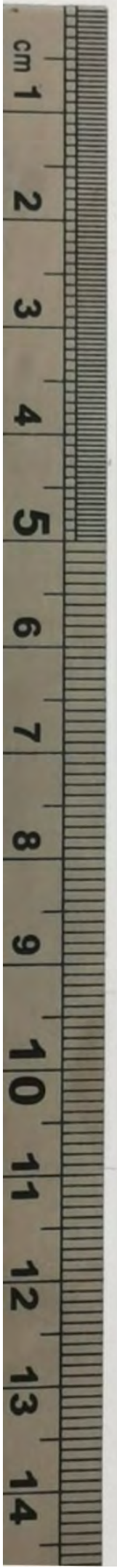


# DIFERÈNCIA EN L'EFICIÈNCIA REPRODUCTORA DE LES TORTUGUES DE L'ESCOLA

## POSSIBLES CAUSES

*TREBALL DE RECERCA*

BERTA RUIZ SERAPIO
TUTOR: JOSEP MARÍ TORRES
NOVEMBRE 2021

ÍNDEX Pàg

**Abstract** ..... **5**

**Pròleg i objectius** ..... **6**

**1. Introducció i antecedents** ..... **9**

1.1 Necessitat d'incubació artificial dels ous ..... 10

1.2 Historial d'ous incubats i naixements ..... 11

1.3 Temperatura d'incubació, sexe i malformacions (antecedents) ..... 13

1.4 Control del bon estat de les tortugues adultes (antecedents) ..... 16

1.5 Manipulació dels ous i control del procés d'incubació ..... 17

**2. Material i mètodes** ..... **19**

2.1 Les tortugues de la unitat reproductora ..... 19

2.2 Preparació de la zona de postes de les tortugues ..... 20

2.3 Sistemes per a la detecció de les postes ..... 22

2.4 Recollida i trasllat dels ous a les incubadores ..... 23

2.5 Tractaments i control de les variables ambientals ..... 24

2.6 Actuacions per al control dels naixements. ..... 24

**3. Resultats de l'any 2021 i discussió** ..... **26**

3.1 Nombre de postes i nombre d'ous ..... 26

3.2 Naixements i eficiència reproductora global ..... 27

3.3 Temperatura d'incubació i malformacions ..... 30

**4. Diferències en l'eficiència reproductora de les dues femelles** ..... **35**

4.1 Anàlisi comparativa dels últims anys ..... 35

4.2 Possibles causes ..... 37

**5. Conclusions** ..... **39**

**6. Bibliografia** ..... **40**

Annex 1. Registre de lliurament al CRARC de les tortugues de la sèrie BB ..... 44

Annex 2. Document fotocronològic ..... 45

## Abstract

In this research work, which is included in *The courtyard of the tortoises* project, we have tried to find out what the significant and repeated difference between the reproductive efficiency of the two females of the Mediterranean turtle breeding unit (Testudo hermanni) of the School is due to.

In order to do so, we have firstly analysed the database of the school turtles so that we can make a comparative analysis of the results with those of previous years. The results of this analysis indicate that since 2012, which is the year in which it began to be analysed, the big turtle (code 7495) exhibits greater reproductive efficiency than the small one (code 6218), with differences often upper to the 50%. The cause of this difference is an unfinished aspect because, although we have seen the age as an important factor in determining the reproductive efficiency of turtles, we cannot rule out other causes, not least because this has been the year in which the reproductive efficiency of the large turtle has been higher.

Although new data have also been provided on the malformations of the new generation's juvenile turtles, studies are still pending to better quantify the genetic and environmental causes of these.

The positive effect of causing an small substrate tilt in the poster zone (more and fewer attempts) has been confirmed once again and the best results have been achieved in the number of eggs and in the number of births in the School. This successful outcome will allow new studies with juvenile specimens (BL generation) that have not been programmed so far until nowadays.

## Resumen

En este trabajo de investigación, que se incluye en el proyecto del *Patio de las tortugas*, se intenta averiguar a qué es debida la significativa y repetida diferencia entre la eficiencia reproductora de las dos hembras de la unidad reproductora de tortuga mediterránea (Testudo hermane) de la escuela.

Para llevarlo a cabo, en primer lugar hemos analizado el Banco de datos de *Patio de las tortugas* para poder hacer un análisis comparativo de los resultados con los de los años anteriores. Los resultados de este análisis indican que desde el 2012, que se empezó a analizar, la tortuga grande (código 7495) presenta una eficiencia reproductora mayor que la mediana (código 6218), con diferencias a menudo superiores al 50%. La causa de esta diferencia es un aspecto no acabado de resolver porque, a pesar de hemos visto que la edad es un factor importante para determinar la eficiencia reproductora de las tortugas, no podemos descartar otras causas, entre otras cosas porque este ha sido el año en el que la eficiencia reproductora de la tortuga grande ha estado más alta.

A pesar de que se han aportado nuevos datos también de las malformaciones de las tortugas juveniles de la nueva generación, quedan pendientes estudios para cuantificar mejor las causas genéticas y ambientales de estas.

Se ha confirmado una vez más el efecto positivo de provocar una pequeña inclinación del sustrato a la zona de postas (más postas y menos intentos) y se han obtenido los mejores resultados en el número de huevos y en el número de nacimientos en la Escuela. Este exitoso resultado permitirá realizar estudios con ejemplares juveniles (generación *BL) que hasta ahora no se habían podido programar.

## Resum

En aquest treball de recerca, que s'inclou en el projecte del *Pati de les tortugues*, s'intenta esbrinar a què és deguda la significativa i repetida diferència entre l'eficiència reproductora de les dues femelles de la unitat reproductora de tortuga mediterrània (*Testudo hermanni*) de l'Escola.

Per dur-ho a terme, en primer lloc hem analitzat el Banc de dades del Pati de les tortugues per poder fer una anàlisi comparativa dels resultats amb els dels anys anteriors. Els resultats d'aquesta anàlisi indiquen que des del 2012, que es va començar a analitzar, la tortuga gran (codi 7495) presenta una eficiència reproductora major que la mitjana (codi 6218), amb diferències sovint superiors al 50%. La causa d'aquesta diferència és un aspecte no acabat de resoldre perquè, malgrat hem vist que l'edat és un factor important per determinar l'eficiència reproductora de les tortugues, no podem descartar altres causes, entre altres coses perquè aquest ha estat l'any en el que l'eficiència reproductora de la tortuga gran ha estat més alta.

Tot i que s'han aportat noves dades també de les malformacions de les tortugues juvenils de la nova generació, queden pendents estudis per quantificar millor les causes genètiques i ambientals d'aquestes.

S'ha confirmat un cop més l'efecte positiu de provocar una petita inclinació del substrat a la zona de postes (més postes i menys intents) i s'han obtingut els millors resultats en el nombre d'ous i en el nombre de naixements a l'Escola. Aquest exitós resultat permetrà realitzar estudis amb exemplars juvenils (generació BL) que fins ara no s'havien pogut programar.

# Pròleg i objectius

La principal motivació que em va fer decantar per aquest treball de recerca és l'interès que des de ben petita he tingut per el Pati de les tortugues i tot el que hi està relacionat. Sempre m'havia captat l'atenció aquest seguit de treballs de recerca relacionats amb la biologia i les tortugues de l'escola, i creia que era una oportunitat perfecte per endinsar-me en el món del que possiblement serà el meu avenir acadèmic. Tenir l'oportunitat de formar part del projecte del Pati de les tortugues que des de ben petits veiem des de lluny em feia molta il·lusió.

Aquest treball de recerca s'inclou, doncs, en el projecte del Pati de les tortugues de l'escola en el que any rere any es duen a terme nous treballs de recerca relacionats amb la biologia i reproducció de la tortuga mediterrània (*Testudo hermanni*) en estreta col·laboració amb el CRARC (Centre de Recuperació d'Amfibis i Rèptils de Catalunya), participant en el programa de "Cria en captivitat de la tortuga mediterrània", amb la finalitat d'introduir aquests individus en ambients naturals, atès que la tortuga mediterrània és una espècie en perill d'extinció. Per aquesta raó, des del any 2003-2004, l'escola va introduir 4 exemplars de tortuga mediterrània procedents del CRARC, tot i que avui dia únicament ens en queden 3 (2 femelles i 1 mascle). L'any 2006-2007 es varen trobar els primers ous, i des d'aquell any, atenent a la impossibilitat d'una incubació natural al pati, utilitzem unes incubadores que es troben a les temperatures òptimes per la cria de femelles (el sexe de les tortugues mediterrànies ve determinat de la temperatura d'incubació que hagin tingut). Cada nova generació de tortugues juvenils que van anar naixent anualment des del curs 2007-2008 eren posades en llibertat en diferents indrets del medi natural. Des de l'any 2013, però, aquests lliuraments ja no es fan directament a la natura sinó que, aproximadament un any més tard del seu naixement, són entregades al CRARC durant la visita anual que es fa al centre per al control veterinari de les tortugues adultes de l'escola.

El "Programa de cria en captivitat de la tortuga mediterrània" té dues funcions a l'Escola. La primera és pedagògica, les tortugues permeten introduir als nens més petits en el món del animals en perill d'extinció i aprendre de primera mà sobre la fauna autòctona. La segona funció, en canvi, és experimental; aquesta es duu a terme mitjançant la realització dels diferents treballs de recerca, els quals principalment es centren en la optimització per la obtenció d'un major número d'exemplars femenins de tortuga mediterrània. És preferible alliberar un nombre de femelles més elevat que de mascles, seleccionant temperatures d'incubació més altes, però això també comporta un risc d'obtenir més malformacions. Al llarg dels últims anys s'ha constatat que, malgrat el nombre de naixements s'ha incrementat notablement, la diferència en l'eficiència reproductora de les dues femelles també ha augmentat, essent molt més baixa en la tortuga més gran (Mar Pons, 2015; Arnau Ruiz, 2017; Sofia Domènech, 2018; Bernat Medina, 2020). Aquest serà, doncs, l'objectiu principal del meu treball: intentar explicar les possibles causes d'aquesta diferència. Per portar-ho a terme caldrà fer un seguiment dels processos relacionats amb la reproducció de les tortugues des que surten de la hibernació fins als naixements de les noves tortugues.

Per tant, els objectius concrets d'aquest treball són:

- Portar a terme l'estudi i recollida de dades de l'any actual pel que fa a nombre de postes, nombre d'ous, naixements, malformacions i eficiència reproductora de cada tortuga femella.
- Realitzar una anàlisi històrica dels resultats de l'eficiència reproductora de les dues femelles.
- Intentar esbrinar les causes de la baixa eficiència reproductora de la femella gran.
- Aportar noves dades al Banc de dades del Pati de les tortugues (per poder ser utilitzats en treballs de recerca futurs).

- Col·laborar, juntament amb els meus companys Laia Pons I Eloi Zamora, en les activitats i tasques de manteniment i activitats relacionades amb el projecte del *Pati de tortugues* i de *Treballant la fotografia* de l'escola durant el període que dura el treball de recerca i en l'elaboració del document fotocronològic conjunt del treball.

## 1. Introducció i antecedents

El Pati de les tortugues de l'Escola Mestral és una instal·lació col·laboradora de l'antic Departament de Medi Ambient, actualment inclòs en la Subdirecció General de Biodiversitat i Medi Natural del Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural 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 , sinó que es lliuren al CRARC a l'estiu, en la visita anual al centre. Per tant, 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. Durant aquest temps és quan es porten a terme els estudis sobre la seva biologia (Marc Olivella, 2013; Blanca García, 2014; Mar Pons, 2015; Pau Vilaseca, 2016; Arnau Ruíz, 2017; Sofia Domènech, 2018; Mireia Cruz, 2019; Carla Duran, 2019; Bernat Medina, 2020). Però, com ja hem dit, en aquest treball ens centrarem en la unitat reproductora de les tortugues grans.

Al Pati de les tortugues hi ha una sèrie de zones que podem considerar especialment rellevants des del punt de vista biològic (Marina Castellanos, 2018). El seu coneixement d'entrada (Figura 1) pot ajudar a situar algunes de les que tractarem sovint en aquest treball.

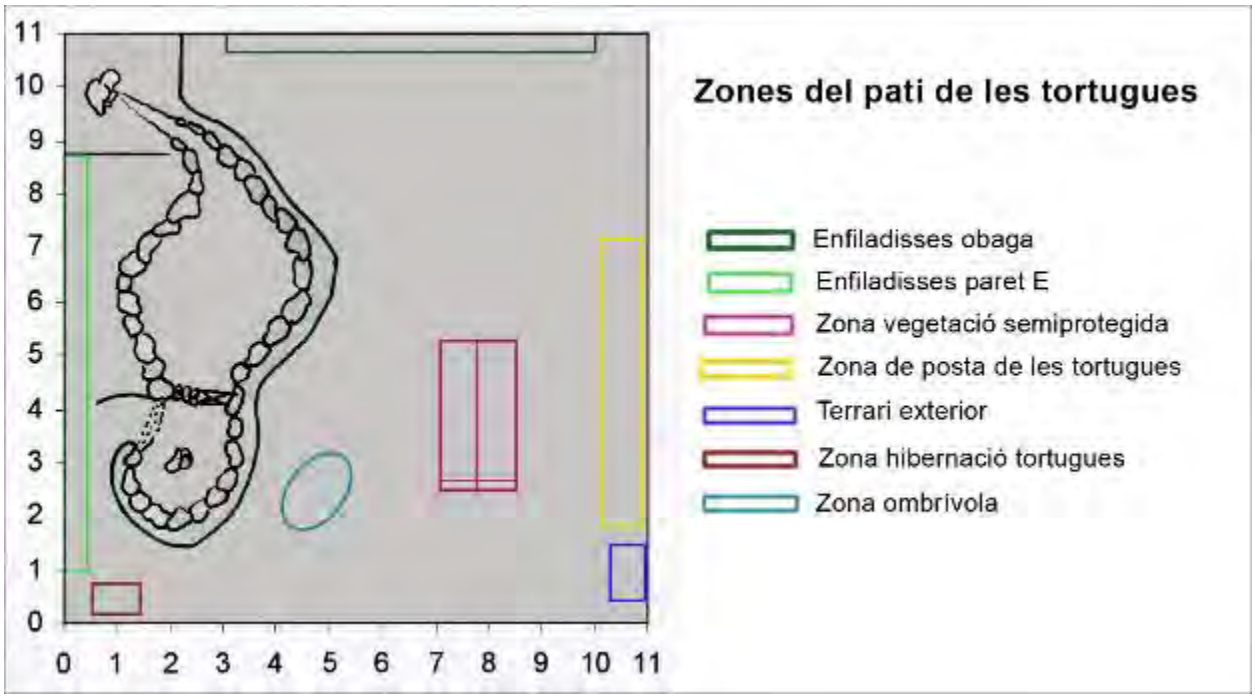



***Figura* 1**. Representació a escala de les zones biològicament més rellevants del Pati de les tortugues. (Figura extreta de Marina Castellanos, 2018).

Les tortugues grans es desplacen lliurament per tot el pati de les tortugues, excepte per la part fonda del bassal. Durant el mes d'agost se'ls obre la comporta de la zona de vegetació semiprotegida i la hibernació la fan en el terrari exterior.

## 1.1 Necessitat d'incubació artificial dels ous

Al Pati de les tortugues hi ha tortugues mediterrànies des de l'any 2003 però no va ser fins el curs 2006-2007 quan es trobaren els primers ous al pati, sense eclosionar, degut a una temperatura d'incubació considerada insuficient (Laia Herrerias, 2007). Que la temperatura resultava insuficient es va deduir perquè es trobaren ous al pati (també en anys posteriors) la dissecció dels quals va evidenciar uns embrions morts, però en un estat avançat de desenvolupament i molt ben formats (Clara Peña, 2009). Malgrat tot, hi ha un precedent en el que es va portar a terme un registre de la temperatura, a nivell dels ous, d'una posta trobada molt a prop de la zona d'hibernació, a l'altre extrem d'on és ara la zona de posta. La posta era de 4 ous, es van deixar dos ous al niu i els altres dos es varen incubar artificialment amb una incubadora de calefacció per aigua (Berta Ollé, 2008). Es va enregistrar la temperatura amb un datalogger Escort de doble sonda tèrmica, una sonda a nivell dels ous i l'altra a nivell de superfície, des de primers d'agost de 2007 fins a primers de novembre (Figura 2).

Durant els dies més càlids del més d'agost la temperatura més alta del sensor situat a nivell dels ous va

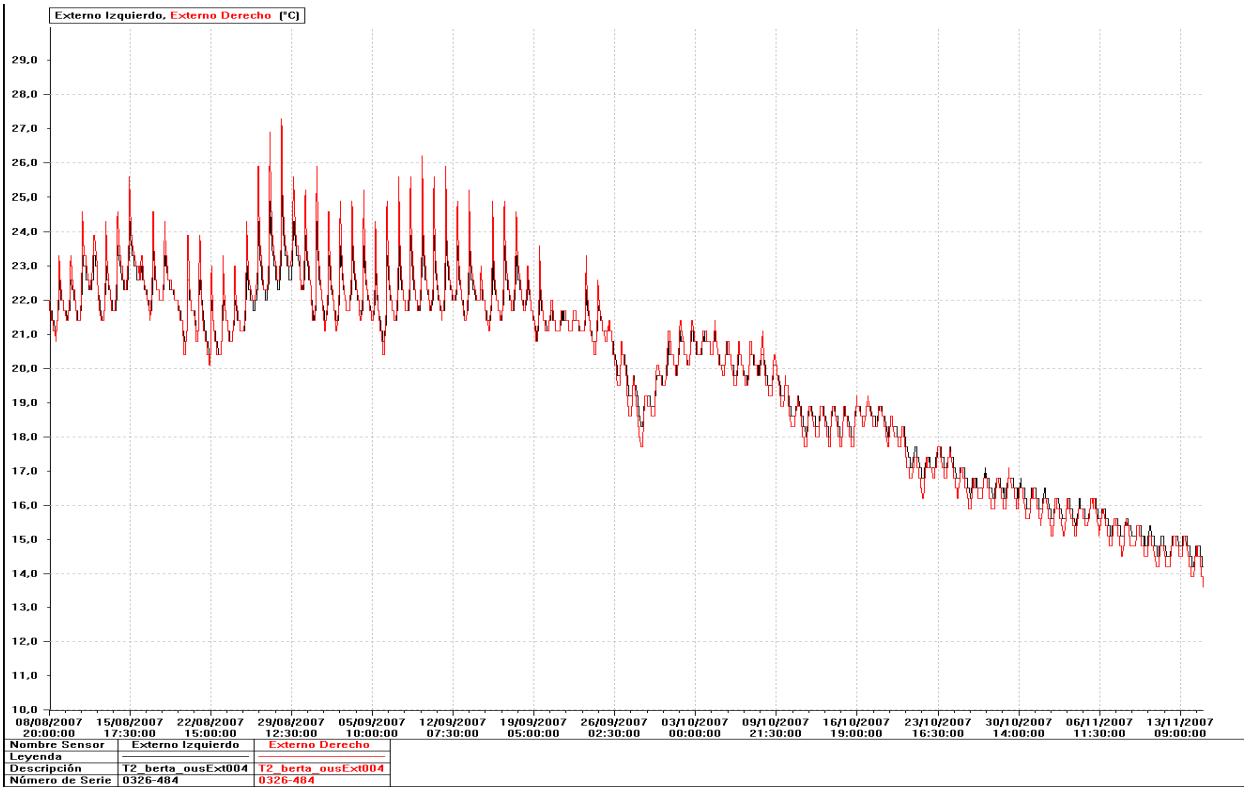



***Figura 2.*** Evolució de la temperatura on estaven enterrats els ous al Pati de les tortugues. La gràfica agafa des de primers del mes d'agost de 2007 a primers del mes de novembre del mateix any, quan les tortugues estan a punt de començar la hibernació. La línia vermella correspon al sensor situat a tocar de superfície, mentre que la negra correspon a la temperatura a nivell dels ous. (Figura extreta de Berta Ollé, 2008).

arribar puntualment als 25°C, amb una mitjana de menys de 22°C i, per tant, insuficient. Perquè per dur a terme una incubació de forma natural, és a dir, a l'exterior, s'ha d'arribar a una temperatura d'entre 26°C i 34°C, amb una mitjana que es situa al voltant dels 28° (Soler i Martínez, 2005). Malgrat s'han descrit valors més baixos (Vetter, 2006), també allarguen molt el temps d'incubació (Alba Vendrell, 2008). Degut a això es va concloure que les condicions del pati no permetien la incubació exterior i des d'aleshores s'ha portat a terme incubació artificial.

Al llarg de tots aquests anys s'han observat postes en diversos indrets del pati, però majoritàriament a la zona del pati situada a l'altre costat d'on es trobaren les primeres postes i en els últims anys hi ha una tendència clara a fer-les totes en una mateixa zona, l'anomenada zona de postes (vegeu la figura 1). Al 2018 es van introduir les 2 sondes d'un datalogger Escort iLog a l'interior d'un niu, situat a la zona més irradiada de la zona de postes (Marina Castellanos, 2018; Sofia Domènech, 2018) per intentar esbrinar si la temperatura del pati d'aquesta zona podria ser suficient per a la incubació natural dels ous. L'estudi d'aquest aspecte va ser ampliat l'any següent amb el treball de recerca "Efectes del canvi climàtic en el cicle vital de *Testudo hermanni*" (Mireia Cruz, 2019).

La conclusió d'aquests primers resultats és que aquesta impossibilitat es manté, però per un estret marge, i es considera que de cara als pròxims anys seria raonable deixar que es porti a terme una incubació natural al Pati de les tortugues de l'escola, sempre que el niu estigui situat a la part on arriba més radiació de la zona de postes (Marina Castellanos, 2018; Sofia Domènech, 2018). Del segon estudi s'afegeix que l'augment de la temperatura (i en especial de les onades de calor) comporta una millora de les condicions climatològiques necessàries per dur a terme una incubació viable al Pati de les tortugues, que ara es troben just en els valors límit. Cal destacar, però, que és recomanable que es dugui a terme només quan la posta es troba a la zona més propera als sensors i correspongui a la femella més petita[1].

## 1.2 Historial d'ous incubats i naixements

Les tres tortugues grans que tenim a l'escola, que ja han arribat a la seva maduresa sexual, immediatament després de despertar-se de la hibernació comencen l'època d'aparellament, durant els mesos de maig, juny i juliol. Durant aquests mesos, el mascle festeja les dues femelles, que sovint intenten fugir, amb la intenció de copular.

Seguidament comença l'època de postes, habitualment 3 per tortuga en els últims anys, ja que al principi no en feien tantes. Un cop localitzat els ous i seguint el mateix mètode de sempre, comença el període de la incubació artificial. Com ja hem esmentat, a l'escola, s'usa aquest tipus d'incubació des del 2007, quan es va trobar la primera posta d'ous per part d'una femella al pati de les tortugues que presentava uns embrions morts però força desenvolupats a causa d'una temperatura d'incubació insuficient (Laia Herrerias, 2007)

Al llarg d'aquests 14 anys molts treballs de recerca s'han encaminat i centrat en buscar millores sobre les incubadores, els mètodes d'incubació i els nivells d'humitat i temperatura òptima per tal de fer eficient la reproducció de *Testudo hermanni* a la nostra escola (Laia Herrerias, 2007; Berta Ollé, 2008; Èlia Faixó, 2009; Jordina Colom, 2009; Juan Mª Jurado, 2011; Marc Olivella, 2013; Blanca García, 2014; Pau Vilaseca, 2016; Arnau Ruiz, 2017; Sofia Domènech, 2018; Carla Duran, 2019; Bernat Medina, 2020).

[1] L'eficàcia reproductora d'aquesta és major que la de la femella gran (aquell any, per exemple, no va néixer cap tortuga dels ous de la primera posta, corresponent a la tortuga gran).

Amb totes aquestes aportacions al llarg dels anys s'ha aconseguit un augment notable de la natalitat de la tortuga mediterrània a l'escola. Tot i això, aquesta progressió no ha estat sempre progressiva i lineal (Figura 2).

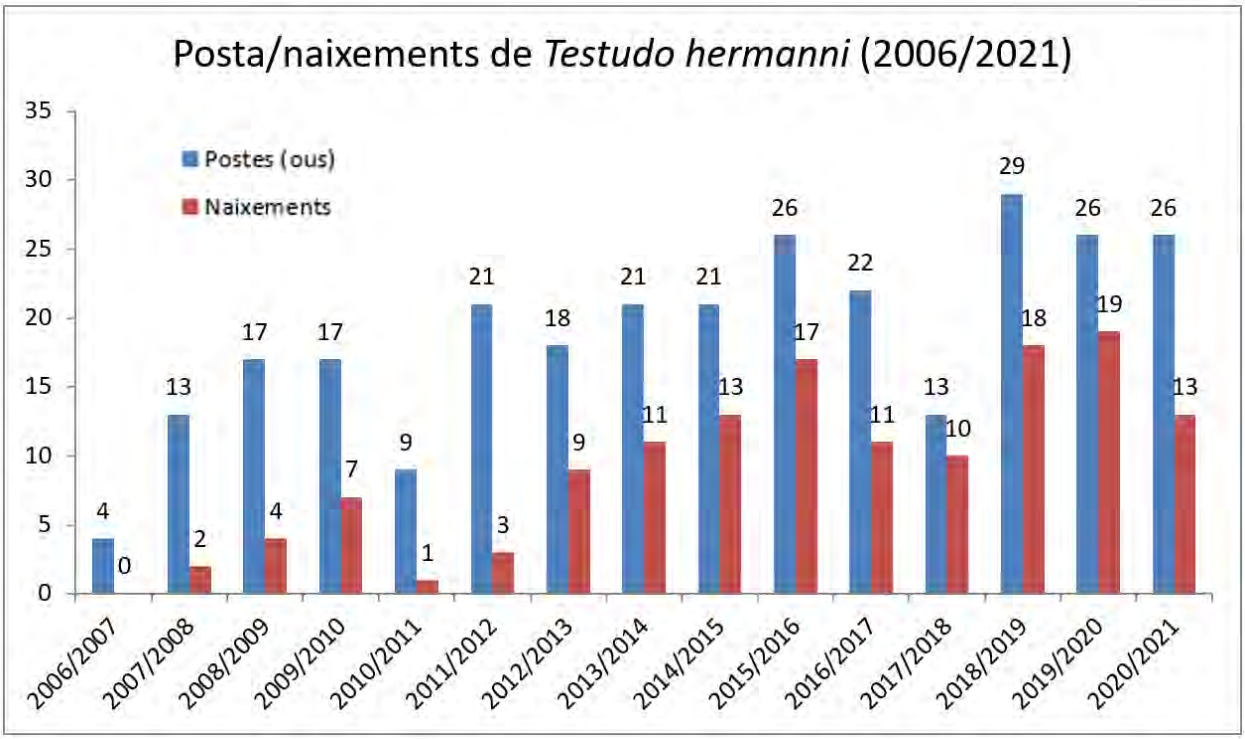



***Figura 3.*** En aquesta gràfica podem observar l'evolució d'una comparativa entre el nombre d'ous de les postes trobades i el nombre de naixements des del curs 2006/2007 fins l'any passat. (Figura extreta de Bernat Medina, 2020).

Fixant-nos en aquest gràfic, podem veure que des de la primera vegada que es va utilitzar la incubació artificial fins el curs 2015-2016 hi ha hagut un augment progressiu del numero de naixements, exceptuant els cursos 2010-2011 i 2011-2012, en els quals va haver-hi una important davallada en el nombre d'ous que naixien, sobretot el segon curs esmentat, on únicament va néixer un 14% dels ous.

Durant els cursos següents, 2013-2014 i 2014-2015, van néixer aproximadament un 55% dels ous postos (52% i 61% respectivament). El curs següent, 2015-2016, es va produir la màxima xifra d'ous postos i de naixements fins al moment. Els resultats de l'any 2016-2017 no van ser del tots dolents pel que fa el nombre d'ous, tot i que van disminuir una mica, però en canvi, pel que fa els naixements es va veure una caiguda en la xifra a causa d'una tempesta elèctrica que va fer que les incubadores es desconnectessin, causant així la mort de tots els embrions que s'estaven formant en aquells moments[2]. (Pau Vilaseca, 2016)
.

Contràriament, el curs següent 2017-1018, la baixada tant en el nombre d'ous com en el de naixements, es van relacionar amb les obres[3] que es van fer a la cuina de l'escola (Arnau Ruiz,2017). Tot i això, la eficiència reproductora va ser elevada, amb un 77% dels ous nascuts

L'any següent, després d'haver fet algunes millores com la de la inclinació del substrat del terra (Sofia Domènech, 2018) es va arribar al que va ser el màxim absolut en postes i en naixements fins a aquest any, de 29 ous i 18 naixements, el que significa un 61% de naixements. Fins aquell moment mai s'ha arribat a xifres tan altes com aquelles, tot i que els dos anys següents 2019-2020 i 2020-2021 s'ha seguit bastant

[2] La baixada de temperatura va provocar condensació d'aigua al voltant dels ous.
[3] Les vibracions provocades pel martell pneumàtic coincidiren amb un dels períodes de postes.

en la mateixa línia i no han estat en absolut dolents pel que fa el nombre d'ous i naixements de les tortugues mediterrànies de l'escola. En els dos anys hi han hagut 26 ous, únicament 3 menys que la xifra màxima assolida el curs 2018-2019.

Precisament, per seguir en la mateixa línia i atenent a totes les millores que hem intentat fer durant els últims anys, aquest any, com veurem (vegeu apartat 3), les xifres també han estat molt favorables tant de cara al nombre d'ous com al de naixements.

## 1.3 Temperatura d'incubació, sexe i malformacions (antecedents)

Sovint ens pensem que la resta d'espècies del mon són com nosaltres, però aquesta visió antropocèntrica que sovint es té no ens deixa saber des d'un bon principi que les tortugues no tenen una determinació del sexe cromosòmica, sinó que és ambiental. Les tortugues es reprodueixen per reproducció sexual amb fecundació interna, en la que una cèl·lula haploide masculina s'uneix amb una femenina per formar un zigot diploide, però el que determina el sexe d'aquest zigot de les tortugues ve determinat per la temperatura d'incubació dels ous. Gràcies a que sabem aquesta temperatura podem seleccionar el sexe de les tortugues nascudes a l'escola durant el període d'incubació.

En el cas concret de *Testudo hermanni,* els paràmetres de temperatura que s'han establert (Soler i Martinez, 2005; Vetter, 2006; Soler, 2008) són:

Temperatura mínima: 26,0°C

Temperatura pivotant: 31,5°C

Temperatura màxima: 33,5°C

Els nivells inferiors a 26 °C no permeten un desenvolupament de l'embrió, i les condicions superiors a 33,5°C, originen malformacions o la mort de l'embrió (Soler i Martinez, 2005; Vetter, 2006). La temperatura pivotant (31,5°C) és aquella temperatura en la que un 50% dels naixements seran mascle i un altre 50% seran femella. Per sobre i per sota d'aquest valor naixeran més femelles o més mascles, respectivament[4].

L'objectiu de l'escola sempre ha estat aconseguir un nombre superior de femelles que de mascles, ja que un sol mascle pot fecundar un gran nombre de femelles cada any i, de cara a la repoblació en indrets naturals, és preferible alliberar més nombre de femelles que de mascles.

La temperatura ideal per formar femelles és al voltant de 32,2°C (Soler i Martínez, 2005). Per aquest motiu, a l'escola, almenys una de les incubadores s'ha mantingut (i es manté) sempre a aquesta temperatura.

Després d'un any en el que a l'escola únicament va haver-hi un naixement, es va assistir a un congrés on van comunicar que la determinació del sexe es produïa durant les primeres setmanes de la incubació (Juan Mª Jurado, 2011), cosa que va fer que es decidís no mantenir durant tota la incubació la temperatura de 32,2°C, sinó únicament les primeres dues setmanes i baixant a la temperatura de menys risc per morts i malformacions la resta de la hibernació.

Les malformacions son anomalies o deformitats congènites, és a dir, que estan des del primer moment del naixement de la tortuga, no apareixen amb el pas dels anys. Aquestes anomalies poden produir-se en qualsevol organisme pluricel·lular complex, tot i que son especialment freqüents en rèptils (Martínez-Silvestre *et al,* 1997; Martínez-Silvestre, 2006; Martínez-Silvestre; 2008). A l'escola ja fa anys que som

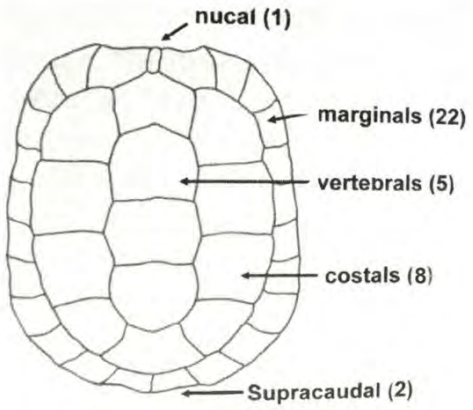
[4] En altres rèptils, com els cocodrils, és al revés: neixen més mascles a temperatures més altes.

conscients que força exemplars de tortugues nascudes presenten malformacions, per això fa anys que es realitza un control a partir de fotografies de totes les tortugues que ens neixen a l'escola amb alguna anomalia i es fa un seguiment estricte de totes les tortugues nascudes que s'actualitza cada any (Figura 4).

En els últims anys hi ha hagut un increment de nombre de naixements que ha suposat un avenç important en el projecte del Pati de les tortugues pel fet de disposar d'un major nombre d'exemplars de la mateixa generació en un mateix any per poder fer recerca, però a la vegada ha comportat algun inconvenient com el fet que mantenir tants exemplars és difícil. Per això, com ja s'ha esmentat anteriorment, des de ja fa anys es lliuren al CRARC al cap d'un any tots els exemplars de tortugues mediterrànies nascuts a l'escola. 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, tots els estudis al voltant d'aquells exemplars poden ser utilitzats per futurs treballs. Això ha permès que hi hagi un parell de treballs de recerca exhaustius sobre les malformacions de *Testudo hermanni* (Pau Vilaseca, 2016; Bernat Medina, 2020). En el primer treball es va intentar establir les diverses causes d'aquestes malformacions i discernir entre les causes genètiques i ambientals de les malformacions de les tortugues nascudes a l'escola, atès que el mascle mostra duplicacions de plaques (Clara Peña, 2012). Per estudiar això, des de fa 6 anys que hi ha dues incubadores a l'escola diferenciades per la seva temperatura. Hi ha una primera incubadora que té un tractament de 32,2°C, que com ja hem dit és la temperatura òptima per obtenir femelles, i una segona incubadora amb un tractament de 31,5°C, que és la temperatura pivotant, en la que naixerien un 50% de cada sexe i sense risc de malformacions per causa de la temperatura.

Els tipus de malformacions més comuns a l'escola, les de alteracions en el nombre de plaques, no provoquen cap perjudici a l'animal[5], mentre que les malformacions que s'han trobat de bec han causat la mort de les tortugues (Pau Vilaseca, 2006). Tot i que pugui semblar exagerat el percentatge de malformacions observades en les tortugues nascudes a l'escola (Figura 4), cal tenir present i insistir que les malformacions son molt comunes en tot tipus de rèptils, sobretot quan es troben en fase de desenvolupament, com ja hem dit, és quan son altament vulnerables a aquestes alteracions fenotípiques provocades per agents teratògens. Aquests agents poden ser, entre d'altres, falta de vitamines en el vitel de l'ou, canvis sobtats de temperatura, humitat relativa durant la incubació, etc. En aquest sentit, es du a terme un control exhaustiu de les condicions d'incubació artificial dels ous com de les condicions de les tortugues adultes per mantenir-les en bon estat i poder descartar així aquests factors (vegeu següent apartat).

[5] La seva possible implicació en el creixement està en estudi però no està demostrada (Bernat Medina, 2020).




Tortugues nascudes a l'Escola fins l'estiu de 2020, 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.
- 2018 marginals (en sentit horari): S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12, S13, S14, S15, S16, S17, S18.
- 2019 marginals (en sentit horari): CM1, CM2, CM3, CM4, CM5, CM6, CM7, CM8, CM9, CM10, CM11, CM12, CM13, CM14, CM15, CM16, CM17, CM18, CM19.
- 2020 marginals (en sentit horari): BB1, BB2, BB3, BB4, BB5, BB6, BB7, BB8, BB9, BB10 BB11, BB12, BB13.

***Figura 4.*** Totes les generacions de tortugues nascudes a l'escola des de l'any 2007 amb els seus codis de marcatge individual, les malformacions i les morts. (Figura extreta de Bernat Medina, 2020).

## 1.4 Control del bon estat de les tortugues adultes (antecedents)

A l'escola fem diverses accions per descartar, dintre de lo possible, que aquestes malformacions siguin degudes a alguna causa derivada de l'alimentació o d'un possible mal estat de les tortugues adultes.

Les principals causes de mal estat de les tortugues solen ser:

**La falta de vitamines:** Està demostrat que un dels possibles factors que afecten els individus durant les primeres setmanes d'incubació, provocant d'aquesta manera l'aparició de malformacions i anomalies, és la falta de vitamines, més concretament la falta de la vitamina A en el vitel de l'ou (Martínez-Silvestre, 2008). Aquesta falta de vitamina únicament pot ser deguda al fet que la mare hagi tingut una alimentació amb dèficit o absència d'aquesta vitamina, i com a conseqüència els ous no la inclouen i per tant, no poden desenvolupar de forma correcta l'embrió. Tot i això cal remarcar que a l'Escola no considerem aquest factor com un possible causant de les malformacions, ja que les tortugues de l'Escola mantenen una dieta equilibrada (Dent de lleó, plantatge...) amb suplements alimentaris rics en vitamina A, com per exemple les pastanagues de les quals aprofiten tant l'arrel de reserva com les parts verdes. Aquests suplements també es planten a la zona de vegetació semiprotegida que s'obre abans del període més llarg de vacances, de manera que durant aquest període tampoc els falta aquest suplement.

**Una mala hibernació prèvia:** Un factor clau en el bon estat dels ous i per extensió dels embrions, es troba en el benestar dels progenitors, més concretament en aquest cas, que aquests hagin tingut una hibernació correcta i sense incidents ni complicacions. A diferència de l'anterior punt, aquest sí que el considerem un factor a tenir en compte, pel fet que les condicions de la hibernació d'aquests últims anys no estan sent del tot favorables, amb hiverns atípics en els quals s'observa que les temperatures no baixen gaire o bé es registren valors alts i sobtats de temperatura que poden provocar alteracions en el rellotge biològic de les tortugues despertant-les momentàniament (sobretot en les hores centrals dels dies més calorosos) de la hibernació. Aquests aspectes han estat observats a l'Escola tant en les tortugues grans com en les juvenils (Marc Olivella, 2013; Blanca García, 2014; Mar Pons, 2015; Ferran Jiménez, 2016; Arnau Ruíz, 2017; Marina Castellanos, 2018; Mireia Cruz, 2019; Bernat Ferrer, 2020).

**El mal estat dels progenitors:** El correcte estat dels progenitors és de vital importància per obtenir uns ous sans que puguin tirar endavant sense patir malformacions, ja que qualsevol malaltia, deficiència alimentària o qualsevol factor perjudicial en la vida dels progenitors afectarà directament a l'estat de l'ou i per extensió a l'embrió. És per això que des de l'Escola fem un seguiment exhaustiu del pes dels progenitors i procurem que aquests estiguin en les millors condicions possibles. Seguint en aquesta línia, un cop a l'any, portem les tortugues de l'Escola al CRARC perquè els facin una visita veterinària de control, d'aquesta manera tenim corroborat per un equip professional que les tortugues de l'Escola es troben en bon estat (vegeu annex fotocronològic del dia 26/07/2021).

**Les malformacions en els progenitors:** Aquest factor és un punt important a tenir en compte perquè el mascle de l'Escola, pare de totes les tortugues que han nascut a l'Escola, presenta dues duplicacions de placa (Clara Peña, 2012). En el treball de recerca "Malformacions en *Testudo hermanni.* Causes ambientals o genètiques?" es conclou que en el cas de les duplicacions de placa a l'escola el component genètic existeix (Pau Vilaseca, 2016), però encara no s'ha pogut determinar en quin percentatge. Per això, any rere any, es van acumulant dades utilitzant els mateixos tractaments de temperatura ja esmentat, per poder disposar de totes les dades en un futur. Aquest any també hi aportarem les nostres (vegeu apartat 3).

## 1.5 Manipulació dels ous i control del procés d'incubació

**Una manipulació incorrecta dels ous:** En els casos en els quals la incubació es realitza de manera artificial, s'afegeix un possible factor de risc alhora de l'aparició de malformacions o bé la mort de l'embrió en desenvolupament. Aquest factor és la manipulació incorrecta dels ous.
Els ous dels rèptils tenen certes característiques especials que cal tenir en compte a l'hora de manipular-los. La principal d'aquestes característiques, és que l'embrió es forma sempre a la part superior de l'ou, ja que de no ser així el sac vitel·lí ple de vitel aixafaria l'embrió provocant-ne la mort (Soler i Martínez-Silvestre, 2005). Per això al traslladar els ous és molt important assegurar-se que en tornar-los a deixar dins la incubadora aquests estan en la mateixa posició que tenien dins el niu, i mantenir-los en aquesta mateixa posició tot el temps que dura la incubació. Aquest factor no és considerat de risc a l'Escola, ja que des del 2006 (Laia Herrerias, 2007) que apliquem la mateixa metodologia per realitzar el trasllat dels ous. Consistent en marcar amb llapis (perquè no s'esborri) una creu a la part superior de l'ou quan encara és dins el niu per tal de per tal de poder-lo traslladar (vegeu AF del dia 31/05/2021) i mantenir-lo dins la incubadora en la mateixa posició fins al moment de l'eclosió de l'ou.

**Excés de vitel:** Cal saber que durant el desenvolupament de l'embrió hi ha una estructura anomenada sac vitel·lí, la qual és l'encarregada d'emmagatzemar tot el vitel de l'ou que serveix per nodrir la tortuga mentre està dins d'aquest. Poc abans de néixer, a les acaballes del procés embrionari, la tortuga ja es troba desenvolupada totalment. Molt sovint s'observa que les tortugues, al néixer, trenquen l'ou fent només un petit orifici, però s'hi estan encara un temps abans de sortir, fins a 2 dies, com es va comprovar amb una filmació *time lapse* del procés realitzat a l'escola (Sònia Marías, 2015). Possiblement s'hi estan fins que acaben d'absorbir el vitel. Si la tortuga "s'ajuda" a sortir de l'ou abans que hagi reabsorbit tot el vitel, aquest es pot infectar amb el contacte amb el substrat.

En determinades ocasions en les que es produeixi un excés de líquid vitel·lí, aquest al ser englobat en la seva totalitat pel cos de la tortuga, pot suposar una ocupació de volum massa gran que per tant porti a la deformació de la closca i per extensió alteri la curvatura de la columna vertebral de l'animal (Martínez-Silvestre, 2008).

**Una excessiva temperatura d'incubació:** ja sabem que hi ha una certa relació entre la temperatura d'incubació i el mal desenvolupament de l'embrió. Existeixen uns valors màxims i mínims a partir dels quals l'embrió no es desenvolupa i acaba morint. És per això que creiem que el fet de seleccionar una temperatura d'incubació que estigui tant a prop dels límits esmentats, és un dels factors que considerem més probables com a causants de l'aparició de malformacions a l'escola. Per aquesta raó a partir del curs 2016-2017 (Pau Vilaseca, 2016) es vol mesurar aquest possible factor utilitzant dues incubadores, una optimitzada per obtenir femelles (a una temperatura de 32,2°C, que és de risc) i una altra a la temperatura pivotant (31,5°C). Aquest any no ha estat una excepció (vegeu apartat 3.3).

**Una humitat relativa d'incubació incorrecte:** Un altre element que pot representar un risc per a la salut dels embrions és o l'excés d'humitat relativa, o un índex d'humitat relativa massa baix durant la incubació. Aquest fet és degut a què la porositat de la closca dels ous és el que permet l'intercanvi de gasos amb l'exterior, és a dir, l'entrada d'$0_2$ i sortida de $CO_2$. És per això que la humitat exterior afecta el desenvolupament dels ous. Si la humitat és molt alta es produeix un menor intercanvi de gasos, i si per contra, la humitat és molt baixa, presenta un risc de deshidratació per a l'embrió que s'està desenvolupant. No obstant, per a nosaltres, és molt més greu que es produeixi una humitat relativa molt elevada perquè una baixada de temperatura de pocs graus provoca un augment de la humitat relativa

podent arribar a la condensació de l'aigua, mullant així les closques dels ous i impossibilitant-ne l'intercanvi de gasos, fenomen que si succeeix durant un període de més de 5 minuts, suposaria la mort de l'embrió per ofegament (Soler i Martínez, 2005). Ja hem dit anteriorment (vegeu apartat 1.3) que aquesta va ser la causa de mort per la desconnexió de les incubadores arrel d'una tempesta (Pau Vilaseca, 2016). Des d'aleshores s'utilitza un altre model d'incubadores, més altes (Arnau Ruíz, 2017) que permeten mantenir les caixes d'incubació dels ous de l'interior de les incubadores obertes. Per tant, aquest ja no és un factor de risc tan important com abans.

## 2. Material i mètodes

### 2.1 Les tortugues de la unitat reproductora

Actualment a l'escola disposem d'una unitat reproductora de tortuga mediterrània constituïda per dues femelles (una més gran en mida i edat que l'altre) i un mascle, que es troben de forma permanent al Pati de les tortugues.

Els tres exemplars presenten un xip específic i identificador al seu interior, a la vegada que també estan marcades amb un codi oficial del CRARC (Taula 1). A diferència de les tortugues juvenils, que van creixent de forma important, les tortugues adultes pràcticament no creixen, però presenten variacions de pes de tipus fisiològic, sobretot les femelles. Abans i després de fer una posta, per exemple. Físicament presenten algunes diferencies, com la coloració de la closca, més fosca en la tortuga gran, i el dimorfisme sexual entre el mascle i les dues femelles, però sobretot són diferències quan a mida i pes. La tortuga 7495, la considerem la tortuga gran ja que a part de ser mes vella, pesa gairebé 500 g més que la 6218, la mitjana. El mascle és l'exemplar més petit, i amb diferència, ja que només pesa uns 650 g.

***Taula 1.*** Taula identificativa de les tres tortugues de l'escola. Dades extretes del dia 7/05/2021, abans de començar el període de postes.

| CODI OFICIAL | MIDA I TORTUGA | PES APROXIMAT (g) |
|---|---|---|
| 6218 | Femella mitjana | 1086 |
| 7495 | Femella gran | 1530 |
| 7496 | Mascle | 650 |

Visualment les podem diferenciar bé si estan juntes (Figura 5). Per separat podrem identificar el mascle, però entre les dues femelles la diferenciació costa més, ho hem pogut comprovar quan feien una posta.

***Figura 5.*** Fotografia actual (05/11/2021) de les tres tortugues mediterrànies que constitueixen la unitat reproductora. Al mig hi ha el mascle, visiblement més petit que la tortuga gran.

## 2.2 Preparació de la zona de postes de les tortugues

Inicialment les tortugues feien les postes a la zona de l'extrem NE del pati (Laia Herrerias, 2007; Berta Ollé, 2008), després també començaren a fer-les a la extrem oest del pati (Èlia Faixó, 2009; Alba Ramon, 2010), que va passar a ser la zona més escollida per les tortugues en els anys següents, probablement perquè hi arriba més radiació. Per aquest motiu es va decidir substituir el terra del pati d'aquesta zona per un substrat de sauló (Figura 1), molt més adient perquè les tortugues hi puguin excavar per fer el niu, segons el CRARC (Clara Peña, 2012).

Posteriorment al període 2012-2013, malgrat s'ha observat algun cas de postes en algun altre indret, com ara al centre del pati (Marc Olivella, 2003) o també a la zona NE (Enric Vila, 2014), la immensa majoria de postes s'ha realitzat en aquest indret, que ja tots anomenem zona de postes (vegeu figura 1). Malgrat fer les postes en aquest indret, també es va observar que les femelles feien bastants forats abans d'arribar a fer el definitiu, el de la posta, és a dir, feien bastants intents. Fins que es va descobrir que provocant una petita inclinació del substrat el nombre d'intents disminuïa força (Sofia Domènech, 2018).

Així doncs, abans de que comenci l'època de postes es fa una comprovació de que el sauló estigui en bon estat, és a dir, que sigui uniforme, que tingui un bon estat de compressió i que no hi hagi arrels que puguin dificultar l'excavació del forat per part de les femelles. A continuació es provoca voluntàriament una inclinació d'aquell sol d'entre 15° i 20°, aproximadament uns 17°, amb l'ajuda d'un clinòmetre (vegeu annex fotocronològic del dia 15/04/2021).

Com es va poder comprovar fa uns anys (Marina Castellanos, 2018) la zona de postes del Pati de les tortugues rep radiació directe gairebé tot l'any excepte els mesos d'hivern. A partir del 4 de març comença a entrar radiació solar al pati i aquesta franja augmenta fins arribar a cobrir tota la zona de postes el dia del solstici d'estiu (Figura 6).

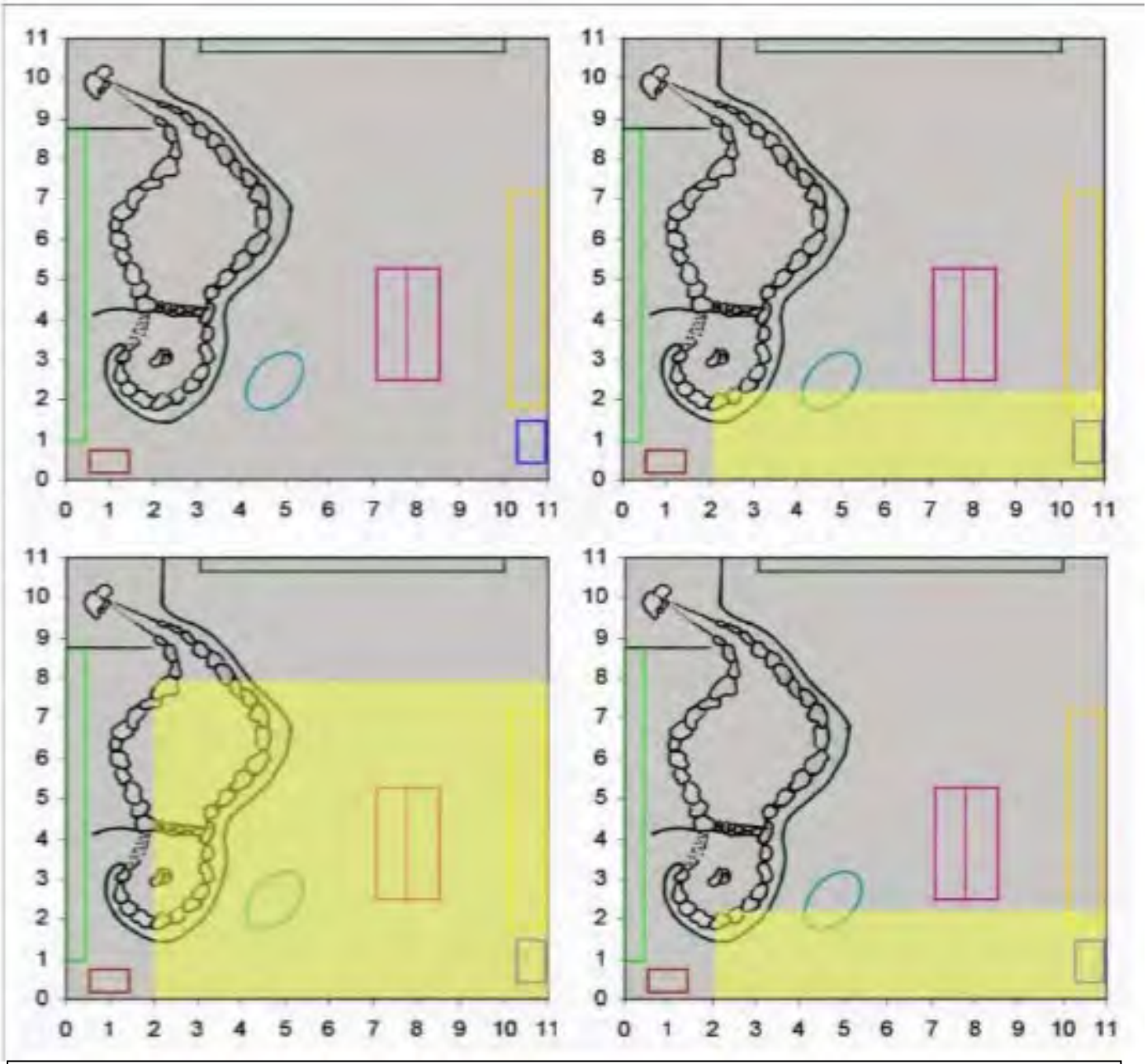



***Figura 6 .*** Il·luminació màxima teòrica que arriba al terra del Pati de les tortugues durant els canvis d'estació, començant, d'esquerra a dreta i de dalt a baix, pel solstici d'hivern (per fer-ho coincidir cronològicament amb el treball) el dia 21 de desembre, seguit per l'equinocci de primavera el dia 20 de març. Després hi ha el solstici d'estiu, el dia 21 de juny (que és el moment de màxima il·luminació que s'assoleix) i, per últim, tenim l'equinocci de tardor el 23 de setembre.. (Figura extreta de Marina Castellanos, 2018).

Aquest any hem seguit com els cursos anteriors la mateixa metodologia per preparar la zona de postes, i hem pogut constatar un any més (vegeu apartat 3.1) que la petita inclinació en la zona de postes pot ser molt favorable i pot suposar una millora en el nombre de postes i en el nombre d'intents.

***Taula 2 .*** Dates de les postes d'ous trobades al Pati de les Tortugues des del curs 2006-2007 actualitzat fins 2020, per tal de determinar l'interval de temps durant postes de cada tortuga. Les dades 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 segurament es va fer una posta no detectada (Taula d'Arnau Ruíz (2017), actualitzada).

| 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 | | | |
| 2018 | 25/05/2018 | 19/06/2018 | 25 | 06/07/2018 | 16 | 28/05/2018 | 21/06/2018 | 24 | 09/07/2018 | 18 |
| 2019 | 30/05/2019 | 21/06/2019 | 22 | 08/07/2019 | 17 | 02/06/2019 | 23/06/2019 | 21 | 11/07/2019 | 18 |
| 2020 | 23/05/2020 | 16/06/2020 | 24 | 07/07/2020 | 21 | 30/05/2020 | 10/07/2020 | 41 | | |
| **Mitjana** | | | **27** | | **21** | | | **29** | | **21** |

## 2.3 Sistemes per a la detecció de les postes

Nosaltres no estem a cada moment mirant el Pati de les tortugues per veure si les tortugues estan fent alguna posta, tot i que molt habitualment les comencen al matí de manera que, com que s'hi estan unes hores, quan nosaltres arribem al matí la femella encara segueix fent la seva posta i veiem on la fa.

Fa anys, el problema era quan es feien postes durant el cap de setmana i aquestes eren més difícils de detectar, de manera que es va començar a pensar de quina manera es podia saber amb antelació quan es farien les postes, i es va originar una taula que ens permetés veure al llarg dels anys quants dies hi havia entre postes, per així poder fer una interpretació aproximada de quan serien les següents postes.

Tot i això, aquestes dades no son del tot fiables ja que com s'indica a la Taula 2 en taronja, en els anys 2011, 2012 i 2020 es podrien haver perdut informació de diverses postes. Degut a que la distància temporal entre la posta anterior i la següent supera el doble de dies que la mitjana, se suposa que es va produir una posta entremig, però que no es va trobar. Per tant, aquestes dades no son 100% reals, son aproximades però a la vegada son sens dubte molt útils a l'hora de predir aproximadament quan seran les postes de cada tortuga.

Des de fa uns quants anys, per controlar les possibles postes dels caps de setmana, el que fem és un control del pes de les tortugues grans cada divendres i cada dilluns, per veure si entre aquells 2 dies de cap de setmana hi ha hagut alguna variació significativa del pes de les femelles grans. Si la diferencia és d'uns 60 grams o major, pot voler dir quela tortuga en qüestió ha fet una posta. Hem pogut comprovar que aquest sistema funciona perquè l'hem pogut contrastar amb observacions directes (vegeu apartat 3).

Com a novetat d'aquest any, disposem d'una càmera amb gran angular situada a la paret sud del Pati de les tortugues i que es pot orientar cap a la zona de postes en temps real (vegeu AF del dia 18/06/2021).

També vam instal·lar una càmera de fototrampeig (vegeu AF del dia 23/022021) a la zona de postes, però vam comprovar que només funciona per detectar animals de sang calenta (mamífers i ocells).

## 2.4 Recollida i trasllat dels ous a les incubadores

Una vegada una de les femelles ha fet una posta, es localitza el forat a base de tocar amb precisió el sauló i buscar la zona exacta que normalment es notarà una mica més tova que el substrat del voltant. Un cop ja tenim el forat ben localitzat, el que fem és excavar el terra amb compte fins arribar als ous. Al veure els ous hem de seguir sempre un mateix procediment. Aquest procediment comença sempre amb marcar la part superior de l'ou amb una X amb llapis per saber quina era la seva posició, i procurem no girar-los en tot el procés, ja que és important que a la incubadora els ous estiguin amb la mateixa posició amb la que es van pondre (Soler i Martínez, 2005). Una vegada hem tret tots els ous seguint aquest procediment, i els hem posat en un pot amb paper per transportar-los al laboratori, hem de comprovar bé que no ens n'hem deixat cap. Per això, excavem molt bé el forat, fins veure que no hi ha més ous. Aleshores hem de tornar a tapar el forat deixant el sauló igual de comprimit com estava abans de la posta (mullant i trepitjant el substrat) per si es vol tornar a fer una posta allà.

Seguidament, els ous es pugen al laboratori. Allà es renten minuciosament a mà, s'eixuguen i se'ls hi escriu un numero correlatiu a l'ordre en que s'han trobat, i se'ls hi escriu la data en que es va fer la posta, per així poder-los identificar bé, i es ressegueix la x per si s'havia esborrat després de la rentada amb aigua.

Com cada any, la meitat dels ous de cada posta es posa a cada incubadora per seguir els dos tractaments (vegeu següent apartat). Els imparells a la incubadora 1 i els parells a la incubadora 2 (vegeu AF del dia 31/05/2021). Una novetat d'aquest any és la disposició dels ous a dins d'una mateixa incubadora per tal d'evitar confusions si es produeixen naixements simultanis de les dues tortugues (vegeu AF del dia 08/07/2021).

## 2.5 Tractaments i control de les variables ambientals

Les dues incubadores utilitzades, de la marca Reptibator (Arnau Ruíz, 2017) consten d'una caixa de porexpan amb una tapa de plàstic transparent, amb una resistència amb termòstat regulable des de l'exterior. A l'interior hi ha una plataforma d'escuma a sota de la qual es posa aigua. Els ous no es posen directament sobre la plataforma, si no que estan dins de caixes de plàstic de "Ferrero Rocher " amb vermiculita que fa de substrat i que permet mantenir la posició dels ous (vegeu AF del dia 14/05/2021).

Des del 2016 (Pau Vilaseca) s'utilitzen dos tractaments, com ja hem comentat. Un primer tractament que consisteix a mantenir la temperatura d'incubació a 32,2° i l'altre a uns 31,5°, regulables amb el termòstat que inclou les incubadores, però controlant la temperatura de l'interior amb dataloggers molt més precisos.

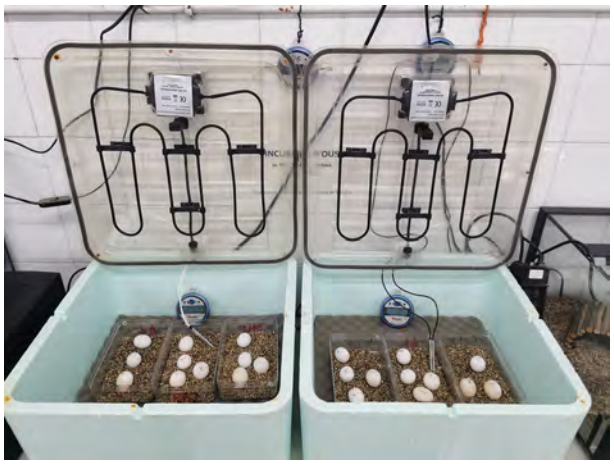


***Figura 7.*** Incubadores de l'escola amb els seus respectius dataloggers que ens permeten controlar les variables ambientals.

Per tenir controlada la temperatura i la humitat relativa de les incubadores utilitzem uns dataloggers Escort, de doble sonda tèrmica i uns termohigròmetres Escort (mesuren temperatura i humitat relativa), per a cada incubadora (Figura 7). Eventualment es pot disposar d'un datalogger EasyLog, més petit, per col·locar a l'interior de les caixes, a nivell dels ous que s'estan incubant. Tots aquests enregistradors electrònics estan programats per enregistrar les dades cada hora durant tot el període d'incubació.

A més, les incubadores van connectades a un SAI[6] des de l'any 2018, per evitar l'efecte de possibles talls de llum.

## 2.6 Actuacions per al control dels naixements.

Passats aproximadament uns 2 mesos des de la primera posta, a les temperatures d'incubació les quals sempre romanen constants (32,2° i 31,5°), comencen a néixer els primers exemplars de la primera posta. I així successivament, aproximadament als 60 dies d'incubació els ous eclosionen i neixen les tortugues.

Aquest és un període crític i cal estar molt atent, no només perquè és un dels períodes més delicats, sinó perquè coincideix amb el període de vacances i no tothom hi és per pujar cada dia. A més, durant el mes d'agost l'escola és tancada, i si no hi és el nostre tutor ens ha d'obrir expressament algú altre. Aquest any, com veurem més endavant, han estat el Carlos (Tècnic informàtic), el Pol (Cap de manteniment) i el Vicenç (Cap d'estudis).

[6] Servei d'Alimentació Ininterrompuda.

Un cop hem identificat la nova tortuga acabada de néixer (femella de la qual prové, posta, tractament, etc...) la traiem de la incubadora i la posem en un recipient amb certa inclinació on hi tindrà aigua per beure si ella ho desitja. Seguidament la netegem, la marquem amb un codi intern i la deixem dins del terrari de biologia, on hi haurà també un plat baix amb menjar (fulles tendres d'enciam i/o dent de lleó) i aigua (Figura 8).

***Figura 8.*** Disposició de fulles de dent de lleó (esquerra) o d'enciam (dreta) amb la base de les fulles a dins d'un platet amb aigua per mantenir-les fresques més temps, a l'interior del terrari del laboratori per a les tortugues que acaben de néixer.

Per tal de tenir identificades de forma individual les tortugues de cada generació, seguim la mateixa metodologia dels últims anys (vegeu la figura 4). Aquesta metodologia consisteix en marcar amb un retolador permanent platejat les plaques marginals (incloses les dues supracaudals), de forma correlativa en sentit horari a mida que van naixent les tortugues. Aquest sistema permet marcar 24 tortugues (11 marginals de la part dreta, dues supracaudals i 11 marginals de la part esquerra, mirant la tortuga des de dalt). El codi complet inclou una o dues lletres, que s'escriuen abans del número i que defineixen la generació. Per exemple, la primera tortuga que neixi aquest any tindrà el codi BL1 i la marca en la primera marginal dreta, al costat de la nucal. I la BL12 serà la que neixi en 12è lloc i tindrà una marca en la primera supracaudal en sentit horari.

## 3. Resultats de l'any 2021 i discussió

### 3.1 Nombre de postes i nombre d'ous

Aquest any hem trobat un total de 6 postes al Pati de les Tortugues. Hi ha hagut 3 postes de cada tortuga (Vegeu taula 2), com els resultats dels anys anteriors.

Pel que fa el nombre d'intents, excepte un segon intent en dues de les postes, un de cada tortuga, la resta ha estat al primer intent (Taula 3). Però va passar un fet curiós en la primera posta de la tortuga gran, perquè no va pondre els ous al forat que acabava de fer, sinó que els va deixar a la superfície, sense enterrar. En aquest cas, però, tenim un registre d'observacions i fotografies (vegeu annex fotocronològic del dia 31/05/2021) que ens permeten esbrinar el què va passar. Resulta que el mascle va estar molestant la femella mentre feia el forat fins que la va fer girar de posició i la femella va fer la posta en superfície.

Aquesta, però, no va ser l'única observació que vam fer en que les tortugues es molestaven entre elles a l'hora de fer la posta. Quan les dues femelles havien de fer la seva tercera posta, el Marí des de casa es va connectar a la càmera angular que està orientada a la zona de postes (vegeu AF del dia 30/05/2021) i va observar com les dues femelles es feien fora entre elles de la zona de postes. Més tard, quan la femella gran estava fent el seu intent de posta, la femella mitjana va anar a molestar-la, però va ser poca estona, però després hi va anar el mascle, que la va intentar desplaçar fins que va aconseguir fer-la abandonar (Vegeu annex fotocronològic del dia 04/07/2021).

Aquest comportament del mascle evitant que la femella gran acabi de fer la posta no s'havia observat anteriorment al Pati de les tortugues. Desconeixem si aquest fet té alguna influència en l'eficiència reproductora de la femella gran, però el cert és que no l'hem observat en la femella mitjana.

L'any passat (Bernat Medina, 2020) totes les postes que es van fer van ser del primer intent, no obstant, fa dos anys es van identificar tres postes al segon intent (Carla Duran, 2019). Tots aquests resultats, però, es poden considerar molt positius perquè abans de provocar una inclinació del substrat, les tortugues feien molts més intents abans de fer la posta definitiva (Sofia Domènech, 2018).

El nombre de postes d'ous d'aquest any es força variat, ja que hi ha hagut dues postes de 6 ous, una de 7, una de 5, una de 4 i finalment una de 3. La mitjana d'ous per posta s'ha mantingut exactament igual que l'any passat, 5,2 ous/posta (Bernat Medina, 2020), i ha augmentat respecte fa dos anys, que era de 4.3 ous/posta (Carla Duran, 2019).

***Taula 3 .*** Dates de les postes d'ous trobades al Pati de les Tortugues aquest any, la tortuga que els va pondre, la zona de posta, en quin intent es va fer i el nº d'ous de cada posta.

| Nº posta | Data | Tortuga | Zona | Nº intents | Nº ous |
|---|---|---|---|---|---|
| 1ª | 31/05/2021 | Tortuga gran | Oest | Primer intent | 7 ous |
| 2ª | 03/06/2021 | Tortuga mitjana | Oest | Segon intent | 4 ous |
| 3ª | 18/06/2021 | Tortuga gran | Oest | Primer intent | 6 ous |
| 4ª | 22/06/2021 | Tortuga mitjana | Oest | Primer intent | 4 ous |
| 5ª | 06/07/2021 | Tortuga gran | Oest | segon intent | 6 ous |
| 6ª | 08/07/2021 | Tortuga mitjana | Oest | Primer intent | 3 ous |

Durant els mesos de postes es fa també un seguiment de l'evolució del pes de les tortugues grans per poder identificar d'aquesta manera possibles postes de caps de setmana, tal com hem explicat en l'apartat de Material i mètodes ( Vegeu apartat 2.3). Els resultats d'aquest any (sovint verificats per les observacions directes) han estat clars. En la gràfica obtinguda de les dades de pes (Figura 9) s'observa com les dues femelles presenten 3 baixades de pes cada una que corresponen a les tres postes. També es veu com la tortuga gran fa cada posta sempre per davant de les de la tortuga mitjana. Pel que fa al mascle, el seu pes ens serveix de control, perquè si es produís una baixada de pes també del mascle, juntament amb el de les femelles, podria indicar que la baixada de pes no és deguda a una posta sinó a falta de menjar, per exemple. De fet, aquest any es pot observar una pujada de pes de les tres tortugues (el 2 de juliol) que podem relacionar amb el fet que el dia abans els hi vam portar força menjar (vegeu AF del dia 01/07/2021).

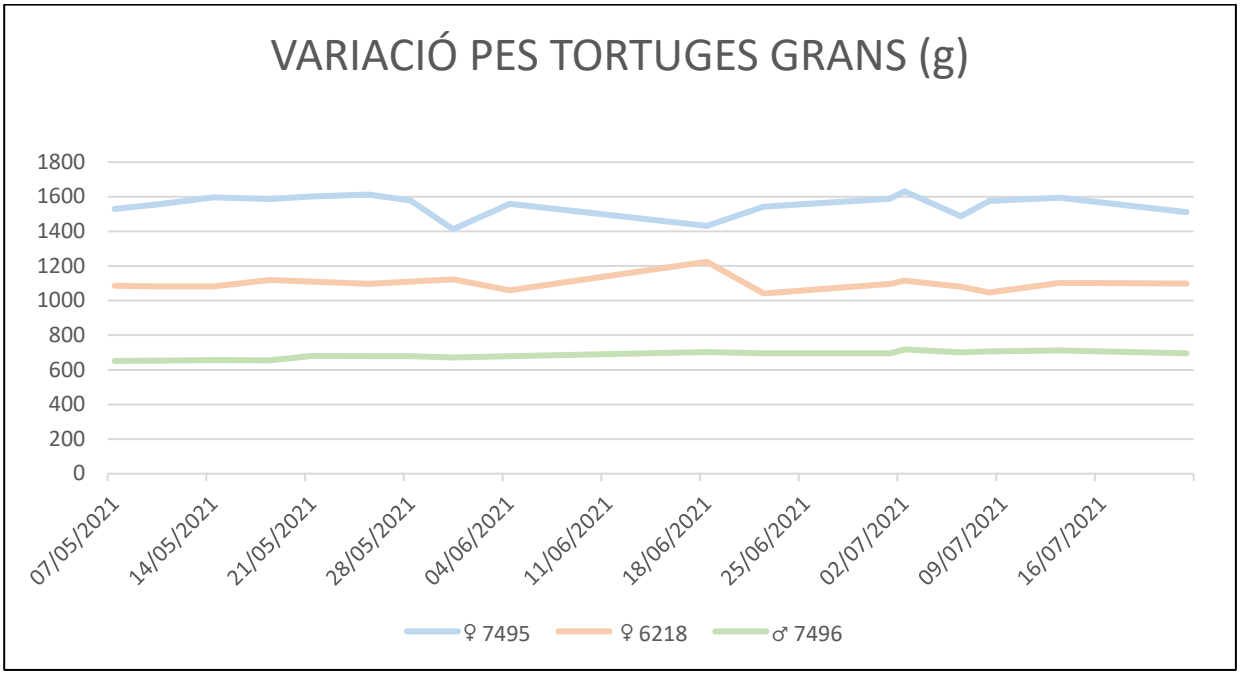



***Figura 9 .*** Gràfica que ens ensenya el seguiment en la variació de pes de les tortugues grans durant els mesos fèrtils, per tal d'identificar les postes amb el pes de les femelles. Podem observar que a diferencia del mascle, les femelles varien de pes visiblement d'un dia per l'altre. Això és a causa de que han fet una posta, per això hi ha 3 canvis grans de pes en cada tortuga femella.

## 3.2 Naixements i eficiència reproductora global

Al cap d'aproximadament 2 mesos de la primera posta, a les temperatures d'incubació seleccionades, comencen a néixer les primeres tortugues de la nova generació. Com ja s'ha dit, durant aquest període hem d'estar molt atents, ja que no únicament son uns dies importants, sinó que sempre coincideix amb la meitat d'estiu, cosa que complica l'assistència de gent a l'escola. Les tortugues no poden estar gaire temps a la incubadora una vegada han nascut, ja que tenen risc de deshidratació. Per aquest motiu, un cop hem identificat la tortugues noves i de qui procedeixen, i han passat pel procés de neteja, marcatge, pesatge i tractament, les traslladem a un terrari que hi ha al laboratori de biologia amb un platet al mig on hi tenen aigua i unes quantes fulles tendres que les permetran alimentar-se (vegeu la figura 8).

En el cas que quan surtin encara no tinguin acabada de cicatritzar la ferida del cordó umbilical, gràcies al qual s'ha alimentat durant 2 mesos del sac vitel·li, les mantenim aïllades durant un parell de dies en un

recipient de plàstic humit i amb menjar, perquè no puguin agafar infeccions amb el substrat del terrari. Casualment, aquest any, una de les primeres tortugues en néixer, la BL4, ho va fer abans d'hora i encara no havia reabsorbit tot el vitel, en tenia encara molt a fora (vegeu AF del dia 04/08/2021). Se li ha aplicat povidona iodada (Topionic) a la zona del vitel i es va col·locar la tortuga a sobre d'una espècie de cilindre perquè el vitel no toqués a terra durant un temps. Després es va posar aïllada en una placa de petri perquè no se li infectés amb el substrat del terrari, tot i que finalment va acabar morint. Es va etiquetar i es va guardar al congelador per si més endavant es vol fer necròpsia (vegeu AF del dia 06/08/2021).

Al cap d'unes setmanes una altra tortuga, la BL15, va néixer amb el vitel extraordinàriament sortit i es va haver d'improvisar un sistema per immobilitzar-la (vegeu AF del dia 22/08/2021). La vam posar en observació a casa i se la va anar cuidant i curant la ferida diàriament, per tal que pugues sobreviure (vegeu AF del dia 23/08/2021).

Per tal d'enumerar-les, ja s'ha esmentat que es segueix la metodologia de cada any, però aquest codi, consistent en marcar en sentit horari (mirant la tortuga des de dalt i amb el cap cap amunt) les plaques marginals (incloses les dues supracaudals), és a dir, 11+2+11, només arriba a 24. Què passarà si neixen més tortugues? (vegeu AF del dia 07/09/2021). Hem decidit que el codi de marcatge a partir de la tortuga nº 24 serà una marca en la placa costal i una en la primera marginal (nº 25), costal més segona marginal (nº 26), costal més 3a marginal (nº 27). Aquest sistema permet arribar a duplicar el nombre de tortugues, és a dir, que la primera costal i la última marginal correspondria a la tortuga nº 48. I també deixa obert poder incrementar el nombre seguint aquesta metodologia.

***Figura 10.*** Codis de marcatge a partir del número 24, corresponents a les tortugues BL25 (esquerra), BL26 (centre) i BL27 (dreta).

Els resultats d'aquest any pel que fa al seguiment dels ous, les femelles de les quals provenen, el número de posta, els tractaments de temperatura (32,2°C i 31,5°C), els naixements i les malformacions es mostren detalladament a la taula 4. També es mostren els resultats dels ous que no van eclosionar als quals se'ls va practicar una dissecció.

L'any passat va ser un mal any en quant el nombre de naixements, ja que dels 26 ous que tenien únicament en van néixer 12, el que va significar una caiguda en picat de la eficiència reproductora, un 46%, cosa que es posiciona entre els pitjors 10 anys de la historia del Pati de les tortugues (vegeu l'apartat 4.1).

Fa dos anys l'eficiència reproductora va ser del 73%, cosa que significa un resultat fantàstic, ja que de 26 ous van néixer 19 tortugues. Aquest any hem obtingut uns resultats excel·lents, ja que dels 31 ous que teníem, n'han nascut 27, el que significa un 87% de tots els ous. Aquesta xifra es situa no tan sols en l'any amb més ous postos, si no que ha estat també l'any en que s'ha tingut més tortugues juvenils a l'escola.

***Taula 4 :*** Seguiment dels ous d'aquest any, incloent-hi les femelles de les quals provenen, el número de posta, els tractaments de temperatura (32,2°C i 31,5°C), els naixements i les malformacions. També es mostren els resultats dels ous que no van eclosionar als quals se'ls va practicar una dissecció.

| Ou n° | Femella (codi oficial) | Tortuga (BL) | Tractament Temp. (°C) | Data naixement | Pes naixement (g) | Presència duplicacions | Altres observacions | Observacions de disseccions |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 7495 | BL4 | 32,2 | 04/08/2021 | 10,2 | Vertebral i costal | vitel sortit i color més clar | |
| 2 | 7495 | BL3 | 31,5 | 04/08/2021 | 12,2 | Vertebral i costal | | |
| 3 | 7495 | | 32,2 | | | | | No embrió |
| 4 | 7495 | BL2 | 31,5 | 03/08/2021 | 12,8 | Vertebral i costal | | |
| 5 | 7495 | BL1 | 32,2 | 03/08/2021 | 11,1 | vertebral molt petita | | |
| 6 | 7495 | | 31,5 | | | | | Embrió |
| 7 | 6218 | BL8 | 32,2 | 06/08/2021 | 10,1 | 2 costals | | |
| 8 | 6218 | BL7 | 31,5 | 04/08/2021 | 9,9 | | | |
| 9 | 6218 | BL9 | 32,2 | 06/08/2021 | 9,8 | | | |
| 10 | 6218 | BL6 | 31,5 | 04/08/2021 | 9,9 | | vitel sortit | |
| 11 | 6218 | BL5 | 32,2 | 04/08/2021 | 10,1 | | | |
| 12 | 7495 | BL10 | 31,5 | 22/08/2021 | 13,3 | vertebral, costal i marginal | | |
| 13 | 7495 | BL15 | 32,2 | 22/08/2021 | 12,6 | | Vitel molt sortit | |
| 14 | 7495 | BL11 | 31,5 | 22/08/2021 | 13,4 | | | |
| 15 | 7495 | BL17 | 32,2 | 24/08/2021 | 12,3 | | | |
| 16 | 7495 | BL12 | 31,5 | 22/08/2021 | 13,4 | | | |
| 17 | 7495 | | 32,2 | | | | | No embrió |
| 18 | 7495 | BL19 | 31, | 27/08/2021 | 11,6 | | | |
| 19 | 6218 | BL13 | 32,2 | 22/08/2021 | 11,4 | | | |
| 20 | 6218 | BL16 | 31,5 | 23/08/2021 | 11,2 | costal petita | | |
| 21 | 6218 | BL14 | 32,2 | 22/08/2021 | 10,9 | costal | | |
| 22 | 6218 | BL18 | 31,5 | 24/08/2021 | 11,4 | | | |
| 23 | 7495 | | 32,2 | | | | Va petar abans de termini | No embrió |
| 24 | 7495 | BL25 | 31,5 | 07/09/2021 | 13,8 | | | |
| 25 | 7495 | BL20 | 32,2 | 03/09/2021 | 14,6 | | | |
| 26 | 7495 | BL26 | 31,5 | 07/09/2021 | 13 | | | |
| 27 | 7495 | BL21 | 32,2 | 06/09/2021 | 11,4 | costal | | |
| 28 | 7495 | BL24 | 31,5 | 07/09/2021 | 11,6 | | | |
| 29 | 6218 | BL23 | 32,2 | 06/09/2021 | 12,6 | | | |
| 30 | 6218 | BL27 | 31,5 | 07/09/2021 | 12,8 | | | |
| 31 | 6218 | BL22 | 32,2 | 06/09/2021 | 10,4 | | | |

Com podem observar a la taula 5 , aquest any, tot i els bons resultats obtinguts, s'ha tornat a notar una diferencia entre les dues tortugues grans, ja que la tortuga mitjana ha tingut un 100% d'eficiència reproductora, mentre que en la gran ha estat del 79%, amb 15 naixements de 19 ous. Insistirem més en aquest apartat més endavant.

***Taula 5:.*** En aquesta taula s'indica el nombre total d'ous de cada femella amb el percentatge de naixements i el percentatge de malformacions d'aquests.

| Tortuga | Ous (nº) | Naixaments (nº(%)) | Malformacions (nº(%)) |
|---|---|---|---|
| Mitjana ( 6218) | 12 | 12 ( 100%) | 3 (25%) |
| Gran ( 7495) | 19 | 15( 78%) | 6 (40%) |

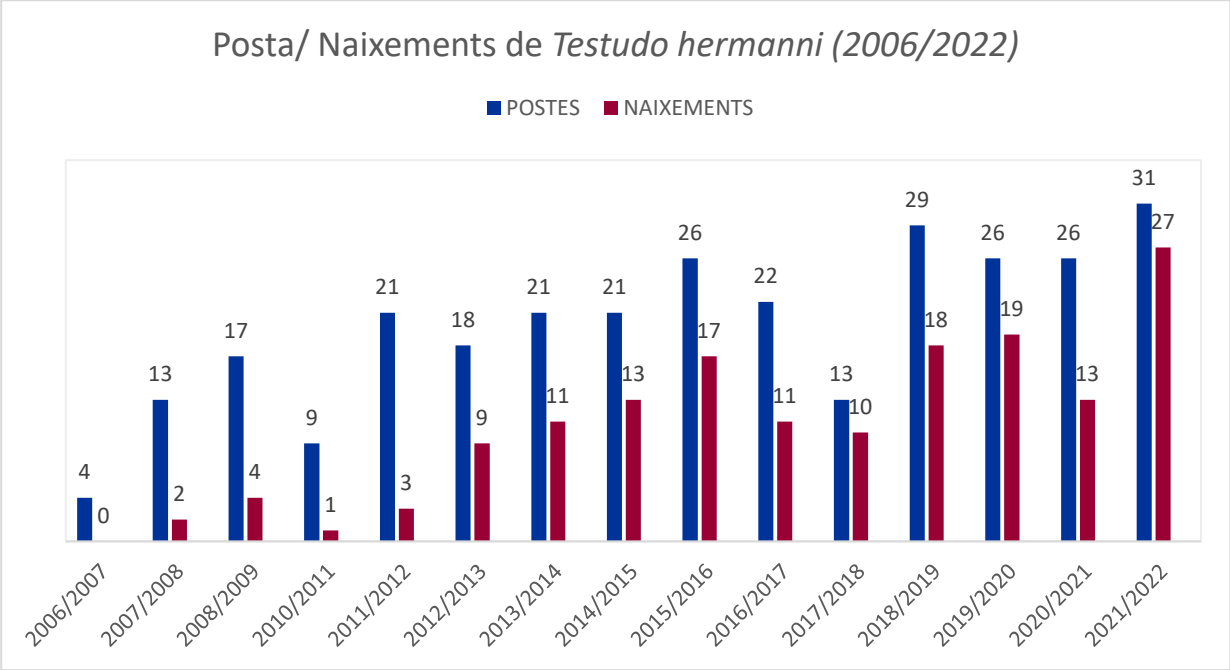



***Figura 10 .*** Gràfica actualitzada fins aquest any de la relació entre el total d'ous trobats en el conjunt de postes per any i el nombre de naixements dels últims 15 anys. Aquest any s'ha assolit el màxim resultat tant en nº d'ous (31) com en el de naixements (27).

## 3.3 Temperatura d'incubació i malformacions

Pel que fa als dos tractaments de temperatura i la seva incidència en l'aparició de malformacions (Taula 6), podem deixar constància que aquest any es continua observant una major incidència de malformacions en el tractament a temperatura més elevada (32,2°C) per obtenir femelles que no pas amb el tractament a la temperatura pivotant (31,5°), tot i que les diferències són petites.

**Taula 6.** En aquesta taula s'indica el nombre d'ous incubats, el percentatge de naixements i el de malformacions amb cada tractament de temperatura (32,2°C o 31,5°C).

| Tractament | Ous (n°) | Naixements ((nº (%)) | Malformacions ((nº (%)) |
|---|---|---|---|
| Incubadora 1 (32,2°C) | 16 | 13 (81%) | 5 (38%) |
| Incubadora 2 (31,5°C) | 15 | 14 (93%) | 4 (28%) |

També cal remarcar que la taxa de malformacions de tots els ous d'aquesta nova sèrie (33%) ha estat més baix que anys anteriors. L'any passat, per exemple, el % de malformacions va ser d'un 53% (Bernat Medina, 2020).

Aquest any hi ha hagut 9 tortugues que presentin malformacions, les quals, com ja hem dit, corresponen a un 33% de les tortugues totals d'aquesta generació de juvenils. Totes aquestes 9 tortugues presenten anomalies  a les plaques, és el cas de la BL4, BL2 i BL3 que presenten malformacions a les plaques costals i a les vertebrals, la BL1 presenta una sola malformació a una placa costal, mentre que la BL10 presenta tres tipus de malformacions: vertebral, costal i marginal. Encara més, la BL8,BL16, BL21 i BL 14, presenten alteracions a les plaques costals.

***Figura 11 .*** Detall de les 8 tortugues de la nostra sèrie (BL) que presenten alguna malformació. No es presenta la tortuga morta (BL4). (Fotografies realitzades pel meu company Eloi Zamora).

No obstant, tot i l'elevat nombre de malformacions, cal tenir en compte que totes les malformacions que les juvenils presenten aquest any són de les que es consideren que no afecten a la supervivència (vegeu apartat 1.3). La majoria de malformacions d'aquest any son duplicacions de les plaques costals.

Uns dies abans de que comencin les tortugues a fer niu es preparen les incubadores (vegeu Annex fotocronològic del dia 14/05/21). Els registres continus pel que fa a la temperatura i humitat de les incubadores durant tot el temps d'incubació amb els enregistradors *Escort iLog* i *EasyLog* ens permeten comprovar si les condicions d'incubació han estat les desitjades (vegeu apartat 2.5).

Aquí es presenten les gràfiques obtingudes a partir de captures de pantalla amb el software dels dos tipus d'enregistradors electrònics, el del fons de les incubadores amb el datalogger Escort d'humitat i temperatura (Figura 12) i el datalogger EasyLog, també d'humitat i temperatura, situat a nivell dels ous de la incubadora a temperatura més elevada (Figura 13).

La temperatura és extraordinàriament constant i semblant en els dos enregistradors. Això vol dir que no es produeix un microclima significatiu a l'interior de les incubadores (entre el fons de la incubadora i on estan situats els ous) pel que fa a la temperatura. Amb la humitat relativa, en canvi, sí que s'observen diferències. A part que fluctua molt més que la temperatura i és molt més irregular, s'observen valors més alts al fons de la incubadora que a nivell dels ous. Aquestes diferències són lògiques, si pensem que el fons de la incubadora està situat més a prop de l'aigua i que els ous estan situats més amunt. Pel que fa també a la humitat, podem observar que la incubadora 1 va patir una baixada pronunciada de la seva humitat relativa durant els primers dies de setembre. Això va passar perquè s'havia acabat l'aigua de la incubadora 1 (vegeu AF del dia 01/09/2021).

D'aquest registre de les condicions ambientals podem observar que en cap cas s'ha passat dels 32°C en el cas de la incubadora amb el tractament a la temperatura pivotant (31,5°C) ni dels 33°C en la incubadora amb el tractament optimitzat per obtenir femelles (32,2°C). Això vindria a indicar que les malformacions trobades enles tortugues incubades en el tractament a 31,5°C (vegeu Taula 6) en un principi no podem considerar que siguin degudes a una temperatura excessiva.

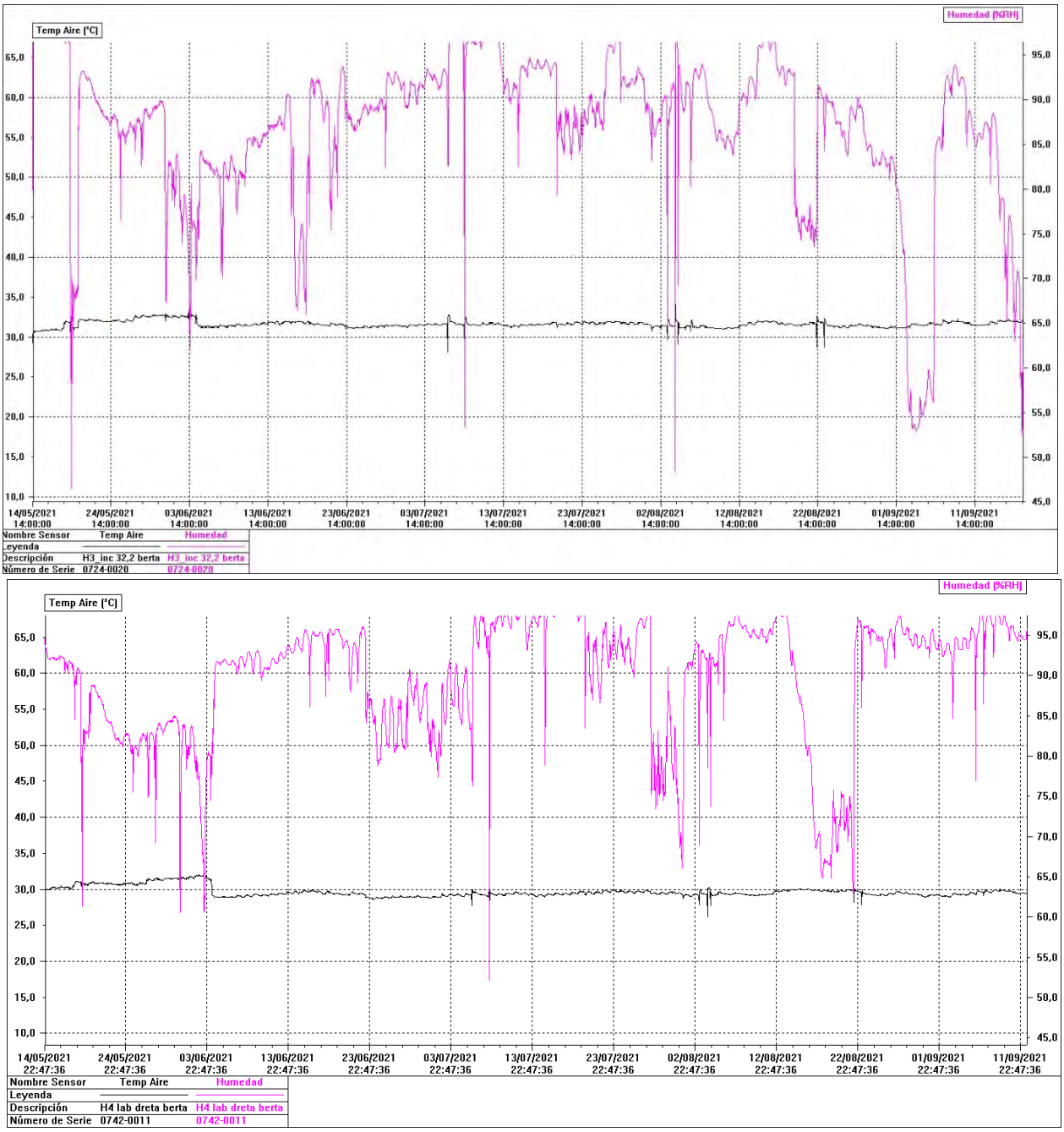



***Figura 12.*** Registre del datalogger termohigròmetre *Escort iLog* situat al fons de la incubadora a 32,2°C (a dalt) i a 31,5 °C (a baix). Gràfiques obtingudes directament amb el software *Escort console.*

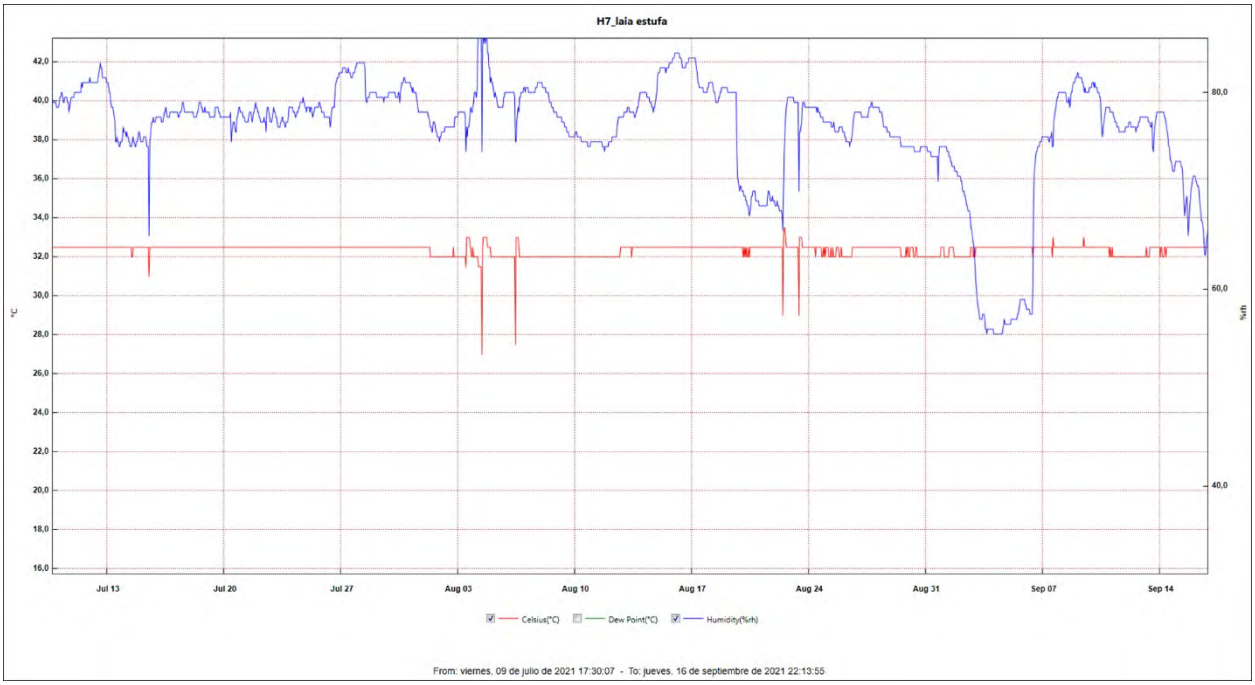



***Figura 13.*** Registre del datalogger termohigròmetre *EasyLog* situat a l'interior de les caixes d'incubació (a nivell dels ous) de la incubadora a 32,2°C . Gràfiques obtingudes directament amb el software *EasyLogUSB.*

.

## 4. Diferències en l'eficiència reproductora de les dues femelles

### 4.1 Anàlisi comparativa dels últims anys

L'eficiència reproductora és el que es coneix com a relació naixements/nombre d'ous, i és diferent per a cada tortuga, essent major amb la femella mitjana (codi 6218) que en la femella gran (codi 7495).

La menor eficiència de la tortuga gran va començar a ser detectada fa 6 anys (Mar Pons, 2015), que quan estava analitzant els resultats dels anys anteriors, del 2011 la 2015, va detectar que la tortuga mitjana mostrava un augment de la eficiència, que anava del 63% al 100%, mentre que la de la tortuga gran es mantenia al voltant del 40%. Els anys següents, l'eficiència reproductora de les tortugues grans va ser del 100% i del 75% l'any 2016 (Pau Vilaseca), del 100% i del 50% l'any 2017 (Arnau Ruiz), del 93% i 33% l'any 2018 (Sofia Domènech), del 100% i 50% l'any 2019 (Carla Duran), del 100% i 23% l'any 2020 (Bernat Medina) i aquest any del 100% i 79%.

Aquest any no ha estat diferent, i la tortuga mitjana segueix tenint una eficiència reproductora superior a la de la gran, no obstant, aquest any, ha estat la major eficiència reproductora de la tortuga gran dels últims 9 anys ( Figura 14). Curiosament, la mínima eficiència obtinguda el curs passat va ser la causa de proposar aquest treball.

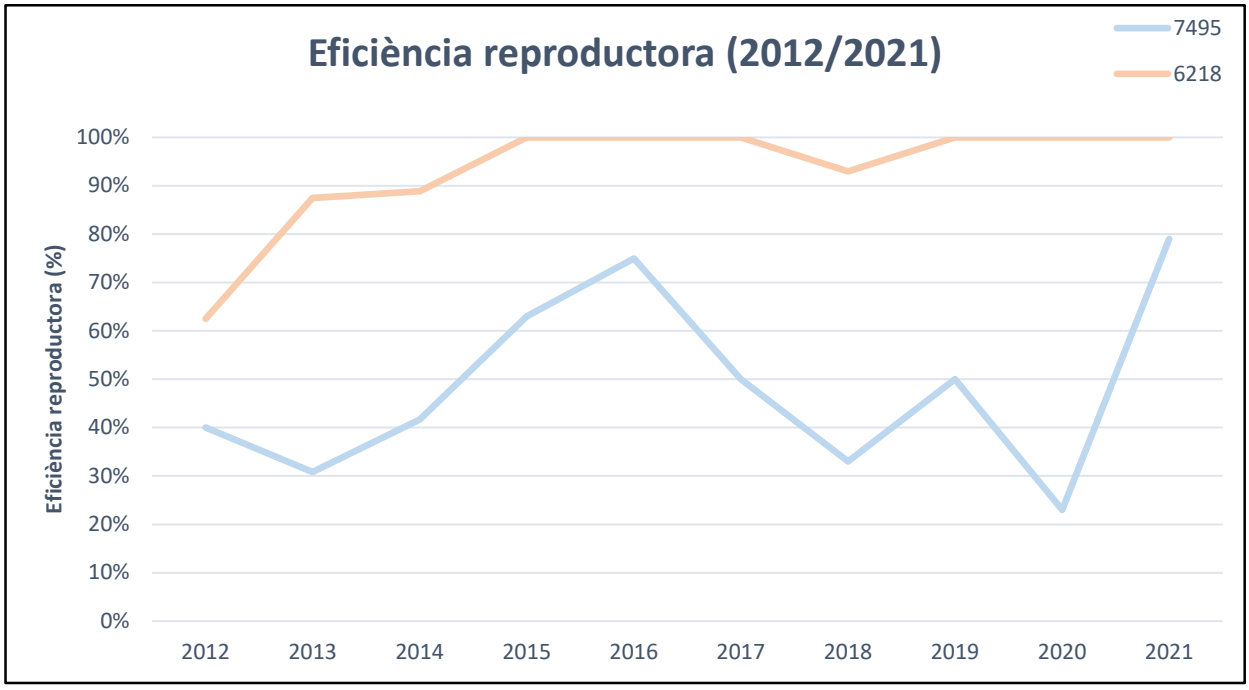
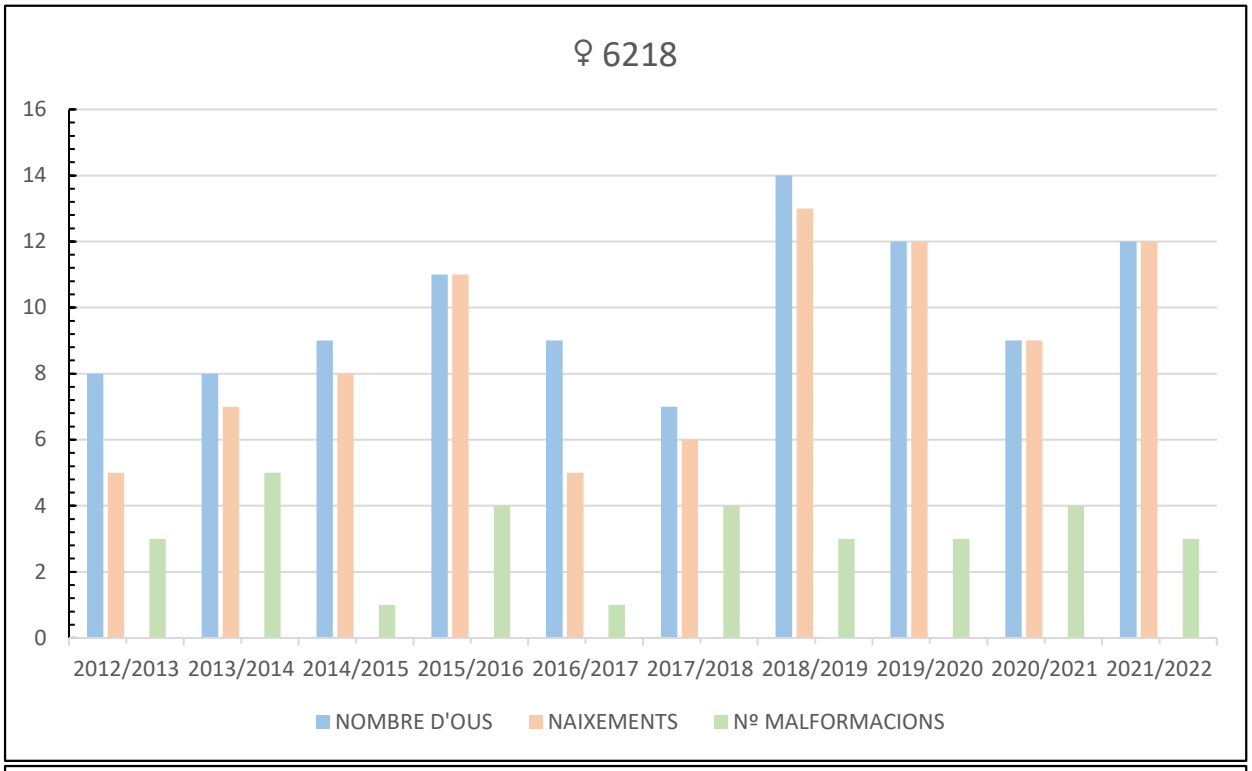



***Figura 14.*** Evolució de l'eficiència reproductora de la femella gran (7495) i de la femella mitjana (6218) en els últims 9 anys.

Aquesta gràfica ens permet veure d'una manera molt clara que gairebé cada any, la tortuga mitjana té una eficiència reproductora del 100%, mentre que en cap cas s'ha registrat una eficiència reproductora total de la tortuga gran. La mitjana de l'eficiència reproductora de la tortuga gran en els últims 9 anys és de 49% i el de la tortuga mitjana del 93%, com podem veure, hi ha una diferència d'un 44% entre les dues eficiències reproductives de cada femella. Això ens porta a una repetida situació d'ous sense eclosionar provinents de la tortuga gran.



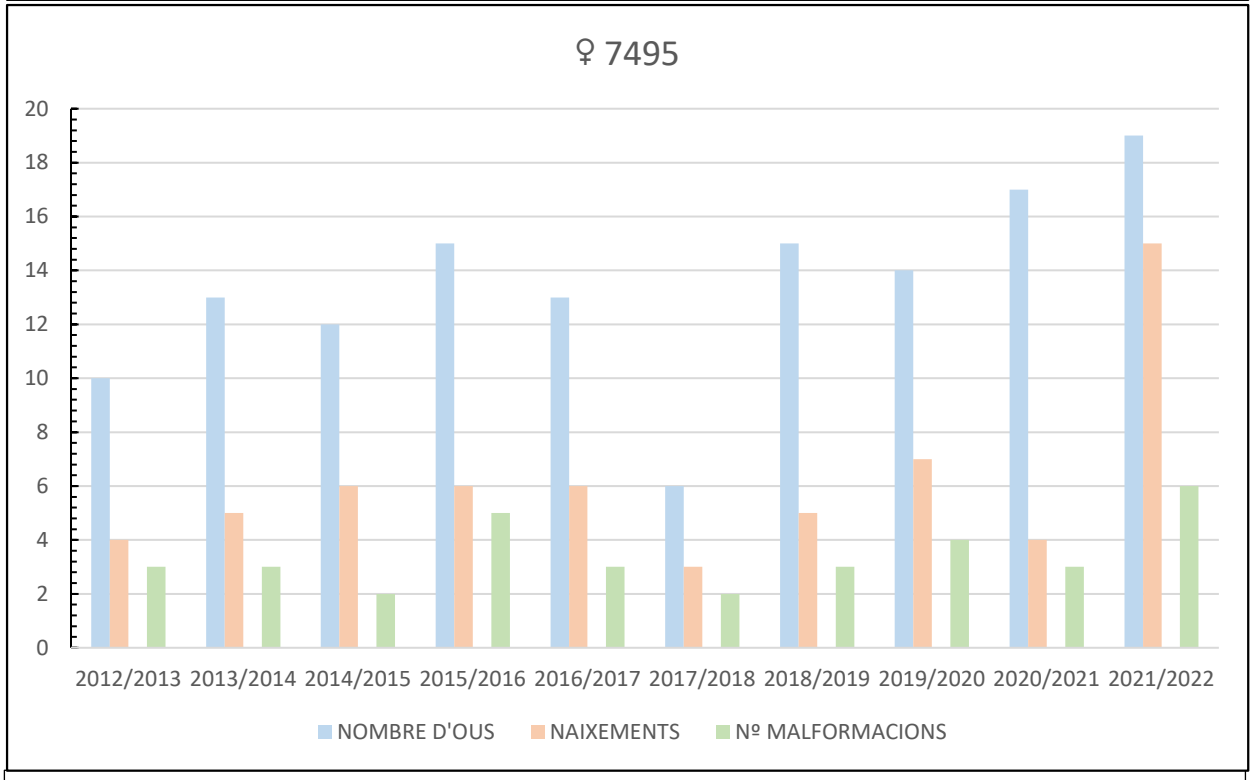




***Figura 15:*** Comparativa entre el nombre d'ous que ha post en els últims 10 anys la tortuga femella mitjana ( a dalt) i la tortuga gran ( a baix), els naixements que han sortit d'aquells respectius ous i el nombre de malformacions que ha tingut per any.

Si ens hi fixem, també podem veure que hi ha força diferencia en el numero d'ous que pon la tortuga gran, que sol ser més elevat, que el de la tortuga mitjana. Però també es fa visible la diferència quan a naixements (molta més distància entre nombre d'ous i nombre de naixements en la tortuga gran), que ve a ser una altra forma d'evidenciar la diferent eficiència reproductora. Pel que fa a malformacions, en canvi, no hi ha una diferència clara entre les dues femelles.

## 4.2 Possibles causes

La baixa eficiència reproductora de la tortuga gran en relació amb la mitjana encara no sabem a quin fet se li atribueix. No descartem una de les hipòtesis d'anys anteriors (Sofia Domènech, 2018) que defensa que, donada la diferència de mida entre aquesta tortuga, que és de les més grans de la seva espècie (Alba Ramon, 2010) i el mascle que és, en comparació, molt més petit (Figura 16), es podria tractar d'un problema relacionat amb la fecundació dels ous, és a dir, que els ous d'alguna de les postes d'aquesta tortuga no estiguessin fecundats, per dificultats amb la còpula, o bé que la femella no s'hagi deixat fecundar pel mascle perquè hem fet moltes observacions en les que fugia del mascle, que no parava de perseguir-la, mentre que amb la tortuga mitjana aquest comportament insistent no l'hem observat. És com si el mascle "considerés" que no ha aconseguit una còpula satisfactòria i per això insisteix constantment. Si les còpules no són completes, és possible que els ous no resultin tots fecundats.

Una altra hipòtesi d'anys anteriors (Sofia Domènech, 2018), podria ser l'edat, ja que la tortuga gran actualment deu tenir uns 60-65 anys, si fem cas a que fa 13 anys els experts del CRARC (Joaquim Soler i Albert Martinez-Silvestre) van dir que en tenia uns 50 (Eudald Pascual, 2008). Aquests diferència d'edat entre les dues tortugues podria ser una possible causa per la qual, la tortuga mitjana, que és la més jove, estaria encara en el seu màxim d'eficiència reproductora.

En alguns casos les tortugues poden guardar els ous per fer la posta la propera temporada. Concretament, en la visita al CRARC el curs passat (Bernat Medina. 2020) van trobar en l'ecografia que la tortuga gran tenia ous ja desenvolupats al seu interior (Figura 17), però ja havia fet la tercera posta. Això potser podria explicar que de la primera posta de la temporada, que sempre correspon a la tortuga gran, gairebé mai neixi cap tortuga, ja que aquells ous són de temporades passades i potser no estan en les millors condicions. Però la primera posta de la tortuga gran d'aquest any (que correspondria a l'observació ecogràfica del curs passat esmentada) van néixer 4 tortugues dels 6 ous que constava la posta. O sigui, l'any que tenim constància d'una primera posta d'ous generats l'any anterior resulta que és la vegada que

hi ha més naixements. També cal dir que aquestes 4 primeres tortugues tenien malformacions totes elles (vegeu la taula 4). També desconeixem si aquest fet té alguna relació com a causa de malformacions.

En la visita al CRARC d'aquest any (vegeu AF del dia (26/07/2021) no es van observar ous en cap de les ecografies fetes a les tortugues. I vam aprofitar per preguntar tan al responsable tècnic (Joaquim Soler) com al responsable científic (Dr. Albert Martínez-Silvestre) si es coneixia que l'eficiència reproductora de

***Figura 16*** En la foto esquerra es veu com l'Albert ens ensenya per la pantalla de l'ecògraf com es veuen els ous ja ben formats de la tortuga gran. Fotografies realitzades al CRARC el dia 20/07/2020. (Figura extreta de Bernat Medina, 2020).

les tortugues disminuïa a partir de certa edat. Els dos van contestar que sí, sense dubtar-ho. És a dir, que a partir de certa edat, com la nostra tortuga gran, l'eficiència reproductora baixa, però la causa concreta de per què baixa amb l'edat ja no està tan clara.

Tenim clar, doncs, que la causa pot ser l'edat, però què determina uns canvis tan acusats com ha estat entre els resultats de l'any anterior (23%) i els d'aquest (79%)?.

## 5. Conclusions

Respecte els objectius marcats inicialment, crec que puc dir que s'han arribat a assolir força i que també han evolucionat a mesura que ens hem trobat amb noves situacions i bifurcacions que ens han ajudat i conduit fins assolir el nostre objectiu de treball, fent-me conèixer a la vegada moltes noves que no coneixia.

S'ha confirmat un cop més l'efecte positiu de provocar una petita inclinació del substrat a la zona de postes (més postes i menys intents) a la vegada que s'ha aconseguit fer una anàlisi històrica dels resultats de l'eficiència reproductora de les dues femelles de l'Escola.

Realitzada la comparativa entre aquest any i els anteriors, ens satisfà poder constatar que s'ha aconseguit el màxim nombre d'ous i naixements en tota la historia de l'Escola, fent-nos veure que les coses evolucionen cap a l'alça gràcies a totes les millores incorporades. Tanmateix, s'han aportat noves dades al Banc de dades del Pati de les tortugues que podran ser utilitzades en treballs de recerca futurs.

La diferència entre l'eficiència reproductora de les dues tortugues grans de l'Escola segueix sent un aspecte no acabat de resoldre. Perquè, malgrat els experts dels CRARC van assegurar que l'edat és un factor important per determinar l'eficiència reproductora de les tortugues, no podem descartar altres causes, entre altres coses perquè aquest ha estat l'any en el que l'eficiència reproductora d'aquesta tortuga ha estat més alta.

Tot i que s'han aportat noves dades també de les malformacions de les tortugues juvenils de la nova generació, queden pendents estudis per quantificar millor les causes genètiques i ambientals d'aquestes.

En el treball s'han investigat i narrat les diferents complicacions que ens hem trobat durant el curs. En concret, els majors imprevistos que hem tingut son la inflamació del vitel de dues tortugues acabades de néixer. Una va acabar morint, mentre que l'altre, amb cures intensives a casa va aconseguir sobreviure.

També s'ha pogut fer una necròpsia al CRARC a una tortuga que va morir ofegada el curs passat al bassal del Pati, i la d'una l'altre que vam trobar morta per poder trobar les causes d'aquesta mort.

Tanmateix, tota aquesta informació queda documentada en l'annex fotocronològic adjunt que s'ha portat a terme, juntament amb els meus companys Eloi Zamora i Laia Pons.

A nivell individual, la conclusió més important que m'enduc és la sensació d'aprenentatge constant que he tingut durant tot el procés del treball, el qual m'ha ensenyat quantitat de coses noves.

## 6. Bibliografia


ALINE I FRANK (2006). *Influence de l'hibernation sur le taux de mortalité des juvéniles Testudo et Eurotestudo.* Association Carpassion. Cheloniens n°2, pàg 40-42.

ARAGÓN, T. (2006) *Anfibios y reptiles de la Península Ibérica e Islas Baleares* EDICIONES JAGUAR Madrid ISBN 84-96423-33-6

BERTOLERO, A. (2010). Tortuga mediterránea – *Testudo hermanni*. En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Salvador, A., Marco, A. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.

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>

CASTELLANOS, MARINA (2018). La radiació incident al Pati de les tortugues i els seus efectes biològics. Treball de recerca. Escola Mestral. (Premi Recerca Jove 2019, nous premis CIRIT)

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>

CRUZ, MIREIA (2019). Efectes del canvi climàtic en el cicle vital de la *Testudo hermanni*. Treball de Recerca. Escola Mestral. 79 pp. (Premi Recerca Jove 2020, nous premis CIRIT)

DOMÈNECH, SOFIA (2018).Optimització de la zona de posta d'ous de *Testudo hermanni* al Pati de les tortugues. Treball de recerca. Escola Mestral. (Premi Recerca Jove 2019, nous premis CIRIT)

DURAN, CARLA (2019). Actuacions per el bon desenvolupament de la *Testudo hermanni* en condicions de semillibertat. Treball de recerca. Escola Mestral. 86 pp. (Premi Recerca Jove 2020, nous premis CIRIT)

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

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>

FERRER, BERNAT (2020). *Hidrogel.* Una solució per a la zona de vegetació semiprotegida del *Pati de les tortugues*? Treball de recerca de Batxillerat. Escola Mestral.

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 pes durant el procés d'hibernació en exemplars juvenils de Testudo hermanni sota diferents condicions d'humitatambient*. Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral. 75 pp. [En línia] Disponible a Internet: <https://issuu.com/escolamestral/docs/tr_ferran_vfinal_crarc>

JURADO, JUAN MARIA (2011). Estratègies 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

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-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. (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>

MEDINA, BERNAT (2020). Les malformacions de nombre de plaques en *Testudo hermanni* afecten al seu creixement? Treball de recerca de Batxillerat. Escola Mestral.

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.*

SOLER, J. MARTÍNEZ-SILVESTRE, A. (2008) *Enfermedades infecciosas y parasitarias en tortugas*. Consulta Difus Vet 2008; 150:43-54. Disponible a Internet: http://www.amasquefa.com/uploads/32._Enfermedades_infecciosas_y_parasit_rias_en_tortugas231.pdf

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 n°19.

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>

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.

RUIZ, ARNAU (2017). *Optimització del sistema d'incubació artificial per a la reproducció de la tortuga mediterrània a l'Escola (II).* Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral. 68pp. [En línia]. Disponible a Internet: <https://issuu.com/escolamestral/docs/tr_arnau_vf_imprimir_br>

SAGUES, 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/

SOLER, JOAQUIM (2008a). *El sexe de les tortugues el determina la temperatura d'incubació.* CRARC Noticiari. [En línia]. Disponible a internet: <http://www.amasquefa.com/html/public/entitats?id=162&showContent=NOTICIES&content=16425>

SOLER, J. (2011). *Estat actual del programa de cria en captivitat.* Jornada sobre evolució i cria en captivitat de la tortuga mediterrània. Torreferrussa (Santa Perpètua de la Mogoda). 22 d'octubre de 2011.

SOLER, J., MARTÍNEZ-SILVESTRE, A.& ROCA, L. (2012). *Contribution à l'étude de l'alimentation de Testudo hermanni* (Gmelin, 1789) *dans le Parc de Garrannex fotocronològic(NE de l'Espagne). Bull. Soc. Herp. Fr. 142-143:79-88.*

VENDRELL, ALBA (2006). *Etologia i reproducció de la tortuga mediterrània*. Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral. 58 pp. Pòster-resum. [En línia]. Disponible a Internet: <http://issuu.com/escolamestral/docs/avendrell_poster?e=1116350/5378528>

VETTER, H. (2006). La tortuga mediterránea (*Testudo hermanni*). Edition Chimaira y Reptilia Ediciones. 325 pp.

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 de lliurament al CRARC de les tortugues de la sèrie BB

**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: 26 / 7 / 0 21

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

**Núm. exemplars de cada espècie i sexe:**
1. 11 juvenils de 2020
2.
3.
4.
5.

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

Dades de qui realitza la donació ☐ o dipòsit ☐

Nom Escola Mestral (Josep Maní)
DNI 41437.401A (instal·lació col·laboradora)
Adreça Carret. Sanson 81
Població Sant Feliu de Llobregat
Telf. / e-mail. 936661428

***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*..... ☐

**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 ..... ☒

**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: 2020

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

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

**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 ☐

***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

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.

**Signatura.: El donant**

CRARC s.c.p.
Gestions Zoològiques
Tel. 937726396

**El receptor (Centre d'ingrés)**

**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 2021-2022)

*Laia Pons Lara*
*Berta Ruiz Serapio*
*Eloi Zamora Gómez*
Novembre de 2021
Escola Mestral

Pròleg

Des de ja fa 18 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), actualment inclòs en la Subdirecció General de Biodiversitat i Medi Natural del Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural de la Generalitat de Catalunya, 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 del registre fotogràfic i 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 12 dels últims 13 anys, en què ha coincidit que un dels tres treballs relacionats amb el projecte ha estat de fotografia. 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*.

Cal dir que aquest any, per segon any consecutiu pel tema del coronavirus, ha estat especial i no s'han pogut fer totes les activitats i sortides que són habituals en els projectes del Pati de les tortugues i Treballant la fotografia.

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 de Berta Ruiz).

1.2 Registres de dades ambientals i efectes del canvi climàtic

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 i, des de fa dos anys, també a nivell d'on enterren els ous a la zona més irradiada del pati les tortugues). 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 (Bernat Medina) 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 havíem tingut alguns anys a l'escola i ja havien assolit les mides mínimes per ésser alliberades a la natura. Des de fa 8 anys ens neixen molts exemplars cada any i no els podem mantenir a l'escola, de manera que els 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 L'autosuficiència alimentària de la tortuga mediterrània a l'escola

El curs passat es va iniciar la introducció de l'hidrogel per a la millora en el creixement de plantes heliòfiles al Pati de les tortugues, sobretot de cara al seu manteniment durant els períodes de vacances, però van quedar pendents una sèrie d'aspectes que s'intentaran aclarir aquest any (treball de recerca de Laia Pons).

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). La responsabilitat de la part fotogràfica recau, sobretot, en la persona que realitza el treball de recerca de fotografia (treball d'Eloi Zamora).

12/02/2021 Des de dimecres passat que sabem que La Laia Pons (LP), la Berta Ruiz (BR) i l'Eloi Zamora (EZ) serem els que aquest any durem a terme el nostre treball de recerca (TR) amb el Josep Marí com a tutor. Aquests treballs s'inclouen en el projecte del *Pati de les tortugues* i en el projecte *Treballant la fotografia* de l'escola. El de Laia Pons i el de la Berta Ruiz relacionats amb la biologia de la tortuga mediterrània, i el de l' l'Eloi Zamora amb la fotografia. Per començar a preparar-ho tot hem creat un grup de WhatsApp i una carpeta compartida al Dropbox entre els quatre, on el nostre tutor ja ens ha penjat feina.

23/02/2021 Aquest any disposem[1] de dues càmeres de fototrampeig, una BROWNING DEFENDER 850 20MP BLUETOOTH i una RECONYX MICROFIRE GEN 2 WIFI. La Defender de moment la deixarem instal·lada de forma fixa orientada al bassal en sentit N-S, mentre que la Reconyx la utilitzarem en diversos indrets, depenent del moment i de les necessitats. També s'ha incorporat una càmera fixa gran angular[2], amb objectiu orientable i amb de zoom, que hem situat al mig de la paret sud del Pati de les tortugues a uns 3 m d'altura, de manera que té un camp de visió del pati força complet. Hem vist que la Reconyx és molt sensible i que pot captar fins i tot la presència d'un insecte a la nit.

25/02/2021 Hem observat moltes pinyes de pi menjades sota el pi del costat de secretaria, a l'entrada de l'escola. Volem saber qui ha estat el responsable. Un esquirol? Un ratolí de camp? Per com deixa la pinya de pelada, sembla ser d'un ratolí, però ho volem comprovar intentant capturar una imatge amb la càmera Reconyx (més informació en el TR d'Eloi Zamora).

[1] Han estat adquirides amb el Premi Recerca Jove als centres (PRJ 2019)

[2] Aquesta estaba inicialment destinada a l'estació meteorológica, però no permetia un grau d'inclinació suficient i es va aprofitar una oferta de l'empresa per quedar-nos les dues Càmeres.

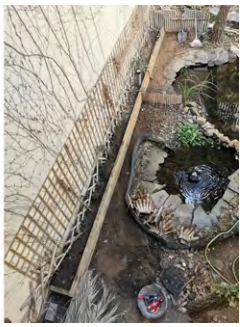
26/02/2021 Avui ens toca fer la primera tasca de manteniment al pati, recollir l'excés de fulles seques. El Josep Marí ens ensenya com hem d'utilitzar el rasclet de pues flexibles i després ja ho continuem nosaltres. Hem omplert diversos sacs i el Pol Haro (cap de Manteniment de l'escola) ens ha indicat on els havíem de portar.

12/03/2021 Avui al migdia hem fet un control de l'estat d'hibernació de les tortugues, tant de les tres tortugues grans, que hibernen al terrari exterior, com de les petites, que ho fan a la caixa de protecció de l'extrem NE del pati. Veiem que hi ha dues tortugues grans despertes, però encara no les deixarem al terrari una setmana més perquè les temperatures aquest cap de setmana tornen a baixar. Pel que fa a les petites, hem vist que n'hi havia una o dues amb els ulls oberts, però la gran majoria continuaven ben adormides. Les hem pesat amb molta cura i les hem tornat a deixar una mica enterrades en el substrat. L'Eloi ja s'ha estrenat com a "reporter" però ha fet totes les fotos en format vertical i el Josep Marí li ha dit que millor que les faci en horitzontal (i poder utilitzar així l'estructura de microreportatge de 3 fotografies), excepte quan el tipus de fotografia ho requereixi.

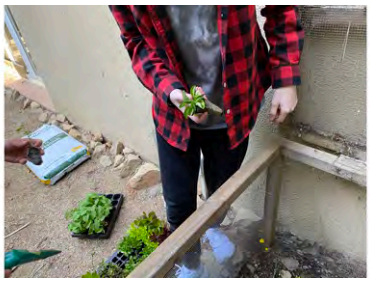
17/03/2021 Les tortugues grans ja estan ben despertes i donem per acabat el seu període d'hibernació que han portat a terme en el terrari exterior. Tenen bon aspecte, i ben aviat han començat a buscar menjar.

19/03/2021 Trasplantem exemplars de plantatge de fulla estreta i de dent de lleó del pati de Batxillerat al terrari exterior del Pati de les tortugues per les tortugues petites quan despertin de la hibernació.

24/03/2021 Avui el Pol acaba la restitució de les fustes de les enfiladisses de la paret est del Pati de les tortugues, tal com li havia demanat el Josep Marí.



30/03/2021 El nostre tutor porta planter de ruca, canonges, mongeteres i enciams i en plantem una certa quantitat al terrari exterior per les tortugues petites.



I trasplantem la major part a la zona de vegetació semiprotegida tot començant un tractament amb i sense hidrogel. També plantem, després de posar la terra, una sèrie d'enfiladisses a la zona est, amb una dosi superior d'hidrogel que a la zvs.

Acabem de plantar les enfiladisses i donem per finalitzada la hibernació de les tortugues juvenils. Les hem col·locat en una safata amb una mica d'aigua perquè es poguessin hidratar a voluntat.

Havíem col·locat la càmera Reconyx de manera que enfoqués la zvs, però ens havíem oblidat de desconnectar-la mentre arreglàvem la zona, afegíem la terra i fèiem els trasplantaments dels dos tractaments... de manera que després hem pogut comprovar que s'havien fet centenars de fotos (més informació en el TR de l'Eloi Zamora).

05/04/2021 Avui al revisar les fotografies de la càmera Reconyx hem descobert que s'havia disparat de nit (està programada per fer 3 fotos seguides quan s'activa per algun moviment). Concretament a les 2:27h de la matinada.

I va tornar a passar un parell d'hores més tard, a les 4:30 h. Sembla ser que es tracta d'una rata traginera (rata negra) (més informació en el TR de l'Eloi Zamora).

15/04/2021 Les tortugues grans estan força actives, sobretot el mascle, que no para d'intentar muntar la femella gran. Les juvenils es queden quietes prenent el sol durant les primeres hores. El nenúfar blanc del bassal ja té les primeres fulles (que són d'un color marronós al principi).

Aquest any també provocarem una certa inclinació (uns 20°) al substrat (sauló) de la zona de postes. El Josep Marí li deixa una zona de mostra al Pol, que ens ajuda a acabar-ho.

29/04/2021 Avui a classe de biologia hem fet observació amb lupa binocular dels òrgans reproductors de plantes criptògames (molses i falgueres). Un dels objectius era el d'aconseguir que els esporangis de falguera petessin, alliberant espores, per acció de la calor (provocada per radiació infraroja).

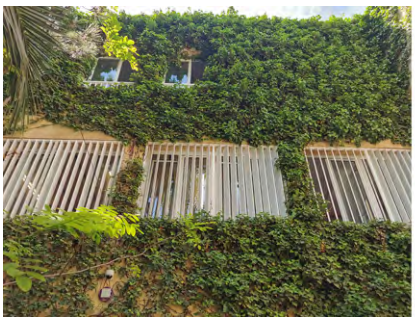
Alguns vam fer fotos i vídeos amb el mòbil, sobretot l'Eloi que va fotografiar i gravar no només les seves preparacions, sinó també les d'altres companys.

30/04/2021 Avui hem volgut comprovar les preferències entre ruca i enciam per part de les tortugues grans. Hi ha preferència clara per la ruca.

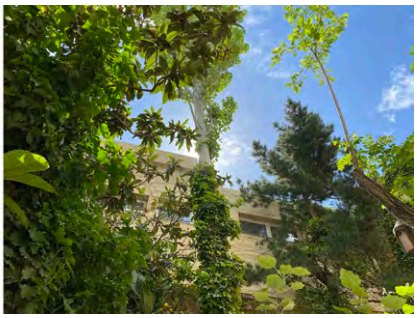
07/05/2021 Avui l'Eloi ha estat fent pràctiques de fotografia macro amb l'objectiu macro Sigma 105 mm f/2.8 muntat en una càmera de format complet al Pati de les tortugues.

I ha pogut comprovar que s'ha de tenir molta cura amb l'enfocament perquè la profunditat de camp és molt baixa. Cal aplicar l'enfocament només en allò que es vol ressaltar.

L'heura de la paret sud i les que pugen pels arbres estan molt desenvolupades i s'hauran de podar. Per altra banda, el planter que vam posar a la zona de vegetació semiprotegida està molt desenvolupat (més informació en el TR de la Laia Pons).



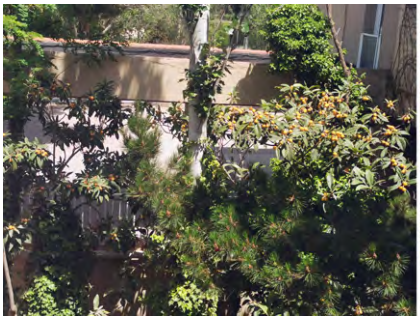
12/05/2021 Avui hem podat les heures de la paret sud i també les dels arbres amb l'ajuda del Pol i del Josep Marí.



14/05/2021 Avui preparem les incubadores del laboratori per la incubació artificial dels ous de tortuga mediterrània. Afegim aigua al fons de cada incubadora, preparem el substrat (vermiculita) amb aigua i el posem a les caixes d'incubació.

Un cop això enllestit, es posa en marxa la unitat de seguretat SAI i es connecten les incubadores. Es revisen les piles dels dataloggers, es programen i es posen en marxa. Les tindrem en funcionament permanent i anirem controlant humitat i temperatura visualment durant uns dies per tal d'ajustar els paràmetres als tractaments desitjats (més informació en el TR de la Berta Ruiz).

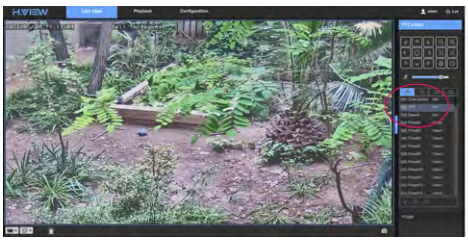
20/05/2021 Avui a l'hora de biologia baixem al Pati de les tortugues perquè el Pol ha fet caure tots els nespres de l'arbre, ja que ja són massa madurs i anirien caient per si sols. Hem recollit els que estaven bé per menjar i llençat els que no eren bons (que les tortugues en mengessin en excés no seria bo, fins al punt que els podria causar ceguesa). També n'hem menjat alguns. El més difícil ha estat treure els del bassal.



24/05/2021 Avui el Josep Marí ens ha ensenyat a classe de biologia unes fotografies de dues tortugues que es va trobar aquest dissabte al Delta de l'Ebre, a la platja del Trabucador. Possiblement es tracta de la tortuga babaua (*Caretta caretta*). Es veu que va enviar les fotos i la ubicació al CRAM (Centre de Recuperació d'Animals Marins) per informar de la troballa, però li van contestar que ells només poden ajudar si es tracta d'animals vius, que per animals morts s'ha de trucar al 112, a partir d'aquí ja activen el protocol i hi envien als agents rurals a recollir els animals.

28/05/2021 Les plantes de la zvs ja estan força crescudes i obrim les comportes per veure si les tortugues hi pugen a menjar i si els hi dura gaire temps (més informació en el TR de la Laia Pons).

30/05/2021 Avui, amb l'ajuda del Carlos, hem configurat la càmera IP angular amb 3 visions preseleccionades: visió (en sentit S-N) frontal (zvs), visió esquerra (zona de postes) i visió dreta (bassal). D'aquesta manera l'observació d'un o altre indret del pati es fa més ràpid (més informació en el TR de l'Eloi Zamora).



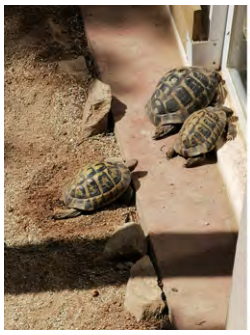
31/05/2021 A les 8:06 del matí el Dani envia una foto al Josep Marí en la que es veu a la tortuga gran començant a fer la posta. La Berta també ho ha vist i també envia una foto al Josep Marí, que li diu a l'Eloi que vagi fent fotos del procés. A les 08:38 la tortuga està fent forat, a les 10:37 es veu com el mascle l'està molestant i a les 11:06 observem que hi ha ous no enterrats (més informació en el TR de la Berta Ruiz).

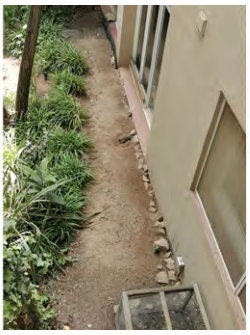
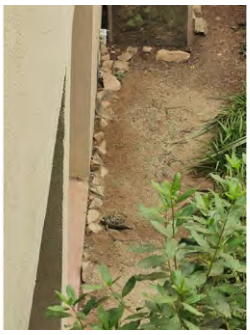
A l'hora de biologia el Josep Marí demana a la Berta que vagi a recollir els ous al Pati de les tortugues, marcant amb una creu la posició en què els troba, i aprofita part de la classe per explicar el protocol que haurem de seguir en les properes postes. Com es renten dels restes de terra, es marquen (creu de posició, número correlatiu d'ou i data), es pesen i es situen a la incubadora.

Comprovem que els enregistradors electrònics (dataloggers Scort iLog) marquen les temperatures correctes dels dos tractaments de temperatura i col·loquem els ous a les caixes d'incubació que contenen vermiculita com a substrat per a mantenir fixa la posició dels ous. Aquest any hem decidit que els ous amb número imparell anirien a la incubadora de l'esquerra (temperatura òptima per a que neixin femelles) i els ous amb nombre parell a la de la dreta, la que té una temperatura en la que neixen igual quantitat de mascles que de femelles (temperatura pivotant).

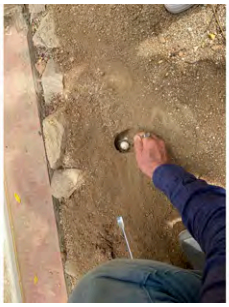
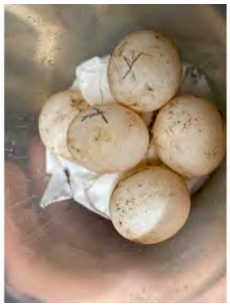
Avui, però, també hem tingut una mala notícia. Hem trobat morta la tortuga BB10 a dins del terrari exterior. No sabem la causa de mort, no se li veu externament res estrany, a part de que ja no té ulls i que hi ha un carrerany de formigues que li arriben. Procedim com de costum, l'etiquetem, l'emboliquem en parafilm i la posem al congelador per si més endavant se li practica una necròpsia. També comprovem que les tortugues grans pugen la rampa per accedir a la zvs, concretament avui hi hem trobat la tortuga gran, la que aquest matí havia fet la posta d'ous.

03/06/2021 Ahir vam observar la tortuga mitjana a iniciar la seva primera posta, però no la va finalitzar (vam comprovar que hi havia una arrel gruixuda; la vam treure i vam tornar a tapar el forat. Avui, en canvi, l'ha començat (al migdia) i l'ha acabat a mitja tarda. Ens esperarem a demà per treure els ous.



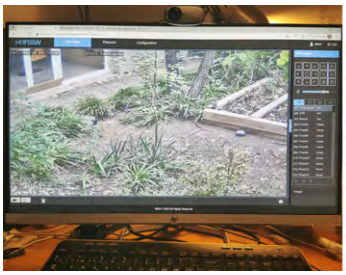
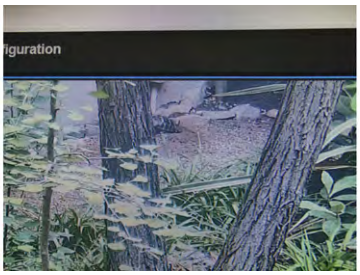
04/06/2019 Malgrat les fotografies, ens ha costat trobar la posta que havia fet ahir la tortuga mitjana i hem demanat ajuda al Josep Marí, que l'ha trobada ràpidament. Hem tramitat els ous com en la primera posta, però hem hagut d'habilitar un indret a prop de la pica perquè les taules ja estaven ocupades per l'examen de Visum.

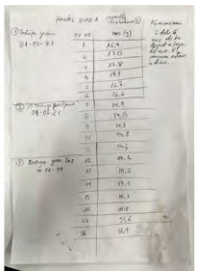



Avui és, doncs, el dia de l'examen de Visum a 3r d'ESO, que els alumnes de biologia de batxillerat ajudem a preparar, vigilar i corregir.

09/06/2021 Aquesta tarda, a l'hora de sortida han vist una serp a la porta de parvulari. De seguida les mestres de parvulari han avisat al Josep Marí, que l'ha agafat i l'ha deixat al Pati de les tortugues. És una cria molt petita de serp verda (*Malpolon monspessulanus*), possiblement nascuda aquest mateix any (segons l'Albert Martínez-Silvestre del CRARC). Això vol dir que probablement la mare ha estat pels voltants de l'escola i és una serp que s'ha de tractar amb cert respecte perquè té verí, però només quan es fa gran, ja que és opistoglifa (té les dents a la part posterior de la boca). El Josep Marí ens ha explicat que s'han trobat sovint serps a l'escola, sobretot exemplars petits de serp d'aigua (AF 29/06/2010) i serp verda (AF 07/07/2011, AF 13/03/2015) i que en el passat recorda haver vist, en dues ocasions, una serp verda de dimensions considerables al pati de secundària, però d'això fa bastants anys. Quan són grans s'agafen i s'alliberen en un indret allunyat de l'escola.

18/06/2021 A les 08:50h del matí la tortuga gran fa la seva segona posta (3a posta del total). Ho descobreix el Josep Marí amb la càmera angular. Fem el traspàs dels ous a la incubadora per la tarda. Ha estat la posta més nombrosa fins avui, de 7 ous.



21/06/2021 La Berta avisa que la tortuga mitjana fa la seva 2a posta (la 4a posta del total) i envia una foto al grup de WhatsApp.  A les 14 h es comprova que ha tapat el niu, però ja hem marxat. Tramitarem els ous demà.

30/06/2021 L'Eloi ha acabat el projecte del curs de fotografia (8 fotos). L'ha fet sobre els mitjans de transport a la ciutat de Barcelona (des del tramvia al patinet elèctric). Després de ser revisat pel Josep Marí, l'ha enviat per veure si obté el títol (més informació en el TR de l'Eloi Zamora). Avui farem una excepció i posarem un mini reportatge de 8 fotos en lloc de les 3 o com a molt 4 habituals.

01/07/2021 Avui preparem la zona de vegetació semiprotegida perquè les tortugues grans puguin disposar de plantes durant el mes d'agost. Com només falta un mes, hem buscat planter que ja fos una mica gran. També n'hem plantat a l'exterior perquè mengin aquests dies les tortugues grans, juntament amb un suplement de pastanagues i enciams. També hem portat algunes falgueres per posar al rierol del bassal.

Hem fet els mateixos tractaments que en la primera prova (vegeu AF del dia 30/03/2021), però posant una major quantitat d'hidrogel a la zvs de l'esquerra (mirant en sentit N-S), concretament la mida d'una cullera de cafè mitjana. Un cop hem acabat de fer els transplantaments ho hem regat a fons tot per igual.

02/07/2021 L'any anterior es va fer una experiència de laboratori amb hidrogel que no va obtenir resultats prou clars i aquest any el repetirem, però tenint en compte les observacions i suggeriments arrel de l'experiment anterior.  Per això es necessita, entre altres coses, conèixer la temperatura del substrat de la zvs a diferents profunditats. Es fa un muntatge per obtenir la temperatura a dues profunditats diferents: a 2 cm de profunditat (és a dir, a prop de la superfície) i a 7 cm de profunditat, que ve a ser la part inferior enterrada dels exemplars de planter i on es diposita l'hidrogel en el tractament amb hidrogel (més informació en el TR de Laia Pons). A última hora el Josep Marí s'ha trobat un colom mort, a prop de la

vidriera que dona al menjador. Ens ha demanat que reviséssim en AF anteriors quin problema hi ha amb els coloms al Pati de les tortugues.

04/07/2021 El Josep Marí ens diu pel grup de WhatsApp que ha fet unes observacions molt curioses. Com aquests dies ja tocaria fer la 3a posta de la tortuga gran, cada cap de setmana es connecta alguna estona des de casa amb la càmera angular orientada a la zona de postes (vegeu AF del dia 30/05/2021). Ahir dissabte va veure com les dues femelles estaven neguitoses i cada una intentava fer fora l'altra de la zona de postes. Potser volen començar a fer la posta sense que l'altra estigui a prop o per agafar el millor lloc. Avui diumenge, a les 10:25h la femella gran estava fent niu i el Josep Marí ha pogut observar com la femella mitjana l'ha anat a molestar (només un moment) però després ha vingut el mascle i l'ha estat intentant desplaçar fins que ha aconseguit fer-la abandonar. Aquest fet no s'havia observat anteriorment al Pati de les tortugues (més informació en el TR de la Berta Ruiz).

05/07/2021 A primera hora (7:35h) el Josep Marí descobreix amb la càmera angular que la tortuga gran està fent forat, confirmat posteriorment (7:41h) pel Miquel Grau (cap de manteniment) que li envia una foto. La reacció de la tortuga perquè no la molestessin sembla que ha estat matinar molt (no hi ha registre de començar a fer una posta tan d'hora. A les 11 el Miquel envia una altra foto al Josep Marí i es comprova que ha tapat el forat, senyal que la tortuga ha fet la posta correctament. Avui cap de nosaltres pugem a l'escola, hem quedat per pujar demà, que també hem de preparar el terrari del laboratori per quan neixin les tortugues d'aquest any.

06/07/2021 Recollim els ous de la posta d'ahir de la tortuga gran. És una posta de 6 ous, alguns molt grossos, però també n'hi ha de bastant petits (la diferència és de més del 20%). Després traiem el substrat del terrari del laboratori, desinfectem les parets amb alcohol i després hi posem nou substrat.

Hem observat un fet curiós a la zvs. Molts dels exemplars de planter estaven desenterrats, i quan més desenterrats, més secs. Això només s'ha produït en el tractament en el que s'ha aplicat hidrogel. Resulta que l'hidrogel (col·locat al fons del forat on es posava el planter, amb l'aigua s'ha inflat tant que ha desplaçat el plançó fent-lo fora. Hem tornat a enterrar tots els exemplars que ens hem trobat una mica o del tot desenterrats, però no sabem si haurem arribat a temps de solucionar el problema. Tornem a regar els dos tractaments per igual per veure si les plantes del tractament amb hidrogel que estaven desenterrades es recuperen.

08/07/2021 La Laia comença un experiment per a veure com afecta a la velocitat de pèrdua d'aigua del substrat el fet de tenir o no hidrogel. Per això, en primer lloc, mira quina és la capacitat de retenció d'aigua de l'hidrogel en pols per decidir la quantitat de terra que es posarà a cada recipient sense que acabi sortint del recipient quan s'hi afegeixi l'aigua.

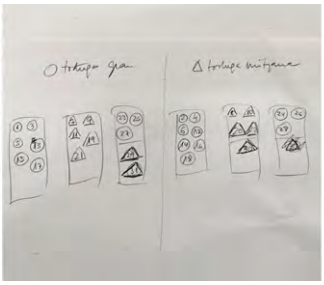
A 10 g d'hidrogel en pols es va afegint aigua (de 20 en 20 mL) fins que per sota la superfície es veu tot transparent.

En funció del volum que s'incrementa amb l'hidrogel, es calcula el volum de terra (que es posarà a cada recipient, abans de posar la mateixa quantitat d'aigua a tots els recipients.

A continuació es posen els recipients (dues rèpliques amb hidrogel i dues sense hidrogel) a l'interior de l'estufa de cultiu, de manera que de cada tractament hi ha un recipient a la part inferior de l'estufa i l'altra a la superior (més informació en el TR de la Laia Pons).

Trobem la 6a posta (la 3a de la tortuga mitjana). Ha estat detectada amb la càmera angular des de casa i el Josep Marí ens ha enviat la foto per poder localitzar el niu. Només ha posat 3 ous.

Disposem un nou ordre dels ous a dintre de les incubadores, per tal d'evitar confusions si hi ha més d'un naixement simultani durant el mes d'agost (hem vist que hi ha antecedents en aquest sentit). Les dues primeres caixes d'ous de cada incubadora només tenen ous d'una mateixa tortuga cada una. En la tercera caixa hi ha ous de les dues tortugues a cada caixa, però els naixements són ja pel setembre i podrem fer un seguiment diari.



13/07/2021 L'Eloi baixa amb el Josep Marí al Pati de les tortugues per practicar diverses tècniques fotogràfiques avançades amb un smartphone android, com ara la profunditat de camp, el supermacro i l'HDR, fent servir un trípode adaptat per mòbil.

També fan proves realitzant fotos d'un mateix motiu en tres formats diferents (JPG, JPG_L i RAW) perquè un dels projectes tècnics de l'Eloi és el de comprovar fins a quin punt val la pena fotografiar en RAW amb un smartphone (més informació en el TR de l'Eloi Zamora).

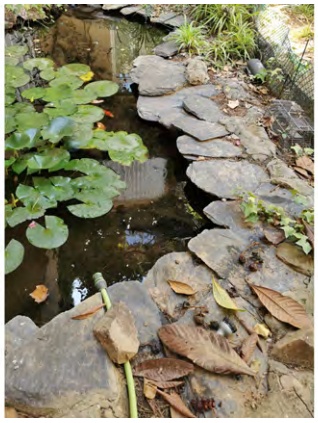
16/07/2021 Avui, cap a les 22:30h el Josep Marí avisa a l'Eloi perquè miri la càmera de l'estació meteorològica de l'escola perquè s'hi veu una teranyina a contrallum i insectes volant que deixen un rastre lluminós. Li demana que faci algunes captures de pantalla.

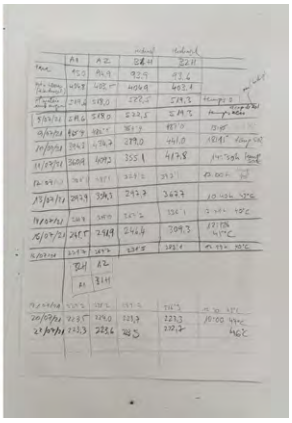
20/07/2021 Després de 10 dies sense reg ni pluja els dos tractaments de la zvs mostra diferències clares. En el tractament sense hidrogel les plantes estan més seques i malmeses (més informació en el TR de la Laia Pons). Reguem per igual els dos tractaments per veure si les plantes més malmeses es recuperen.

Hi ha un problema amb els tudons (*Columba palumbus*) que van a beure al Pati de les tortugues perquè es donen cops amb els vidres del menjador, possiblement perquè els reflexos els confonen. Fa dues setmanes el nostre tutor es va trobar un de mort al terra, a prop del vidre del menjador, al costat del cirerer d'arboç. Consultant AF anteriors, hem vist que això ha passat anteriorment i que s'han intentat algunes accions per espantar aquests coloms (espantaocells, un corb de plàstic...) sense massa èxit. Aquest any provarem un duc de plàstic, que té una molla que li permet girar el cap amb el vent. Ho ha decidit el nostre tutor, després de trobar-se una parella de tudons que no marxaven del pati de les tortugues.

L'Eloi vol fer un projecte relacionat amb la velocitat d'obturació fotografiant una cascada, semblant al que ha vist en treballs de recerca anteriors (amb una càmera rèflex) i vol comprovar si també es pot aconseguir amb la càmera del seu smartphone i envia unes fotos al Josep Marí perquè les revisi (més informació en el TR de l'Eloi Zamora).

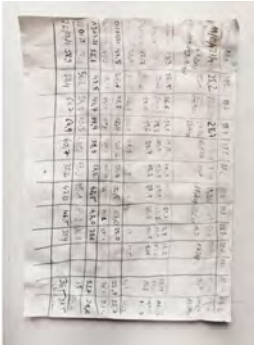
22/07/2021 Em observat que quan es buida el contingut de l'antimosquits al bassal, els primers que apareixen a menjar les restes d'insectes són les gambúsies i al cap d'una estona arriben els carpins. Avui es dona per finalitzat l'experiment de la Laia de l'estufa de cultiu.



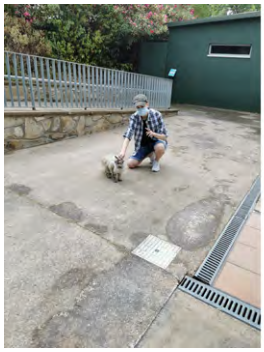


26/07/2021 Després de 6 dies sense regar la zvs, tornem a observar l'efecte del tractament o no amb hidrogel. Malgrat el dia 20/07/2021 es van regar a consciència els dos tractaments, el que no té hidrogel amb el substrat encara mostren les plantes bastant malmeses. Després de fer unes fotos (més informació en el TR de la Laia Pons), reguem a consciència tota la zona de vegetació semiprotegida per tal d'intentar que les plantes es recuperin i estiguin en les millors condicions possibles el dia d'obrir les comportes.

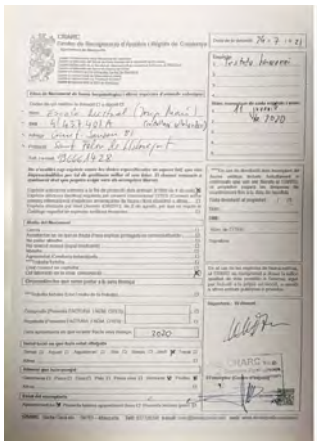
Avui anem al CRARC i en primer lloc, com és costum realitzem una fotografia dorsiventral i ventrodorsal de les tortugues juvenils que lliurarem al CRARC, juntament amb una última mesura de pes. També portem les tres tortugues grans per la revisió anual (el mascle ens ha costat molt de trobar) i dues tortugues juvenils mortes per fer una necròpsia i intentar esbrinar la causa de mort.

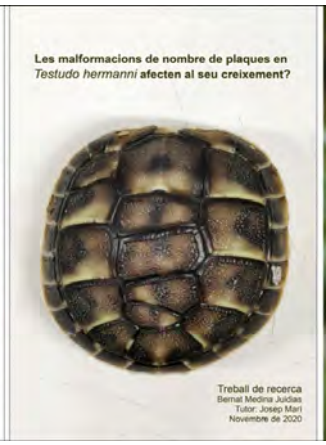


A l'arribar al CRARC ens rep el Dr. Albert Martínez-silvestre, responsable científic del CRARC, i ens diu que està sol i que acaba d'arribar una escola per fer una visita i que ho ha d'organitzar, però que aviat estarà per nosaltres. Mentrestant la Laia es fa amiga de la gata del CRARC, després entrem les tortugues al laboratori i comencem amb el lliurament de les juvenils. L'Albert redacta el document i l'Eloi comença a fer fotos de totes les activitats, alternant entre càmera rèflex i smartphone.



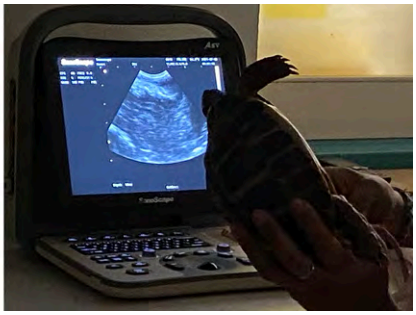
L'Albert pregunta si ens cal una fotocòpia del document de lliurament i el Josep Marí li contesta que amb una fotografia serà suficient. També li fa lliurament dels treballs de recerca del curs passat relacionats amb les tortugues, però aquest any hi afegeix el de fotografia, perquè hi ha uns reportatges del CRARC interessants. El Josep Marí també informa a l'Albert que els dos anys anteriors 4 treballs de recerca relacionats amb les tortugues del Pati de les tortugues han estat premiats amb els premis Recerca Jove (PRJ) i que també es va obtenir el PRJ a l'escola. A continuació expliquem els temes dels nostres treballs de recerca i alguns dels dubtes que tenim (més informació en el TR de la Berta Ruiz).





A continuació l'Albert ens presenta un ajudant seu (un biòleg que està fent el Treball de fi de grau) i altres col·laboradors del CRARC i diu que aprofitarà la revisió de les nostres tortugues per anar-li explicant el protocol a seguir en cada actuació de revisió de les tortugues perquè ell també ho haurà de fer amb altres animals. L'ordre que farem, diu l'Albert, serà ecografies, detecció de paràsits en la femta i coprocultiu, aplicació d'antiparasitari i necròpsia. La Berta va portant a l'Albert les tortugues per l'ecografia, començant per la tortuga gran. La Laia i l'Eloi van fent fotos i l'Albert comença explicant l'ecògraf, com s'ha d'agafar la tortuga i com es posa el gel per millorar la senyal del transductor.

Per tal d'observar millor la pantalla de l'ecògraf l'Albert demana tancar els llums i dedica una bona estona a veure si les femelles tenen ous (en aquest cas no, no s'observaven ni fol·licles; de fet era lògic perquè acabaven de fer una tercera posta cada una) i a ensenyar-nos a identificar els diferents òrgans interns.



Després de fer l'ecografia a les dues femelles, que són les més importants pel tema ous, també la fa del mascle, repetint el mateix procés, però ara amb els llums oberts perquè puguem fer les fotografies del procés més fàcilment (més informació en el TR de l'Eli Zamora). També fa algunes congelacions de pantalla per ensenyar-nos els òrgans interns més clarament.

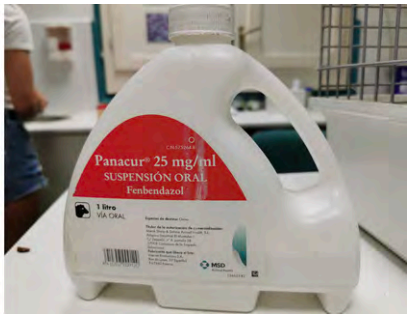
Segons l'Albert, per tal de poder fer una observació vàlida de paràsits intestinals vius, la femta ha de ser recent. I avui hem tingut sort, la Berta i el Josep Marí troben diversos excrements de fa poca estona i els posen (voltats de substrat) a sobre de la taula del laboratori. Cal dir que abans i després de cada acció es desinfecta el lloc de treball (taules) i s'utilitza instrumental prèviament esterilitzat.

Amb una espàtula i pinces es va tocant la mostra de femta a sobre del portaobjectes i s'hi afegeixen unes gotes de sèrum glucosat perquè si hi ha microorganismes es puguin continuar alimentant-se i mantenir-se vius i amb moviment, si és que són mòbils. Es posa un cobreobjectes i es col·loca la preparació a la platina del microscopi i es comença l'observació a uns 100 augments, repassant tots els camps de la mostra, d'esquerra a dreta i de dalt a baix, comprovant que s'arriba al final del cobreobjectes per cada costat i cantonada. Hi ha dos tipus d'anàlisi, qualitatiu (presència/absència) i quantitatiu (quantitat o abundància d'un determinat microorganisme).

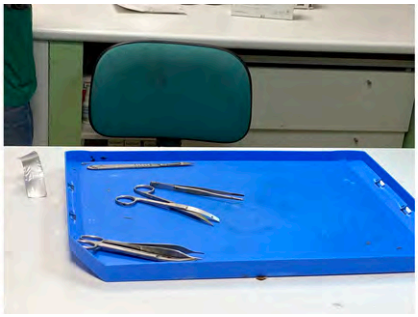
L'Albert fa un transsecte ràpid dels diferents camps i després una segona passada més lenta en la que podem observar un ciliat en moviment (es veuen els cilis), segons l'Albert es tracta de *Nyctotherus*, un protozou comensal, no és un paràsit. Només quan se'n troben centenars en una mostra pot indicar que hi ha algun problema intestinal. En el nostre cas, només n'hem vist 3. No s'ha observat cap paràsit en aquesta mostra, senyal que la tortuga "propietària" d'aquesta mostra està força bé des d'aquest punt de vista. El que sí també hem pogut observar és que les fotos fetes a la pantalla del televisor es veuen estranyes, com tallades (més informació en el TR de l'Eloi Zamora).

També hem trobat pol·len de pi. Aquí és quan l'Albert ens ha dit que cal saber identificar i descartar artefactes de la preparació (per exemple bombolles d'aire, cristalls de precipitació d'algun compost que estava dissolt...) o estructures biològiques (restes de plantes, grans de pol·len...) que es poden confondre amb ous de resistència de determinats paràsits. Ens ha ensenyat unes làmines dels organismes i paràsits més freqüents i ens ha portat al despatx per mostrar-nos alguns artefactes també habituals.

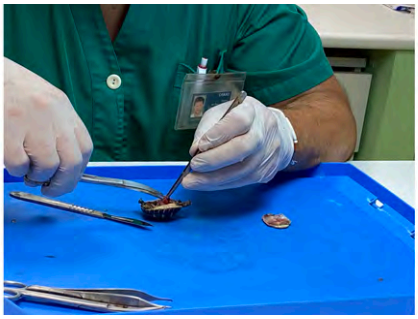
Un cop acabada l'anàlisi *in vivo* de femta, l'Albert administra, per via subcutània, la dosi corresponent d'antiparasitari a cada tortuga. Nosaltres haurem d'administrar una segona dosi a l'escola d'aquí a 10 o 15 dies, però ho farem administrant el Panacur amb sonda, com en anys anteriors.



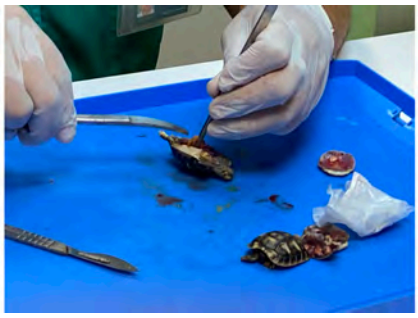

L'última activitat al laboratori del CRARC consisteix en la necròpsia de les dues tortugues mortes que portem. L'Albert prepara el material habitual per fer necròpsia de tortugues (tisores de dissecció, pinces, bisturí i tisores de podar), però quan veu que les tortugues són molt petites descarta les tisores de podar, no seran necessàries. Comença a desembolicar la tortuga BB10 i després s'aixeca i es canvia de guants i de mascareta i ens diu que mai s'ha d'utilitzar en una necròpsia guants ni mascaretes que hagin estat en contacte amb l'exterior del laboratori.



Després d'explicar-nos les diferències entre els conceptes de necròpsia i d'autòpsia, comença l'anàlisi de diferents òrgans. Troba que la melsa i el fetge estan grocs, ronyons massa grans, inflamats i presència d'àcid úric a la bufeta. El diagnòstic és que la causa de mort possiblement ha estat un mal funcionament renal. Aquesta tortuga la vam trobar morta a dins del terrari exterior (vegeu AF del dia 31/05/2021). L'Albert pregunta per la dieta, però havia menjat el mateix que les altres tortugues (dent de lleó, plantatge de fulla estreta, ruques, canonges i enciams). Era la tortuga més petita (12,2 g) d'una posta de 4 ous de la tortuga gran i amb dues duplicacions (vertebral i marginal) (més informació en el TR de la Berta Ruiz).



Pel que fa a la tortuga BB11 ens la vam trobar ofegada al bassal el 16/02/2021 després de buscar-la durant dies a partir del 29/01/2021 perquè a l'anar a fer el control de pes durant la hibernació vam veure que aquesta tortuga faltava. La vam buscar per tot arreu dels voltants de la zona d'hibernació, sense èxit. L'última pesada d'aquesta tortuga és del 15/01/2021, que és quan segurament es va escapar mentre fèiem les pesades. Però com va arribar a la part fonda del bassal (on la vam trobar) si hi ha una tanca que no pot travessar? La nostra hipòtesi és que algun animal l'hagi transportat fins allí. Segons Joaquim Soler, responsable tècnic del CRARC, podria haver-ho fet una garsa (i al Pati de les tortugues de tant en tant hi van garses a beure al bassal). El que sí vam observar que la tortuga morta presentava unes excrescències estrellades de consistència gelatinosa al cap i a diversos llocs de la closca. El Josep Marí ha ensenyat una foto a l'Albert i li ha preguntat si podien ser fongs, l'Albert ha dit que sí, però que en realitat hi ho molts altres organismes que treuen profit d'un animal que està en procés de descomposició, fins i tot ha parlat de líquens. En la necròpsia d'aquesta tortuga, a diferència de l'anterior, el cor, fetge i ronyons tenen aspecte normal, bufeta sense àcid úric i presència de líquid als pulmons. Això és compatible amb que la causa de mort hagi estat l'ofegament, ja que no presenta tampoc cap traumatisme extern (més informació en el TR de la Berta Ruiz).



Acabem les activitats de laboratori amb les nostres tortugues a les 12:17h, i ara farem una visita pel nostre compte a les instal·lacions del CRARC i també per unes activitats de fotografia que ha de fer l'Eloi. Hi ha un cocodril que està absolutament quiet i el Josep Marí li proposa a l'Eloi que ho aprofiti per fer una comparativa de càmeres rèflex i smartphone (més informació en el TR de l'Eloi Zamora).

Després continuem itinerari i ens aturem a observar com unes cuidadores intenten fer fora un caiman petit que s'havia colat a un territori de tortugues. Finalment ho han aconseguit, però no ha estat fàcil.

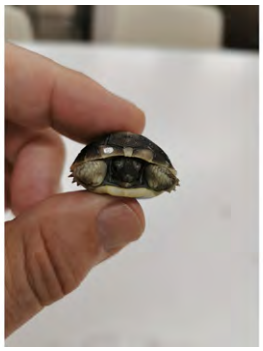
Una tortuga aquàtica d'aspecte força curiós ha estat motiu d'un reportatge fotogràfic per part de l'Eloi. De vegades semblava que empaités els peixos vermells per menjar-se'ls, però en realitat no els hi feia res (més informació en el TR de l'Eloi Zamora).

Després seguim observant i fotografiant diversos rèptils i amfibis de la sala interior del CRARC.

I, per últim, ens hem fixat ... La Laia ha acabat fent un munt de fotografies de la gata del CRARC.

31/07/2021 Aquest cap de setmana l'Eloi ha estat fent fotos a l'oceanogràfic de València, sobretot fotos de meduses, amb rèflex i amb smartphone, i ha enviat les fotos al Josep Marí per WeTransfer (més informació en el TR de l'Eloi Zamora).

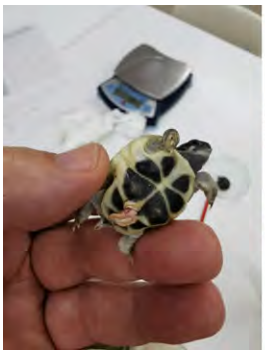
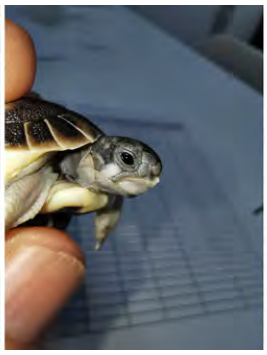
03/08/2021 Neixen les primeres tortugues de la temporada. BL1 (ou nº 5) i BL2 (ou nº 4). Els ous número 2, 8, 10 i 11 estan una mica esquerdats i possiblement demà naixeran.

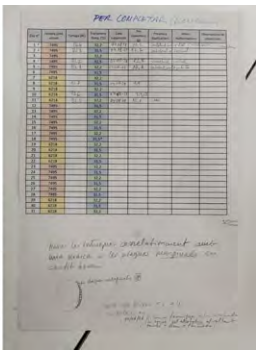


04/08/2021 Neixen 5 tortugues més, però s'ha trobat un problema: formigues. Hi havia un munt de formigues a la incubadora 1 i presumiblement ha estat el factor desencadenant que la tortuga BL4 hagués sortit de l'ou abans de reabsorbir tot el vitel, en tenia encara molt a fora. Se li ha aplicat povidona iodada (Topionic) a la zona i es va col·locar la tortuga a sobre d'una espècie de cilindre perquè el vitel no toqués

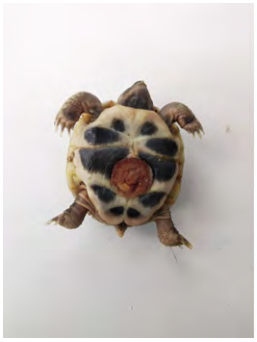
a terra durant bastant temps. Després s'ha deixat al terrari a dins d'una placa de petri gran perquè el vitel no s'embrutés amb el substrat. Es frenen les formigues amb hidrogel alcohòlic. Sembla que funciona.

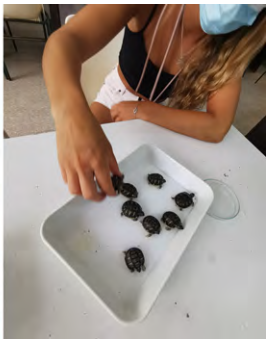
Es torna per la tarda per comprovar com està la BL4. S'ha trobat girada, però bé. Ja han nascut 7 tortugues, però la BL6 tenia part del vitel no reabsorbit i enganxat a la closca de l'ou. S'ha desinfectat amb topionic i s'ha posat a la placa de petri, juntament amb la BL4. La resta de tortugues bé. S'anoten totes les dades al full dinA3 ja preparat.

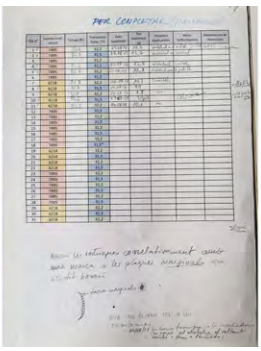
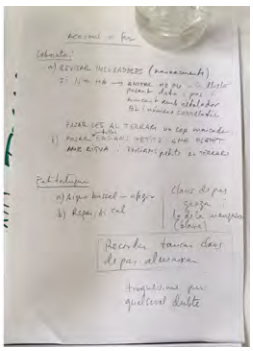


06/08/2021 Avui han nascut dues tortugues més de la segona posta corresponent a la tortuga mitjana que ha tingut una eficiència del 100% (5 ous, 5 naixements) mentre que de la tortuga gran han nascut 4 tortugues de 6 ous (no creiem que en neixin més dels dos ous restants). Però tenim una mala notícia, hem trobat morta a tortuga BL4; malgrat les cures no se n'ha sortit. L'hem etiquetat i l'hem guardat al congelador per si més endavant se li vol fer una necròpsia.

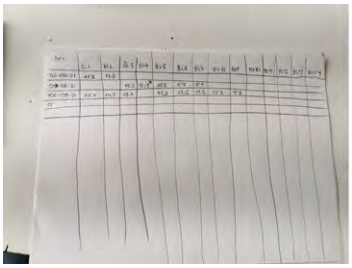


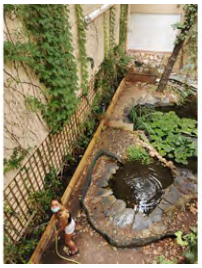


De manera que ara tenim de les dues primeres postes 8 tortugues que es queden al terrari del laboratori amb fulles d'enciam tocant l'aigua d'un platet perquè es mantinguin fresques més temps. També es detallen les instruccions per als naixements de les postes 3 i 4 que seran al voltant del dia 18 i pujarà la Berta (el Vicenç li obrirà l'escola).

També iniciem un full de control periòdic de pes de les tortugues de la sèrie BL, després omplim el bassal, reguem les enfiladisses de la zona aixoplugada i obrim les comportes de la zvs.

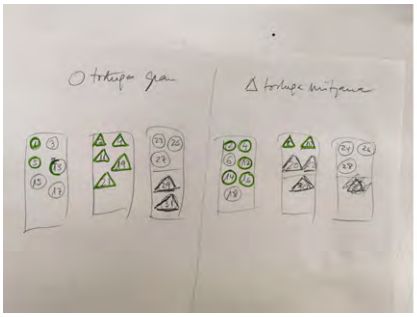




19/08/2021 Avui la Berta ha pujat a l'escola amb companyia del Vicenç i el seu fill Pau, qui li han obert. Segons les prediccions dels nostres càlculs, al voltant del dia 18 havien de començar els naixements de la segona posta de la tortuga gran, però a l'arribar a l'escola la Berta s'ha endut una sorpresa: no hi havia hagut cap naixement! Tot i això, s'ha trobat amb que l'ou nº 23, de la incubadora dreta, s'havia petat, i ha comprovat que no hi havia cap senyal d'embrió de tortuga al seu interior. Després, amb l'ajuda del Vicenç i del Pau hem portat a terme una sèrie de tasques que ens havia indicat el Josep Marí per telèfon: afegir aigua al bassal, regar les plantes enfiladisses de la paret est, posar menjar a les tortugues grans (s'han menjat gairebé totes les plantes de la zona de vegetació semiprotegida), pesar i posar en una safata amb una mica d'aigua a les tortugues petites per si volen beure i posar fulles petites d'enciam al voltant d'un plat amb una mica d'aigua al terrari del laboratori.

22/08/2021 El Josep Marí, que ha tornat a Barcelona, puja a l'escola i es troba que, efectivament, les tortugues grans s'havien menjat totes les plantes de la zvs, però també que havien nascut 5 tortugues i ens envia detalls i fotos al grup de WhatsApp del TR. Una cosa que ha anat molt bé aquest any és el fet d'haver col·locat en cada caixa de Ferrero Rocher de l'interior de les incubadores únicament ous d'una mateixa tortuga (vegeu AF del dia 8/07/2021) per evitar possibles confusions a l'hora de saber de quina mare és cada tortuga que ha nascut quan es produeix més d'un naixement en una mateixa caixa, com ha passat aquí (més informació en el TR de la Berta Ruiz). També ens diu que l'ou nº 13 està una mica esquerdat i que possiblement eclosionar demà.

Al marcar amb retolador els ous dels quals hi ha hagut naixements en el dibuix esquemàtic de les caixes de Ferrero Rocher, diferenciant les dues tortugues, podem observar la major eficiència reproductora de la tortuga mitjana. Avui també s'ha administrat la segona dosi d'antiparasitari a les tortugues grans.

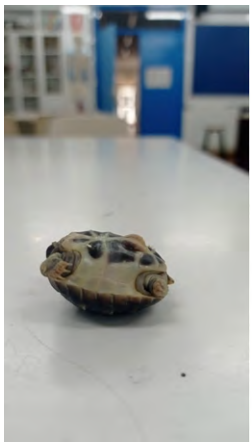


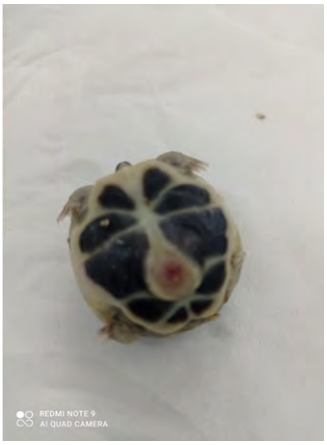
Abans de marxar de l'escola el Josep Marí torna a passar pel laboratori per veure si hi ha més ous esquerdats i es troba amb la sorpresa que ha nascut la tortuga BL15 (de l'ou nº13 de la femella gran), però molt abans d'hora perquè tenia el vitel molt poc reabsorbit, formant un bony molt pronunciat a la part ventral de l'animal. En aquestes condicions la tortuga no es pot deixar que toqui a terra. De manera que posa aigua de l'aixeta en un matràs Erlenmeyer, hi afegeix una gota de Topiònic i fixa la tortuga a sobre perquè no prengui mal, mentre se li acaba de reabsorbir el vitel.

23/08/2021 Avui a primera hora comprovem que la tortuga BL15 segueix amb el vitel molt sortit i el Josep Marí (que torna a marxar fora de Barcelona) proposa a la Berta i a la Laia si se la poden quedar per cuidar-la mentre l'escola segueix tancada. Tant la Berta com la Laia poden. Finalment se la queda la Berta, però abans la canviem a un matràs de boca una mica més estreta (perquè les potes li quedin totalment a fora), l'assegurem bé i posem el conjunt (matràs i tortuga) a dins d'una caixa voltada de paper perquè no es bellugui durant el transport. La Berta també s'emporta l'esparadrap de paper i l'ampolla de topiònic.

Les úniques tortugues de la segona posta de la femella mitjana que encara poden néixer abans del mes de setembre són dels ous nº 15 (que ja està una mica esquerdat) i el nº 22. Les deixem a dins del terrari i el Josep Marí escriu un full d'instruccions per al Pol (que serà el primer que tornarà a l'escola), en el que li explica que dels ous 15 i 22 correspondran a les tortugues BL17 i BL18, respectivament. I afegeix que potser també es troba que hagin nascut tortugues dels ous nº17 i nº18 que estan a les incubadores i que corresponen a la femella gran.

27/08/2021 El passat dimarts el Pol (acompanyat del seu fill Jep) va pujar a l'escola i va trobar que les tortugues BL17 i BL18 acabaven de néixer. Va ser tota una experiència pel Jep... Avui s'ha trobat que havia nascut la tortuga BL19, de l'ou nº18. El Pol va enviar tots els detalls al Josep Marí per WhatsApp, que també li va demanar una foto del full de dades actualitzat.



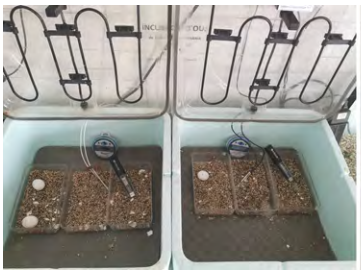
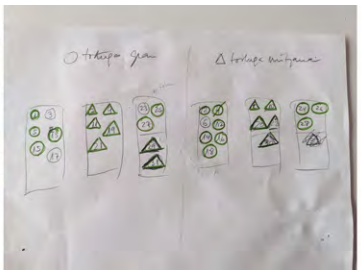


01/09/2021 A partir de l'1 de setembre els professors ja són a l'escola i el Josep Marí ens avisarà quan hi ha naixements perquè pugem. També ens diu que ha afegit aigua a les incubadores perquè la incubadora 1 s'havia quedat sense i la 2 a punt d'esgotar-se.

06/09/2021 La Berta ha portat la tortuga BL15 que tenia en recuperació (des del 23 d'agost) i la veritat és que, malgrat la gravetat, s'ha recuperat força bé. Avui s'han produït 3 naixements, i la tortuga de l'ou nº29 tenia la closca de l'ou que se li havia enganxat a la seva, fet que li donava un aspecte força graciós... Ha costat una mica de treure i al principi li ha quedat el cos una mica deformat per aquesta raó, però no li ha durat gaire. El que sí ens hem plantejat és com marcarem les tortugues si en neixen més? Perquè el codi que utilitzem de marginals-supracaudals-marginals en sentit horari, és a dir, 11+2+11 només arriba a 24, ja ha nascut la 23 i creiem que encara en naixerà alguna més.

07/09/2021 Avui han nascut 4 tortugues més. En total aquest any n'han nascut 27, que representa el rècord absolut de naixements a l'escola. Hem decidit que el codi de marcatge a partir de la tortuga nº 24 serà una marca en la placa costal i una en la primera marginal (nº 25), costal més segona marginal (nº 26), costal més 3a marginal (nº 27). Aquest sistema permet arribar a duplicar el nombre de tortugues, és a dir, que la primera costal i la última marginal correspondria a la tortuga nº 48. I també deixa obert poder incrementar el nombre seguint aquesta metodologia (més informació en el TR de la Berta Ruiz).

Ja no naixeran més tortugues aquest any perquè els tres ous que queden per eclosionar, tots 3 de la femella gran, són de la primera posta (ous nº 3 i nº 6) o de la segona (ou nº 17), és a dir, més de 80 dies després d'aquesta segona posta, i sabem que en les condicions d'incubació que tenim a l'escola, els naixements es produeixen als 60 dies, amb una variació màxima de 3 o 4 dies. Un altre aspecte que ha sorgit aquest any, derivat de l'elevat nombre de naixements, és que el terrari del laboratori és insuficient per tants exemplars. De manera que haurem de pensar en afegir-ne un altre.

08/09/2021 Hem vist que podem reutilitzar un terrari del laboratori, com l'actual per les tortugues, però una mica més petit. L'hem netejat i hi hem posat el mateix substrat que tenim a l'altre, que ahir el Josep Marí en va anar a comprar, juntament amb uns fluorescents especials per rèptils (amb un 5% de radiació UV). En va comprar dos, un per substituir el vell del terrari actual i un de nou, amb portalàmpades per posar al terrari que estem muntant. Per aquest últim aspecte necessitarem l'ajuda del Pol.

16/09/2021 Avui l'Eloi comença a fer unes proves amb el digiscoping al pati de batxillerat de l'escola. També prova de fer captures amb el mòbil sense adaptador (més informació en el TR de l'Eloi Zamora). Per altra banda el Josep Marí ha anat a buscar planter a planters Faura (Molins de rei) per a la zvs que trasplantarem demà de tarda.

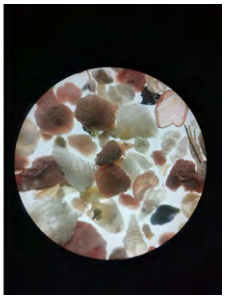
17/09/2021 Avui trasplantem planter de faves, bròquil, col, enciam i sobretot de ruca, amb una doble intenció. Per una banda, veure com aguanten l'hivern en les condicions del Pati de les tortugues i sobretot per comprovar si l'efecte de l'hidrogel d'expulsar de la terra el planter observat anteriorment (vegeu AF del dia 06/07/2021) es repeteix.

Per portar a terme aquesta comprovació, vam fer servir la mateixa metodologia i la mateixa dosificació d'hidrogel que en l'anterior assaig  (més informació en el TR de la Laia Pons).

Els alumnes de 2n d'ESO treballen el mètode científic amb les tortugues de l'escola. En primer lloc aprenen a identificar-les individualment amb el codi de marcatge, les pesen i calculen (utilitzant dades d'una taula de la Berta Ruiz) la taxa de creixement. A partir dels resultats han de deduir quines tortugues requereixen més atenció.

27/09/2021 Al cap de 10 dies del trasplantament ja tenim resultats clars. Observem que a la zona de vegetació semiprotegida amb el tractament d'hidrogel les plantes han crescut més, però n'hi ha bastantes expulsades a fora del substrat, algunes de les quals amb hidrogel hidratat a l'exterior. Això indica clarament que la metodologia utilitzada no és correcta, almenys amb aquesta dosificació d'hidrogel (més informació en el TR de la Laia Pons).

28/09/2021 Avui l'Eloi fa un dels seus projectes d'aplicació dels smartphones a la biologia, el d'utilitzar directament, sense necessitat d'un acoblament especial, la càmera del mòbil sobre l'ocular de la lupa binocular. Un dels motius a fotografiar és el de diferents tipus de sorres que hi ha al laboratori.

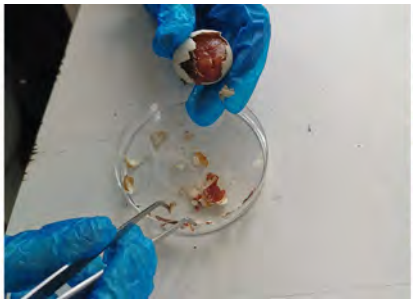
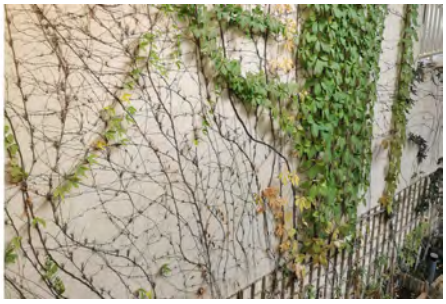


Però també hi vol incloure algun motiu viu i el Josep Marí li proposa que intenti caçar al pati una aranya saltarina, que és molt petita. Després de caçar-la, la dormim amb èter di-etílic (més informació en el TR de l'Eloi Zamora).

08/10/2021 Els alumnes de parvulari avisen que han trobat un altre petit gripau. El posem al pati de les tortugues. Comprovem que el planter creix bé, però aquest dilluns va ploure bastant i hem pogut observar, una vegada més, el seu efecte sobre l'hidrogel i d'aquest sobre algunes plantes.

15/10/2021 A l'escola ja tenim diversos indicadors de que estem en plena tardor. El Ginkgo del Pati de les tortugues ja té les fulles grogues i en una de les jardineres del pati de batxillerat hem descobert un munt de bolets. Avui la Berta ha descarregat les dades dels dataloggers a l'ordinador i ha fet diverses captures de pantalla dels gràfics de temperatura i humitat relativa de tot el període d'incubació dels ous en les incubadores.

18/10/2021 Avui hem fet la dissecció dels ous que no havien eclosionat per comprovar si tenien embrió format. Aquest any només un total de 4 ous no han eclosionat, un ja va petar sol amb anterioritat (vegeu annex fotocronològic del dia 19/08/2021) i els 3 restants els hem obert avui. Són els ous 3, 6 i 17, tots ells de la tortuga gran. Només en l'ou nº 6 hem pogut observar un embrió a mig formar. Per altra banda, les enfiladisses caducifòlies del Pati de les tortugues comencen a canviar de color.

27/10/2021 Aquesta tarda l'Eloi, acompanyat del Josep Marí, ha pujat al terrat de l'escola per fer fotos amb l'smartphone a través del digiscoping en diferents orientacions (més informació en el TR de l'Eloi Zamora).

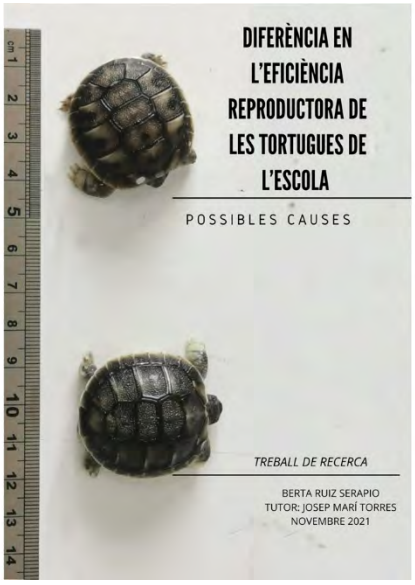
29/10/2021 Aquesta tarda al fer un control de pes de les tortugues juvenils ens adonem que la tortuga nº 12 està molt inactiva (sembla morta) i és la única que no ha augmentat de pes. La posem amb aigua, beu una bona estona i recupera activitat. Avui hem fotografiat les tortugues que presenten algun tipus de malformació per el TR de la Berta Ruiz, però ens adonem que algunes de les malformacions detectades al naixement ara eren pràcticament inapreciables. Després baixem al pati amb una planxa de color blanc per fotografiar les tortugues grans. Ens adonem que el nesprer del Japó està en plena floració i que algunes faves comencen a treure flor.

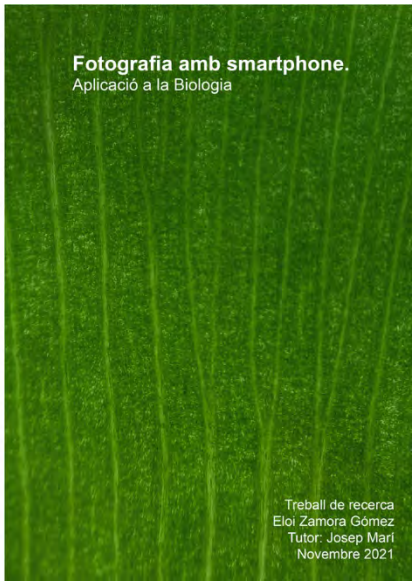
Les plantes de favera no estan dretes, estan gairebé totes tombades de costat. El Pol ens aconsella encanyar-les perquè la tija no aguantarà el pes de la planta, sobretot quan surtin els fruits. Mentre la Laia ho està fent descobreix al terra de la zona de vegetació semiprotegida unes estructures força regulars i

estranyes. El Josep Marí explica que es tracta d'uns petits bolets anomenats niuets (*Cyathus stercoreus*) i que solen sortir cada any en aquest indret durant el mes d'octubre.

05/11/2021 Aquests dies la temperatura ha baixat força i la previsió és que baixaran encara més els propers dies. Per evitar que les tortugues grans s'enterrin per hibernar a qualsevol indret del pati, les hem posat al terrari exterior (que és on han d'hivernar) amb bastanta fullaraca perquè s'hi puguin enterrar a voluntat. Per altra banda, com aquest any han nascut moltes tortugues el Josep Marí ha encarregat al Pol un muntatge per fer un estudi d'hibernació de les juvenils el proper any.

06/11/2021 El proper dimecres 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

En primer lloc, m'agradaria agrair al meu tutor del treball de recerca, Josep Marí, la seva constant dedicació, implicació i paciència. La seva ajuda ha sigut vital per guiar-me en tot el desenvolupament d'aquest treball tant enriquidor.

També m'agradaria donar el meu agraïment a Joaquim Soler i Albert Martínez-Silvestre, responsables de la direcció del CRARC, per la revisió anual de les tortugues grans i les necròpsies de dues juvenils, per les seves explicacions i per deixar-nos participar del procés.

A Laboratoris Almirall I+D de Sant Feliu de Llobregat per col·laborar, amb la seva subvenció, en l'adquisició d'equips i instruments de mesura, com els enregistradors electrònics de temperatura i humitat (Dataloggers *Escort iLog* i *EasyLog_USB*) utilitzats en aquest treball.

Al Pol Haro, per ajudar-nos en les tasques de manteniment del Pati de les tortugues i molt especialment per la seva col·laboració en la vigilància de naixements a les incubadores durant l'estiu.

Al Carlos Iglesias, l'informàtic de l'escola, per haver pujat a l'Escola durant l'estiu a controlar els nous naixements.

Al Vicenç del Hoyo, cap d'estudis de l'escola, per haver pujat a l'Escola a obrir-nos en algun moment de l'estiu per vigilar el naixements de les tortugues i fer tasques de manteniment.

A tots els alumnes de l'escola que han participat en el projecte del Pati de les Tortugues, per proporcionar-me les dades necessàries de les generacions passades per incloure al treball, a la vegada que a tots els companys i companyes que de manera o altre han contribuït en la realització de tasques relacionades amb el treball.

També al personal de cuina, que sempre ha procurat proporcionar-nos part de l'alimentació suplementària que necessitàvem per les tortugues.

Ja per últim crec que cal agrair també als meus Companys de TR Laia Pons i Eloi Zamora, la dedicació i col·laboració en tot allò que he necessitat i per el seu acompanyament durant aquests mesos.

I per últim, però no menys important, agrair a la meva família que sempre m'ha donat ànims i suport.