# ***Hidrogel.*** Una solució per a la zona de vegetació semiprotegida del *Pati de les tortugues*?

Treball de recerca

Bernat Ferrer Vilaseca

Tutor: Josep Marí

Novembre de 2020

# ***Índex***

Pàg.


Abstract ..... 05
Pròleg i objectius..... 06
1. Introducció i antecedents..... 07
1.1 El projecte del Pati de les tortugues..... 07
1.2 Zones biològicament rellevants del Pati de les tortugues..... 07
1.3 La zona de vegetació semiprotegida (zvs)..... 08
1.3.1 El problema de la radiació incident (antecedents)..... 09
1.3.2 El problema de les comportes..... 09
1.3.3 El problema de la dessecació ..... 11
2. L'hidrogel. Característiques generals..... 11
2.1 Concepte d'hidrogel i formes de presentació..... 11
2.2 Beneficis d'utilitzar l'hidrogel en plantes..... 12
2.3 Forma d'administració..... 12
3. Comprovacions amb hidrogel de bola..... 15
3.1 Material i mètodes..... 15
3.1.1 Mesura mitjana de les de les esferes d'hidrogel..... 15
3.1.2 Reacció de l'hidrogel a diferents situacions ambientals..... 15
3.2 Resultats i discussió..... 16
3.2.1 Resultat mitjana hidrogel..... 16
3.2.2 Resultat mostres de les plaques de petri (escola)..... 16
3.2.3 Resultat mostres plaques de petri (casa)..... 16
4. Comprovacions amb hidrogel en pols..... 17
4.1 Experiment 1..... 17
4.1.1 Metodologia..... 17
4.1.2 Resultats experiment 1..... 18
4.2 Experiment 2..... 20
4.2.1 Metodologia..... 20
4.2.2 Resultats i discussió..... 20
5. Aplicació d'hidrogel a planter d'alfals (*Medicago sativa*) ..... 22
5.1 Metodologia..... 22
5.1.1 Càlcul de la quantitat d'hidrogel i material..... 22
5.1.2 Plantació de les llavors d'alfals..... 22
5.2 Resultats i discussió..... 22
6. Aplicació d'hidrogel a planter variat en les jardineres que fan de comporta..... 24
6.1 Metodologia..... 24
6.2 Resultats i discussió..... 25
7 Aplicació d'hidrogel a la zona de vegetació semiprotegida (ZVS)..... .. 27
7.1 Aplicació 1 (llavors d'alfals i exemplars de pastanaga)..... 27
7.1.1 Metodologia..... 27
7.1.2 Resultats i discussió..... 28
7.2 Aplicació 2 (exemplars d'enciam bord)..... 29
7.2.1 Metodologia..... 29
7.2.2 Resultats i discussió..... 29
7.3 Aplicació 3 (planter variat)..... 29

7.3.1 Metodologia..... 29
7.3.2 Resultats i discussió..... 30
7.4 Aplicació 4 (exemplars de plantatge de fulla ampla)..... 30
7.4.1 Metodologia..... 30
7.4.2 Resultats i discussió..... 30
8. Conclusions..... 32
9. Bibliografia..... 33

Annex fotocronològic ..... 35

## Abstract

This research project is based in different experiments that have been done before, during and after the confinement caused by the COVID-19. This research project is divided in two main groups related with different fields: experimentation and research of information about the substance and, later, proving its effect on the semi-protected vegetation zone of the area where the Mediterranean tortoise lives in Escola Mestral. In the laboratory we proved for example, that the volume of the spheres of hydrogel change a lot depending on the water hardness and also that if we add hydrogel powder on earth this helps to keep water on it for a long time. Even so, not as much as we thought. In the second part, based on realizing a total of six applications of hydrogel in vegetal species that are a part of the Mediterranean tortoise (*Testudo hermanni*), we could say that hydrogel is effective on this semi-protected vegetation zone for transplanting, especially if we use the method based on the application of this hydrogel powder directly to the root, instead of mixing it all with the soil.

## Resumen

Este trabajo de investigación consta de diferentes experimentos que se han llevado a cabo antes, durante y después del confinamiento provocado por el COVID-19. Dentro del propio trabajo destacan dos grandes apartados relativos a diferentes ámbitos: experimentación y búsqueda de información sobre la sustancia y, después, comprobación del efecto de su aplicación en la zona de vegetación semiprotegida del Patio de las tortugas. En el laboratorio comprobamos, por ejemplo, que el volumen de las bolas de hidrogel varía mucho en función de la dureza del agua y que añadir hidrogel en polvo a una muestra de tierra ayuda a ésta a retener el agua durante más tiempo, aunque no tanto como esperábamos. De la segunda parte, consistente en realizar un total de seis aplicaciones de hidrogel en especies vegetales que forman parte de la dieta de la tortuga mediterránea (*Testudo hermanni*), concluimos que el hidrogel sí es efectivo para utilizar en la zona de vegetación semiprotegida del Patio de las tortugas para trasplantar en esta zona las plantas, sobre todo si se utiliza el método consistente en aplicar el hidrogel directamente en la zona de la raíz en el momento del trasplante, en vez de mezclarlo únicamente con toda la tierra.

## Resum

Aquest treball de recerca consta de diferents experiments que s'han dut a terme abans, durant i després del confinament provocat per la COVID-19. Dins del propi treball hi destaquen dos grans apartats relacionats en diferents àmbits: experimentació i recerca d'informació de la substància i, després, comprovar l'efecte de la seva aplicació en la zona de vegetació semiprotegida del Pati de les tortugues. Al laboratori hem comprovat, per exemple, que el volum de les boles d'hidrogel varia molt en funció de la duresa de l'aigua i que afegir hidrogel en pols a una mostra de terra ajuda aquesta a retenir l'aigua més temps, però no tant com esperàvem. De la segona part, consistent en realitzar un total de sis aplicacions d'hidrogel en espècies vegetals que formen part la de dieta de la tortuga mediterrània (*Testudo hermanni*), es pot concloure que l'hidrogel sí és efectiu per utilitzar en la zona de vegetació semiprotegida del Pati de les tortugues per trasplantar-hi plantes, sobretot si s'utilitza el mètode consistent en aplicar l'hidrogel directament a la zona de l'arrel en el moment del trasplantament, en lloc de barrejar-lo únicament amb tota la terra.

# ***Pròleg i objectius***

Aquest treball de recerca va ser escollit basant-me en vàries raons. No va ser una decisió senzilla.

Al llarg de la meva carrera escolar he anat descobrint quines eren aquelles matèries que m'agradaven més. Aquest any acabo Batxillerat i, per tant, és el meu últim any per treballar aquelles matèries que, agradant-me molt, no estudiaré a la universitat, com per exemple la història.

Malgrat això, vaig decantar-me per dur a terme el treball de recerca en l'àrea de la Biologia amb el meu tutor, el Josep Marí.

Hi ha varies raons per les quals he escollit aquest treball de recerca:

- Pel meu interès cap als éssers vius que, de ben petit, ha anat en augment fins a arribar a convertir-se en la meva idea de futura professió. Gràcies a aquest treball espero fer un primer tast de com seria exercir aquesta professió i també apropar-me més a les tècniques i habilitats necessàries que hauré d'aplicar en un futur.
- Per el tutor que dirigeix el treball de recerca i les tasques que aquest havia proposat.
- Per formar part d'un projecte escolar amb unes repercussions molt importants per una de les espècies de rèptils més importants al mediterrani.
- Per poder centrar-me en un àmbit en el que mai havia treballat abans, la botànica. Així podré descobrir com és aquesta branca de la biologia i conèixer noves tècniques i conceptes.

Un cop ja vam haver escollit en quin àmbit em centraria dins del propi treball de recerca, que s'inclou en el projecte del Pati de les tortugues, vam marcar-nos uns objectius més concrets.

Els objectius van ser:

- Estudi de l'hidrogel i anàlisi mitjançant proves realitzades en el laboratori.
- Estudiar l'efectivitat d'incorporar hidrogel en les zones més importants del Pati de les Tortugues per al desenvolupament de plantes durant la temporada d'estiu, és a dir, en l'anomenada zona de vegetació semiprotegida (ZVS).
- Col·laborar, juntament amb els meus companys Bernat Medina i Ana Hernández, en les activitats i tasques de manteniment del Pati de les tortugues durant el període que dura el treball de recerca, i en l'elaboració del document fotocronològic relacionat.

Aquest treball ha estat realitzat en gran part durant l'època del confinament per la crisi sanitària del coronavirus (COVID-19).

# 1. Introducció i antecedents

## 1.1 El projecte del Pati de les tortugues

El Pati de les tortugues de l'Escola Mestral és una instal·lació col·laboradora del Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural (DAAM) de la Direcció General de Medi Natural i Biodiversitat de la Generalitat de Catalunya des del curs 2003-2004, per a la tinença i cria de la tortuga mediterrània (*Testudo hermanni*) a l'Escola. *Testudo hermanni* està considerada una espècie protegida i en perill d'extinció, per aquesta raó existeix a Catalunya un "Programa de cria en captivitat de la tortuga mediterrània", coordinat pel Centre de Recuperació d'Amfibis i Rèptils de Catalunya (CRARC). L'Escola forma part d'aquest programa que té l'objectiu d'introduir exemplars en indrets naturals. L'Escola ha assistit a dos alliberaments de tortuga al medi natural, concretament un al Garraf (Juan Maria Jurado, 2011) i un altre al Montsant (Clara Peña, 2012), en els que es van poder alliberar tortugues nascudes a l'Escola perquè ja tenien una edat i unes mides suficients. A partir de l'any 2013, ja no es realitzen alliberaments directes[1], sinó que es lliuren al CRARC a l'estiu, en la visita anual al centre; només es queden a l'Escola les tortugues nascudes el mateix any, hibernen al Pati de les tortugues i es mantenen a l'Escola fins que tenen aproximadament un any (Marc Olivella, 2013; Blanca García, 2014; Mar Pons, 2015; Pau Vilaseca, 2016; Arnau Ruíz, 2017; Sofia Domènech, 2018; Carla Duran, 2019).

## 1.2 Zones biològicament rellevants del Pati de les tortugues

Al Pati de les tortugues hi ha una sèrie de zones que podem considerar especialment rellevants des del punt de vista biològic (Marina Castellanos, 2018). El seu coneixement (Figura 1) pot

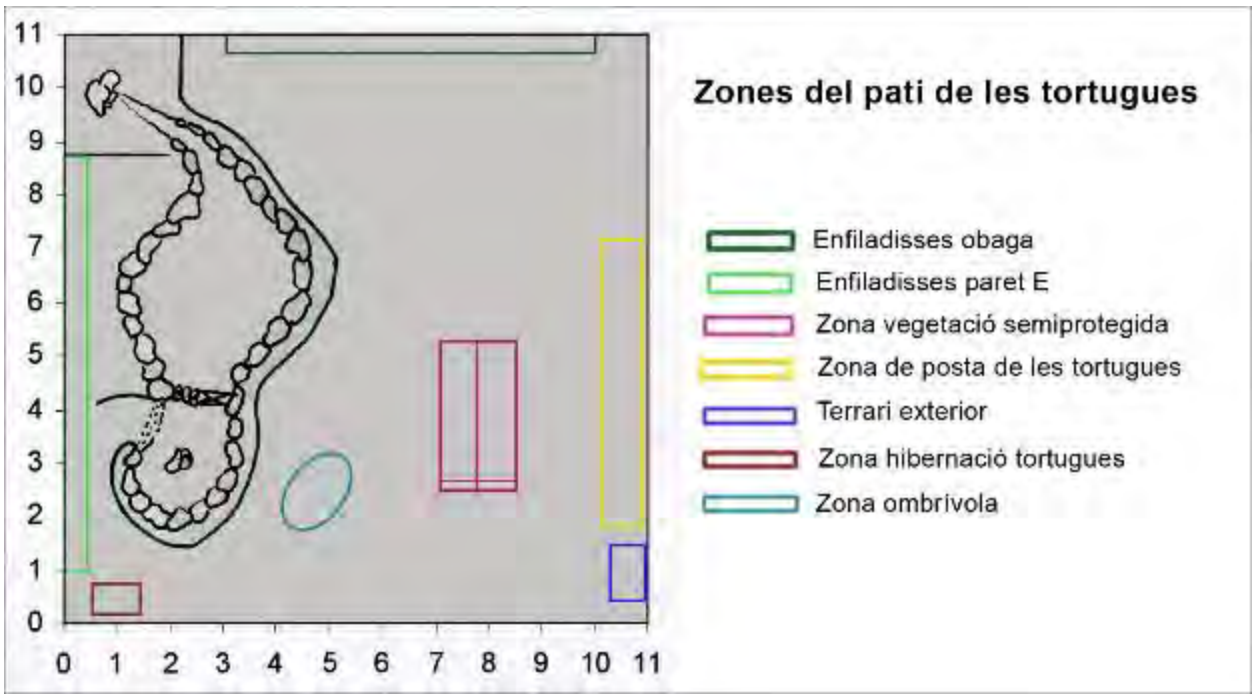



***Figura* 1**. Representació a escala de les zones biològicament més rellevants del Pati de les tortugues. (Figura extreta de Marina Castellanos, 2018).

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

ajudar a situar algunes de les que tractarem sovint en aquest treball, especialment l'anomenada zona de vegetació semiprotegida.

## *1.3 La zona de vegetació semiprotegida (zvs)*

Des del treball de recerca Autosuficiència alimentària de la tortuga mediterrània (Marta Lozano, 2007) s'han intentat introduir i mantenir plantes al Pati de les tortugues que formessin part de la dieta de la tortuga mediterrània en condicions naturals (Laura Pascual, 2009; Juan Maria Jurado, 2011; Clara Peña, 2012; Marc Olivella, 2013) sobretot plantatge de fulla estreta (*Plantago lanceolata*), plantatge de fulla ampla (*Plantago major*) i dent de lleó (*Taraxacum officinale*), però el problema era el mateix gairebé sempre: les tortugues, si hi tenien accés, es menjaven les plantes abans que creixessin.

Per tal d'intentar solucionar aquest problema, l'any 2014, l'Enric Vila, en el seu treball de recerca, va idear i construir l'anomenada zona de vegetació semiprotegida. Havia de tractar-se d'un recinte tancat, en el que hi poguessin créixer plantes que se sap que formen part de la llista d'espècies que mengen aquests animals en condicions naturals (vegeu apartat 2) i que es podria obrir a voluntat, perquè en un extrem s'hi col·locaven dues jardineres de fusta que es podien treure per deixar entrar a les tortugues. Això permetria créixer a les plantes sense que les tortugues se les mengessin abans d'hora (Figura 2), ja que només s'obriria durant el període més llarg de vacances (Enric Vila, 2014).

***Figura 2***. Construcció (esquerra) i resultat final (dreta) de la zona de vegetació semiprotegida amb terra i a punt per ser plantada (extret de l'Enric Vila, 2014).

Tot i això, el primer any, les tortugues ja van aprendre a pujar a la zona de vegetació semiprotegida amb les comportes tancades. Els anys següents, aquesta zona només es va poder

***Figura 3***. A l'esquerra es pot observar la segona filera de travesses de fusta que es van afegir. Al mig i a la dreta, una visió més general de la situació de la zona de vegetació semiprotegida (extret de l'annex fotocronològic dels treballs de recerca del curs 2018-2019).

utilitzar per fer trasplantament de plantes de mida gran, és a dir, desenvolupades, just abans del període llarg de vacances fins que es va apujar el nivell (Sofia Domènech, 2018), col·locant un segon joc de travesses de la mateixa fusta com a segon pis (vegeu la figura 3 a la pàgina anterior).

### 1.3.1 El problema de la radiació incident (antecedents)

Un altre dels inconvenients a tenir en compte en relació amb les plantes que formen part de la ingesta normal de la tortuga mediterrània és que la majoria, com ara l'alfals, dent de lleó i plantatge de fulla estreta, són plantes heliòfiles, és a dir, necessiten viure en indrets molt il·luminats. Això és un inconvenient a l'hora d'intentar plantar-les al pati perquè no totes les zones reben la mateixa quantitat de llum i aquesta és majoritàriament escassa, degut a les altes parets que envolten l'espai i també la presència del cobricel arbori (Marina Castellanos, 2018). Fins el curs passat no s'havia aconseguit fer arrelar plantes heliòfiles en aquesta zona. Es va aconseguir temporalment amb alfals (*Medicago sativa*) a partir de planter i amb exemplars trasplantats de xicoira (*Cichorium intybus*), però no es va aconseguir que aguantessin durant l'estiu (Carla Duran, 2019).

### 1.3.2 El problema de les comportes

Hi ha dues jardineres que tanquen les dues zones de vegetació semiprotegida (i permeten obrir-les a voluntat), és a dir, fan de comportes. D'aquesta manera quan estan col·locades les tortugues no hi poden accedir i només es desplacen lateralment perquè hi puguin pujar les tortugues durant el període més llarg de vacances durant l'estiu. Però estan malmeses i s'han de canviar abans de poder començar l'experimentació amb hidrogel en aquest indret.

El meu tutor em va encarregar que estudiés les diferents possibilitats existents al mercat per substituir les originals, que daten de l'any 2014 (per tant han aguantat bé només 5 anys), amb algun model potser més resistent.

Vam prendre les mesures de les jardineres anteriors i vam plantejar possibles canvis que es podrien dur a terme (en quan a mides) per tal d'assolir un millor rendiment, com per exemple que fossin una mica més altes, ja que les originals quedaven per sota del nivell superior de les travesses, pel simple fet que s'havia afegit, amb posterioritat al disseny original, una nova filera de travesses, com hem comentat abans.

La primera decisió que vam prendre va ser la mida. Un cop ja la teníem decidida (vam veure que la ideal era la mateixa que les anteriors, però més alta) vaig buscar per internet aquelles que estaven a millor preu i complien amb tots els nostres criteris. Per dur a terme aquesta primera tasca vaig fer una cerca per diversos portals d'internet que vaig pensar que les podria trobar: Ikea[2], centres de bricolatge[3], gardens[4] i també vaig consultar Amazon[5]. Vaig fer una preselecció de 3 models (Figura 4). La que més va encaixar, per la seva semblança amb el model original de 2014, però amb una altura més gran, va ser la de Gardeneas, les altres es van descartar perquè el disseny o altres requisits no acabava d'encaixar.

Però el model que encaixava a la perfecció pel seu disseny i dimensions ens vam adonar que també tenia un problema important, no el fabricaven amb fusta tractada per exterior (un requisit imprescindible).

[2] https://www.ikea.com/es/es/
[3] https://www.brycus.es/
[4] https://gardeneas.com/
[5] https://www.amazon

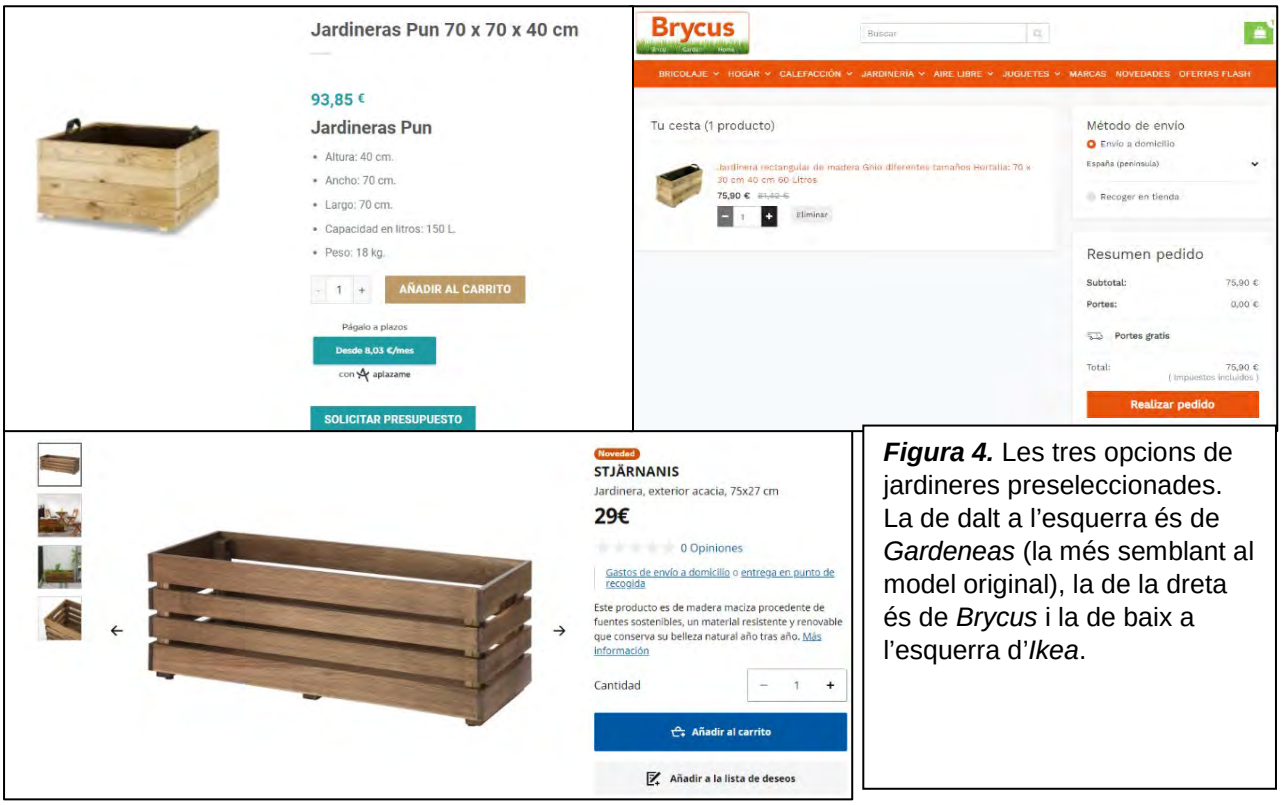



***Figura 4.*** Les tres opcions de jardineres preseleccionades. La de dalt a l'esquerra és de *Gardeneas* (la més semblant al model original), la de la dreta és de *Brycus* i la de baix a l'esquerra d'*Ikea*.

Per això, finalment vam decidir tornar a utilitzar el mateix model original i posar una fusta a sota de les jardineres perquè l'altura fos la correcta. Per tant vam anar a Catalunya Plants de Sant Vicent dels Horts, el garden on es van comprar les jardineres el 2014, per encarregar les mateixes, juntament amb una fusta que posaríem a sota (Figura 5).

***Figura 5.*** Les dues jardineres que finalment vam comprar. A l'interior de la jardinera de l'esquerra es pot observar, enrotllada, la fusta que es posarà a sota de les jardineres perquè serveixi per incrementar la seva altura i també per aïllar-les del terra.

### 1.3.3 El problema de la dessecació

Fins ara no s'ha aconseguit que sobrevisquin tot l'any plantes heliòfiles (ni de cap altra tipus) a les zones de vegetació semiprotegida perquè totes acaben morint durant l'estiu per un problema de dessecació. L'any anterior es va aconseguir fer arrelar alguns exemplars d'alfals en la zona de vegetació semiprotegida a partir de planter, però no van aguantar el pas de l'estiu, per un suposat problema de dessecació i de compactació del substrat a l'hora del trasplantament (Carla Duran, 2019). Solucionar aquest problema, com hem dit, és el principal objectiu d'aquest treball.

# *2. L'hidrogel. Característiques generals*

## *2.1 Concepte d'hidrogel i formes de presentació*

L'hidrogel és una substància que reté l'aigua. És el que s'anomena substància hidroabsorbent. Aquesta substància es defineix com un polímer en forma de reixa tridimensional de llargues cadenes flexibles amb caràcter hidrofílic. És una substància que es caracteritza per ser un material tou, transparent, químicament inert, molt elàstic, molt estable en un ampli marge de pH, temperatura i força iònica. A més, amb la capacitat d'augmentar el seu volum amb ajuda d'aigua fins a arribar a un equilibri físico-químic.

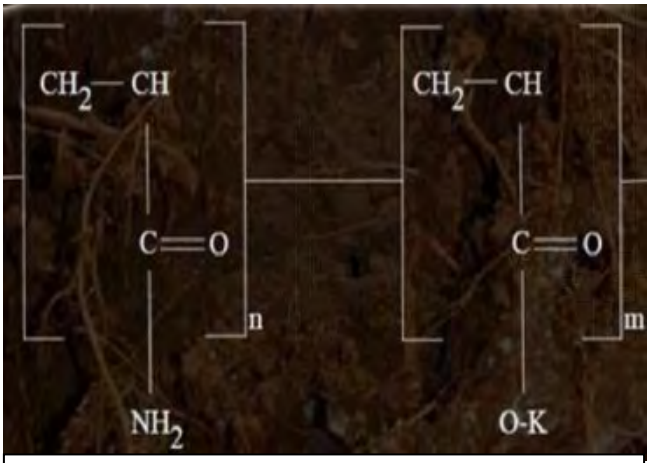



***Figura 6.*** Estructura química de l'hidrogel. (extret de Sánchez, 2019).

Per a formar l'hidrogel hi ha un procés de síntesi/creació que consisteix en reaccions de copolimeritzacions on es combinen substàncies hidrofíliques i hidrofòbiques. L'hidrogel es compon de dues parts, la acrilamida que fa que sigui apte per utilitzar-la en l'àmbit agrícola i l'acrilat de potassi que intervé en el procés d'absorció d'aigua. La seva estructura és relativament simple (Figura 6).

L'hidrogel es pot trobar de dues formes diferents en el mercat: en forma de petits cristalls (anomenat hidrogel en pols) i en forma de boles. Les esferes es poden obtenir dessecades (xerogels) o bé ja hidratades (boletes d'hidrogel d'aproximadament de 1cm de diàmetre). Mentre

***Figura 7.*** En les imatges s'hi pot observar els tres tipus d'hidrogel: en pols (esquerra) , esferes hidratades (centre) i xerogels (dreta).

que l'hidrogel cristal·litzat sempre és sòlid, blanc i deshidratat, sigui quina sigui la seva mida, el format en bola es pot trobar de diferents colors (hi posen certs additius que acoloreixen) i tenen funció decorativa[6].

Nosaltres hem utilitzat majoritàriament l'hidrogel en pols, però també hem utilitzat el format de bola hidratat (sempre el transparent incolor) per fer una sèrie de comprovacions al laboratori (vegeu apartat 3).

## *2.2 Beneficis d'utilitzar l'hidrogel en plantes*

L'hidrogel aporta una gran quantitat de beneficis a les plantes, entre els quals destaquen:

- Incrementa la capacitat de retenció del terra/substrat
- Redueix la freqüència de rec
- Redueix els costos de rec i de manteniment d'aquest
- Prevé la pèrdua de nutrients necessaris
- Augmenta les possibilitats de supervivència dels vegetals amb que mantingui contacte
- Millora la qualitat de les plantes
- Fa que el terra sigui més porós.

L'hidrogel és una substància molt utilitzada en la nostre societat degut a l'ampli ventall de possibles aplicacions que té. En general aquesta substància és molt important en aquells àmbits relacionats amb l'agricultura, la reforestació... degut a que aquesta substància permet que els organismes es desenvolupin correctament encara que l'accés a l'aigua no sigui constant degut a la seva capacitat d'absorció.

També veiem que aquesta substància és molt útil en altres àmbits com la medicina, on és utilitzada per crear lents de contacte, embenats de ferides i com a mètode per alliberar un fàrmac de forma controlada. L'hidrogel ha estat molt utilitzat també en la creació de gels hidroalcohòlics[7]. A part, altres utensilis que poden ser tan quotidians com uns bolquers incorporen aquesta substància degut a la seva alta capacitat d'absorció.

## *2.3 Forma d'administració*

En el cas de l'agricultura, a la pàgina web oficial d'hidrogel hi ha unes instruccions en dibuix esquemàtic de com s'ha d'administrar (Figura 8).

[6] Informació extreta de: *http://www.hidrogel.es/* *https://es.wikipedia.org/wiki/Hidrogel* *http://www.hidrogelplantas.com/* *https://youtu.be/_YBGxOUHP-k*

[7] Com els que utilitzem per desinfectar les mans pel Coronavirus.

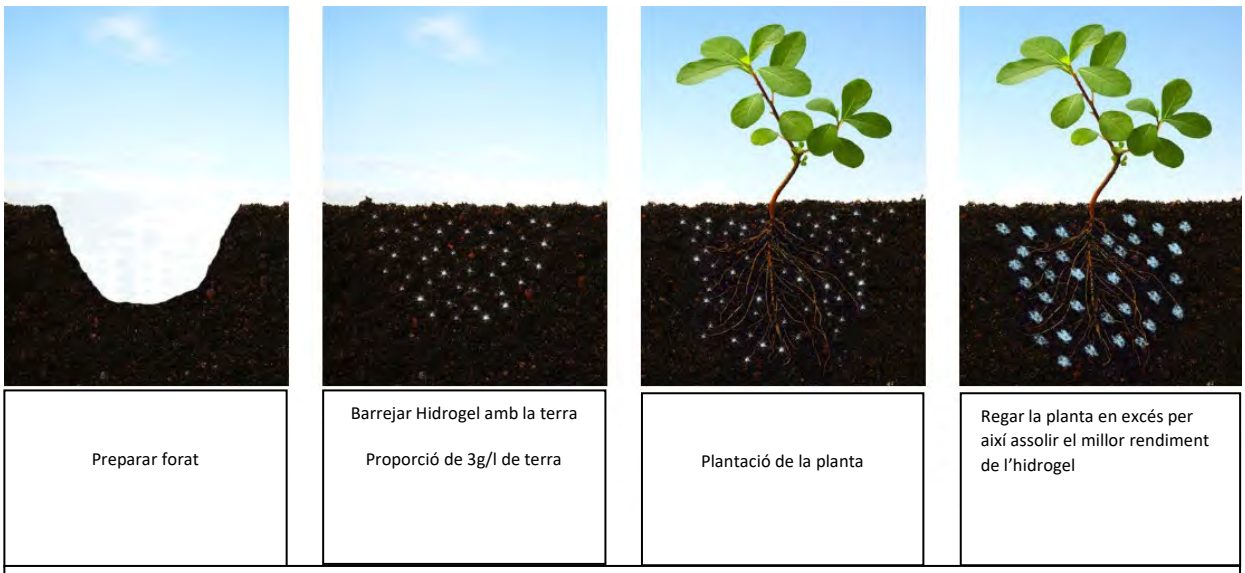



***Figura 8.*** Mètode d'aplicació de l'hidrogel segons la pàgina web: http://www.hidrogel.es/

A part d'aquestes instruccions dibuixades, podem trobar una explicació més detallada que parla de diversos temes relacionats amb l'hidrogel (Figura 9).

S'han realitzat moltes proves amb l'hidrogel. Els estudis diuen que després d'estar 40 dies sense regar la terra conté 1 litre d'aigua però si nosaltres barregem aquesta terra amb les proporcions idònies d'hidrogel després de 80 dies sense regar obtenim una terra amb la mateixa quantitat d'aigua, és a dir, la duració de l'aigua en hidrogel és el doble. L'hidrogel a més és reutilitzable, després de 50 cicles d'us d'aquest material l'absorció ha disminuït únicament un 20%[7].

Aquests resultats, però, depenen de l'estat en què es trobi la terra i l'aigua. L'efecte de l'hidrogel és inferior en sorra i també l'absorció d'aquest material depèn de la quantitat de substàncies externes que porti (sals minerals i altres productes químics).

En aquest sentit, nosaltres hem fet una sèrie de comprovacions (vegeu el proper apartat).

HYDROGEL
saves water

**Directions for use**

Hydrogel is powder concentrate, creating stabile gel by absorbing liquid from humid environment. Hydrogel particals absorb about 250 times its mass and after surrounding plant roots it helps to support its water supply. This minimises the water loss while re-potting or transport.

**How to use**

Hydrogel should be mixed with soil before sowing plants/trees/bush seeds. 250-300 grams/100 litres of soil (3-4 g per litre). The soil shouldn't be wet, hydrogel needs to be well mixed with substrate or soil before water mois tening. For wider area use (as grass or field) the dosage is 30g/m2.

**Roots aplication**

Moist the whole root system powder with the Hydrogel and moisten again with manual sprinkler.

**Health and safety**

Wet Hydrogel creates slippery surface if not covered with soil. Wear protec tive glasses while manipulating with hydrogel. Do not eat, drink or smoke while working with Hydrogel. Wash your hands carefully after you finished your work with Hydrogel.

**First Aid**

In case of contact with eyes wash out all the hydrogel from your eyes and continue washing them for a few more minutes. The same applies for skin contact. Go find a medical aid in case of continues irritation or allergic re action.

**Storage**

Store in sealed bags in dry environment with temperature of 5 – 50°C. The bags are recyclable.

Package weight: 1, 5, 10 and 25 kg

Best before: 4 years after product date, stored in original pack

Contains: cadmium 1mg/kg, mercury 1mg/kg, lead 10mg/kg, arsenic 10mg/kg, chrome 50mg/kg

***Figura 9.*** En aquest document diu: L'hidrogel hauria d'estar barrejat amb la terra abans de posar-ho amb llavors plantes/arbres/arbustos. 250-300 grams/100 litres de terra (3 o 4 grams d'hidrogel per cada litre) . La terra no hauria d'estar humida, l'hidrogel ha d'estar ben barrejat abans de que el substrat es barregi amb aigua. Per zones més grans (com camps o gespa) s'utilitzen 30 grams/$m^2$.

[7] Informació extreta de: http://www.hidrogel.es/

# *3. Comprovacions amb hidrogel de bola*

S'han portat a terme una sèrie de comprovacions (al laboratori abans del confinament i a casa durant el confinament) per tal de veure la capacitat que tenen les boles d'hidrogel per augmentar de volum (retenint aigua) o disminuir de volum (lliurant aigua), així com la seva capacitat de recuperació del volum inicial.

## *3.1 Material i mètodes*

### 3.1.1 Mesura mitjana de les esferes d'hidrogel

Primer de tot vam recollir tot el material necessari per dur a terme aquesta primera part. En aquest cas només vam necessitar un peu de rei, dues plaques de petri i les esferes d'hidrogel.
Vam anar agafant les esferes i les anàvem mesurant amb el peu de rei sense trencar-les, degut a que les esferes es trencaven molt fàcilment. Vam mesurar un total de 12 esferes.

### 3.1.2 Reacció de l'hidrogel a diferents situacions ambientals

Per dur a terme aquesta segona pràctica vam necessitar tres plaques de petri i les esferes d'hidrogel. Aquesta prova consistia en la comprovació de com reaccionava l'hidrogel a diferents ambients.
Per cada placa hi vam posar un total de 75 esferes d'hidrogel i les vam posar en diferents condicions. La primera la vam posar en l'estufa de cultiu a 60°C.
Les altres dues plaques de petri van ser utilitzades per les mostres que anirien en aigua destil·lada i aigua de l'aixeta. Al veure que el seu volum potser augmentaria les vam canviar de recipient (envàs Ferrero Rocher[8]) i un cop canviades, hi vam posar el mateix nivell d'aigua per a les dues. Tot i això, no vam poder obtenir dades específiques de cap dels tres experiments perquè van ser interromputs per el confinament.
Després de que l'experiment es veiés interromput pel confinament, es va haver de repetir l'experiment a casa amb el material proporcionat pel tutor (vegeu annex fotocronològic del dia 18/04/2020) .

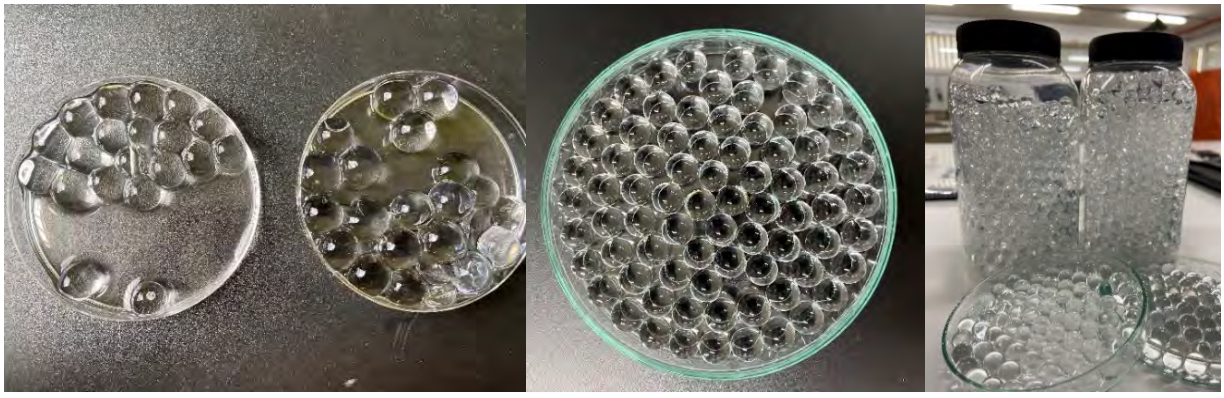


***Figura 10.*** A l'esquerra tenim les mostres finals de l'hidrogel després que estiguessin en contacte amb l'aigua. Al mig i a la dreta podem observar mostres d'hidrogel en estat natural.

En aquest cas vam utilitzar un total de 20 esferes per cada mostra. Seguidament vam aplicar-hi la mateixa quantitat d'aigua en les dues i ho vam deixar reposar. Després de deixar-les reposar 24 hores les vam mesurar amb el peu de rei i vam calcular l'augment de diàmetre en tant per cent.

[8] el mateix tipus de recipient que s'utilitza per posar els ous de tortuga mediterrània a les incubadores.

## *3.2 Resultats i discussió*

### 3.2.1 Resultat mitjana hidrogel

Després de mesurar el diàmetre de les 12 esferes d'hidrogel vam calcular la seva mitjana, corresponent a 9.26 mm (vegeu annex fotocronològic del dia 6/03/20) .

### 3.2.2 Resultat mostres de les plaques de petri (escola)

Per començar vam obtenir les dades de la mostra de l'estufa de cultiu. Després de deixar-les un cert temps (24 hores) a l'estufa de cultiu (a 50°C) vam poder observar com la mida de les esferes s'havia reduït exageradament (mig gra d'arròs) i les esferes havien assolit una coloració groguenca. Tot i això, no només van reduir el seu volum per l'estufa de cultiu sinó que altres mostres que havíem deixat a dins de plaques de petri obertes al laboratori de biologia van assolir mides semblants (vegeu annex fotocronològic del dia 19/03/2020). Per tant, les esferes no van reduir el seu volum únicament per l'estufa de cultiu, sinó que amb el simple pas del temps, aquestes ja perden part del seu volum en contacte amb l'aire, és a dir, es deshidraten.

Seguidament vam passar a estudiar les altres dues mostres. Vam poder observar com les mostres amb aigua destil·lada augmentaven bastant més el seu volum que no pas les que estaven amb aigua de l'aixeta.

### 3.2.3 Resultat mostres de les plaques de petri (casa)

Per tal de quantificar l'augment de volum de les boles d'hidrogel amb els dos tipus d'aigua (destil·lada i de l'aixeta) es va repetir l'experiment.
Es van mesurar amb peu de rei 15 boles abans i després de posar-les en aigua destil·lada i 15 boles abans i després de posar-les en aigua de l'aixeta. El temps que es van mantenir en aigua va ser de 24 hores en els dos casos. Els resultats (Taula 1) mostren que amb aigua destil·lada s'incrementa el diàmetre un 74.1% en aigua destil·lada i un 41,8% en aigua de l'aixeta. Això representa un increment de volum del 536,8% i del 284,8%, respectivament.

***Taula 1.*** Taula dels resultats de l'experiment 3 amb el percentatge d'augment del diàmetre

| | ***$H_2O$*** | ***$H_2O$ de l'aixeta*** |
|---|---|---|
| **Mitjana prèvia al contacte (mm)** | 9.04 | 9.15 |
| **Mitjana posterior al contacte (mm)** | 15.75 | 12.97 |
| **Percentatge d'augment (%)** | 74.1 | 41.8 |

Gràcies a aquesta primera part pràctica, vam poder observar com reaccionava l'hidrogel en diferents ambients. Aquest comportament ens ha recordat els fenòmens osmòtics a través d'una membrana semipermeable.

# *4. Comprovacions amb hidrogel en pols*

Després de dur a terme totes les aplicacions a la zona de vegetació semiprotegida vam iniciar aquesta última aplicació per veure quin era el ritme de canvi de la terra amb i sense hidrogel en unes situacions específiques[9].

Vam portar a terme dos experiments per fer aquesta comprovació perquè en el primer, com veurem, vam tenir un problema amb l'estufa de cultiu.

## *4.1 Experiment 1*

### 4.1.1 Metodologia

Primer de tot vam calcular quina era la quantitat de terra ideal per posar en els recipients que utilitzaríem (envasos de Ferrero Rocher). Aquesta primera part la vam haver de fer degut a que la terra amb hidrogel s'infla després d'estar en contacte amb l'aigua, per tant, ens havíem d'assegurar que no sobrepassés el límit del propi recipient.

Vam posar terra fins a un límit marcat en el recipient, vam omplir-ho de terra i finalment hi vam posar una certa quantitat d'aigua.

Després de deixar reposar la mostra amb hidrogel vam obtenir els primers resultats per tal de dur a terme aquesta pràctica. La quantitat de terra que vam utilitzar va ser de 455,5 $cm^3$ (2,3 cm x 11cm x 18cm) la qual vam barrejar amb la quantitat corresponent d'hidrogel (3,5 g per cada litre) , és a dir, un total de 1,37g d'hidrogel per cada recipient.

Un cop ja teníem la quantitat de terra necessària, que havíem calculat en els apartats anteriors, vam començar a preparar les mostres amb i sense hidrogel per tal de dur a terme la comprovació. Vam utilitzar quatre recipients iguals (Caixes de Ferrero Rocher) i les vam omplir amb terra fins a arribar la marca que havíem comprovat el dia anterior (2,3 cm d'altura). Vam pesar les 4 mostres (això seria el temps 0).

Per tal de treure un possible excés d'humitat inicial del substrat, vam deixar els 4 recipients amb terra 24 hores a l'estufa de cultiu. Vam pesar les 4 mostres (temps 1).

Un cop teníem les quatre mostres amb la terra "seca" vam escollir-ne dues (mostres BH) i vam barrejar la terra amb la quantitat d'hidrogel necessària (1.37 grams) fins que quedés el més homogeni possible.

[9] Aquesta comprovació es va fer al final perquè és quan hem tornat a l'escola. No es va fer durant el confinament perquè es necessitava l'estufa de cultiu del laboratori per portar-la a terme.

Seguidament vam aplicar la quantitat d'aigua prèviament calculada (200ml) a cada recipient. Les vam pesar (temps 2) i vam col·locar les quatre mostres a les seves respectives posicions dins de l'estufa de cultiu la qual estava a una temperatura de 50ºC (Vegeu annex fotocronològic del dia 14/10/2020).

***Figura 11.*** Col·locant les quatre mostres a l'estufa de cultiu del laboratori (esquerra) i posició de cada una al seu interior (dreta).

4.1.2 Resultats experiment 1

La primera sorpresa va ser al matí següent després d'haver posat les 4 mostres amb aigua. Vam trobar que s'havia produït una gran condensació d'aigua a l'interior de l'estufa de cultiu (Figura 12). Aviat vam descobrir que la raó era que el dia abans no ens havíem adonat que la finestra de ventilació lateral estava tancada. Malgrat érem conscients que hauríem de repetir l'experiment, vam decidir continuar amb el mateix un parell de dies més.

***Figura 12.*** Detall de l'estufa de cultiu en la que s'observa condensació d'aigua a l'interior i a la porta.

A la taula 2 es presenten els resultats obtinguts en aquest primer experiment. A partir del dia 2 les mostres estan a l'interior de la incubadora i van baixant de pes amb el temps. La disminució de pes s'observa en les 4 mostres, però una dada curiosa és la sorprenent semblança en la resposta de la mostra A1 (sense hidrogel) i la BH1 (amb hidrogel). Segurament la posició de les mostres ha estat un factor important. Aquesta mostra, la A1, és la que es troba en una posició més distant de les dues finestres de ventilació de l'estufa de cultiu (vegeu figura 11) i potser per això els resultats s'assemblen més als resultats amb hidrogel. Si exceptuem aquest cas, la resta respon com cabria esperar, és a dir, les mostres amb hidrogel retenen l'aigua més temps. Les diferències, però, no són gaire grans (Figura 13).

Per altra banda, com hem tingut l'error de les finestretes de ventilació de l'estufa de cultiu i hem observat que la posició a l'interior de l'estufa és important, repetirem aquest experiment tenint en compte aquests dos aspectes.

***Taula 2.*** Taula on hi ha representades les dades de l'experiment 1 de l'apartat 4 .

| Temps (dies) | A1 (g) | A2 (g) | BH1 (g) | BH2 (g) |
|---|---|---|---|---|
| **0.0** | 293,6 | 253,6 | 282,8 | 275 |
| **1.0** | 286,1 | 241,3 | 274,6 | 261,2 |
| **2.0** | 476,6 | 433,2 | 477,2 | 447,5 |
| **2.5** | 446,9 | 377,1 | 451,6 | 402,3 |
| **3.0** | 421,2 | 339,5 | 420,6 | 371,2 |
| **3.5** | 362,4 | 264 | 360,7 | 295,8 |
| **4.0** | 344,7 | 240,6 | 342,2 | 278,4 |
| **Pèrdua pes (%)** | **27,8** | **44,6** | **28,3** | **37,8** |

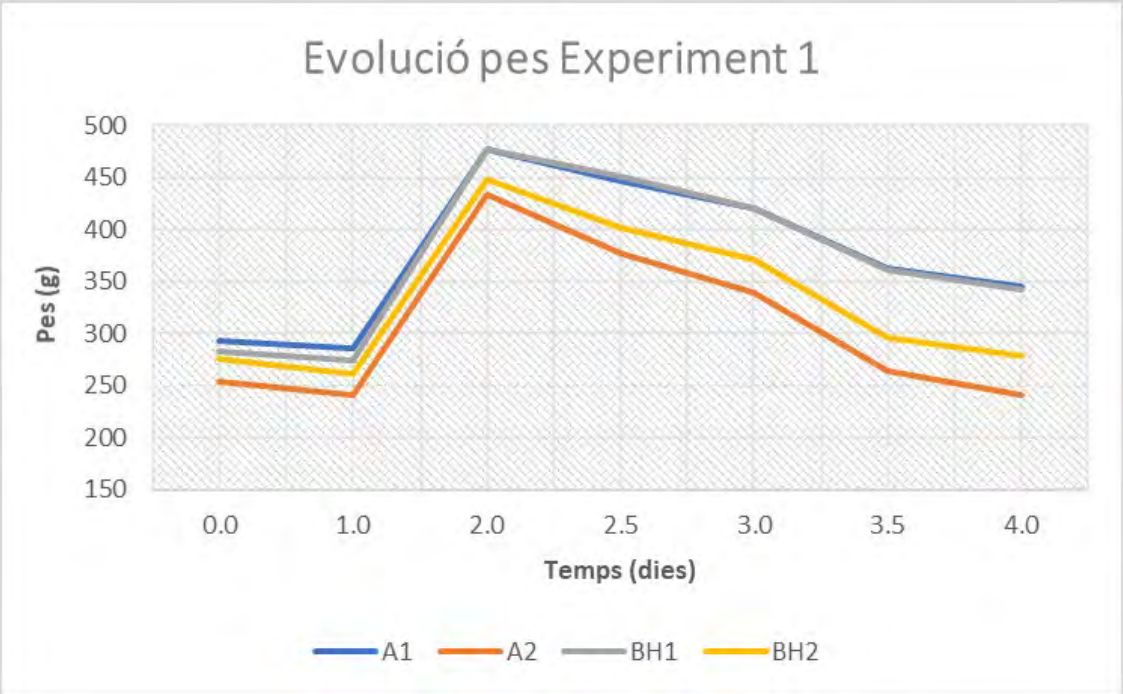



***Figura 13.*** Evolució del pes de les mostres de l'experiment 1 en els dos tractaments: sense hidrogel (A1 i A2) i amb hidrogel (BH1 i BH2). A partir del dia 2 a l'interior de l'estufa de cultiu. S'observa una resposta molt semblant en les mostres A1 i BH1.

## *4.2 Experiment 2*

### 4.2.1 Metodologia

Per començar vam extreure terra (sense hidrogel) de la zona de vegetació semiprotegida del Pati de les Tortugues per tal d'omplir els recipients de terra amb la mateixa quantitat que en les mostres anteriors.

Un cop ja tenien el substrat vam posar a dos d'ells la dosi d'hidrogel que li corresponia (els recipients eren els mateixos que es van utilitzar en el primer experiment) i hi vam posar 200 ml d'aigua de l'aixeta. A diferència del primer experiment, aquí vam començar a comptar el temps des del moment que les mostres tenien l'aigua, just abans de posar-les a l'estufa de cultiu. Després de pesar-les (temps 0) vam col·locar les quatre mostres en l'estufa de cultiu a 50ºC en forma creuada, és a dir, BH1-A1 en el pis superior i A2-BH2 en l'inferior (Figura 14). Aquest canvi el vam fer perquè en l'experiment 1 vam descobrir que la ventilació de l'estufa estava a la dreta i al fons, aleshores vam encreuar-les per fer que aquest factor no fos decisiu per a l'experiment.

***Figura 14.*** Detall de l'estufa de cultiu en la que s'observa condensació d'aigua a l'interior i a la porta.

Seguidament vam deixar les mostres i les vam anar pesant dos cops al dia, un cop al matí (8:30 h) i un a la tarda (16:30 h) per tal de veure com evolucionava la pèrdua de pes amb i sense hidrogel.

### 4.2.2 Resultats i discussió

A la taula 3 podem veure la pèrdua de pes de les 4 mostres de l'experiment 2 en funció del temps, mantingudes a l'estufa de cultiu a una temperatura de 50°C durant 10 dies, i també el percentatge de la pèrdua de pes de cada mostra.

Malgrat els resultats globals són molt semblants, existeix una variabilitat que pot ser deguda, en part, a la situació de les mostres a dins de l'estufa de cultiu. Si analitzem els parells de mostres a cada nivell, és a dir, BH1 i A1 del nivell superior (vegeu figura 14) i A2 i BH2 en el nivell inferior, podem veure que les diferències en el nivell superior són més acusades, que en el parell inferior, on són pràcticament inexistents (Figura 15). Aquesta resposta era inversa en l'experiment 1, en el que no hi havia diferències entre el parell superior (A1 i BH1) i sí en l'inferior (vegeu figura 13).

Per tant, amb els resultats d'aquests dos experiments l'únic que podem concloure és que els tractaments amb hidrogel a l'interior de l'estufa de cultiu a 50°C[10] semblen retardar la pèrdua d'aigua per part del substrat, però no ho podem afirmar. Amb la metodologia utilitzada hem pogut comprovar que hi ha altres factors que influeixen, com ara la situació de les mostres a l'interior de les incubadores. I també que serien necessàries més rèpliques de cada tractament. Per altra banda, creiem que seria interessant comprovar-ho amb diferents temperatures, no només amb la de 50°C. I relacionat amb això, potser també es podria fer una comprovació de la temperatura

[10] Vam comprovar amb un datalogger que en realitat la temperatura interior era superior als 50°C marcats.

a diferents profunditats del substrat de la zona de vegetació semiprotegida. Considerem que en superfície (al migdia, a l'estiu) la temperatura potser pot arribar momentàniament els 50°C, però uns centímetres més avall és molt inferior, el gradient tèrmic és molt fort, degut sobretot a l'aire del sòl que fa d'aïllant. La temperatura a uns 5 i a uns 10 cm de profunditat de la zona de postes (vegeu figura 1) ha estat mesurada des de que s'hi va instal·lar un enregistrador de temperatura de doble sonda tèrmica (Marina Castellanos, 2018; Sofia Domènech, 2018; Mireia Cruz, 2019), i nosaltres ho hem continuat[11] mesurant (vegeu annex fotocronològic del dia 2/05/2020), però els registres obtinguts fins ara indiquen que encara la temperatura no és suficient per portar a terme una incubació natural d'ous de tortuga mediterrània al Pati de les tortugues.

***Taula 3.*** Evolució de la pèrdua de pes de les 4 mostres de l'experiment 2, mantingudes a l'estufa de cultiu a una temperatura de 50°C durant 3 dies, juntament amb el percentatge de la pèrdua de pes de cada mostra.

| *T (dies)* | *A1 (g)* | *Pèrdua (%)* | *A2 (g)* | *Pèrdua (%)* | *BH1 (g)* | *Pèrdua (%)* | *BH2 (g)* | *Pèrdua (%)* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **0,0** | 409,2 | 0 | 446,9 | 0 | 424,0 | 0 | 453,5 | 0 |
| **0,5** | 342,0 | -17 | 368,7 | -14 | 364,7 | -16 | 356,3 | -21 |
| **1,0** | 308,3 | -27 | 325,7 | -21 | 336,4 | -25 | 320,1 | -29 |
| **1,5** | 244,4 | -42 | 259,2 | -34 | 280,1 | -40 | 253,9 | -44 |
| **2,0** | 216,6 | -48 | 231,3 | -40 | 254,0 | -47 | 230,7 | -49 |
| **2,5** | 176,4 | -56 | 195,9 | -52 | 205,3 | -57 | 204,0 | -55 |
| **3,0** | 172,1 | -57 | 191,5 | -56 | 185,3 | -58 | 200,3 | -56 |
| **6,5** | 170,1 | -58 | 188,9 | -59 | 175,7 | -58 | 197,5 | -56 |
| **7,0** | 170,3 | -58 | 189 | -59 | 175,8 | -58 | 197,7 | -56 |
| **7,5** | 170,2 | -58 | 188,9 | -59 | 175,8 | -58 | 197,6 | -56 |
| **8,0** | 170,2 | -58 | 188,9 | -59 | 175,7 | -58 | 197,6 | -56 |

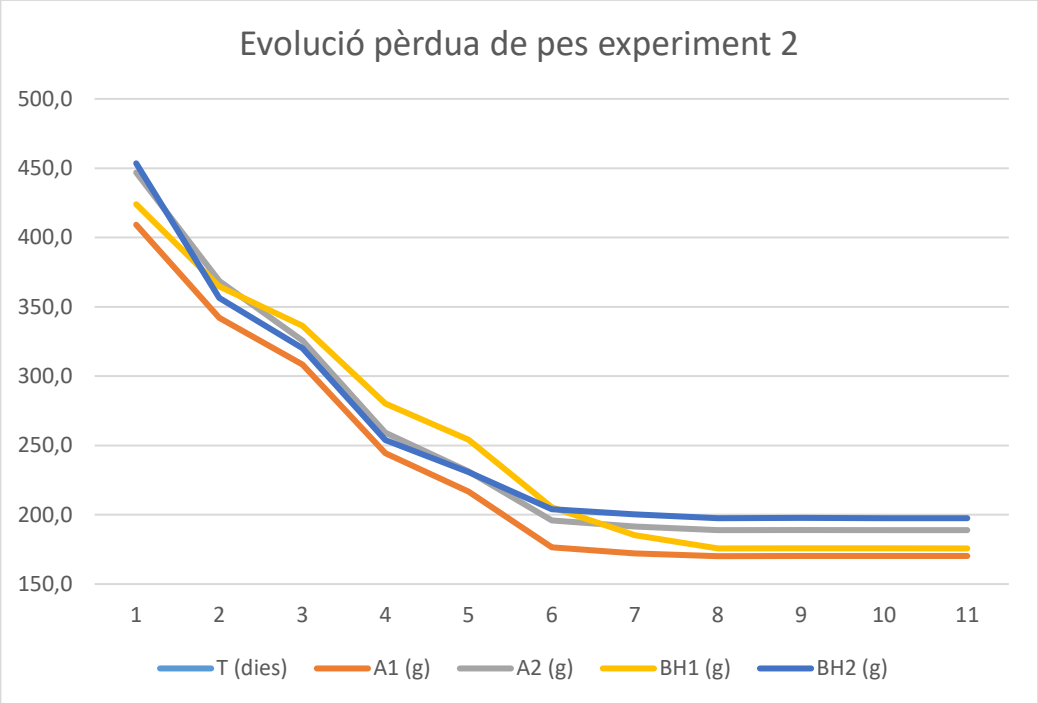



***Figura 15.*** Evolució del pes de les mostres de l'experiment 2 a l'interior de l'estufa de cultiu a 50°C, en els dos tractaments: sense hidrogel (A1 i A2) i amb hidrogel (BH1 i BH2).

[11] Aquestes dades queden disponibles per estudis posteriors.

# ***5. Aplicació d'hidrogel a planter d'alfals*** **(**Medicago sativa**)**

Durant el confinament vaig continuar treballant en l'hidrogel des de casa[12].

## *5.1 Metodologia*

### 5.1.1 Càlcul de la quantitat d'hidrogel i material

Aquesta pràctica va ser realitzada amb el material que teníem a disposició. Per fer aquesta primera aplicació vam utilitzar un total de 12 testos. El volum d'aquests corresponia a 512 $cm^3$ (8x8x8 cm), i hi vam aplicar la mateixa dosificació que hi havia en la zona de vegetació semiprotegida del Pati de les tortugues (1.5 grams per litre de terra) .
El resultat d'això va ser de 1.02 grams d'hidrogel en pols per cada test. Per aplicar-ho vam utilitzar una balança i un cop teníem la quantitat exacte, ho barrejàvem amb la terra equivalent a un test ple fins que estigués repartit el màxim homogeni possible.

### 5.1.2 Plantació de les llavors d'alfals

Un cop teníem la quantitat de terra necessària en els testos hi vam col·locar les llavors d'alfals. Aquestes van ser enterrades a 2 cm de la superfície i s'hi van col·locar quatre per cada test (a prop de les 4 cantonades).
Aquest procediment es va seguir en els 12 testos, tant en els sis amb hidrogel com en els altres sis que no l'incorporaven. Es van col·locar els dos grups de testos al mateix indret perquè tinguessin les mateixes condicions ambientals (llum, temperatura...).
Per tal de poder apreciar el creixement de les plantes, es va fer un seguiment fotogràfic, de forma diària durant el procés de germinació i després es va passar a un control fotogràfic setmanal.

## *5.2 Resultats i discussió*

A partir d'un total de 48 llavors plantades inicialment, només van germinar-ne 13. D'aquestes 13, 7 corresponen a les mostres d'alfals amb hidrogel i 6 a les mostres sense hidrogel. Després d'analitzar les fotografies realitzades al llarg d'aquesta aplicació vam poder observar com les plantes en les mostres d'hidrogel van créixer més ràpid i també vam poder veure que al llarg del temps la terra amb hidrogel sempre es va mantenir més humida (Figura 15)..

[12] Tot el material utilitzat va ser portat pel Josep Marí que es va encarregar personalment que poguéssim continuar la nostre part pràctica del treball de recerca malgrat la situació adversa que estàvem vivint.

***Figura 16.*** Comparació de creixement entre les dues mostres després de 30 dies. La columna de l'esquerra es amb hidrogel i la columna de la dreta és sense hidrogel.

Aquesta aplicació ens va permetre obtenir les primeres dades sobre l'efecte de l'hidrogel en les plantes. Però els resultats obtinguts entre els dos tractaments no eren gaire diferents, per tant, les dades no aportaven una informació rellevant.

# ***6. Aplicació d'hidrogel a planter variat en les jardineres que fan de comporta***

## *6.1 Metodologia*

El primer que vam fer va ser extreure les jardineres antigues que encara estaven al Pati de les tortugues. Un cop ja estaven tretes vam agafar les noves (aquelles comprades a l'inici del treball, vegeu apartat 1.3.2) amb la intenció de fer un estudi de l'efecte d'aplicar o no hidrogel a exemplars de planter que havíem adquirit (Figura 16). Tot el procés de preparació dels dos tractaments es va fer al laboratori de biologia (vegeu annex fotocronològic del dia 14/07/2020).

***Figura 17.*** D'esquerra a dreta, planter de ruca, una varietat d'enciam i canonges, recent adquirits de Planters i verdures Barrau de Cabrera de Mar.

En primer lloc vam omplir les dues jardineres amb el mateix tipus de terra que l'utilitzat en la zona de vegetació semiprotegida. Després de prémer i anivellar el substrat vam practicar uns forats, amb un punxó de forma cònica[13] per tal de facilitar tant el trasplantament com la distribució uniforme dels exemplars a trasplantar (Figura 17, esquerra).

[13] La part enterrada del planter tenia aquesta forma.

***Figura 18.*** Distribució dels forats per els exemplars de plantes (esquerra) i detall de la quantitat d'hidrogel per a una dosi en cada forat.

Per l'administració de l'hidrogel no vam utilitzar la metodologia dels apartats anteriors (1,5 grams per litre d'hidrogel) distribuït en tot el substrat, sinó que per aquesta pràctica vam decantar-nos per un altre sistema. Consistia en posar l'equivalent d'un terç d'*Eppendorf* al fons de cada un dels forats (Figura 17, dreta). D'aquesta manera l'hidrogel actuaria preferentment en les proximitats de l'arrel de la planta[14].

Un cop posat l'hidrogel vam procedir a trasplantar els exemplars de ruca, enciam i canonges en les dues jardineres, seguint una mateixa distribució en els dos casos.

Finalment vam transportar aquestes dues jardineres perquè fessin de comporta d'entrada de la zona de vegetació semiprotegida del Pati de les tortugues (Figura 18). Un cop col·locades al lloc, les dues jardineres es van regar per igual. Aquesta forma de regar per igual els dos tractaments s'hauria de mantenir durant tot el temps d'estudi.

***Figura 19.*** Les dues jardineres col·locades, tapant l'accés de les tortugues a la zona de vegetació semiprotegida.

## *6.2 Resultats i discussió*

Es va portar a terme una observació periòdica (i amb fotografies) del creixement i de l'aspecte dels tres tipus d'exemplars.

Després de dues setmanes no s'observen diferències i es suposa que és perquè encara el substrat es manté humit en les dues jardineres (vegeu annex fotocronològic del dia 28/07/2020). Tampoc s'observen diferències entre els dos tractaments (amb hidrogel i sense hidrogel) al cap de 3 o 4 setmanes (vegeu l'annex fotocronològic dels dies 8/08/2020 i 11/08/2020).

El primer canvi observat no va ser fins als 37 dies del trasplantament (vegeu annex fotocronològic del dia 20/08/2020) i els canvis observats no van ser de creixement, sinó d'aspecte i de color. Les plantes de la jardinera amb hidrogel estan més turgents i verdes, mentre que les de la jardinera sense aquest tractament es veuen una mica pansides i més groguenques (Figura 19).

[14] De fet, és una metodologia semblant a la que es fa servir en la reforestació d'arbres quan s'utilitza hidrogel.

***Figura 20.*** Tractament sense hidrogel (esquerra) i amb hidrogel (dreta). Les plantes de la jardinera sense hidrogel estan una mica pansides i groguenques, mentre que les de la jardinera amb hidrogel estan més turgents i verdes.

Aquest efecte en les diferències d'aspecte i color es va incrementar una mica en observacions posteriors (vegeu annex fotocronològic del dia 10/09/2020). Això, aparentment, podria indicar que el tractament amb hidrogel facilita el desenvolupament de les plantes potser perquè evita que passin per períodes d'estrès hídric[15] en relació al tractament sense hidrogel. Però caldrien més estudis en aquest sentit per poder afirmar que l'hidrogel ha provocat un canvi positiu en el desenvolupament de les plantes.

[15] Malgrat de tant en tant es van regar les dues jardineres (sempre per igual), es van fer passar per algun període relativament llarg sense aportació d'aigua (tampoc d'aigua de pluja).

# *7. Aplicació d'hidrogel a la zona de vegetació semiprotegida (ZVS)*

Com es va explicar al pròleg, el principal objectiu d'aquest treball és esbrinar si l'hidrogel pot resultar una solució per mantenir correctament les plantes de la zona de vegetació semiprotegida en bon estat durant més temps, concretament durant el període més crític, el de les vacances d'estiu. Per portar-ho a terme, s'han fet proves en aquesta zona amb 4 tipus d'aplicacions diferents, algunes d'elles durant el confinament i, per tant, l'acció sobre el terreny l'ha portat a terme el tutor del treball de recerca perquè és l'única persona que disposa de permís per accedir al Pati de les tortugues de l'Escola Mestral, que és instal·lació col·laboradora del Departament de Territori i Sostenibilitat, amb el número de registre 39 i número de nucli zoològic B-2501126, per a l'estudi i cria en captivitat de la tortuga mediterrània (*Testudo hermanni*), durant les mesures de confinament per la pandèmia COVID-19 causada pel coronavirus SARS-CoV-2 (vegeu annex fotocronològic del dia 4/04/2020).

## *7.1 Aplicació 1 (llavors d'alfals i exemplars de pastanagues)*

### 7.1.1 Metodologia

En primer lloc necessitàvem conèixer la quantitat de terra que es barrejaria amb hidrogel, a partir de les mides d'una de les dues zones de vegetació semiprotegida.

Mides exteriors 240 cm x 70 cm, i mida interior útil, és a dir, on hi ha la terra que barrejarem amb l'hidrogel, 200 cm x 50 cm, considerant un gruix de terra de 20 cm. Per tant, total de terra a barrejar amb hidrogel: 0,2 $m^3$.

Es recomana l'ús de 3 o 4 g d'hidrogel per cada litre de terra[16]. Per tant, si nosaltres volem la meitat d'aquesta quantitat i sabem que únicament disposem de 0.2 $m^3$ quina és la quantitat d'hidrogel que necessitem?

Primer de tot cal saber quants litres disposem. Tenim 0.2 $m^3$ de terra que equivalen a 200 $dm^3$ i aquests equivalen a 200 L. Si volguéssim aplicar la quantitat recomanada necessitaríem un total de 600-800 grams d'hidrogel. Però nosaltres no volem seguir aquesta recomanació perquè en una consulta que vam fer a Josep Matas[17] ens va comentar que ells havien tingut problemes per eliminar l'hidrogel un cop aplicat amb quantitat important en un indret, i preferim utilitzar la meitat del que és recomanat, per seguretat. No fos cas que en posem més del compte i després si no funciona bé tinguem dificultats per extreure'l. Per tant, en el nostre cas caldria utilitzar un total de 300 o 400 grams d'hidrogel per tal de repartir-los homogèniament per tota la terra.

Finalment vam decantar-nos per utilitzar un total de 300 grams d'hidrogel per els 200 litres de terra que disposàvem.

Accions que es porten a terme (vegeu annex fotocronològic del dia 4/04/2020):

a) Extreure plantes de les dues zones de vegetació semiprotegida

b) Cavar i airejar la terra de les dues zona de vegetació semiprotegida fins a una profunditat d'uns 20cm

c) Treure les arrels i possibles restes de vegetació de la terra.

[16] http://www.hidrogel.es/

[17] responsable tècnic del Servei de Camps Experimentals de la Facultat de Biologia de la UB.

d) Afegir al terra d'una de les dues zona de vegetació semiprotegida (la de la dreta, mirant cap al sud) la quantitat establerta d'hidrogel (Figura 20).

e) Barrejar molt bé l'hidrogel amb la terra de la zona de vegetació semiprotegida dreta.

f) Sembrar la mateixa quantitat de llavors d'alfals (*Medicago sativa*) a les dues zones de vegetació semiprotegida a uns 10 cm de profunditat. Per aconseguir-ho (ja que no es disposa de sacs de terra per afegir), es separa parcialment terra de la part central de cada zona de vegetació semiprotegida cap els laterals respectius, de manera que queda una part central, plana, d'uns 10 cm de profunditat, a sobre de la qual s'escampen les llavors, procurant que quedi la mateixa distribució en ambdues zones de vegetació semiprotegida i el més homogènia possible. A continuació es tapen les llavors amb la terra que s'havia deixat als laterals, quedant aquelles enterrades a una profunditat d'uns 10 cm.

***Figura 21.*** Tractament sense hidrogel (esquerra) i amb hidrogel (dreta) de les zona de vegetació semiprotegida abans de barrejar l'hidrogel amb la terra.

g) Es reguen a fons les dues zona de vegetació semiprotegida. Al cap de pocs minuts ja s'observa hidrogel inflat, d'aspecte gelatinós, entremig de la terra en la zona de vegetació semiprotegida dreta. Es comprova (amb una pala de mà) que l'aigua de reg ha arribat fins la profunditat on s'havia cavat i es planten 5 exemplars de pastanaga amb tija i fulles a cada una de les dues zona de vegetació semiprotegida (Vegeu annex fotocronològic del dia 4/04 /2020).

### 7.1.2 Resultats i discussió

Les primeres pastanagues no es van desenvolupar correctament, potser perquè d'entrada no estaven prou bé i per això, es va fer un segon transplantament. Al fer-ho es va poder apreciar com la zona de vegetació semiprotegida amb hidrogel tenia una terra molt més flonja que l'altre (vegeu annex fotocronològic del dia 11/04/2020).

Al cap de dues setmanes no s'observen diferències en l'aspecte de les plantes dels dos tractaments, però al fer forats per plantar més pastanagues es comprova que la terra amb hidrogel és més flonja que la del tractament sense hidrogel (vegeu annex fotocronològic del dia 25/04/2020).

Una setmana més tard (vegeu annex fotocronològic del dia 2/05/2020) s'observa com les plantes del tractament sense hidrogel estan una mica més seques que les del tractament amb hidrogel, però les diferències no són gaire acusades. Per això es va decidir continuar amb més experiments.

## *7.2 Aplicació 2 (exemplars d'enciam bord)*

### 7.2.1 Metodologia

Per dur a terme aquesta segona aplicació d'hidrogel al Pati de les tortugues vam seguir un protocol igual a l'utilitzat en la primera aplicació per tal de que els resultats fossin en les mateixes condicions. Vam plantar 12 exemplars d'enciam bord (*Lactuca serriola*) procedents del jardí japonès del pati de Primària de l'escola, 6 a cada una de les zones de vegetació semiprotegida, procurant que estiguessin en igualtat de condicions. Això volia dir que els exemplars de la mateixa mida es trobaven al mateix nivell en cada una de les dues zones (vegeu annex fotocronològic del dia 23/05/2020).

### 7.2.2 Resultats i discussió

Al cap d'una  setmana (vegeu annex fotocronològic del dia 30/05/2020) els exemplars d'enciam bord es mantenen en bastant bon estat, una mica millor els de la zona amb hidrogel, però amb poques diferències.

El mateix es va observar al cap de dues setmanes més (vegeu annex fotocronològic del dia 15/06/2020), només una mica més vigoroses i més verdes les plantes de la zona amb hidrogel. És a dir, aquesta aplicació tampoc va donar-nos uns resultats clars sobre la suposada millora de l'efecte de l'hidrogel en les plantes del Pati de les tortugues.

Aquest mateix dia, aprofitant que els alumnes de 1r de Batxillerat pujaven a l'escola per acomiadar-se del curs, es va fer el trasplantament dels exemplars d'alfals germinats a partir de llavor (vegeu apartat 5) a les dues zones de vegetació semiprotegida, tenint en compte les recomanacions del curs anterior (Carla Duran, 2019), és a dir, prement bé el substrat del voltant (vegeu annex fotocronològic del dia 15/06/2020).

## *7.3 Aplicació 3 (planter variat)*

### 7.3.1 Metodologia

Aquesta va ser la tercera aplicació d'hidrogel que vam realitzar en la zona de vegetació semiprotegida. En aquesta aplicació vam utilitzar els exemplars que havien sobrat de l'aplicació que vam realitzar en les jardineres que feien de comporta (vegeu apartat 6). Les rúcules, enciams i canonges sobrants els vam plantar en la zona de vegetació semiprotegida seguint el mateix procediment que en les jardineres, és a dir, un terç d'Eppendorf d'hidrogel directament al forat on aniria cada exemplar trasplantat.

Les mostres de les dues bandes de la zona de vegetació semiprotegida van ser plantades amb la mateixa quantitat de mostres situades a iguals posicions per tal de minimitzar l'error. Finalment vam deixar ben regada la zona on s'havia fet el transplantament (vegeu annex fotocronològic del dia 14/07/2020) .

### 7.3.2 Resultats i discussió

Al cap de dues setmanes s'observen diferències entre els dos tractaments. Les plantes de la zona sense el tractament d'hidrogel estan més seques que les de la zona amb hidrogel (vegeu annex fotocronològic del dia 28/07/2020).

Una setmana i mitja més tard (vegeu annex fotocronològic del dia 8/08/2020) es confirmen aquestes diferències. Es fa una nova observació (vegeu annex fotocronològic del dia 11/08/2020) d'aquesta aplicació de planter variat (ruca, enciam, canonges i també alfals) i es comprova que en la d'hidrogel han resistit vives més plantes que en la que no es va posar hidrogel. Aquestes observacions indiquen que l'hidrogel és mostra efectiu en el cas de trasplantaments a partir de planter.

## *7.4 Aplicació 4 (exemplars de plantatge de fulla ampla)*

### 7.4.1 Metodologia

Aquesta última aplicació d'hidrogel en el Pati de les tortugues es va realitzar amb exemplars de plantatge de fulla ampla (*Plantago major*). El descobriment que aquesta espècie agrada especialment a la tortuga mediterrània el va portar a terme la Marta Lozano en el seu treball de recerca "Autosuficiència alimentaria de la tortuga mediterrània" l'any 2007. Altres espècies de plantatge (*Plantago lanceolata*, *Plantago coronopus*...) formen part de la llista coneguda de plantes (Soler et. Al 2007; Muñoz et. Al 2009) que menja la tortuga mediterrània, però no el de fulla ampla. Possiblement sigui pel fet que les llistes de plantes esmentades s'elaboren a partir de l'anàlisi de restes vegetals dels excrements de les tortugues i aquesta espècie no és troba en la zona on elles habiten normalment i per tant, no s'hi troben mostres en els seus excrements.
Des del descobriment esmentat, cada any s'intenta tenir una bona quantitat d'exemplars d'aquesta espècie al pati abans de les vacances d'estiu[18]. A prop de l'escola, a la muntanya de la Creu d'Olorda se'n poden trobar si ha plogut força (vegeu annex fotocronològic del dia 16/07/2020), per algun indret de la serralada litoral... però el millor lloc és a santa Fe del Montseny, un indret que hem vist que es va cada any (vegeu annex fotocronològic del dia 11/08/2020). S'agafen les plantes i amb un gruix de terra considerable degut a que així facilitem la seva supervivència en el pati de les tortugues.
La distribució i plantació d'aquestes plantes es va dur a terme d'una forma diferent. La zona sud de la zona de vegetació semiprotegida va ser ocupada per xicoires i posteriorment es va netejar la zona de vegetació semiprotegida per tal d'omplir-la tota de plantatge de fulla ampla i xicoira per comprovar els resultats de l'hidrogel en aquesta aplicació. A cada forat per plantar s'hi va posar una cullerada de hidrogel (cullera de cafè) de manera que es va superar la dosi de l'aplicació anterior.
Finalment es va regar tota la zona on es va dur a terme el transplantament per assegurar el bon creixement del plantatge de fulla ampla i la xicoira, degut a que fins al cap d'una o dues setmanes no es tornaria a regar.

### 7.4.2 Resultats i discussió

El Plantatge de fulla ampla i la xicoira no han aguantat bé ni una setmana en cap dels dos tractaments de la zona de vegetació semiprotegida (vegeu annex fotocronològic del dia 17/08/2020). El substrat està molt sec, sense pràcticament diferència entre els dos tractaments. Possiblement es tracti d'un problema de l'onada de calor d'aquests dies i també de poca quantitat

[18] Informació extreta de treballs anteriors i sobretot dels documents fotocronològics.

de terra en els dos indrets esmentats. S'ha tornat a regar. Els que sí estan aguantant són alguns exemplars d'alfals i de ruca, també sense diferències observables entre els dos tractaments.
Tres dies més tard (vegeu annex fotocronològic del dia 20/08/2020) s'observa com alguns exemplars de plantatge de fulla ampla han revifat.

Si considerem el 10 de setembre com la data final de la comparativa (Figura 22), observant la zona de vegetació semiprotegida esquerra (sense hidrogel) i dreta (amb hidrogel) podem veure que hi ha plantes que han aguantat vives durant tot l'estiu i amb més quantitat en la zona amb hidrogel. Tanmateix les diferències són petites.

Que les plantes hagin aguantat vives més temps que altres anys també pot tenir relació amb el fet que aquest any, finalment, no s'ha necessitat obrir les comportes de la zona de vegetació semiprotegida, de manera que les tortugues no hi han estat en contacte.

Tot i això, gràcies a aquestes provatures amb l'hidrogel ens hem adonat que, malgrat sembla que és un bon producte, potser el problema que hi ha és que no hi ha prou substrat per a les plantes. Per tant, de cara al proper any, caldria fer una aportació important de la quantitat de terra, repetir alguna de les aplicacions amb hidrogel i potser augmentar-ne la dosificació.

***Figura 22.*** Situació final, després del mes d'agost, de la zona de vegetació semiprotegida esquerra (sense hidrogel) i dreta (amb hidrogel). Diversos exemplars de ruca, alfals i plantatge han sobreviscut, una mica millor (amb més quantitat i amb color més verd) amb hidrogel, però les diferències no són gaire clares.

# ***8. Conclusions***

Després de totes les proves realitzades amb l'hidrogel hem arribat a varies conclusions i a algunes hipòtesis per a comprovar en futurs estudis.

Malgrat que, segons la bibliografia consultada, l'hidrogel és una substància que manté humida la terra durant un temps molt superior a quan no s'utilitza aquest producte, nosaltres no hem trobat tanta diferència en cap de les múltiples proves realitzades. Ara bé, en totes elles cal dir que sí hem observat una millora amb el tractament que incorporava l'hidrogel en comparació al control, però la variació entre els dos tractaments ha estat molt baixa. Una de les possibles raons d'aquesta menor resposta podria ser deguda a que hem utilitzat una dosificació d'hidrogel inferior a la recomanada. Aquesta hipòtesi es veu reforçada pel fet que el tractament amb hidrogel s'ha mostrat més eficient en les aplicacions on havíem canviat la nostre metodologia.

Per tant, podem concloure que l'hidrogel sí és efectiu per utilitzar en la zona de vegetació semiprotegida del Pati de les tortugues, sobretot si s'utilitza aquest últim mètode, consistent en aplicar l'hidrogel directament a la zona de l'arrel enlloc de barrejar-lo amb tota la terra, en el moment del trasplantament. No obstant, recomanem continuar fent proves per intentar determinar la dosificació d'hidrogel òptima per utilitzar seguint aquest mètode.

Gràcies també a aquest treball, ens hem adonat que fa falta poder disposar de més terra en la zona de vegetació semiprotegida, ja que amb la quantitat de terra actual, amb un període de 15 dies de forta calor, sense aportació d'aigua (ni de pluja ni de reg) el substrat (inclòs el que té hidrogel) s'acaba assecant.

De cara a futurs treballs recomanem continuar aquesta recerca de l'efectivitat de l'hidrogel seguint l'última metodologia, juntament amb una major aportació de substrat (terra) a la zona de vegetació semiprotegida.

# 9. Bibliografia


BEGONES (2018). *Hidrogel: usos y aplicaciones*. Pàgina de compra i d'informació sobre l'hidrogel. (En línia) Disponible a internet: http://www.hidrogelplantas.com/

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

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

DURAN, CARLA (2019). Actuacions per el bon desenvolupament de la *Testudo hermanni* en condicions de semillibertat. Treball de recerca. Escola Mestral. 86 pp.

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>

KATHERINE, DAYANA (2019) *Efecto de la poliacrilamida en el rendimiento y volumen de riego en maiz.* Tesi doctoral. Universitat Nacional de San Agustí de Arquipa, Faculatat d'Agronomía. 154pp. (En línia) Disponible a internet: https://1library.co/document/zwvr491q-efecto-poliacrilamida-rendimiento-volumen-riego-opaco-irrigacion-majes.html

K, SIMÓN (2009). *Hidrogel.* Pàgina web amb informació àmplia sobre l'hidrogel i les seves aplicacions. (En línia) Disponible a internet: https://es.wikipedia.org/wiki/Hidrogel

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. Treball 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

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

MUÑOZ, A., SOLER, J. MARTÍNEZ-SILVESTRE, A. (2009) Aportaciones al estudio de la alimentación de *Testudo 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>

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 (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, 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.

PROKOP, TOMAS (2014) *Hidrogel ahorro de agua.* Pàgina de compra i informació d'hidrogel. (En línia) Disponible a internet: http://www.hidrogel.es/

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-eb?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.

SÁNCHEZ, D.K. (2019). *Efecto de la poliacrilamida en el rendimiento y volumen de riego en maíz (*Zea mays*)* var. OPACO. Tesis doctoral. Facultad de Agronomia. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (Perú). 154pp. (En línea). Disponible a internet: http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/9981

SK VIVERO (2016) *Hidrogel Agrícola (Semillas de Agua)*. Vídeo explicatiu de l'hidrogel a youtube. (En línia) Disponible a internet: https://youtu.be/_YBGxOUHP-k

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, 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.

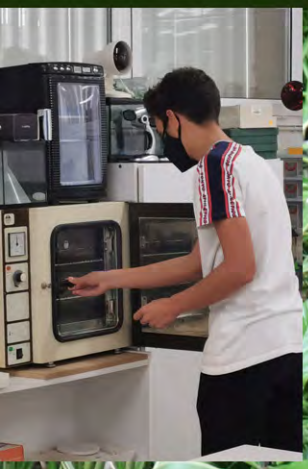
SOLER, J., MARTÍNEZ-SILVESTRE, A.& ROCA, L. (2012). *Contribution à l'étude de l'alimentation de Testudo hermanni* (Gmelin, 1789) *dans le Parc de Garrannex fotocronològic(NE de l'Espagne). Bull. Soc. Herp. Fr. 142-143:79-88.*

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 FOTOCRONOLÒGIC** del

## Projecte del *Pati de les tortugues* (curs 2020-2021)



*Bernat Ferrer Vilaseca*
*Ana Hernandez Garcia*
*Bernat Medina Juidias*

Novembre de 2020

Escola Mestral

# Pròleg

Des de ja fa 17 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 12 dels últims 13 anys, en què ha coincidit que un dels tres treballs relacionats amb el projecte ha estat de fotografia. D'aquesta manera es manté viva aquesta eina de consulta i de registre d'accions que resulta tan útil a qualsevol alumne interessat en entrar a formar part del projecte del *Pati de les tortugues* o del projecte *Treballant la fotografia de l'Escola*.

Cal dir que aquest any, pel tema del coronavirus, ha estat especial i no s'han pogut fer totes les activitats i sortides que són habituals en els projectes del Pati de les tortugues i Treballant la fotografia. Tanmateix, degut al fet que jo podia assistir a l'escola pel tema de les tortugues, he pogut fer arribar material i dades als alumnes que els ha permès continuar amb la recerca.

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 (treballs de recerca de Bernat Medina i de Bernat Ferrer).

1.2 Registres de dades ambientals i efectes del canvi climàtic

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

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

Fa uns anys s'havien fet alliberaments (al massís del Garraf i a la serra del Montsant) de tortugues nascudes a l'escola, perquè eren tortugues que havien format part d'estudis relativament llargs (procés d'ossificació de la closca, hibernació/no hibernació, creixement...), les havíem tingut alguns anys a l'escola i ja havien assolit les mides mínimes per ésser alliberades a la natura. Des de fa 7 anys ens neixen molts exemplars cada any i no els podem mantenir a l'escola, de manera que els portem al CRARC, en la visita anual que es fa a l'estiu (juliol o agost), perquè es quedin ja allí fins el moment d'ésser alliberades.

1.4 L'autosuficiència alimentària de la tortuga mediterrània a l'escola

Aprofitant una millora de la zona de vegetació semiprotegida del curs passat i un estudi de la radiació incident al pati portat a terme fa dos anys, aquest any s'estudiarà l'efecte d'utilitzar hidrogel per a la millora en el creixement de plantes heliòfiles al Pati de les tortugues, sobretot de cara al seu manteniment durant els períodes de vacances (treball de Bernat Ferrer).

1.5 Document fotocronològic

Es continua portant a terme un registre fotogràfic de les principals tasques i accions realitzades pels alumnes durant el període que dura el seu treball de recerca, ordenades cronològicament, en el mateix format d'anys anteriors (agrupaments generalment de 3 fotografies). La responsabilitat de la part fotogràfica recau, sobretot, en la persona que realitza el treball de recerca de fotografia (treball d'Ana Hernández).

**2. CRONOLOGIA DE LES TASQUES PORTADES A TERME AL PATI DE LES TORTUGUES I DE LES VISITES CONJUNTES REALITZADES DURANT EL PERÍODE QUE VA DES DE FEBRER DE 2020 FINS A NOVEMBRE DEL MATEIX ANY**

07/02/2020 Des de dimecres passat que sabem que El Bernat Ferrer (BF), el Bernat Medina (BM) i l'Ana Hernández (AH) serem els 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 del Bernat Ferrer i el del Bernat Medina relacionats amb la biologia de la tortuga mediterrània, i el de l'Ana amb la fotografia. Per començar a preparar-ho tot hem creat un grup de WhatsApp i una carpeta compartida al Dropbox entre els quatre. Després ja ens hem estrenat amb la primera activitat relacionada amb el projecte del Pati de les tortugues: ensenyar a nens petits de l'escola aspectes del cicle vital de les tortugues.

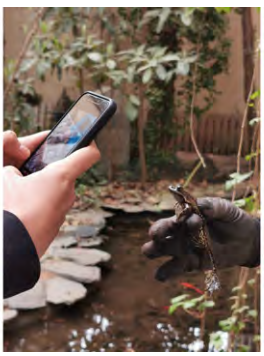
Ensenyem als nens de 3r de Primària el lloc on hibernen les tortugues petites, com tenen els ulls tancats i el control de pes que fem durant la hibernació. Han anat passant en petits grups, de 5 o 6 alumnes.

11/02/2020 Les tortugues grans, que hibernen al terrari exterior, fa alguns dies que les veiem despertes i les hem posat, una a una, en una safata amb aigua per si volien beure, però cap d'elles ho ha fet. L'Ana ha començat a practicar fotografiant elements del pati, com un bolet que ha sortit a la zona de vegetació semiprotegida (zvs). També removem amb un pal les plantes aquàtiques d'elodea per treure detritus i pols que tenen acumulada a les fulles perquè es vegi el seu color verd. D'aquesta manera la llum els hi arribi millor, fan més fotosíntesi i, en conseqüència oxigenen més l'aigua del bassal.

18/02/2020 Avui amb el Pol i el Marí analitzem les prioritats d'actuació al pati de les tortugues; decidim que el que hem d'intentar solucionar en primer lloc és el problema de l'aigua del bassal. Per altre banda, el Marí facilita a l'Ana l'ingrés al club Nikonistas perquè pugui començar un curs complet de Fotografia, com a primera part del seu treball de recerca de fotografia.

28/02/2020 Avui el Pol s'ha reservat la tarda per ajudar-nos a treure les arrels de sota la lona de la cascada del bassal. Aquest problema, el nivell d'aigua del bassal disminueix al cap d'uns dies, s'ha intentat solucionar en diverses ocasions, però mai s'ha aconseguit del tot. Sembla ser que per on es perd més aigua és per la zona del rierol o de la seva part inferior (cascada). Això s'ha esbrinat deixant aturades alternativament les dues bombes de circuit tancat: quan està aturada la que fa circular l'aigua pel rierol, el nivell d'aigua del bassal baixa més a poc a poc que quan s'atura la del brollador, mantenint la del rierol oberta. Per això, després de treure les pedres que hi ha a sobre de la lona, comprovem que, efectivament, a sota de la lona hi ha una enorme xarxa d'arrels primes i també alguna de més gruixuda, que anem traient.

Però en descobrim una que va pel caire de la lona que és molt gruixuda. No sabem de quin arbre és, però sospitem que de l'àlber o del pi insigne. Aquesta no ens atrevim a tallar-la perquè podria afectar greument la vida de l'arbre del que forma part. Sota la lona el Pol hi descobreix dues granotes, una d'elles l'aconsegueix agafar i la podem fotografiar. Per últim, el Bernat buida el contingut del recipient de l'aparell antimosquits del pati al bassal perquè se'l mengin els peixos.

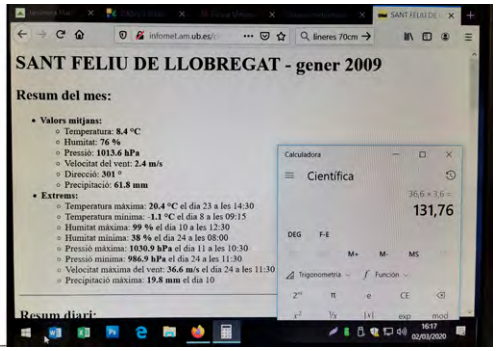


02/03/2020 Aquest matí ha fet molt vent a l'escola, aspecte que ve indicat per la gran quantitat de pinyes al terra del pi que hi ha a l'entrada de l'escola. Després, analitzant les dades de l'estació meteorològica de l'escola, hem vist que la ratxa més forta de vent ha estat de 25m/s (90km/h) a les 11:15h del matí. El Marí ens ha informat que aquest vent tan fort només havia estat superat, des que hi ha l'estació meteorològica a l'escola, el 24 de gener de 2009. En aquesta ocasió la ratxa màxima de vent va assolir els 36,6m/s (131,7km/h), i alguns arbres del pati de secundària van ser arrencats per la força del vent. També ens va explicar que s'havia observat un fet curiós, s'havia creat un espai circular al terra del voltant de la soca d'alguns arbres, que era indicador del grau de moviment d'aquests per l'acció del fort vent.

**SANT FELIU DE LLOBREGAT - març 2020**

**Resum del mes:**

- **Valors mitjans:**
  - Temperatura: **12.2 °C**
  - Humitat: **73 %**
  - Pressió: **1014.8 hPa**
  - Velocitat del vent: **2.2 m/s**
  - Direcció: **324 °**
  - Precipitació: **69.6 mm**
- **Extrems:**
  - Temperatura màxima: **22.2 °C** el dia 5 a les 15:30
  - Temperatura mínima: **3.2 °C** el dia 27 a les 06:30
  - Humitat màxima: **95 %** el dia 15 a les 08:45
  - Humitat mínima: **29 %** el dia 27 a les 14:30
  - Pressió màxima: **1027.8 hPa** el dia 17 a les 23:15
  - Pressió mínima: **990.8 hPa** el dia 2 a les 08:30
  - Velocitat màxima del vent: **25.0 m/s** el dia 2 a les 11:15
  - Precipitació màxima: **39.4 mm** el dia 16



**SANT FELIU DE LLOBREGAT - gener 2009**

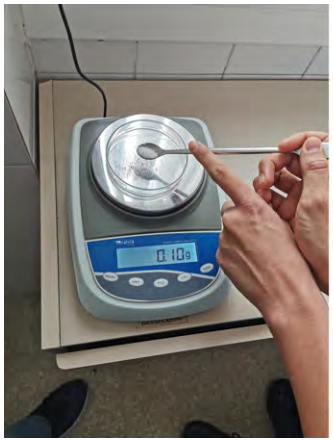
**Resum del mes:**

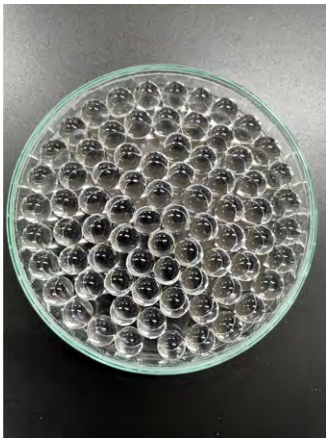
- **Valors mitjans:**
  - Temperatura: **8.4 °C**
  - Humitat: **76 %**
  - Pressió: **1013.6 hPa**
  - Velocitat del vent: **2.4 m/s**
  - Direcció: **301 °**
  - Precipitació: **61.8 mm**
- **Extrems:**
  - Temperatura màxima: **20.4 °C** el dia 23 a les 14:30
  - Temperatura mínima: **-1.1 °C** el dia 8 a les 09:15
  - Humitat màxima: **99 %** el dia 10 a les 12:30
  - Humitat mínima: **38 %** el dia 24 a les 08:00
  - Pressió màxima: **1030.9 hPa** el dia 11 a les 10:30
  - Pressió mínima: **986.9 hPa** el dia 24 a les 11:30
  - Velocitat màxima del vent: **36.6 m/s** el dia 24 a les 11:30
  - Precipitació màxima: **19.8 mm** el dia 10

Resum diari:

Calculadora — Científica — 131,76

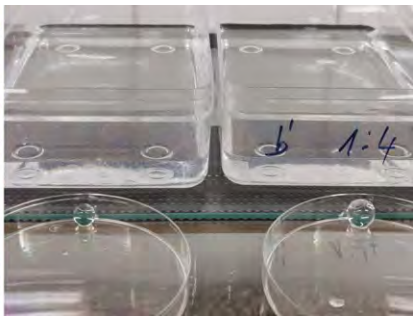
06/03/2020 El Bernat comença a fer proves amb els dos tipus d'hidrogel, el sec i el de les boles transparents. Del primer vol comprovar si realment absorbeix la quantitat d'aigua que s'indica a l'etiqueta. Del segon, el de les boletes ja preparades, vol fer diverses proves. En primer lloc determinar la mida estàndard d'una boleta (mesurant el diàmetre d'un determinat número, calcular la mitjana i la desviació). Després deixar en dos tipus d'aigua (de l'aixeta i destil·lada) la quantitat de boletes d'hidrogel que caben en una placa de petri (més informació en el TR del Bernat Ferrer).





Després anem tots tres a buscar plantes per trasplantar al pati de les tortugues. Comencem per treure'n algunes del nou hortet, ja que les preferides per les tortugues (Dent de lleó i Plantatge) es consideren "males herbes" en un hort. Arrenquem els exemplars amb terra i arrels i tornem a tapar el forat. Repetim l'operació per la resta de zones del pati de Primària, sobretot a l'extrem nord, al davant de l'aula d'arqueologia és on més en trobem. Quan tenim la bossa ben plena d'exemplars de dent de lleó i de plantatge, anem al Pati de les tortugues i les trasplantem (més informació en el TR de Bernat Medina). Reguem, guardem les eines i marxem. Però el Marí, que pensava que encara no havíem

marxat, ens informa que ja es nota diferència visualment entre la mida de les boles introduïdes en aigua destil·lada i de l'aixeta i ens envia una foto i unes dades (més informació en el TR de Bernat Ferrer).




13/03/2020 Avui no podem anar a l'escola perquè ha començat el confinament pel coronavirus. Tocava fer les mesures de pes de les tortugues petites i treure les grans de la hibernació. Ho ha fet el nostre tutor a primera hora del matí. Ha vist que, malgrat 11 de les 18 tortugues estaven a la superfície del substrat, totes estaven dormides. Les ha pesat i les ha tornat a deixar a la gàbia de protecció.

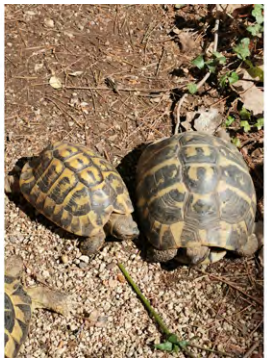
Les tres tortugues grans, en canvi, ja estan ben despertes, les treu del terrari exterior i les deixa lliures pel Pati de les tortugues. S'ha trobat que l'aparell antimosquits que hi havia al pati no funcionava bé, s'havia trencat una pala del ventilador. L'ha canviat per un de recanvi que hi havia al laboratori. També ha omplert el bassal.

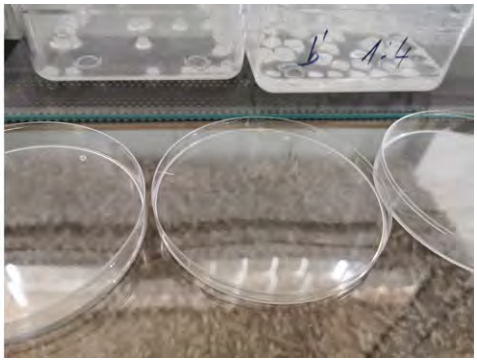
19/03/2020 Nota informativa: L'acció sobre el terreny durant les mesures de confinament per la pandèmia COVID-19 causada pel coronavirus SARS-CoV-2, la portarà a terme el tutor del treball de recerca (Josep Marí) perquè és l'única persona que disposa de permís per accedir al Pati de les tortugues de l'Escola Mestral, que és instal·lació col·laboradora del Departament de Territori i Sostenibilitat, amb el número de registre 39 i número de nucli zoològic B-2501126, per a l'estudi i cria en captivitat de la tortuga mediterrània (*Testudo hermanni*).

Es treuen les fulles seques del terrari exterior i s'hi trasplanten exemplars petits de dent de lleó, plantatge i algun trèvol per poder-hi posar les tortugues petites, que ja s'han trobat totes desenterrades i ben despertes al migdia, per tant avui es considera finalitzat el període d'hibernació.

Es porta a terme l'última pesada d'aquest període i es posen totes al terrari. Al cap de poca estona s'observa que la majoria d'elles ja estan menjant.

Es rega a fons aquesta zona del terrari on hi ha les plantes i es deixa sense mullar la meitat dreta del terrari, que també està protegida de la pluja per una planxa rectangular de metacrilat transparent. Pel que fa a les tortugues grans, s'observa com el mascle intenta insistentment copular amb les dues femelles. També s'ha observat al laboratori que les boles d'hidrogel individuals que es van deixar de mostra a les plaques de petri a fora de l'aigua (vegeu AF del dia 06/03/2020), s'havien reduït de mida com les de l'estufa de cultiu a 60°C (més informació en el TR del Bernat Ferrer).





04/04/2020 Avui es comença una prova de l'efecte d'utilitzar o no hidrogel a la zona de vegetació semiprotegida (zvs ) del Pati de les tortugues. En primer lloc, a partir de la quantitat de terra d'una de les dues zvs que s'aplicarà l'hidrogel, el Bernat Ferrer calcula la quantitat d'hidrogel que s'haurà de

barrejar amb la terra, tenint en compte les recomanacions de Josep Matas (responsable tècnic del Servei de Camps Experimentals de la Facultat de Biologia de la UB), al que havíem consultat (més informació en el TR de Bernat Ferrer). A continuació es cava i s'aireja bé la terra de les dues zvs, en una (la de la dreta, en direcció i sentit N-S) s'hi reparteix (a la zona central una mica enfonsada) l'hidrogel i a continuació es barreja bé amb la terra i tornant a deixar la zona central una mica enfonsada, com la de l'esquerra, per plantar les llavors a una profunditat d'uns 10cm.

Seguidament es mesura la quantitat de llavors d'alfals (*Medicago sativa*) i es reparteix la mateixa quantitat a les dues zones de vegetació semiprotegida. Es cobreixen les llavors amb la terra que estava amuntegada pels voltants (de manera que les llavors queden enterrades a uns 10cm de profunditat) i també es planten 5 exemplars de pastanagues amb tija i fulles a cada una de les zvs. Després es tornen a col·locar els tubs del reg gota a gota i es rega manualment fins que queda la terra de les dues zones ben amarada d'aigua. (Aplicació 1; més informació en el TR de BF).

Al cap de poca estona es pot observar com la zona de la dreta, la que té hidrogel, reflexa molt més la llum que la de l'esquerra; la raó es que en la de la dreta hi ha algunes partícules d'hidrogel, ja hidratades i inflades, que sobresurten a la superfície i reflecteixen la llum com si es tractés de cristall de gel o de vidre. També es pot observar l'arribada de la primavera a l'entrada de l'escola.

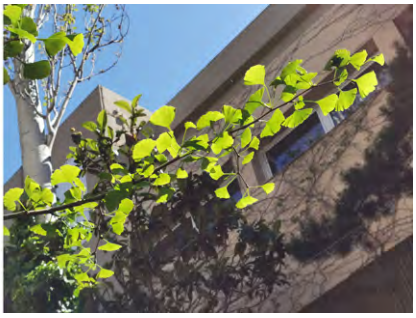
11/04/2020 Les tortugues juvenils s'han menjat bona part dels exemplars de plantatge i dent de lleó trasplantats. Se'n posen alguns més. Les pastanagues de la zona de vegetació semiprotegida no han revifat, potser no estaven en bones condicions quan es van comprar. Es torna a regar tot. Hi ha una possible plaga de formigues en una cantonada de la ZVS esquerra. Envio foto macro al grup de WhatsApp perquè busqueu de quina espècie es tracta.

18/04/2020 Avui el Marí, després de pesar les tortugues, prepara material per fer arribar a l'Ana i al Bernat Ferrer perquè puguin treballar des de casa. També posa un gel antiformigues per controlar la plaga de formigues descoberta la setmana anterior. De tornada descobreix que uns arbres de Mas Lluí tenen un aspecte curiós i un color especialment groc i li comenta a l'Ana, que viu a prop, i pot aprofitar per fer-ne un seguiment fotogràfic quan baixi a passejar el seu gos.

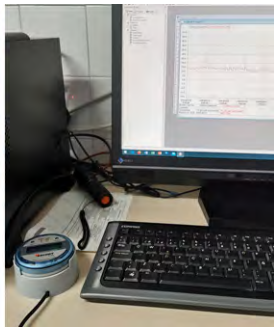
25/04/2020 En arribar s'ha trobat una tortuga girada, però estava bé. També ens ha explicat que moltes de les tortugues juvenils havien baixat de pes. Potser degut a la forta pluja dels últims dies (entre el dies 19 i 22 han caigut més de 160 l/m$^2$, segons hem pogut comprovar en les dades de l'estació). Les plantes també es veuen poc menjades.

També es tornen a veure formigues. Potser també perquè la forta pluja ha fet desaparèixer el gel antiformigues i por això n'ha tornat a posar (i ha vist com algunes en començaven a menjar. Després ens comenta que ha vist vàries aranyes saltarines (una petita aranya caçadora que sovint es troba al pati i que ha estat motiu d'estudis de macrofotografia en treballs de recerca anteriors). Ha vist que no hi ha diferències aparents entre les dues zones de vegetació semiprotegida, però al fer el forat per plantar un altre cop pastanagues tendres, ha comprovat que la terra de la ZVS que té hidrogel és més flonja.

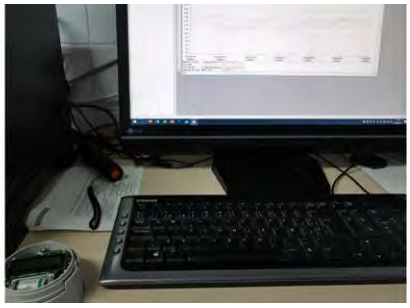
Finalment ha buidat el contingut de l'aparell antimosquits al bassal i ha enviat vàries fotografies en les que es veien els carpins i les gambúsies (aquestes menys visible) com hi anaven a menjar, les tortugues grans assolellant-se a la zona de postes i una branca del ginkgo amb les fulles gairebé formades.



02/05/2020 Es descarreguen les dades dels dataloggers de temperatura de doble sonda tèrmica que hi ha instal·lats al Pati de les tortugues. Per un costat, el que té els sensors enterrats a l'interior d'un niu (sense ous) de la zona de postes.



I per un altre, el de la zona d'hibernació que té un sensor situat en superfície i un altre enterrat a nivell d'on poden enterrar-se les tortugues quan estan hibernant. En aquest últim cas, s'ha canviat la pila de l'enregistrador. Les dades s'han penjat a la carpeta compartida del Dropbox.

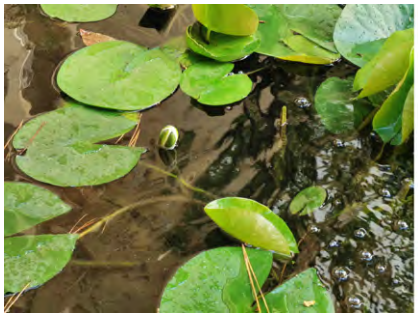


A les 12 del matí totes les tortugues, grans i petites, es situen a la zona més càlida del seu indret. Les formigues estan més controlades, només se'n veuen algunes. En quant a la zona de vegetació semiprotegida, s'observa que les plantes de la de l'esquerra estan més seques que les de la dreta (la del tractament amb hidrogel), però les diferències no són molt acusades.

09/05/2020 Es preparen les incubadores per continuar amb els dos tractaments de temperatura dels últims anys. Una incubadora, la de l'esquerra, amb el tractament de temperatura alta (32,2°C), optimitzat perquè neixin femelles. L'altra, la de la dreta, a la temperatura de 31,5°C, que és la temperatura anomenada pivotant (neixen igual número de mascles que de femelles). A cada incubadora s'enregistren dades amb tres dataloggers; un dataloguer *Escort iLog* de doble sonda tèrmica (T6, T4), amb les dues sondes a nivell del substrat de les caixes d'incubació dels ous, un datalogger termohigròmetre *Easy Log* (H7, H6) situat també a nivell dels ous i un datalogger termohigròmetre *Escort iLog* (H3, H4) situat al fons de la incubadora.

Per altra banda, amb el rasclet de punxes flexibles, es neteja i es deixa uniforme la zona de postes i es comprova, observant on s'acumula l'aigua després de regar per sobre tota la zona, que hi ha un cert pendent (aspecte que s'ha demostrat important en un treball anterior). Es descobreix una ooteca de mantis (*Mantis religiosa*) a la paret a mig metre d'altura (entre la porta del menjador i el terrari exterior). El nenúfar blanc del bassal, continua creixent.

16/05/2020 Després de pesar les tortugues juvenils (i d'enviar foto dels resultats al grup de WhatsApp, com cada setmana que es puja a l'escola), s'observen els primers capolls de flors del nenúfar i del clavell d'aire de la temporada. I que els nespres comencen a madurar.



23/05/2020 Avui hi ha algunes novetats. S'han descobert dos nius d'ocells al Pati de les tortugues, un a la capçada del pi insigne (de tórtora turca) i un altre entre l'heura de la paret sud (de garsa).

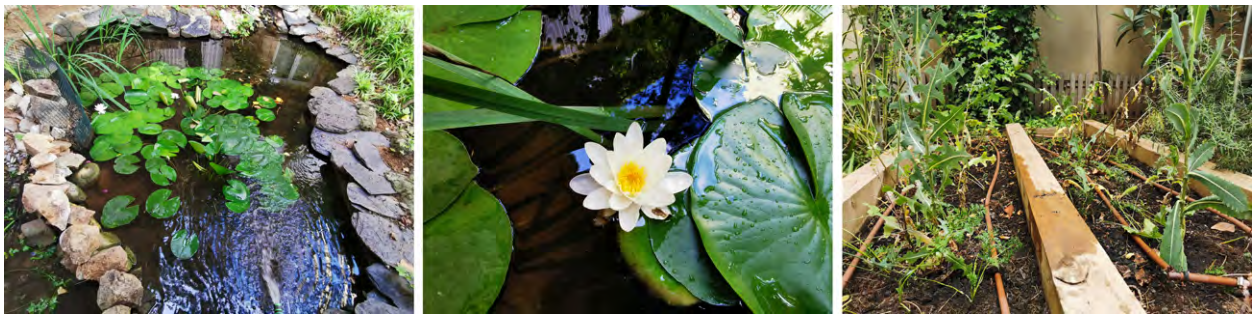
Després de pesar les tortugues grans, es comprova que la gran ha perdut uns 100g de pes. Aleshores s'ha buscat una possible posta a la zona de postes i s'ha trobat. Es tracta de la primera posta de la temporada. Es procedeix com de costum, és a dir, es marca amb llapis la posició de cada ou a mida que es van desenterrant. S'observa que un dels ous té un cop, amb la closca una mica esquerdada i enfonsada. Quan es comprova que no hi ha més ous, es torna a tapar el forat del niu, pressionant el sauló i mullant la zona perquè quedi com abans, per si es fan més postes en aquest lloc.

Un cop al laboratori, es netegen els ous i es retolen (número i data) i es distribueixen en les dues incubadores. La meitat a cada incubadora (quan són nombres imparells, com en aquest cas, s'intenta equilibrar amb altres postes imparells). Es comença una taula amb totes aquestes dades i algunes observacions, com el fet que en aquesta posta hi ha dues mides d'ous molt marcades, uns de molt grans i uns de més petits. S'ha dedicat especial atenció a l'ou esquerdat, desinfectant la zona de l'esquerda amb povidona iodada (topionic) i segellant amb *esterri-strep.*

Per últim, s'han trasplantat 12 exemplars d'enciam bord (*Lactuca serriola*), procedents del jardí japonès del pati de Primària, a la ZVS, 6 a cada un dels dos tractaments (Aplicació 2; més informació en el TR de BF).

30/05/2020 Segona posta de la temporada (primera posta de la tortuga mitjana). Aquesta posta s'ha trobat a fora de la zona de postes actual. Concretament a l'altre extrem del pati, a la zona inicial de postes. Això no havia passat feia molts anys. Les causes poden ser diverses, però podrien estar relacionades amb el fet que aquest any hi ha una mica més d'ombra a la zona de postes perquè no s'han podat algunes branques que projecten la seva ombra a aquesta zona. Es processen els ous com l'explicat a la primera posta i es distribueixen dos a cada incubadora.

El nenúfar del bassal ja té vàries flors obertes i ocupa més tros de la superfície del bassal. Els exemplars d'enciam bord de la ZVS es manté en bon estat, una mica millor el de la zona amb hidrogel, però amb poques diferències.



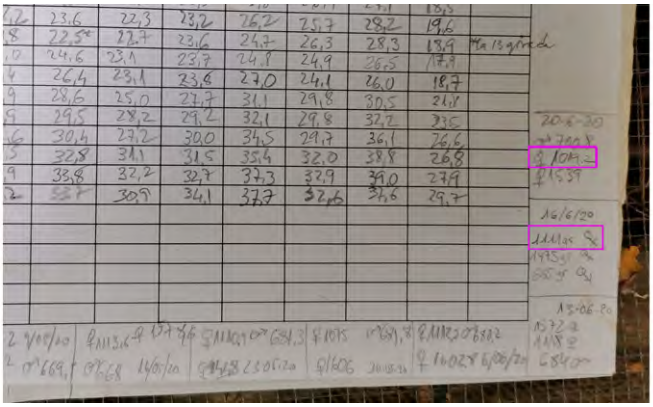
13/06/2020 La femella gran ha perdut 30g. S'ha buscat una possible posta, però no s'ha trobat res. S'ha buidat el contingut de l'antimosquits, que estava bastant ple, al bassal i els carpins vermells i les gambúsies se l'han menjat, com sempre.

15/06/2020 Avui pugem a l'escola tots els de 1r de batxillerat per fer el comiat de curs i nosaltres tres hem aprofitat per fer unes tasques seguint les indicacions del nostre tutor. L'Ana fa fotografies del Pati de les tortugues (observa com les tortugues tenen una coloració críptica amb el terra del pati, sobretot quan caminen per indrets on hi ha algunes ombres), el Bernat Ferrer fa el trasplantament dels seus planters d'alfals a la zona de vegetació semiprotegida, utilitzant una metodologia diferent a la de l'any anterior (més informació en el TR de BF) i el Bernat Medina comprova que la temperatura de les incubadores sigui la correcta. Les tortugues grans no han baixat de pes (les ha pesat el Pol aquest matí) i per tant no es busca si han fet cap posta.

16/06/2020 El Pol quan arriba al matí comprova que la tortuga gran (la fosca, que diu ell) ha perdut prop de 100g i ha trobat el niu. Ha trucat al Marí per informar-lo i ha processat els ous seguint les seves instruccions. Per tant és la tercera posta (la 2a de la tortuga gran) de 6 ous (numeració del 12 al 17). També ha podat unes branques que feien ombra a la zona de postes.

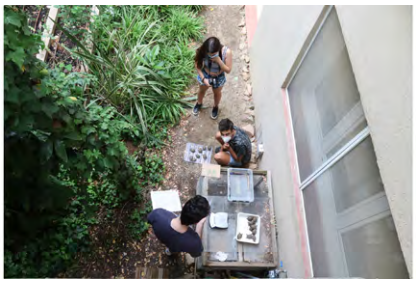
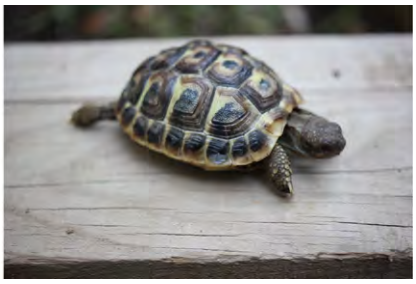
20/06/2020 Ahir el Pol va enviar una foto al Marí en la que es veia la tortuga mitjana fent forat a la zona de postes, però abans de marxar el Pol la tortuga havia abandonat l'intent. Avui el Marí quan ha arribat ha pesat les tortugues grans i ha vist que la femella mitjana havia perdut 92 g, una pèrdua compatible amb una posta. Però per mol que ho ha buscat, no n'ha trobat cap de posta. No sabem si aquesta

pèrdua de pes és perquè realment ha fet una posta i no s'ha trobat, o bé perquè ha perdut pes amb els intents fallits de fer la posta i encara no l'ha fet. S'ha tornat a deixar la zona de postes ben uniforme.



27/06/2020 Es pesen les tortugues juvenils i les adultes. Aquestes últimes no han variat, pràcticament. Mentre que la majoria de les petites han augmentat molt de pes (s'havien acabat pràcticament tot el menjar). S'afegeix aigua a la incubadora del tractament a 31°C perquè s'estava acabant.

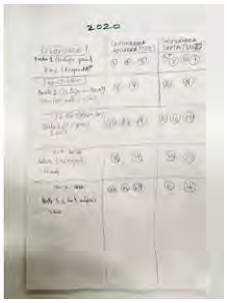
03/07/2020 Avui pugem tots tres. Fem neteja de l'excés de fulles del pati, pesem i fotografiem les tortugues i a última hora hem quedat un moment amb el nostre tutor perquè ens ha d'entregar material (un peu de rei i hidrogel al BF, un objectiu gran angular i llibres de fotografia a l'Ana i unes dades de TR anteriors al BM).

06/07/2020 El Pol ha detectat una posta i al notificar-ho al Marí, aquest li diu que pugem nosaltres a processar els ous, però avui no ens va bé i quedem per pujar demà a primera hora.

07/07/2020 Pugem a l'escola i fem el procés amb els ous d'aquesta 4a posta trobada, però tenim un problema: no sabem de quina tortuga és perquè les dues femelles han perdut una mica de pes (61g la gran i 36g la mitjana) i això no és suficient per determinar que és de la femella gran. Malgrat tot, de moment posarem que és de la gran amb un interrogant, i si hi ha una altra posta potser ho podrem determinar. També hem trasplantat alguns exemplars de plantatge a la zona central del pati.

10/07/2020 Ahir el Marí ens va avisar que la femella mitjana acabava de fer una posta a la zona de postes, després de dos intents fallits (un d'ells a l'altre costat, com la primera posta d'aquesta tortuga). Això vol dir que la posta de la setmana passada era de l'altra tortuga, de la gran. Així doncs, aquesta és la cinquena posta trobada de la temporada i correspon a la segona de la femella mitjana (o a la tercera real, si en va fer una i no la vam trobar). És una posta de 5 ous, la segona imparell, per tant posem 3 ous a la incubadora 1 i 2 a la incubadora 2 (per compensar la primera posta de 7 ous), d'aquesta manera el nombre d'ous de cada tractament és el mateix.



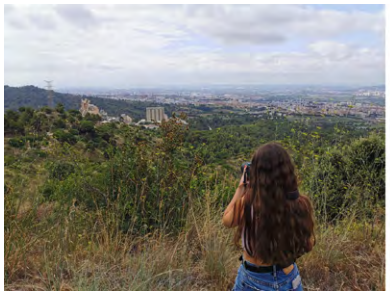
14/07/2020 Marí va a comprar planter de ruca, un tipus d'enciam i canonges a Planters i verdures Barrau de Cabrera de Mar. Al mateix temps, ha portat una bona quantitat de *Marchantia polymorpha*, una hepàtica que es troba en gran quantitat en un hivernacle de Barrau i ha estat motiu d'estudi en un projecte fotogràfic d'un treball de recerca anterior (Ariadna Gorriz, 2017). És una planta que necessita molta humitat, per tant s'ha col·locat a la cascada del bassal, en una zona on hi arriben els esquitxos d'aigua.

El Marí va comprar 100 exemplars de varies plantes per ser plantades a les dues noves jardineres que serien incorporades al Pati de les tortugues. Aquesta pràctica correspondria amb la tercera aplicació d'hidrogel (vegeu TR Bernat Ferrer). Primer de tot es van omplir les jardineres amb terra de forma més o menys igual per a les dues.

Aquell mateix dia després d'haver omplert les dues jardineres amb terra nova, vam calcular els punts on es plantarien els exemplars de les tres espècies per tal que quedessin uniformement distribuïdes i de la mateixa manera en les dues jardineres, practicant (amb un punxó de forma cònica) forats equidistants. A cada un d'aquests forats d'una de les dues jardineres s'hi va posar una quantitat d'hidrogel equivalent a la tercera part del contingut d'un *eppendorf*. Finalment es van portar les jardineres ja carregades de plantes al pati.

Un cop les jardineres ja eren a baix, el Bernat va realitzar un transplantament homogeni en la zvs de totes aquelles plantes que no havien sigut trasplantades a les jardineres. La dosi d'hidrogel que es va utilitzar en aquest transplantament va ser el mateix que es va utilitzar en la jardinera. Finalment es van regar totes les zones de transplantament a consciència.  Per altra banda, el Pol proposa de fer una prova amb un cabdell d'enciam a sobre d'un tros de porexpan foradat i posat a l'aigua per veure si treu arrels.

16/07/2020 Avui com fa un dia amb bona visibilitat, pugem a la Creu per fer fotos de paisatge i per veure si trobem plantatge de fulla ample per les tortugues, en un indret que coneix el nostre tutor. En arribar, comprovem que el terreny està molt sec i no trobem exemplars del plantatge que buscàvem. De manera que l'Ana es disposa a fer fotos del paisatge del Baix Llobregat seguint les instruccions del tutor.



Practica amb el zoom de l'objectiu de la càmera rèflex, fotografiant cap a l'escola i també diverses fotos de l'indret on estàvem.

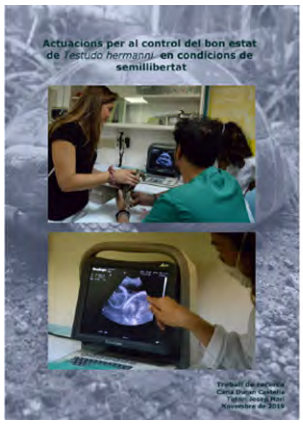
Després amb la càmera d'un smartphone (un Huawei P30 Pro), ha après a fer fotos panoràmiques de dues maneres diferents per poder comparar els resultats. En un cas utilitzant la funció panoràmica de la càmera i en l'altra fent 4 o 5 fotos que es solapin parcialment pels costats per fer posteriorment el muntatge amb un programa d'ordinador específic per fer panoràmiques (més informació en el TR de l'Ana Hernández).

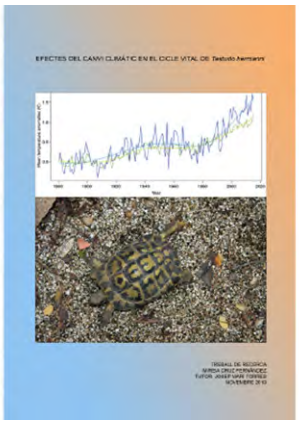
En tornar a l'escola l'Ana ha començat el projecte de fotografiar les diferents generacions de tortugues de l'escola. Primer fotografiant les adultes al Pati de les tortugues en diferents posicions, inclosa la visió ventrodorsal per captar el color i estructura del plastró, així com el dimorfisme sexual.

El més important, però, era fotografiar les tortugues juvenils, les nascudes a l'escola i que ara tenen un any de vida perquè molt aviat les haurem de portar i deixar al CRARC.

20/07/2020 Avui fem la visita de control anual de les tortugues grans al CRARC i també per lliurar les nascudes a l'escola l'estiu passat. En arribar, el Marí entrega una còpia en paper dels dos treballs de recerca del curs passat relacionats amb les tortugues a l'Albert Martínez-Silvestre (responsable científic del CRARC) i les tortugues al Joaquim Soler (responsable tècnic del CRARC). Parlen una estona d'una publicació que està en marxa i dels últims premis rebuts, relacionats amb els treballs de recerca del Pati de les tortugues. Expliquem els nostres treballs i l'Albert quan sent que l'Ana el fa de fotografia, comenta que acaben de fer una publicació sobre la asimetria de la closca (no detectable a ull nu, però sí

amb un programa d'ordinador a partir de fotografies molt ben fetes de la closca). Sembla ser que aquesta asimetria els ajuda a tornar a la posició correcte quan estan girades. L'Albert li proposa al Marí si hi vol participar, per aportar més dades al projecte. Podria ser un tema de treball de recerca de fotografia i biologia de cara al proper curs...





Aquest any no hi ha curs de manipulació de rèptils per a veterinaris i biòlegs (tradicionalment es feia coincidir aquesta visita amb el curs i s'explicava el projecte de l'escola) i estem sols. De manera que passem directament al laboratori.

Un cop a dins del laboratori l'Albert comença a fer la revisió anual de les grans i ens va explicant tots els detalls. L'Ana té l'oportunitat de treballar el reportatge científic i no es desenganxa de la càmera rèflex amb objectiu macro en cap moment de la revisió, sobretot per captar tots els detalls de l'ecografia (més informació en el TR de l'Ana Hernández).

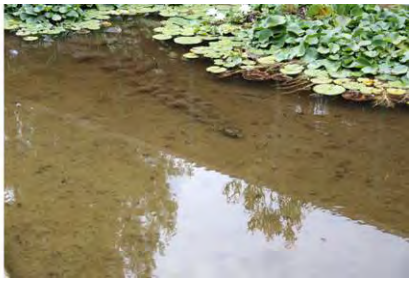
Després de l'ecografia l'Albert ens demana que netegem amb paper les restes de gel de l'ecografia (es posa per millorar la senyal del transductor) perquè és la mateixa zona on posarà la injecció amb l'antiparasitari.

Un cop ha posat la injecció a les tres tortugues, ens posa en un recipient de plàstic una certa quantitat del que és d'administració oral perquè el posem nosaltres mateixos al cap d'uns 15 dies a les tortugues.

En acabar la revisió de les tortugues de l'escola aprofitem per fer una visita a totes les instal·lacions del CRARC. Hem vist les tortugues de Florida (molts exemplars junts) i les grans instal·lacions dedicades a les tortugues mediterrànies que són, sense cap mena de dubte les protagonistes del CRARC.

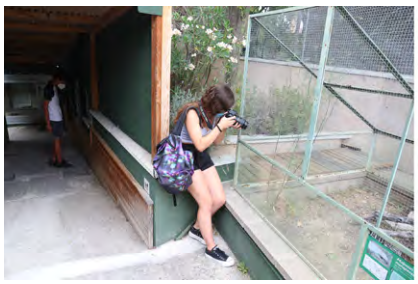
En mig de l'itinerari, després de les instal·lacions més grans dedicades a les tortugues mediterrànies, hi ha una gran bassa amb nenúfars, peixos, granotes i tortugues d'estany. Hem estat una bona estona observant-los, i també les libèl·lules que hi havia. Precisament n'hem vist una ponent ous (mes informació en el TR de l'Ana Hernández).

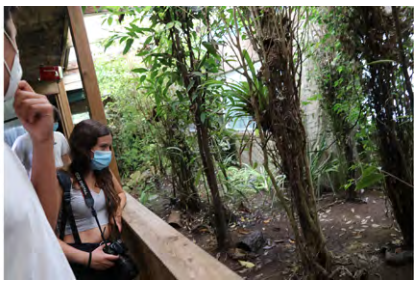
Si la protagonista terrestre del CRARC és la tortuga mediterrània, la protagonista aquàtica és la tortuga d'estany.



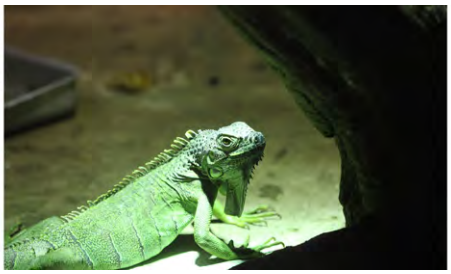
Al final de l'itinerari tornem a trobar instal·lacions per a la tortuga de Florida i un indret amb tortugues mossegadores.

I també hem pogut veure alguns animals més grans, com unes serps amagades entre les plantes, o uns caimans, dels quals hem pogut llegir la seva història i com han acabat al CRARC.





I, finalment, hem fotografiat un parell d'iguanes en terrari amb poca llum, mentre es mantenen quietes sobre un tronc mirant constantment cap a la part que tenen il·luminada.



25/07/2020 S'afegeix aigua a la incubadora del tractament a 32°C perquè s'havia acabat.

28/07/2020 A les jardineres petites (on hi ha plantades ruca, enciam i canonges) no s'observen diferències entre els dos tractaments, potser perquè el substrat es manté encara ben humit en les dues. Però en la zona de vegetació semiprotegida sí que s'observen diferències entre els dos tractaments. Les plantes de l'esquerra estan més seques que les de la dreta (més informació en el TR de BF).

Algunes de les fulles del nenúfar blanc del bassal estan aixecades (un pam per sobre del nivell de l'aigua). S'ha buidat el contingut de l'antimosquits (estava bastant ple, sobretot d'arnes). Els peixos, com sempre, no han trigat gaire a arribar.

Les plantes que s'havien plantat per les tortugues al centre del pati estaven totes menjades i s'ha anat al jardí japonès i a l'hortet del pati de Primària, però estava tot sec. De manera que s'ha procedit a agafar crespinell (*Sedum sediforme*) del terrat de l'escola i s'ha trasplantat al centre del pati. Només el mengen com a últim recurs o com a font d'aigua (explicat en treballs de recerca anteriors). Aquí no és per l'aigua, perquè poden anar a beure a la part poc fonda del bassal. S'han plantat dues pastanagues en un extrem de cada zona de vegetació semiprotegida i s'ha regat a fons. També s'ha posat en marxa, com a prova, tres blocs de porexpan endurit (concretament poliestirè extrusionat) amb un cabdell d'enciam cada un. A veure si treuen arrels i acaben creixent i espigant.

31/07/2020 Han nascut les dues primeres tortugues de la temporada, BB1 i BB2, corresponents als ous nº 8 i 9 de la primera posta de la tortuga mitjana. Per l'aspecte a dins de la incubadora i pel fet No n'ha nascut cap de la primera posta de la tortuga gran. La tortuga BB1 està ben amagada a dins de la closca, amb posició de defensa.

La BB2, en canvi, està força activa. Es traslladen al terrari del laboratori amb un plat amb aigua i unes fulles d'enciam amb la part inferior dins l'aigua perquè aguantin fresques més temps. L'ou nº10 està una

mica obert i s'ha deixat al terrari, juntament amb les dues tortugues ja marcades per tal d'evitar confusions si també neix la tortuga de l'ou nº 11 (és el 4t ou d'aquesta posta), perquè fins el dia 3 d'agost no podrà pujar ningú.

03/08/2020 avui pugem l'Ana i el Roger Medina. En primer lloc mirem les incubadores i el terrari. Comprovem que la tortuga de l'ou nº 10 ja ha nascut i la pesem i la marquem. També veiem que l'ou número 11 es comença a esquerdar i el deixem al terrari perquè no es tornarà a pujar fins a final de setmana. De fet, la temperatura del terrari no difereix gaire de la de les incubadores, fa molta calor. L'Ana dedica força temps a fer fotos de les tres tortugues pel seu projecte de reportatge de les tortugues (més informació en el TR de l'Ana.

Després baixem al Pati de les tortugues per administrar la segona dosi d'antiparasitari a les tortugues adultes. Quan hem tingut localitzades les tres tortugues (el mascle ens ha costat de trobar) el Bernat i el Marí administren la dosi corresponent a cada tortuga de Fenbendazol (en funció del seu pes) mentre l'Ana en fa el seguiment fotogràfic. El mascle és el que ha costat més, les dues femelles no han oposat pràcticament resistència.

08/08/2020 Ahir el Pol va trucar al Marí informant que la tortuga de l'ou nº 11 ja havia nascut i que l'havia pesat, marcat i posat al terrari amb les altres. De manera que ja tenim la primera posta completa de la tortuga mitjana, amb una eficiència de naixements del 100%, mentre que de la primera posta de la gran no n'ha nascut ni en naixerà cap. Hem vist que això ja havia passat altres anys, de la primera posta sovint no hi ha naixements (més informació en el TR de BM). Per altra banda es comprova que encara no

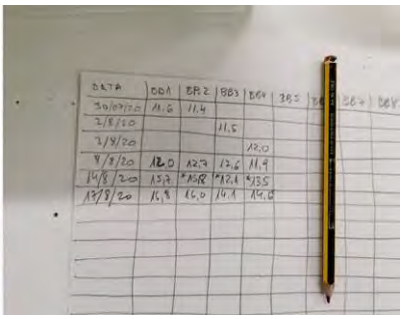
hi ha diferències observables entre els tractaments (sense i amb hidrogel) de les dues jardineres, en canvi sí que se'n observen en les zones de vegetació semiprotegida (Més informació en el TR de BF). Pel que fa al crespinell que es va plantar fa uns 10 dies, continua intacte; senyal que han tingut disponibles espècies de plantes que són més del seu gust.

11/08/2020 Per tal de poder fer la comprovació de la importància o no d'utilitzar hidrogel a la zona de vegetació semiprotegida amb exemplars de plantatge de fulla ampla (*Plantago major*) el nostre tutor n'ha portat (del mateix indret de Santa Fe del Montseny que s'agafen cada any) suficients exemplars per omplir les dues zones de vegetació semiprotegida. En primer lloc s'ha comprovat el resultat de la plantada (sense i amb hidrogel) del 14/07/2020. En els tractaments a partir de planter de les jardineres, com ja hem comentat recentment, no s'hi observen diferències, almenys de moment. En les zones de vegetació semiprotegida sí que observem que en la d'hidrogel han resistit vives més plantes que en la que no es va posar hidrogel, però la vegetació no ha crescut gaire en cap de les dues zones.

Després es va fer el trasplantament d'alguns exemplars de xicoira i de molts de plantatge, repartits entre les dues zones de vegetació semiprotegida, una amb hidrogel (una cullerada de cafè d'hidrogel a cada forat per plantar). La xicoira es va deixar a l'extrem sud de les zones de vegetació semiprotegida i segurament no sobreviuran perquè les arrels estaven tallades, però ja s'han col·locat que pengin fora de la zona perquè les tortugues hi puguin accedir des de fora. S'ha regat tot a consciència, però ara no es regarà més durant una o dues setmanes per veure si hi ha diferència entre els dos tractaments. (Aplicació 4; més informació en el TR de BF)

17/08/2020 El Plantatge de fulla ampla i la xicoira no han aguantat bé ni una setmana en cap dels dos tractaments de la zona de vegetació semiprotegida. El substrat està molt sec, sense pràcticament diferència entre els dos tractaments. Possiblement es tracti d'un problema de l'onada de calor d'aquests dies i també de poca quantitat de terra en els dos indrets esmentats. S'ha tornat a regar. El que si estan aguantant són alguns exemplars d'alfals i de ruca, també sense diferències observables entre els dos tractaments.

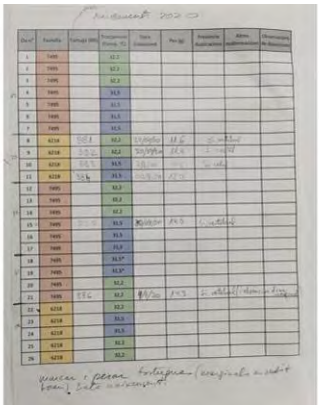
S'ha vist esquerdat l'ou número 15 començat a obrir i s'ha deixat al terrari perquè acabarà sortint abans que hi torni algú. Aquest ou correspon a la posta número 3, la segona de la tortuga gran. Les altres 4 tortugues nascudes creixen força bé.



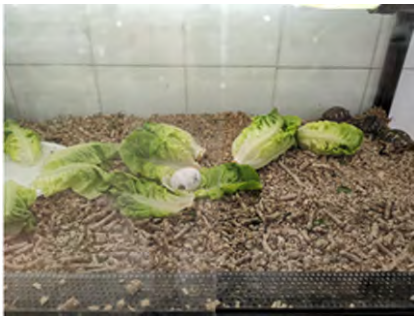
20/08/2020 La tortuga BB5 (de l'ou número 15 ja ha nascut). Presenta una petita duplicació de placa vertebral i pesa 14 g (estava totalment enterrada en el substrat del terrari). Després de la regada del dia 17, algunes fulles de plantatge han revifat. Però el que és més de destacar és que per primera vegada s'observen diferències entre els dos tractaments de les jardineres (que no havien estat regades des del 11/08/2020). Les plantes de la jardinera amb hidrogel estan més turgents i verdes, mentre que les de la jardinera sense aquest tractament es veuen una mica pansides i més groguenques.

25/08/2020 No s'ha produït cap altre naixement. De manera que de la posta 1 i de la posta 3, totes dues de la tortuga gran, només ha nascut una tortuga. S'ha vist que el bassal havia baixat bastant de nivell i es sospita d'unes arrels molt desenvolupades que hem observat a la part poc fonda del bassal. Possiblement l'excés de transpiració sigui la principal causa. S'haurà de buscar una solució a aquest problema de cara al proper curs. A la zona del brollador del rierol, hem vist que sobreviuen les hepàtiques trasplantades fa prop d'un mes i mig (vegeu AF del dia 14/07/2020), però només les d'un costat.

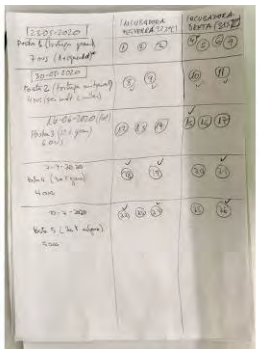
04/09/2020 Neix la tortuga BB6, procedent de l'ou nº 21, de la tortuga gran. Presenta una duplicació de placa vertebral i una absència de marginal dreta (en vista dorsoventral mirant amunt).



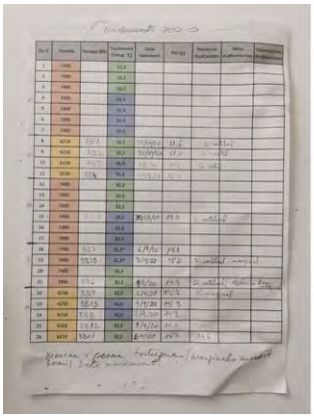
05/09/2020 Avui es fa el muntatge del nou mobiliari del laboratori de biologia. L'ou nº 18 està una mica esquerdat i es posa al terrari. Correspondrà a la tortuga BB7.



08/09/2020 Ahir van néixer 3 tortugues, dues de la tortuga mitjana i una de la tortuga gran. I avui ha nascut la BB11. De manera que ja n'han nascut 11. Per la tarda neix la tortuga BB12 de l'ou 25 (tortuga mitjana).



09/09/2020 Ha nascut la BB13 i sembla que ja no en naixeran més, però deixarem les incubadores connectades un temps prudencial o fins el dia que fem la dissecció dels ous que no han eclosionat per veure si tenen embrió o no. S'adquireix un altre antimosquits ecològic per posar al Pati de les tortugues. L'actual es netejarà, es canviarà la bombeta i possiblement es col·loqui en un altre indret de l'escola (potser a parvulari).

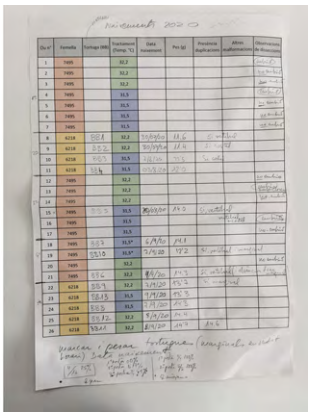


10/09/2020 Fotografiem totes les tortugues de la temporada, tretze en total. Per menjar se'ls dona dent de lleó i enciam.

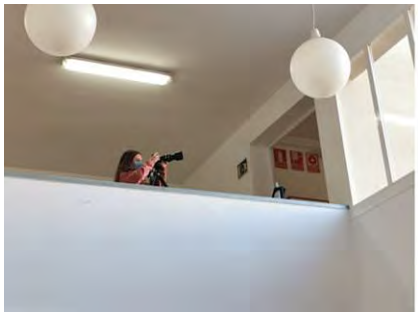
Inspecció final dels tractaments amb hidrogel i sense hidrogel. En les jardineres que fan de comporta s'observa una coloració mes groguenca en les plantes que no estaven plantades amb terra amb hidrogel (esquerra), respecte les que sí ho estaven (dreta). Pel que fa als exemplars de les zones de vegetació semiprotegida, s'observa també que hi ha més exemplars i una mica més vigorosos en el tractament amb hidrogel (zona de la dreta). Malgrat tot, les diferències no són gaire acusades (més informació en el TR de Bernat Ferrer).

24/09/2020 Avui fem la dissecció dels ous que no han eclosionat. Tots corresponen a la femella gran, ja que els de la mitjana van eclosionar tots. Dels 13 ous diseccionats, s'ha observat embrió en els ous nº 1, 4, 13 i 16.

Un fet curiós és que en l'ou nº 13 es transparenta el dibuix de la closca de la tortuga. Segons el Marí, això és la primera vegada que s'observa a l'escola. Després de les disseccions netegem bé les caixes i desconnectem les incubadores i el SAI.



25/09/2020 Aquest matí el Marí ha anat a buscar l'Ana (que estava a classe de Química) perquè fes unes fotos de paisatge des de l'escola, ja que la visibilitat era excepcional i calia aprofitar el moment. En primer lloc s'ha fotografiat la muntanya de Montserrat des de l'interior de l'escola. Com hi havia menys llum a l'interior que a l'exterior, es podia fotografiar utilitzant la lupa d'enfocament de la pantalla per enfocar amb més precisió.

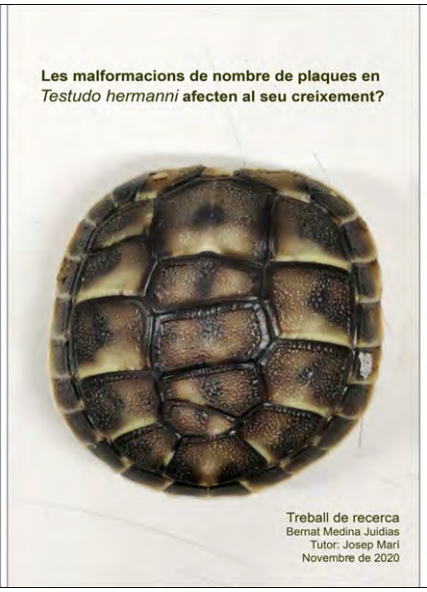


Després s'ha repetit l'operació de fotografiar Montserrat des del terrat de l'escola, però al ser a l'exterior, la forta llum no permetia utilitzar el visor de pantalla i s'ha treballat amb el visor rèflex fent ombra amb la mà. El fort vent dificultava l'estabilitat del conjunt. A continuació s'han fet fotografies en sèrie seguint l'orientació Est-Sud-Oest per fer un muntatge panoràmic per software amb posterioritat (més informació en el TR de l'Ana Hernández).

08/10/2020 L'Ana porta a terme les fotografies de les tortugues nascudes aquest any. Ho fa amb un objectiu macro de focal curta (35 mm) i sempre a la mateixa distància, de manera que les diferents tortugues estan fotografiades a la mateixa escala (més informació en el TR de l'Ana Hernández).

14/10/2020 El Bernat Ferrer fa la prova de velocitat de dessecació de terra sense i amb hidrogel, utilitzant l'estufa de cultiu del laboratori de biologia (més informació en el seu TR).

06/11/2020 El proper dimecres és l'entrega definitiva de les tres còpies dels nostres treballs de recerca i com a últim mini-reportatge fotogràfic d'aquest annex fotocronològic, i com ja és habitual, hi posem les portades dels nostres treballs.



## *Agraïments*

Aquest treball ha estat molt complicat per les situacions que s'han donat relacionats per la COVID-19. Tot i això, no hagués pogut realitzar-lo sense l'ajuda de la gent que ha estat amb mi abans i durant tota l'elaboració d'aquest treball.

Primer de tot voldria agrair al meu tutor de recerca, Josep Marí, tot l'esforç que ha dedicat a aquest treball, facilitar-me el material necessari i portar a terme algunes accions de l'aplicació d'hidrogel a la zona de vegetació semiprotegida del Pati de les tortugues durant el confinament.

A Pol Haro per haver estat allà sempre, donant-nos un cop de mà amb les actuacions al Pati de les tortugues sempre que ho hem necessitat.

A tots els ex-alumnes i els seus respectius treballs de recerca que ens han ajudat molt per a guiar-nos i alhora, extreure informació molt valuosa.

A Laboratoris Almirall I+D de Sant Feliu de Llobregat per col·laborar, amb la seva subvenció, en l'adquisició de material i equips per fer recerca.

A tots els meus companys, familiars i professors que han aportat el seu granet de sorra en aquest treball de recerca.

I per últim, als meus companys de treball de recerca (Bernat Medina i Ana Hernández) que m'han ajudat molt durant tota l'elaboració d'aquest treball i que sempre han estat disponibles a donar-me un cop de mà en qualsevol moment.