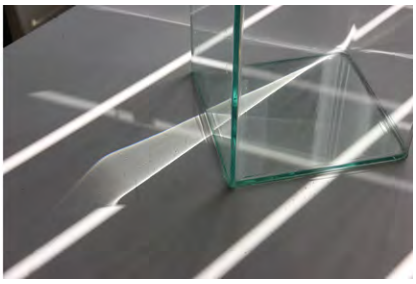
01/02/2017 Avui l'Ariadna Górriz, la Sara Jíménez i l'Arnau Ruiz, comencem oficialment el treball de recerca amb el nostre tutor, Josep Marí. L'Ariadna fa el seu treball de fotografia macro, la Sara farà recerca sobre les planàries amb un tema que és continuació d'un del curs passat, també codirigit per Eudald Pascual, i l'Arnau sobre la tortuga mediterrània, concretament sobre un nou sistema d'incubadores i continuar l'estudi de les malformacions. Obrim un grup de WhatsApp entre els cinc i també un grup compartit al Dropbox, que deixem instal·lat a l'ordinador del laboratori de biologia.

15/02/2017 El Marí demana a l'Ariadna que faci un minireportatge dels preparatius del muntatge d'una caseta per parvulari. La faran els propis pares sota la direcció del Joan serrat (arquitecte i professor de dibuix) i de la exalumna Aida Artiz, arquitecte i mare de parvulari. També acompanyarà al Roger Ferraz i al Xavi Taulé (alumnes de 2n de Batxillerat) que buscaran el lloc ideal per fer un *time-lapse* del procés de muntatge el dia de la construcció. Decideixen que s'haurà de fer des del terrat, perquè les lames de les finestres del primer pis dificulten la visió del conjunt.

17/02/2017 L'Arnau posa en marxa una de les dues incubadores noves (aquesta de la marca ExoTerra) que provarà amb el seu treball, juntament amb les Jaeger que hi havia a l'escola (més informació en el TR de l'Arnau Ruiz.

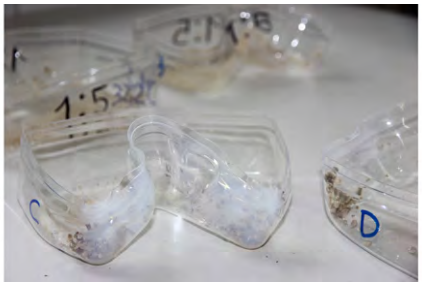


La Sara es posa a rentar l'aquari per les planàries i es dona compta massa tard que no es pot utilitzar sabó (no va bé per les planàries). Ho esbandeix molt bé i després, amb l'ajuda de l'Arnau, ho repassa tot amb un paper impregnat d'alcohol. Un cop ben net l'Ariadna es fixa com incideixen els raigs de llum i el seu efecte en travessar el vidre i hi veu una foto matemàtica. En fa moltes, variant la posició del recipient de vidre en relació als raigs incidents.

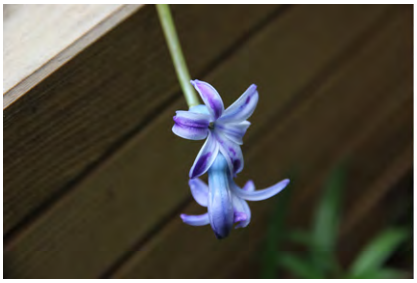


03/03/2017 Avui fem un intensiu a l'escola, cadascú amb el seu tema. La Sara acaba de fer el muntatge de les instal·lacions per les planàries, posant filtres i tubs flexibles nous als aquaris dedicats i estudiant les claus de pas i la inclinació del tub perquè brolli aigua. També agafa aigua del bassal per posar a l'aquaterrari.

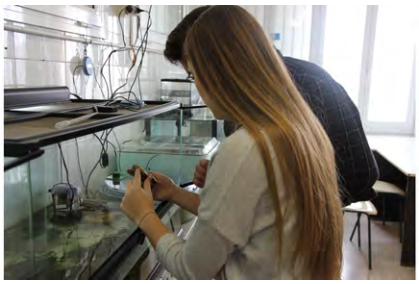
Per una de les primeres proves de les incubadores es necessitava disposar del substrat (vermiculita) ben sec. Per això es van posar 6 caixes de Ferrero Rocher, amb una determinada quantitat de vermiculita a l'estufa de cultiu per tal de dessecar-la (a 80 °C fins pes constant). El que no ens esperàvem és que el plàstic de les caixes es deformés a aquesta temperatura. La vermiculita dessecada la vam poder utilitzar, però amb caixes de Ferrero Rocher noves.



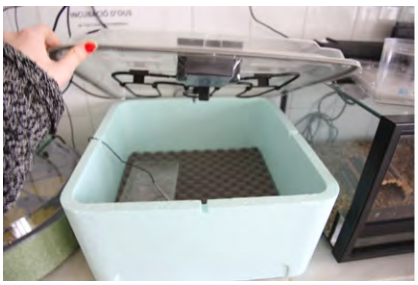
L'Ariadna va practicar amb els objectius macro amb alguns detalls del Pati de les tortugues, sobretot amb algunes flors (dels bulbs que havíem plantat a l'hivern) que es començaven a obrir.



Aquesta mateixa tarda va venir l'Eudald per ensenyar a la Sara com buscar les planàries (al bassal i a l'aquaterrari) i per comprovar el muntatge de l'aquari del laboratori per les planàries.



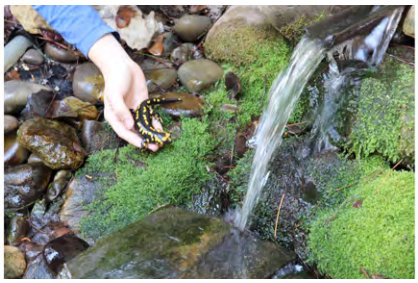
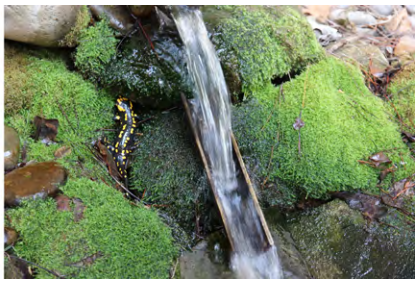
Fa uns dies ens havia arribat la segona incubadora nova (model Reptibator de la marca Zoomed), que és molt semblant a la Jaeger, però molt més alta. Introduïm dues caixes d'incubació amb vermiculita amb dues proporcions diferents d'aigua (1:4 i 1:5; aigua:vermiculita) en cada un dels tres models d'incubadores i a una mateixa temperatura (més informació en el TR de l'Arnau). Revisem les piles dels dataloggers i substituïm les que estan gastades.



L'Ariadna segueix practicant amb el macro i està veient que enfocar bé costa molt més amb la rèflex de format complet. Avui ha descobert la flor d'hivern, una planta que floreix a l'hivern i que ha pogut comprovar (consultant els documents fotocronològics d'anys anteriors) que fa molts anys que es fotografia a l'Escola.

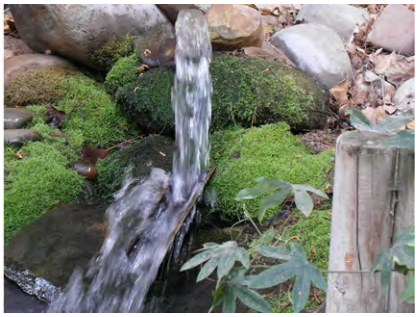
17/03/2017 Avui, a l'acabar les classes de la tarda, uns alumnes de biologia de 2n de Batxillerat han vist la serp d'aigua al bassal del Pati de les tortugues i han baixat per tal d'intentar atrapar-

la (perquè s'ha fet una mica gran i perillen els amfibis petits). No ho han aconseguit, però han trobat la salamandra (a sota de les caixes on hibernen les tortugues juvenils). Feia molt temps que no s'havia vist i té molt bon aspecte, senyal que amb el que troba pel pati s'alimenta bé. El Guillem Bosch la deixa a prop del brollador de la petita cascada del bassal.

L'Ariadna, a part del reportatge de fotos de les activitats, continua practicant amb la modalitat que més li agrada de fotografia, la macrofotografia. I ha trobat un detall en una fulla d'ametller que li ha cridat l'atenció. Segons el Marí es tracta d'un fong paràsit que deforma les fulles (d'aquí el nom específic del nom científic: *Taphrina deformans*) i que es molt freqüent en els arbres del gènere *Prunus*. L'Arnau i la Sara han anat a prop de l'hortet del pati de secundària per agafar plantes amb arrel per trasplantar al terrari exterior, perquè hi hem posat una tortuga juvenil que ja estava desperta i no hibernava; la resta estan hibernant, però creiem que aviat despertaran perquè les temperatures mitjanes ja s'acosten als 15°C, moment en què hem llegit que solen despertar de la hibernació.

24/03/2017 Pesem les tortugues que encara estan hibernant. Observem que estan totes dormides (les temperatures aquests dies han baixat de cop) i, amb l'ajuda del Pol, netegem els filtres de les bombes hidràuliques. Ara l'aigua brolla amb més força.



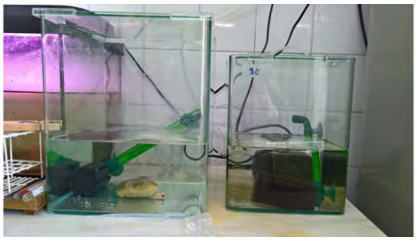
28/03/2017 Trobem que les tortugues juvenils ja estan totes despertes, les posem amb aigua perquè beguin i s'hidratin bé i les traslladem al terrari exterior, que ja teníem preparat de la setmana passada. Les pesem després de beure (hem oblidat fer-ho abans de posar-les amb

aigua, per tant les dades de pes finals de la hibernació s'hauran de considerar les últimes agafades abans d'aquesta data).

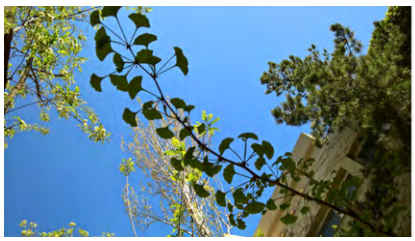
30/03/2017 Acaba la prova de dessecació del substrat de les caixes d'incubació de les incubadores i observem que la humitat relativa de l'interior de les incubadores és molt baixa. Afegim una mica d'aigua (uns 50 cm^3) al fons de les incubadores Jaeger i Reptibator i tornem a col·locar les caixes amb el substrat i els enregistradors (més informació en el TR de l'Arnau).

31/03/2017 Ens adonem que l'enregistrador H7 de la incubadora reptibator es va quedar fora, ens el vam deixar ahir quan els vam treure per posar aigua a sota l'espuma. Ho anotem a les observacions del full de pesades (per tenir-ho en compte a l'hora d'interpretar les dades) i el tornem a introduir a dins de la caixa d'incubació de l'interior de la incubadora.

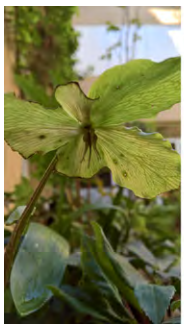
12/04/2017 Avui dediquem tot el matí als nostres treballs i a deixar preparat tot el necessari per les vacances de setmana santa. L'Arnau afegeix una mesura d'aigua (un pot preparat per fer la proporció 1:4, aigua:vermiculita, d'uns 220 cm^3) al substrat de cada incubadora (ara ja molt sec) per veure com influeix en el registre d'humitat relativa, sense afegir aigua al fons de les incubadores, com s'havia fet anteriorment. La Sara alimenta (amb fetge) les planàries; els hi deixa tot el matí.

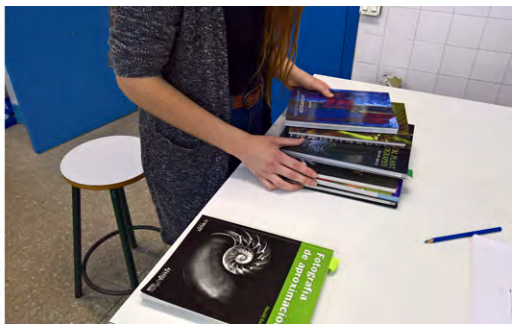


Els arbres caducifolis del pati ja tenen les fulles desenvolupades (excepte l'àlber, que les té incipients). Trasplantem algunes plantes de l'hortet (plantatge i dent de lleó) al terrari exterior i també els donem un suplement (també a les grans) perquè tinguin suficient menjar durant les vacances.



Encara queda alguna flor d'hivern (*Helleborus*), però el que més es veu són les flors de les bulboses que havíem plantat a l'hivern. L'Ariadna s'encarrega de fotografiar-les i el Marí li deixa un bon grapat de llibres de macrofotografia perquè se'ls emporti a casa.





25/04/2017 Avui, després del període de vacances, amb l'ajuda dels demés companys de Biologia, dediquem una estona a facilitar la hidratació de les tortugues juvenils.

26/04/2017 Es descarreguen les dades dels dataloggers Escort i EasyLog de les proves realitzades amb els tres tipus d'incubadores i s'inicia la última prova amb dues incubadores del model escollit (Reptibator). S'han posat les sondes dels dos dataloggers Escort (T4 i T3) de doble sonda tèrmica, de manera que la sonda esquerra de cada enregistrador es situaria a dins de les caixes d'incubació de la incubadora de l'esquerra (incubadora 1, amb tractament a 32,2°C) i la sonda dreta de cada enregistrador, a les de la incubadora de la dreta (incubadora 2, amb tractament de 31,5°C). A més a més, a l'interior de cada incubadora hi ha dos termohigròmetres, un de la marca Escort (situat a sobre de l'esponja del fons de la incubadora i un de la marca EasyLog situat a l'interior d'una caixa d'incubació, a nivell d'on es situaran els ous). S'han omplert amb aigua les ranures de la base de cada incubadora (uns 300 cm^3) i s'ha humitejat l'esponja i s'ha espremut. Després s'han posat dues caixes d'incubació (Ferrero-Rocher) amb vermiculita (proporció 1:4), deixant-les destapades. Hem comprovat que perquè a nivell dels ous hi hagi la temperatura desitjada (32,2°C i 31,5°C) els selectors de les incubadores s'han d'ajustar a 36°C i a 34,5°C, respectivament (més informació en el TR de l'Arnau).

30/04/2017 Avui a la Rambla de Barcelona hi ha una desfilada de barrets i el Marí va dir a l'Ariadna que era una bona ocasió per fer pràctica de fotografiar a la gent sense que sigui un problema (ja que no es pot anar pel carrer fent fotos a la gent...). Hi havia barrets de tot tipus i alguns de molt originals.

04/05/2017 Avui hem de fer una explicació de les tortugues de l'escola als nens de 4t de Primària, com ja és habitual que siguin els alumnes que fan el treball de recerca relacionat amb el Pati de les tortugues els encarregats de fer-ho. El Marí no hi és (és de colònies a les Planes de Son) però ens ha deixat algunes instruccions. Ho fem a l'hora que teníem classe amb ell, de manera que també ens hi poden ajudar els companys de biologia. En primer lloc els hi ensenyem, des

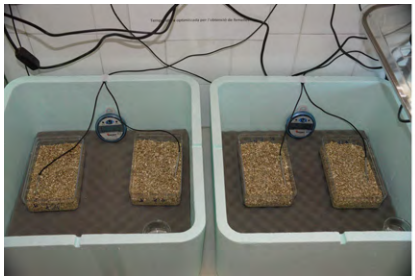
de dins del pati, les tortugues grans, on hibernen les grans i les petites del pati i altres detalls mentre ells ho miren des de dalt i ens fan bastantes preguntes.

Després anem al laboratori i els hi ensenyem les tortugues petites nascudes l'estiu passat i que fa poc temps han despertat de la hibernació. Els nens han mostrat molt d'interès i nosaltres ens ho hem passat molt bé. A més, les mestres ens han dit que ho havíem explicat tot molt bé.

12/05/2017 La Sara comença a fer persecucions fotogràfiques de petits organismes, sobretot d'aranyes. També ha fet un llarg reportatge de com menjaven pastanaga les tortugues grans.

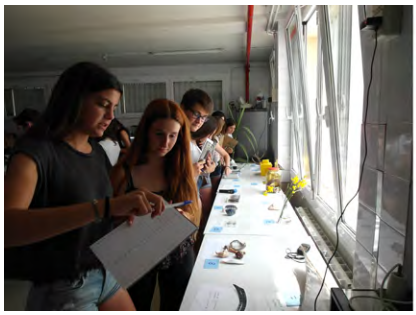
18/05/2017 El Marí li demana a la Sara que faci un reportatge de les flors dels clavells d'aire perquè és la primera vegada que fan flor al pati. També li diu que busqui informació d'aquestes plantes epífites.

20/05/2017 Aviat les tortugues faran les primeres postes, de manera que preparem les incubadores amb el substrat definitiu, descarreguem les lectures dels dataloggers i fem una revisió de la càrrega de les piles (més informació en el TR de l'Arnau).



06/06/2017 Observem a la tortuga mitjana fent niu. És la segona posta de la temporada i la segona de la tortuga mitjana (de la tortuga gran encara no n'hem trobat cap). L'Ariadna ha de fer una activitat amb llums amb els nens de P4, la classe dels astronautes. La idea és que cada nen es pugui encerclar el cap amb un llum i si pot ser dibuixar una estrella davant el seu cap. Per això va demanar als companys de classe si es podien quedar una estona a última hora per fer unes proves de temps d'exposició. De fet, ja hi teníem certa experiència perquè gairebé tots els que érem aquí ho havíem practicat a les colònies de 3r d'ESO a les Planes de Son, com activitat de fotografia nocturna. Aviat ens vam adonar que dibuixar estrelles resultaria massa complicat pels nens i vam fer proves amb cercles de llum al voltant de la cara.

09/06/2017 Avui és l'examen de *VISUM* de 3r d'ESO, que l'ajudem a posar, vigilar i corregir els alumnes de biologia de 1r de Batxillerat.

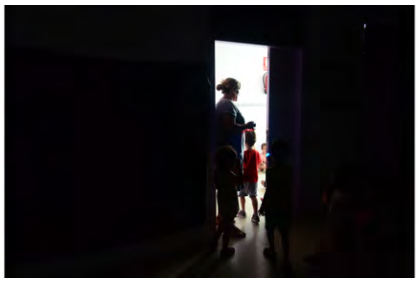


14/06/2017 Avui ens ha arribat el material viu per atacar el pugó mitjançant lluita biològica, "sembrant" larves de marieta de dos punts (*Adalia bipunctata*). Fem una inspecció per totes les zones amb vegetació de l'escola per detectar els llocs on hi ha més pugó. L'Ariadna ha agafat una càmera amb macro per captar els detalls, tant del pugó com d'altres petits organismes, entre els quals una petita aranya saltadora molt curiosa.

Observem que hi ha diverses espècies de plantes amb pugó, però les més atacades són els brots tendres de la robínia i de la ginesta. Posem caixetes amb larves de marieta a diversos indrets de l'escola. En total hem alliberat unes 200 larves de marieta.

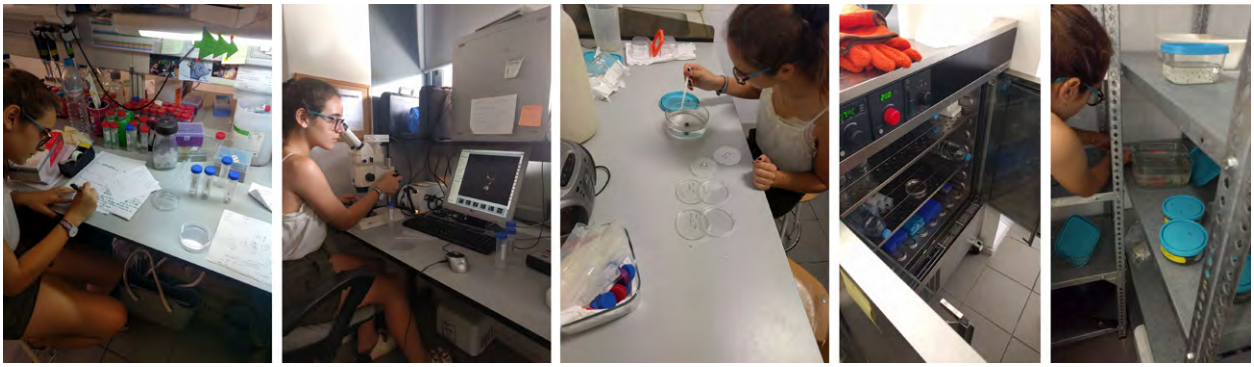
Al tornar al laboratori observem que la tortuga gran està fent niu; és la tercera posta de la temporada, però la primera d'aquesta tortuga, almenys la primera que hem trobat. Alguns alumnes de Biologia participen en la recollida i tramitació dels ous fins a la incubadora.

15/06/2017 Activitat de llums amb els nens de P4. En primer lloc els portem al passadís de la biblioteca on hi ha alguns pòsters d'aquests tipus de fotografies fets a les Planes de Son perquè vegin que s'ha d'estar a les fosques. Després anem a l'aula D (que es pot enfosquir) i els anem cridant en petits grupets, amb l'ajuda de les mestres. L'Ariadna és l'encarregada de fer les fotos i la Sara prepara els nens i els hi dóna els llums.



En poc més d'una hora tots els nens han fet un dibuix lumínic i, fins hi tot, han aconseguit dibuixar amb llum les lletres de la paraula "Astronautes" per la portada del projecte de classe.

26/06/2017 És el primer dia de la Sara al departament de Genètica a la facultat de Biologia de la Universitat de Barcelona. L'Eudald té dos projectes per portar a terme: Amputació de diferents parts del cos (cap, tronc i cua) de diferents planàries i veure la seva regeneració i, fer una hibridació *In situ* amb diferents marcadors per diferenciar i marcar unes cèl·lules específiques.



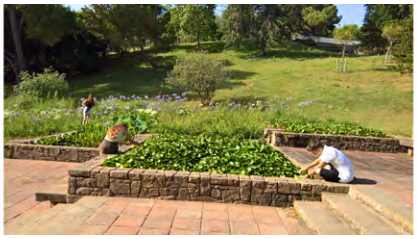
29/06/2017 L'Ariadna dedica una bona estona a fer fotografia macro al Pati de les tortugues i la Sara comença avui un experiment amb planàries de 4 espècies diferents i compta els individus de cada espècie que posa a l'aquari de planàries, a l'aquaterrari i a la càmera Exoterra (més informació en el TR de la Sara).

30/06/2017 El Marí demana a l'Ariadna que reprodueixi uns projectes de macrofotografia que surten a una revista de fotografia.

07/07/2017 Sortida als jardins de Mossèn Cinto Verdaguer de Montjuic perquè el curs passat es va descobrir que hi havia moltes planàries en les fulles dels nenúfars dels nombrosos estancs. En la sortida del curs passat es va observar que hi havia més planàries a última hora de la tarda

que al mig dia, i més en les zones on donava l'ombra que a ple sol. A més a més, es va observar que hi havia alguns exemplars al llarg del pecíol de les fulles i es va fer la hipòtesis d'una migració vertical de les planàries, que de dia baixaven cap al fons i que al vespre i a la nit tornaven a pujar pels esmentats pecíols. Per això nosaltres arribem bastant d'hora, a les 9 del matí (en teoria la zona d'accés s'obre a les 10 del matí). Ho hem trobat obert i ens adonem que el sol ja està bastant alt a aquesta hora aquesta època de l'any. Malgrat tot és bastant d'hora i tenim l'esperança de trobar molts exemplars de planàries. Venim equipats amb instruments de mesura, observació i recol·lecció de planàries (conductímetre, tubs falcon, pinzells, termo...) i una càmera rèflex amb objectiu macro. La Sara i l'Arnau ens dediquem a les planàries i l'Ariadna a la fotografia.

En primer lloc fem unes primeres observacions i observem que als estancs de la part esquerra (en sentit oest, escales amunt) n'hi ha moltes menys que als de la part dreta.



També hem comprovat que n'hi ha més quantitat on l'aigua té una mica de moviment. Una altra observació que hem pogut fer es que hi ha algunes planàries al pecíol de les fulles (potser és certa la hipòtesi del Quim), però això només ho hem vist en les basses que tenien sol i ombra (per arbres propers), els de la part dreta pujant les escales (sentit O-NO, més o menys). El Marí li ha demanat a la Sara que anoti molt bé (li ajuda l'Arnau) quines basses es prenen les mesures amb el conductímetre i també que es fixi on es troben més planàries (més informació en el TR de la Sara).

L'Ariadna està descobrint un indret fantàstic per fer fotografia macro i ho està aprofitant. També fem algunes fotografies amb un smartphone, però la majoria es fan amb la Nikon D610 i objectiu macro sigma de 105 mm (va bé que sigui macro llarg perquè permet disparar a més distància sense que s'espantin tant els animals). La flor de loto (nenúfar gegant) de color blanc és impressionant i el fruit (encara verd) molt curiós.

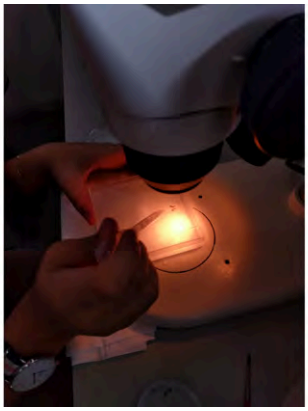
El Marí li ha demanat a l'Ariadna que aprofiti aquest indret també per practicar la composició fotogràfica, jugant amb el desenfocament.

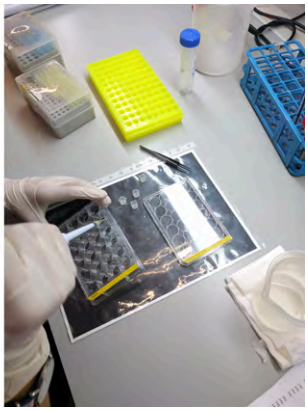
Hi ha diversos tipus de libèl·lules però es mouen molt. També hem vist que hi ha una gran proliferació de dàfnies (zooplàncton), que hem intentat fotografiar.

La Sara i l'Arnau han pres mesures de temperatura, pH i conductivitat dels indrets on hem agafat mostres, en 7 basses concretament; en dues d'elles s'han pres les mesures en dos indrets: a prop de la zona on queia un rajolí d'aigua (procedent de la bassa d'un nivell superior) i a l'extrem més allunyat d'aquest punt, on no hi ha moviment d'aigua. Després posem els falcons amb les planàries i també els falcons amb dàfnies als termos i anem cap a l'Escola.

Un cop arribem a l'escola separem les planàries en diferents plaques de petri, una per cada falcon que conté planàries. Ens adonem que hi ha dos individus de color vermellós (un més que l'altre) i l'Ariadna els fa diferents fotografies per, més tard, fixar-nos en els petits detalls. Trobem que hi ha molts exemplars de *Smidchtea polychroa* i també bastants de *Girardia tigrina.* (més informació en el TR de la Sara). La Sara fa el recompte de les planàries posades a l'aquari i a la càmera Exoterra la setmana passada.

11/07/2017 l'Eudald instrueix a la Sara i l'ajuda a familiaritzar-se amb el material del laboratori i les instal·lacions.



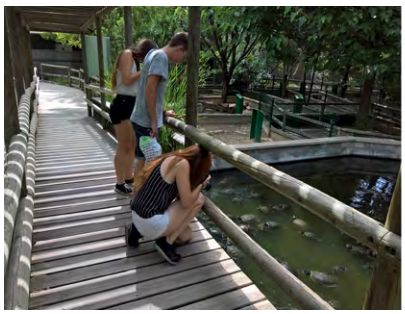
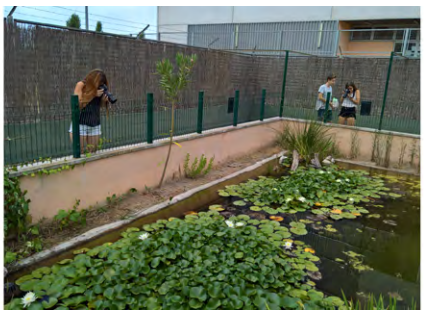


A part, continuen avançant en els 2 projectes: fan fotografies de les planàries tallades horitzontalment amb determinats dies de regeneració i, comencen a preparar els animals per la hibridació amb les diferents cadenes complementàries (sondes) amb la solució Prehybe a 56°C durant 2 hores per evitar unions inespecífiques.

19/07/17 Visita anual al CRARC. Abans de marxar fem una fotografia de les tortugues que lliurarem en visió dorsoventral i també ventrodorsal, per mostrar que totes presenten la coloració fosca típica de l'espècie.

Hem arribat al CRARC i el Marí ens ha presentat al Joaquim Soler (Director tècnic del CRARC), que ens ha dit on havíem de deixar les capses amb les nostres tortugues fins que ens avisessin per la pràctica del curs. Com no havíem estat mai al CRARC cap de nosaltres tres, ens ha dit que féssim una visita per les instal·lacions, però abans hem anat a esmorzar, a l'entrada, perquè la zona de pícnic era ocupada per una escola.

Hem vist les tortugues de Florida (molts exemplars junts) i les grans instal·lacions dedicades a les tortugues mediterrànies (les protagonistes del CRARC, sens dubte).

Hem estat una bona estona observant i fotografiant libèl·lules i també les tortugues de rierol. Les petites tenen un nedar molt curiós, fent un xip-xap força sorollós que hem trobat molt divertit.

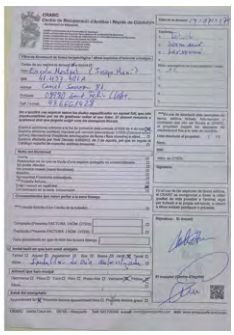
Ens criden i passem al laboratori amb les nostres tortugues. L'Albert ens ensenya per pantalla uns protozous paràsits (no de les nostres tortugues) i fa una explicació d'altres elements que es poden observar en una mostra d'excrements. Després parlem una estona dels nostres treballs i el Marí li entrega dos treballs del curs passat i els comenta una mica, quedant per parlar-ne més tard perquè el Marí li diu a l'Albert que creu que hi ha material per començar a preparar dues publicacions més, una sobre hibernació de tortugues juvenils (treball de Ferran Jiménez) i una altra sobre malformacions (treball de Pau Vilaseca). L'Albert aprofita per explicar que les malformacions són molt freqüents en els rèptils i ens ensenya una tortuga mediterrània de dos caps nascuda al CRARC.

A continuació passem a una altra sala per fer una ecografia de les tortugues. Ens diu que a la mitjana no se li veu res, però que la gran sembla que té fol·licles involucionant, és a dir, que els està reabsorbint. Li comentem que només hem trobat una posta d'aquesta tortuga i que normalment en fa dues o tres i també li hem dit que aquest estiu a l'escola hem tingut (i tenim) obres a la cuina, que està al costat del Pati de les tortugues i que els operaris han treballat bastants dies amb el martell pneumàtic. És molt possible que s'hagin estressat i com a conseqüència hagin fet menys postes. Finalment, l'Albert injecta la dosi necessària d'antiparasitari a les nostres tortugues.

Com ens havíem quedat a mitges de la visita, després del laboratori l'hem continuat per l'exterior i també per l'interior del recinte.

Hem vist alguna cosa curiosa, com una serp albina que passava per sobre d'una tortuga o una petita tapa que fa ombra a una instal·lació de tortugues mediterrànies i hi estaven totes a sota.

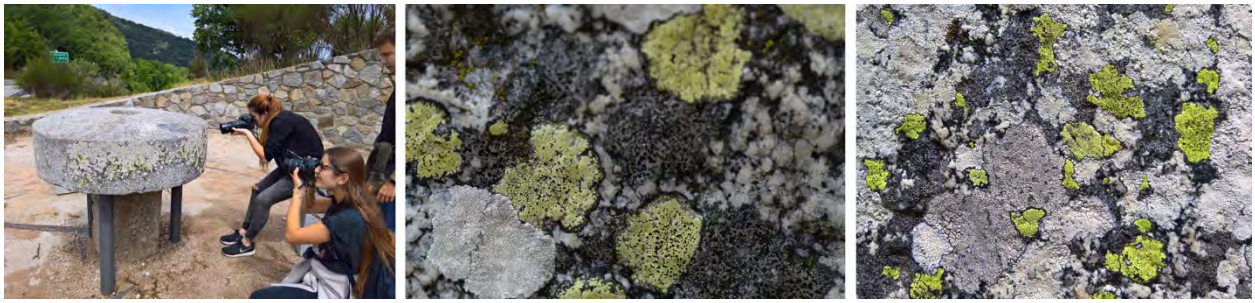
Per últim anem a un indret que representa un tros de selva tropical amb molta vegetació i humitat elevada en la que, en teoria, hi ha dos camaleons, però hi hem estat una bona estona buscant i no n'hem trobat cap. Després hem anat a buscar les nostres coses i les tortugues grans i hem vist que l'Albert estava fent una necròpsia d'una tortuga als integrants del curs de rèptils. Abans de marxar hem recollit el justificant d'haver lliurat les tortugues.



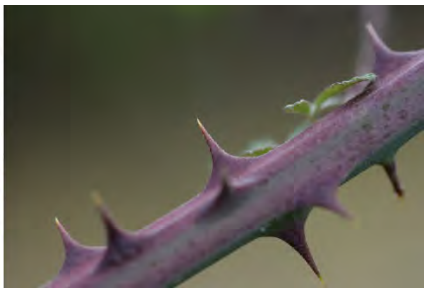
25/07/2017 Neixen A1 i A2. Ja feia un parell de dies que estaven els ous una mica esquerdats, però segurament no han volgut sortir fins que han reabsorbit tot el vitel. La A1 presenta absència de placa nucal.

26/07/2017 Fem una sortida al massís del Montseny amb l'objectiu de realitzar fotografia biològica d'aproximació i macrofotografia en un indret natural i també per observar i fotografiar planàries en el seu hàbitat. El Montseny no està gaire lluny i té ambients molt diversos, per això és un dels llocs escollits pel nostre tutor. Fem la primera parada a Sant Marçal i el Marí ens ofereix una càmera a cadascú perquè anem fotografiant allò que ens cridi més l'atenció, però l'Arnau diu que prefereix tenir les dues mans lliures.

La Sara utilitza una rèflex amb objectiu zoom curt i l'Ariadna una rèflex de format complet amb un objectiu macro de 105mm i també fa servir, de tant en tant, una compacta i un smartphone. Per comparar la profunditat de camp de les diferents càmeres fotografia una mateixa superfície plena de líquens amb càmera rèflex i objectiu macro i amb un smartphone (més informació en el TR de l'Ariadna).



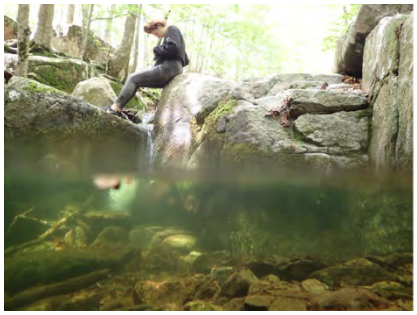
Però el que realment li interessa més és fotografiar amb l'objectiu macro, que és relativament llarg de focal i pot situar-se a certa distància dels insectes abans d'espantar-los. A més a més, com és un indret tan assolellat es pot disparar a velocitat d'obturació altes.



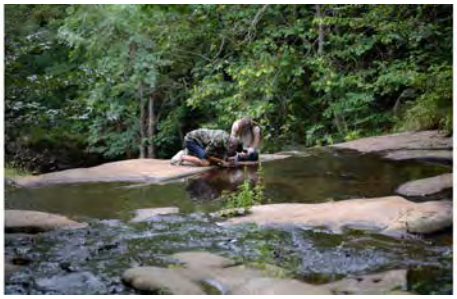
Deixem el descampat de San Marçal i ens endinsem en la fageda de Santa Fe, aquí tot és molt més fosc. Arribem al rierol i la Sara i l'Arnau troben les primeres planàries i prenen mesures de diversos paràmetres de l'aigua del rierol (Més informació en el TR de la Sara), mentre que l'Ariadna i el Marí fan proves d'il·luminació amb una llanterna LED molt potent, intentant fotografiar ous de tritó i "casetes" de tricòpter, entre altres motius.

El Marí demana a la Sara que intenti identificar la única espècie de planària que hem trobat en aquest rierol d'aigua freda, fent servir guies de camp i un article de planàries de la Península Ibèrica, que hem agafat del laboratori de l'escola aquest matí abans de sortir. La Sara la identifica com *Polycelis felina*. En un dibuix es veu com aquesta espècie té múltiples ulls molt petits en la meitat anterior del seu cos, aleshores el Marí li posa un repte fotogràfic a l'Ariadna. Consisteix en aconseguir fer una fotografia tan ben enfocada d'aquest animal, que a l'ampliar la imatge es puguin distingir els ulls, i si pot ser en més d'un exemplar. Tot això a pols, és a dir, sense utilitzar trípode (més informació en el TR de l'Ariadna).

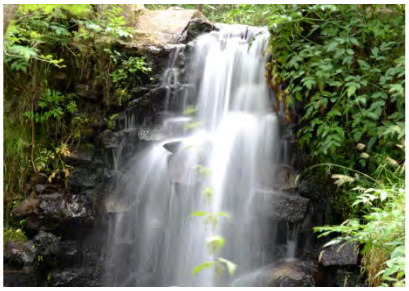
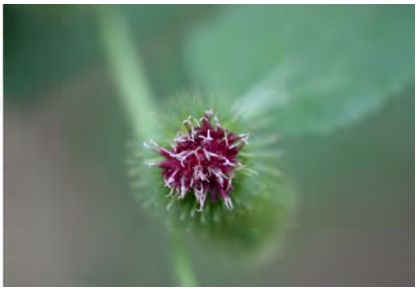
Avui també hem provat una càmera submarina (una Olympus TG-4) i l'hem utilitzat en dos indrets, en el rierol abans esmentat, on hem pogut fotografiar ous de tritó i larves de tritó del Montseny o de salamandra.



I també a la sortida del pantà de Santa Fe, on l'aigua no és tan freda i té altres característiques. Aquí hi hem trobat molts cap grossos de granota roja. Aquesta càmera es pot controlar a través del mòbil amb l'aplicació *Olympus Camera Remote*, però perquè funcioni es necessita tenir bona cobertura WiFi i en aquest indret no en teníem. L'Arnau i la Sara també han trobat planàries, però d'una espècie diferent a la d'abans (més informació en el TR de la Sara), i una granota roja molt petita.



L'Ariadna, que ha portat el trípode, dedica una bona estona a fer fotos de la petita cascada variant la velocitat d'obturació i després, pel camí de tornada cap al cotxe continuem fent algunes fotos amb poca profunditat de camp (fruits amb ganxos, agalles en fulles de faig...).

Arribem al cotxe i al voltant del pàrquing hi ha plantatge de fulla ampla. Aquesta planta és una de les preferides de les tortugues i n'agafarem de petites per trasplantar al Pati de les tortugues de l'escola. El Marí diu que ja les agafarà ell i que mentrestant nosaltres anem a veure els joves exemplars de sequoies que hi ha al costat i que comprovem que tenen una escorça esponjosa.

Són uns arbres enormes i molt rectes. Realment l'escorça és molt esponjosa, li pots donar un cop i no et fas mal.

Quan pujàvem aquest matí ens ha sobtat molt que hi havia uns arbres que tenien mitja soca com pintada, de color vermellós, molt llampant. El Marí ens ha explicat que es tractava d'alzina surera i que això que es veia era el tronc sense la capa de suro. Cap dels tres ho havíem vist mai i ho hem trobat molt curiós. Aleshores hem quedat que en baixar ens aturaríem per veure-ho de prop i fer-hi unes fotos. Precisament, l'Ariadna ha fet fotos amb els tres tipus de càmeres, com en el cas dels líquens, però aquí, al tractar-se d'una superfície més corbada, el tema de la profunditat de camp és més crític (més informació en el TR de l'Ariadna).

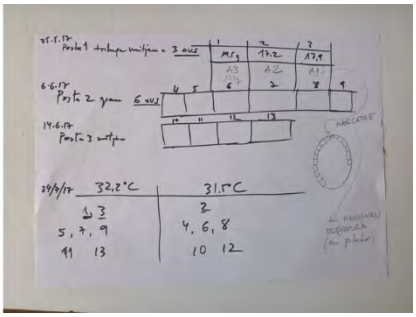
Arribem a l'escola a tres quarts de 8 del vespre, la Sara revisa que estiguin bé les planàries que hem portat (a dins dels termos), pren mesures de la seva llargada sobre paper mil·limetrat i després les distribueix en els diferents indrets (càmera ExoTerra, aquari de les planàries, aquaterrari) (Més informació en el TR de la Sara). Després baixem les bosses amb el plantatge al Pati de les tortugues, però no les trasplantem perquè ja és molt tard (hi posem una mica d'aigua a l'interior de les bosses perquè les plantes no s'assequin). Marxem a les 9 del vespre.

27/07/2017 Al matí plantem el plantatge de fulla ample procedent del Montseny al voltant de la zona de vegetació semiprotegida. Per la tarda el Marí va a comprar planter a Planters i verdures Barrau de Cabrera de Mar per posar a la zona de vegetació semiprotegida. Ens informa que un altre ou s'està esquerdant (l'ou nº1).

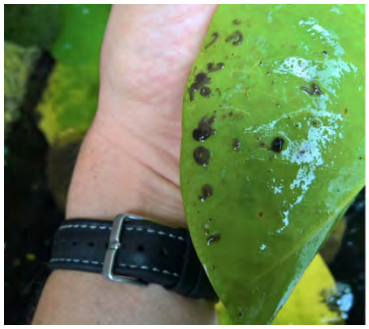
28/07/2017 Neix la tortuga A3 (presenta una duplicació de placa vertebral). Plantem al Pati de les tortugues la major part dels exemplars de planter procedent de Cabrera de Mar.

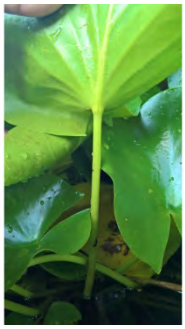
Ens reservem una part per anar posant al terrari del laboratori. L'Ariadna fa moltes fotografies d'un briòfit molt curiós (*Marchantia polymorpha*) pel seu tipus de reproducció (més informació en el TR de l'Ariadna); després també el posem en uns indrets molt humits del costat del brollador i de la cascada per veure si agafa bé. També fa moltes fotos de la dent d'ou de les tortugues petites, però es belluguen molt.

30/07/2017 Es preparen les incubadores (es deixen una mica obertes) perquè el dia 1 d'agost està previst que hi hagi un tall de llum durant tot el matí. També es deixa un full explicatiu amb les anotacions que cal fer dels propers naixements, així com el codi de marcatge, ja que és molt important saber de quina de les dues incubadores és cada tortuga que neix (més informació en el TR de l'Arnau).

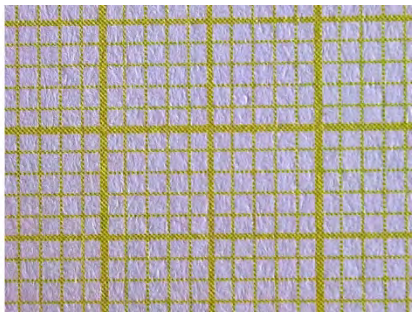


01/08/2017 Avui és el dia que es fa el tall de llum durant tot el matí. A primera hora el Marí ha dit que passaria pels jardins de Mossèn Cinto Verdaguer per fer una comprovació de si hi ha més planàries que una mica més tard (quan hi anàrem nosaltres, vegeu AF del dia 07/07/2017). Ha trobat planàries als mateixos indrets, però amb més quantitat i també ha pogut comprovar que n'hi havia alguna tija avall. Ha trobat moltes dàfnies i n'ha portat en un flascó petit i en dos falcons.

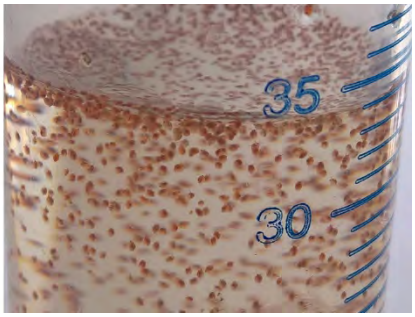




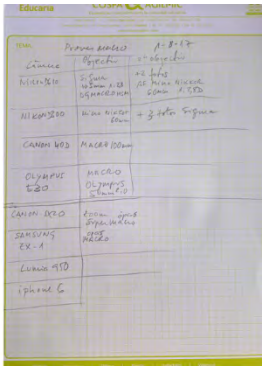
Avui l'Ariadna porta a terme un projecte tècnic amb un munt de càmeres, objectius macro i 2 smartphones sobre paper mil·limetrat de color verd (més informació en el TR de l'Ariadna).



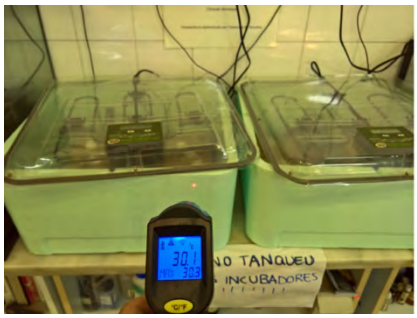
I un altre projecte de biologia relacionat amb la partenogènesi amb les dàfnies a l'interior dels recipients originals i un smartphone, en aquest cas el Lumia 950. Un cop fetes les fotos vam posar una petita part de les dàfnies a l'aquaterrari del laboratori i la resta al bassal del Pati de les tortugues.



La Sara fa recompte de les planàries dels diferents tractaments i després administrem la segona dosi d'antiparasitari a les tortugues grans, seguint les instruccions del CRARC i amb l'ajuda del nostre tutor. També repassem el calendari del mes d'agost per veure qui de nosaltres pujarem pel control de naixements els dies que ens obrin l'escola el Carlos (15 d'agost), el Pol (19 d'agost) i el Raül (22 d'agost).

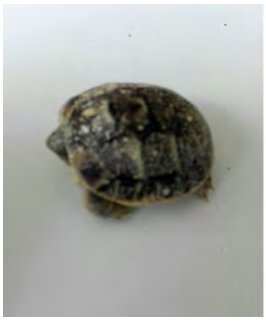
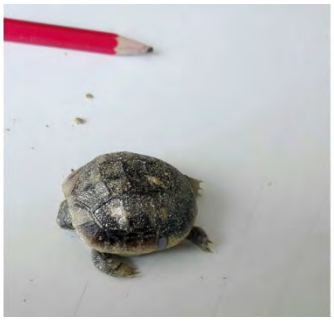


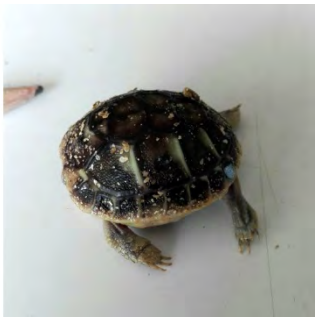
07/08/2017 Amb el termòmetre làser per infrarojos, mesurem la temperatura del laboratori i, de passada, comprovem que la temperatura a la que estan els ous coincideix amb la desitjada i enregistrada de forma continuada pels enregistradors electrònics.



14/08/2017 Avui puja l'Arnau amb el Carlos. Acaba de néixer la tortuga A5 de l'ou nº 13. Presenta una duplicació de les plaques vertebrals. També es veu que comencen a esquerdar-se els ous nº 6 i nº 8. La humitat relativa de les dues incubadores és correcta, està al voltant del 80%.

19/08/2017 Avui la Sara havia de pujar a l'Escola perquè era un dia que pujava el Pol a regar, però no ha pogut. De manera que el Pol s'ha comunicat directament amb el Marí per informar dels naixements. El Pol ha trobat que havien nascut les tortugues corresponents als ous nº 6 i nº 8, les ha pesat i les ha marcat a la placa marginal esquerra nº 6 i nº 7, respectivament, seguint les instruccions del Marí per telèfon, i ho ha anotat tot al full de dades que hi havia a la taula, al costat de la balança. També estava una mica esquerdat l'ou nº 10. Abans de marxar el Pol ha tornat al laboratori i ha vist que l'ou número 10 estava bastant esquerdat, però que la tortuga encara no havia acabat de sortir, continuava a dins de l'ou.



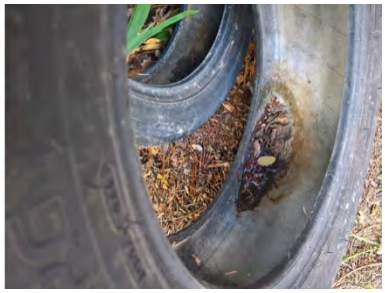
23/08/2017 Avui la Sara i l'Ariadna pugem a l'Escola perquè ens obre el Raül. Trobem que la tortuga de l'ou nº 10 ha nascut (està a dins de la incubadora), però està morta. Sembla que no tingui ulls, però quan li comuniquem al Marí (i li enviem imatges) ens diu que la tortuga té els ulls enfonsats perquè està deshidratada i que possiblement sigui per això que ha mort, perquè el Pol se la va trobar que estava a mig sortir de l'ou el dia 19 d'agost (vegeu més amunt). Aquesta tortuga no presenta cap anomalia visible.

07/09/2017 La Sara fa la tercera sessió al laboratori de genètica de la Facultat de Biologia. Amb animals ja preparats i fixats per l'Eudald, tornen a fer una hibridació *In situ* a causa de la disfunció d'una de les sondes experimentades al més de juny, a la primera sessió al laboratori. Aquest cop, tampoc s'han marcat totes les sondes, ja que hi ha una que no es veu gaire on estan les cèl·lules marcades, i una altra que no ha funcionat.

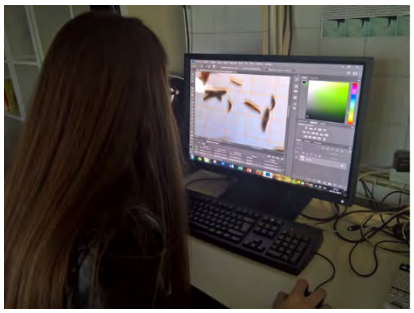
21/09/2017 Avui fem la dissecció dels 3 ous que no han eclosionat. Són els ous números 5, 7 i 9. Corresponen a la segona posta trobada (primera i única de la tortuga gran) i estaven incubats a 32,2°C. Dels ous 5 i 9 no s'ha vist que estiguessin embrionats, mentre que de l'ou número 7 s'ha trobat un embrió amb estat bastant avançat i amb una duplicació (petita) vertebral (més informació en el TR de l'Arnau).

06/10/2017 Amb la calor que fa aquest mes d'octubre torna a haver-hi mosquits per l'escola i una activitat que hem fet avui és la de buidar el recipient dels dos antimosquits M3 que tenim a l'escola. Un al Pati de les tortugues, que vam buidar a primers de setembre (i els donem als peixos del bassal) i l'altre que hem tingut de prova al laboratori de biologia durant tot l'estiu. En el del laboratori, com era d'esperar, n'hem trobat molt pocs.

Després hem baixat els del recipient del pati al bassal i hem fet una revisió de tots els indrets de l'escola susceptibles de trobar-hi algun focus de mosquits (Pati de les tortugues, hortet, pati de parvular, de primària i ESO i pati de batxillerat). Però tot estava correcta (carretilla i regadores de l'hortet cap avall...). Únicament hem trobat un possible focus, els pneumàtics que hi ha en un racó del pati de batxillerat, però actualment tampoc hi hem trobat larves.



03/11/2017 Avui ens quedem a l'escola fins tard per acabar els últims detalls del treball, ja que el proper dimarts és l'entrega definitiva. La Sara acaba de fer les mesures de les planàries amb el Photoshop i en sortir al Pati veu una lluna plena molt bonica, que li recorda les fotos nocturnes que vam fer a les Planes de Son a 3r d'ESO i li demana al Marí que li deixi una càmera amb teleobjectiu per fotografiar-la. L'Arnau i la Sara, ens la trobem allà plantada amb el trípode i la càmera i també ens hi acostem.



Demà dimarts és l'entrega definitiva de les tres còpies dels nostres treballs de recerca i com a últim mini-reportatge fotogràfic d'aquest annex fotocronològic, i com ja és habitual, hi posem les portades dels nostres treballs.

Agraïments

Primerament m'agradaria expressar el meu agraïment a Josep Marí, el tutor del meu treball de recerca, per haver dedicat tantes hores del seu temps a ajudar-me des del primer dia d'aquesta recerca, pel seu esforç i la seva constant dedicació i implicació, per haver-me guiat a l'hora de dur a terme aquest treball i per haver-me transmès tants coneixements sobre aquest tema a més d'haver-nos dirigit a les meves companyes de treball de recerca i a mi durant el mes de juliol i alguns dies d'agost per realitzar la part pràctica de cada un dels tres treballs dins el recinte del Pati de les tortugues i les sortides conjuntes.

A l'Ariadna Gorriz i la Sara Jiménez, les meves companyes de recerca, per ajudar-me sempre que ha estat necessari, sobretot a l'hora de treballar al Pati de les tortugues i fer les fotografies de les tortugues que s'han pogut utilitzar en aquest treball i pel seu suport a l'hora de treballar.

Als companys de classe de biologia, per haver-me ajudat en diverses ocasions com a hidratar les tortugues juvenils o pesar-les durant el seu període d'hibernació.

Al personal del CRARC, Joaquim Soler (director tècnic) i Albert Martínez-Silvestre (director científic) per la revisió de les nostres tortugues i per les seves recomanacions i consells.

A Carlos Iglesias i a Raül García, per haver-nos obert l'Escola en dues ocasions durant el mes d'agost per el control dels naixements.

Al Pol Haro, cap de manteniment de l'Escola, per haver-nos ajudat a mantenir el nivell d'aigua del bassal i haver supervisat les incubadores quan estaven naixent els ous de la segona posta.

A tots els companys i companyes de classe que m'han donat un suport a l'hora de fer el treball.

I, finalment, als meus pares i els meus avis pel seu suport durant tot aquest temps.