

Fotografia biològica d'aproximació



Treball de recerca
Natàlia Garcia Garrido
Tutor: Josep Marí Torres
Novembre de 2010

Fotografia biològica d'aproximació

Natàlia Garcia Garrido
Treball de Recerca
Tutor: Josep Marí
Novembre de 2010

ÍNDEX

Pròleg i objectius del treball	4
1. Introducció i antecedents.....	5
1.1 La fotografia biològica a l'Escola.....	5
1.2 Aspectes rellevants de treballs de recerca anteriors.....	13
2. Aspectes relacionats amb el tipus d'òptica.....	14
2.1 Tipus d'objectius segons la distància focal.....	14
2.1.1 Objectiu normal, gran angular i teleobjectiu.....	17
2.1.2 Objectius zoom.....	19
2.1.3 Objectius especials	19
2.1.4 Distància focal i percepció d'imatge.....	21
2.2 Analogies entre els objectius d'una càmera rèflex i els d'un microscopi òptic.....	25
2.3 Qualitat òptica i aberracions	26
3. Aspectes relacionats amb el motiu i el seu context.....	31
3.1 Orientació en relació al pla de captura.....	31
3.2 Què s'inclou en l'enquadrament?.....	32
4. Aspectes relacionats amb els controls de la càmera	35
4.1 Ajustaments més habituals en macrofotografia.....	35
4.2 Utilització de <i>Live View</i> i de la lupa d'enfocament.....	35
4.3 Obertura del diafragma i profunditat de camp.....	37
5. Tractament digital de les imatges capturades	39
5.1 Ampliació per software.....	39
5.2 Flux de treball bàsic.....	40
5.2.1 Administració dels fitxers electrònics.....	40
5.2.2 Millora bàsica de les imatges	40
5.2.3 Accions per a la inclusió d'imatges en un treball.....	40

6. Projectes de fotografia biològica realitzats.....	44
6.1 Ciclosi (corrent citoplasmàtic).....	44
6.2 Estructures reproductores vegetals.....	46
6.2.1 Criptògames	47
6.2.2 Flors nectaríferes i flors pol·liníferes.....	48
6.2.3 Microfotografies de pol·len.....	50
6.3 Superfícies vitals especials	53
6.3.1 Líquens.....	54
6.3.2 Plantes carnívores.....	55
6.3.3 Superfícies foliars blanques	56
6.3.4 Superfícies animals	57
6.4 Fauna autòctona d'aspecte tropical.....	58
6.5 Una gramínia que atempta contra la biodiversitat?	60
6.6 Petits reportatges fotogràfics.....	61
6.6.1 Sota l'aigua corrent.....	62
6.6.2 Impermeabilitat foliar.....	64
6.6.3 <i>Aedes albopictus</i>	65
6.6.4 Flor de "loto".....	66
6.6.5 "Mirades".....	67
 7. Discussió.....	 69
 8. Conclusions.....	 71
 9. Bibliografia.....	 72
 10. Annex (Document fotocronològic)	 73

Pròleg i objectius del treball

En un principi aquest treball pretenia ser una continuació “formal” d'un treball de recerca del curs anterior (*Micromons*, d'Ariadna Simón), però degut a que els meus coneixements de tecnologia i d'informàtica són més aviat precaris i a que els meus interessos s'orientaven més envers aprendre fotografia en general i macrofotografia en particular (m'interessen especialment els detalls vegetals), aviat es va reenfocar el meu treball en aquest sentit, de manera que es pot considerar que només representa una continuació relativa d'aquell. D'altra banda, el treball de l'Alba Soria de *Macrofotografia*, malgrat també té una part amb un fort component teòric, en té una altra de caire clarament fotogràfica que em va motivar més, així com la part de fotografia de la Laura Pascual que inclou una part de macrofotografia espectacular. Així doncs, després de una primera llegida d'aquests dos treballs de recerca vaig començar a endinsar-me en aquest món amb informació de diversos llibres tant de fotografia general (Langford, 1992; Freeman, 2009) com de fotografia biològica i d'aproximació (Alamany, 2001; Hancourt, 2002; Freeman, 2005) i diversos vídeos del “Curso de Fotografia Digital en DVD” que tenim a l'escola i també alguns articles específics de revistes de fotografia que em va proporcionar el meu tutor. Al mateix temps, vaig haver d'aprendre a utilitzar les càmeres rèflex de l'Escola, familiaritzant-me amb un programa d'edició d'imatge (Photoshop), juntament amb el maneig de l'escàner, lupes binoculars, microscopis i càmeres acoblades i el software associat¹ (Motic Images Plus).

Gairebé tots els aspectes pràctics d'aquest treball han estat realitzats amb l'equipament de fotografia de l'escola (que esmentaré més endavant), al laboratori de fotografia, al laboratori de biologia, als voltants de l'Escola, al *Pati de les tortugues* i en sortides realitzades aquest estiu (Maresme, Montseny, Masquefa²) juntament amb els meus companys Albert Marsà i Alba Ramon, que també fan un treball de recerca relacionat amb el pati de les tortugues. D'alguna manera jo era la responsable del registre fotogràfic de les activitats al pati i de les sortides conjuntes, amb l'objectiu de poder realitzar un reportatge fotogràfic de les mateixes, si es considerava oportú al final.

Malgrat, com he dit, la majoria de fotografies han estat realitzades amb les càmeres de l'escola, algunes imatges de fotografia d'aproximació han estat capturades amb una càmera rèflex digital pròpia (Nikon D3000) amb objectiu zoom estàndard (AF-S NIKKOR 18-55mm f/3,5-5,6GII).

Les fotografies presentades en el treball són pròpies³ i totes originals, sense canviar l'enquadrament d'origen (les poques excepcions s'indiquen expressament). Les realitzades amb lupes i microscopis al laboratori han estat fetes amb la col·laboració d'un company o del

¹ En aquest apartat vaig rebre ajuda directa de l'Ariadna Simón i també de l'Albert Marsà.

² és on hi ha el CRARC (centre de Recuperació d'Amfibis i Rèptils de Catalunya).

³ Excepte les que hi surto jo, que han estat realitzades per l'Albert, l'Alba o el meu tutor.

meu tutor (perquè es necessiten dues persones per manipular l'instrument d'augment i l'ordinador simultàniament). Aquests "requeriments" juntament amb alguns dels objectius específics del treball van estar marcats des de l'inici pel meu tutor.

En concret, els objectius d'aquest treball són els següents:

- Aprendre fotografia a nivell general i fotografia biològica en particular, per tal de poder valorar una imatge des del doble punt de vista (qualitat d'imatge i interès biològic).
- Conèixer i aprendre a utilitzar els instruments de captura d'imatges (càmeres rèflex digitals, càmeres de vídeo amb objectiu macro i escàner) disponibles a l'Escola i el software associat per a la captura d'imatges.
- Estudiar com influeix la distància focal d'un objectiu en la percepció de la imatge i caracteritzar els tipus d'objectius fotogràfics (a nivell d'escola) amb exemples explicatius propis.
- Establir i escriure el protocol del flux de treball estàndard per a la millora senzilla d'imatges i la seva inclusió i presentació en un treball.
- Estudiar l'aplicació de l'ampliació d'imatge per software a la macrofotografia.
- Realitzar projectes de microfotografia i de macrofotografia amb contingut biològic.
- Portar a terme el registre fotogràfic de les activitats i sortides relacionades amb el projecte *Pati de les tortugues* i el muntatge gràfic del document cronològic conjunt.

Encara que al llarg del treball es realitzen i presenten veritables macrofotografies i microfotografies, hem optat pel títol més genèric de *fotografia d'aproximació* perquè la gran majoria de fotografies s'han realitzat per sota de l'escala de reproducció de 1X (factor d'ampliació 1:1) i, en sentit estricte, no es poden considerar macrofotografies (Peterson, 2009). Malgrat tot, en aquest treball els termes "macro" i "d'aproximació" s'utilitzen sovint indistintament, com també fan alguns autors recents de fotografia d'aproximació, sobretot els de caire més creatiu (Davis, 2010).

1. Introducció i antecedents

1.1 La fotografia biològica a l'Escola

Qualsevol que consulti l'apartat "treballant la fotografia" del web de l'Escola o bé visualitzi qualsevol dels "Fotollibres"⁴ amb els treballs de fotografia dels alumnes de l'escola dels últims anys, s'adonarà que cada any hi ha, com a mínim, una part dedicada a la fotografia científica. He dedicat un cert temps a observar les fotografies d'aproximació dels 5 fotollibres i m'he fixat que malgrat hi ha macrofotografies fantàstiques tots els anys i amb temàtiques molt diverses, s'observa una millora en la qualitat d'imatge dels últims anys, si els comparem amb els primers. Això segurament té a veure amb la millora progressiva dels equips de l'Escola pel que fa a càmeres i òptiques⁵ però també amb el fet que la fotografia digital s'ha incorporat a les classes de ciències de l'escola i especialment a les classes de pràctiques de biologia de batxillerat, i personalment les vaig trobar molt útils perquè podíem adjuntar les fotos que havíem fet nosaltres mateixos als apunts de pràctiques. La sorpresa va ser que també ens sortien als exàmens. Un cop havíem fet l'examen, el professor ens ho penjava al Moodle (Curs de pràctiques) i ens ho podíem baixar i adjuntar als apunts⁶; certament es recorda molt més una pràctica amb l'ajuda del registre fotogràfic. A continuació⁷ presento 3 d'aquests fulls pràctics d'imatges que van entrar en exàmens de pràctiques de bioquímica dels curs passat sobre glúcids (Fig 1), lípids (Fig 2) i sobre les propietats i característiques dels diferents tipus de llet (Fig 3). Aquí només explicaré les fotografies fetes durant les pràctiques, la majoria realitzades per nosaltres.

Full pràctic 1 (Fig. 1):

En el primer full pràctic la seqüència 4, 5, 6, i 7 correspon a la prova de Fehling per a la determinació dels sucres reductors, ja que detecta el grup aldehyd que contenen.

Només donen positiu (color vermell totxo) quan hi ha presència de monosacàrids o disacàrids reductors (la sacarosa dóna negatiu perquè, malgrat ser un disacàrid, no és reductor).

Aquest reactiu s'utilitza per a detectar la presència de glucosa en diversos components. Per exemple, a la pràctica s'ha utilitzat per a la detecció de diabetis en mostres d'orina (glucosúria).

A la foto 4 es pot observar la manera correcta d'escalfar un tub d'assaig, sense que surti el líquid disparat quan s'arriba al punt d'ebullició. A més, el lleuger desenfocament relatiu de la mà i del tub d'assaig (això, però, només s'aprecia si s'observa la imatge en gran) indica que hi ha moviment, és a dir, que s'està agitant mentre s'escalfa el tub al bec Bunsen.

A les fotos 8 i 9 es mostren talls fins de patata (que realitzàrem amb micròtom de mà) amb les cèl·lules ben plenes de grànuls de midó tenyits amb lugol (foto 8) i sense tenyir (foto 9),

⁴ Situats a l'entrada de l'escola a secretaria

⁵ Subvencionats amb els premis de fotografia dels primers anys

⁶ És matèria que ens entrarà a Selectivitat.

⁷ El meu tutor em va donar permís per presentar-ho si les explicava mínimament.

observat al microscopi òptic a mitjà augment i capturant les imatges amb la càmera Motic

BIOLOGIA BATXILLERAT *Pràctiques bioquímica (Glúcids) FP-1*

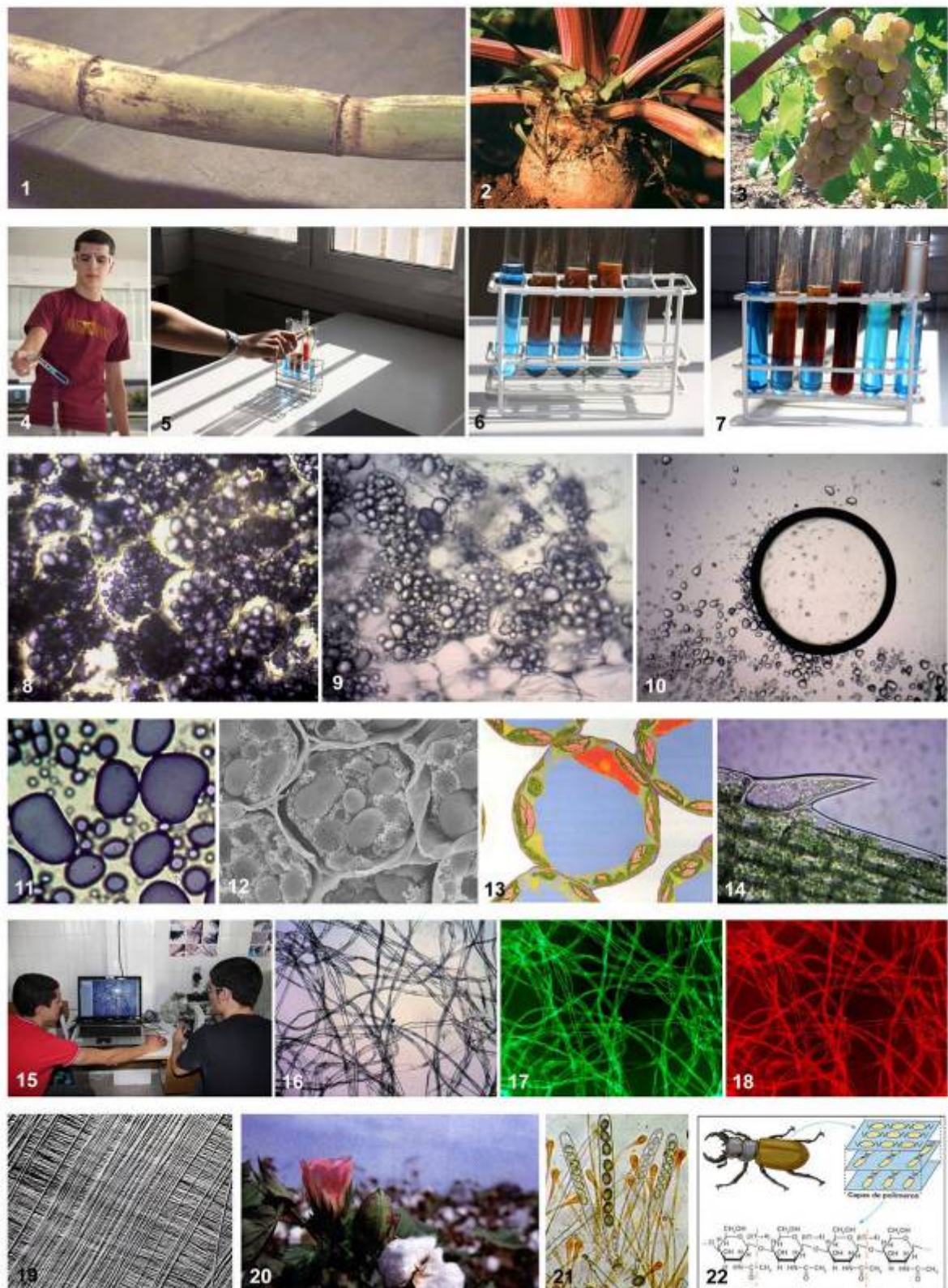


Figura 1. Diverses imatges relacionades amb els glúcids, moltes d'elles fetes en una pràctica de biologia a l'escola (més informació en el text).

connectada al 3r ocular del microscopi i a l'ordinador portàtil de pantalla gran del laboratori. A la foto 10 es pot observar el típic aspecte d'una bombolla d'aire vista al microscopi òptic. La imatge 11 és com la número 8 però a un augment molt més alt, que permetia observar els anells concèntrics (de creixement) dels grànuls de midó tenyits.

La microfotografia 14 correspon a una petita porció del marge d'una fulla d'*Elodea canariensis*, una planta del bassal del pati de les tortugues, sense tenyir, i en la que s'hi poden observar els cloroplasts a l'interior de les cèl·lules vegetals, i apreciar la paret cel·lular de cel·lulosa, que separa visualment les cèl·lules. Aquesta foto va ser feta per l'Ariadna Simón durant el seu treball de recerca (*Micromons*).

La seqüència d'imatges 15, 16, 17 i 18 corresponen a l'observació microscòpica de fibres de cotó fluix (cel·lulosa pura, des del punt de vista químic) durant la qual els meus companys de pràctiques Francesc i Albert dedicaren una bona estona a investigar els filtres del programa Motic Images Plus per tal d'intentar observar millor les fibres de cel·lulosa (fotos 17 i 18).

Full pràctic 2 (Fig. 2):

En el full pràctic 2, dedicat als greixos, començarem analitzant (fotos 4, 5 i 6) les propietats organolèptiques⁸ del xocolata de diferent grau de contingut en cacau (52%, 70%, 85%, 99%). Es va comparar el sabor, el color i la olor dels 4 tipus de cacau. Per comparar els sabors s'havia d'intercalar, entre cada tast de xocolata diferent, una mica de pa o una galeta per eliminar el sabor de la xocolata anterior i no distorsionar el de la posterior. També comprovarem la importància de la "història prèvia" en el cas de la xocolata del 99%, que només era "menjable" si la prenies després de la del 70% i de la del 85% (sense pa ni galeta entremig).

Les fotos 7 i 8 tenen una doble funció, una fotogràfica i l'altre biològica; en la primera el professor ens va explicar la importància del flaix estroboscòpic per aturar el moviment. En aquest cas es pot observar com a la imatge 8, gràcies a la utilització d'aquest tipus de flaix, els 4 tubs de la centrífuga es fan visibles (les fotografies són de l'Alba Ramon). Pel que fa a l'aspecte biològic, fa referència a que el que s'està centrifugant és dos tubs d'assaig amb una mescla d'oli i aigua cada un, però en un dels dos, a més, hi ha una gota de sabó; ambdós tubs es van agitar fortament durant el mateix temps (2 minuts) abans de col·locar-los a la centrífuga, on hi van estar una bona estona, ja que tots vam fer-la rodar. Al treure els tubs de la centrífuga vam observar (foto 9) que el de la mescla d'oli i aigua (emulsió inestable) s'havia tornat a separar gairebé completament (tub del mig de la foto 9), mentre que en la que tenia sabó havia quedat una tercera capa, de color blanquinós, entremig de l'aigua i de l'oli (tub de la dreta de la foto 9), que correspon a una emulsió estable. Aquesta estabilitat es comprova observant una gota d'aquesta emulsió al microscopi òptic (foto 12), en que les microgotetes d'oli es toquen entre elles però no s'ajunten. Sabem que el que s'observa és l'oli perquè algunes han quedat

⁸ Aquelles que es poden captar amb els òrgans dels sentits.

BIOLOGIA BATXILLERAT Pràctiques bioquímica (Lípids) FP-2



Figura 2: Fotos relacionades amb les propietats dels lípids, moltes son de pràctiques de biologia fetes a l'escola per nosaltres (més informació en el text).

tenyides amb Sudan iii, colorant específic dels lípids, que els tenyeix de color taronja, quan l'havíem aplicat prèviament a l'emulsió (fotos 10 i 11).

La foto 14 mostra l'efecte dels lípids sobre la cel·lulosa (full de paper), hi deixen una taca translúcida. La foto 15 mostra unes gotes de pluja de forma totalment esfèrica quan estan a sobre d'una fulla vegetal, degut al recobriment de ceres que tenen un caràcter marcadament hidrofòbic. Les fulles mantenen aquesta propietat fins i tot quan no són funcionals (com aquestes fulles de *Ginkgo biloba* caigudes al pati de les tortugues durant la tardor). La foto 16 mostra material de vidre de laboratori rentat després d'una sessió de pràctiques. Aprenguérem a reconèixer el vidre totalment desengreixat (quan l'aigua hi cau en tota la seva superfície, sense deixar cap zona sense mullar, ni quedar tampoc gotes enganxades).

Full pràctic 3 (Fig. 3):

Aquestes quatre seqüències (A, B, C, D) pertanyen totes a una pràctica sobre la llet. Es va comparar diferents característiques en quatre tipus de llet (sencera, semidesnatada, desnatada i $\Omega 3$). En primer lloc (sèrie A) s'evidencia la importància que tots els tipus siguin de la mateixa marca (tant se val quina) i es completa una taula comparativa amb el contingut que surt a l'etiqueta del producte (imatge dreta, capturada amb escàner).

En les seqüències B i C s'estudien, també comparativament, les propietats organolèptiques dels diferents tipus de llet. Hi vam trobar diferències en olor, color, sabor i també en l'aspecte general, evidenciat al comparar la marca que queda al got després de decantar-lo i tornar-lo a deixar vertical, molt més blanca i espessa en la llet sencera que en la desnatada (seqüència C). A la seqüència D s'indica el sistema utilitzat (densímetre) per a la mesura de la densitat dels diferents tipus de llet. El resultat va ser una sorpresa per tots, ja que pensàvem que la més densa seria la sencera, però era la que tenia la densitat més baixa; la més densa era la desnatada. Això és lògic si pensem en que la sencera té més lípids que la desnatada i que una característica general a tots els lípids és la seva baixa densitat en comparació amb la de l'aigua.

Per últim, en la seqüència E de fotos es pot observar el procés realitzat per a la mesura del pH dels quatre tipus de llet (amb tires de paper indicador universal); no trobàrem diferències apreciables de pH entre els diferents tipus de llet.

BIOLOGIA BATXILLERAT Pràctiques bioquímica (La llet) FP-3



Figura 3: Fotos relacionades amb les propietats de quatre diferents tipus de llet, realitzades en una pràctica al laboratori de biologia de l'escola (més informació en el text).

Un altre aspecte a destacar de la fotografia científica a l'Escola és el reconeixement que ha rebut per part d'entitats externes especialitzades en aquesta temàtica, com el CDEC (Centre de Documentació i Experimentació en Ciències) i el CBCAT (Col·legi de Biòlegs de Catalunya), que han premiat diversos treballs de fotografia científica d'alumnes del centre⁹. Precisament, una part d'un d'aquests premis, que va guanyar un company meu de classe¹⁰, consistia en una entrada gratuïta per tota la classe al Cosmocaixa de Barcelona. Hi vàrem anar aproximadament la meitat d'alumnes, quant tot just acabàvem de començar el nostre treball de recerca (a finals de febrer del curs passat). Aquesta sortida es va convertir en la meua primera classe pràctica de fotografia a fora de l'Escola¹¹. Portàvem dues càmeres de l'Escola i un trípode; la que més vaig utilitzar va ser la càmera Olympus E-330 amb l'objectiu macro¹² (vegeu apartat 2). En aquesta sortida vaig entendre la importància del trípode per “fer desaparèixer” objectes del camp visual (Figura 4 esquerra) i també per a capturar imatges en ambients poc lluminosos (Figura 4 dreta).



Figura 4. Sortida de fotografia al Cosmocaixa de Barcelona amb companys de classe i amb el meu tutor de treball de recerca. En aquestes imatges es pot veure la utilitat del trípode per a fer desaparèixer objectes, com passa a la imatge de l'esquerra (on és la bola del pèndul?) i per a fotografiar en ambients poc lluminosos (imatge de la dreta). La fotografia de l'esquerra la va fer el meu tutor i ens va demanar que mantinguéssim la mateixa posició durant uns segons, per tal de no sortir moguts.

⁹ http://www.escolamestral.net/mestral/premis_foto.pdf

¹⁰ Pol Pinyana (1r premi de Bioimatges 2009 de la categoria d'ESO).

¹¹ Si no tenim en compte les colònies de 3r d'ESO al Garraf, en les que alguns companys del curs començarem a interessar-nos per la fotografia.

¹² També la va utilitzar força la meua companya Carolina Molina pel seu treball de recerca (*Arquitectura Animal*) perquè hi havia una exposició de construccions animals al Cosmocaixa.

1.2 Aspectes rellevants de treballs de recerca anteriors

Hi ha tres treballs de recerca anteriors al meu i realitzats a l'Escola recentment (un per any durant els últims tres cursos escolars) que inclouen aspectes relacionats amb la fotografia biològica, que he llegit i consultat sovint, i dels que voldria destacar alguns aspectes de les conclusions d'aquests treballs que he trobat especialment rellevants de cara al meu.

Del treball *Macrofotografia digital* (Alba Soria, 2008), la conclusió que fa referència a que la macrofotografia s'ha vist especialment beneficiada amb la tecnologia digital, i que per una millor qualitat d'imatge en macrofotografia és preferible utilitzar un objectiu *macro* amb una reflex digital, preferiblement amb pantalla *Live view* i amb lupa d'augment perquè permeten un millor control de l'enfocament, que és un aspecte crític a distància marco.

Explotaré aquest aspecte per intentar anar encara més lluny: enfocar molt bé, per a poder fer una ampliació de qualitat.

Laura Pascual amb el seu treball (Adaptacions especials i cromatisme estacional al pati de les tortugues) va aconseguir macrofotografies de gran qualitat a dins d'una temàtica biològica. És on m'he inspirat per enfocar alguns dels projectes de fotografia biològica del meu treball.

Per últim, les conclusions d'Ariadna Simón (*Micromons*) sobre la dificultat tècnica per a la millora de la qualitat d'imatge amb enfocament compost i HDR (Fotografia d'alt rang dinàmic), em va fer pensar en buscar una alternativa menys tècnica per a millorar la qualitat d'imatge ampliada.

2. Aspectes relacionats amb el tipus d'òptica

2.1 Tipus d'objectius segons la distància focal

La classificació dels objectius fotogràfics de les càmeres digitals es continua fent en base a la distància focal¹³, però s'ha de treballar amb termes de "distància focal equivalent" a una càmera analògica de 35 mm. En un treball anterior (Alba Soria, 2008) s'explica detalladament el problema de la manca d'estàndard en les càmeres digitals¹⁴; aquí només ho esmentarem i explicarem amb un cert detall com aplicar-ho a les càmeres utilitzades.

Factors de multiplicació en funció de la mida del sensor per obtenir la distància focal equivalent (dfe) a càmeres de 35 mm.

Factor	Mida del sensor	Diagonal
8,7	1/3, 2 "	5,68 mm
7,2	1/2, 7 "	6,59 mm
6,8	1/2, 5 "	7,07 mm
4,9	1/1, 8 "	8,93 mm
4	2/3 "	11 mm
2	4/3 "Quatre Terços	21,3 mm
1,6	APS-C Cànon	27,1 mm
1,5	APS-C Nikon DX, Pentax, Sony Alpha	28,3 mm
1,3	APS-H Cànon	34,7 mm
1	Format complet (<i>full frame</i>) 35mm	43,27 mm

Figura 5. Factors de multiplicació (columna esquerra) més habituals per a obtenir la distància focal equivalent a 35 mm. La mida del diàmetre del sensor indica, aproximadament, la distància focal que correspon a l'objectiu normal per a cada mida de sensor (columna dreta). S'indiquen, en color, els que es corresponen amb els tres tipus de càmera utilitzats. La dels 4/3 correspon a la càmera Olympus. Extret de: http://ca.wikipedia.org/wiki/Factor_de_dist%C3%A0ncia_focal. No totes les dades de la taula són correctes (més explicació en el text).

¹³ En termes tècnics la **distància focal** és la distància en mil·límetres que existeix entre el centre òptic de la lent i el focus (el punt en que la imatge queda projectada, ja sigui pel·lícula o bé un sensor) quan la lent està enfocada a infinit.

El sensor de la càmera digital (sigui reflex o compacta), a diferència de la pel·lícula (carret de les càmeres analògiques), no ha de ser d'una mida fixa o específica. Així les càmeres digitals no es veuen limitades per el tamany del rodet de 35mm. Per això les distàncies focals dels objectius poden ser confuses ja que les diferents mides del sensor les afecten diferent, per aquest motiu a l'hora de comprovar la distància focal d'un objectiu d'una càmera digital s'ha de comparar amb l'equivalent de 35mm, o bé conèixer el valor de la diagonal del seu sensor¹⁵, que indica la distància focal de l'*objectiu normal* per a aquest sensor, és a dir, aquella distància focal que permet capturar la imatge amb un aspecte semblant al que veiem a simple vista. Llavors una distància focal menor que la diagonal esmentada serà *gran angular* i una distància focal més gran, *teleobjectiu* (vegeu apartat 2.1.1). La tendència actual continua sent la d'utilitzar la terminologia clàssica afegint la paraula "equivalent" (Freeman, 2009). Per trobar aquesta equivalència (alguns fabricants de càmeres ja la incorporen) s'ha de conèixer el factor de multiplicació, que varia segons la mida del sensor (Figura 5). Aquest factor també depèn de la forma del sensor, és a dir, que tingui una forma més o menys quadrada, perquè la referència es fa al format 3:2 (el del negatiu analògic de 24 x 36 mm) i els sensors de moltes càmeres compactes són més quadrats (White, 2006), per això aquest factor multiplicador és més exacte per a les càmeres reflex que per a les compactes.

Un altre aspecte que cal considerar al parlar dels objectius, és que hi ha objectius de focal fixa (una sola distància focal) i objectius de focal variable (*objectius zoom*). Aquests últims s'han imposat clarament en totes les càmeres digitals compactes des de fa anys, sobretot des de la irrupció al mercat dels sistemes digitals (Freeman, 2009), mentre que l'estàndard de càmera compacta en fotografia analògica va ser durant molt temps l'objectiu de 35 mm, com es pot comprovar si es consulten llibres de tècnica fotogràfica de més de 10 anys d'antiguitat (Ubeda, 1991).

A continuació veurem un exemple de càlcul de la distància focal en tres càmeres compactes i en els tres models de càmeres reflex digitals utilitzades, juntament amb els seus objectius.

Càmeres compactes:

Com a càmeres compactes s'han escollit tres models que hi ha a l'Escola, una compacta antiga (Canon PowerShot A70), una compacta avançada (Canon PowerShot G5) i una compacta moderna (Canon PowerShot SX200). Aquesta última perquè és l'adquisició més recent de l'Escola i també perquè el seu factor de multiplicació no apareix a la taula de la figura 5, ja que la mida del sensor és de 1/2.3", i només sabem que estarà situat entre 4,9 i 6,8 (Figura 5), però es pot deduir d'una altra manera: a partir de les dades de la pàgina web oficial de la marca¹⁶,

¹⁴ Excepte les càmeres digitals de gamma alta i de format complet (el sensor té la mateixa mida que el negatiu analògic).

¹⁵ http://ca.wikipedia.org/wiki/Factor_de_dist%C3%A0ncia_focal

¹⁶ http://www.canon.es/for_home/product_finder/cameras/digital_camera/powershot/powershot_sx200_is/index.aspx?specs=1

on sempre s'indica la distància focal equivalent, podem dividir aquesta per la real i ens dona el factor de multiplicació. Pel que fa a la primera, ja està del tot descatalogada i no surt a la pàgina oficial de Canon (les dades s'han extret directament del manual de la càmera).

Canon PowerShot A70: distància focal 5,4 mm – 16,2 mm, amb un sensor de mida 1/2.7" li correspon, segons la taula, un factor multiplicador de 7,2 (Figura 5). Aleshores la distància focal equivalent de la càmera és de 38,9 mm – 116,6 mm. El manual de la càmera, en canvi, indica una distància focal equivalent de 35 mm – 105 mm. Aquesta discrepància en els resultats ens va estranyar i revisant les dades de la taula, comprovarem que els valors corresponents al factor multiplicador dels 3 sensors més petits són erronis (en lloc de 8,7, 7,2 i 6,8 han de ser 7,6, 6,6 i 6,1, respectivament). Aplicant aquesta correcció, el resultat és d'una distància focal equivalent de 35,5 mm a 106,9 mm, molt més semblant a la que indica el fabricant en el manual.

Canon PowerShot G5: També està descatalogada, però al tractar-se d'una compacta avançada encara es pot trobar fàcilment informació de les seves especificacions. Distància focal 7,2 mm – 28,8 mm, amb un sensor de mida 1/1.8" li correspon, segons la taula, un factor multiplicador de 4,9 (Figura 5). Aleshores la distància focal equivalent de la càmera és de 35,3 mm – 141 mm; que coincideix força bé amb les dades apartades pel fabricant (35 mm a 140 mm).

Canon PowerShot SX200: Aquesta és una càmera relativament nova i per tant es pot trobar la fitxa completa a la pàgina web del fabricant¹⁷ que és a partir d'on podem calcular el factor de multiplicació de la càmera, agafant qualsevol dels dos valors extrems de dfe (28 mm – 336 mm) i dividint-los pels valors de distància focal real de la càmera (5,0 mm – 60 mm); el resultat és un factor de multiplicació de 5,6, situat entre 4,9 i 6,1¹⁸, com era d'esperar, ja que la mida del sensor de la SX-200 és de 1/2.3", com hem comentat abans.

Càmeres rèflex i objectius:

S'han utilitzat tres marques de càmeres rèflex, cada una amb un factor de multiplicació diferent per a obtenir la dfe. Aquests tres tipus de càmeres s'han ressaltat a la figura 5 i els seus factors de multiplicació són: x2.0 (Olympus), x1,6 (Canon) i x1,5 (Nikon). Per exemple, si amb la càmera Canon 40D, utilitzem l'objectiu Canon 17mm – 85 mm, la seva distància focal equivalent és de 27,2 mm – 136 mm (de gran angular a tele curt). A partir d'aquí, per tal de poder realitzar comparatives, considerarem sempre les distàncies focals equivalents dels objectius utilitzats.

¹⁷

http://www.canon.es/For_Home/Product_Finder/Cameras/Digital_Camera/PowerShot/PowerShot_SX200_IS/index.aspx?specs=1

¹⁸ dada ja corregida de la taula.

2.1.1 Objectiu normal, gran angular i teleobjectiu

Un dels aspectes que cal tenir en compte alhora de parlar de les característiques dels objectius és el de com varia l'angle de cobertura amb la distància focal (Figura 6).

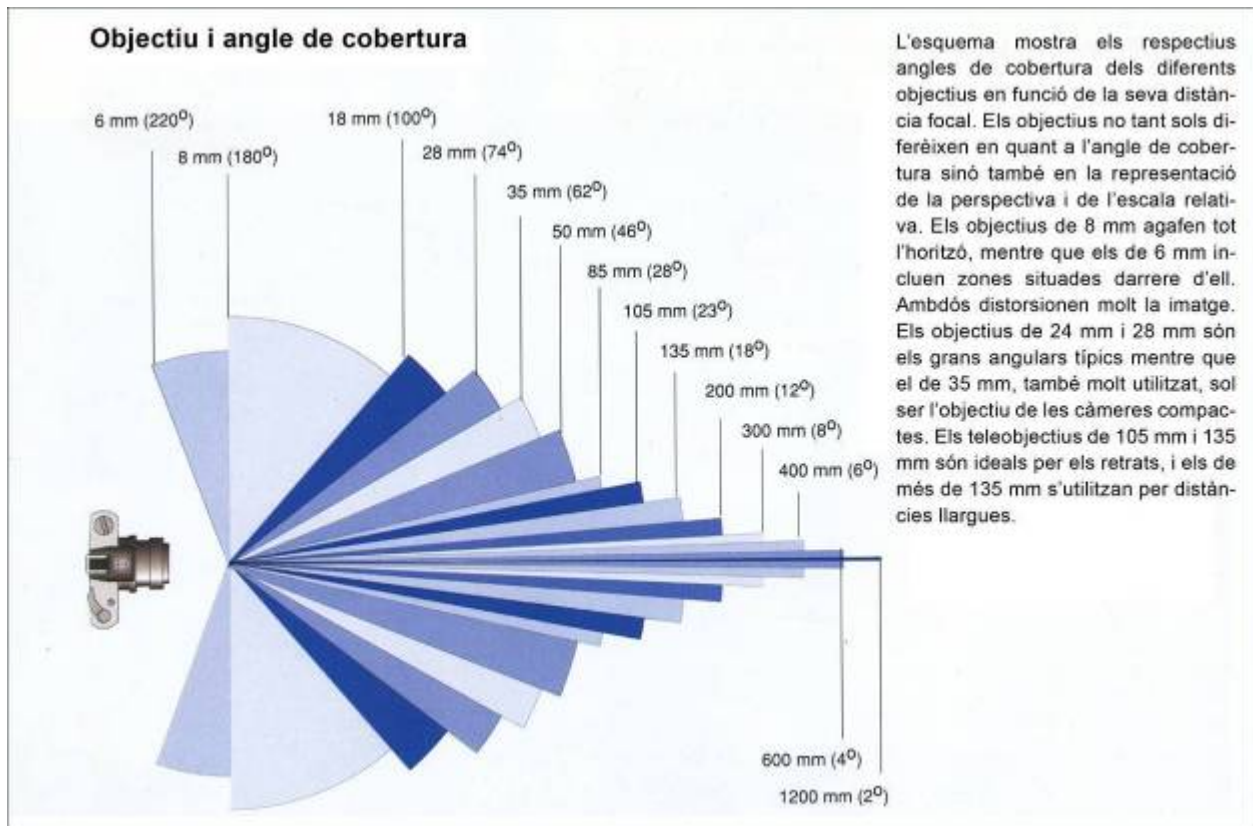


Figura 6: Aquest esquema, però, fa referència a la fotografia analògica tot i que continua sent vàlid per la digital hi ha alguns comentaris anacrònics com el de que l'objectiu habitual de les càmeres compactes és de 35 mm; avui dia només fa falta anar a un centre comercial (com la FNAC, per exemple) on hi hagi exposats als públic càmeres digitals i ens adonarem que l'estàndard actual de les compactes digitals és un objectiu zoom de bastants augments, fet que també s'està traslladant als objectius per càmeres rèflex (vegeu apartat 2.1.2)

A continuació explicarem una mica més detalladament les característiques dels grups d'objectius classificats, com ja hem vist, per la seva distància focal.

Objectiu normal: Els objectius normals són els que en la fotografia plasmen de manera més exacte la realitat que s'ha fotografiat, percep la mateixa escena que la vista humana. Normalment aquests objectius són els de distància focal de 50mm (o de 50 mm en dfe) perquè és la distància focal que s'acosta més al diàmetre del negatiu utilitzat (o del diàmetre del sensor de la càmera digital), com ja hem vist abans (Figura 5). En els objectius normals (o en els objectius zoom quan s'utilitza la focal normal) la perspectiva i l'escala quasi no participen en la imatge, per aquest motiu la posició i distància de la càmera respecte el motiu que es vol fotografiar són determinants per una bona composició. A partir d'aquesta mesura la fotografia capturada amb una distància focal més gran o més petita quedarà diferent a la realitat, i fins hi

tot podria quedar deformada depenent de la distància (o punt de vista) entre l'objecte fotografiat i la càmera i de la distància focal utilitzada que, degut a la seva fàcil variació en els objectius zoom, sovint condueixen a fotografies una mica "estranyes" (vegeu l'apartat 2.1.4). Això no passa amb els objectius normals de focal fixa que són, a més a més, els més lluminosos.

Objectiu gran angular: Els objectius gran angular tenen una distància focal menor a la dels objectius normals, es a dir, menys de 50mm. Permeten al fotògraf ampliar l'enquadrament i així projecten les imatges més petites que l'objectiu normal i acostumen a distorsionar-les i fan que la sensació de perspectiva sigui major. Aquest tipus d'objectiu ressalta el tamany dels cossos respecte la distancia a la que es troben de la càmera, fa molt més gran el tamany dels cossos que estan més a prop de l'objectiu o càmera i conseqüentment els va fent més petits a mesura que s'allunyen d'aquesta. Si, a més a més, la imatge es captura des d'un pla picat o contrapicat, la convergència de les línees dels objectes estarà més accentuada; al fer una foto des d'un d'aquests dos plans es genera una distorsió trapezoïdal. Aquestes exageracions de la perspectiva poden resultar útils si la fotografia es vol enfocar des d'un punt de vista creatiu, però no és aquest el punt de vista del meu treball, que té un caire més científic. Aquest efecte de distorsió de la imatge es pot minimitzar si el pla de la pel·lícula (del sensor en el nostre cas) es posa totalment paral·lel al pla del motiu que es vol fotografiar; per això sempre que he utilitzat l'objectiu gran angular o el gran angular extrem, he procurat situar-lo horitzontalment en relació a l'objecte a capturar (vegeu apartat 2.2.2). L'objectiu gran angular es de gran utilitat per treure fotos de paisatges, interiors o llocs tancats i grups grans ja que el camp que pot abarcar és més gran, és a dir, "la imatge és més gran", pot agafar més superfície i escenes més àmplies.

Aquest objectiu també té una altre utilitat o idea que darrerament s'està introduint en fotografia biològica d'aproximació (Iglesias, 2009) per la seva major profunditat de camp, en relació als objectius macro. Aquesta major profunditat de camp permet contextualitzar el motiu fotografiat. Per exemple, si fas una macrofotografia amb gran angular a una flor o insecte es podrà veure el seu voltant, el seu hàbitat, i es podrà situar millor en el seu context que quan la imatge està feta amb l'objectiu macro que, degut a la seva poca profunditat de camp, tot el què està situat uns centímetres per darrera o per davant de l'objecte queda desenfocat i no es pot identificar. Com veurem més endavant, aquests objectius gran angular o ultra gran angular, no poden substituir els objectius macro, però els complementen.

Teleobjectiu: Els teleobjectius o "tele" tenen la distància focal major que la de l'objectiu normal de 50mm, i el seu camp de visió és molt més estret (Figura 6). Paral·lelament, la profunditat de camp disminueix i es produeix una compressió de la perspectiva, fent que els objectes més allunyats s'acostin proporcionalment més que no pas els més propers. Aquest aspecte s'explica de forma pràctica més endavant (vegeu apartat 2.1.4). Podríem dir que el teleobjectiu aïlla el

motiu del seu entorn. El teleobjectiu curt (de 80 mm a 120 mm) és interessant per al retrat perquè permeten ressaltar i aïllar l'objecte principal.

El teleobjectiu llarg es ideal per fotografiar cossos que estan lluny, permetent obtenir una imatge de prop però sense haver-se d'apropar al subjecte en qüestió; com per exemple animals en el seu hàbitat natural; també són molt utilitzats per els reporters d'esports, ja que els esportistes estan bastant lluny, i també poden destacar així els jugadors en una bona jugada o en un moment important. Per a fotografies de paisatge els teleobjectius no són gaire utilitzats, excepte per a fer visualment més gran un objecte llunyà que es vol incloure en la fotografia (per exemple, la lluna o el Sol es veuen proporcionalment més grans que la parella d'enamorats fotografiats a una certa distància de la càmera).

Un aspecte que va lligat als teleobjectius és la seva baixa lluminositat, degut a que la llum ha de travessar més gruix de vidre (tornarem a tractar aquest aspecte més endavant).

2.1.2 Objectius zoom

Els objectius zoom que acompanyen a la majoria de les càmeres rèflex actuals ofereixen més flexibilitat que els objectius de distància focal fixa, ja que es poden allargar per augmentar la distància focal o escurçar per disminuir-la, cobrint diverses distàncies focals, que generalment van des del gran angular fins al teleobjectiu, passant per la funció d'objectiu normal. Disposar de varis objectius en un de sol és molt còmode, però la seva qualitat és generalment inferior a la dels objectius de distància focal fixa. El zoom influeix en la perspectiva segons amb la distància focal amb la que s'estigui treballant; si es treballa amb una distància focal inferior a 50 mm l'objectiu actuarà com un gran angular, si la distància focal es 50mm actuarà com un objectiu normal, i si es treballa amb una distància focal superior a 50mm equivaldrà a un teleobjectiu. Aquestes distàncies focals són aproximades ja que són les pròpies distàncies focals les que delimiten l'abast del zoom, i això depèn del model. Però universalment, un zoom de 35-105 mm actuarà de gran angular a teleobjectiu, mentre que un de 70-210 mm només podria funcionar com a teleobjectiu. Actualment es comença a utilitzar per els objectius zoom de curt recorregut una terminologia semblant a la dels objectius de focal fixa, és a dir, es parla de zoom angular, normal o estàndard i zoom tele, segons quin sigui l'interval del seu recorregut. També es fan servir els termes ultragranangular i superzoom, quan més extrems siguin. D'altra banda, existeixen els anomenats zooms "tot terreny", els que tenen un gran recorregut, per exemple el Tamron 18 mm - 250 mm (29 mm a 400 mm en dfe) que s'ha utilitzat en algunes proves (vegeu apartat 2.1.4), però en general aquests objectius tenen menor qualitat òptica i presenten més problemes d'aberracions (vegeu apartat 2.2.2).

2.1.3 Objectius especials

A part dels objectius esmentats n'hi ha d'altres que, per les seves característiques, podem considerar en un lloc a part. A continuació comentarem breument alguns d'ells.

Objectiu macro: Els objectius macro tenen la finalitat de treballar a distàncies curtes, fotografiar un motiu des de molt a prop, per exemple, des de 50 cm fins a pocs mil·límetres de distància, on amb objectius normals es quasi impossible arribar a fer una foto enfocada. Aquesta classe d'objectiu té com destinació fotografiar temes molt petits com insectes, flors, o qualsevol detall de prop, però sense distorsionar la imatge. Això requereix un disseny òptic diferent i solen ser molt cars, però la tecnologia digital els ha fet més assequibles per diversos motius, entre ells la menor mida dels sensors permet treballar en la zona central de l'objectiu que està més lliure d'aberracions i permet dissenyar objectius macro específics per càmera digital més econòmics. Aquest aspecte s'estudia amb més profunditat en un treball anterior (Alba Soria, 2008).

L'objectiu macro que tenim a l'escola és un Olympus Zuiko 50 mm (100 mm en dfe) Macro 2.0, de gamma professional i és l'objectiu que més he utilitzat en aquest treball, muntat amb les càmeres Olympus (E-330 i E-30).

Objectiu ull de peix (fish eye): L'ull de peix és un objectiu gran angular capaç de cobrir més de 180°, és a dir, pot captar el que li queda més enrere de la càmera quan la seva longitud focal és inferior a 8 mm (Figura 6). Això sí, amb unes grans deformacions en la imatge. És molt espectacular travessar una porta mentre només es mira¹⁹ a través d'un objectiu ull de peix, a mida que camines, tot es va obrint...S'hi poden distingir dos tipus: el gran angular extrem i el verdader ull de peix. El gran angular extrem, per sota de 28 mm i fins arribar a una distància focal de 15 mm, que cobreix gairebé fins a 180° (et veus els peus mentre fas la foto), i es considera ull de peix si les focals es situen entre els 15 i els 6 mm (Ruiz, 2009). Els súpergranangulars poden ser la única forma de fer fotografia arquitectònica d'alguns edificis per captar-los sencers, i també són molt utilitzats per abastar sales interiors, siguin grans o petites, en la seva totalitat.

Objectiu catadiòptric: Els objectius catadiòptric (o de miralls) són teleobjectius de gran distància focal que generalment va de 250 a 2000 mm i d'un diàmetre més grans que els "tele" normals, però molt més petits i lleugers que els seus teleobjectius equivalents. L'obertura del diafragma és fixa, de manera que no es pot regular la profunditat de camp per aquesta via (vegeu apartat 4.3). Aquests objectius no són gaire utilitzats en fotografia convencional, en canvi són molt utilitzats en astronomia (telescopis).

Objectius descentrables: També coneguts com objectius de control de perspectiva (PC), serveixen per evitar l'efecte de fuga dels objectius gran angular alhora de fotografiar obres arquitectòniques. Això es degut a uns moviments que permeten corregir les verticals que convergeixen (distorsió trapezoïdal) a l'hora de fotografiar edificis alts. Amb un objectiu normal, a l'inclinar la càmera per emmarcar tot l'edifici es produeix la distorsió trapezoïdal. Amb els de control de perspectiva la càmera es manté anivellada i es va pujant fins que l'edifici queda

¹⁹ Ho vaig provar amb un objectiu que em va proporcionar el meu tutor

totalment enquadrat en el visor de la càmera. Aquest objectiu es car ja que el mecanisme que fan aquest moviment son molt complexos i de molta precisió. Aquests objectius també són utilitzats en macrofotografia professional per a variar el pla d'enfocament i alinear-lo amb la zona de la imatge que més interressi per tal de poder variar l'enfocament selectiu, sense variar la profunditat de camp (Freeman, 2009).

2.1.4 Distància focal i percepció d'imatge

Amb els dos objectius zoom que permeten un recorregut de distància focal més gran, el Tamron 10-24 mm²⁰ i el Tamron 18-250 mm²¹, els dos per muntura Canon, utilitzats en les càmeres Canon EOS 350 D i Canon EOS 40D, que tenen un factor multiplicador de 1,6 (vegeu apartat 2.1), s'obté un recorregut total de 16 mm a 400 mm en dfe, és a dir, des d'un gran angular extrem fins a un tele llarg. Amb aquests objectius s'ha realitzat un treball, amb la col·laboració dels meus companys de l'assignatura de Biologia, per posar de manifest diversos aspectes relacionats amb la distància focal. Ho portàrem a terme al pati de l'escola (Figura 7). Els companys només havien de seguir dues instruccions: mantenir-se al mateix lloc en relació al terra (a sobre d'una línia marcada, paral·lela al pla focal de la càmera) i també en relació als altres companys (guardant l'equidistància), però la postura era totalment lliure.

En primer lloc, es mostra tot el recorregut esmentat per tal de poder observar gràficament què signifiquen aquests 18 augments (d'observar un objecte amb un objectiu de 16 mm a fer-ho amb un de 400mm a la mateixa distància). Ens vàrem allunyar molt respecte on estaven els companys i varem anar fent fotos amb les diferents distàncies focals, 16, 40, 160 i 400 mm, primer amb l'objectiu Tamron 10-24 mm i després amb el TAMRON AF 18-250 mm, sempre amb el trípod col·locat a la mateixa distància.

En segon lloc, acostàrem el trípod fins que omplírem l'enquadre amb una distància focal curta (60 mm). Després de fer una foto a aquesta distància focal (Figura 8, a dalt), desplaçàrem el trípod enrere, és a dir, reculàrem fins que amb la distància focal de 200 mm (relativament llarga) teníem el mateix enquadre (Figura 8, a baix). Ara, si ens fixem amb el que hi ha darrera, amb el fons de la imatge, descobrirem com afecta a la percepció de la imatge la distància focal utilitzada. Quan s'utilitza teleobjectiu sembla que el que hi ha darrera estigui més a prop d'on està realment (Figura 8, a dalt) que quan la imatge s'ha capturat amb un objectiu de distància focal més curta (Figura 8, a baix).

Un efecte similar s'observa quan realitzem la comparació entre la imatge capturada amb teleobjectiu (Figura 9, a dalt) amb una ampliació a partir d'una imatge realitzada amb objectiu més curt i presentada al mateix augment (Figura 9, a baix).

Es pot comprovar així que, com hem explicat anteriorment (vegeu apartat 2.1.1), el gran angular allunya, tot augmentant la sensació de perspectiva, i que el teleobjectiu fa tot el contrari, ho apropa i distorsiona la perspectiva de manera que sembla que el fons de la imatge estigui més a prop del que realment està.

²⁰ TAMRON SP AF 10-24mm (dfe 16-38,4 mm), f/3,5-4,5 DiII, LD ASPHERICAL (IF)

²¹ TAMRON AF 18-250 (dfe 28,8-400 mm) f/3.5-6.3 XR Di II LD ASPHERICAL (IF)



Figura 7: Amplitud de distància focal màxima (en dfe a càmera de 35 mm) dels objectius utilitzats.



200 mm (dfe)



60 mm (dfe)

Figura 8: Efecte de la distància focal sobre la perspectiva (fons de la imatge). Malgrat l'objecte principal té la mateixa mida, el fons es veu diferent quan es fa amb un tele llarg que quan es fa acostant la càmera a l'objecte principal (i amb una distància focal menor).



190 mm (dfe)



28 mm (dfe)

Figura 9: Un efecte similar al de la figura anterior, s'obté a partir d'una ampliació del retall d'una imatge capturada amb un gran angular (imatge inferior), és a dir, el fons de la imatge sembla més llunyà que quan s'utilitza directament el teleobjectiu.

2.2 Analogies entre els objectius d'una càmera rèflex i els d'un microscopi òptic

Els objectius d'una càmera rèflex i els d'un microscopi òptic es podria dir que el seu funcionament i característiques són molt semblants, però per finalitats diferents. En el microscopi sempre es busca l'augment, per tant la comparativa s'hauria de fer només amb els teleobjectius de les càmeres fotogràfiques. D'altra banda, una càmera rèflex és d'objectius intercanviables (però només hi ha compatibilitat a dins d'una mateixa marca²², per exemple, un objectiu Canon no es pot posar en una càmera Nikon, i viceversa) i en un microscopi òptic, també, ja que el pas de rosca del revòlver és compatible amb tots els objectius. D'aquesta manera es poden utilitzar objectius d'un microscopi en un altre.

El camp de visió no és res més que l'espai que pot plasmar un objectiu, així doncs si diem que un objectiu te molt camp de visió voldrà dir que l'espai que pot captar és gran, i viceversa. D'alguna manera, el concepte equivaldria a l'objectiu angular de les càmeres fotogràfiques, però com acabem de veure, aquest concepte no és apropiat per als microscopis, perquè sempre augmenten. Així doncs, la comparativa la podem fer amb els teleobjectius fotogràfics de distància focal relativament curta, que equivaldrien als objectius del microscopi de pocs augments, i els tele llargs, que es podrien comparar amb els objectius microscòpics de més augment (els d'immersió). Tant en un cas com en l'altre, a mida que augmenta la distància focal (o l'augment de l'objectiu del microscopi), la mida i el gruix dels dos tipus d'objectius augmenta, mentre que el camp de visió es redueix i la profunditat de camp disminueix dràsticament. També es redueix molt la lluminositat dels objectius (la llum ha de travessar més gruix de vidre).

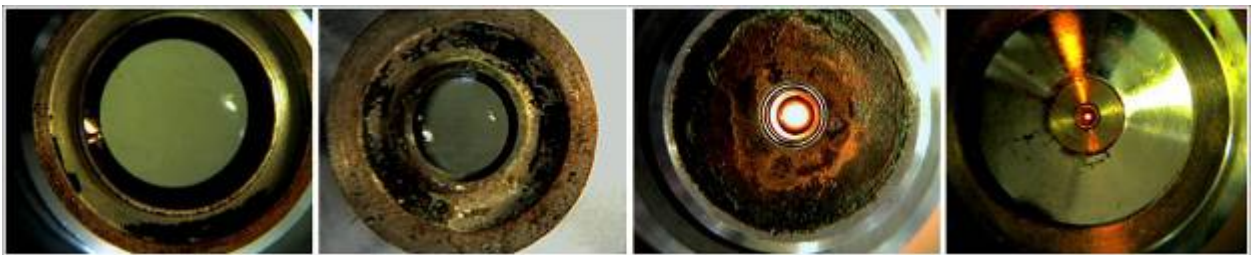


Figura 10. Els objectius típics d'un microscopi òptic, amb els augments (d'esquerra a dreta) següents: 5X, 10X, 40X i 100X. Pot observar-se que a mida que l'augment és més gran es redueix el camp de visió (l'obertura és més petita). L'altura de l'objectiu (no s'aprecia en les imatges) augmenta també d'esquerra a dreta.

Aquí cal fer constar que, a diferència dels objectius fotogràfics que poden variar el seu grau d'obertura, en els microscòpics és fixa. La comparativa, doncs, s'hauria de fer amb el grau d'obertura més gran (número f/ més baix) de l'objectiu fotogràfic. De la mateixa manera que en l'objectiu fotogràfic, quan més alta és la distància focal més gran és el grau d'apropament i

²² Existeixen algunes excepcions en el nou sistema 4/3 promogut per Olympus.

menor el camp de visió, en l'objectiu microscòpic passa una cosa semblant, a mida que augmenta l'augment de l'objectiu, aquest s'aposta més a la preparació fins gairebé tocar-la, de manera que el camp de visió s'ha reduït molt (degut a l'augment/apropament) i no tindria sentit fer lents més amples perquè només s'aprofitaria la part central. Això és veu molt bé si es desenrosquen els diferents objectius del microscopi i s'observen amb lupa binocular (Figura 10). Després de netejar-los amb diversos tipus d'alcohols (Figura 11) i de comprovar que els vidres estaven ben nets, es tornaren a enroscar al revòlver del microscopi amb els augments en ordre creixent (en sentit horari).



Figura 11. Procediment seguit al laboratori per a la neteja dels objectius i dels oculars del microscopi.

2.3 Qualitat òptica i aberracions

Els objectius es dissenyen per tal d'aconseguir superar alguns fenòmens inherents a les propietats de la llum. Aquesta rebota en els objectes, amb efectes negatius sobre el contrast, la dispersió de les diferents longituds d'ona, la refracció al travessar una lent, la difracció que pot provocar la desviació d'un raig lluminós quan passa per un marge opac (el diafragma), dificultant l'obtenció d'una imatge nítida i contrastada. Un objectiu de qualitat és una meravella de l'enginyeria; la seva construcció, banys i tractament de les seves lents, permeten obtenir bon contrast i resolució (Ruiz, 2009), ja que disminueixen en gran mesura les aberracions.

Les aberracions són imperfeccions en la imatge resultant i poden ser degudes tant a la captura per el sensor de la imatge digital com a la formació de la imatge a través de la òptica.

En un treball de recerca anterior (Alba Soria, 2008) ja es va tractar el tema de la importància del sensor, aquí tractarem el del sistema òptic.

Les aberracions del sistema òptic són errors òptics d'alguns objectius que produeixen imatges distorsionades i poc nítides. Només es corregeixen o s'eliminen per mitjà del disseny òptic de l'objectiu²³. Cal diferenciar entre les anomenades aberracions òptiques (cromàtica i esfèrica) de les geomètriques (en forma de barril o coixí).

²³ Una manera de minimitzar-les és treballant amb obertures del diafragma el més petites possible.

L'aberració cromàtica es produeix quan un objectiu no pot enfocar tots els colors de la llum en el pla del sensor; l'aberració esfèrica consisteix en la impossibilitat d'un objectiu d'enfocar totes les longituds d'ona (Figura 12).

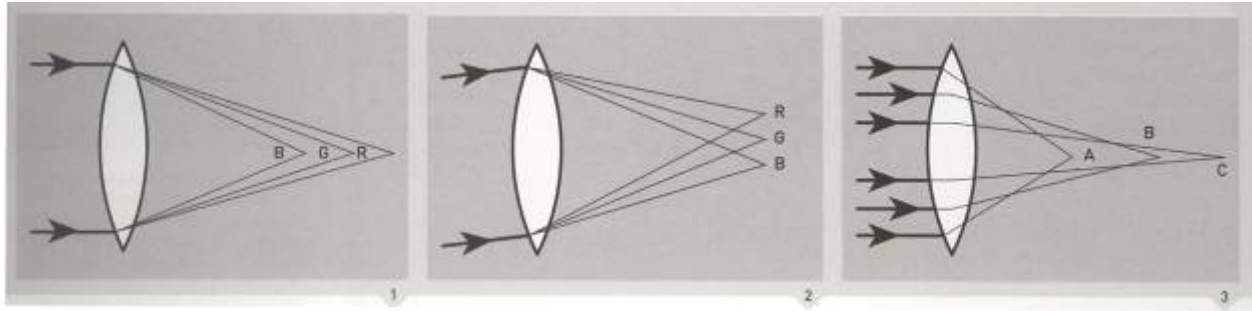


Figura 12. Aberració cromàtica: les diferents longituds d'ona de la llum (R,G,B; vermell, verd, blau) no assoleixen el pla focal al mateix temps i no coincideixen en el mateix pla (1), o bé no s'alineen, es desajusten (2). Aberració esfèrica: és un efecte com el que apreciem en una lupa; si volem enfocar el centre, els marges apareixen desenfocats (3). (Extret de Ruiz, 2009).

En el disseny òptic d'un objectiu per tal de reduir a un mínim les aberracions s'utilitzen vidres de baixa dispersió, com la fluorita (Figura 13), les lents es disposen en grups (Figura 14) i es tracten amb banys especials, fonamentalment la frontal²⁴. Les lents acromàtiques²⁵ i apocromàtiques²⁶ tenen especialment corregida aquest tipus d'aberració.

En microfotografies (Figura 34) és on es solen fer més visibles les aberracions cromàtiques.

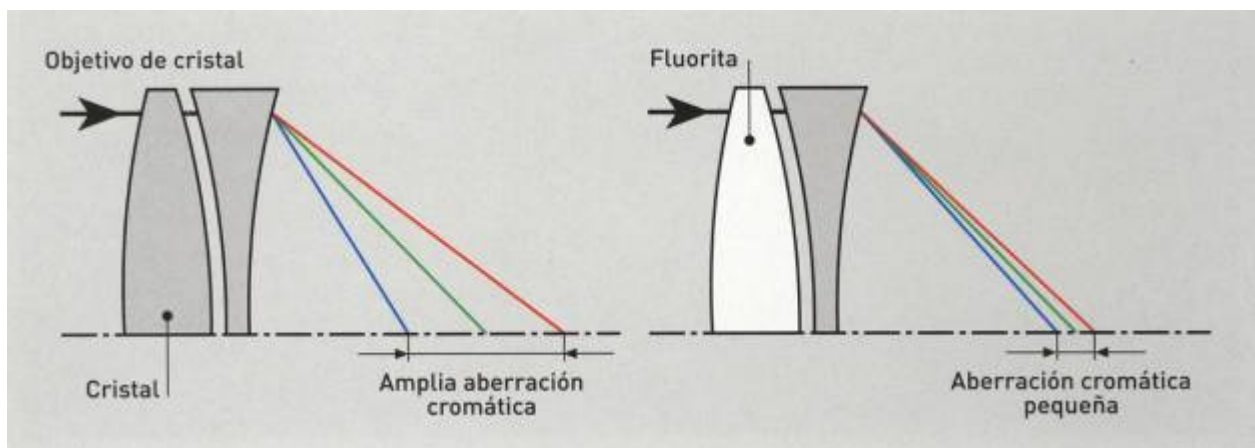


Figura 13. L'ús de cristalls de baixa dispersió (fluorita) permet minimitzar l'aberració cromàtica. (Extret de Ruiz, 2009).

Pel que fa a l'aberració d'esfericitat, que consisteix en la impossibilitat de l'objectiu d'enfocar totes les longituds d'ona (Figura 12), és un defecte molt comú en els objectius gran angular, sobretot quan es treballa amb diafragmes molt oberts. Es corregeix amb l'ús d'elements òptics

²⁴ Per això s'ha d'anar amb molt de compte al netejar els objectius per no malmetre aquests recobriments.

²⁵ Dit del sistema òptic en el qual la correcció de l'aberració cromàtica permet de veure els objectes exempts de les coloracions estranyes que presenten a les vores amb els sistemes no corregits.

²⁶ Dit del sistema òptic que té corregida l'aberració cromàtica per a tres colors.

específics. Quan un objectiu inclou aquesta correcció d'esfericitat se sol indicar acompanyant al nom del model amb el terme "aspherical" i també en les especificacions tècniques dels grups òptics de què consta l'objectiu (Figura 14, a la dreta). També és corrent la utilització d'elements òptics de superfície esfèrica, sobretot en els angulars extrems (Figura 14, a l'esquerra) i en els objectius ull de peix (vegeu apartat 2.1.3).



Figura 14. A l'esquerra fotografia de l'objectiu zoom angular extrem utilitzat en aquest treball, en el que es pot observar la corbatura de la lent frontal. A l'esquema de la dreta s'indiquen les lents que tenen corregida l'aberració d'esfericitat. (Extret de [http://www.tamron.eu/en/lenses/technical-glossary.html?tx_keshowa21glossarylist_pi1\[char\]=A&cHash=9d39926938#aspherical](http://www.tamron.eu/en/lenses/technical-glossary.html?tx_keshowa21glossarylist_pi1[char]=A&cHash=9d39926938#aspherical)).

A part de les aberracions òptiques, com ja hem dit, n'hi ha de caire més geomètric, que van lligades a la construcció de les lents corbes i que afecten només a les imatges no axials, per tant són més importants en els objectius gran angulars. Aquestes aberracions són responsables de la falta de definició en les cantonades de la imatge, la distorsió en forma de barril o coixí, l'astigmatisme, el coma i la cobertura de camp (Ruiz, 2009).

Nosaltres hem volgut comprovar els tres objectius zoom que tenim a l'Escola, quan treballen al seu màxim nivell d'angular, analitzant la distorsió en forma de barril.

Per a la prova s'ha escollit un motiu geomètric de línies paral·leles, concretament el vitrall de peces quadrades de vidre que il·luminen de dia l'escala de l'entrada d'ESO, a prop del laboratori de fotografia (Figura 15).

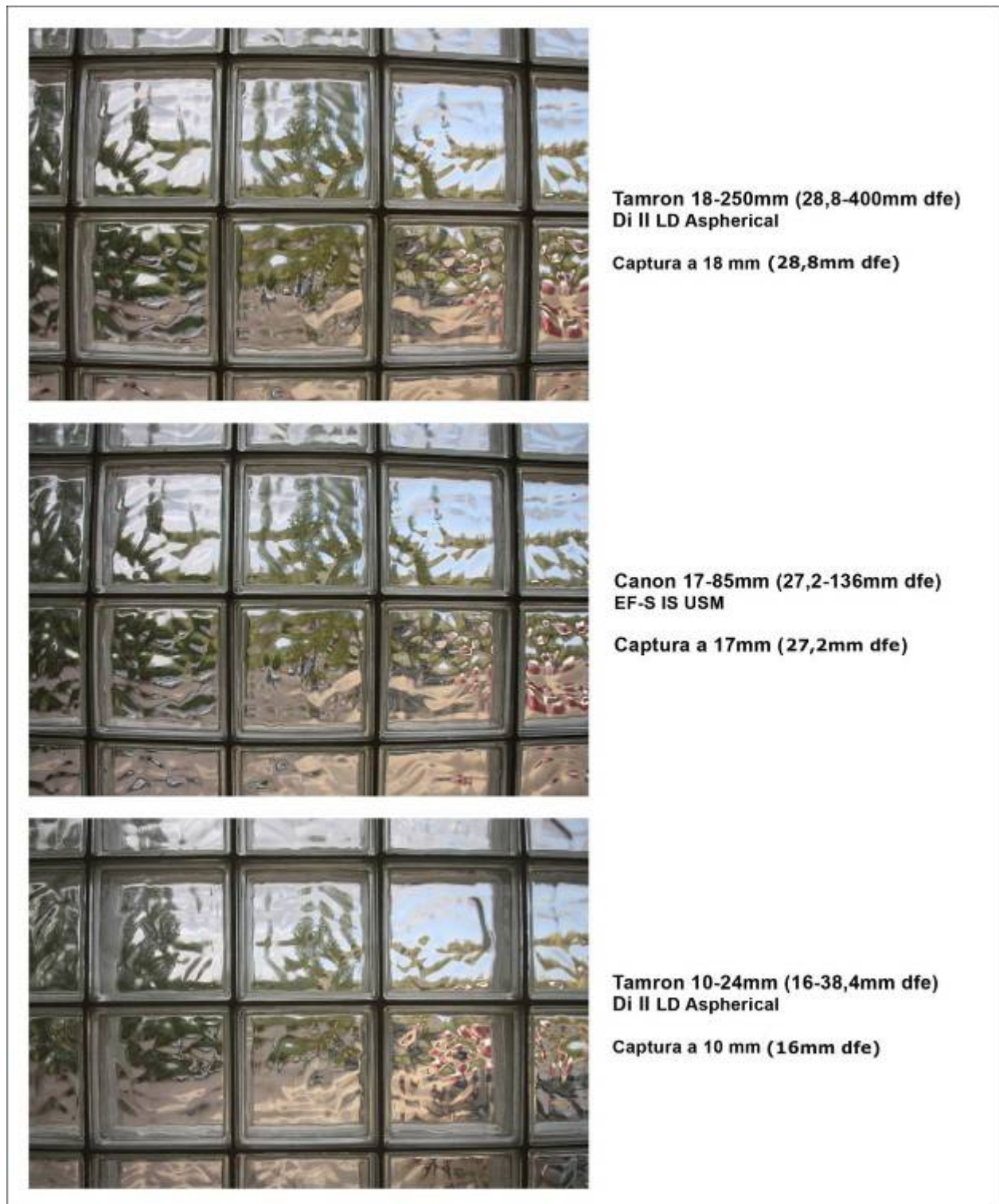


Figura 15. Comparativa de l'aberració geomètrica en forma de barril en tres objectius zoom quan la captura es realitza a la mínima distància focal (més explicació en el text).

La metodologia utilitzada ha estat la mateixa per a cadascun dels tres objectius:

- S'ha utilitzat el trípode i s'ha anivellat en cada cas, de manera que el pla de l'objecte fos sempre paral·lel al pla del sensor.

- La càmera utilitzada ha estat la Canon EOS 40D, muntada amb cada un dels tres objectius (Tamron 18-250 mm, Canon 17-85 mm i Tamron 10-24 mm), que es canviaven sense treure la càmera del trípod.
- Hem escollit un tros de quadrícula que inclou 6 quadrats sencers i altres que només entren parcialment en el fotograma. Per tal de poder comparar visualment les tres imatges a la menor longitud focal de cada objectiu, s'ha desplaçat el trípod avançant-lo o fent-lo retrocedir de l'objecte.

Els resultats (Figura 15) indiquen que l'objectiu que presenta menor aberració d'esfericitat, i per tant una millor qualitat òptica des d'aquest punt de vista, és el Tamron ultra gran angular 10-24 mm (Figura 15, a baix), quan és el que hauria de donar un resultat pitjor, perquè és el que ha utilitzat un angular més extrem. Això, no obstant, s'explica pel fet que, com hem vist més amunt (Figura 14), aquest és un objectiu que té especialment corregida aquesta aberració.

El Tamron 18-250 mm també té corregida aquesta aberració, però probablement els resultats no són tant bons degut a que el seu recorregut de focal és enorme (de gran angular a tele llarg) i això dificulta la construcció d'objectius amb valors baixos d'aberracions en els dos extrems de focal (Freeman, 2009). Pel que fa a l'objectiu Canon 17-85 mm, malgrat és el considerat de millor qualitat global de tots tres²⁷, al no tenir corregida l'aberració d'esfericitat (que és la única comparativa que hem portat a terme nosaltres), aquesta es fa molt notòria a la seva mínima distància focal, 17 mm (27,2 mm en dfe).

²⁷ i també el més car, segons el meu tutor.

3. Aspectes relacionats amb el motiu i el seu context

3.1 Orientació en relació al pla de captura

L'orientació en relació al pla de captura varia segons el que ens interressi ressaltar del motiu que pensem capturar. El pla de captura pot ser frontal, lateral, des de dalt, des de baix...etc. segons el que ens interressi plasmar o donar importància. En qualsevol cas, cal tenir present que quant la profunditat de camp és baixa (cosa habitual en fotografia d'aproximació), l'orientació és molt important. Així, un objecte situat paral·lel al pla focal de la càmera pot quedar, si és prim, perfectament enfocat (Figura 16, a dalt); mentre que si la disposició és una altra, o bé el motiu és gruixut, només es veurà enfocada una part de la imatge (Figura 16, a baix).



Figura 16. A dalt: gràcies a la disposició paral·lela al motiu, es poden distingir les línies a la ploma (esquerra) i identificar un petit insecte (mosquit) a sobre de la camisa del meu company Albert.

A baix: sovint cal combinar orientació i enfocament selectiu per tal que la part desitjada quedi enfocada. Les fotografies són fetes al massís del Montseny, a prop de Santa Fe (excepte la de baix a la dreta, que està feta al pati de les tortugues).

3.2 Què s'inclou en l'enquadrament?

L'enquadrament és simplement el que queda plasmat al sensor de les càmeres. Si fem una foto i veiem que el que hem capturat no està ben distribuït, es pot parlar aleshores d'un mal enquadrament, i si per el contrari la distribució de la foto és bona parlarem en aquest cas d'un enquadrament correcte.

L'enquadrament serà d'una forma segons el que es vulgui transmetre amb la fotografia, és a dir, podem voler fer una foto en la qual només importi el subjecte i d'aquesta manera només se li doni prioritats a ell (és el més habitual en macrofotografia). O bé, potser també volem donar importància al que envolta el subjecte. En el primer cas utilitzarem un objectiu macro que, a més a més, incorpora diverses correccions de fàbrica; en el segon cas, en canvi, farem servir un objectiu gran angular i ens haurem d'acostar molt al subjecte. El problema és que, com ja hem explicat anteriorment (vegeu apartat 2.1.4), el gran angular exagera la perspectiva, sobretot a mida que ens acostem al motiu. Tenim doncs, dues situacions:

- Prioritzar el motiu (macro normal):

Quan en una fotografia, el que ens interessa és donar-li importància al subjecte o motiu fotografiat, i no pas al que l'envolta. En aquests cas, l'objectiu indicat seria un macro curt (i per anar més enllà macro llarg). En aquests objectius la profunditat de camp es molt petita; això vol dir que el que està per davant o per darrere del motiu quedarà menys nítid i així el motiu destacarà més de la resta. Això és el que hem vingut fent fins ara, i és el sistema de macrofotografia més utilitzat durant el treball, per la seva major qualitat.

- Incloure-hi l'hàbitat (macro amb gran angular):

Quan el que ens interessa es contextualitzar el motiu, és a dir, incloure'l en el seu hàbitat, on es troba, l'objectiu indicat seria un gran angular, ja que al tenir una distància focal més curta la profunditat de camp es més gran, això vol dir que el que quedi per davant o per darrere del motiu quedarà més nítid (i no tant com el motiu en concret) i podrem saber el lloc on es trobava l'objecte fotografiat. Darrerament s'està valorant molt positivament la utilització del gran angular per a la fotografia d'aproximació (Iglesias, 2009; Ruiz, 2009; Peterson, 2009). El que s'aconsegueix amb el gran angular és oferir un primer pla immediat, sovint més ampli, amb una profunditat de camp molt més gran que permet ubicar el subjecte principal en el seu context, tant si es tracta d'un interior (a l'interior del laboratori, per exemple) com a l'exterior (espais oberts, costa, bosc) que permeten incloure l'hàbitat d'un organisme, per exemple. Per il·lustrar aquests aspectes es presenten dos petits projectes, un de l'interior del laboratori de biologia (Figura 17), en el que quan s'utilitza l'objectiu macro només s'enfoca el fruit de la planta

(*Mimosa pudica*), sense poder saber on està ubicada aquesta mimosa (Figura 17, esquerra). En canvi, quan s'utilitza el gran angular, a part del fruit enfocat, no només s'hi veuen les fulles de més prop i de més lluny del fruit, sinó que també es pot ubicar la planta en el banc de llum del laboratori (Figura 17, dreta).



Figura 17. Fotografia d'aproximació amb objectiu macro (esquerra) i amb objectiu gran angular (dreta). En aquest segon cas, la major profunditat de camp permet situar el motiu en el seu context (laboratori).

El segon projecte es va portar a terme a l'exterior, concretament en una plantació de nenúfars gegants (flor de "loto") d'un majorista de plantes aquàtiques de Vilassar de Mar (Aquàtiques Vilassar), que és l'indret on obtenim les plantes aquàtiques per al basal del pati de les tortugues²⁸. Abans d'explicar-lo, però, comentarem una mica més aquest indret.

Vàrem fer dues visites a aquests hivernacles, un a l'inici de primavera, en que ho trobàrem tot arrasat per uns forts vents de finals d'hivern i moltes de les plantes aquàtiques exteriors, que eren gairebé totes tropicals, estaven mortes (Figura 18).



Figura 18. Aspecte de les plantacions exteriors d'Aquàtiques Vilassar al finalitzar l'hivern en la nostra primera visita a les instal·lacions. A la dreta, detall de fruits de flor de "loto" flotant a l'estanc (Fotografia del meu company Albert Marsà).

²⁸ aspecte tractat més a fons en el treball de recerca del meu company Albert Marsà.

L'aspecte d'aquest indret a l'estiu no té res a veure amb el què hem comentat de finals d'hivern o principis de primavera, al juliol és un veritable espectacle de flors i colors, convertint-se en un lloc ideal per a practicar fotografia d'aproximació, com ja s'ha demostrat en treballs anteriors (Laura Pascual, 2009) i en diversos concursos fotogràfics (vegeu apartat 1.1).

Tornant al projecte que ens ocupa, hem triat aquestes dues fotografies (Figura 19) per il·lustrar



Figura 19. Fotografia d'aproximació amb objectiu macro (esquerra) i amb objectiu gran angular (dreta). En aquest segon cas, la major profunditat de camp permet situar el motiu en el seu context (una gran plantació de flor de "loto").

l'efecte d'utilitzar macro o angular per a la fotografia d'aproximació en exterior. En el primer cas s'obté una fotografia d'alta qualitat, tant tècnica com estètica, però sense poder ubicar el motiu en el seu context (Figura 19, esquerra) i en el segon cas, el gran angular permet una profunditat de camp molt més gran, que ens deixa conèixer que aquesta flor forma part d'una gran plantació de nenúfars gegants (Figura 19, dreta).

4. Aspectes relacionats amb els controls de la càmera

4.1 Ajustaments més habituals en macrofotografia

Les càmeres de l'Escola, que són les que majoritàriament he fet servir per fer les fotos d'aquest treball, són manipulades per moltes mans (vegeu apartat 1.1) i això vol dir que abans de fer-les servir és **molt important** comprovar l'ajustament que ens interessa, per què es modifiquen sovint en funció del treball que es vol portar a terme.

Els ajustaments més habituals que cal comprovar són els següents:

- Tipus de programa: P, A, S, M o els més fàcils (auto, retrat, paisatge, macro, esports). Normalment els més fàcils no els solem fer servir ja que no deixen modificar l'obertura del diafragma, ni la velocitat de l'obturador i tampoc permeten desactivar i/o modificar les característiques del flaix. Els dos més utilitzats són el P (programa que permet acció manual) i el A (prioritat a l'obertura del diafragma).
- Balanç de blancs: normalment auto o ajustat a les característiques del lloc, si ho requereix.
- ISO: La més baixa possible, que es la original de la càmera.
- Mode fotografia: Natural
- Format d'imatge: Generalment JPEG, rarament RAW
- Mida d'imatge: Entre 6 i 8 Mega Píxels (mitjana) i a nivell de compressió mínim
- Estabilitzador d'imatge: Activat
- Flaix automàtic: Desactivat (si fa falta s'activa manualment)
- Enfocament: Normalment manual
- Exposició: Ponderada al centre o puntual, rarament matricial

4.2 Utilització del *Live view* i de la lupa d'enfocament

Una gran avantatge de la tecnologia digital per macrofotografia és el de poder veure en la pantalla LCD i en temps real la imatge abans de la seva captura. Aquesta pantalla, disponible en totes les càmeres digitals, funciona en temps real en totes les compactes, però només en aquelles rèflex digitals que disposen de la funció *Live View*.

Alguns models de càmera²⁹ permeten que aquesta pantalla sigui orientable i això és especialment útil quan es tracta de fotografiar escenes o motius en situacions dificultoses (com podria ser un contrapicat a partir de nivell molt a prop de terra, per exemple).

L'altra avantatge digital per a macrofotografia fa referència a la nitidesa, a la qualitat d'enfocament, perquè la profunditat de camp és mínima i una petita variació de l'enfocament pot inutilitzar la captura. Doncs bé, algunes càmeres (Figura 8) permeten augmentar la zona

²⁹ És el cas de les dues càmeres Olympus (E-330 i E-30) utilitzades.

d'enfocament (fins a 10x en les càmeres utilitzades que disposen d'aquesta funció ³⁰) de manera que permet afinar molt més l'enfocament de la imatge.

També és molt eficaç fer servir un comandament a distància (o un cable disparador), ja que si la foto es fa de molt a prop i amb molt de detall, el simple acte de prémer el botó del disparador provoca una vibració que pot fer que la foto surti borrosa o mal enfocada.



Figura 20: En aquesta imatge es veu cada una de les avantatges de les funcions esmentades: pantalla *live view*, orientable, lupa d'enfocament (es pot observar que la imatge de la pantalla és sensiblement més gran que l'objecte), i el comandament a distància.

Una alternativa, si no es disposa de comandament o disparador de cable, és el d'utilitzar el temporitzador (la vibració provocada en prémer el botó del disparador desapareix en pocs segons).

Aquest sistema que permet afinar tant bé l'enfocament es tornarà a tractar més endavant (vegeu apartat 5.1) en el sentit que en aquest treball es proposa d'obtenir l'equivalent a una microfotografia a partir de l'ampliació per software d'una macrofotografia molt ben enfocada (Figura 21).

³⁰ Olympus E-330, Olympus E-30 i Canon 40D



Figura 21. Afinar l'enfocament al màxim permet fer ampliacions d'una zona de la imatge amb un bon detall, sobretot si es compagina amb algun programa d'ampliació d'imatge per software. Algunes de les fulles d'aquesta falguera flotant (*Salvinia natans*) que recobreix el bassal del pati de les tortugues cada estiu, aquí es veuen trencades i una mica malmeses, perquè dues setmanes abans hi va haver una forta tempesta amb calamarsa.

4.3 Efecte de l'obertura del diafragma sobre la profunditat de camp

En les càmeres rèflex, l'obertura del diafragma condiciona la profunditat de camp; com més obert estigui el diafragma (número f/ menor) menys profunditat de camp hi haurà, i com més tancat estigui el diafragma (número f/ major) n'hi haurà més. L'obertura del diafragma serà diferent segons el que es pretengui expressar amb la foto. Si es vol prioritzar una zona específica el diafragma haurà d'estar més obert que si es vol donar importància al seu context (Figura 22).

Una obertura petita, però, no sempre és fàcil d'aconseguir, perquè es necessita molta llum i les exposicions llargues (evidentment amb trípode) també tenen l'inconvenient que es produeixi alguna vibració i/o moviment de l'objecte.



Figura 22: En la figura, les dos fotos de dalt estan fetes amb l'obertura del diafragma màxima possible ($f/2$), i com es veu la zona enfocada es molt petita. En canvi, les dues de baix estan fetes amb el diafragma molt més tancat ($f/22$) i es veuen els voltants del motiu principal també enfocats.

5.Tractament digital de les imatges capturades

5.1 Ampliació per *software*

L'ampliació per software no és res més que ampliar un tros d'una imatge amb un programa editor d'imatges³¹. Si es manté la mateixa proporció que la imatge original (en aquest cas 4:3), poden semblar dues fotos fetes amb la càmera (Figura 23). Però s'ha d'anar amb compte a l'hora de fer-ho per no baixar la resolució perquè sinó l'ampliació seria de molt mala qualitat. Un altre mecanisme perquè les ampliacions quedin el millor possible és, a l'hora de fer la foto, fer servir la lupa d'enfocament (vegeu apartat 4.2), per tal d'assegurar-nos d'enfocar especialment bé la zona que ens interessarà ampliar. S'ha de fer servir trípod per evitar el moviment del pols, i si es vol anar més enllà es podria disparar amb comandament a distància per què la simple pressió que es fa al prémer el botó de l'obturador pot repercutir negativament en la imatge final. Aquest mètode podria ser un recurs vàlid per l'obtenció d'imatges ampliades (fins un cert nivell d'ampliació) i de més bona qualitat que fer-les amb lupa binocular.

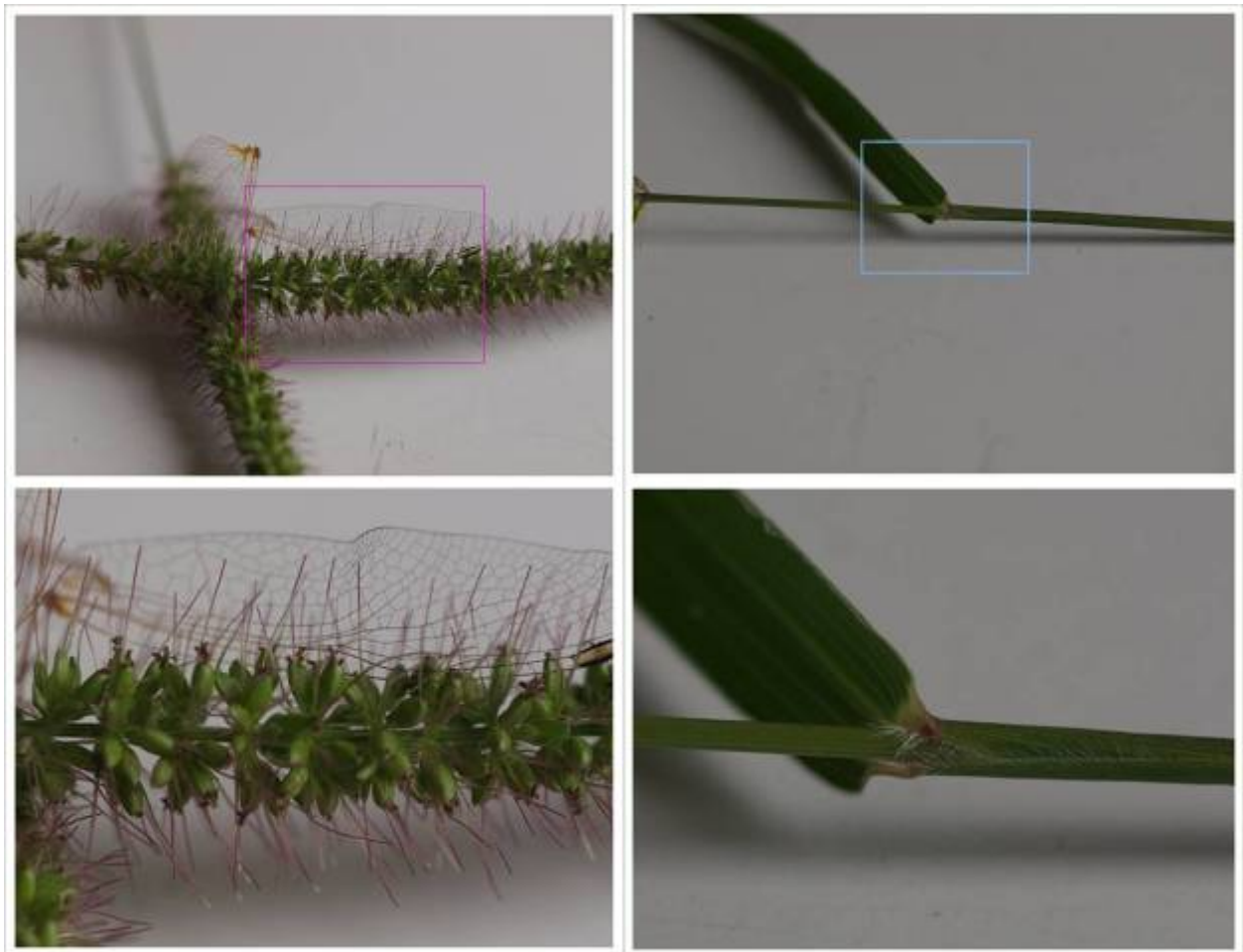


Figura 23: Aquest mètode d'ampliació va ser decisiu per poder identificar l'espècie a partir de la disposició dels ganxos dels pèls (seqüència 1) i que la beina de les fulles presentin marges pilosos per determinar la subespècie: *Setaria verticillata* ssp *verticillata*.

³¹ Que en aquest treball ha sigut sempre amb l'Adobe Photoshop CS2, que és la versió disponible a l'Escola.

5.2 Flux de treball bàsic

5.2.1 Administració dels fitxers electrònics

A l'hora d'administrar les fotografies que s'han fet amb una càmera o les imatges que s'han escanejat sempre s'ha de guardar una còpia del fitxer original sense cap modificació. Per tant, si es vol modificar una imatge, a l'hora de guardar-la s'haurà de canviar el nom per tal de no reemplaçar la imatge original sense modificar. El nom de l'arxiu modificat més adequat seria el de l'original més una lletra o un número. Així sempre tindrem tant el fitxer original com la còpia modificada fàcilment identificats.

5.2.2 Millora bàsica de les imatges

El tractament digitat d'imatge és tot un món cada dia més sofisticat i complicat, però si la imatge està correctament capturada no sol fer falta (al nivell que ens estem movent) cap acció posterior. Malgrat tot, és convenient fer un repàs de l'histograma per reajustar, si cal, els nivells i també la brillantor i el contrast.

Per últim, pot ser útil passar la màscara d'enfocament, un filtre que els experts consideren necessari utilitzar sempre com a últim retoc de la imatge final (Mellado, 2006), però al grau d'ampliació que hem treballat nosaltres no ho hem considerat necessari. Ara bé, aquestes consideracions es refereixen a fotografies capturades amb una càmera (preferiblement rèflex i objectiu de qualitat), perquè en el cas de les imatges capturades amb càmeres acoblades a lupes binoculars i microscopis, les correccions digitals s'han d'aplicar sempre sobretot pel que fa al tema de la llum com ja s'ha evidenciat en treballs anteriors (Ariadna Simón, 2009).

5.2.3 Accions per a la inclusió d'imatges en un treball

Per *figura* o *il·lustració* entenem qualsevol cosa gràfica, bé sigui una fotografia, una taula o un dibuix qualsevol; i en el peu de figura es pot començar dient: "En la fotografia...", "En la taula adjunta...", depenent de la figura que es posi en cada cas. Totes i cada una de les figures del treball han d'anar numerades per poder-les citar en el text. En concret només cal posar: "Vegeu la figura X", o bé només posar "(Figura X)", que és el que més s'utilitza.

El peu de figura sempre serà una explicació de la imatge i s'haurà de completar i citar en el text. És important que tingui una resolució suficient, però no excessiva. La resolució es pot canviar fàcilment amb un programa d'edició com Gimp o Photoshop, com s'explica més avall. El que no es pot fer és posar una imatge en un document de text i després tornar-la a obrir en un programa d'edició, ja que perd molta qualitat (Figura 24), és a dir, l'acció és en un sol sentit: de l'editor d'imatge al processador; mai al revés. Per tant, totes les modificacions –si cal fer-ne alguna– s'han de fer abans amb un programa d'edició d'imatge com Photoshop i guardar la versió final en format *.jpg sense compressió.

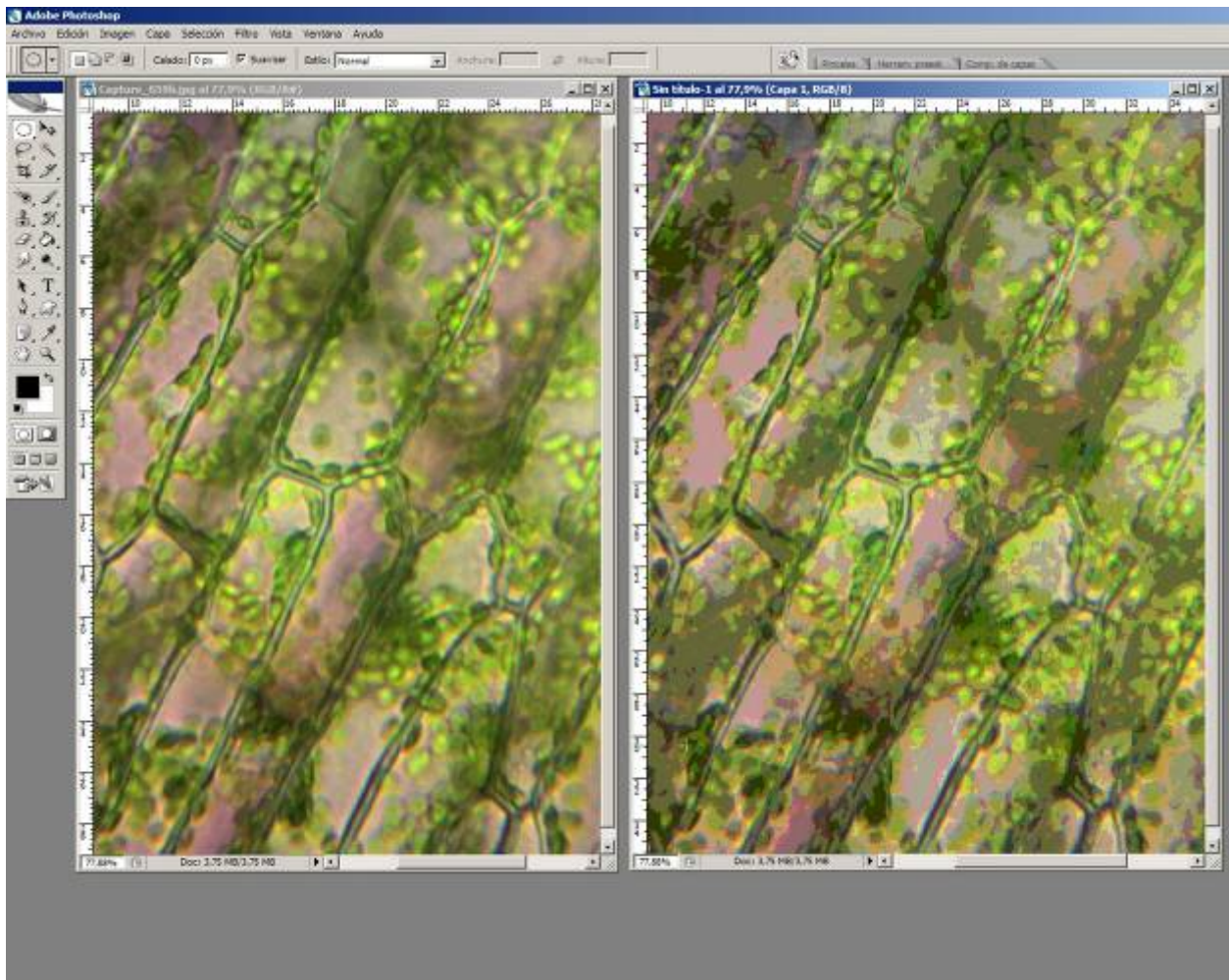


Figura 24: En aquesta figura es mostra el què passa quan es torna a obrir en un programa d'edició d'imatge (Photoshop en aquest cas) una imatge que havia estat prèviament oberta en un document de text com MS Word. La imatge (dreta) perd molta qualitat en relació a l'original (esquerra).

D'altra banda, prepararem una còpia (que s'anomenarà igual afegint el sufix `_br`) en més baixa resolució (però suficient per a impressió de qualitat) amb les mides (en cm) que voldrem que tingui en el paper i amb un nivell de compressió mínim (és a dir, de 10 o de 12). Anem a considerar dos exemples, el d'una figura única que volem que ocupi igual que l'ample del text escrit (a), i el d'un muntatge que inclogui més d'una imatge (b). També hem de tenir present que cal deixar un espai per al peu de figura. Considerarem que els marges del full (Din-A4) són: superior i inferior, 2 cm; esquerra, 2,5 cm i marge dret 2 cm. D'aquesta manera ens queda un espai màxim de 16,5 x 25,5 cm, que són les dimensions exteriors màximes (peu de figura i contorn, si n'hi ha, inclosos) que pot tenir una imatge per incloure-la en aquests marges.

A continuació veurem els passos a seguir, en cada un dels dos casos esmentats:

a) Exemple 1 (imatge única)

Per aquest primer exemple aprofitarem una captura de pantalla del quadre de diàleg "Tamaño de imagen" del programa Photoshop (Figura 25). Els passos són:

1) Obrim la foto (la seva versió final amb la resolució original) amb el programa Photoshop (o similar). A continuació redimensionem la imatge, segons el que hem comentat abans (vegeu Figura 16). Cal assegurar-se que els tres paràmetres de "Tamaño de imagen" estan activats ("Escalar estilos, Restringir proporciones i Remuestrear la imagen"). Guardar l'imatge amb el sufix _br i amb l'extensió JPG.

2) Tenir la foto o dibuix en jpg (o gràfica Excel en el seu format original...) i fent servir l'explorador de Windows o un altre visualitzador, botó dret, copiar i anar a una pàgina prèviament oberta del MS Word, i enganxar-hi la imatge; Activem la imatge, botó dret, "formato de imagen", "cuadrado" (i si ocupa l'amplada de la pàgina "centrado").

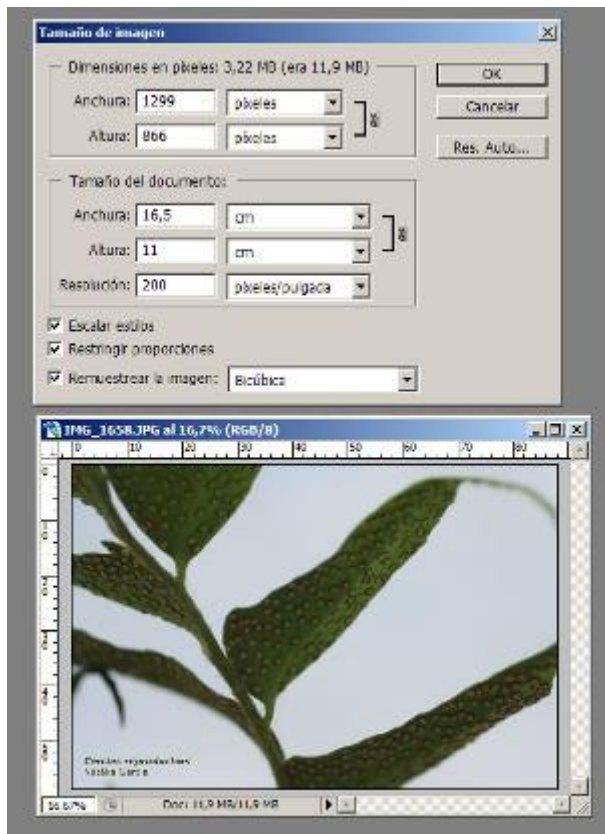


Figura.25 Captura de pantalla que mostra el quadre de diàleg on es pot canviar la resolució i les dimensions d'una imatge en el programa Photoshop.

3) Anem pel peu de figura: Insertar "cuadro de texto", amb els tiradors, donar al requadre interior la mateixa amplada de la figura, i el situem a sota de la figura, a uns 3 mm. Cliquem a l'interior del quadre i escrivim el text (Arial 10, depenent de la mida del text normal, i seleccionem "interlineado mínimo" i justificat). Un cop acabat el text, ajustem l'altura del quadre de text.

4) Agrupar figura i peu perquè vagin sempre junts: Un cop alineats, seleccionem conjuntament la figura i el peu (botó esquerra i tecla majúscules esquerra), botó dret "agrupar".

5) Si cal fer qualsevol modificació posterior, caldrà prèviament "desagrupar", excepte el text del peu de figura, que el podem continuar modificant sense desagrupar (si hi cap).

b) Exemple 2 (conjunt d'imatges)

El més senzill és obrir amb el Photoshop totes les fotos que es volen agrupar (suposarem que totes les fotos tenen la mateixa resolució i unes proporcions que encaixin)³². Activem la que volem que sigui la primera imatge, i obrim el quadre de diàleg “Tamaño de lienzo”, en el que farem lloc per posar-hi totes les fotos; les anirem col·locant, deixant un petit espai entre ells (sempre el mateix). Un cop tenim totes les fotos al lloc, acoblem les capes (“acoplar imagen” del menú capes) i retallem el llenç sobrant externament, de manera que no en quedi. Aleshores podem augmentar una mica el llenç (el mateix gruix que la distància entre fotos consecutives) perquè quedi un marge blanc al voltant del conjunt d'imatges; després seleccionem tota la

imatge i hi dibuixem un contorn de dos o tres píxels de gruix (“Edición-Contornear”), i ja tindrem el conjunt d'imatges agrupat (Figura 26). Per al peu de figura procedim com en l'exemple anterior (exemple a).

El conjunt d'imatges de la figura 26 van ser fetes al CRARC (Masquefa) i corresponen a una tortuga molt especial que tenen en un aquari interior exposada al públic. Aquesta tortuga té la boca oberta... excepte quan mossega. Resulta que té la llengua en forma de cuc i la va movent amb l'objectiu d'atreure-hi algun animal, que li entrarà directament a la boca i només l'haurà de tancar per menjar-se'l.



Figura 26. Conjunt d'imatges agrupades que corresponen a una tortuga que fotografiarem al CRARC. A dalt, imatge del cap amb la boca ben oberta. A la dreta (a baix), s'indica una ampliació de l'ull de la imatge superior, que té una forma ben original.

³² Les proporcions solen ser 3:2 (Canon, Nikon...) o 4:3 (Olympus). Si la imatge no es completa, cal fixar-se amb quina part es vol fer encaixar, per tal que coincideixin les mides.

6. Projectes de fotografia biològica realitzats

6.1 Ciclosi (corrent citoplasmàtic)

La observació del fenomen de ciclosi o corrent citoplasmàtic es va produir de manera accidental en un treball de recerca anterior (*Micromons*; Ariadna Simón, 2009). Mentre visualitzava en la pantalla de l'ordinador (connectat a la càmera acoblada al microscopi) els cloroplasts de cèl·lules d'una fulla d'elodea (*Elodea canariensis*) per tal de fotografiar-les, l'Ariadna va veure que, al cap d'una estona d'estar la mostra al microscopi, els cloroplasts es

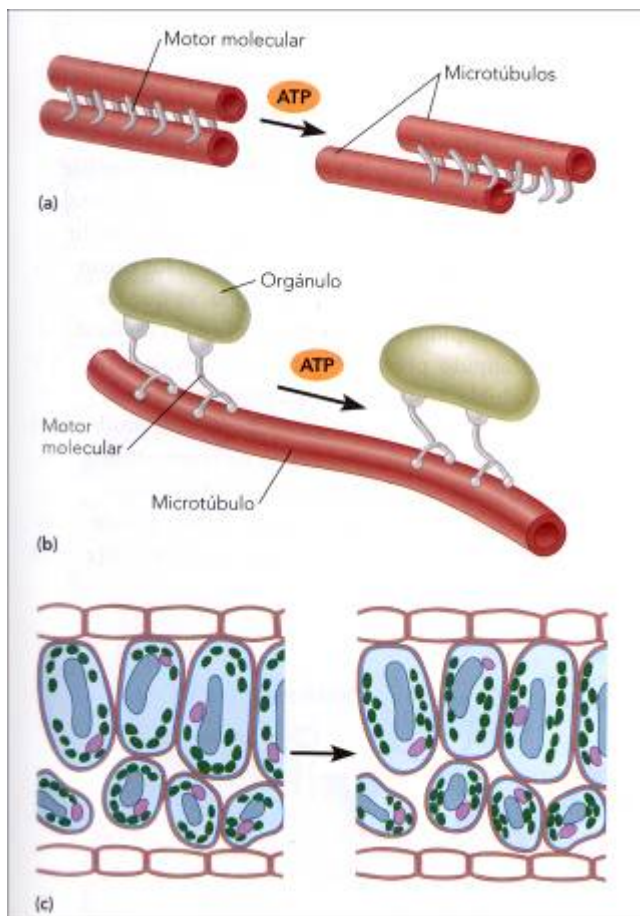


Figura 27: Els motors moleculars es mouen d'un microtúbul a un altre per originar el moviment de cilis i flagels (a); i es mouen al llarg d'un microtúbul transportant un orgànul (b). En presència d'una llum intensa, els motors moleculars desplacen els cloroplasts cap a la cara de la cèl·lula on la llum és menys intensa. (Extret de Nabors, 2006).

començaven a moure amb una trajectòria més o menys circular. L'Ariadna, malgrat va comprovar que aquest fenomen era conegut i estava descrit a la bibliografia, per raons de temps (va fer la descoberta al final, quan ja havia d'entregar el treball) no hi va poder aprofundir i el professor de biologia ho va comentar a classe, com un dels aspectes interessants a continuar.

La ciclosi o corrent citoplasmàtic fa referència al moviment que es fa a l'interior de les cèl·lules. Gran part del contingut cel·lular està en continu moviment, com per exemple, quan es transporten proteïnes y altres molècules des del RER (reticle endoplasmàtic rugós) fins l'aparell de Golgi. El principal responsable d'aquestes activitats dinàmiques, així com del manteniment de la forma que tenen les cèl·lules, és una estructura coneguda com citoesquelet³³, integrada per tres tipus de proteïnes filamentoses: microtúbuls, microfilaments i filaments intermedis (Nabors, 2006).

Els microtúbuls³⁴ i els microfilaments³⁵

generen moviment quan s'associen amb diversos tipus de proteïnes motores, també

³³ Que fins la arribada dels M.E no es va poder saber de l'estructura d'aquest.

³⁴ Els microtúbuls són tubs llargs i buits en el citoesquelet, que transporten components cel·lulars com molècules, orgànuls o cromosomes d'un lloc a un altre.

³⁵ Els microfilaments són un grup de filaments llargs del citoesquelet que mouen la cèl·lula o el seu contingut i ajuden a delimitar-la.

conegudes com “motors moleculars” (Figura 27). Aquestes proteïnes motores necessiten energia en forma d'ATP per canviar d'una posició a l'altra i tornar a la original, en un moviment que recorda el de les cames al caminar³⁶. Els cloroplasts es mouen des del fons de la cèl·lula fins un lateral de la mateixa al llarg dels microtúbuls, gràcies a l'acció de les proteïnes motores (Figura 27c), quan són sotmeses a una llum intensa (Nabors, 2006). Això és precisament el que passa quan es manté un temps la preparació d'*Elodea* al microscopi, amb la llum encesa; aproximadament al cap d'uns 13 minuts els cloroplasts es comencen a moure de forma cíclica, al voltant d'un invisible vacúol central. Si es fan dues fotografies consecutives de les mateixes cèl·lules es pot observar que la disposició dels cloroplasts ha variat (Figura 28).

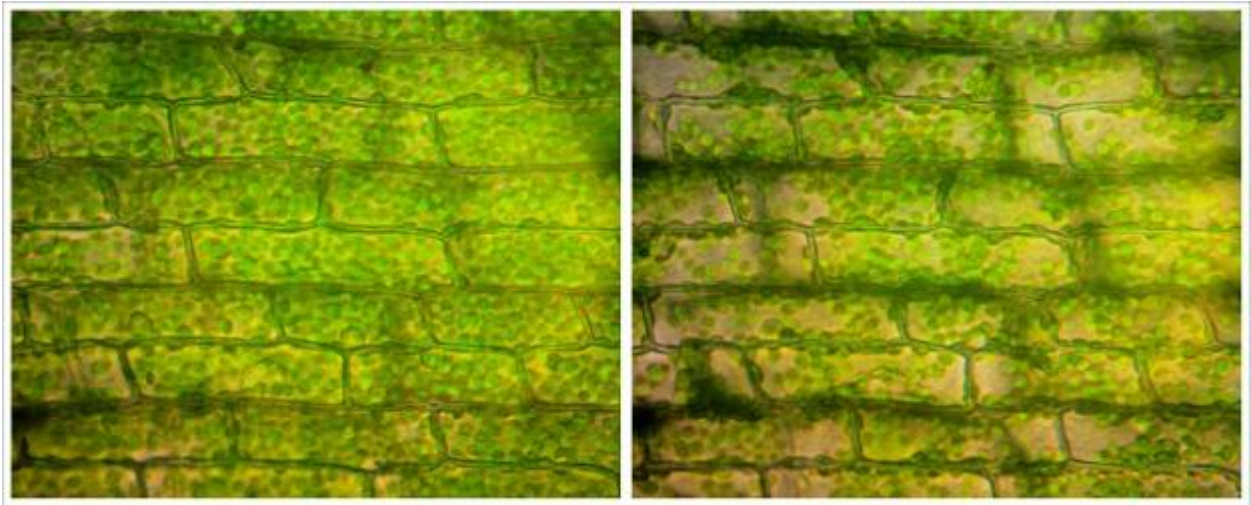


Figura 28. Cèl·lules d'*Elodea canariensis* vistes al microscopi òptic. S'observa una clara diferència en la posició dels cloroplasts entre la imatge de l'esquerra (acabada de col·locar al microscopi) i la de la dreta, uns 15 minuts més tard, en la que es veuen els cloroplasts en una altra disposició i no tant ben enfocats (s'estaven movent).

Realitzàrem diverses observacions d'aquests moviments en elodees (a la classe de biologia) i comprovàrem que el moviment era cíclic a les cèl·lules del parènquima clorofil·lic, però que en els vasos conductors (d'un color més vermellós, no tant verd) dels nervis de la fulla, el moviment predominant seguia una trajectòria rectilínia. Aquest moviment rectilini es produïa en ambdós sentits (de pujada i de baixada) però en vasos diferents.

En la primera sortida al Montseny vàrem agafar mostres de diverses espècies de molsa del gènere *Mnium*, que tenen unes petites fulles amples i amb menys capes de cèl·lules que les d'*Elodea* (que és una fanerògama). Volíem esbrinar si també es produïen els moviments de ciclosi en aquestes molses. El resultat va ser que en cap de les espècies de molses estudiades observàrem cap mena de moviment dels cloroplasts, ni en les cèl·lules del limbe foliar, ni en les més allargades que feien la funció de vasos conductors (Figura 29). El que sí poguérem

³⁶ Precisament el curs passat veiérem una animació de la cèl·lula en la que s'apreciava aquest moviment.

comprovar és que el menor gruix d'aquestes fulles permeten una definició molt superior de les microfotografies (Figura 29, a baix).

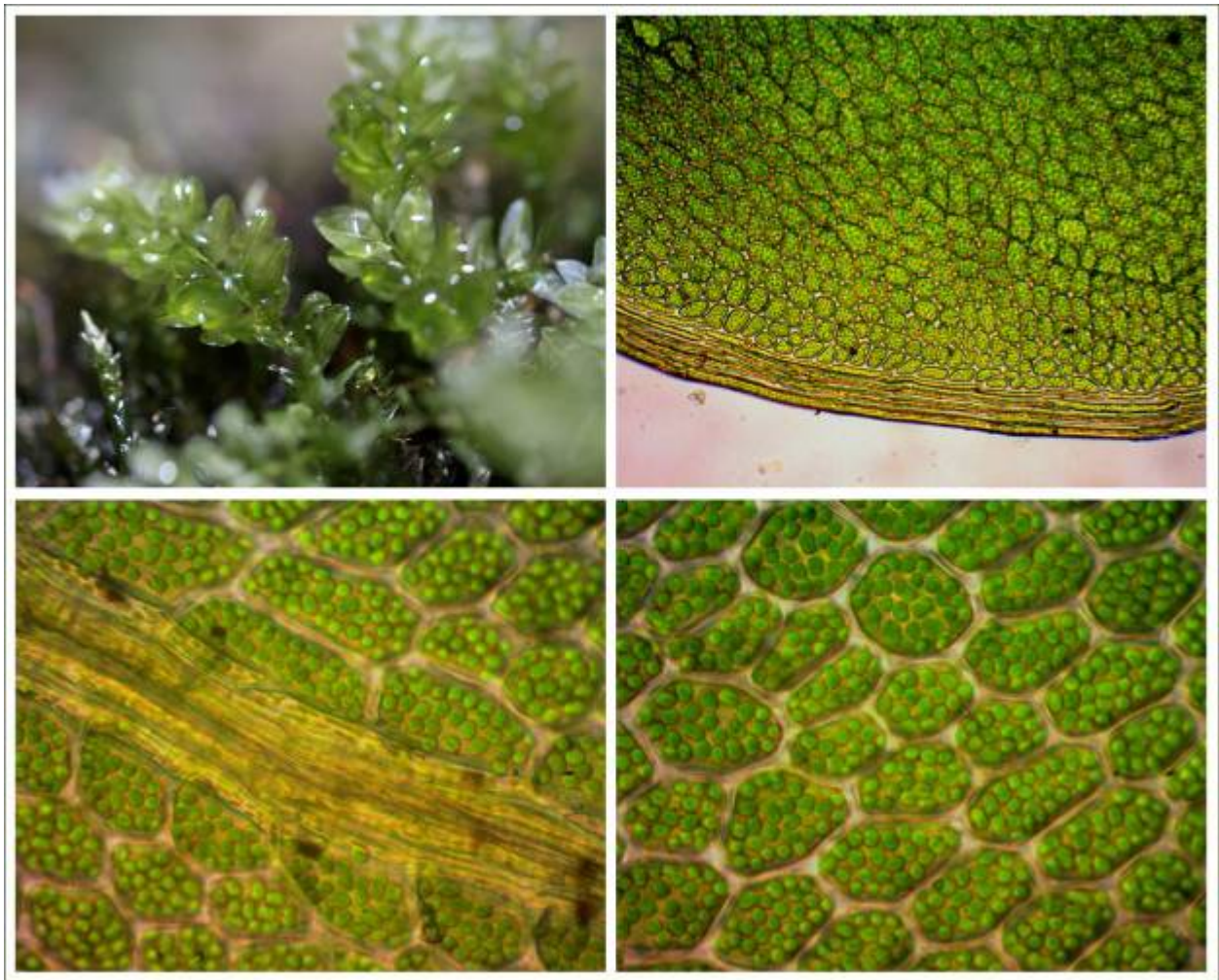


Figura 29: Molsa del gènere *Mnium*. Planta a tamany real (a dalt, a l'esquerra) en la que es pot apreciar la forma i la transparència de les petites fulles, una ampliació a mitjà augment d'una de les fulles (a dalt, a la dreta) i dues ampliacions a gran augment (a baix) amb els cloroplasts ben visibles.

6.2 Estructures reproductores vegetals

Aquest projecte tracta de mostrar en fotografies d'aproximació i macrofotografies estructures reproductores característiques de les criptògames i de les fanerògames (Figura 30), evidenciar les diferències entre flors pol·liníferes (Figura 31) i flors nectaríferes (Figura 32) i un projecte de d'observació microscòpica de grans de pol·len (Figura 33, Figura 34).

Les criptògames són les plantes que no fan flor, tenen els òrgans sexuals "amagats", a diferència de les plantes fanerògames, que els ensenyen: les flors. Les criptògames inclouen

actualment³⁷ els briòfits (molses i hepàtiques) i els pteridòfits (falgueres i cues de cavall). Algunes estructures reproductores de criptògames les podem observar a la figura 30 (esporòfits de molses, sorus amb esporangis de falguera i anteridiòfor d'una hepàtica)

6.2.1 Criptògames



Figura 30: Algunes estructures reproductores de criptògames. Esporòfits de molses (a dalt), sorus amb esporangis de falguera (a baix, a l'esquerra) i anteridiòfor d'una hepàtica talosa (a baix, a la dreta).

³⁷ les algues, que també són criptògames, s'inclouen en el regne dels protocists.

6.2.2 Flors nectaríferes i flors pol·liníferes

Les fanerògames (o espermatòfits) inclouen les gimnospermes (plantes que no tenen la llavor tancada a dins d'un fruit, com els pins) i les angiospermes, que fan un veritable fruit que tanca la llavor completament. Les angiospermes, són les que inclouen les plantes amb flors vistoses. Aquesta vistositat té relació directa amb un organisme pol·linitzador, generalment un insecte. La recompensa per l'organisme pol·linitzador és el pol·len (flors pol·liníferes) o el nèctar (flors nectaríferes). Les flors pol·liníferes són més primitives que les nectaríferes, les nectaríferes són un tipus de flor més sofisticat i, des del punt de vista evolutiu, més recents.

Les flors pol·liníferes ofereixen pol·len als animals que les visiten. L'oferiment de pol·len va ser, segurament, el primer dels estímuls que permeté assegurar una freqüentació regular de les flors. Però representa un inconvenient per a les flors afectades, i és que, a més de pol·len destinat a la pol·linització, n'han de produir per al nodriment dels pol·linitzadors. Per aquesta raó les plantes pol·liníferes solen tenir molts estams, com és el cas de la rosella (*Papaver rhoeas*), de les estepes (*Cistus*) i també de la rosa de Síria (*Hibiscus syriacus*), una malvàcia que resisteix l'hivern a les nostres latituds, a diferència d'una altra espècie del mateix gènere, la



Figura 31: Exemple de flor pol·linífera. Les quatre fotos son del mateix tipus de flor, però les dues de baix no són meves, sinó de la Júlia Alguacil. Les he posat perquè es veu molt bé com l'insecte pol·linitzador acaba ben arrebossat. La segona foto (a dalt) es una ampliació de la primera de l'esquerra per evidenciar la gran quantitat de pol·len d'aquesta flor.

rosa de Xina (*Hibiscus-rosa-sinensis*) que mor a l'hivern. La primera, la rosa de Síria, és un bon exemple per il·lustrar una flor pol·linífera (Figura 31).

Les flors nectaríferes produeixen nèctar com a recompensa per als animals visitants. El nèctar és un líquid ensucrat produït per unes glàndules especials o acumulat en uns determinats òrgans anomenats genèricament nectaris, que es localitzen generalment a la base de les peces frontals o del receptacle. Més exactament, és una solució diluïda de sucres, de sals minerals, d'olis i d'essències. Les abelles fan la mel, precisament, amb el nèctar que recullen. Però el nèctar no és pas a l'abast de qualsevol animal, sinó només d'aquells que són capaços d'accedir als nectaris. I com que aquests solen situar-se al fons de la flor, la recerca del nèctar obliga a un contacte de l'animal amb els estams i els estigmes, cosa que assegura l'eficàcia de



Figura 32: Alguns exemples de flors nectaríferes.

la pol·linització. Moltes flors nectaríferes disposen, encara, d'indicadors òptics denominats senyals de nèctar (ratlles convergents, taques de color, etc.), que mostren al visitant la direcció que cal seguir per tal d'accedir al dolç líquid. Evolutivament, l'aparició del nèctar representà per a les plantes un estalvi molt important de pol·len, a canvi, això sí, de produir aliments específics per als visitants. Aquest estalvi és màxim a les flors entomòfiles més especialitzades (cas de moltes de les orquídies), que presenten una eficàcia pol·linitzadora pràcticament del 100%, la qual cosa vol dir que la flor produeix aproximadament tants grans de pol·len com primordis seminals (Masalles et al. 1988).

6.2.3 Microfotografies de pol·len

Aquest va ser el meu segon projecte de microfotografia, després del comentat anteriorment de la ciclosi (vegeu apartat 6.1). Mentre estàvem fent tasques de manteniment al pati de les tortugues³⁸, descobríem que la superfície de l'aigua del bassal estava recoberta per una mena de pel·lícula de color groc que flotava. Aleshores el meu tutor em va encarregar que investigués de què es tractava i que en fes un petit treball de fotografia microscòpica.

Vaig descobrir que es tractava de pol·len, concretament de pol·len de pi. Els pins tenen pol·linització anemòfila (pel vent) i necessiten fer una gran quantitat de pol·len lleuger i que no s'enganxi entre els diferents grans o amb altres superfícies, a diferència de les plantes zoòfiles (generalment entomòfiles) que, tant si en fan poc (flors nectaríferes) com si en produeixen molt (flors pol·liníferes) l'han de tenir enganxós perquè pugui ser transportat per l'animal pol·linitzador fins l'estigma de l'altra flor (vegeu apartat 6.2.2).

El pol·len de pi, a més a més, és especialment lleuger perquè s'ajuda de dos sacs pol·línics plens d'aire que en disminueixen la seva densitat. Al microscopi òptic, que sempre es treballa a contrallum, aquests sacs aeris es mostren de color negre (Figura 33), d'una manera semblant al marge negre de les bombolles d'aire atrapades entre el portaobjectes i el cobreobjectes d'una preparació muntada amb aigua (vegeu apartat 1.1).

Vaig fer ampliacions successives d'una mostra d'aquesta pel·lícula groga (Figura 33 esquerra, de dalt a baix) i també en vaig fer una altra en la que hi vaig incloure alguns fils d'algues filamentoses del bassal, de manera que hi quedessin alguns grans de pol·len atrapats entre mig (Figura 33, a la dreta). Les imatges van ser capturades amb la càmera Moticam 1000, connectada a l'ordinador, al laboratori de biologia de l'Escola.

Les preparacions, com aquest pol·len ja estava a l'aigua feia un cert temps, eren muntades en la mateixa aigua del bassal, però per a un estudi posterior de pol·len de flors dels voltants de l'Escola, el muntatge es va fer en glicerina (Figura 34).

³⁸ juntament amb els meus companys Albert i Alba.

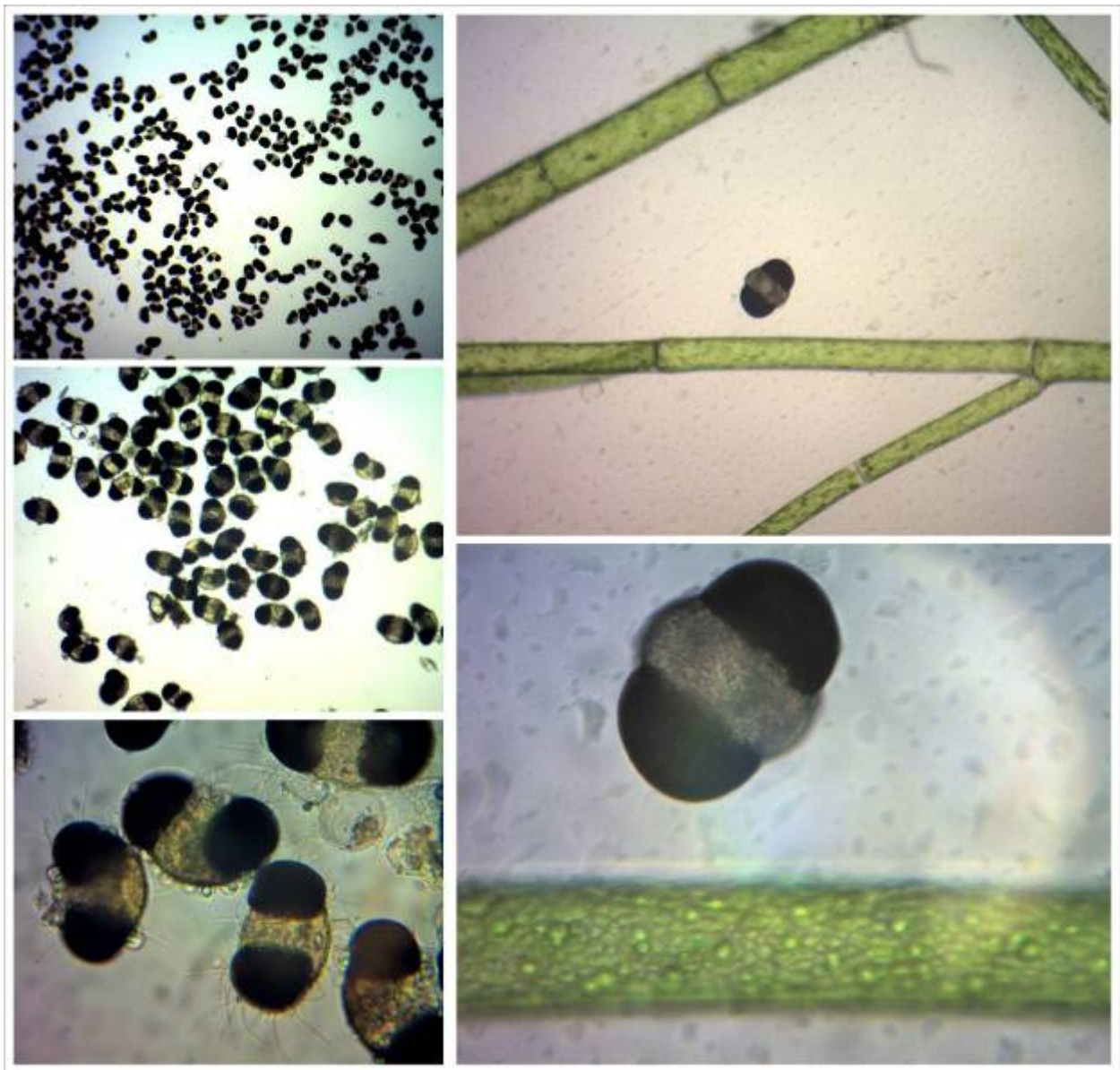


Figura 33: Seqüència de microfotografies de pol·len de pi de mostres agafades d'unes taques grogues que flotaven a la superfície del bassal del pati de les tortugues. A l'esquerra, en vertical, ampliacions successives de la mostra. A la dreta s'hi observa un gra de pol·len atrapat entre els fils d'una alga verda filamentosa que també hi havia al bassal. Els grans de pol·len de pi tenen dos sacs aeris que al microscopi òptic es veuen de color negre perquè es comporten com opacs a la llum. Les imatges es varen capturar amb una càmera Moticam connectada al microscopi i a l'ordinador del laboratori de biologia de l'Escola.

Per a l'observació de pol·len d'angiospermes es van agafar les anteres dels estams d'algunes plantes dels voltants de l'Escola i es varen passar i mesclar repetidament en una gota de glicerina que prèviament havíem posat en un portaobjectes. Després es varen retirar tots els

restes visibles d'anteres de la mostra, es va col·locar un cobreobjectes i es va observar al microscopi de la mateixa manera que s'ha explicat per al pol·len de pi (Figura 34).

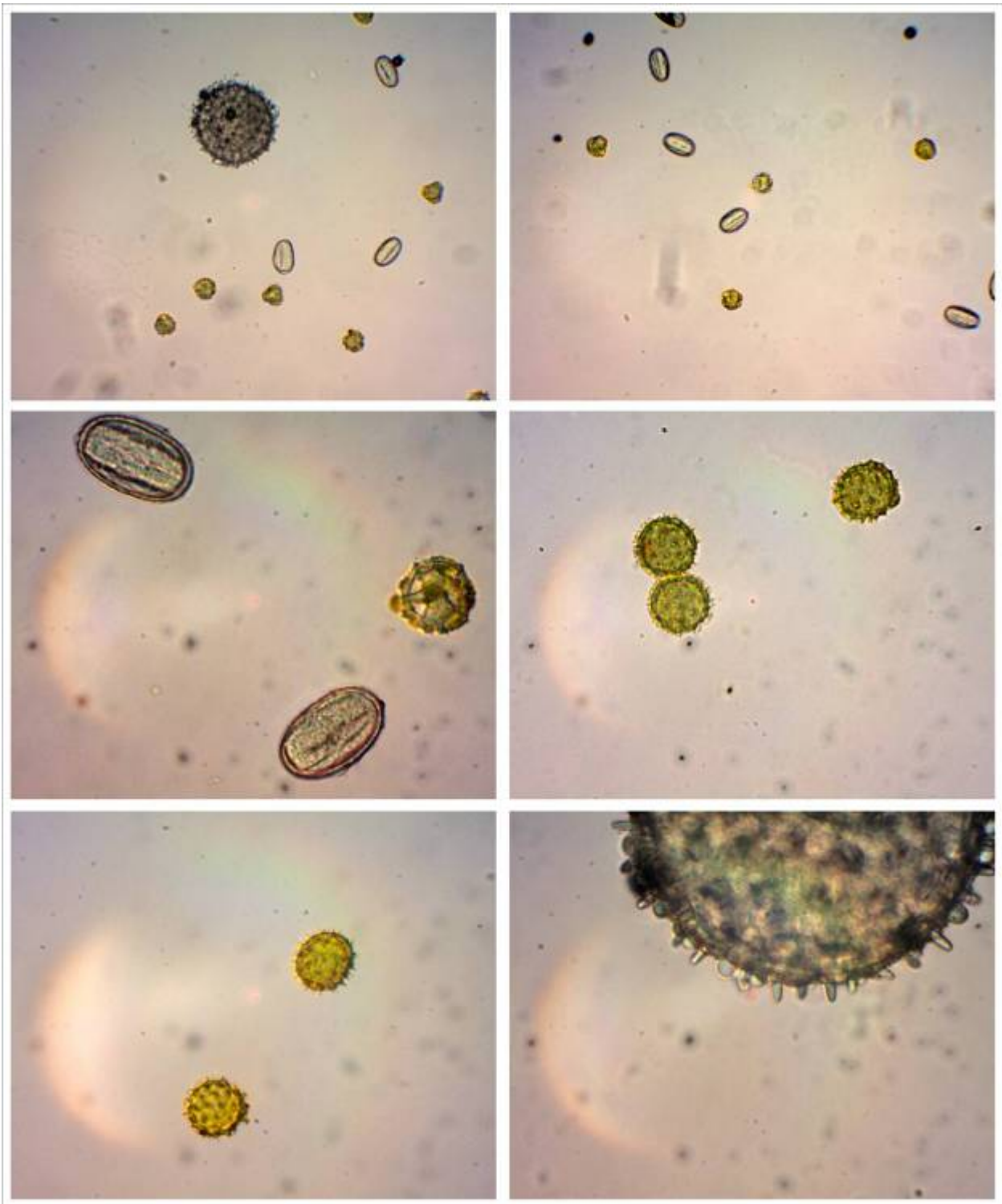


Figura 34. Microfotografies de grans de pol·len d'angiospermes. Les dues fotografies de dalt són fetes a poc augment (uns 200X) i les 4 de baix a més gran augment (uns 800X). El fet de mantenir l'escala d'augment en els dos grups de fotografies permet, a part de les diferències de forma, color i textura, apreciar també les diferències de mida, que són considerables. En aquestes imatges, al no omplir tot el camp visual amb el motiu s'hi observen diverses aberracions cromàtiques (vegeu apartat 2.3).

6.3 Superfícies vitals específiques

Una de les característiques que hem comentat al llarg d'aquest treball és que, a mida que ens acostem al subjecte (fotografia d'aproximació, macrofotografia) o a la mostra d'una preparació microscòpica (objectius d'augment progressiu), la profunditat de camp disminueix molt. També hem comentat que una solució és la de fotografiar situant la càmera de manera que el sensor estigui orientat paral·lelament al pla de captura i que el motiu sigui relativament pla (vegeu apartat 3.1).

El present projecte pretén il·lustrar aquests aspectes buscant superfícies vives a la natura, al pati de les tortugues, als voltants de l'escola o al laboratori de biologia. Les imatges s'han obtingut en les sortides realitzades (Montseny, Maresme, Masquefa) i al laboratori de biologia (quan es requeria algun muntatge específic). Finalment, s'han seleccionat unes superfícies que inclouen una associació simbiòtica (Líquens), estructures vegetals (superfícies de planta carnívora, superfícies foliars blanques) i estructures animals (superfície d'un rèptil i d'un amfibi).

Els líquens (associació simbiòtica entre una alga i un fong) representen, d'alguna manera, la primera superfície viva del medi terrestre, si tenim en compte que són els únics éssers vius que poden colonitzar una roca, són els primers organismes de la successió biològica en una superfície rocosa. Després, a mida que s'anés formant la capa de sòl, ja s'hi podrien instal·lar altres comunitats (molses, gramínies...).

La fageda de Santa Fe del Montseny és un lloc en què hi ha grans blocs de roca que tenen superfícies planes de mida considerable. Aquestes superfícies tenen un recobriment del 100%, sovint ocupat per diverses espècies de líquens (Figura 35).

6.3.1 Líquens

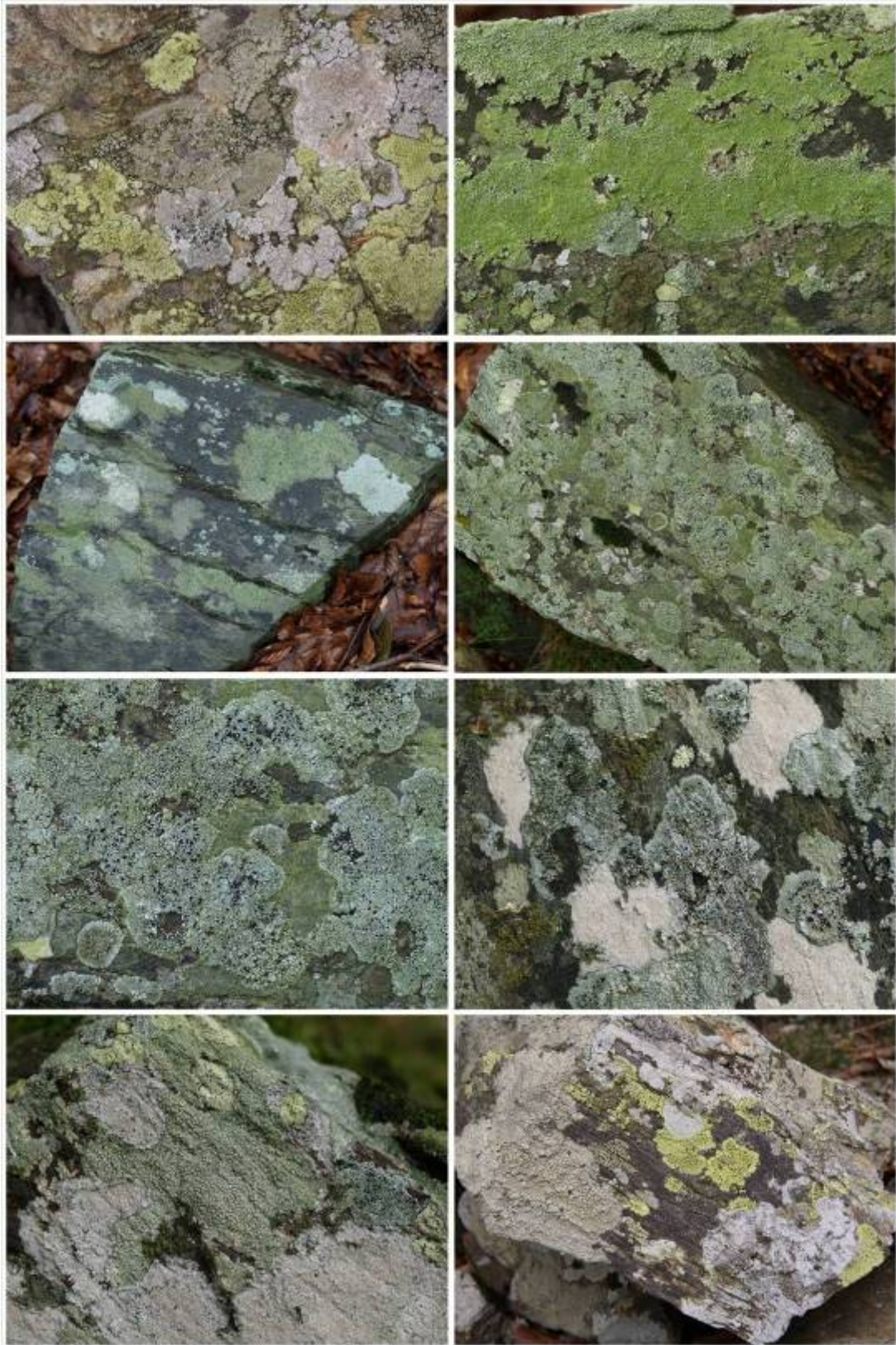


Figura 35: Líquens ocupant el 100% de la superfície exposada de diverses roques, a la fageda de Santa Fe del Montseny.

6.3.2 Plantes carnívores

Totes les plantes carnívores tenen alguna transformació en alguna part de la seva estructura que els hi permet digerir, si més no parcialment, alguns insectes. Nosaltres ens centrarem en l'estudi visual de la superfície interna dels ascidis (bosses de captura) de *Nepenthes alata*, una planta carnívora que es troba al laboratori de biologia (i ocasionalment al pati de les tortugues), de la que s'han fet diversos estudis sobre la seva capacitat de capturar insectes, tant quan està al pati de les tortugues (Laura Pascual, 2009) com quan està instal·lada al laboratori de biologia de l'escola (Ariadna Simón, 2009). En concret, volíem esbrinar si es podien apreciar visualment les glàndules secretores d'enzims digestius, que suposadament tenien a l'interior dels ascidis. El resultat és que sí s'aprecien, sobretot si s'observen amb lupa binocular (Figura 36).



Figura 36: Ampliacions successives (d'esquerra a dreta i de dalt a baix) de la superfície interior d'un ascidi de planta carnívora (*Nepenthes alata*). Són ben apreciables les glàndules secretores d'enzims digestius. Les dues imatges més ampliades s'ha capturat a través de la càmera Moticam connectada a la lupa binocular. Els petits granets que s'observen a l'interior de les glàndules en la imatge més ampliada, corresponen a les cèl·lules secretores individuals (la visió estereoscòpica directa a la lupa binocular és molt més rica en detalls del que es pot observar en la fotografia).

6.3.3 Superfícies foliars blanques

Aquí es tractava de buscar al voltant de l'Escola, 3 arbres o plantes que tinguessin el revers de les fulles de color blanc i fer-ne una macrofotografia i una ampliació. L'àlber i l'argentat ja els coneixia, però la tercera (sàlvia) em va costar més de trobar (Figura 37).



Figura 37. Superfícies foliars blanques d'àlber (a dalt), argentat (al mig) i sàlvia (a baix). L'ampliació de cada imatge es mostra a la dreta. El color blanc correspon a pèls morts (tricomes) amb la funció d'evitar una pèrdua excessiva d'aigua per transpiració.

6.3.4 Superfícies animals

S'hi inclouen imatges de dues superfícies animals ben diferents, la pell desprotegida dels amfibis (Figura 38) i la pell esquamosa dels rèptils (Figura 39).



Figura 38: Superfície animal nua i humida d'un amfibi (salamandra). En el detall (a baix) s'hi poden observar els orificis per on surten les secrecions cutànies tòxiques.



Figura 39. Superfície animal ben protegida per escames d'un rèptil (iguana), que fotografiarem en una sortida al CRARC (Masquefa). Es mostra una ampliació (a baix a la dreta) en la que s'observa millor la disposició de les escames.

6.4 Fauna autòctona d'aspecte tropical

La fotografia d'aquest escarabat blau (Figura 40) pot semblar que s'ha fet en un indret tropical, però en realitat la vaig fer al massís del Montseny, concretament a prop del pantà de Santa Fe, en una sortida amb uns companys de biologia i amb el meu tutor de treball de recerca.

Em va interessar especialment aquest organisme per la seva espectacular bellesa i esclat metàl·lic, de manera que vaig trobar el seu nom científic (*Hoplia coerulea*) i en vaig buscar informació (Blas, 1987). Vaig descobrir que presentava un acusat dimorfisme sexual (les femelles són marronoses), que era endèmic del sud de França i del NE de la península Ibèrica, i bastant corrent a tota Catalunya, formant part, doncs, de la nostra biodiversitat.

També vaig trobar-ne una imatge en un dels llibres de macrofotografia que he consultat (HARCOURT, 2002).



Figura 40: Encara que no ho sembli, aquest escarabat no és una espècie tropical sinó autòctona. El vam trobar al massís del Montseny, a prop del pantà de Santa Fe. Brillava molt, amb un esclat metàl·lic (el mateix que s'observa a la imatge). Posteriorment també el vaig veure fotografiat en un llibre de macrofotografia (Harcourt, 2002). El seu nom científic és *Hoplìa coerulea*.

Aquesta és la imatge que he triat per la portada del meu treball de recerca.

6.5 Una gramínia que atempta contra la biodiversitat?

Havia comprovat la capacitat aferradissa d'aquesta planta amb la meua roba en diverses ocasions (s'enganxava fàcilment i costava molt de treure), però fins que vaig haver de fer uns



Figura 41: Espiga de gramínia amb insectes atrapats. En ampliacions successives (de dalt a baix) es mostren dues seqüències en la de la esquerra, dues marietes i en la de la dreta un insecte pal. Aquest es va trobar de casualitat mentre estàvem fotografiant les marietes. Es pot apreciar a la última foto que el "cos" de l'insecte està doblegat per múltiples llocs. L'insecte pal lluitava per poder desenganxar-se.

primers plans (i ampliacions) de les espigues per al meu treball de recerca, no em vaig adonar que podia representar un veritable problema per a petits insectes, com les marietes atrapades (Figura 41 esquerra) o fins i tot un insecte pal (Figura 41 dreta) que descobrírem pels

moviments desesperats de les seves dues potes anteriors. La resta de potes i l'abdomen estaven totalment enganxats a l'espiga (un parell de potes estaven en una espiga veïna, senyal que ja portava un cert temps intentant alliberar-se). El vam alliberar, tallant amb estisores i amb molta cura les parts de la planta situades a pocs mil·límetres del cos de l'animal i el vam deixar a un terrari del laboratori (amb heura com aliment), però estava molt malmès i al cap de dos dies va morir.

La raó d'aquesta propietat aferradissa es pot observar amb la macrofotografia que vaig fer d'una espiga al laboratori de biologia a proximitat màxima (Figura 23, a dalt) i sobretot amb l'ampliació per software realitzada sobre la part central de la macrofotografia (Figura 23, a baix), en la que es poden observar els agullons de les setes dirigits cap avall (retrorses). Aquesta característica va resultar decisiva alhora de la identificació científica de la planta (*Setaria verticillata ssp verticillata*). Molts dels seus noms en català tenen a veure amb la propietat d'enganxar-se: Xereix aferradís, Forcadella, Herba arrapadissa, Herba del lladre, Herba aferradissa...

Aquests agullons tenen la funció de dispersar les llavors de la planta enganxant els fruits al pèl dels animals, com altres plantes de dispersió zoòcora, però l'agressivitat descoberta i mostrada en aquestes imatges no sabem fins a quin punt pot representar un problema –numèric- per a molts insectes i seria interessant realitzar un estudi en indrets on sigui freqüent aquesta planta (marges de camins, camps de conreu i horts) en el moment de la floració (finals d'estiu i principis de tardor).

6.6 Petits reportatges fotogràfics

En aquest apartat es presenten un conjunt de petits reportatges fotogràfics que també he realitzat, de temàtica variada, però amb contingut propi, i que no he considerat oportú incloure'ls en els anteriors apartats.

En concret es presenten 5 temes (Sota l'aigua corrent, Impermeabilitat foliar, *Aedes albopictus*, Flor de "loto" i "Mirades"), que inclouen set petits reportatges fotogràfics (de la figura 42 a la figura 48).

Al començament de cada tema hi ha una petita explicació (i cada reportatge inclou també un peu de figura explicatiu), excepte en els dos últims temes, en els que només s'inclou l'explicació al peu de cada figura.

6.6.1 Sota l'aigua corrent

Aquest reportatge correspon a fotografies d'organismes aquàtics realitzades en un rierol de Santa Fe del Montseny, en el que hi havia, entre altres objectius ja comentats (vegeu apartat 6.1), el d'observar i fotografiar ous (Figura 42) i larves d'amfibis (per el treball de recerca del meu company Albert Marsà); i també de les petites i curioses construccions de larves de tricòpters (Figura 43) per el treball de recerca de la meva companya Carolina Molina.



Figura 42: Aquestes tres fotos són d'un ou de tritó (sense treure'l de l'aigua) en un riu del Montseny. En la fotografia inferior es pot observar amb més detall perquè està feta a la màxima ampliació de distància macro.



Figura 43: Fotos preses també a la sortida al Montseny en el mateix riu que les fotos anteriors dels ous de tritó. El que hi ha fotografiat son les estructures que es fan les larves de tricòpter amb restes del medi. A la primera foto es veuen, en una pedra, algunes d'aquestes estructures i es pot apreciar el seu tamany. A la foto de baix es veu la precisió amb què han construït la casa de pedretes i com s'aguanten només per un extrem.

6.6.2 Impermeabilitat foliar

Fotografies realitzades als hivernacles de plantes aquàtiques de Vilassar de Mar. La superfície de l'aigua que no era ocupada per les fulles tenia una pel·lícula flotant d'algues verdes (Figura 44).

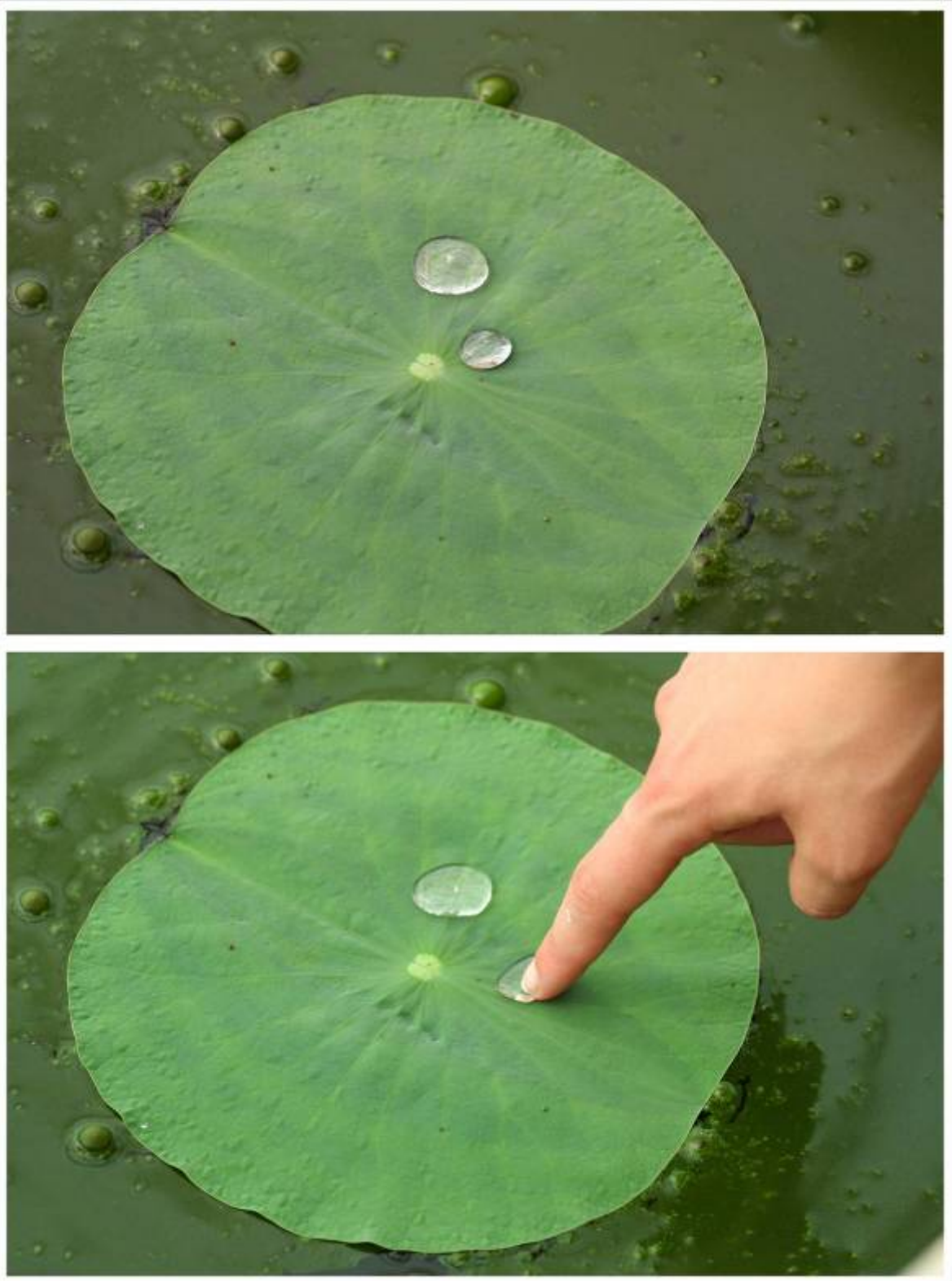


Figura 44: Fulles joves de nenúfar gegant, situades arran d'aigua, que mostren la seva impermeabilitat per la forma arrodonida que adquireixen les gotes d'aigua.

6.6.3 *Aedes albopictus*

Aquest mosquit tigre (Figura 45) el vaig fotografiar a casa, concretament estava posat a sobre d'un llibre de fotografia del meu escriptori, amb la meua càmera Nikon 3000 amb un objectiu estàndard (18-55mm), és a dir, sense fer servir un objectiu macro, amb un grau màxim d'apropament que no permet distingir si és un mosquit comú o un mosquit tigre (fotos superiors). Si s'ha enfocat bé, però, es pot fer una ampliació per software que sí el permet identificar (foto inferior). Aquesta és una comprovació del que s'ha explicat a l'apartat 5.1.



Figura 45: Vaig poder capturar aquestes imatges d'un mosquit tigre que es va col·locar a sobre d'un llibre del meu escriptori. Les dues fotos superiors estan fetes amb un objectiu zoom estàndard, i la tercera imatge és una ampliació per software a partir de la segona.

6.6.4 Flor de loto

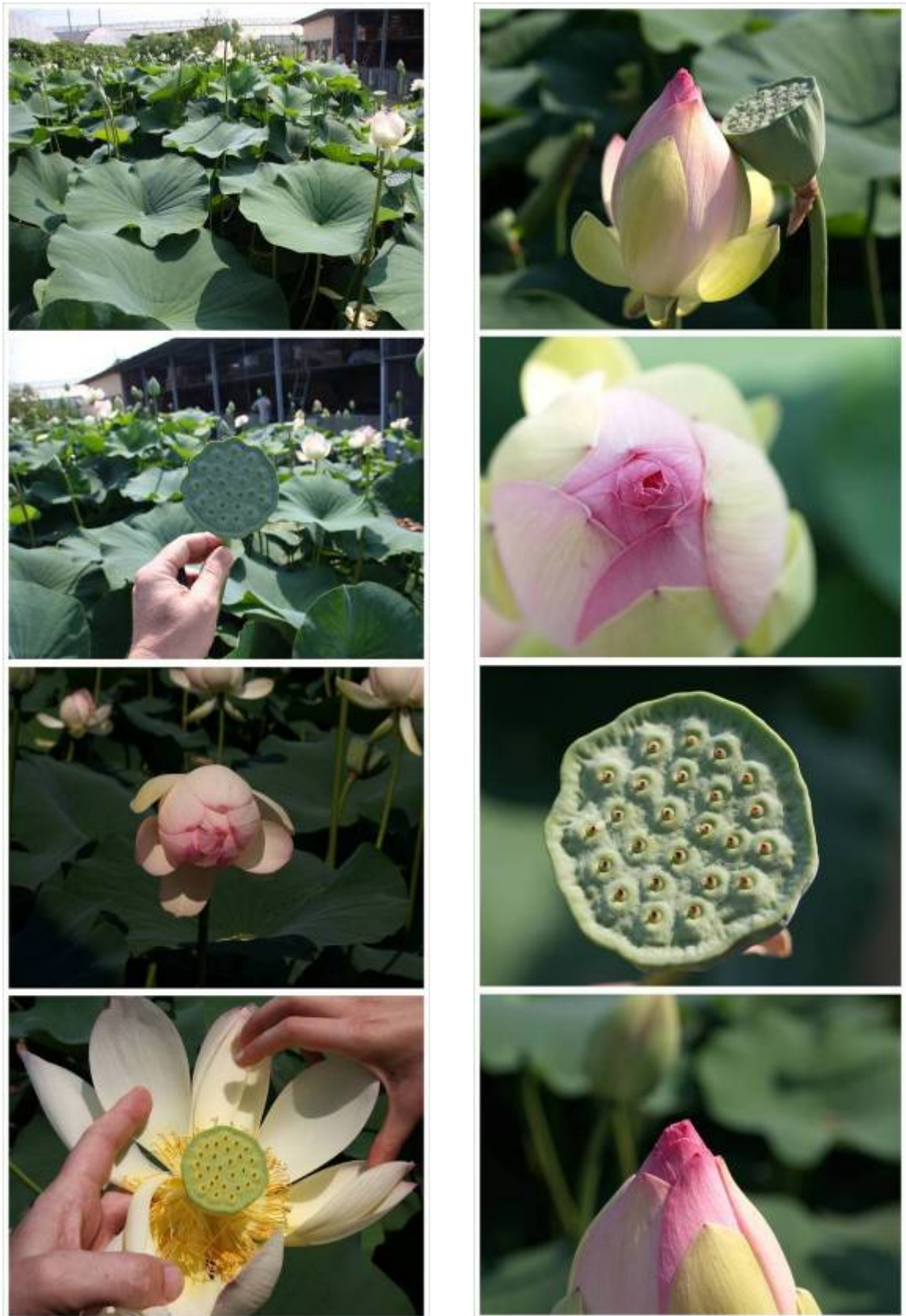


Figura 46. Imatges diverses de la plantació de Flor de "loto" d'Aquàtiques Vilassar. S'inclouen detalls ampliats de la flor i del fruit (més informació en l'apartat 3.2).

6.6.5 “Mirades”



Figura 47: Ulls d'una de les iguanes que hi ha al CRARC (Masquefa).



Figura 48: Fotos de l'ull de la meva companya de Treball de Recerca Alba Ramon.

7. Discussió

Al llarg d'aquest treball he tingut l'oportunitat d'ampliar i adquirir nous coneixements sobre el món de la fotografia, i especialment el de la fotografia d'aproximació aplicada a la biologia.

El meu interès per la fotografia en un principi era més aviat de caire estètic i creatiu, però amb aquest treball m'he adonat que la creativitat i l'estètica també tenen cabuda en el món biològic. Possiblement també hi han ajudat les sortides que hem realitzat en les que cada vegada trobàvem nous motius per treballar la fotografia, sobretot a la fageda de Santa Fe del Montseny, en la que vaig descobrir molts aspectes de la natura que em van fascinar, com el de l'escarabat blau, la fotografia del qual he triat per la portada perquè considero que representa força bé un dels objectius del treball, el d'aconseguir compaginar aspectes d'un cert interès biològic amb una bona qualitat d'imatge (des del punt de vista tècnic, però sense descuidar el component estètic, que també m'interessa).

El món de la fotografia, però, és molt més complicat del què em pensava i he de dir que els dos treballs de recerca anteriors que he citat repetidament al llarg del meu treball, el de l'Alba Soria i el de l'Ariadna Simón, m'han anat molt bé, i ara entenc que el meu tutor hagi "insistit" tant en que les parts tècniques també han d'estar molt ben escrites i han de tenir un component didàctic per a poder ser utilitzats en posterioritat per altres alumnes (hi ha diversos apartats del meu treball, com el del "Flux de treball bàsic" de l'apartat 5.2, que tenen clarament aquest objectiu). Reconec que aquest sistema funciona, al menys per una persona que, com jo, no tingui cap mena de formació prèvia en la utilització d'un programa de tractament d'imatges.

Un altre aspecte que no és gens fàcil d'entendre, i encara menys d'explicar correctament per escrit, és tot el que fa referència a la òptica, tant de càmeres rèflex com de lupes i microscopis, les seves aberracions i el control de les mateixes; aquí he de reconèixer que encara hi ha alguns aspectes que no entenc del tot. M'han ajudat molt en aquest sentit els projectes pràctics que havia de fer de cada un dels casos estudiats, com el de la "Distància focal i percepció d'imatge" de l'apartat 2.1.4 que, malgrat no és un aspecte especialment rellevant per a la fotografia d'aproximació, facilita la comprensió de la fotografia d'aproximació amb gran angular que s'introdueix en el treball, i particularment m'ha fet entendre aspectes de fotografia general més enllà del tema del treball.

Hi ha bastants més projectes de fotografia d'aproximació i de microfotografia que he realitzat durant el període del treball de recerca, però que no he presentat en el treball. Les raons són diverses i diferents si es tracta de macrofotografia o de microfotografia. En el primer cas, de fotografia d'aproximació, per exemple, tinc molt de material de plantes i flors (i d'insectes pol·linitzadors), perquè és una temàtica que m'agrada especialment i és el que més he practicat amb la meua càmera durant el mes d'estiu que he estat fora, però no en presento més perquè considero que els motius vegetals ja estan prou ben representats en el treball. Una segona raó per no incloure un determinat tipus de fotografia d'aproximació és més de caire estètic, ja que

vaig fer un estudi fotogràfic del cicle vital d'uns escarabats negres (amb unes larves enormes) del pati de les tortugues, juntament amb algunes altres fotografies que, malgrat el seu interès biològic i la bona qualitat de les imatges, he considerat desagradables i he preferit no incloure-les en el treball³⁹.

En el cas de les microfotografies, les raons són molt diferents; és bàsicament un problema de qualitat d'imatge. Concretament hi havia dos petits reportatges (planàries i hidres d'aigua dolça) que no s'han presentat. Les microfotografies realitzades amb lupa binocular no tenen res a veure amb el que s'observa directament (visió estereoscòpica) perquè es perd la "tridimensionalitat" i també perquè no tenim resolt el tema de la llum, que és especialment problemàtic quan el motiu no assoleix tot el camp visual. És per això que proposem (vegeu apartat 5.1) substituir, dintre del que es pugui, els augments que aconseguiríem amb la lupa binocular, fent una macrofotografia molt ben enfocada i realitzar una ampliació per software de la zona desitjada. La qualitat d'imatge sempre és molt millor si es captura amb la càmera rèflex i objectiu macro que si es fa amb la càmera Moticam acoblada a la lupa binocular. Això sí, la imatge ha d'estar molt ben enfocada; per això és d'una gran ajuda la utilització de la lupa d'enfocament que incorporen algunes càmeres digitals (vegeu apartat 4.2).

Les microfotografies realitzades amb microscopi no són substituïbles amb el sistema que acabem de comentar (l'augment ja és massa gran), però també és cert que, en comparació a les obtingudes amb lupa binocular, tenen una millor qualitat (vegeu Figura 24, per exemple). Malgrat tot, sovint s'hi observen aberracions cromàtiques, que són més visibles en preparacions que tinguin part del camp visual molt transparent, com és el cas de la observació de grans de pol·len (vegeu les figures 33 i 34).

³⁹ El meu tutor, malgrat no comparteix del tot la meua decisió, l'ha respectat.

8. Conclusions

Ha arribat el moment de fer balanç i comprovar si aquells primers objectius marcats a l'inici del treball s'han dut a terme. Crec que puc dir que sí, que tots els objectius han estat assolits, malgrat que no tots amb el mateix grau d'intensitat.

- Pel que fa al primer objectiu, el d'aprendre fotografia a nivell general i fotografia biològica en particular, crec que ha estat assolit satisfactòriament, ja que és un dels que més he treballat i també vull afegir que és el que més satisfaccions m'ha donat, perquè he tingut l'oportunitat de realitzar fotografies amb bona qualitat fotogràfica (gràcies a poder disposar d'un bon equipament) que alhora eren interessants des del punt de vista biològic.

- En quant a la part tècnica, he de dir que gràcies a l'estricta direcció i estreta col·laboració del meu tutor he acabat aprenent a utilitzar tota una sèrie d'instruments, càmeres i programes de captura i d'edició d'imatge, partint d'un nivell inicial realment baix. S'ha deixat per escrit el protocol del "flux de treball estàndard per a la millora senzilla d'imatges i la seva inclusió en un document", que he utilitzat en aquest treball.

- Dels estudis i projectes pràctics realitzats sobre la influència de la distància focal d'un objectiu en la percepció de la imatge, podem concloure que, a mida que la distància focal s'allunya de la distància focal equivalent de 50 mm, la perspectiva es distorsiona; i cal anar especialment amb compte quan es fan servir objectius extrems.

- La utilització d'ampliació d'imatge per software es mostra com un recurs vàlid per a la fotografia d'aproximació, sempre i quant les imatges originals estiguin molt ben enfocades. És especialment útil per a substituir, amb imatges de qualitat, les imatges capturades amb lupa binocular, que són de qualitat inferior (al menys en el nostre cas).

- De la utilització del gran angular per a macrofotografia, podem concloure que és un instrument ideal per a situar el motiu en el seu context o un organisme en el seu hàbitat, però que no pot substituir a l'objectiu macro, sinó que el complementa. Per tant, es proposa portar una segona càmera amb objectiu gran angular (o encara millor un gran angular extrem) quan es pensi fer fotografia d'aproximació biològica.

- Dels projectes de microfotografia i macrofotografia amb contingut biològic, podem concloure que, malgrat el considerable nombre de projectes realitzats, aquest és un camp que permet l'exploració, la continuació i la millora en molts dels aspectes tractats. Per exemple, les seqüències de fotografies d'aproximació, amb ampliacions progressives, creiem que és una bona eina per a mostrar aspectes de fenòmens biològics descoberts "in situ" com el que hem presentat en el cas de la gramínia aferradissa. Aquest efecte secundari de l'adaptació d'aquesta planta a la disseminació de les llavors, que no hem trobat citat a la bibliografia consultada, podria representar un bon punt de partida per a un nou treball de recerca.

Per últim, m'agradaria acabar amb un gran agraïment al meu tutor del treball, Josep Marí, per tot el que he après de fotografia al seu costat, tant abans (a les colònies de 3r d'ESO al Garraf, en horari extraescolar a 4t d'ESO, a pràctiques de biologia de batxillerat) com ara, amb la direcció del treball de recerca, per la paciència que ha tingut alhora d'explicar-me molts dels aspectes tècnics, i la seva ajuda en les múltiples correccions i redacció final. També vull mostrar el meu agraïment a l'empresa Almirall, S.A. (Laboratori I+D de Sant Feliu de Llobregat) que, amb la seva subvenció, l'Escola ha pogut adquirir una part important dels equips digitals que he utilitzat en aquest treball.

9. Bibliografia

- ALAMANY, O. (2001). *Fotografiar la naturaleza. Una guía para hacer las mejores fotografías*. Editorial Planeta S.A. (3ª edición). Barcelona.
- BAVISTER, S. (2008). *Fotografía digital*. 1a ed. Grijalbo. Kent, Reino Unido. ISBN: 978-84-253-4345-2. Impreso en China.
- BLAS, M. ET AL. (1987). *Història Natural dels Països Catalans. Vol 10. Artròpodes II*. Enciclopèdia Catalana S. A. Barcelona.
- DAVIS, H. (2010). *Fotografía de aproximación*. Ediciones Anaya Multimedia (Grupo Anaya, S.A.). ISBN: 978-84-415-2814-7. Printed in Spain, Varoprinter, S.A.
- FREEMAN, M. (2005). *Fotografía digital: Cámaras réflex*. Evergreen. GmBh, Köln. ISBN: 3-8228-4479-9. Equipo de Edición S.L. Barcelona. Impreso y encuadernado en China. 256 pp.
- FREEMAN, M. (2009). *Compendio del fotografía digital*. 1a ed. Evergreen GmBh, Köln. ISBN: 978-3-8365-1475-0 Printed in China. 640 pp.
- IGLESIAS, L.M. (2009) *Otra dimensión: primeros planos con gran angular*. Monográfico Imagen de la Naturaleza. Revista Super Foto Digital. Grupo V. Madrid.
- HARCOURT D., P. (2002). *Macrofotografía*. Ediciones Omega S.A. Barcelona. ISBN: 84-282-1294-5.
- LANGFORD, MICHAEL (1992). *Curso rápido de fotografía*. 1a ed. Tursen/Hermann Blume ediciones. Londres. ISBN: 84-87756-40-9.
- MASALLES R.M. et al. (1988). *Història Natural dels Països Catalans. Vol 6. Plantes superiors*. Enciclopèdia Catalana S. A. Barcelona.
- MELLADO J.M. (2006) *Fotografía digital de alta calidad*. Photoshop CS2. Artual S.L. Ediciones. segunda edición. Barcelona. 453 pp.
- NABORS M.W. (2006) *Introducción a la botánica*. Pearson Education, Madrid. 712 pp.
- PASCUAL, LAURA (2009). *Adaptacions vegetals i cromatisme estacional al Pati de les tortugues*. Treball de recerca de batxillerat. Escola Mestral. 69 pp. (Premi Baldiri-Reixac 2009; Premi al Fòrum de treballs de recerca del Baix Llobregat). [En línia]. Disponible a Internet: <<http://www.escolamestral.net/mestral/secciones.php?menu=94&sec=101&subsec=114>>
- PETERSON, B. (2009). *Los secretos de la fotografía de aproximación: Fotografías de acercamiento creativas con o sin objetivo macro*. Ediciones Tutor. ISBN: 978-84-7902-790-2. Printed in Spain, ORYMUS ARTES GRÁFICAS, S.A.
- RUIZ, J.B. (2009) *El fotógrafo en la naturaleza. Guía completa para la Era Digital*. 2ª Edición. JdeJ Editores. Art FinEditions. ISBN: 978-84-936304-1-6. 415pp.
- SORIA, ALBA (2008) *Macrofotografía digital*. Treball de recerca. Escola Mestral. [En línia]. Disponible a Internet: <<http://www.escolamestral.net/mestral/secciones.php?menu=94&sec=101&subsec=114>>
- SIMÓN, ARIADNA (2009) *Micromons*. Treball de recerca. Escola Mestral. [En línia]. Disponible a Internet: <http://www.escolamestral.net/mestral/tr0910/asimon.pdf>
- STRASBURGER I COL. (2004) *Tratado de botánica*. 35ª Edició. Ediciones Omega, Barcelona.
- UBEDA, M. (1991). *Fotografía*. Cursos profesionales, vol 1. Editorial Planeta De Agostini, S.A. Barcelona.
- WHITE, R. (2006) *Cómo funcionan las cámaras digitales*. Ediciones Anaya Multimedia (Grupo Anaya S.A.). Madrid.

10. Annex

DOCUMENT suplementari dels treballs de recerca de 2009-2010 relacionats amb el pati de les tortugues



Natàlia Garcia Garrido
Albert Marsà Ruiz
Alba Ramon Pernau
Tutor: Josep Mari
Novembre de 2010
Escola Mestral

Pròleg

Des de ja fa uns quants anys, concretament des de l'any 2003, que és quan el *Pati de les tortugues* passa a ser instal·lació col·laboradora del DMAH (Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya), 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 de 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 evolucionant, 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 de clàssica, la llibreta de camp (cada alumne en disposa d'una on hi anota les diferents activitats que va realitzant) 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).

En un principi, el registre fotogràfic de les tasques que es porten a terme el realitzava jo mateix, però des de ja fa uns quants anys, els alumnes de l'Escola (sobretot els de Batxillerat) ja tenen un nivell suficient per realitzar les seves pròpies fotografies de caire científic i precisament aprofitem aquestes sortides per a millorar aquesta modalitat de tècnica fotogràfica al camp. A més, en els últims 3 o 4 anys, ha coincidit que hi ha un alumne que fa un treball específic de fotografia i aquest és el que té la principal responsabilitat del reportatge fotogràfic de les activitats i sortides realitzades. Aquest any no és una excepció, i la meitat de les fotos presentades en aquest document han estat fetes per la Natàlia Garcia (48%). La resta de fotografies han estat realitzades per mi mateix (gairebé totes les de grup), l'Albert Marsà (20%), i l'Alba Ramon (7%).

Josep Marí

1. Manteniment i actualització del banc de dades del projecte *Pati de les tortugues*

1.1 Dades de pes i biomètriques de les tortugues

Des de fa uns quants anys es fa un seguiment de les variacions de pes de les tortugues adultes (tant del període actiu com durant la hibernació). Aquestes dades es van incorporant a un fitxer Excel (iniciat el 4 de novembre de 2005) per tal de mantenir-lo permanentment actualitzat.

També es guarda un registre de les dades de pes i biomètriques de les tortugues nascudes a l'escola (i també dels ous). Aquests arxius es van actualitzant periòdicament, per a possibles estudis posteriors a més llarg termini i també per a fer consultes per als actuals (treball d'Alba Ramon).

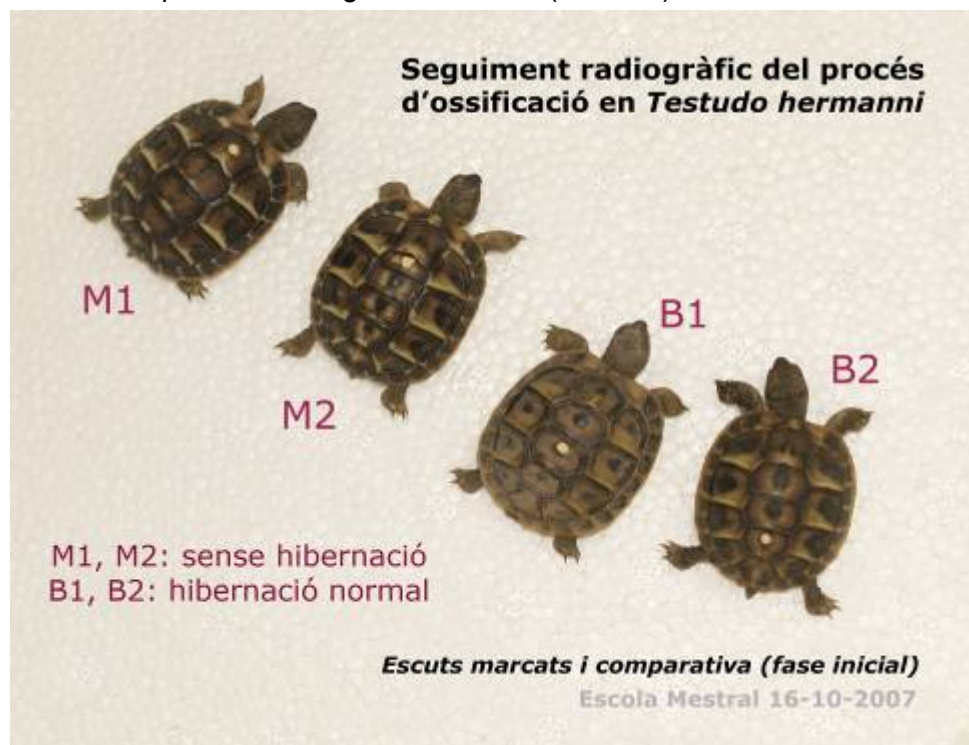
1.2 Registres de dades ambientals

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

1.3 Seguiment radiològic del procés d'ossificació en *Testudo hermanni*

L'estiu de 2007 van néixer les dues primeres tortugues a l'Escola (M1 i M2).

El CRARC estava interessat en que comencéssim un nou projecte d'investigació a llarg termini i va proporcionar dues tortugues més (B1 i B2) de la mateixa edat. Es tractava d'un estudi sobre el procés d'ossificació de la closca de la tortuga mediterrània per tal d'esbrinar el moment exacte en què comença l'ossificació, que suposadament és al voltant dels 4 anys. Inclou, per tant, la durada de diversos treballs de recerca.



Es realitza una sessió cada 3 mesos, és a dir, 4 a l'any que fem més o menys coincidir amb els solsticis i equinoccis dels canvis estacionals, per tal de que siguin unes dates més fàcils de recordar.

Cada radiografia té un codi amb les següents característiques: **nnn_a_ddmmaaaaN1N2d**, on:

- **nn** correspon a la sessió (en ordre cronològic)
- **a** és l'ordre dintre de la sessió (a, b, c, d)
- **ddmmaaaa** la data
- **N1N2** fa referència al nom de les tortugues (M1M2 o B1B2)
- **d** es refereix a la posició del cos de les tortugues en el moment de fer les radiografies (d: dalt o dorsoventral, b: des de baix o ventrodorsal)

(extret del treball de l'Èlia Faixó: Optimització del sistema d'incubació artificial per a la reproducció de la tortuga mediterrània a l'escola).

Cal fer constar que el 15/10/2009 la tortuga M1 va morir (els detalls s'expliquen en el treball de l'Alba Ramon) i a partir d'aquí les radiografies només seran de les tortugues restants (M2, B1, B2). Es va convenir amb l'Albert Martínez del CRARC que com només hi havia un representant sense hibernar (M2) no calia seguir fent la sessió d'hivern.

Aquest aspecte del seguiment radiològic es tracta més a fons en el treball de l'Alba Ramon.

1.4 Plànols de reg i plànols de vegetació

Existeixen uns plànols del sistema de reg gota a gota i per aspersió que es van millorant i actualitzant i aquest any hi han hagut canvis importants (més detalls en els treballs de recerca d'Alba Ramon i de l'Albert Marsà).

1.5 Hibernació i zones de posta

A partir dels resultats d'un dels treballs (Alba Ramon) hi haurà una modificació amb el nombre de tortugues juvenils que es posen a hibernar i també en la preparació d'una nova zona de posta, que s'ha desplaçat a un altre indret del pati.

2. CRONOLOGIA de les activitats portades a terme al pati de les tortugues i en les sortides conjuntes realitzades durant el període que va des de febrer fins a novembre de 2010.

En aquesta cronologia no s'inclouen les tasques setmanals de control de pes, vigilància i alimentació de les tortugues petites que estan als terraris, ni els Emails i trucades telefòniques que s'han intercanviat (juntament amb el nostre tutor) amb Joaquim Soler i Albert Martínez (CRARC de Masquefa).

05/02/2010 Prenem el relleu del pati de les tortugues. La Jordina Colom i l'Alba Prieto ens ensenyen a agafar correctament les tortugues (les grans i les juvenils) i a identificar-les per les marques a les plaques dorsals i marginals i ens informen del seu manteniment en general. Les banyem i els hi apliquem antiparasitari ja que hem trobat paràsits en la femta de dues d'elles. També fem un planter de Dents de Lleó al laboratori.

12/02/2010 Netegem i desinfectem el terrari interior de les tortugues que no hibernen i canviem la terra per procurar evitar que tornin a agafar paràsits. Posem un fluorescent nou de 18 watts, 51 cm i 10% UV (les tortugues que viuen sense llum natural del Sol necessiten aquest suplement de radiació ultraviolada perquè la closca els hi creixi correctament. Es tornen a banyar les tortugues, i tornem a observar paràsits, però ara estan morts.

19/02/2010 Administrem la dosis d'antiparasitari a les que ho precisen i aïllem a la J6 perquè està baixant de pes. L'Ariadna i l'Albert fan una petita xerrada sobre "micromons" als nens de 5è de primària, al laboratori de biologia.



26/02/2010 Tota la classe de 1r de batxillerat hem estat convidats al Cosmocaixa de Barcelona per un premi de fotografia del nostre company Pol Pinyana (1r premi del concurs Bioimatges 2009). Hi hem anat mitja classe i alguns hem aprofitat la sortida per al nostre treball de recerca amb unes classes pràctiques de fotografia amb els equips de l'escola (portàvem dues càmeres rèflex i un trípode), sobretot de macrofotografia (més informació al treball de la Natàlia Garcia).



05/03/2010 Ens trobem que no surt aigua per el brollador del rierol del bassal. El tub que va de la bomba a la part soterrada de la petita cascada s'ha partit. Ho hem pogut arreglar anant a comprar un tros de tub que s'ajustés bé als dos extrems. Hem aprofitat per netejar a fons el filtre de la bomba.

06/03/2010 Netegem de cintes (una planta molt invasiva) una parcel·la del centre del pati de les tortugues per a plantar-hi diverses plantes de les que formen part de la dieta de les tortugues, com

alfals, trèvols, rosella, dent de lleó, valeriana i rúcula (més explicat al treball de l'Albert Marsà). També es planten diversos bulbs en unes jardineres de plàstic amb una terra lleugerament àcida. Trobem diverses larves d'escarabat mentre traiem les cintes; Posem quatre exemplars d'escarabats a un terrari i observem el seu especial comportament sexual (arriben a estar tres enganxats, dos mascles intentant fecundar una mateixa femella).



12/03/2010 La tortuga J6, que la continuem tenint en observació, ha pujat una mica de pes. Anem a buscar plantes a la riera de La creu d'Olorda per trasplantar al pati, a la nova parcel·la que dies abans havíem netejat de cintes. Hem trobat sobretot dent de lleó i plantatge.

19/03/2010 Les tortugues juvenils es van despertant de la hibernació, però no ho fan totes de cop. Quan es van despertant les anem traslladant de les caixes d'hibernació al terrari exterior. A mida que ho fem també les pesem i les amidem; ens hi ajuda la Carolina Molina.



27/03/2010 Pintem la part de la paret del pati que era d'un color diferent a la resta. Per agafar la mostra de color ho hem fet a partir d'una fotografia en la que hem inclòs un full de paper blanc (per fer el balanç de blancs correctament) i ho hem imprès per ensenyar-ho a la drogueria on s'havia comprat el curs passat la pintura al silicat (especial per zones amb humitat), per a que ens enfosquessin la pintura que havia sobrat del curs anterior.



Malgrat no aconseguim encertar del tot el color, queda millor que abans. Posem a la tortuga J3 aïllada amb la J6 per controlar-les millor.

Troblem a una tortuga morta de les que hibernaven (J7). És la última (les altres havien despert feia uns dies i ja les havíem traslladat al terrari gran), i té el mateix aspecte que les altres tortugues,

excepte pel fet que li surten 4 cucs (gairebé transparents) de l'ull esquerra; la Natàlia fa algunes macrofotografies, enviem una còpia al CRARC i emboliquem la tortuga morta en film transparent i la posem al congelador de la nevera del laboratori per si més endavant cal fer-li una necròpsia. També ens adonem que algunes de les plantes que tenim al germinador del laboratori han desenvolupat molt les arrels i les trasplantem.



La Natàlia continua practicant fotografia d'aproximació aprofitant que encara hi ha al pati algunes flors d'hivern (*Helleborus* sp.). Comencem a observar el creixement incipient de diverses espècies de trèvols plantats al pati.



30/03/2010 Fem una primera visita al majorista de plantes aquàtiques (Aquàtiques Vilassar) (Maresme) per fer unes consultes a l'Aleix sobre amfibis (pel treball de l'Albert Marsà). Les plantes aquàtiques de les instal·lacions exteriors estan en el seu pitjor moment, perquè majoritàriament són plantes tropicals que no aguanten l'hivern d'aquí (més informació en el treball de recerca de la Natàlia Garcia).



A l'interior dels hivernacles i dels umbracles, en canvi, les condicions són prou suaus per a permetre que moltes de les plantes hagin superat l'hivern. A l'interior hi ha nenúfars, jacints d'aigua, lleties d'aigua... però, malgrat estan vius, tampoc tenen gaire bon aspecte. Ens fixem més en unes molses fructificades, unes estranyes falgueres i altres petits detalls que anem capturant amb les càmeres.



També hem fet un recorregut per diversos hivernacles del Maresme per a buscar unes determinades plantes (i llavors) per al pati de les tortugues i també per a practicar amb les càmeres rèflex de l'Escola, especialment la Natàlia (fa el treball de fotografia biològica d'aproximació), que s'ha dedicat a fotografiar una gran quantitat de flors i altres motius vegetals, des de diverses posicions (frontal, picat, contrapicat) i condicions de llum (frontal, lateral, contrallum...).



02/04/2010 Observem com les tortugues es situen totes als indrets més assolellats, tant les grans que campen lliurement pel pati, com les juvenils que estan al terrari exterior que, en aquest cas, arriben a estar ben juntes.



Avui fem una plantada important al pati i també al terrari exterior, sobretot de plantes que formen part de la dieta de les tortugues (explicat en el treball de l'Albert Marsà).

Les plantes trasplantades procedeixen de diversos indrets; l'alfals i l'adormidera del Maresme, el plantatge i la dent de lleó dels patis de l'escola i de l'hortet de Primària, que és un indret proper on en creixent amb una certa quantitat.



També hem plantat algunes enfiladisses i hem fotografiat el galzeran (que està fructificant) i la parra verge que comença a rebrotar.



20/05/2010 Els pollancre deixen anar, com cada any, gran quantitat de “flocs” i en traïem una certa quantitat del bassal. També aprofitem per treure una certa quantitat d'algues filamentosos. L'Albert prepara un aquari del laboratori amb aigua del bassal, per posar-hi temporalment els invertebrats que agafem en la propera sortida.



05/06/2010 Hem portat diverses larves d'invertebrats aquàtics que l'Albert s'ha encarregat de classificar (efemeròpters i odonats, sobretot). Alguns s'han deixat als aquaris del laboratori per seguir-ne l'evolució, la resta s'han introduït al bassal (més informació en el treball de l'Albert).



08/06/2010 La femella gran pon 5 ous, després d'uns quants intents durant els últims dies. Agafem els ous abans que els enterri. Marquem, amidem i pesem els ous i preparam la incubadora. Els posem dins i ajustem la temperatura interior a $32,5^{\circ}\text{C}$, ja que volem que siguin femelles (explicat amb més detall en el treball de l'Alba Ramon).



29/06/2010 Portem la serp d'aigua (*Natrix maura*), que estava al pati de les tortugues i que es va poder finalment agafar, ja que ens interessava de cara a poder tenir més amfibis al bassal (més detalls en el treball de l'Albert Marsà), a una bassa gran que està a prop de l'Escola i que és del pare d'un company de classe.



01/07/2010 El David Bretones ve a buscar les M2, B1, B2 per fer-los l'onzena radiografia. La tortuga mitjana comença a buscar el lloc idoni per pondre els ous. Baixem la J3 al terrari exterior perquè considerem que ja no cal tenir-la aïllada, la J6 segueix aïllada mentre no es recuperi.

02/07/2010 Passem les dades d'humitat (Data Logger). Netegem el bassal i traiem les fulles seques. Canviem les piles dels enregistadors d'humitat i els calibrem. Decidim fer forats a dalt de les capses d'incubació (més informació en el treball de l'Alba Ramon) i incorporar un segon sensor de temperatura. Volem aconseguir que la temperatura sigui uniforme a tot arreu. Incorporarem un segon sensor d'humitat a la incubadora.

La tortuga mitjana segueix intentant fer forat. Al cap de dues hores pon (al mateix lloc que la gran) 4 ous, que marquem, amidem i pesem. Ens adonem que un dels ous està una mica esquerdat i procedim a segellar-lo amb parafina, després de desinfectar-lo amb Topiònic. Finalment, els posem a la incubadora.



05/07/2010 Preparam dos aquaris del laboratori per a posar-hi invertebrats (per exemple, diferents tipus de nimfes aquàtiques que agafarem en la propera sortida). Buidem el terrari esquerra i el preparam per als fàsmids (insectes bastó), segons el protocol recomanat per el CDEC, però hi introduïm una variant alimentària: a part d'heura, hi posem esbarzer (explicat en el treball de l'Albert Marsà).

06/07/2010 Sortida a la fageda de Santa Fe del Montseny (al matí) i les instal·lacions d'Aquàtiques Vilassar (a la tarda). En aquesta sortida, a part del nostre tutor i nosaltres tres, ens acompanya la Carolina Molina, que estava interessada en les construccions de les larves de tricòpters.

A mida que anem pujant, anem travessant diversos boscos, que el Marí ens va explicant. Un cop arribem a Santa Fe, deixem el cotxe a prop de la Font de la Gatelleda, agafem els estris (transportins de fons transparent, salabret, guies de camp d'organismes aquàtics, d'amfibis, de molses... una lupa de camp, càmeres de fotos i un trípode) i ens encaminem directament a un rierol que hi ha a prop.



Portem en total 3 càmeres de fotos (dues de l'Escola i una del Marí) amb els objectius següents: un macro de distància focal curta, un macro de distància focal llarga i un objectiu zoom (de gran angular a tele curt) (explicat amb més detall en el treball de la Natàlia Garcia). Tots utilitzem les càmeres, però els que més les fan servir són la Natàlia i l'Albert perquè els seus treballs de recerca tenen relació més directa amb la fotografia (Natàlia) o amb els organismes que anem trobant (Albert).



En el rierol hem descobert que si es busca detingudament es poden trobar molts organismes. Els hem tingut un temps en els recipients de plàstic transparent per a poder-los observar bé, fotografiar-los i classificar-los amb les guies de camp. Ens hi hem estat una bona estona.



El que més hem trobat són larves de tricòpters, de plecòpters, nimfes d'efemeròpters i d'odonats (espiadimonis), sabaters, escarabats d'aigua, capgrossos de granotes, juvenils de salamandra i ous de tritó (més explicat en el treball de l'Albert Marsà); així com també alguns peixos, alguna sangonera i una molsa aquàtica que es fa molt gran, la molsa d'aigua *Fontinalis antipyretica*.



A més dels organismes del rierol esmentats, també hem trobat un parell de granotes, un llimac enorme, algunes aranyes, diversos bolets (ceps i rossinyols), molses de fulleta plana (del gènere *Mnium*), de la que hem agafat mostres de diverses espècies (per portar a l'Escola i observar al microscopi) i un petit escarabat de color blau elèctric que brilla molt i al que la Natàlia li ha fet un munt de fotos.

De tots aquests organismes hem fet un reportatge fotogràfic bastant complet (més informació en el treball de la Natàlia Garcia).

Un aspecte menys agradable, sobretot per l'Albert i per la Natàlia, ha estat la presència de mosquits. Tant el Relec (antimosquits) com l'Azaron (calmant) que portava el Marí han estat força utilitzats.



Després de la llarga estada al rierol i els seus voltants, anem cap al pantà, on descobrim uns exemplars de faigs amb les arrels molt superficials (pràcticament aèries) i ens anem fixant en què totes les roques que no estan cobertes per vegetació, ho estan per líquens. Després pugem pel camí que va al Turó de l'Home i, en un cert moment, ens endinsem en la fageda i busquem un lloc amb molta fullaraca de faig i ben humida; intentem trobar salamandres, però no en veiem cap, estan massa amagades. El que sí trobem és un cuc d'aspecte fluorescent.



En aquesta mateixa zona hem pogut observar la transició en l'espai entre roca ocupada per líquens fins a roca recoberta de gramínies, passant per les zones mixtes amb molsa i amb falgueres. Aquesta és la successió "normal" en el temps, però aquí els hem pogut observar tots.



A la tarda anem a les instal·lacions d'Aquàtiques Vilassar. Només d'entrar-hi ja ens adonem que l'aspecte no té res a veure amb la primera visita de finals d'hivern - inici de primavera. Ara sembla un indret tropical, tot verd i amb nombroses plantes aquàtiques florides, tant les dels túnels – umbracle, com les d'exterior. El més impactant és la plantació de flors de lotó (explicat més a fons en el treball de la Natàlia Garcia).



Continuem fent fotografia d'aproximació i també comprem algunes plantes aquàtiques per al bassal del pati de les tortugues; algunes flotants (*Salvinia*, *Eichornia* i *Lemna*) i algunes de semi submergides (*Equisetum*, *Papyrus*, *Pontederia*); de les submergides no n'hem agafat perquè es reproduïxen força bé al bassal, sobretot *Elodea*, i encara en tenim.



Anem cap a l'Escola i deixem part del material al laboratori (als terraris i aquaris que havíem preparat uns dies abans) i posem les plantes aquàtiques al bassal. També col·loquem part de les molles i falgueres al rierol del bassal i pengem un clavell d'aire (*Tillandsia*) d'una branca de nesprer (més informació en el treball de l'Albert Marsà).

07/07/2010 El nostre tutor porta del CDEC insectes bastó (*Carausius morosus*) i alguns petits organismes (una planària, hidres d'aigua dolça i puces d'aigua). L'Albert es dedica a observar, classificar i fotografiar els organismes; la Natàlia fa proves de microfotografia amb els més petits, però les fotos a través de la lupa binocular no acaben de sortir bé (explicació més detallada en el treball de recerca). L'Albert deixa una part dels organismes en els aquaris i terraris del laboratori i una altra part al pati de les tortugues.



12/07/2010- Plantem "tepes" de trèvols i altres plantes que volem que arrelin bé abans de que les tortugues s'ho mengin, per això les intentem entretenir amb altre menjar a part dels trèvols. Posem el reg gota a gota per mantenir els trèvols i altres plantes, volem que les tortugues tinguin menjar sempre sense necessitat que els hi subministrem nosaltres (aquest aspecte es tracta més a fons en el treball de l'Alba Ramon).



Netegem de males herbes (sobretot gramínies) i de pedres la zona de planter i ho marquem i delimitem amb unes fustes i un cordill. Serà una zona en la què no s'hi aplicarà herbicida i hi plantarem algunes de les espècies que formen part de la dieta de les tortugues (més informació en el treball de l'Alba Ramon).



Hem descobert que uns dels ocells que van a beure al bassal del pati de les tortugues, concretament un parell de tudons (*Columba palumbus*), entren al pati per la zona nord i s'han acostumat a fer "escala" a la barana de l'entrada, de manera que s'hi van acumulant els excrements. Per tal d'evitar aquesta via de pas, l'Alba Ramon construeix un espantaocells i el

col·loquem en aquesta zona. L'Albert, per la seva part, construeix un nou giny de canya de bambú, que serveixi de "finestra de llum" per als peixos i les plantes submergides, quan les plantes flotants ocupin tota la superfície del bassal.



15/07/2010- Prenem mides del reg per fer-ne un plànol a escala. Anem a la riera de La Salut (Collserola) a buscar plantes per trasplantar i baixem plantes del laboratori al pati.

22/07/2010- Primera visita al CRARC. El Mari entrega a Joaquim Soler i Albert Martínez una còpia en paper (ja tenien una còpia en format electrònic) dels treballs de recerca de l'Alba Prieto (*Osteocronologia aplicada a la tortuga mediterrània II*) i de la Jordina Colom (*La selecció del sexe en Testudo hermanni*) del curs passat; comenten els resultats i les conclusions dels treballs. Parlem una mica dels nostres i d'alguns dubtes que tenim.

Estem una bona estona visitant les instal·lacions del CRARC. El Quim ens explica la nova ampliació que han fet per a la tortuga mediterrània, i que hi han plantat exemplars de rosa de Síria (*Hibiscus syriacus*), que suporta bé l'hivern (a diferència de la de Xina, *Hibiscus rosa-sinensis*). Ambdues espècies són molt apreciades per les tortugues, que es mengen tant la flor com les fulles.

Després hem passat a la part de les instal·lacions interiors, on hi ha les incubadores. Quan li hem dit que aquest any havíem incrementat el nombre de forats a les caixes d'incubació per tal d'homogeneïtzar les condicions de temperatura i humitat, en Quim ens ha explicat que ells aquest any han optat per no fer forats (més explicat al treball de l'Alba Ramon).

D'altra banda, quan li hem comentat que ja teníem permís del DMHA per a la captura científica d'amfibis (de fet són ells els que ens varen avalar per aconseguir-lo) i que buscàvem, sobretot, salamandres, ens ha dit que precisament en tenia dues i que ens les podíem endur, però que necessitaríem construir un aqua-terrari bastant gran.

També ens ha donat capgrossos de granota verda. Quedem per tornar al CRARC el dia 3 d'agost, en què portarem totes les tortugues per a la seva revisió i també per fer-ho coincidir, com en anys anteriors, amb el programa de manipulació de rèptils que l'Albert imparteix a joves veterinaris.



23/07/2010 Aconsegüim (després d'intentar-ho sense èxit en diversos hivernacles i jardins) trobar exemplars de rosa de Xina. En comprem 3 i els plantem al pati de les tortugues, a la zona central, més o menys equidistants entre ells.

També hem trobat (en una tenda que ens havia recomanat Joaquim Soler) un aqua-terrari de suficients dimensions, que l'Albert s'ha encarregat d'adequar per a les salamandres (més informació en el treball de l'Albert Marsà).

L'Albert els hi deixa aliment (llimacs, cucs de terra...). Comprovem que les claus del sistema de reg estiguin correctament obertes.



03/08/2010 Segona visita al CRARC. Passem primer per l'Escola per agafar les tortugues, tant les grans (que ens han costat de trobar) com les petites, que hem pesat i mesurat abans de sortir. Un cop arribem al CRARC, l'Albert Martínez, que fa un curs de manipulació de rèptils a joves veterinaris, els explica què és una instal·lació col·laboradora per a la tinença i cria de tortuga mediterrània que gestionen des del CRARC, i afegeixen que algunes, com l'Escola Mestral, també hi fan recerca⁴⁰.

A continuació l'Albert els ha ensenyat com s'agafen, com se'ls hi aplica una sonda i altres aspectes. Administra antiparasitari a una de les tortugues grans (que la fa servir d'exemple) i ens dona una certa quantitat d'antiparasitari i ens explica com calcular la dosi en funció del pes de l'animal perquè l'administrem nosaltres mateixos a la resta de tortugues quan arribem a l'Escola. S'ha de d'administrar una segona dosi al cap de dues o tres setmanes. També ens dona algunes cànules de làtex flexible i algunes xeringues (explicat en el treball de l'Alba Ramon).



Li hem ensenyat la tortuga J6, que té el bec irregular, segurament per una mossegada d'una altra tortuga. Ens diu que l'ha de portat al quiròfan (amb els altres veterinaris) per llimar-li una part del bec, que trigarà una bona estona; i que també faran una preparació microscòpica de femta d'una de les tortugues per veure si té paràsits; que ja ens avisaran. Fem un recorregut per les instal·lacions i la Natàlia aprofita per fer fotografia d'aproximació, sobretot de la pell de les iguanes (més detalls en el treball de recerca de la Natàlia Garcia).

⁴⁰ Al portal del CRARC tenen un enllaç directe als treballs de recerca del pati de les tortugues:
<http://www.amasquefa.com/html2/public/entitats?id=162&showContent=SECCIONS&content=14929>



Ens avisen que ja podem tornar al laboratori. L'Albert ens ensenya com ha quedat el bec de la tortuga i ens aconsella que durant un temps tingui accés a menjar fàcil d'agafar. També ens ha fet passar a un segon laboratori per a mostrar-nos un paràsit intestinal en pantalla (més informació en el treball de l'Alba Ramon).



Després dediquem una bona estona a parlar amb el Quim dels problemes que ens hem trobat aquest any i del fet que encara no ha nascut cap tortuga (de la primera posta ja ho haurien d'haver fet). En Quim ens diu que és un any molt estrany i que tampoc els hi va gaire bé a ells i als altres criadors. També ens diu de provar un pinso que sembla que dona bon resultat (més detalls en el treball de l'Alba Ramon).

Ens deixen un número del Butlletí de la Societat Catalana d'Herpetologia, perquè té 4 articles sobre salamandres (que interessa per el treball de l'Albert Marsà) i també perquè fem arribar còpia d'algun dels articles a l'Eudald Pascual (l'Albert Martínez opina que és millor tornar a reescriure l'article sobre hibernació i enfocar-ho per a publicar en aquesta revista) i al David Bretones i l'Alba Prieto (perquè també comencin a preparar l'article d'osteocronologia).

20/08/2010 Segona sortida al Montseny amb el principal objectiu de trobar salamandres per a observar-les i fotografiar-les en el seu hàbitat natural. Un altre dels aspectes que ha cridat l'atenció és que de pujada al Montseny, a mig camí entre Sant Celoni i Santa Fe, hem contemplat molta xicoira (una planta composta, de flors blaves i que forma part de la llista de plantes que menja la tortuga mediterrània), però de baixada (al voltant de les 16:30 h), pràcticament no se'n veu perquè les flors estan gairebé totes tancades. Aquesta observació representa una prova més d'aquest tipus de nàsties florals estudiades en un treball anterior (Laura Pascual).



Ens endinsem per la fageda de Santa Fe intentant trobar salamandres (el mateix indret on en varem buscar en la primera sortida). Som conscients que és difícil (sobretot després de llegir els articles sobre salamandres que ens havien facilitat al CRARC) perquè són animals nocturns, però el dia és molt humit, amb una mica de boira baixa i tenim esperances... i sí, després de més d'una hora de caminar per la fageda aconseguim trobar-ne una. Pel seu aspecte sembla que és un mascle (explicat en el treball de l'Albert Marsà). Dediquem una bona estona a seguir-la i fer-li fotos. No és fàcil perquè està molt activa i es mou continuament.



Finalment s'ha amagat entre les fulles caigudes de faig i ja no l'hem vist més. Tampoc n'hem vist cap altra durant el temps que hem seguit buscant (un parell d'hores més), malgrat ha plogut una mica (que és quan solen sortir). Hem trobat un petit gripau i hem agafat agalles de faig per la Carolina Molina (avui no ha vingut i l'altra dia no pensàrem en agafar-ne; les necessita per el seu treball de recerca sobre *Arquitectura animal*).



23/08/2010 El substrat (vermiculita) on estan immersos els ous de les tortugues està molt sec. S'afegeix aigua amb polvoritzador (sense que toqui els ous) i s'han canviat els ous de caps, deixant els de la posta del 02/07/2010 en la capsa més gran, perquè tinguin més lloc si neixen (ja que teòricament falten pocs dies). Un dels ous de la posta 08/06/2010 estava buit i s'ha llençat. Sembla que augmentar el nombre de forats de les caixes d'incubació, no ha estat una bona idea (explicat en el treball de l'Alba Ramon). S'ha confirmat que no arriba el reg al terrari exterior i tampoc a la zona de reg nova (més explicació en el treball de l'Alba Ramon). També s'ha trobat el terrari dels insectes bastó força sec (i amb un insecte mort), així com el muntatge per a fer germinar els ous de fàsmids (més explicació en el treball de l'Albert Marsà). Es canvia l'heura del terrari i s'afegeix aigua.

24/08/2010 S'administra la segona dosi d'antiparasitari a totes les tortugues (fent servir el nou sistema de cànula flexible). S'ha deixat força menjar (dent de lleó, enciams, cogombres, alfals...) per les tortugues grans i per les juvenils del terrari exterior. Es rega durant ½ hora.

03/09/2010 Es descarreguen les dades dels dataloggers (els de la incubadora estaven "finalitzats") i es tornen a programar. No hi ha vestigis de naixements.

07/09/2010 Neix una tortuga de la posta tardana (la del 02/07/2010). Es comprova que no té cap malformació ni cap duplicació de plaques. Això és un indicador de que la temperatura d'incubació no ha estat excessiva (explicació detallada en el treball de l'Alba Ramon). La tortuga A1 pesa 11,7 g; un valor ben normal. El basal està cobert per les plantes flotants, excepte en un petit indret i en la zona ocupada pel giny que va construir l'Albert, que ha funcionat. Les tortugues han arrasat les

plantacions de trèvol i altres espècies que havíem plantat. Introduïm una variant: una reixa per protegir les plantes fins que hagin crescut fins una certa mida.



10/09/2010 La zona destinada a planter per les tortugues va funcionar un temps, però s'ha descontrolat, ha estat envaït per una gramínia molt invasiva que té una espiga molt aferradissa, en la que s'hi enganxen fins i tot els insectes. Hi trobarem marietes i un insecte bastó, que intentava desenganxar-se (més informació en el treball de la Natàlia Garcia).



17/09/2010 La Natàlia dedica esforços a intentar captar (amb microfotografia) els detalls d'aquesta planta i els seus ganxos però, una vegada més, la qualitat d'imatge no és tant bona com en macrofotografia, malgrat que podem aconseguir alguns detalls prou bons.



24/09/2010 L'Albert Marsà s'ha trobat a casa seva amb un problema d'espècie invasora: l'escarabat morrut de les palmeres. Ha fet fotografies de la palmera atacada abans de tallar-la (es veu com les fulles més tendres perden força i pengen), del tronc tallat, amb els forats que deixen les larves (que s'alimenten voraçment de la fibra del tronc) i ha portat a l'Escola, un exemplar adult i una larva amb teixit fibrós de tronc de palmera. Els hem fotografiat i hem deixat la larva en el pot

amb la fibra per veure si arriba a fer la metamorfosi). La problemàtica d'aquests i altres organismes invasors s'explica en detall en el treball de l'Albert.



30/09/2010 Deixem en una capsa a la Secretaria de l'Escola les tortugues M2, B1 i B2 perquè el veterinari Francisco Bretones les vindrà a buscar per fer la sessió de radiografies de tardor (explicat en el treball de l'Alba Ramon).

08/10/2010 No queda gaire temps per entregar la primera còpia del treball de recerca i la Natàlia necessita la col·laboració dels altres companys de Biologia perquè facin de model per un projecte d'estudi de l'efecte de la distància focal sobre la perspectiva. Hi dediquem l'hora de classe de Biologia (explicat en el treball de la Natàlia Garcia).



12/10/2010 La Natàlia ha de fer unes fotografies d'aproximació de la pell de les salamandres per el seu treball de recerca. Per manipular aquests organismes (i tots els amfibis en general) és convenient mullar-se prèviament les mans per tal de no contribuir a que se'ls hi sequi la pell. L'Albert es mulla les mans amb la pròpia aigua de l'aqua-terrari on estan les salamandres i les agafa.

Ràpidament comprovem el seu instint grimpador (aspecte que ja ens havia comentat en Joaquim Soler del CRARC). Per això s'ha de vigilar de posar-los en un indret també tapat per la part superior, sinó s'escapen fàcilment.



També comprovem que fer les fotos desitjades no és una tasca fàcil perquè al posar-les a sobre de la taula del laboratori les dues salamandres es mouen molt ràpidament.

Finalment, però, les aconseguim calmar i es poden fer unes quantes macrofotografies ben enfocades (presentades en el treball de la Natàlia Garcia).



Amb el sistema generador de boira que s'ha instal·lat a l'aqua-terrari (explicat en el treball de l'Albert Marsà) les salamandres no tenen necessitat d'anar a l'aigua i mullar-se perquè l'ambient és prou humit, però també hem pogut observar la facilitat en què entren a l'aigua, quan n'hem posat una a sobre de la pedra que fa d'illa a l'aqua-terrari.



L'aigua d'aquest aqua-terrari es va substituint progressivament amb aigua del bassal per tal que s'hi vagin aclimatant per si, finalment, les salamandres s'introdueixen al pati de les tortugues, però això requereix també alguns canvis en el bassal (aquest aspecte es discuteix en el treball de l'Albert Marsà).

14/10/2010 Les temperatures han començat a baixar i hem de preparar les caixes de protecció per a la hibernació de les tortugues (explicat en el treball de l'Alba Ramon).



20/10/2010 La tardor és ben visible al pati, sobretot amb els colors vistosos de la parra verge. Comencen a caure les fulles d'aquesta i altres plantes i arbres caducifolis i una bona part d'aquestes fulles van a parar al bassal, que caldrà treure, si més no en part (explicat en el treball de l'Albert Marsà). La Natàlia porta a terme l'últim projecte pràctic, el de la qualitat òptica (pel que fa a les aberracions geomètriques) dels objectius utilitzats. Hem triat com a motiu geomètric el vitrall de peces quadrades de l'escala de l'entrada d'ESO (explicat en el treball de la Natàlia Garcia).



03/11/2010 Dia d'entrega definitiva de les tres còpies dels nostres treballs de recerca. Adjuntem una còpia de les tres portades.



10/11/2010 Les fulles de la parra salvatge ja han caigut gairebé totes i procedim a treure'n una part de les que han caigut al bassal. En recollir les fulles ens adonem que el giny s'ha desmuntat.

De cara al futur caldrà buscar una alternativa de construcció més resistent, de més d'un any de durada, si no es vol fer-ne una cada any.



Hem vist que la metamorfosi de la larva d'escarabat morrut de les palmeres està a punt de concloure (alumnes de Biologia-Geologia de 4t d'ESO l'han estat controlant durant aquest mes i mig que ha durat el procés).

Cal dir que, com en anys anteriors, nosaltres també continuarem les tasques dels preparatius per a la hibernació i del control de pes (aproximadament setmanalment) durant el període d'hibernació de les tortugues juvenils, fins que un altre grup d'alumnes agafi el relleu.

