OPTIMITZACIÓ DE LA ZONA DE POSTA D'OUS DE *Testudo hermanni* AL PATI DE LES TORTUGUES

TREBALL DE RECERCA

SOFIA DOMÈNECH ORELLANA

TUTOR: JOSEP MARÍ TORRES

NOVEMBRE de 2018

Índex

Pròleg i objectius 5
1. Introducció i antecedents 7
1.1. En relació a les postes d'ous al pati de les tortugues 7
1.1.1. Situació 7
1.1.2. Intents 8
1.1.3. Número de postes i regularitat 8
1.2. En relació a la insuficient temperatura per incubar els ous 9
1.3. En relació a altres estudis iniciats i no finalitzats 10
1.3.1. Hibernació 10
1.3.2. Naixements i eficàcia reproductora 12
1.3.3. Malformacions 14
2. Optimització de la zona de postes 15
2.1. Metodologia 15
2.2. Resultats i discussió 16
3. Impossibilitat de la incubació natural al pati? 18
3.1. Metodologia 18
3.2. Resultats i discussió 19
4. Continuació d'altres estudis iniciats 21
4.1. Hibernació 21
4.1.1. Metodologia 21
4.1.2. Resultats i discussió 22
4.2. Naixements i eficàcia reproductora 26
4.2.1. Metodologia 26
4.2.2. Resultats i discussió 27
4.3. Malformacions 33
4.3.1. Metodologia 33
4.3.2. Resultats i discussió 34
5. Conclusions 37
6. Bibliografia 39
Annex 1. Registre del lliurament de les tortugues al CRARC 42
Annex fotocronològic 43

Pròleg i objectius

Ja fa molts anys que diferents treballs de recerca de varies generacions han aportat, any rere any, la seva petita part a l'estudi de la biologia i la reproducció de la tortuga mediterrània (*Testudo hermanni)*. Tots aquests treballs han estat inclosos dins del projecte del *Pati de les tortugues* de l'Escola Mestral, una instal·lació col·laboradora del DAAM (Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural de la Generalitat de Catalunya) per la tinença i cria de la tortuga mediterrània en aquest indret on pràcticament hi ha un ecosistema autosuficient. Pel que fa a la tortuga mediterrània es tracta d'una espècie considerada protegida i en perill d'extinció, per aquest motiu l'escola participa dins del "Programa de cria en captivitat de la tortuga mediterrània" coordinat pel CRARC (Centre de Recuperació d'Amfibis i Rèptils de Catalunya) amb l'objectiu d'introduir nous exemplars de *Testudo hermanni* en indrets naturals.

Al Pati de les tortugues de l'escola hi ha des del curs 2003-2004 quatre exemplars adults de tortuga mediterrània, tres femelles i un mascle. Malgrat això, no va ser fins el curs 2006-2007 que s'hi van trobar els primers ous, encara que aquests estaven sense eclosionar degut a les baixes temperatures del Pati. Per això, a partir de l'any 2007 s'utilitza la incubació artificial per dur a terme la reproducció de la tortuga mediterrània a l'Escola. La femella que va posar aquests primers ous, però, va morir de vella i es va aprofitar per fer estudis d'osteocronologia[1]. 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.

Les funcions del "Programa de cria en captivitat de la tortuga mediterrània", del qual l'Escola Mestral en forma part, es divideixen en dues. La primera és pedagògica, les tortugues permeten introduir als 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 de tots aquests anys diferents estudiants s'han anat centrant en diversos aspectes relacionats amb aquesta millora, enguany ens hem volgut focalitzar en un aspecte de gran importància, directament relacionat amb tota la resta, es tracta del primer pas per la reproducció de la tortuga mediterrània: la posta d'ous.

En anys anteriors s'ha observat que les tortugues seleccionaven majoritàriament una zona concreta per fer les postes, però que intentaven fer el niu molt enganxades a la paret (on hi ha una filera de pedres) i fins i tot han arribat a pujar sobre les pedres, tot intentant fer el niu en llocs poc apropiats (i això provoca que facin diversos intents, abans de trobar el lloc idoni). Això, ens va fer pensar amb el fet que potser les tortugues, a l'hora d'escollir el lloc, en busquen un amb una mica d'inclinació. Per això, la hipòtesi d'aquest treball és que *potser si proporcionem una petita inclinació al substrat de la zona de postes, facilitarem la posta dels ous a les tortugues, reduint el nombre d'intents.*

[1] D'aquest estudi se'n va fer una publicació (Alba Prieto *et al.* 2013). https://www.escolamestral.cat/pdf/ms671-pp02-REV.pdf

D'altra banda, també volem aportar noves dades relacionades amb la continuació d'estudis anteriors. Amb tot, aquests són els objectius del treball:

- Tractar d'optimitzar la posta d'ous de *Testudo hermanni* al Pati de les Tortugues comprovant si una petita inclinació a la zona de postes comporta una millora en el nombre de postes.

- Comprovar la impossibilitat de la incubació natural al Pati de les Tortugues a la zona d'incubació a partir d'un registre de temperatures a l'interior d'un niu.

- Obtenir noves dades com a continuació dels diferents estudis iniciats en relació a la hibernació, els naixements, l'eficàcia reproductora i les malformacions de *Testudo hermanni* amb la intenció d'aportar més dades per un article que s'està preparant per la seva publicació[2] i també per facilitar qualsevol estudi posterior relacionat amb la biologia de la tortuga mediterrània.

[2] Actualment, un exalumne de l'escola està escrivint un article basat en els resultats del seu treball de recerca sobre les malformacions (Pau Vilaseca, 2016).

1. Introducció i antecedents

1.1. En relació a les postes d'ous al pati de les tortugues

Des de l'any 2006-2007, les tres femelles inicials de *Testudo hermanni* a l'Escola Mestral han anat posant, any rere any, els seus ous al Pati de les tortugues. Els primers però, van aparèixer sense eclosionar i per això, des de l'any 2007, s'utilitza la incubació artificial per dur a terme la reproducció de la tortuga mediterrània a l'escola (Laia Herrerias, 2007). Al llarg d'aquests anys, diferents treballs de recerca han anat enfocats en la millora d'aquestes incubadores i en una millor eficàcia del període d'incubació (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); però aquest any ens hem volgut centrar en la optimització del primer pas per la reproducció de les tortugues a l'Escola, la posta d'ous. En els punts següents es parlarà sobre els antecedents relacionats amb els diferents aspectes de la posta d'ous a l'escola.

1.1.1. Situació

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 (ja que a la zona est hi ha una part aixoplugada i més cobertura vegetal[3]). 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).

Figura 1. En aquesta seqüencia d'imatges de l'extrem oest del Pati de les tortugues podem veure l'aspecte de general que tenia inicialment (esquerra), un detall de l'excavació abans de posar el sauló (al mig) i l'aspecte general final, amb el sauló incorporat (dreta). (Figura extreta del Document fotocronològic del curs 2012-2013).

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. Però no sempre fan la posta al primer intent, com veurem a continuació.

[3] Aspecte estudiat amb profunditat al treball de recerca de la meva companya Marina Castellanos.

1.1.2. Intents

En general, les femelles de *Testudo hermanni* a l'escola sempre han hagut de fer bastants forats abans de poder posar els ous còmodament. Sovint han abandonat forats començats perquè o bé es sentien incòmodes o bé perquè el terra no els hi ho permetia, és a dir, estava massa dur i no el podien excavar bé, s'hi trobaven arrels, tubs del reg del pati, etc. Això passava, sobretot, quan intentaven excavar el niu molt a prop de la paret oest, com hem explicat en el pròleg, i que ens ha fet pensar en que potser tenen l'instint de buscar un lloc una mica inclinat per tal d'evitar un possible risc d'inundació en cas de pluja.

1.1.3. Número de postes i regularitat

Majoritàriament, cada any hi ha com a mínim dues postes de cada tortuga i, de tant en tant, hi ha una tercera de la tortuga gran. No obstant això, sempre hi ha excepcions. Per exemple, hi ha hagut anys on la tortuga mitjana també ha fet una tercera posta (Mar Pons, 2015) i d'altres on n'hi ha hagut molt poques, especialment durant els primers anys (Laia Herrerias, 2007; Berta Ollé, 2008; Èlia Faixó, 2009; Alba Ramon, 2010). Cal destacar la posta d'ous de l'any passat on diferents factors, com el de les obres de la cuina, van provocar un any amb molt poques postes en relació als passats (Arnau Ruiz, 2017).

En relació a la regularitat de les postes, sempre ha estat bastant exacte. A partir de l'any 2011, quan les postes es van començar a estabilitzar, la primera posta d'ambdues femelles sempre s'ha produït a finals de maig o principis de juny i les següents de la mateixa tortuga s'han anat realitzant amb intervals d'entre aproximadament 20 i 30 dies (Taula 1). Ampliarem aquesta taula amb els resultats que trobem nosaltres aquest any (vegeu apartat 2).

Taula 1. Dates de les postes d'ous trobades al Pati de les tortugues des del curs 2006-2007 fins l'any 2017, per tal de determinar l'interval de temps entre una posta i la següent de cada tortuga. Les dates marcades en color taronja creiem que no corresponen a postes consecutives perquè els seus valors són gairebé el doble dels de la mitjana, és a dir, que entremig es va fer una posta, però no es va detectar. (Extret d'Arnau Ruiz, 2017).

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

1.2. En relació a la insuficient temperatura per incubar els ous

Com ja hem comentat abans, 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, però 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 a prop de la zona d'hibernació (extrem NE del pati), a l'altre extrem d'on és ara la zona de postes. 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).

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).

Durant els dies més càlids del més d'agost la temperatura més alta del sensor situat a nivell dels ous va arribar puntualment als 25°C, amb una mitjana de menys de 22°C, 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 els 34°C, amb una mitjana que es situa al voltant dels 28°C (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 en una mateixa zona que ja podem anomenar zona de postes. Per això, juntament amb la meva companya Marina Castellanos[4], hem volgut enregistrar la temperatura durant tot el període d'incubació en aquest indret.

1.3. En relació a altres estudis iniciats i no finalitzats

1.3.1. Hibernació

Quan arriba el fred les tortugues de l'escola, tan les adultes com les juvenils, entren en el període d'hibernació. Durant aquest període, les tortugues redueixen les seves funcions a l'espera que les temperatures tornin a elevar-se. Es tracta d'un període de descans vital que forma part del seu cicle biològic i que és fonamental per tal de sobreviure en èpoques de fred. L'estudi de la hibernació en *Testudo hermanni* és dels temes més treballats per part dels alumnes que han dedicat el seu treball de recerca al projecte del Pati de les tortugues. D'altra banda, dins de la hibernació destaquen els estudis de les variacions de pes i humitat relativa ambient, tan en els exemplars adults com en els juvenils.

Pel que fa als exemplars adults, tot va començar a la presentació del llibre "La tortuga mediterrània a Catalunya" de Joaquim Soler i Albert Martínez Silvestre del CRARC (Soler i Martínez, 2005) on l'Albert Martínez va proposar al Josep Marí l'estudi de la pèrdua de pes durant la hibernació de la tortuga mediterrània. L'estudi es va començar amb un treball de recerca en el que es van detectar, per primera vegada, aquestes pèrdues de pes amb recuperació durant el període d'hibernació (Alba Vendrell, 2006). Però no va ser fins un any més tard que es van comprovar aquestes recuperacions parcials de pes i es va iniciar un estudi de la possible relació d'aquestes variacions amb la humitat relativa ambiental (Laia Herrerias, 2007), que finalment va ser confirmada en un treball posterior (Eudald Pascual, 2008). Aquesta troballa, nova per la ciència, va ser motiu d'una publicació científica (Pascual et al. 2011).

Pel que fa a la hibernació dels exemplars juvenils de *Testudo hermanni*, també ha estat un dels aspectes molt estudiats a l'escola. Això és degut a que sempre hi ha hagut molta polèmica sobre si els exemplars juvenils de tortuga mediterrània mantinguts en captivitat haurien d'hibernar des del seu primer any de vida, ja que normalment no es feia per tal d'assegurar la seva supervivència.

Durant el curs 2010-2011 es va realitzar una comparativa entre els exemplars que havien hibernat (des del primer any de vida) i els que no ho havien fet mai, durant els 3 primers anys (Alba Ramon, 2010). En aquest estudi es va observar que els que havien hibernat recuperaven ràpidament el pes després de la hibernació, fins assolir, en molts casos, el pes de les que tenien la mateixa edat, que no ho havien fet. També es va constatar que algunes de les tortugues que no havien hibernat mai presentaven sobrecreixement. Paral·lelament, es va tenir accés a un article sobre la influència de la hibernació en la taxa de mortalitat dels exemplars juvenils (Aline i Frank, 2006), en el que s'havia comprovat que la taxa de mortalitat en *Testudo hermanni* era molt més alta per aquells exemplars que durant el primer any duien a terme una hibernació curta o nul·la que quan la hibernació era d'uns 3 mesos. Amb totes aquestes dades, a l'escola es va optar per dur a terme la hibernació dels exemplars juvenils des del primer any de vida. Això vol dir que inicien la hibernació quan tenen uns pocs mesos de vida, perquè els naixements són a l'estiu i la hibernació comença a finals de la tardor.

[4] Per aquesta raó hem compartit tant els antecedents com la metodologia i els resultats (vegeu apartat 3).

Per això, a partir de l'hivern del curs 2010-2011 s'han fet hibernar tots els nounats i d'aquesta manera, juntament amb el creixent èxit reproductiu dels darrers anys, s'ha tingut suficient nombre d'exemplars juvenils per iniciar estudis de variacions de pes durant la hibernació. En aquests estudis s'han pogut detectar petites recuperacions de pes o estabilitzacions en la seva pèrdua de pes. Però sobretot s'ha pogut observar una pèrdua de pes global molt important durant el procés d'hibernació de les tortugues juvenils (Sergio García, 2011; Marc Olivella, 2013, Blanca García, 2014), de fins un 35% del pes de l'animal en alguns casos (Figura 3) (Marc Olivella, 2013).

Figura 3. El percentatge de pèrdua de pes de les tortugues juvenils, en relació a l'inici de la hibernació. La C1 és la que més perd (36,7 %) seguida de totes les altres tortugues que feien la primera hibernació (Sèrie C). Les "JS" tenen un percentatge menor tot i que també elevat (Extret de Marc Olivella, 2013).

Per contra, aquest aspecte és poc rellevant en les tortugues grans, ja que en aquestes les pèrdues globals de pes no solen superar el 5% en les mesures realitzades a l'Escola, essent sistemàticament el mascle (que és de menor mida que les femelles) el que perd una mica més de pes (Laia Herrerias, 2007; Eudald Pascual, 2008; Sergio García, 2011; Blanca García, 2014; Mar Pons, 2015), arribant un any a una pèrdua global del 8,9% (Marc Olivella, 2013). Aquestes pèrdues de pes davant la hibernació, tan notables en les tortugues juvenils, es van relacionar amb la possible deshidratació davant períodes especialment secs (Blanca García, 2014).

Per aquest motiu, l'any 2015 es va provar de mullar el substrat de les caixes d'hibernació de les tortugues juvenils cada dues setmanes per tal de veure si suposava una disminució de la pèrdua de pes durant el període d'hibernació (Mar Pons, 2015). Els resultats van ser molt clars, les pèrdues de pes es van convertir en gairebé inexistents i fins i tot alguns dels exemplars van augmentar lleugerament de pes (Figura 4), d'aquesta manera es va poder comprovar que l'acció de mullar periòdicament el substrat era efectiva.

Figura 4. Gràfic del percentatge de la pèrdua de pes de les tortugues juvenils de la sèrie B durant la hibernació 2014/2015 en la que es va mantenir humit el substrat. (Extret de Mar Pons, 2015).

L'any següent, amb un estudi sobre com afecta variar els nivells d'humitat ambient durant la hibernació del primer any de vida a la pèrdua global de pes (Ferran Jiménez, 2016) es va mullar el substrat cada 3 o 4 setmanes, però els resultats no van ser tan bons. Finalment, es va considerar que tot i que els resultats milloraven molt quan es mantenia el substrat humit, les tortugues juvenils perden un percentatge global de pes molt més elevat que les tortugues més grans adultes a causa d'una relació superfície/volum més desfavorable. També es va considerar que la deshidratació pot representar el risc de mort més gran durant la hibernació en condicions de semi llibertat (exemplars protegits de la depredació durant aquest període d'inactivitat). Per altra banda, es va començar a constatar que les hibernacions eren més irregulars degut a augments temporals, però freqüents de la temperatura durant el període hivernal (Ferran Jiménez, 2016).

1.3.2. Naixements i eficàcia reproductora

Un cop les tortugues han arribat a la seva maduresa sexual, immediatament després de despertar-se de la hibernació comença l'època d'aparellament, on el mascle festeja la femella amb la intenció de copular. Aquest període es manté durant els mesos de març, abril i maig, quan el mascle persegueix les femelles que fugen. Unes setmanes més tard comença l'època de postes on les femelles ponen ous dos o tres cops a l'any entre maig, juny i juliol. Un cop localitzats els ous comença el període d'incubació artificial. A l'escola, com ja hem comentat, s'utilitza la incubació artificial des de l'any 2007, quan es va trobar la primera posta d'ous per part d'una tortuga femella adulta 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 de tots aquests anys molts treballs de recerca s'han centrat en proposar diferents millores sobre les incubadores i els controls dels nivells d'humitat i temperatura per tal d'optimitzar 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). Totes aquestes aportacions han resultat en un augment molt notable de la natalitat de la tortuga mediterrània a l'escola, al llarg dels anys però, no ha estat sempre progressiu i lineal (Figura 5).

Figura 5. En aquesta gràfica podem observar l'evolució d'una comparativa entre el nombre d'ous de les postes i el número de naixements des del curs 2006-2007 fins el curs 20017-2018.

Com podem veure en el gràfic, des del primer any fins l'any 2015-2016 hi ha hagut un augment progressiu del número de naixements de *Testudo hermanni* a l'escola, excepte en els anys 2010-2011 i 2011-2012 en els que hi va haver una important davallada tot i el gran número d'ous d'aquest darrer. Durant el curs 2015-2016 es va produir un màxim absolut, tan pel que fa a nombre d'ous com a nombre de naixements. Els resultats de l'any 2016-2017 no van ser del tot dolents pel que fa al número d'ous, tot i que van disminuir una mica, però en canvi pel que fa als naixements, a causa una tempesta elèctrica, un tall de llum a l'Escola va provocar que les incubadores s'apaguessin i la mort de tots els embrions que s'estaven incubant en aquell moment (Pau Vilaseca, 2016; Ferran Jiménez, 2016). Contràriament, tot i la gran eficiència reproductora dels ous gràcies a les millores de les incubadores, l'any passat el problema va recaure en la posta d'ous, la més baixa dels últims 7 anys amb únicament 3 postes, segurament a causa de les obres de la cuina de l'escola (Arnau Ruiz, 2017).

Precisament, per les millores fetes respecte aquests imprevistos dels dos últims anys, juntament amb les millores que volem aplicar de cara a la posta d'ous, esperem que aquest any sigui molt favorable tan de cara al nombre d'ous com al de naixements.

1.3.3. Malformacions

Les malformacions són anomalies o deformitats congènites, és a dir, que són existents des del moment del naixement. Aquestes anomalies poden produir-se en qualsevol organisme pluricel·lular complex, però les malformacions són especialment freqüents en els rèptils (Martínez-Silvestre *et al*., 1997; Martínez-Silvestre, 2003; Martínez-Silvestre, 2008). A l'Escola ja fa uns quants anys que tenim constància del fet que les tortugues nascudes aquí solen presentar malformacions. Per això, fa anys que es realitza un control a partir de fotografies de totes les tortugues nascudes al centre.

Un dels treballs de recerca més importants relacionat amb les malformacions de la tortuga mediterrània a l'escola és el de "Malformacions en *Testudo hermanni*: causes ambientals o genètiques?" (Pau Vilaseca, 2016) on no només es va voler analitzar i descriure totes les tortugues nascudes amb malformacions a l'escola[5], entre altres aspectes, sinó que un dels seus objectius principals va ser intentar discernir entre les causes ambientals i les genètiques en les malformacions de les tortugues de l'escola, objectiu que, un any més tard es va voler comprovar i establir-hi uns percentatges (Arnau Ruiz, 2017). Finalment, es va concloure, provisionalment, que les malformacions eren provocades per ambdós factors, tan ambientals (30%) com genètics (70%), però aquests percentatges són en pocs exemplars i per tant provisionals.

Les malformacions genètiques provenen del mascle de l'escola (Figura 6); els factors ambientals, en canvi, provenen dels valors de temperatura i humitat durant el període d'incubació[6]. Això és degut a que les incubadores de l'escola es divideixen en dos tractaments. El primer a 32,2°C, temperatura òptima per la obtenció de femelles però amb un alt risc de malformacions i mort dels embrions, i el segon a 31,5°C, temperatura de baix risc i pivotant, és a dir, a aquesta temperatura neixen un 50% de mascles i un 50% de femelles (Solé i Martínez, 2005). A més a més, fa uns anys que mantenim aquestes temperatures durant tot el procés; a diferència d'anys anteriors on els ous només estaven exposats a temperatures de 32,2°C durant les primeres dues setmanes d'incubació (Juan Maria Jurado, 2011; Pau Vilaseca, 2016). Com ja hem comentat, un dels objectius d'aquest any és el d'aportar més dades per aquests estudis.

Figura 6. En aquesta figura podem observar una comparativa entre la distribució correcta de les plaques còrnies de la closca de les tortugues (esquerra) i la distribució de les plaques del mascle de l'Escola (dreta) en el que s'assenyalen en vermell les dues duplicacions que presenta. (Extret de Pau Vilaseca, 2016).

[5] iniciant una taula de les malformacions observades a l'escola i que nosaltres completarem amb les nostres dades (vegeu apartat 4.3).

[6] Altres factors, com el de la manca de certes vitamines, van ser descartats.

2. Optimització de la zona de postes

Ja hem comentat que un cop les tortugues han arribat a la seva maduresa sexual, immediatament després de despertar-se de la hibernació, comença l'època d'aparellament on el mascle festeja la femella amb la intenció de copular. Les femelles ponen ous dos o tres cops a l'any entre maig i juliol. Aquest any però, hem realitzat una sèrie de millores amb les que hem preparat el pati abans de la primera posta i posteriorment, un cop ja havien posat els ous, hem seguit uns determinats passos amb la intenció d'augmentar el nombre total de postes i, per tant, d'ous. La hipòtesi principal en la qual s'ha basat aquest treball de recerca (vegeu pròleg i objectius) és que si proporcionem una petita inclinació al substrat de la zona de postes, facilitarem la posta dels ous a les tortugues, reduint el nombre d'intents.

2.1. Metodologia

Per dur a terme aquestes millores utilitzem la zona oest del pati on sempre hi ha hagut els millors resultats. Abans que comenci l'època de postes comprovem que el sauló d'aquesta zona 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 la feina de les femelles. A continuació, provoquem una petita inclinació entre 15 i 20° amb l'ajuda d'un clinòmetre i esperem uns dies a que una de les femelles dugui a terme la primera posta (vegeu AF del dia 23/05/2018).

Figura 7. Comprovació de l'estat del sauló i del pendent provocat a la zona de postes amb l'ajuda d'un clinòmetre.

Un cop hem localitzat el forat, excavem el terra amb compte fins arribar als ous. Al veure'ls seguim el procediment habitual: marquem la part superior amb llapis per tal de saber quina era la seva posició, i procurem no girar-los en tot el procés. A més a més, aquest any, un cop hem tret tots els ous i comprovat que no ens hem deixat cap tornem a tapar el forat, hi tirem una mica d'aigua i ho trepitgem bé per tal que la terra quedi igual comprimida que abans, així facilitem la feina a les tortugues per les postes posteriors (vegeu AF del dia 25/05/2018).

Després, pugem els ous al laboratori. Allà els rentem amb aigua amb molt de compte, els eixuguem i hi escrivim un número correlatiu i la data de la posta per identificar-los. Per últim, repartim els ous entre els dos tractaments i els posem a les incubadores (més informació més endavant).

2.2. Resultats i discussió

Aquest és el registre de totes les postes d'aquest any:

1ª posta: 25/05/2018. Tortuga gran. 5 ous. Zona de postes. Primer intent.

2ª posta: 28/05/2018. Tortuga mitjana. 4 ous. Zona de postes. Primer intent.

3ª posta: 19/06/2018. Tortuga gran. 5 ous. Zona de postes. Segon intent.

4ª posta: 21/06/2018. Tortuga mitjana. 5 ous. Zona de postes. Primer intent.

5ª posta: 06/07/2018. Tortuga gran. 5 ous. Zona de postes. Primer intent.

6ª posta: 09/07/2018. Tortuga mitjana. 5 ous. Zona de postes. Primer intent.

Quan s'aproxima la temporada de postes comencem a pesar les tortugues adultes més regularment ja que grans baixades de pes, tal i com es veu perfectament en el gràfic (Figura 8), ens ajuden a saber si han posat els ous en el cas que no les veiem, especialment durant els caps de setmana. Tot i així, aquesta vegada hem estat presents durant totes les postes d'aquest any.

Els pics negatius en el pes de les tortugues femelles representen les diferents postes. Es veu molt clarament com augmenten de pes progressivament després de sortir de la hibernació i abans de dur a terme cada posta. El mascle, en canvi, va guanyant pes de mica en mica, o bé es manté estable. El mascle en certa manera ens serveix de control, perquè ens indica que les baixades de pes de les femelles no són degudes a una manca d'aliment, per exemple.

Figura 8. En aquesta gràfica podem observar la variació de pes de les tortugues adultes des de l'inici del període actiu a la sortida de la hibernació fins a l'última posta.

Taula 2. Dates de les postes d'ous trobades al Pati de les tortugues des del curs 2006-2007 fins l'actual (vegeu taula 1), per tal de determinar l'interval de temps entre una posta i la següent de cada tortuga. Les dates marcades en color taronja creiem que no corresponen a postes consecutives perquè els seus valors són gairebé el doble dels de la mitjana, és a dir, que entremig es va fer una posta, però no es va trobar. En verd s'assenyalen els valors d'aquest any, que són els més regulars.

Any	Tortuga 7495 (gran)					Tortuga 6218 (mitjana)				
	Primera posta	Segona posta	diferència (dies)	Tercera posta	diferència (dies)	Primera posta	Segona posta	diferència (dies)	Tercera posta	diferència (dies)
2007						24/05/2007	12/06/2007			
2008							02/06/2008		27/06/2008	25
2009	04/06/2009	07/07/2009	33			27/05/2009				
2010	02/07/2010					08/06/2010				
2011	17/05/2011	14/06/2011	28			23/05/2011	12/07/2011	50		
2012	22/05/2012	04/07/2012	43			30/05/2012	22/06/2012	23		
2013	16/05/2013	14/06/2013	29	10/07/2013	31	04/06/2013	03/07/2013	29		
2014	19/05/2014	09/06/2014	21			22/05/2014	19/06/2014	28		
2015	13/05/2015	07/06/2015	25	25/06/2015	18	18/05/2015	10/06/2015	23	01/07/2015	21
2016	03/06/2016	27/06/2016	24			30/05/2016	21/06/2016	22		
2017	06/06/2017					24/05/2017	14/06/2017	21		
2018	25/05/2018	19/06/2018	25	06/07/2018	17	28/05/2018	21/06/2018	24	09/07/2018	18
Mitjana			**29**		**22**			**28**		**21**

Cal dir que aquestes dades no són del tot fiables ja que tal i com està indicat a la Taula 2 en taronja, en els anys 2011 i 2012 es podrien haver perdut postes entre mig de les anotades, és a dir, mai es van trobar els ous d'aquella suposada posta. Creiem que aquestes dues postes es van produir ja que la distància entre la posta anterior i la posterior són del doble de la mitjana. A més a més, hi falten algunes dates que no van ser esmentades en treballs de recerca anteriors, com per exemple la primera posta de la tortuga mitjana l'any 2008. Per tant, aquestes dades són aproximades però a la vegada molt útils a l'hora de predir quan podrien tenir lloc les postes dels pròxims anys.

Contràriament al que va passar l'any passat, aquest any ha estat excepcional pel que fa a les postes en tots els sentits. No només hi ha hagut una gran quantitat de postes, tres per cada femella, sinó que a més a més tots els nius s'han realitzat amb una gran regularitat, al llarg d'un mateix espai i en un primer intent, excepte en un cas, el de la segona posta de la tortuga gran. Creiem que aquests resultats es deuen a les millores realitzades aquest any, ja que com a conseqüència les tortugues han fet els forats en indrets factibles des del primer moment, no tan a prop de la paret, i sense altres interrupcions (com sorolls provocats per obres, per exemple). Aquest augment en el número de postes, també ha provocat, lògicament, un augment en el número d'ous (vegeu apartat 4.2).

Aquests resultats tan clars ens fan pensar que, efectivament, una petita inclinació en el terreny si que suposa una millora en el número de postes i en la disminució del nombre d'intents. Però és la primera vegada que ho observem (caldrà veure què passa en anys posteriors, seguint la mateixa metodologia) i també cal considerar que aquest any les tortugues han estat molt més tranquil·les i que, també per primera vegada, hem pogut observar el moment en què han fet cada una de les postes.

3. Impossibilitat de la incubació natural al pati?

Des de l'any 2007, la incubació dels ous s'ha dut a terme mitjançant la incubació artificial i l'ús de diferents incubadores que han anat millorant al llarg dels anys. Això és degut a que després d'observar la primera posta d'ous realitzada per una femella adulta al Pati de les tortugues es va arribar a la conclusió que la temperatura del pati era insuficient per tal que es poguessin desenvolupar correctament els embrions. Les temperatures inferiors a 26°C o superiors a 34°C provoquen malformacions o la mort de l'embrió i, tot i que sí que hi ha un precedent a la zona est del pati (vegeu apartat 1.2), fins aquest any mai ningú no havia enregistrat aquestes temperatures a la zona de postes actual (Zona oest).

Un punt important a destacar és el fet que aquest apartat del treball ha estat estudiat conjuntament amb la meva companya Marina Castellanos. A cada un però, hi ha un enfoc diferent de cara a la discussió dels resultats. Mentre que el treball de la Marina es centra en els termes de la radiació al pati, aquest treball vol estudiar les conseqüències d'aquestes temperatures relacionades amb una possible incubació natural dels ous de *Testudo hermanni* en un futur pròxim.

3.1. Metodologia

Per tal de conèixer els valors teòrics de la temperatura a la zona de postes al Pati de les tortugues, aquest any hem decidit col·locar un sensor dins d'un dels forats excavats per les tortugues en una de les seves postes, és a dir, en un niu. El sensor utilitzat és un datalogger *Escort iLog* de doble sonda tèrmica, que correspon als mateixos que ens ajuden a enregistrar la temperatura de les incubadores i que han estat descrits en treballs de recerca anteriors (Pau Vilaseca, 2016).

Figura 9. Col·locació del datalogger Escort dins del forat de la segona posta de la femella gran per tal d'enregistrar la temperatura a l'interior d'un niu a la zona de postes al Pati de les tortugues.

Esperem a una posta que estigui situada en la zona més il·luminada. Correspon a la tercera posta, i segona de la femella gran (vegeu AF del dia 19/06/2018). Agafem els ous i seguim el procediment habitual però aquest cop no tornem a tapar el forat. Primer, protegim els cables del sensor amb un tub de plàstic que és transparent i flexible, i col·loquem el datalogger dins d'una caixa estanca on fem dos forats per tal de que hi puguin passar els cables, els quals van a parar a una regleta que els protegeix. Un cop ho tenim col·locat al pati, fem un solc on enterrem els cables. Després, col·loquem el primer sensor (sempre horitzontalment) a la part més profunda del forat (on hi havia el primer ou), posem una mica de terra i situem el segon sensor al nivell on hi havia l'últim ou. Per últim, tapem bé el forat amb terra i posem pedres a sobre per evitar que cap tortuga intenti tornar a fer el seu niu allà (vegeu AF del dia 19/06/2018).

Per fer els gràfics de l'evolució de la temperatura mitjana a l'escola durant la incubació (de maig a setembre) i durant el període d'hibernació de les tortugues (de desembre a març) dels últims 11 anys, hem utilitzat les dades dels resums mensuals que l'estació meteorològica de l'escola té penjats al web InfoMet de la Universitat de Barcelona des de setembre de l'any 2006[7].

3.2. Resultats i discussió

Tal i com mostra aquesta gràfica de l'evolució de les temperatures mitjanes durant els mesos d'incubació a l'escola (Figura 10), el canvi climàtic està provocant que les temperatures vagin a l'alça. Aquest augment de temperatura es caracteritza per un juliol i un agost extremadament calorosos, marcats per unes, ja habituals, onades de calor.

Figura 10. En aquesta gràfica podem observar la variació de les temperatures mitjanes (°C) durant els mesos d'incubació (maig, juny, juliol, agost i setembre) al llarg dels últims 12 anys a l'escola. Dades extretes de l'estació meteorològica de

Com ja hem comentat abans (vegeu apartat 1.2), per tal de dur a terme una incubació de forma natural cal arribar a una temperatura d'entre 26°C i 34°C, amb una mitjana que es situa al voltant dels 28°C (Soler i Martínez, 2005). Malgrat s'han descrit valors més baixos (Vetter, 2006) aquests allarguen molt el temps d'incubació (Alba Vendrell, 2008). Quan es va enregistrar la temperatura a la zona est del pati (Berta Ollé, 2008) es va observar que durant els dies més càlids del més d'agost la temperatura més alta va arribar puntualment als 25°C, amb una mitjana de menys de 22°C i que, per tant, va resultar ser insuficient.

Aquest any, en canvi, els màxims de temperatura de la sonda situada més superficialment han assolit els 26°C mínims durant tot els mesos enregistrats (Figura 11, a dalt), tot i així la temperatura mitjana ha estat d'uns 25°C. Cal destacar en especial el calorós període de l'última setmana de juliol i les primeres d'agost,

[7] http://infomet.am.ub.es/clima/sfl2/

arribant a màximes de 32°C i amb una mitjana de temperatures de 29°C. Es pot afirmar, per tant, que els resultats han sigut molt més alts que els enregistrats l'any 2008.

Per tots aquests motius, creiem que de cara als pròxims anys seria raonable intentar dur a terme una incubació natural al Pati de les tortugues de l'escola, sempre que el niu estigui situat a la zona oest del pati i en la zona on hi arribi més radiació[8].

Figura 11. Registre continuat de la temperatura d'incubació teòrica a l'interior d'un niu a la zona de postes del Pati de les tortugues, a dos nivells de profunditat (la línia negra representa la sonda a nivell dels ous trobats a més profunditat; la vermella, a la posició de la sonda dels més superficials). La gràfica superior indica tot el període enregistrat (4 mesos), la inferior una ampliació de la zona marcada. (Aquesta figura s'ha realitzat conjuntament amb la Marina Castellanos).

[8] Aspecte més ampliat en el treball de recerca de la meva companya Marina Castellanos.

4. Continuació d'altres estudis iniciats

4.1. Hibernació

Cada any, les tortugues de l'escola comencen la seva hibernació amb l'arribada del fred, tan les tortugues adultes com les juvenils (vegeu apartat 1.3.1). Per això preparem la seva hibernació cap a finals d'any quan les temperatures comencen a oscil·lar entre els 10°C i els 20°C. Aquest any, també hem seguit la metodologia dels anys anteriors.

4.1.1. Metodologia

La hibernació de les tortugues adultes es duu a terme en el terrari exterior mentre que la de les juvenils transcorre dins d'unes gàbies preparades anteriorment. D'aquesta manera no només ens facilita molt més el seu control (sobretot el de les tortugues juvenils) sinó que les protegim de possibles amenaces exteriors, especialment dels atacs de rosegadors. A més a més, les gàbies s'han de mantenir en un lloc aixoplugat i preparar-les amb un substrat que les permeti excavar-lo per tal de poder col·locar-se fàcilment tan per sota com per sobre la superfície. Aquest any hem portat a terme una restauració d'aquestes gàbies (vegeu AF del dia 11/07/2018).

Pel que fa a la preparació de les tortugues en si, necessitem que aquestes buidin el seu tub digestiu, per tal d'eliminar tota resta d'aliment i toxines procedents de la digestió. D'aquesta manera podem evitar infeccions durant aquest període a causa de la descomposició dels aliments a l'interior de l'animal. Per això, retirem el menjar durant els dies previs i estimulem l'excreció amb banys d'aigua[9].

Figura 12. Balança utilitzada pel control setmanal de pes de les tortugues juvenils de la sèrie A durant la hibernació.

Per tal de tenir un control de les tortugues i poder saber amb antelació si alguna cosa va malament, es realitzen controls de pes. Setmanalment en el cas de les tortugues juvenils, ja que el seu estat és més delicat, i amb molta menys freqüència en el cas de les tortugues adultes.

Les tortugues es pesen amb una balança Ohaus i s'apunten totes les dades en fulls, les quals posteriorment són passades a un Excel per tal d'estudiar les variacions i fer-ne diferents gràfics i taules. També s'apunten diferents observacions, en el cas que veiem alguna cosa fora del comú, per tal d'ajudar-nos amb la discussió dels resultats. Les mesures de pes s'han de realitzar amb molt de compte per tal de no despertar les tortugues abans d'hora. A més a més, després de pesar-les, cada setmana mullem les gàbies amb una mica d'aigua per tal de mantenir-les humides i evitar una pèrdua de pes molt gran (que pot comportar deshidratació i mort), a més a més d'aportar més dades als estudis iniciats sobre la pèrdua global de pes dels exemplars juvenils durant la hibernació.

[9] Aquesta és una pràctica que solen portar a terme els alumnes de biologia de batxillerat.

Les primeres dades sobre les tortugues juvenils de la sèrie A van ser preses per l'Arnau Ruiz. Un cop va finalitzar el seu treball la Marta Carreras va prendre el relleu ja que les necessitava per un article científic que estava escrivint pel programa Joves i Ciència. Finalment, cap a mitjans del període d'hibernació i un cop ja m'havien assignat aquest treball de recerca em vaig començar a encarregar d'aquestes mesures (vegeu AF del dia 16/02/2018).

4.1.2. Resultats i discussió

En relació a les temperatures d'hibernació al Pati de les tortugues i tal i com es veu a la gràfica (Figura 13), tot i la alarmant pujada de temperatures mitjanes que hi va haver durant l'hivern de 2015-2016 (Ferran Jiménez, 2016), aquestes no s'han mantingut durant els dos anys següents. Les temperatures han tornat aproximadament a la normalitat respecte els anys anteriors.

Per contra, els hiverns són cada cop més irregulars, és a dir, hi ha pujades i baixades de temperatura molt brusques que poden afectar molt negativament a la hibernació de les tortugues. Aquest hivern, per exemple, s'ha caracteritzat per tenir un febrer molt fred i un gener gairebé tan calorós com el març. A la llarga, això podrà resultar un problema per la hibernació de la tortuga mediterrània a l'escola, com veurem més endavant.

Figura 13. En aquesta gràfica podem observar la variació de les temperatures mitjanes (°C) durant els mesos d'hibernació (desembre, gener, febrer i març) al llarg dels últims 12 anys a l'escola. Gràfica original de Ferran Jiménez (2016), actualitzada.

Respecte el tema de la hibernació, aquest any hi ha dos aspectes dels quals discutir: l'evolució de les temperatures durant els mesos d'hibernació i les morts prematures de les tortugues A2 i A4. Així mateix, ambdós aspectes estan estretament relacionats.

Pel que fa a les morts prematures de les tortugues A2 i A4 a la sortida de la hibernació i tal i com veiem en el gràfic del % de pes perdut durant la hibernació (Figura 15) aquestes tortugues han perdut aproximadament un 31,5% i un 14,4% del seu pes durant el període d'hibernació, respectivament. Es tracta d'una pèrdua de pes molt gran ja que la resta de tortugues no superaven el 5% de pes perdut. La tortuga A2, que era la que havia perdut més pes va morir el mateix dia en que vam donar per acabada la hibernació (vegeu AF del dia 09/03/2018) mentre que la tortuga A4, que havia perdut menys pes, va morir aproximadament un mes més tard (11/04/2018), després de molts intents per tal que es recuperés (vegeu AF del 06/04/2018). Ambdues tortugues tenen una mare diferent i, per tant, provenien de dues postes diferents. Tot i així, el tractament que se'ls hi va aplicar durant la incubació va ser el mateix (31,5°C) el qual correspon al de menys risc. A més, en cap de les dues se'ls hi va observar cap malformació (Arnau Ruiz, 2017).

Cap de les seves característiques de naixement es veu directament relacionada amb la seva pèrdua de pes i la seva mort posterior. Però cal destacar que aquestes dues tortugues, probablement a causa de la irregularitat en les temperatures, no van acabar mai de dur a terme la hibernació correctament, és a dir, la majoria de vegades que les pesàvem es trobaven amb els ulls oberts i enterrades molt a prop de la superfície[10]. És per això que, probablement, la seva important davallada en el pes sigui deguda a una deshidratació i/o activitat excessiva durant el període d'hibernació.

Figura 14. En aquesta gràfica podem observar la variació de pes de les tortugues juvenils de la sèrie A durant la hibernació 2017-2018. Cal destacar l'evolució de les tortugues A2 i A4. (més informació més endavant)

[10] Informació extreta de les anotacions al full del registre de pesades.

Figura 15. En aquesta gràfica podem observar el % de pes perdut per part de les tortugues juvenils de la sèrie A durant la hibernació 2017-2018. Es pot veure com les tortugues posteriorment mortes, A2 i A4, són les que tenen un % més alt.

Figura 16. En aquesta gràfica podem observar la variació de pes de les tortugues juvenils A2 i A4 des del seu naixement fins la seva mort al despertar de la hibernació al mes de març. Es veu com, tot i tenir un bon creixement durant els primers mesos de vida, van començar a disminuir molt de pes un cop començat el període d'hibernació.

En aquest gràfic (Figura 17) es veu clarament el desenvolupament de les tortugues juvenils de la sèrie A a l'escola i els seus tres períodes. És a dir, els dos períodes actius, un abans i l'altre després de la hibernació, on el pes dels diferents exemplars de tortugues juvenils augmenta progressivament, i el pròpiament dit període d'hibernació, on s'observa perfectament com el pes es manté estabilitzat, excepte els dos casos ja comentats, de les tortugues A2 i A4. També és excepcional el cas de la tortuga A7 que destaca per ser la tortuga més petita d'aquesta generació però, tot i així, ha crescut adequadament.

Figura 17. En aquesta gràfica podem observar la variació de pes de les tortugues juvenils de la sèrie A des del seu naixement fins el dia en el que les vam entregar al CRARC (vegeu AF del dia 02/08/2018).

En conclusió, tal i com hem dit anteriorment, les temperatures mitjanes durant els mesos d'hibernació són cada vegada més irregulars. No augmenten progressivament a mesura que avança l'hivern sinó que hi ha pujades i baixades de temperatura molt brusques. De cara als pròxims anys, aquest problema climàtic podria convertir-se en un problema més greu per la hibernació de la tortuga mediterrània a l'escola, ja que aquestes temperatures provoquen que no acabin mai d'assolir un estat complet d'hibernació i com a conseqüència, es deshidratin, perdin pes i puguin acabar morint.

4.2. Naixements i eficàcia reproductora

4.2.1. Metodologia

Al cap d'aproximadament 2 mesos des de la primera posta, a les temperatures d'incubació seleccionades, comencen a néixer les primeres tortugues de la nova generació. Hem d'estar molt pendents durant aquest període perquè no només és un dels més delicats sinó que, a més a més, cau durant els mesos de vacances i no podem estar-hi cada dia. És important degut a que si les tortugues es queden durant un llarg temps dins de les incubadores patiran un alt risc de deshidratació a causa de la falta d'humitat. Per aquest motiu, un cop hem identificat la nova tortuga (femella de la que prové, posta, tractament etc.), la traiem de la incubadora i la posem en un recipient una mica inclinat amb una mica d'aigua perquè pugui beure a voluntat, la netegem, la marquem amb un codi intern i la deixem dins del terrari de biologia, amb un platet baix amb una mica d'aigua al mig que permet mantenir les plantes o fulles tendres que serviran d'aliment a les tortugues durant més temps (vegeu AF del dia 28/07/2018).

Figura 18. Codi de marcatge de la tortuga S3 amb un punt de retolador platejat a la tercera placa marginal en sentit horari.

Per tal d'enumerar-les, seguim la metodologia de cada any. Aquesta, consisteix en marcar amb retolador platejat (o daurat) la placa marginal corresponent al número de la tortuga (en sentit horari), a més a més aquest número s'acompanya d'una lletra que correspon a la sèrie d'aquesta generació de noves tortugues juvenils. La lletra escollida aquest any ha estat la S[11].

Figura 19. Detall del tancament de l'obertura abdominal del sac vitel·lí al naixement d'una tortuga juvenil de la sèrie S.

Figura 20. Detall de la dent d'un exemplar juvenil de la sèrie S utilitzada per tal de trencar la closca de l'ou al néixer.

[11] És tradició a l'escola posar la inicial del nom de la persona que fa el treball de recerca de les tortugues.

4.2.2. Resultats i discussió

L'augment aconseguit en el número de postes (vegeu apartat 2.2), també ha provocat, lògicament, un augment en el número d'ous. Com a conseqüència, aquest any hi ha hagut rècord absolut d'ous (29 en total) en tota la història reproductiva de la tortuga mediterrània a l'escola (Figura 21).

Aquests 29 ous han estat repartits en tres postes de cada femella, on hem trobat 5 ous a cada una (excepte en la primera posta de la tortuga mitjana, on n'hi havia 4). Això ens dona una mitjana de gairebé 5 ous per posta, concretament de 4, 8. Però, és aquesta la mitjana d'ous per posta? A partir del nombre de postes podem saber aproximadament el nombre d'ous?

Podem fer un càlcul ràpid a partir de les dades de la taula 2 i de la figura 15 per trobar la mitjana anterior a aquest any, agafant, però, únicament les dades des del 2010/2011, perquè les anteriors són menys fiables (Arnau Ruiz, 2017). Fent aquests càlculs dels últims 8 anys, ens surt una mitjana de 4,7 ous per posta. Per tant els resultats d'aquest any podem considera que sí que estan a dins de la mitjana d'ous per posta a l'escola.

Figura 21. En aquesta gràfica podem observar l'evolució d'una comparativa entre el nombre d'ous de les postes i el número de naixements des del curs 2006-2007. Tal i com es veu al gràfic, aquest any hem fet rècord tan en número d'ous com de naixements de *Testudo hermanni* a l'escola.

Taula 3. En aquesta taula s'indica el 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 o 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	Tortuga	Tractament (Temp. °C)	Data naixement	Pes (g)	Presència duplicacions	Altres malformacions	Observacions de disseccions
1	7495	-	32,2	-	-			Embrió petit
2	7495	-	32,2	-	-			-
3	7495	-	31,5	-	-			-
4	7495	-	31,5	-	-			Embrió desenvolupat (marginal)
5	7495	-	31,5	-	-			Embrió petit
6	6218	S1	32,2	28/07/2018	11,5	Costal		
7	6218	S2	32,2	28/07/2018	10,2			
8	6218	S3	31,5	28/07/2018	12,8			
9	6218	-	31,5	-	-			Embrió poc definit
10	7495	S9	32,2	27/08/2018	11,5	Vertebral		
11	7495	-	32,2	-	-			Embrió gran (nucal, vertebral, costal)
12	7495	-	32,2	-	-			Embrió gran
13	7495	-	31,5	-	-			Embrió gran
14	7495	-	31,5	-	-			Embrió petit (nucal)
15	6218	S4	32,2	20/08/2018	13,4			
16	6218	S5	32,2*	23/08/2018	14,1	Costal (Duplicació petita)		
17	6218	S6	31,5*	23/08/2018	15,5			
18	6218	S7	31,5*	23/08/2018	13,3			
19	6218	S8	31,5*	23/08/2018	15,5			
20	7495	S11	32,2	04/09/2018	12,3		Malformació de bec	
21	7495	S12	32,2	05/09/2018	13,1	Vertebral (Duplicació petita)		
22	7495	S10	32,2	04/09/2018	11,4			
23	7495	S13	31,5	05/09/2018	12,8	Marginal		
24	7495	-	31,5	-	-			Embrió mig desenvolupat (vertebral,costals)
25	6218	S15	32,2	07/09/2018	12,8			
26	6218	S18	32,2	08/09/2018	12,3	Costal (Duplicació petita)		
27	6218	S14	31,5	06/09/2018	13,4			
28	6218	S16	31,5	07/09/2018	13,3			
29	6218	S17	31,5	08/09/2018	14,5			

Les temperatures del tractament de les tortugues de la sèrie S nascudes el 23/08/2018 estan marcades amb un asterisc (*) a causa d'un error a l'hora de treure els ous de les incubadores, ja que es van treure sense abans identificar de quin tractament provenien, és a dir, es van barrejar les tortugues sense agafar la referència del número d'ou i marcar la tortuga tot seguit. Es sabia que hi havia tres ous del tractament de 31,5°C i un del de 32,2°C però no es sabia quin ou pertanyia a cada un. Finalment es va decidir que la tortuga S5 era la que probablement provenia de la incubadora de més alta temperatura ja que era la única que presentava alguna malformació d'aquesta posta, corresponent a la tortuga mitjana.

Cal destacar que tot i que el número de naixements de la nova generació de tortugues juvenils ha sigut el més gran vist fins ara a l'escola, l'eficiència s'ha mantingut aproximadament com la mitjana dels últims anys. És a dir, que el gran nombre de naixements ve donat per un gran nombre inicial ja donat d'ous i no d'una millora en la eficiència reproductora. Això és degut a la baixa eficiència de la femella gran ja que respecte els 15 ous provinents d'ella, només n'ha nascut una tercera part (5). A més, va ser un fet que ens va preocupar molt durant l'estiu perquè 4 d'aquests 5 ous van ser de la tercera posta, és a dir, que les úniques tortugues que naixien eren les dels ous de la tortuga mitjana.

La menor eficiència reproductiva de la tortuga gran va començar a ser detectada ara fa 3 anys quan la Mar Pons (2015) va analitzar els resultats d'anys anteriors i, fixant-se en els resultats des del 2011 al 2015, va trobar que l'eficiència de la tortuga mitjana anava augmentant progressivament del 62,5% al 100%, mentre que la de la tortuga gran es mantenia al voltant del 40%. Els dos anys següents, l'eficiència reproductora de la tortuga mitjana i gran, va ser, respectivament, del 100% i 75% l'any 2016 (Pau Vilaseca) i del 100% i del 50% el 2017 (Arnau Ruiz). Cal tenir en compte, però, que en aquests dos anys van ocórrer dos problemes en relació a la incubació, el tall de corrent provocat per una forta tempesta que va provocar la mort de la meitat de les postes l'any 2016 i les poques postes, provocades per unes obres al costat del Pati de les tortugues que van estressar les tortugues el 2017 (vegeu apartat 1.3.2). El primer problema l'hem pogut evitat aquest any amb la incorporació d'un SAI per les incubadores del laboratori durant el temps més llarg de vacances (vegeu AF del dia 13/07/2018) i el segon, perquè no hi ha hagut obres (amb martell pneumàtic) aquest estiu.

És per tot això que pensem que les dades sobre l'eficiència reproductora de les dues tortugues, s'acosta al 100% en el cas de la tortuga mitjana (6218) i només és del 50% en el cas de la tortuga més gran (7495). Per tant, aquest any, els valors de la tortuga mitjana (93%) es situen a prop del 100%, mentre que els de la tortuga gran (33%) es situen per sota (Taula 4).

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

Tortuga	Ous (n°)	Naixements ((nº (%))	Malformacions ((nº (%))
Mitjana (6218)	14	13 (93%)	3 (23%)
Gran (7495)	15	5 (33%)	3 (60%)

Taula 5. 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)	14	10 (71%)	6 (60%)
Incubadora 2 (31,5°C)	15	8 (53%)	0 (0%)

La baixa eficiència d'aquesta tortuga no sabem a què adjudicar-la. El primer que vam pensar, 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, que es podia 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. Però en fer la dissecció dels ous dels que no havia nascut cap tortuga (vegeu AF del dia 18/09/2018) comprovàrem que en algun dels ous de cada posta d'aquesta tortuga hi havia embrions a mig desenvolupar, concretament

dos de la primera posta i quatre de la segona (vegeu taula 3), de manera que no es tractava d'un problema de fecundació.

Una altre possible causa que hem pensat és que es tracti d'un problema d'edat, ja que aquesta tortuga ara ja deu tenir uns 60 anys, si fem cas de l'edat (50 anys) que els experts del CRARC (Joaquim Soler i Albert Martínez-Silvestre) li van pronosticar ara fa 10 anys (Eudald Pascual, 2008), juntament amb els 70 anys que li van suposar a la més vella, la que va morir aquell mateix hivern i que, com ja hem dit en el pròleg es va aprofitar per fer un estudi de la seva edat amb un mètode nou d'osteocronologia (Prieto et al., 2013). En aquest estudi es va determinar que la tortuga tenia 75 anys quan va morir, de manera que el Joaquim i l'Albert van tenir bon ull en aquell cas i possiblement també l'hagin encertat amb la tortuga gran, però això no es pot saber del cert fins que es realitzi un estudi osteocronològic (requereix d'un os llarg, un fèmur o un húmer). Aquest, el de la diferent eficiència reproductiva tan marcada entre les dues tortugues, és un aspecte que queda, doncs, obert a futurs estudis.

En observar conjuntament el registre continuat de la temperatura en les dues incubadores (Figura 22) es veu com la diferència és pràcticament constant i es manté durant tota la incubació. Si analitzem el gràfic de la temperatura i de la humitat relativa, enregistrats pels termohigròmetres *Escort iLog* a l'interior de cada una de les dues incubadores, es veu que tant en la incubadora del tractament a temperatura més elevada (Figura 23, a dalt) com en de la temperatura pivotant (Figura 23, a baix), la humitat és força elevada, entre el 90% i el 100%, excepte uns dies en què la humitat relativa baixa dràsticament, degut a que el fons de les incubadores (sota l'escuma) es va quedar sense aigua. Aquest fenomen s'observa en les dues incubadores, si bé en la incubadora 1 es repeteix una baixada de la humitat relativa a mitjans del mes d'agost.

Figura 22. Monitoratge de temperatura a l'interior de les incubadores a nivell del substrat d'incubació dels ous durant el període d'incubació amb els datalogger Escort de doble sonda tèrmica, una a cada incubadora. La sonda esquerra (en negre) del tractament de temperatura a 32,2°C i la dreta del tractament a 31,5°C (en vermell).

Figura 23. Registre de temperatura i humitat relativa a l'interior de les incubadores (a nivell del fons), del tractament de temperatura a 32,2°C (A dalt) i del tractament de temperatura a 31,5°C (A baix).

Que la humitat relativa d'aquests sensors marqui a prop del 100%, no vol dir que els ous hi estiguin, perquè estan situats una mica més amunt d'on estan aquests enregistradors *Escort iLog*, a dins de les caixes d'incubació, sobre la vermiculita, on la humitat relativa és aproximadament un 15% inferior, com es va comprovar en un treball de recerca anterior (Arnau Ruiz, 2017). Aquest any també ho podem comprovar perquè en la incubadora 2 vam col·locar un petit enregistrador *EasyLog* a dins d'una de les caixes d'incubació, al costat dels ous i, com es pot observar (Figura 24), la forma de la gràfica de d'humitat relativa és la mateixa que la del datalogger Escort (figura 23, a baix), però amb uns valors més baixos.

Les humitats elevades i/o les temperatures elevades s'han associat amb l'absència de placa nucal (Rubio, 2006; Martínez-Silvestre, 2008; Pau Vilaseca, 2016). Malgrat que no hi ha cap exemplar de la sèrie S amb absència de la placa nucal, sí que en vam trobar dos a les disseccions que vam fer dels ous dels que no havia nascut cap tortuga, concretament dels ous nº11 i 14, corresponents a la femella gran, un de cada tractament de temperatura (Taula 3). Tot i així, podem afirmar que l'absència de placa nucal d'aquestes tortugues no tenen cap relació amb la important baixada d'humitat de mitjans de juny, degut a que la posta d'aquest ou es va trobar el dia 19/06/2018 quan la humitat relativa de les incubadores ja s'havia estabilitzat.

Figura 24. Registre de temperatura i humitat relativa a l'interior de les caixes d'incubació, al costat dels ous, dins de la incubadora 2 del tractament de temperatura a 31°C.

El problema més greu, però, i que va passar fa dos anys (Pau Vilaseca, 2016; Ferran Jiménez, 2016) és que amb humitats relatives altes com aquestes i a temperatures elevades (com la de les incubadores), una baixada sobtada de la temperatura de les incubadores, provoca que la humitat relativa arribi també ràpidament al 100%, provocant condensació, a causa de l'estreta relació que mantenen la temperatura i al humitat relativa. I els ous, com a màxim poden suportar alguns minuts en aquestes condicions (Pau Vilaseca, 2016). Per això aquest any hem incorporat un SAI (Sistema d'Alimentació Ininterrompuda) a les incubadores (vegeu AF del dia 13/07/2018), per minimitzar el risc que pot comportar pel correcte

desenvolupament dels embrions un tall de llum durant el període més llarg de vacances del mes d'agost, quan l'escola està tancada. Gairebé cada estiu es produeix algun dia de tempesta amb un important component elèctric que pot provocar un tall de llum, i aquest any no ha estat una excepció, ja que el 17 d'agost de 2018, en ple període de vacances, una tempesta va fer saltar la llum de l'escola[12]. No obstant, en cap dels registres de temperatura de les incubadores es va notar cap efecte, senyal que el SAI va funcionar.

4.3. Malformacions

Un dels aspectes més importants relacionats amb les noves generacions de la tortuga mediterrània a l'escola és l'estudi de les malformacions, les quals recentment s'ha demostrat que no només són a causa de factors ambientals (temperatura, humitat etc.) durant el període d'incubació sinó que també estan relacionades amb factors genètics que provenen d'una malformació de plaques del mascle de l'escola (Pau Vilaseca, 2016; Arnau Ruiz, 2017), però falten dades per fer més consistents aquests resultats. Per això nosaltres hem continuat una part d'aquests estudis.

4.3.1. Metodologia

Un cop a la incubadora, els ous es posen dins unes capses "Ferrero Rocher" omplertes amb una mescla d'aigua i vermiculita (vegeu AF del dia 22/05/2018). La proporció que hem utilitzat aquest any per totes les capses ha sigut de 1:4 (aigua: vermiculita), també les hem deixat obertes per la part de dalt durant tot el període. La vermiculita és un substrat que resisteix a la humitat i fa que els ous no es girin durant el període d'incubació, fet que podria arribar a ser molt perjudicial. Això és degut a que el sac vitel·lí, annex membranós adossat a l'embrió que li proporciona els nutrients i l'oxigen necessari, es forma per la part posterior de la tortuga, o dit d'una altra manera, l'embrió es desenvolupa a sobre del vitel de l'ou i si girem l'ou durant la incubació l'embrió pot ofegar-se pel pes del vitel, que li cau a sobre (això no passa amb el ous dels ocells).

Cada posta s'ha repartit entre dos tractaments diferents de temperatures: El primer a 32,2°C, temperatura òptima per la obtenció de femelles, però amb un alt risc de malformacions i mort dels embrions, si la temperatura puja de 33°C, i el segon a 31,5°C, temperatura de baix risc. A més a més, hem mantingut aquestes temperatures durant tot el procés, de la mateixa manera que en els dos anys anteriors; a diferència d'anys anteriors al curs 2016-2017, on els ous només estaven exposats a temperatures de 32,2°C (primer tractament) durant les primeres dues setmanes d'incubació. Cal destacar que, tot i repartir els ous en els dos tractaments, intentàvem afavorir el de temperatura més baixa i de menys risc en el cas que els ous totals fossin imparells, però ho compensàvem en la següent posta si passava el mateix. Un altre aspecte que vam tenir en compte va ser el fet de separar els ous de les diferents femelles en diferents capses "Ferrero Rocher", gràcies a això podem tenir molt clar de quina femella prové cada tortuga juvenil un cop comencin a néixer.

La intenció d'aquest estudi és comprovar si les diferències que es van trobar el curs anterior entre els dos tractaments (Arnau Ruiz, 2017), els quals intentaven comprovar quina part de les causes de les malformacions en els nous exemplars de *Testudo hermanni* són ambientals i quines són genètiques, es confirmen.

[12] Ho sabem perquè el SAI principal de l'escola (el dels *servidors*) està connectat a internet i envia un missatge d'avís al Carlos i al Josep Marí.

4.3.2. Resultats i discussió

Aquest any hi ha 7 tortugues que presenten malformacions, les quals corresponen a un 39% del total de tortugues juvenils d'aquesta generació. D'aquest 39% de tortugues amb malformacions , 6 presenten anomalies a les plaques, és el cas de la S1, S5, S9, S12, S13 i S18, 86% del total. La S11, en canvi, és l'únic exemplar d'aquesta sèrie amb una malformació del bec, 14% del total amb malformacions. A causa del risc de la malformació del bec de la tortuga S11, hem de vigilar-la molt més de prop.

Figura 25. Fotografies de la tortuga S10, l'únic exemplar d'aquesta sèrie que presenta una malformació al bec.

Cal destacar en especial l'anomalia de plaques de la tortuga S13. Es tracta d'una malformació a les plaques marginals, observada a l'escola per primera vegada; contràriament al parell de files de 11 plaques marginals situades a banda i banda de la placa nucal, la S13 presenta una placa de més a la banda esquerra (12) i una placa de menys a la banda dreta (10).

Com hem dit anteriorment, el percentatge de malformacions de les tortugues de la sèrie S nascudes aquest any a l'escola és del 39%, tot i que aquest percentatge augmenta al 58% si hi incloem els ous disseccionats en els quals l'embrió era prou gran per poder apreciar les malformacions (vegeu AF del dia 18/09/2018). Per tant, es tracta d'un any en el que el percentatge de malformacions va aproximadament d'acord amb la mitjana dels darrers anys.

D'acord amb les dades (Taula 4 i 5), el 60% de les tortugues incubades aquest any amb el tractament de 32,2°C presenten malformacions; mentre que cap tortuga que seguís el tractament de 31,5°C en presenta (0%). Això podria donar a entendre que no hi ha factors genètics en les malformacions dels exemplars juvenils de *Testudo hermanni* però, en canvi, si tornem a incloure els embrions dels ous disseccionats en els que es podien apreciar les anomalies a les plaques en el percentatge, els resultats varien. D'aquesta manera, el percentatge de malformacions d'aquelles tortugues que han seguit el tractament de baix risc puja a un 25% i el de les tortugues que ho han fet amb el d'alt risc disminueix una mica, a un 54%.

Aquestes dades ens permetrien quantificar el component genètic de les malformacions en un 25%, ja que van ser uns ous incubats a una temperatura de baix risc, al voltant de 31,5°C. L'any passat, es va oferir un percentatge del 30% pel que fa als factors genètics en les malformacions de la tortuga mediterrània (Arnau Ruiz, 2016) i aquest any, amb l'ús de més dades, els resultats s'han mantingut semblants: Una quarta part de factors genètics (25%) i tres quartes parts de factors ambientals (75%). Cal, però, comentar el cas d'una tortuga que hem inclòs en el tractament 1 sense estar-ne segurs (vegeu les tortugues marcades amb un * a la taula 3).

Per tot això, creiem convenient repetir aquest estudi per fer més consistents aquest resultats.

Figura 26. Fotografies de la part superior dels sis exemplars de les tortugues de la sèrie S amb anomalies a les plaques. Tal i com es pot veure, les tortugues S9 i S12 presenten duplicacions a les plaques vertebrals; la S1, S5 i S18 en presenten a les plaques costals i la S13 a les marginals.

Tortugues nascudes a l'Escola fins l'estiu de 2018, 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, S16, S17, S18

Figura 27. 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, actualitzada amb les dades d'aquest any.

5. Conclusions

En relació a l'objectiu principal del treball, l'optimització de la zona de postes de *Testudo hermanni* al Pati de les tortugues, hem comprovat la hipòtesi que una petita inclinació en el substrat suposa una millora en el número de postes i en la disminució del nombre d'intents de fer niu per part de les femelles, gràcies als excel·lents resultats obtinguts. Però és la primera vegada que ho observem (caldrà veure què passa en anys posteriors, seguint la mateixa metodologia) i també ens planteja una nova pregunta: aquestes observacions són extrapolables a la natura? Les tortugues busquen sempre un indret lleugerament inclinat per fer el niu?

En relació a la comprovació de la suposada impossibilitat d'una incubació natural al Pati de les tortugues, el registre de les temperatures a l'interior d'un niu, mitjançant un enregistrador de doble sonda tèrmica, ens ha permès comprovar que aquesta impossibilitat es manté, però per un estret marge, i creiem 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.

En relació a la continuació dels estudis iniciats sobre el període d'hibernació, s'ha tornat a comprovar que el fet de mullar setmanalment el substrat suposa un % de la pèrdua del pes global gairebé nul, arribant fins i tot a recuperar pes en alguns casos. D'altra banda, la irregularitat de les temperatures durant els mesos d'hivern ha resultat molt perjudicial per alguns dels exemplars juvenils durant el primer any d'hibernació, ja que ha provocat que els exemplars A2 i A4 no hagin entrat en un estat d'hibernació complet i que, possiblement, com a conseqüència hagin acabat morint.

En relació a la continuació dels estudis iniciats sobre els naixements i la eficiència reproductora, ha estat l'any amb més naixements. Tot i així, l'eficiència reproductora ha sigut semblant a la de la mitjana. Això ens fa concloure que el gran número de naixements no ve donat per una gran eficiència, sinó que ho fa gràcies a un punt de partida molt favorable, a causa de la gran quantitat d'ous inicials. Cal destacar en especial la baixa eficiència de la tortuga gran, ja que és molt inferior a la de la femella mitjana. Un altre punt a tenir en compte és la importància de la millora produïda amb l'adquisició d'un sistema d'alimentació ininterrompuda (SAI), que ens ha permès mantenir les incubadores engegades sense interrupcions durant tot l'estiu.

Per últim, en relació a la continuació dels estudis iniciats sobre les malformacions, s'han obtingut uns percentatges bastant semblants als de l'any passat sobre la diferència entre els factors ambientals i els factors genètics com a causes de les malformacions en exemplars de *Testudo hermanni* nascuts a l'escola. Per aquest motiu, creiem que els resultats donats l'any passat d'un 30% les causes de factors genètics i un 70% de les d'ambientals potser són correctes però els resultats obtinguts aquest any, malgrat que concordants amb els anteriors, no són concloents i seria convenient de repetir aquests tractaments per fer els percentatges més consistents. Un altre fet destacable és l'aparició d'una nova anomalia a les plaques, es tracta de l'exemplar juvenil S13, qui presenta una placa marginal de més a la banda esquerra de la caudal i una de menys a la banda dreta.

6. Bibliografia

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

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

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

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

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

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>

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

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

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

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

JIMÉNEZ, FERRAN (2016). *Variacions de 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, BRAIS (2004). Les tortugues del pati de l'Escola. Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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>

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

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

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

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

SOLER, JOAQUIM (2008b). Neixen al CRARC les primeres femelles de tortuga mediterrània amb el sexe predeterminat per la temperatura d'incubació. CRARC Noticiari. [en línia]. Disponible a internet:<http://www.amasquefa.com/html2/public/entitats?id=162&showContent=NOTICIES&content=17141>

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 del lliurament de les tortugues al CRARC

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

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

Data de la donació: 2 / 8 / 018

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

Dades de qui realitza la donació ☒ o dipòsit ☐

Nom Escola Mestral

DNI

Adreça

Població ST Feliu Llobregat

Telf. / e-mail.

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*..... ☐

Espècie:
1. Testudo hermanni
2.
3.
4.

Núm. exemplars de cada espècie i sexe:
1. 7 ones (1 any)
2.
3.
4.
5.

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

Data devolució al propietari: / / 0

Nom:

DNI:

Núm. de CITES:

Signatura

Motiu del lliurament

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

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

Circumstàncies que varen portar a la seva tinença

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

.....

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

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

Data aproximada en que va tenir lloc la seva tinença: propde nia

Signatura.: El donant

El receptor (Centre d'ingrés)

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

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

Altres ..... ☐

Aliment que ha/n menjat

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

Altres..... ☐

Estat del exemplar/s

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

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

ANNEX FOTOCRONOLÒGIC del
Projecte del *Pati de les tortugues* (curs 2018-2019)

Marina Castellanos Gil
Sofia Domènech Orellana
Berta Martínez Ciruela
Novembre de 2018
Escola Mestral

Pròleg

Des de ja fa 15 anys, concretament des de l'any 2003, que és quan el *Pati de les tortugues* passa a ser instal·lació col·laboradora del DMAH (Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya), que ara s'inclou en el Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural (DAAM) de la Direcció General de Medi Natural i Biodiversitat, per a la tinença i cria de tortuga mediterrània (*Testudo hermanni*) a l'Escola, es porta a terme un registre de les activitats que s'hi desenvolupen, any rere any, pels alumnes que hi fan treballs de recerca relacionats, independentment del tema del seu treball de recerca concret.

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

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

Tant les fotografies com els comentaris del document fotocronològic les fem sempre entre tots, però la principal responsabilitat 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 10 dels últims 11 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*.

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 Sofia Domènech).

1.2 Registres de dades ambientals

S'enregistren els valors de temperatura de diversos indrets (a nivell de superfície i a nivell d'on s'enterren les tortugues per a hibernar i a nivell dels ous de les incubadores i aquest any també a nivell d'on enterren els ous al 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 (Sofia Domènech i Marina Castellanos) o futurs. Els fitxers de dades es guarden en el format original (editables amb el programa *EscortConsole o EasyLog*) i també en format full de càlcul (*Excel*).

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

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

1.4 La radiació incident al Pati de les tortugues i els seus efectes biològics

Aquest any és el primer cop que es dedica un treball monogràfic a la radiació teòrica que arriba al terra del pati. Es comença construint un plànol 3D de l'escola amb Sketchup (amb la col·laboració de Joan Serrat) i utilitzar-lo per mesurar l'extensió del terra del pati que li arriba llum directa del sol al llarg de tot l'any, tenint en compte, primer l'ombra de l'edifici, i després la del cobricel vegetal i els seus efectes biològics més rellevants (treball de Marina Castellanos)

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 de Berta Martínez).

08/02/2018 Ja fa uns dies que sabem que la Berta Martínez, la Marina Castellanos i la Sofia Domènech serem les que aquest any durem a terme el nostre treball de recerca (TR) amb el Josep Marí com a tutor, que s'inclouen en el projecte del *Pati de les tortugues* i en el projecte *Treballant la fotografia* de l'escola. El de la Berta relacionat amb la fotografia, el de la Marina amb les característiques de la radiació al pati i el seu efecte sobre la vegetació i el de la Sofia sobre la biologia de la tortuga mediterrània. Per començar a preparar-ho tot hem creat un grup de WhatsApp i una carpeta compartida al Dropbox entre els quatre.

16/02/2018 Avui hem començat oficialment el nostre treball de recerca. La Berta i la Sofia han baixat al Pati de les tortugues i, amb l'ajuda de la Marta Carreras, han pesat les tortugues i han començat a fer munts de fulles del terra del pati amb una espècie de raspall de punxes. I la Berta ha iniciat el reportatge fotocronològic d'aquest document fent fotos de les diferents activitats.

23/02/2018 Avui hem anat al pati de primària per buscar plantes i el Marí ens ha ensenyat les plantes que aquestes setmanes haurem de trasplantar perquè les tortugues puguin menjar quan despertin. La Sofia ha pesat les tortugues i ha observat que la majoria tenien els ulls oberts (possiblement perquè aquests dies ha fet calor).

Després, mentre acabàvem de recollir les restes de la fullaraca acumulada durant l'hivern, la Marina ha trobat un bolet i la Berta ha aprofitat per fer-li algunes fotos.

28/02/2018 Ahir va estar nevant i aquest matí ens hem trobat l'escola ben blanca. L'estació meteorològica de l'escola ha enregistrat una temperatura mínima de 0,3°C a les 5:45h d'aquest matí.

02/03/2018 Com cada divendres, avui la Sofia ha pesat les tortugues i a diferència de la setmana passada totes estaven molt adormides (havien baixat molt les temperatures). Però tot i el fred, hem començat a trasplantar algunes pastanagues d'unes jardineres a les altres per anar preparant-ho tot a les tortugues per quan es despertin. La Berta també ha fet algunes fotos a algunes plantes del pati.

09/03/2018 Avui ha estat un dia tràgic. Mentre la Sofia pesava les tortugues petites, ha trobat que l'A2 havia mort. Ja ens havíem fixat abans que baixava de pes i li havíem dit al Marí però no li vam donar especial importància. A banda d'això, ha estat un dia mogut ja que les tortugues adultes ja estaven despertes i totes les juvenils, excepte una, tenien els ulls oberts, però encara estaven molt poc actives. Tot i així, avui hem donat per acabada la hibernació. Hem tret les tortugues grans del terrari, les hem deixat pel pati, les hem mullat i deixat beure aigua i hem trasplantat plantatge i dent de lleó per que poguessin començar a menjar. Hem netejat el terrari exterior per dins i hi hem posat les tortugues juvenils amb algunes plantes també per que mengessin. Per últim, els hem deixat, tant a les petites com a les grans, unes fulles d'enciam com a suplement.

21/03/2018 La zona de vegetació semiprotegida per les tortugues era massa baixa i quedava del tot desprotegida, és a dir, les tortugues hi pujaven malgrat les comportes estiguessin tancades.

Per això, s'ha posat una segona filera de travesses exactament per sobre de les que ja hi havia, amb l'esperança que les tortugues no hi puguin pujar fins que voluntàriament s'obri la comporta perquè hi puguin accedir quan es consideri necessari (període de vacances) sense que s'hagin menjat les plantes abans.

23/03/2018 Últim dia abans de Setmana Santa. Sembrem llavors a les zones de vegetació semiprotegida i també a les jardineres i trasplantem plantatge i dent de lleó al pati. Observem com la radiació directa del Sol al migdia ja està a punt d'arribar a les zones de vegetació semiprotegida on hem plantat les llavors (més informació en el TR de la Marina). També comencen a florir algunes bulboses.

Pugem les tortugues juvenils al laboratori i procedim a hidratar-les amb la col·laboració dels altres companys de biologia.

06/04/2018 Hem comprovat com les fulles de molts exemplars de plantatge havíen estat menjades per les tortugues grans. La Sofia n'ha trasplantat algunes més i mentre les plantava ha descobert un cuc de terra ben gros. El Marí ha comentat que és bona senyal, tant per millorar l'estat del sòl, com pel fet que la seva existència, juntament amb altres invertebrats són indicadors que els amfibis del pati (la salamandra i algunes granotes) disposen d'aliment.

La radiació directa del Sol ja arriba al primer terç de la zona de vegetació semiprotegida i també hem observat que algunes de les plantes que vam sembrar de llavor en aquesta zona han començat a germinar. La Marina haurà de decidir les espècies d'enfiladisses a la zona aixoplugada del Pati de les tortugues, a la zona E, i el Marí li ensenya els tipus d'enfiladisses que es van plantar per primera vegada en aquest indret durant el curs 2002-2003 i també algunes de les espectaculars flors de passionera que es van fotografiar al pati uns anys més tard (curs 2008-2009).

L'esclat primaveral a l'escola aquest any està sent molt vistós i espectacular i el Marí ha demanat a la Berta que en faci un reportatge fotogràfic. El tobogan de parvulari, el pati de batxillerat, les jardineres de l'entrada... tot ple de flors.

La Berta també ha aprofitat per treballar la macrofotografia i la composició fotogràfica (més informació en el TR de la Berta).

La Sofia pesa les tortugues setmanalment i revisant les dades ens hem adonat que les tortugues A4 i A7 havien baixat molt de pes. Li hem dit al Marí i ens ha dit que les pugéssim al laboratori i les hidratéssim una mica però, per més seguretat, li ha proposat a la Sofia d'endur-se les dues tortugues a casa durant una setmana per tenir-les més controlades. La Sofia ha acceptat encantada i s'ha emportat a casa les dues tortugues en una gàbia que hem posat el mateix substrat que el que hi ha al terrari del laboratori. Amb l'ajuda de la Berta i la Núria Barreto, la Sofia ha passat la tarda intentant alimentar a les dues tortugues i, mentre que la tortuga A7 no parava de menjar, l'A4 no semblava tenir molta gana. A veure com evoluciona la setmana.

10/04/2018 Avui a la classe de biologia hem fet la pràctica d'observació de cèl·lules en divisió mitòtica de meristemes d'arrel de plantes bulboses. En pocs dies les arrels han crescut molt. Després hem decidit anar a plantar els lliris en una zona del pati de batxillerat que ens ha indicat el Pol (cap de manteniment).

11/04/2018 Malauradament, quan la Sofia ha tornat avui de l'Escola s'ha adonat que la tortuga A4 havia mort. Aquesta tortuga havia preocupat molt a la Sofia aquests dies perquè sempre estava mig adormida i encara no l'havia vist menjar, fins hi tot el dia abans havia intentat donar-li menjar amb una pipeta però no ho havia aconseguit. La bona notícia és que, tot i ser tan petita, la tortuga A7 està cada dia millor i després d'explicar-li tot al Marí han decidit que demà tornarà les dues tortugues a l'escola.

13/04/2018 Avui la Berta ha anat a un acte molt curiós, una passejada de barrets a les rambles de Barcelona. Hi ha anat a fer una sèrie de fotos per poder practicar el retrat, era un molt bon moment per practicar-ho ja que la gent que hi participava deixava que els fotografiessin i fins i tot ho agraïen. El temps no ha acompanyat gens i ha plogut durant tota la passejada, tot i així ha estat un repte interessant on la Berta ha millorat la tècnica del retrat.

27/04/2018 Avui venen a l'escola la Carolina Molina, exalumna de l'escola, juntament amb el seu tutor per presentar-nos el Projecte Grafi, que s'inclou dins del marc de la investigació per a la conservació de la biodiversitat (http://pelophylaxproject.com/), en el que la Carolina fa el seu projecte de màster i vol incorporar en l'estudi les granotes del Pati de les tortugues. Ha vingut amb el seu tutor de camp, Dani Fernandez Guibertau, herpetòleg de professió i especialista en verins, i ens han fet una xerrada molt interessant a l'hora de classe de Biologia. Després arriba l'hora d'agafar les granotes, però pensem que no les trobarà, perquè costen de veure.

El Dani i la Carolina baixen al Pati de les tortugues i el Dani, equipat amb un salabre, en un tres i no res agafa la primera granota.

Un cop l'ha passat a la Carolina, que la guarda en un pot, agafa una segona granota, la més gran. La Carolina guarda aquesta segona granota i passa a agafar una mostra d'aigua del bassal per fer-ne una anàlisi. Els dos pensen que, per l'aspecte i mida, les dues granotes són híbrides.

Tornem al laboratori, on es porta a terme la identificació de les dues granotes, una d'elles mascle de *Pelophylax perezi*, és a dir, autòctona; l'altre és femella de *Pelophylax klepton grafi*, híbrida. No obstant, falta fer l'analisi genètica (ADN) dels dos exemplars per estar-ne ben segurs i ens van dir que quan tinguessin els resultats ens ho farien saber.

Per fer la prova genètica els hi tallen un dit i se l'emporten per analitzar-lo. Agafen aquesta mostra perquè aquesta part del cos se'ls hi regenera. Una cosa que ens sembla molt curiosa és que posant les granotes girades d'esquena no es mouen i, en canvi, quan les posem en la posició normal, no deixen de saltar i intentar fugir (com hem pogut comprovar amb el mascle). També els fan una foto des de dalt i del revés.

A la Carolina no li agrada gens la part d'haver-los de tallar un dit, però és el protocol. Un cop tallat els dit es desinfecta la ferida amb un producte sanitari. Un cop fet tot el necessari per analitzar l'espècie de les granotes, el Dani i la Carolina les tornen a portar al pati i les deixen de nou al bassal.

16/05/2018 Estem en plena primavera i ja fa temps que el nesprer del Pati de les tortugues va començar a donar els seus fruits. El problema, però, és que hi ha un excés de nespres i que aquest fet pot resultar perjudicial per les tortugues. Per això, durant el pati del matí d'avui hem retirat aquest excés. Primer de tot, hem ficat a les tortugues en un lloc segur i hem cobert el terra del pati amb plàstics per després poder recollir els nespres més fàcilment. A continuació, hem sacsejat l'arbre amb l'ajuda del Pol perquè caiguessin els nespres.

Durant l'estona de pati i una part de l'hora de biologia, els companys ens han ajudat a retirar aquests nespres caiguts per tal que no se'ls mengessin les tortugues i hem recollit i doblegat els plàstics que havíem posat al principi. A més a més, hem seleccionat els nespres que estaven en millor estat i els hem portat a la cuina.

17/05/2018 Avui el Pol havia de tallar la vegetació de sota de la torre elèctrica i quan ho anava a fer ens ha avisat que hi havia moltes marietes. Tant ell com el Marí han pensat que es tractava de descendents de les marietes que havien "sembrat" larves l'estiu passat per fer un tractament biològic contra el pugó (està explicat en l'AF del curs passat) i ho hem anat a veure. El Pol ens ha obert la reixa per poder entrar però gairebé no es podia passar de tanta vegetació, sobretot d'una planta (la rogeta) que s'enganxa molt, tant les fulles com els fruits, com vam poder comprovar aviat.

Quan vam arribar a les "marietes" vam descobrir que, malgrat s'assemblen a les marietes pel color i per les taques, la forma del cos és diferent i en realitat no són ni del mateix grup de coleòpters que les marietes (més tard, amb una guia de camp, vam trobar que es tracta de l'espècie *Lachnaia pubescens*). També vam llegir que es tractava d'una espècie gregària i que sovint es podia observar a les puntes d'algunes gramínies. Ambdós aspectes coincideixen amb les nostres observacions i fotografies. Abans de sortir del recinte vam descobrir diversos exemplars d'un bolet vermell, conegut com gita de bruixa (*Clathrus ruber*). Per l'aspecte i la pudor de l'exemplar més vell vam coincidir en considerar que el nom vulgar d'aquest bolet estava ben trobat.

22/05/2018 Avui s'ha portat a terme la neteja del filtre de les bombes hidràuliques del bassal del Pati de les tortugues amb l'ajuda del Pol. La millora en el caudal ha estat ben visible, tant en el brollador com en el rierol.

També posem l'aparell antimosquits al pati (hem començat a detectar alguns mosquits), programem els dataloggers de temperatura i humitat relativa de les incubadores i preparem el substrat de vermiculita per als ous perquè les tortugues estan a punt de fer la primera posta (més informació en el TR de la Sofia).

23/05/2018 Fem una comprovació del bon estat del sauló (uniformitat, estat de compressió...) de la zona principal de postes i li provoquem una petita inclinació (entre 15 i 20° d'inclinació) perquè pensem que pot ser determinant per facilitar les postes a les tortugues (més informació en el TR de la Sofia).

25/05/2018 Primera posta de la femella gran. Marquem amb llapis els ous amb una creu a la seva part apical per mantenir la mateixa posició a la incubadora i procedim a netejar els ous de la terra enganxada, els enumerem i escrivim la data a cada un.

Després de treure els ous, tornem a tapar el niu amb la terra (sauló), ho mullem i trepitgem la terra per tal que no dificulti les properes postes. Per altra banda, al laboratori, separem els ous en els dos tractaments (més informació en el TR de la Sofia).

28/05/2018 Avui, dilluns, trobem la primera posta de la femella mitjana (segona posta de l'any). No hem vist a fer la posta perquè ha estat en cap de setmana, però ho hem deduït per la variació de pes d'aquesta tortuga (més informació en el TR de la Sofia). Ha estat una posta de 4 ous i hem procedit com en la primera.

01/06/2018 La Berta ha dedicat molta estona aquesta tarda a fer macrofotografia de motius del pati, sobretot del nenúfar blanc del bassal, que està florit i molt desenvolupat i de les flors del clavell d'aire. I també d'una teranyina amb diferents postures de l'aranya.

El Pol ha restaurat i pintat la part inferior de la paret Est del Pati de les tortugues, que estava molt despintada i una mica malmesa. Ho ha fet respectant les enfiladisses més grans. També volem deixar constància del bon control de temperatura dels dos tractaments d'incubació, la incubadora 1 a 32,2°C (temperatura òptima per obtenir femelles) i la incubadora 2 a prop de la temperatura pivotant (igual proporció de mascles que de femelles).

08/06/2018 Avui és el dia de l'examen de *Visum* a 3r d'ESO que ajudem a preparar, vigilar i corregir els alumnes de biologia de batxillerat.

19/06/2018 Segona posta de la femella gran. Deixem que la tortuga faci la posta i tapi el forat, que deixa perfectament dissimulat, però en coneixem la posició per la fotografia i al moure la terra amb la mà per la zona, es nota un lloc on la terra està menys comprimida. Marquem i traiem els ous com de costum, però aquest cop no tapem el niu, perquè aprofitarem el forat per situar-hi uns sensors.

El Pol, seguint instruccions del Marí, col·loca una caixa estanca per al datalogger Escort de doble sonda tèrmica i una regleta per passar els cables (prèviament hem protegit els cables amb un tub de plàstic transparent i flexible). Després hem fet una regata per protegir els cables de la radiació solar i hem situat un sensor (sempre horitzontalment) a la part més profunda del niu (on hi havia l'últim ou enterrat), hem posat terra i hem situat l'altre sensor a nivell d'on havíem trobat el primer ou. Finalment hem col·locat una pedra gran a sobre d'on hem fet la regata pels cables per

evitar que, eventualment, una tortuga hi pugui intentar fer una nova posta (més informació en el TR de la Sofia i en el TR de la Marina).

21/06/2018 La femella mitjana fa la seva segona posta (quarta posta de la temporada). De 5 ous, també a la mateixa zona de sauló que les postes anteriors. Processem els ous de la mateixa manera que en les postes anteriors.

26/06/2018 Anem amb el nostre tutor a Mataró Plants a comprar plantes enfiladisses, concretament de dos tipus, unes de perennifòlies (diverses varietats de flor de la passió, que fa unes flors espectaculars) i unes altres de caducifòlies (dues varietats de parra verge, que agafen uns colors de tardor molt bonics). La idea es que durant l'hivern es mantingui una part verda i alhora que s'apreciïn bé els colors vermellosos de la tardor; d'aquesta manera es contribueix a que es noti el pas de les estacions al Pati de les tortugues. També hem comprat un parell de plantes carnívores per un projecte relacionat amb els microclimes del pati (més informació en el TR de la Marina). La Berta, per la seva part, ha aprofitat per treballar la composició fotogràfica i la macrofotografia. Carreguem totes les plantes en el cotxe del Marí, però abans hem de treure les canyes perquè sinó no hi caben. Tornem cap a l'escola, on les deixem aproximadament on aniran col·locades però sense trasplantar-les, que ho farem demà.

27/06/2018 Avui dediquem bona part del matí a plantar les enfiladisses a la zona arreglada de la paret Est del pati. No ha estat gens fàcil perquè hi havia moltes arrels de les enfiladisses més velles. També les hem lligat (amb filferro plastificat) a la fusta de la paret perquè s'hi enganxin més fàcilment amb els seus dispositius especials (més informació en el TR de la Marina).

02/07/2018 Buidem el contenidor de l'aparell antimosquits per primera vegada aquesta temporada. Porta un mes i mig (vegeu AF del dia 22/05/2018) i ja ha acumulat bastants insectes. És un sistema que atrau els insectes i un ventilador els projecta al contenidor, on queden deshidratats. Els donem, com de costum, als peixos del bassal.

Per tal de facilitar que arribi radiació directa a la zona de vegetació semiprotegida, hem podat alguns arbres i hem tallat bona part de les fulles de la palmera, amb l'ajuda del Marí i del Pol. La idea és tenir un ambient ben irradiat durant l'estiu, trasplantar-hi plantes heliòfiles, com alfals i xicoira, per comprovar si s'hi desenvolupen bé (més informació en el TR de la Marina) i així tenir aquest indret, ara ja protegit (vegeu AF del dia 21/03/2018) perquè les tortugues hi puguin accedir durant el període de vacances més llarg (agost).

La Berta ha fet una foto sobre fons uniforme, amb el diafragma tancat, amb totes les càmeres rèflex de l'escola per detectar si els sensors estan nets o tenen taques. S'han observat taques en els sensors de les càmeres Canon i Nikon, però no en els de les càmeres Olympus. Segons el Marí no s'ha fet mai una neteja dels sensors d'aquestes càmeres, i com són utilitzades per moltes mans (molts alumnes) es lògic que hagin acumulat pols al llarg dels anys. Per això, un dels projectes tècnics del treball de recerca de la Berta és el de la neteja dels sensors i és un aspecte delicat (més informació en el TR de la Berta).

04/07/2018 Les caixes-refugi per la hibernació segura (contra depredadors) de les tortugues juvenils tenen la reixa rovellada i decidim buscar-ne unes de noves per substituir-les. També traslladem la derivació inalàmbrica de l'estació meteorològica a la zona de microclima més humit del pati (durant l'hivern està situada a la zona d'hibernació).

06/07/2018 La femella gran fa la seva tercera posta (la cinquena de la temporada), de 5 ous, a la mateixa zona que les anteriors.

09/07/2018 La femella mitjana també fa la seva tercera posta (la sisena de la temporada) i també de 5 ous i a la mateixa zona, que ja podem anomenar zona de postes. Malgrat en anys anteriors s'havien també produït en algun altre indret del pati, aquesta és la zona on sempre s'han realitzat la majoria, i aquest any, com hem dit, absolutament totes aquí. I també totes en el primer intent (excepte un cas). És la primera vegada que tenim tants ous (29!) i amb una regularitat tant gran del moment de les postes. Possiblement les millores introduïdes aquest curs, consistent en produir un petit pendent en el substrat (sauló) d'aquesta zona (vegeu AF del dia 23/05/2018), sigui la causa (més informació en el TR de la Sofía). També hem fet unes fotos en contrapicat zenital des de la zona de vegetació semiprotegida del pati de les tortugues per veure el "forat" que deixa la vegetació.

11/07/18 Avui ve al laboratori en Jorge Botella per ensenyar a la Berta com es neteja el sensor d'una càmera rèflex. En Jorge és fotògraf professional, pare de l'Escola (Anna Botella) i col·labora amb el Marí per temes fotogràfics des de fa molts anys. En primer lloc ens fa una explicació teòrica i ens explica els diferents mètodes de neteja actuals. Utilitzarem uns productes que ha portat ell i uns que ha comprat el Marí. Abans de començar la Berta, el Jorge i el Marí li fan una demostració pràctica amb els dos sistemes més recomanats, els de pinzell amb capçal gelatinós (*Eyelead*) i el sistema de pinzell humit (amb alcohol isopropílic) i pinzell sec (*Green Clean*).

Però també s'han provat altres sistemes, com el pinzell electrostàtic i la pera d'aire amb la càmera orientada cap avall.

Un sistema que sembla ben obvi, i del que la bibliografia no parla gaire, és el d'aspiració. Directament o amb combinació amb pinzell. Després de cada acció de neteja s'ha de tornar a fer una foto sobre fons uniforme i amb el diafragma tancat al màxim per comparar-la amb la imatge prèvia a la neteja (vegeu AF del dia 02/07/2018) i comprovar si les taques han desaparegut.

No tots els sistemes han funcionat igual de bé, ni han desaparegut totes les taques a la primera, sinó que ha calgut repetir l'operació vàries vegades i cal dir que algunes taques només han desaparegut utilitzant el sistema de pinzell humit i sec (més informació en el TR de la Berta).

Abans d'anar a dinar, la Sofia ha pintat les reixes de les caixes de protecció per la hibernació de les tortugues juvenils. No s'ha aconseguit trobar-ne cap de semblant, segons el Marí. De manera que intentarem restaurar les velles. Ahir la Sofia les havia netejat de terra i pols i avui les hem penjat d'un cordill entre dos arbres del pati de batxillerat per pintar-les amb esprai de pintura blanca. En tornar a l'Escola la pintura ja s'havia assecat. La veritat és que han quedat prou bé.

12/07/2018 Nou trasplantament de plantes del pati de Primària al terrari exterior, pastanagues amb fulla al centre del pati, al costat del Ginkgo i un parell d'exemplars de xicoira a la zona de vegetació semiprotegida. Aquesta és una planta d'indrets il·luminats i que forma part de la llista de plantes que menja la tortuga mediterrània. L'hem trobat al pati de Primària i volem saber si s'agafa bé aquí. Cal tenir en compte que l'arrel d'aquesta planta és molt llarga i no l'hem pogut agafar sencera (més informació en el TR de la Marina).

Hem col·locat una trampa per vespes (amb una dissolució de fructosa i glucosa en aigua) i un corb de plàstic amb la intenció que funcioni com espanta ocells per als tudons i tórtores, que visiten el Pati de les tortugues massa sovent. També hem deixat que el nivell del bassal baixi bastant perquè avui el Marí i el Pol faran una tallada de les arrels que entren dintre del bassal i fan abaixar el nivell d'aigua (per transpiració) de forma massa ràpida.

Entremig ha arribat la Sara Jiménez (que va fer el TR de planàries el curs passat) per recollir un títol a secretaria i el Marí li ha demanat que baixi al pati i miri si troba alguna planària. La Sara n'ha trobat vàries a les pedres del rierol i també *coccons* (ous).

Finalment el Pol i el Marí treuen les arrels de les enfiladisses i de les cintes que entren a l'aigua i la Sara ajuda a recollir-les (s'han mig omplert dues bosses d'escombraries de les grans).

13/07/2018 La Berta porta a terme la pràctica de determinació del punt dolç d'un objectiu, és a dir, aquella obertura del diafragma en la que l'objectiu fotogràfic és més eficient (màxima resolució i mínimes aberracions). Per això utilitza unes cartes d'ajustament (proporcionades per Jorge Botella), dos focus orientats a 45° per evitar reflexos, trípode, la lupa d'enfocament de la càmera a la màxima ampliació per enfocar (manualment) amb la màxima precisió i disparador de cable (més informació en el TR de la Berta).

Aquest any hem posat un SAI a les incubadores per minimitzar el risc d'un tall de llum durant el període de vacances, sobretot per la segona quinzena d'agost, que és quan les tempestes elèctriques solen ser més freqüents. Aquest SAI després, durant el curs, podrà ser utilitzat a l'aula d'informàtica. La Sofia l'ha desconnectat del corrent per comprovar que es mantenien les incubadores engegades. Després ha netejat a fons el terrari del laboratori per preparar-lo per quan neixin les tortugues d'aquest any (el Marí portarà substrat nou).

24/07/2018 Avui ens anem d'excursió i fem una sortida al massís del Montseny, principalment pels projectes de fotografia biològica de la Berta, però també per recollir unes plantes (*Plantago major*) per les tortugues. Quedem a les 9:15h a l'Escola i marxem junts amb el cotxe del Marí, no està molt lluny però té ambients molt diversos. Ens emportem varies càmeres, un parell de guies de camp i un parell de bosses i caveguets per agafar el plantatge amb arrels per trasplantar al Pati de les tortugues. Fem la primera parada a un lloc on hi ha uns exemplars de sequoies, uns arbres molt grans amb una escorça sorprenentment molt esponjosa. Provem de donar-li cops i comprovem que no ens fem mal.

Deixem les sequoies i anem fins a Sant Marçal. Allà el Marí i la Berta agafen una càmera cada un i es passen una bona estona fent fotos (el Marí avui és el que fa el reportatge, per tant la Berta només s'ha d'ocupar dels seus projectes fotogràfics, sobretot amb l'objectiu macro).

La Berta aprofita per fotografiar insectes com papallones i detalls d'algunes plantes amb l'objectiu macro.

El Marí proposa a la Berta fer alguns contrallums biològics per incloure'ls en el seu TR. Un dels contrallums que fa es el de la planta *Hypericum perforatum*, aquesta té una curiositat molt interessant i es que tenen unes glàndules d' oli en les fulles i en els sèpals, que vistos a contrallum sembla que la fulla estigui perforada (més informació en el TR de la Berta).

Mentre esmorzem, ens donem conte que l'arbre sota el que estavem assegudes també té una mena de taques o forats vistos a contrallum. Però descobrim que hi ha dos tipus de fulles, unes de color més groguenc, llises, i unes altres de color verd més viu, plenes d'unes protuberàncies de color vermell a l'anvers.

Aquestes protuberàncies, segons el Marí, són agalles o cecídies, unes estructures que fabrica la planta en resposta a un artròpode que hi desenvolupa el niu al seu interior. Les agalles provoquen un debilitament de la fulla i potser per això les fulles presenten aquestes diferències de color. Hem decidit obrir una de les cecídies per veure el que hi ha dins d'ella i trobem una cosa blanca, a l'observar l'agalla per dins amb una lupa de camp deduïm que la cosa blanca, com uns fils potser són larves d'algun (més informació en el TR de la Berta).

Un cop hem esmorzat ens movem fins la fageda de Santa Fe, un indret molt ombrívol. Mentre la Berta comença a fer fotos la Sofia comença a trobar planàries sota les pedres del rierol. Aquestes planàries a sobre la pedra no es poden identificar, però quan es posen a la placa de petri i es fa una macrofotografia sobre fons uniforme es comprova que totes són d'una mateixa espècie (*Polycellis felina*), espècie molt estudiada i fotografiada (en el mateix indret) el curs passat.

Aquí el Marí va posar un repte fotogràfic a la Berta. Es tractava d'aconseguir una fotografia de la superfície de l'aigua amb el moviment provocat pels sabaters, una fotografia nítida de les ombres característiques i una que agafés detall dels insectes i de les ombres alhora. Els sabaters tenen les potes hidròfobes per naturalesa, això vol dir que poden caminar sobre l'aigua sense enfonsar-se (més informació en el TR de la Berta).

D'altra banda la Marina i la Sofia comencen a observar el rierol per entretenir-se. A més a més de les planàries d'abans troben tricòpters i larves de salamandra. Aquestes últimes els hi criden molt l'atenció i es passen una bona estona intentant agafar-ne per . La Sofia intenta comprovar si són de salamandra o de tritó. Sembla ser que són de salamandra. Després d'identificar-les tornem a deixar-les on estaven.

Després d'estar una bona estona fent fotografies i observant el rierol fem una parada per dinar. Quan ja ens estem anant ens donem conte que en una pedra al costat de les nostres motxilles hi ha una aranya molt gran, després de mirar-la be ens donem compte que està arrossegant a una altre aranya i pensem que pot ser un cas com el de les vídues negres, que es mengen als mascles després de la còpula. El Marí diu que es tracta d'un opilió, que és un ordre dels artròpodes i de la classe dels aràcnids (més informació en el treball de la Berta).

La Berta continua fent algunes fotografies de l'entorn i la Sofia i la Marina busquen més larves de granota i de tritó i en troben unes quantes més. Trobem rossinyols i el Marí diu que cada any en surten en aquest mateix indret.

La Berta decideix fotografiar una petita cascada amb diferents velocitats d'obturació. Per fer aquestes fotografies ha utilitzat un trípode perquè així l'únic moviment de la fotografia serà exclusivament l'aigua de la cascada.

Mentre la Berta feia les fotos de la cascada, la Sofia descobreix un coleòpter molt gran i molt bonic en el tronc d'un arbre i avisa a la Berta perquè li faci fotos, ja que li resulta molt curiós. La Berta es va entusiasmar amb el "bitxet" i li va fer un mont de fotos des de tots els angles possibles durant molta estona, ja que s'estava bastant quiet (més informació en el treball de la Berta).

La Marina i la Sofia troben uns petits gripaus a prop de la cascada. Es van mullar les mans i en van agafar un que era ben petit i el vam estar observant i fotografiant molta estona. Aquí, la Berta va practicar l'enfocament selectiu amb l'objectiu macro (enfocant als ulls).
En tornar al cotxe agafem dues bosses de plantatge de fulla ampla (*Plantago major*) per les tortugues de l'escola, i les plantem a la zona de vegetació semiprotegida en arribar a l'escola.

26/07/2018 El marí ens diu que aquest matí ha rebut un correu de la Carolina Molina amb els resultats de la anàlisi genètica de les nostres granotes. Es confirmen els resultats que ja van apuntar (vegeu AF del dia 27/04/2018), tenim un exemplar pur i un híbrid al bassal del Pati de les tortugues.
La Berta porta a terme un dels projectes tècnics que ha plantejat per el seu TR: la determinació del punt dolç d'un objectiu. Realitza el projecte utilitzant una làmina que li ha donat el Marí. Normalment aquesta làmina es fa servir per determinar la qualitat d'un objectiu (gràcies a les línies es pot determinar si hi ha aberracions cromàtiques o esfèriques). Per altra banda, la Marina ha de preparar les hidrojardineres i muntar un petit hivernacle per posar les plantes carnívores a la zona ombrívola del pati per comprovar si així passar l'estiu de la millor manera possible. La

Berta i la Sofia l'ajuden a posar la vermiculita mullada per les hidrojardineres i es queden totes tres una estona tocant-la perquè els agrada el tacte (més informació en el TR de la Marina).

Quan ja està tot muntat, ho portem al pati i ho posem a la zona ombrívola. Situem totes les espècies de plantes carnívores (especificades al treball de la Marina) a les hidrojardineres i, aquestes, a l'hivernacle. Després, la Marina omple, parcialment, tots els ascidis de la planta *Nephentes* amb aigua destil·lada. A més a més, situem un sensor amb una sonda dins d'un ascidi i l'altre dins de l'hivernacle per registrar-ne la temperatura i ens acomiadem d'elles fins al setembre.

28/07/2018 Neixen les tres primeres tortugues, S1, S2 i S3, corresponents, respectivament als ous 6, 7 i 8 de la segona posta. La S1 té una duplicació de vèrtebra costal. No ha nascut cap tortuga de la primera posta de la tortuga gran. Marquem les tortugues nascudes amb un punt de retolador platejat a les plaques marginals, en sentit horari. Disposem les fulles d'enciam de manera que quedin submergides en l'aigua d'un platet perquè aguantin fresques més dies.

30/07/2018 Puja el Marí per regar (el plantatge que vam trasplantar a la zona de vegetació semiprotegida ha agafat bé i té bon aspecte) i per afegir aigua a les incubadores, però invertint el sentit de l'escuma del fons, ara amb la part amb puntes convexes cap amunt.

02/08/2018 Anem al CRARC. La Sofia malauradament no pot venir però, en canvi, ens acompanyen la Marta Carreras i el Pau Vilaseca, que comença un curs de manipulació de rèptils al CRARC aquesta tarda. Abans de marxar de l'escola anem a buscar les tortugues que lliurarem i les fotografiem en visió dorsoventral i ventrodorsal, per mostrar que totes presenten la coloració fosca típica de l'espècie. Les tortugues grans també venen amb nosaltres per fer la revisió anual i per participar en el curs de l'Albert Martínez-Silvestre, director científic del CRARC..

Abans de res, deixem les tortugues amb les caixes i visitem les instal·lacions del CRARC. Voltem per tots els seus racons i quedem sorpresos per la gran varietat i quantitat de rèptils que trobem. Dediquem bastanta estona a mirar la gran quantitat de tortugues de Florida del centre i intentem buscar granotes. També veieque la tortuga Mediterrània és la gran protagonista del centre. Intentem fer fotos a algunes libèl·lules.

L'Albert agafa una de les nostres tortugues i explica als presents al curs la col·laboració de l'escola amb el CRARC, tant per la reproducció com pels estudis científics que es porten a terme amb els treballs de recerca. Aquí és on el Pau Vilaseca intervé, explicant el seu treball sobre les malformacions i l'Albert comenta que, precisament, el Pau està preparant, amb col·laboració amb el CRARC, una publicació per presentar en una revista d'herpetologia, com en les anteriors publicacions. Després ja passa a fer el protocol de revisió i manteniment de les tortugues,

començant amb la injecció de la primera dosi d'antiparasitari (la seguna l'haurem d'administrar nosaltres a l'escola, però podrà ser per administració oral).

La Marta, en substitució de la Sofia, aguanta les tortugues a l'Albert mentre aquest els hi fa una ecografia, explicant tot el que es veu a les imatges i fa fotos dels fol·licles de la tortuga gran, amb vitel i sense, perquè es veuen molt bé. L'Albert li diu al Marí que li enviarà les fotos de les ecografies per si les vol utilitzar pel treball de la Sofia.

Aprofitem per donar una altra volta per les instal·lacions i fer unes quantes fotos més. Entrem a veure els exemplars que estan en quarantena en gàbies a l'interior i hi ha espècies molt interessant però no fem gaires fotos perquè queden mogudes a causa de la falta de llum i ens han demanat que no utilitzem flaix. I tornem a la zona exterior per seguir l'itinerari on l'havíem deixat quan ens han cridat per participar en el curs. Sentim uns sorolls, una espècie de gemecs, i descobrim que són d'un mascle de tortuga mediterrània que està muntant una femella. La Berta practica amb la fotografia macro apuntant als ulls dels rèptils, com li ha demanat el Marí.

A la zona interior (aquesta oberta al públic) hi ha els grans rèptils, enormes serps i un mascle d'iguana que vam observar amb actitud agressiva.

Un rèptil que ens crida molt l'atenció és una tortuga que té un dibuix en roda de carro de l'iris, a méspresenta una altra característica adaptativa molt curiosa, la seva llengua té forma de cuc, d'aquesta manera aconseguia que les preses anessin directes a la seva boca. Aquesta característica no la vam poder fotografiar perquè va mantenir la boca tancada tota l'estona. Finalment, l'Albert registre les tortugues juvenils que li entreguem i el Marí fa una foto de l'original de l'acta de lliurament (que es queda al CRARC) per adjuntar, com annex, en el treball de recerca anual de tortugues (que aquest any és el de la Sofia).

05/08/2018 Hem comprovat que el sistema de deixar l'enciam amb la punta submergida en aigua funciona, s'aguanta fresc més dies. Per altre banda s'ha observat una acumulació de gotes de resina (que semblen gotes d'aigua) sota el pi insigne del costat del bassal. Possiblement perquè se li van poder algunes branques (al setembre ho haurem de revisar).

09/08/2018 Aquests dies ha fet molta calor i la temperatura de l'interior de l'escola ha estat força alta. Hem mesurat la temperatura dels ous i estan prop d'un grau per sobre de la desitjada (les incubadores només escalfen, no refrigeren). La temperatura de la closca de les tortugues del terrari del costat de les incubadores també s'acosta als 33°C.

Avui és el dia abans del període més llarg de vacances. S'ha revisat el nivell d'aigua de les hidrojardineres amb plantes carnívores, s'ha regat a consciència la zona de les enfiladisses, s'ha deixat un suplement d'aliment a les tortugues i s'ha obert una comporta de la zona de vegetació semiprotegida perquè les tortugues hi puguin accedir. S'ha facilitat l'accés amb una rampa de fusta.

23/08/2018 Durant el període de vacances d'agost, el dia 20 el Pol Haro va trobar que havia nascut una tortuga, la S4 (corresponent a l'ou nº15). El Pol va trucar al Marí i aquest li va donar instruccions per pesar i marcar la tortuga. Avui hem pujat la Sofia i el Carlos Iglesias (que ha obert l'Escola) i hem trobat que havien nascut 4 tortugues, totes de la tortuga mitjana i cap de la tortuga gran (més informació en el TR de la Sofia).

	OU Nº	DATA NAIX.	PES (g)
S4	15	20/08	13'4
S5	16	23/08	14'1
S6	17	23/08	15'5
S7	18	23/08	13'3
S8	19	23/08	15'5

27/08/2018 Aquest matí puja a l'escola el Marí. En primer lloc revisa les incubadores i veu que l'ou número 10 està bastant escardat amb la tortuga que ja se li veu el cap i una pota; segurament aviat acabarà de sortir de l'ou. Passa a fer altres tasques, com plantar pastanagues amb fulles a la zona de vegetació semiprotegida, que es va deixar oberta i les tortugues s'han menjat gairebé totes les plantes, regar a fons aquesta i altres zones del pati i administrar la segona dosi d'antiparasitari a les tortugues grans (la primera la va administrar l'Albert Martínez fa tres setmanes al CRARC).

Revisa els nivells d'aigua de les hidrojardineres amb plantes carnívores i la situació de les sondes tèrmiques al pati i en tornar al laboratori, comprova que la tortuga encara no ha sortit de l'ou. Deixa l'ou amb la tortuga a punt de sortir a sobre de fulles d'enciam i una mica d'aigua per evitar complicacions del vitel no absorbit amb el substrat de la incubadora (ha observat que encara té bastant vitel sense consumir).

30/08/2018 La Sofia puja a l'escola i s'ha trobat que la S9 (de l'ou número 10) ja havia nascut, però que encara no tenia el vitel del tot reabsorbit. Aquesta és la primera tortuga que neix de la tortuga gran. És del tractament de temperatura alta i presenta duplicacions de plaques (més informació en el TR de la Sofia).

4/09/2018 Neixen S10 i S11, corresponents als ous 22 i 20, respectivament. La S11 té un color més pàl·lid que la resta i presenta una malformació de maxil·lar.

5/09/2018 Neixen S12 i S 13, corresponents als ous 21 i 23, respectivament.

6/09/2018 Neix S14 (ou 27)

7/09/2018 Neixen S15 i S 16, corresponents als ous 25 i 28, respectivament.

8/09/2018 Neixen S17 i S 18, corresponents als ous 29 i 26, respectivament. Amb aquests últims naixements s'arriba al nombre més gran de naixements a l'escola (més informació en el TR de la Sofia).

18/09/2018 Avui fem la dissecció dels ous dels que no ha nascut res i ens preparem per fotografiar i anotar tots els detalls que puguem. Ho fem després de les 16:30h perquè la forta olor a àcid sulfhídric pot ser important. Ens hi ajuden la Marta Carreras i la Maria Barahona, companyes de Biologia. Trobem diversos ous amb l'embrió bastant format.

En un exemplar hem trobat que tenia absència de nucal i en alguns altres hem trobat duplicacions de placa. Ho hem anotat tot a cada ou corresponent de la taula de dades (més informació en el TR de la Sofia). Guardem en formol els embrions més complets.

La Marta proposa obrir verticalment un dels embrions per veure la distribució dels òrgans interns. Ho porta a terme i després busquem a internet una imatge en la que es veiés un tall d'una tortuga (va costar de trobar) per identificar els diferents òrgans. Després vam descarregar les dades de tots els dataloggers, tan els de les incubadores, com els del pati (plantes carnívores i incubació exterior). Ho vam fer en el format del programa dels enregistradors (Escort Console Pro i EasyLog USB) i també en format Excel i ho vam penjar al Dropbox que tenim compartit.

27/09/2018 Avui, juntament amb els companys de classe de biologia, fem la revisió de les plantes carnívores del pati. Comprovem que les diferents espècies de *Nepenthes* són les que tenen més bon aspecte i les traiem de l'hivernacle perquè farem una anàlisi del contingut dels ascidis al laboratori.

Pel que fa als exemplars petits de plantes carnívores, veiem que *Sarracenia* i *Drosera* estan una mica malmeses, però vives; mentre els totes les *Dionaea* són mortes i de color negre.

Abans de pujar al laboratori descobrim que sota les fulles de *Nepenthes* i en un dels ascidis grans hi ha una teranyina. Deduïm que es tracta d'una aranya oportunista que s'aprofita de l'atracció que exerceixen les plantes carnívores cap als insectes, de la mateixa manera que les aranyes que fan teranyina al voltant de l'aparell antimosquits del pati.

Un cop tenim la planta al laboratori, comença la Berta comença una veritable cacera fotogràfica de la minúscula aranya, que resulta ser una aranya saltadora. N'hem vist 3 exemplars a la mateixa planta. A partir de les observacions de les ampliacions de les fotografies macro, de l'observació directa d'un exemplar amb lupa binocular i d'una cerca amb llibres de classificació, una companya de la classe de biologia (Lourdes Carreras) han dit que possiblement es tracti de l'espècie *Evarcha jucunda*.

A continuació procedim a l'anàlisi del contingut dels ascidis d'aquestes plantes. Aboquem el contingut de cada ascidi en plaques de Petri i les fotografiem. En tots els ascidis hi observem restes d'insectes i aràcnids mig digerits o gairebé sencers, però en tres ascidis, els tres més grans d'obertura més ampla, hi observem una gran quantitat de larves de mosquit vives! Com pot ser que estiguin vives?. Després d'observar una bona estona les larves amb lupa binocular, ens preguntem si seran de mosquit tigre. La Marina fa un muntatge per tal d'esbrinar-ho (més informació en el TR de la Marina).

04/10/2018 Aquest matí, a classe de biologia, hem comprovat que les larves trobades en els ascidis de boca ampla eren, com ja suposàvem, de mosquit tigre. Aquesta tarda la Marina ha pujat amb el Marí al terrat de l'escola per fotografiar els arbres més alts del Pati de les tortugues que sobresurten del terrat, i també les enfiladisses que arriben a dalt del terrat, la parra verge ja amb els bonics colors de tardor i l'heura, amb les fulles superiors arborescents.

Després baixen al Pati de les tortugues i fan una sèrie de mesures i comprovacions amb cinta mètrica i metro-làser per poder dibuixar a sobre del plànol les diferents zones o espais de més interès estudiades. La Marina també comprova que el pati és una superfície quadrada de gairebé 11 m de costat. Després, junt amb el Marí, descobreixen uns organismes molt curiosos un fong que té el cos fructífer en forma de petit niu d'ocell. Aquest fong, *Cyathus stercoreus,* l'hem vist citat en l'annex fotocronològic del 6/08/2015 en la mateixa zona de vegetació semiprotegida (Sònia Marías, 2015).

09/10/2018 Avui fem la foto del Pati de les tortugues a vista d'ocell amb el dron del Xavi Taulé (exalumne) i de l'Emma Taulé (alumna de 4t d'ESO). L'Emma prepara el dron i pujem, juntament amb tots els companys de biologia de 2n al terrat de l'escola (el Marí ens fa passar al mig d'un dels terrats, lluny de les cantonades i ens demana que ens quedem allí). Ens adonem que fa bastant de vent però, tot i així, l'Emma vola el dron sense problema. I la Marina i el Marí li diuen quines són les fotos que interessen.

A banda de les fotos del pati, aprofitem per fotografiar tota l'escola ja que el dron pot arribar fins als 500m d'altura. L'únic problema que se'ns presenta és que, com que fa molt de vent, si apropem molt el dron al pati, podria xocar amb l'Àlber amb un cop de vent i, a causa d'això obtenim algunes fotos una mica fosques. Tot i això, podem distingir-ho tot i les fotos són d'utilitat.

19/10/2018 Dilluns que ve, els alumnes de biologia de primer i segon de batxillerat començarem el projecte de Liquencity a l'escola. Per això, a l'hora de biologia el Marí ens ha explicat més detingudament en que consisteix el projecte i hem sortit al pati a observar els primers líquens. També hem baixat al Pati de les tortugues i ens hem trobat uns minúsculs bolets anomenats niuets (*Cyathus stercoreus*) a la zona de vegetació semi protegida que ens han cridat molt l'atenció. Finalment, hem decidit agafar un quants exemplars i observar-los més detingudament al laboratori de biologia amb les lupes binoculars.

22/10/2018 Avui és el dia de Liquencity! Els alumnes de biologia de primer i segon de batxillerat ens reunim al laboratori a primera hora. Allà, ens trobem a la Laura, responsable de camp, i a l'Antonio, professor de la UB i especialista en líquens. La Laura comença per fer-nos una explicació sobre tot allò relacionat amb el projecte (En què consisteix, quins són els nostres objectius, de quina manera treballarem etc.) i amb els líquens (Què són, quins tipus hi ha, com els podem trobar, com es reprodueixen etc.). A l'acabar l'explicació ens reparteix el material que necessitarem segons els grups que ja havíem fet prèviament i baixem al pati, on la Laura ens fa una demostració del que haurem de fer.

Després d'esmorzar, comencem el projecte amb els arbres que hi ha just davant de l'escola i cada grup se'n assigna un. Utilitzem l'aplicació de Natusfera per treballar, comencem identificant l'arbre que volem estudiar i posteriorment li vinculem tots els líquens que hi trobem. Per poder observar més clarament els líquens utilitzem una lent macro pel mòbil que ens han facilitat anteriorment, els hi fem fotos i les pugem a l'aplicació de Natusfera juntament amb altra informació.

Després d'una llarga estona, quan hem acabat el primer arbre tornem al pati de l'escola a fer el segon, sempre seguint el mateix procediment. A l'acabar tornem al laboratori de biologia, tornem tot el material i ens acomiadem de la Laura, ja que l'Antonio s'ha hagut d'anar abans. El dia d'avui ens ha semblat una experiència increïble i estem desitjant rebre els resultats d'allò que hem fet!

25/10/2018 Ahir a la nit el Pol va trobar una reineta darrera el laboratori de biologia, mentre estava regant i va trucar al Marí, que li va comentar que segurament s'havia escapat del Pati de les tortugues, perquè n'hi havia, però que la deixés en un transportí (amb una mica d'aigua i una branca amb fulles perquè no s'estressi) al laboratori, per ensenyar-nos-la i fotografiar-la fàcilment, abans de tornar-la al Pati de les tortugues.

06/11/2018 Demà dimecres, és l'entrega definitiva de les tres còpies dels nostres treballs de recerca i, com ja és habitual, hi posem les portades dels nostres treballs com a últim mini-reportatge fotogràfic d'aquest document gràfic que ens ha acompanyat durant nou mesos.

Agraïments

Per finalitzar aquest treball de recerca m'agradaria agrair a totes aquelles persones que m'han ajudat al llarg de tots aquests mesos d'alguna manera o altra:

En primer lloc, al meu tutor Josep Marí per fer aquest treball possible i estar sempre disposat a ajudar-nos en qualsevol moment, tan a les meves companyes com a mi.

A les meves companyes de tutor, la Marina Castellanos i la Berta Martínez, per ser-hi sempre que ho he necessitat i per haver convertit aquest treball de recerca en una experiència increïble.

Al Pol i al Carlos per obrir-me l'escola i ajudar-me a cuidar de les tortugues a l'estiu mentre jo no hi era.

I per últim, als meus pares per recolzar-me en tot moment.