

Aproximació al control de *la profunditat de camp* en macrofotografia digital



Treball de Recerca
Sandra Roig Moreno
Tutor: Josep Marí
Novembre de 2012

Aproximació al control de la profunditat de camp en macrofotografia digital

Treball de recerca

Sandra Roig Moreno

Tutor: Josep Marí Torres

Novembre 2012

Índex

Pròleg i objectius.....	2
1. Introducció i consideracions prèvies.....	4
1.1 Macrofotografia o fotografia d'aproximació?.....	4
1.2 El problema de la manca d'un estàndard digital.....	7
1.3 Millores tècniques recents en fotografia digital.....	9
2 Mida del sensor, distància focal i dfe a 35 mm.....	11
3. La profunditat de camp en càmeres digitals.....	14
3.1 Concepte de profunditat de camp	14
3.2 Factors "clàssics" que influeixen en la profunditat de camp.....	14
3.2.1 Profunditat de camp i distància focal.....	14
3.2.2 Profunditat de camp i distància al subjecte.....	16
3.2.3 Profunditat de camp i obertura del diafragma.....	17
3.3 Mida del sensor i profunditat de camp	19
4. Captura "macro" (compacta vs. rèflex).....	24
4.1 Tipus de càmeres i d'objectius macro.....	24
4.1.1 Compactes amb funció macro.....	24
4.1.2 Rèflex amb objectiu macro.....	26
4.1.3 Macro amb gran angular.....	29
4.1.4 Macro amb teleobjectiu llarg.....	30
4.2 Per què és més fàcil fotografiar amb una compacta?.....	31
4.3 Control de la profunditat de camp.....	32
5. Projectes.....	35
5.1 Graus d'ampliació a mínima distància macro.....	35
5.2 Profunditat de camp i obertura del diafragma.....	39
5.3 Plantes oxigenants.....	41
5.4 Textures i altres macrofotografies.....	45
5.5 Macrofotografia amb polaritzador.....	54
6. Conclusions.....	60
7. Bibliografia.....	61
Annex: Document fotocronològic.....	63

Pròleg i objectius

Durant la meua infància sempre m'ha agradat jugar amb les càmeres que hi havia per casa i fotografiar tot tipus de paisatges o coses que em sorprenien només pel fet de tindre aquella imatge guardada i després poder tornar-la a recordar.

A 2n d'ESO, ja a l'escola Mestral, en l'assignatura de ciències naturals començarem a estudiar la càmera digital i el professor ens va proposar fer un treball pràctic de meteorologia, fotografiant els núvols. Aquell treball em va agradar molt i també tots els altres que he pogut realitzar relacionats amb la fotografia (treballs voluntaris d'estiu per l'assignatura de ciències naturals a partir de 2n d'ESO).

A 4t d'ESO hi havia una assignatura de fotografia que m'interessava molt fer, però l'horari no era compatible amb el del meu itinerari. Amb el treball de recerca de Batxillerat vaig pensar que seria una gran oportunitat per entrar dins del món de la fotografia i així poder començar a aprendre com fer bones fotografies segons el lloc on estiguis, segons la llum, com utilitzar les càmeres, conèixer una càmera rèflex a fons i poder fotografiar qualsevol cosa amb la seguretat de que un cop estigui a l'ordinador estarà ben enfocada, ben il·luminada...

He participat en diversos concursos interns de fotografia de l'escola i algunes de les fotografies que he presentat han estat seleccionades per participar en concursos externs (la Mostra 2009, Bioimatges 2012 i Fotografia matemàtica 2012) i també han format part de les dues exposicions de fotografia que ha fet l'escola a l'Aula de Cultura de la plaça de la Vila de Sant Feliu de Llobregat.

Un dels aspectes que em va cridar més l'atenció quan vaig començar a utilitzar la meua càmera reflex és el fet que les fotos em sortien més malament que quan utilitzava una càmera compacta, sobretot en fotografies de prop, com detalls de flors (un dels motius que més m'agrada fotografiar). Quan li vaig comentar aquest fet al meu tutor em va proposar d'investigar-lo reorientant, en part, el meu treball de recerca envers la macrofotografia.

Aquest treball també pretén formar part del projecte "Treballant la fotografia" de l'Escola Mestral, de manera que representi un complement als treballs de recerca anteriors, evitant repeticions innecessàries d'aspectes ja estudiats i investigant un tema amb profunditat, intentant explicar-lo des d'un punt de vista pedagògic perquè resulti una eina útil a futurs alumnes, com ho han estat per mi els treballs anteriors.

La major part dels aspectes pràctics d'aquest treball han estat realitzats al laboratori de biologia, als voltants de l'escola, al pati de les tortugues i en sortides realitzades aquest estiu amb el meu tutor, juntament amb els meus companys Clara Peña i Rubén Marías, que fan un treball de recerca relacionat amb el projecte del pati de les tortugues.

De totes aquestes activitats al pati i de les sortides conjuntes jo era la principal responsable del registre fotogràfic amb l'objectiu de poder realitzar-ne un reportatge fotogràfic al final.

A l'Escola i a les sortides conjuntes les fotografies s'han fet amb càmeres de l'escola però algunes imatges han estat capturades (en caps de setmana i vacances) amb una càmera rèflex digital pròpia (Canon EOS 1100D).

Les fotografies presentades en el treball són pròpies¹ i totes originals, sense variar-ne l'enquadrament original.

Aquestes “exigències” juntament amb alguns dels objectius específics del treball van estar marcats des del principi pel meu tutor.

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

- Aprendre a controlar manualment els principals paràmetres fotogràfics (obturador, diafragma, ISO) i entendre i explicar el terme “...equivalent a càmera de 35mm”.
- Descriure els principals sistemes actuals de captura “macro” complementant les explicacions amb fotografies pròpies.
- Estudiar i analitzar (fotogràficament) els diferents factors que influeixen en la profunditat de camp en macrofotografia digital, fent servir les càmeres de l'escola (compactes i rèflex).
- Argumentar perquè és més fàcil obtenir fotografies nítides i ben enfocades amb una càmera compacta que amb una rèflex.
- Elaborar projectes de macrofotografia (almenys un d'ells de caire didàctic relacionat amb la profunditat de camp).
- Realitzar el muntatge fotogràfic de les activitats i sortides relacionades amb el projecte “Pati de les tortugues” durant el període que va des de febrer fins a novembre del 2012.

¹ Excepte les que hi surto jo, que les han fet els meus companys o el tutor.

1. Introducció i consideracions prèvies

En el món de la fotografia hi ha diferents modalitats segons el motiu que es vulgui fotografiar. Si donem un cop d'ull a l'apartat de [Treballs de recerca de fotografia](#)² del projecte *Treballant la fotografia* del web de l'escola veurem que 4 dels 5 treballs dels últims anys estan relacionats amb la fotografia d'aproximació: *Macrofotografia digital* (Alba Soria, 2008), *Adaptacions vegetals i cromatisme estacional al Pati de les tortugues* (Laura Pascual, 2009), *Micromons* (Ariadna Simón, 2009) i *Fotografia biològica d'aproximació* (Natàlia Garcia, 2010). Per tant, la macrofotografia (i la fotografia d'aproximació; vegeu més endavant) és la modalitat fotogràfica que més es treballa a l'escola. Aquesta preferència és lògica, si tenim en compte que l'aplicació més important de la macrofotografia és en el camp de la biologia³ i que el tutor d'aquests treballs és també el professor de biologia. Això condiciona l'estructura del meu treball que, com s'ha comentat anteriorment, pretén representar un complement als treballs abans esmentats, evitant repeticions innecessàries d'aspectes ja estudiats en treballs anteriors (als que s'hi farà referència sovint).

En concret, es portarà a terme una revisió actualitzada d'alguns aspectes tractats en el treball inicial (*Macrofotografia digital*) i s'estudiarà amb més detall com varia la profunditat de camp en les diferents tipus de càmeres actuals i les seves aplicacions i conseqüències, una d'aquestes conseqüències és que la tecnologia digital ha aportat avantatges notables a la fotografia i molt especialment a la macrofotografia (Alba Soria, 2008).

1.1 Macrofotografia o fotografia d'aproximació?

Tothom té una idea més o menys clara del què significa fotografiar motius que estan a prop i que, de forma aproximada, podríem considerar com aquells que es troben a una distància que podem arribar estirant el braç o inferior. Depenent d'aquesta proximitat, i del grau d'ampliació que se'n deriva, es solen distingir tres categories: fotografia d'aproximació, macrofotografia i microfotografia.

Els termes que s'utilitzen per anomenar el grau de proximitat són "ampliació" i "relació de reproducció", i són intercanviables. Encara que es transcriuen de diferents maneres, tot i que les més habituals són: "2x" (per exemple) per a l'ampliació i "2:1" per a la relació de reproducció.

A grans trets es sol considerar fotografia d'aproximació de 0,1x a 1,0x (relació de reproducció de 1:10 a 1:1), macrofotografia de 1,0x a 20x (relació de reproducció de 1:1 a 20:1) i microfotografia a partir de 20x (relació de reproducció 20:1) (Freeman, 2009).

En dos treballs de recerca anteriors (Alba Soria, 2008; Ariadna Simón, 2009) es discuteixen més àmpliament aquests conceptes. Aquí ens centrarem només en els termes aproximació i macrofotografia, en els que actualment hi ha una certa confusió.

² Escola Mestral: <http://www.escolamestral.net/mestral/secciones.php?menu=94&sec=100&subsec=116>

³ Informació extreta de: <http://es.wikipedia.org/wiki/Macrofotograf%C3%ADa>

Bryan Peterson en el seu llibre “Los secretos de la Fotografía de aproximación” (Peterson, 2009) en fa un anàlisi exhaustiu a partir del significat de la paraula *macro*, que deriva del terme grec *makros* i significa *gran* o *llarg*. Segons aquest autor el terme és apropiat perquè les imatges que normalment han estat capturades amb un objectiu macro apareixen en el negatiu o en el sensor de la càmera com figures “grans” i en la majoria d’ocasions es triga una “llarga” estona en capturar-les, degut a que es necessita un major temps d’exposició que en una fotografia convencional.

Segons una definició tècnica, la macrofotografia és una fotografia amb una escala de reproducció de 1,0x (mida real) o major. Això significa que, comparant un amb l’altre, la mida real de l’objecte i la mida amb què apareix en la pel·lícula o en el sensor de la càmera, és exactament el mateix.

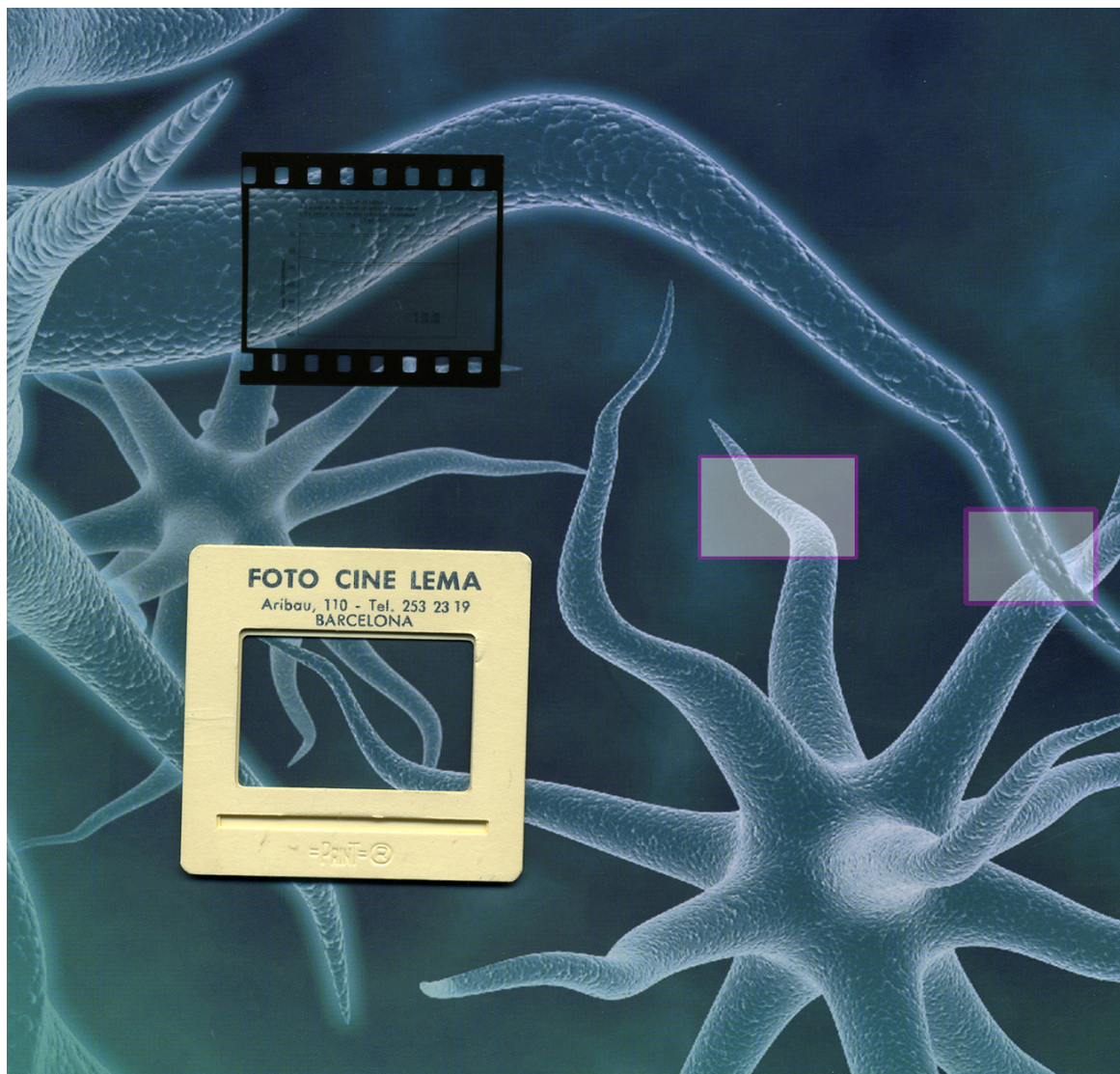


Figura 1. Imatge per il·lustrar el significat de la reproducció a mida real (1:1 o x1) d’un objecte. En aquest cas correspon a la tapa d’un llibre de biologia (“Viaje al universo neuronal”). El tros de dendrita tindrà la mateixa mida en la diapositiva, en el negatiu, o en el sensor digital que el que té en la tapa del llibre. (Imatge original d’Alba Soria actualitzada).

Per entendre millor què significa realment la relació de reproducció 1:1 o valor d’ampliació x1, pot ajudar una imatge escanejada en la que s’ha intercalat una diapositiva i un negatiu

fotogràfic de 35 mm (Figura 1). A aquesta imatge (procedent del treball d'Alba Soria) se li ha dibuixat a escala el contorn de la mida dels sensors de les càmeres rèflex digitals utilitzades (Canon i Olympus) amb objectius macro. En aquestes càmeres, malgrat la relació de reproducció 1:1 es manté, ho fa d'una part menor de la imatge. L'efecte aparent és que així s'aconsegueix una ampliació superior a 1,0x, concretament d'1,6x i de 2,0x per Canon i Olympus, respectivament (vegeu següent apartat). En realitat, però, més que un augment es tracta d'un retall del fotograma complet.

Segons el que acabem de veure sembla que, en sentit estricte, si no s'arriba a la relació de reproducció 1:1 no es pot parlar de macrofotografia i s'ha de considerar fotografia d'aproximació i que els veritables objectius macro són de longitud focal fixa i per càmeres rèflex, excloent-ne els objectius zoom amb funció macro (per càmeres rèflex) i la funció macro de les càmeres compactes. Hi ha, però, veritables objectius macro que no arriben a l'ampliació 1,0x (com el macro Olympus f/2.0 50mm, de 0,5x) i càmeres compactes avançades que sí ho fan (per exemple la Canon SX 20 IS). Per altres autors (Ruiz, 2009) el límit entre fotografia d'aproximació i macrofotografia no és tan estricte (Figura 2) i fins hi tot alguns fotògrafs continuen utilitzant el terme macrofotografia en sentit ampli per referir-se a tota fotografia realitzada a una escala superior a 1:10 (Alamany, 2001).

Ratios de ampliación		
Fotografía de aproximación	Escala	Superficie que llena el encuadre
	1:10	24 x 36 cm
	1:5	12 x 18 cm
	1:4	9,6 x 14,4 cm
Macrofotografía	1:2	4,8 x 7,2 cm
	1:1	Tamaño real. 2,4 x 3,6 cm
Macrofotografía extrema	2:1	1,2 x 1,8 cm
	5:1	0,5 x 0,7 cm
	10:1	0,24 x 0,36 cm

Figura 2 Taula que relaciona l'escala d'augments amb la superfície que omple l'enquadrament segons la fotografia d'aproximació, macrofotografia o macrofotografia extrema. (Figura extreta de Ruiz, 2009).

En la figura 2, si ens fixem en l'escala, podem veure que en alguns casos el número 1 està a l'esquerra i en altres està a la dreta. El número 1 fa referència a la mida real i sempre s'utilitza com a valor comparatiu per saber l'ampliació que s'ha fet en la fotografia.

Quan el número 1 va davant (1:X) indica que no superem la mida real, com a molt ho igulem a la mida real 1:1 que significa que l'objecte omple un fotograma que fa 2,4 x 3,6 cm⁴.

⁴ la comparativa es fa considerant les dimensions del negatiu de 35 mm o d'un sensor digital de la mateixa mida.

Per exemple si tenim un objecte a escala 1:2 significarà que a la fotografia apareixerà a la meitat de la seva mida real.

Quan el número 1 apareix com a segona xifra X:1 significa que igualarem o superarem la seva mida real. Si fotografiem un objecte a escala 2:1 significa que en la fotografia sortirà 2 cops més gran que en la vida real (Ruiz, 2009)

Per aquest motiu podem dividir el quadre en dues parts: la macrofotografia i la fotografia d'aproximació on l'escala augmenta i la macrofotografia extrema on l'escala disminueix la mida real de l'objecte dins del fotograma.

A partir de l'escala 10:1 per augmentar la mida de l'objecte necessitem un microscopi. Aquest tipus de fotografia s'anomena microfotografia. Aquests conceptes han estat explicats exhaustivament en treballs de recerca anteriors (Alba Soria, 2008; Ariadna Simón, 2009).

Certament, els fabricants de càmeres contribueixen en gran mesura a crear confusió en la terminologia d'aquest camp (Peterson, 2009), però també és una realitat la millora tecnològica assolida en els nous models que permet que cada cop la funció macro (i també els teleobjectius extrems) s'acosti més als resultats assolits pels veritables objectius macro. D'altra banda, a la pràctica no sempre és fàcil conèixer l'ampliació màxima d'un determinat objectiu perquè hem descobert que hi ha càmeres (com la Nikon P7000 utilitzada) en les que la distància mínima d'enfocament depèn del mode d'enfocament utilitzat (vegeu apartat 5.1).

És per tot això que nosaltres també utilitzarem el terme en sentit ampli i considerarem com a macrofotografia qualsevol captura realitzada amb objectius macro específics o amb la funció macro (de zooms d'objectius per càmeres rèflex i càmeres compactes), quan aquesta provoca una reorganització interna de l'objectiu per poder enfocar de més a prop.

1.2 El problema de la manca d'un estàndard digital

La gran majoria de càmeres analògiques⁵, tant les compactes com les rèflex, independentment de la marca, tenen una mida de negatiu estàndard, de 24 x 36 mm, popularment conegut com *negatiu de 35 mm*. Amb aquestes dimensions, la longitud focal normal⁶ és la d'un objectiu d'uns 50 mm. Més enllà d'aquest valor parlarem de teleobjectiu, mentre que una distància focal inferior als 50 mm correspondrà a un objectiu gran angular. Però aquests valors només són vàlids per les càmeres analògiques esmentades (amb negatiu de 35 mm) o per les digitals que tinguin una mida de sensor igual, és a dir, un sensor de 24 x 36 mm. Aquestes càmeres digitals es coneixen com càmeres de format complet o càmeres *Full Frame*, però n'hi ha poques⁷, són molt cares i, de moment, són generalment d'ús professional. La gran majoria de càmeres digitals actuals, doncs, tenen un sensor de mida inferior (càmeres rèflex) o molt inferior

⁵ si exceptuem les escasses càmeres de mig format (negatiu més gran) i el sistema APS (Advanced Photo System), de negatiu més petit, que no va prosperar (possiblement perquè va coincidir amb l'inici del digital).

⁶ és a dir, aquella en la que la imatge a través de l'objectiu es veu igual i en les mateixes proporcions que a simple vista (i amb un angle de visió d'uns 45°).

⁷ Les marques més populars, com Canon, Nikon i Sony tenen alguns models de format complet.

(compactes), de mides diferents entre marques diferents i també a dintre d'una mateixa marca, segons el model, és a dir, sense haver-se aconseguit una mida estàndard com va passar amb el negatiu de 35 mm.

Un objectiu de longitud focal major (teleobjectiu) amplia la imatge. L'angle de visió és més estret, omplint l'enquadrament amb una part menor de l'escena. Un objectiu de longitud focal més curta (gran angular) proporciona l'efecte oposat. Cal tenir en compte que quant més extrems siguin aquests canvis respecte a la focal normal, menys naturals resultaran les mides i les formes dels objectes situats a diferents distàncies, i la imatge final pot semblar distorsionada, com s'ha evidenciat en projectes de treballs de recerca anteriors (Natàlia Garcia, 2010; Xavier Hernández, 2011). És per això que és molt important conèixer la distància focal "normal" de la càmera digital que estem utilitzant.

Per trobar la distància focal normal d'una càmera digital qualsevol (vegeu apartat 2), només cal conèixer les mides del sensor, ja que la distància focal "normal" és aproximadament igual a la diagonal del negatiu o del sensor (Figura 3). Un objectiu de distància focal curta utilitzat en una càmera de format petit ofereix el mateix angle de visió que un objectiu de major distància focal en una càmera de major format, és a dir, que quan s'utilitzen diferents càmeres, cada una amb la seva distància focal normal, l'angle de visió és el mateix en totes elles (45°) i inclourà la mateixa àrea de la imatge (Langford, 2003; Langford et al. 2011).

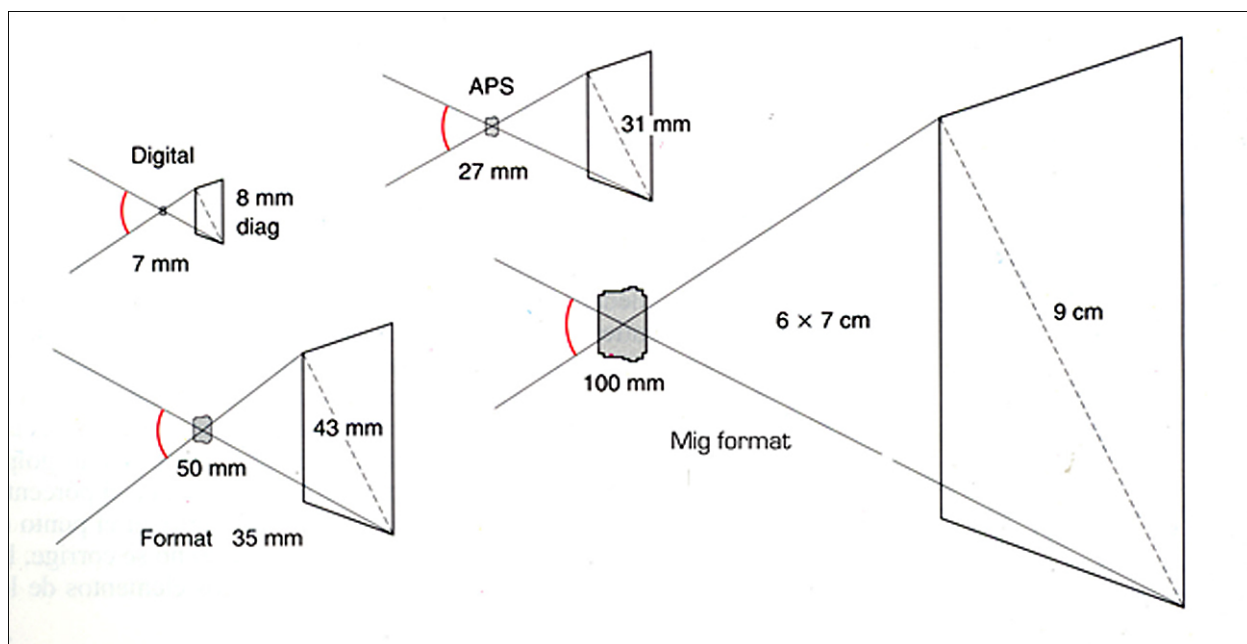


Figura 3. Aquests quatre objectius tenen un angle de visió aproximat. Són diferents en quant a la longitud focal, però com que s'utilitzen en càmeres de diferent format, mantenen una proporció equivalent amb la diagonal del format de la pel·lícula (o del sensor). Cada combinació inclou, per tant, una àrea pràcticament idèntica de l'escena. (Esquema original de Michael Langford, amb el text traduït al català).

En realitat s'han fet alguns intents per trobar un estàndard digital. Alguns fabricants de càmeres digitals, entre els que hi ha Olympus⁸, Kodak, Panasonic i Fujifilm, han apostat per un

⁸ Olympus ha estat el primer en fabricar una càmera rèflex 4/3: la Olympus E-1

estàndard digital totalment nou, pensat des del seu inici per a digital, es tracta del sistema anomenat dels *quatre terços* (4/3). Aquest sistema és d'un format més quadrat que el del negatiu de 35 mm. Té la mateixa relació d'imatge que una pantalla d'ordinador (no panoràmica), que els sensors de les compactes digitals i també de la majoria de les càmeres de vídeo.

Aquest estàndard inclou objectius preparats per a funcionar específicament amb sensors d'imatge en lloc de pel·lícula i l'estandardització dels components per intercanviar-los sense problemes entre una marca i una altra. Però convertir-se en un estàndard real depèn tant del mercat com dels fabricants de lents (White, 2006). De moment, el mercat de càmeres rèflex digitals és àmpliament dominat per Canon i Nikon⁹ (que no han adoptat el sistema 4/3 ni tampoc cap altre en concret), i mantenen les proporcions dels seus sensors de 3/2, és a dir, la mateixa proporció que en les càmeres analògiques de 35mm.

1.3 Millores tècniques recents en fotografia digital

En el treball de recerca d'Alba Soria de fa gairebé 5 anys (Alba Soria, 2008) ja es va fer un exhaustiu anàlisi de les millores que havia representat fins aquell moment la tecnologia digital per a la fotografia d'aproximació. Entre aquestes millores es destacaven les següents:

- a) La menor mida del sensor de les càmeres rèflex digitals permet dissenyar i construir objectius específics per les càmeres digitals de dimensions molt més reduïdes (perquè no necessiten una òptica amb un diàmetre tan gran), essent molt més lleugers i molt més econòmics.
- b) Els usuaris de càmeres compactes també s'han beneficiat de la tecnologia digital perquè els fabricants s'han adonat de la gran utilitat del macro i l'han afegit al seus models, de manera que gairebé totes les compactes digitals, a més a més del popular zoom, disposen d'una funció d'aproximació (la coneguda floreta).
- c) L'altre 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*.
- d) Alguns models de càmera 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); aquestes posicions forçades són molt freqüents en macrofotografia.
- e) Un altra avantatge digital per a macrofotografia fa referència a la nitidesa, a la qualitat d'enfocament, que és especialment crítica a distàncies macro. Doncs bé, algunes càmeres permeten augmentar la zona d'enfocament (fins a 10x en la Olympus E-330) de manera que es pot afinar molt més l'enfocament de la imatge.

⁹ i en els últims anys també Sony

f) També es citava que totes les càmeres digitals es poden connectar (via port USB) a un ordinador i moltes incorporen software que els hi permet realitzar captures a través de l'ordinador, és a dir, és l'ordinador qui controla la càmera i també és a través de la pantalla de l'ordinador que es veu la imatge en temps real. Això ofereix un rendiment excel·lent sobre el control de la imatge. Aquest és el sistema que s'utilitza per a microfotografia, que comença just on acaba la macrofotografia.

Quedava clar, doncs, que la macrofotografia s'havia vist beneficiada en diversos aspectes pels avançaments tecnològics aplicats a la fotografia digital.

En aquests 4 o 5 anys que han passat, l'evolució tecnològica no ha parat d'augmentar, alimentada també per un consumisme creixent d'aquests productes (càmeres rèflex digitals, *Smartphones* que llegeixen codis QR¹⁰ a distància macro...). Per exemple, la pantalla *Live View* (visió en temps real), típica de les càmeres compactes, només estava disponible en algunes càmeres rèflex digitals de la marca Olympus (Alba Soria, 2008), mentre que actualment s'incorpora en la majoria de models rèflex digitals de totes les marques (com la meua EOS 1100D, que és el model més bàsic de càmera rèflex digital de Canon).

La distància que hi havia entre una compacta avançada i una rèflex, cada vegada s'escurça més; sobretot per la ràpida millora de les compactes. En aquests últims anys han aparegut diversos tipus de compactes avançades d'objectius intercanviables sota diverses denominacions: càmeres EVIL (*Electronic Viewfinder Interchangeable Lenses*), càmeres MILC (*Mirrorless Interchangeable Lens Camera*), càmeres MSC (*Mirrorless System Camera*) i càmeres DSLM (*Digital Single Lens Mirrorless*). Aquesta varietat de termes respon a la seva curta història i encara no s'han estandarditzat les denominacions entre els fabricants; malgrat tot, la denominació DSLM possiblement s'acabi imposant amb el nom curt de *mirrorless* per analogia amb la denominació DSLR (*Digital Single Lens Reflex*) per les *rèflex*, ja que totes són càmeres d'un sol objectiu intercanviable, sense mirall (*mirrorless*) o amb mirall (*rèflex*)¹¹.

Paral·lelament, algunes d'aquestes càmeres compactes incorporen sensors de mida cada vegada més gran¹², amb la consegüent millora de la qualitat d'imatge. La mida del sensor i la seva influència en determinats paràmetres fotogràfics és precisament un dels aspectes que tractarem a fons en aquest treball.

¹⁰ El **codi QR** (Quick Response Code, codi de resposta ràpida) és un sistema per **emmagatzemar informació** en una matriu de punts o un codi de barres bidimensional creat per la companyia japonesa Denso Wave, subsidiària de Toyota (1994).

¹¹ Informació extreta de <http://ca.wikipedia.org/wiki/MILC> i d'explicacions del meu tutor.

¹² Recentment Sony ha presentat la primera compacta del món de format complet. Això sí, a un preu molt elevat (més de 3.000 €) (Informació extreta de Gatget FOTO nº9, octubre de 2012).

2. Mida del sensor, distància focal i dfe a 35 mm

El sensor de la càmera digital, a diferència de la pel·lícula, no ha de ser d'una mida específica. Aquesta és una de les raons per les que les càmeres digitals poden ser tan petites: no es veuen limitades per les dimensions del rodet de 35 mm ni les de la pel·lícula. En contrapartida, les distàncies focals dels objectius poden resultar confuses, ja que les diferents mides de sensor les afecten de manera diferent i, com hem dit, no hi ha un estàndard. Per aquesta raó, per saber la distància focal de l'objectiu d'una càmera digital es continua referenciant a l'estàndard de 35 mm, que es coneix com *distància focal equivalent a 35 mm*.

Una càmera digital diminuta pot tenir una distància focal extremadament curta (6-18mm), una cosa impensable en una SLR de 35mm, i ser, no obstant, equivalent a una de 38-114mm. Inclús les SLR digitals tipus 35mm tenen generalment sensors menors que els de la pel·lícula, com hem vist anteriorment. Aquests sensors causen, doncs, un efecte multiplicador en tots els objectius, que sol ser normalment de 1.5x a 2x en les rèflex digitals i més gran en les compactes. Un objectiu de 300mm f/2.8, per exemple, ofereix el mateix augment¹³ que un de 450mm f/2.8 amb un cost, mida i pes menors que aquest. Això pot suposar una gran ajuda per a fotògrafs d'esport i de naturalesa (Sheppard, 2004). Per contra, com els sensors de càmeres digitals solen ser menors que els de pel·lícula de 35mm, les distàncies focals del gran angular resulten més complicades i la majoria de les càmeres amb objectius incorporats no solien oferir -fins molt recentment- més que una visió de gran angular limitada (l'equivalent a 35-38mm en càmeres de 35mm). En les càmeres d'objectius intercanviables, l'efecte multiplicador fa que l'amplitud dels objectius de gran angular sigui d'una meitat més o superior. D'aquesta manera, un objectiu de 24mm actuaria com un de 35mm.

Ja hem vist més amunt que els sensors digitals solen ser més petits que el format complet de 35 mm i, per tant, caldrà conèixer el *factor multiplicador de focal* de la càmera per a poder trobar la distància focal equivalent de cada objectiu¹⁴. La manera més exacte de trobar el factor multiplicador consisteix en dividir la diagonal d'un fotograma de 35 mm (43,3 mm) per la del sensor (White, 2008). Un cop tenim aquest valor, només ens falta multiplicar-lo per les distàncies focals inscrites a la part frontal de l'objectiu i obtindrem les distàncies focals equivalents a 35 mm.

Si no coneixem les dimensions del sensor¹⁵, per trobar el factor multiplicador de focal també ho podem fer indirectament a partir de les especificacions de la càmera en la pagina web oficial de la marca, ja que sempre donen el recorregut de focal equivalent a 35 mm. Una de les meves activitats pràctiques va consistir en trobar i catalogar en aquest sentit les càmeres i objectius del laboratori de fotografia de l'escola i altres que també s'han utilitzat en aquest treball. A les figures 4 i 5 s'indiquen els factors multiplicadors de focal de les càmeres de l'escola, les distàncies focals reals de cada objectiu i les distàncies focals equivalents a 35 mm de cada un.

¹³ Cal fer notar que aquest augment és aparent, fruit d'un retall de la imatge per la menor mida del sensor.

¹⁴ Les úniques càmeres rèflex digitals que no cal aplicar aquest factor multiplicador són, lògicament, les de format complet.

¹⁵ no tots els fabricants l'inclouen en les especificacions

CÀMARA (MARCA I MODEL)	Sensor	Factor	Distància focal equivalent a 35mm
CANON EOS 40 D	10,5 MP	1,6x	Depèn de l'objectiu
CANON EOS 550 D	18,7 MP	1,6x	Depèn de l'objectiu
CANON EOS 1100 D	12,6 MP	1,6x	Depèn de l'objectiu
CANON EOS 350 D	8,2 MP	1,6x	Depèn de l'objectiu
OLYMPUS E-30	13,1 MP	2x	Depèn de l'objectiu
OLYMPUS E-330	7,5 MP	2x	Depèn de l'objectiu
CANON POWERSHOT SX-20 IS	12,1 MP		
objectiu: f/2,8-5,7 USM 5-100 mm		5,6	28 - 560
CANON POWERSHOT SX-30 IS			
objectiu: f/2,8-5,8 USM 4,3-150,5 mm	14,1 MP	5,6	24 - 840
NIKON COOLPIX P-7000			
objectiu: f/2,8-5,6 VR 6,0-42,6 mm	10,1 MP	4,7	28 - 200
SAMSUNG EX1			
objectiu: f/1,8-2,4 Dual IS 5,2-15,6 mm	10,0 MP	4,6	24 - 72

Figura 4. Càmeres digitals utilitzades, amb la seva distància focal, el factor multiplicador de focal i la distància focal equivalent (dfe) en format 35 mm. En el cas de les càmeres rèflex al ser d'objectius intercanviables, la dfe final dependrà de cada objectiu (vegeu figura 5).

OBJECTIUS PER COS CANON	Distància focal equivalent a 35 mm
Canon EF 50 mm f/1.8 II	50 mm x 1,6 = 80 mm
Canon EF 100 mm f/2.8 Macro USM	100 mm x 1,6 = 160 mm
Canon EF-S 18-55 mm f/3.5-5.6 IS II	(18-55 mm) x 1,6 = 28,8 - 88 mm
Tamron 18-250 mm f3.5-6.3 Di-II Macro	(18-250 mm) x 1,6 = 28,8 - 400 mm
TAMRON SP AF 10-24 mm f/3.5-4.5 Di II	(10-24 mm) x 1,6 = 16 - 38,4 mm
OBJECTIUS PER COS OLYMPUS	Distància focal equivalent a 35 mm
Olympus Zuiko ED 50 mm f/2.0 Macro	50 mm x 2,0 = 100 mm
Olympus Zuiko 14 - 42 mm f/3,5-5.6 ED	(14-42 mm) x 2,0 = 28 - 84 mm
Olympus Zuiko 40-150 mm f/4-5.6 ED	(40-150 mm) x 2,0 = 80 - 300 mm
Olympus Zuiko 70-300 mm f/4-5.6 ED	(70-300 mm) x 2,0 = 140 - 600 mm

Figura 5. En aquest quadre adjunt estan dividits en 2 grups els diferents objectius que hi ha a l'escola. Com hem vist a la figura anterior cada objectiu segons la marca del cos de la càmera tindrà un factor multiplicatiu diferent. En aquest cas tenim objectius per cossos Olympus i per Canon. Per calcular la distància focal equivalent a 35mm hem de multiplicar la distancia focal de l'objectiu, expressat en mil·límetres, per el factor multiplicador segons el cos de la càmera on es munti l'objectiu, si es Canon serà per 1,6 i si es Olympus serà per 2. Un cop efectuem la multiplicació tindrem la distància focal equivalent a 35 mm segons l'objectiu.

En algunes càmeres, els fabricants ja indiquen directament en l'objectiu la distància focal equivalent a 35 mm, en lloc de la distància focal real de la càmera. Sembla ser que la tendència és en aquest sentit i, fins i tot, alguns fabricants sembla que s'oblidin de la distància focal real de la càmera i ja només indiquin la dfe a 35 mm, però mantenen la real en el frontal de l'objectiu. Això ho hem pogut comprovar en dos models del mateix tipus de càmera que hem utilitzat en aquest treball (Figura 6), en què la versió més antiga (Canon PowerShot SX20 IS) inclou la inscripció en l'objectiu de les dues distàncies focals (real i equivalent a 35 mm), mentre que en una versió més moderna de la mateixa càmera (Canon PowerShot SX30 IS) ja només s'indica la distància focal equivalent a 35 mm.



Figura 6. Dos dels models de càmeres compactes avançades utilitzats. En el de l'esquerra s'inclouen gravades en l'objectiu les dues distàncies focals (real i dfe en 35 mm), mentre que en una actualització més recent de la mateixa càmera (centre) ja només s'indiquen els valors de la dfe a 35m; els valors reals, però, es mantenen inscrits en el frontal de l'objectiu (dreta).

3. La profunditat de camp en càmeres digitals

3.1 Concepte de profunditat de camp

La profunditat de camp és l'espai entre les parts més properes i més allunyades d'un subjecte que es reproduïen amb suficient nitidesa a una distància d'enfocament. En un treball de recerca anterior (Alba Soria, 2008) s'analitza més a fons el concepte de profunditat de camp. Aquí tractarem d'una manera gràfica els factors que la determinen i analitzarem una mica més a fons la influència d'alguns d'ells.

La profunditat de camp queda determinada per la distància focal de la lent, el disseny de la seva òptica, el grau d'obertura del diafragma i la distància des de la lent al pla d'enfocament crític de l'objecte. El tipus de format de la pel·lícula o mida del sensor veurem que també són importants.

3.2 Factors "clàssics" que influeixen en la profunditat de camp

A la pràctica, la profunditat de camp és una de les opcions fonamentals de la llista de coses més importants per qualsevol fotògraf perquè pugui emfatitzar, que és realment lo important de la fotografia. Una profunditat de camp (DOF en anglès) reduïda permet al fotògraf aïllar els elements que vol destacar, contraposant-los amb un fons borrosos. Una alta profunditat de camp és perfecta per capturar paisatges, en els que tot té la mateixa importància. Entre mig, la profunditat de camp pot ampliar-se o reduir-se perquè qui visualitzi una fotografia vegi lo que realment el fotògraf vol que vegi. Les eines necessàries per dominar la profunditat de camp són les mateixes en totes les càmeres: distància focal, longitud (o distància), i obertura. Les càmeres digitals incorporen un element addicional (la mida del sensor d'imatge, del que hem parlat anteriorment). És important fixar-se en que l'efecte d'una d'aquestes eines sobre la profunditat de camp no es manté si canvia qualsevol dels altres elements (White, 2006).

3.2.1 Profunditat de camp i distància focal

Intentarem mostrar fotogràficament aquests factors que influeixen en la profunditat de camp a partir d'un muntatge que realitzarem al laboratori de biologia de l'escola fent servir unes fitxes de dòmino i una cartolina de color per augmentar el contrast

Regla DOF numero 1: Quant més gran sigui la distància focal d'un objectiu (una lent), menor serà la profunditat de camp. En un teleobjectiu, la profunditat de camp és menor que en un gran angular. La línia de fitxes de dòmino d'aquest exemple va ser fotografiada amb un zoom 17-85 mm sobre una Canon EOS 40D enfocada sobre la fitxa *quatre doble* a una distància de 30 cm, utilitzant una distància focal de 85 mm (136mm en dfe). L'obertura es va ajustar en f/5.6 (Figura 7).

Si fem la mateixa fotografia canviant únicament la distància focal i mantenint els altres paràmetres, veurem que la profunditat de camp és més gran; Ara totes les fitxes de dòmino de la taula estan ben enfocades i en podem distingir els objectes de fons (Figura 8.).



Figura 7. Distància focal: 85mm Distància:30cm Obertura: f/5.6 Temps d'exposició:1/125 s



Figura 8. Distància focal: 17mm Distància: 30cm Obertura: f/5.6 Temps d'exposició: 1/125 s

Res ha canviat en aquesta fotografia excepte que la distància focal de l'objectiu ara és de 17mm (27,2 mm en dfe). No només ha variat la profunditat de camp, si no també l'angle de visualització. S'observa més superfície del voltant (Figura 8).

3.2.2 Profunditat de camp i distància al subjecte

Si ens allunyem encara més del subjecte o canviem a un objectiu de menor distància focal, la nitidesa aparent dels subjectes més pròxims i distants s'incrementa.

Quan un subjecte es troba a més de deu distàncies focals de l'objectiu, la profunditat de camp és major per darrere del subjecte que per davant. D'aquí la màxima "un terç per davant i dos terços per darrere", el que significa que per a obtenir la màxima profunditat de camp s'ha d'enfocar sobre el primer terç de l'escena que es desitja reproduir amb nitidesa. En macrofotografia, no obstant, la profunditat de camp s'escampa més o menys igual per davant i per darrere del pla d'enfocament (Langford, 2003).

Regla DOF número 2: Quan més a prop estigui la càmera del subjecte a fotografiar, menor serà la profunditat de camp, suposant que els ajustos de la distància focal i l'obertura no s'hagin canviat.



Figura 9 Distància focal: 35mm (56mm en dfe) Distància: 20cm Obertura: f/5.6 Temps d'exposició: 1/250s.

3.2.3 Profunditat de camp i obertura del diafragma

El diafragma (una sèrie de làmines metàl·liques solapades) permet reduir la mida de l'obertura, des del diàmetre màxim de l'objectiu fins a un petit orifici a la part central. Les obertures específiques del diafragma s'expressen en *números f* o *diafragmes*.

La seqüència formal de números *f* és la següent: 2, 2.8, 4, 5.6, 8, 11, 16, etc. i en termes fotogràfics es solen expressar amb una *f/*:

f/2; f/2.8; f/4; f/5.6; f/8; f/11; f/16; etc.

Quant més petit sigui el número *f/* (diafragma) més gran serà la obertura de l'objectiu. I quant més gran sigui la *f/* l'obertura serà més petita. Per això tenen aquesta representació, perquè un diafragma és una fracció que indica el diàmetre de l'obertura de l'objectiu. La *f* representa la distància focal de l'objectiu, la barra (/) significa *dividit entre*, i el número representa el diafragma utilitzat (Peterson, 2008).

Els números *f* segueixen una seqüència internacionalment reconeguda d'acord a la lluminositat de la imatge. És com utilitzar una "aixeta de llum"; cada pas cap a un número *f* més alt divideix per dos la quantitat de llum que passa a través de l'objectiu. I com que l'obertura està situada en el centre de l'objectiu, redueix la brillantor de la imatge uniformement.

Els números *f* indiquen el nombre de cops que el diàmetre efectiu de l'obertura divideix la longitud focal de l'objectiu¹⁶. De manera que *f/2* significa ajustar una obertura de diàmetre igual a la meitat de la longitud focal; *f/4* és un quart, i així successivament.

Regla DOF número 3: Quan els ajustaments de la distància focal i distància són constants, la profunditat de camp augmenta segons es va reduint l'obertura (del diafragma). Les dos fotografies següents (Figura 10, Figura 11) van ser capturades amb la mateixa distància focal i la mateixa distància de la càmera a les fitxes. Amb la primera es va utilitzar una obertura de *f/1.8* mentre que la segona es va utilitzar una obertura de *f/10* i una velocitat de 1/80 s. El temps d'exposició no té efectes sobre la profunditat de camp. Només ha canviat aquí per compensar la menor quantitat de llum provinent de l'iris de l'objectiu en qualsevol moment donat. Les exposicions són substancialment iguals, però la segona fotografia amb l'obertura de 10 té una profunditat de camp més gran.

L'obertura de l'objectiu és un control important per augmentar o disminuir la brillantor de les imatges; ajuda a aconseguir una exposició correcta. Però té un efecte encara més important sobre els resultats visuals quan es fotografia una escena amb elements a diferents distàncies de l'objectiu¹⁷ actuant sobre la profunditat de camp i és segurament el factor més decisiu de tots els que hem vist.

¹⁶ Número *f* = longitud focal / diàmetre efectiu de l'obertura.

¹⁷ Quan els elements entren tots a la mateixa distància tots queden enfocats i independentment del diafragma utilitzat.



Figura 10: Distància focal: 50mm Distància: 20cm Obertura: f/1.8 Temps d'exposició: 1/2000s.

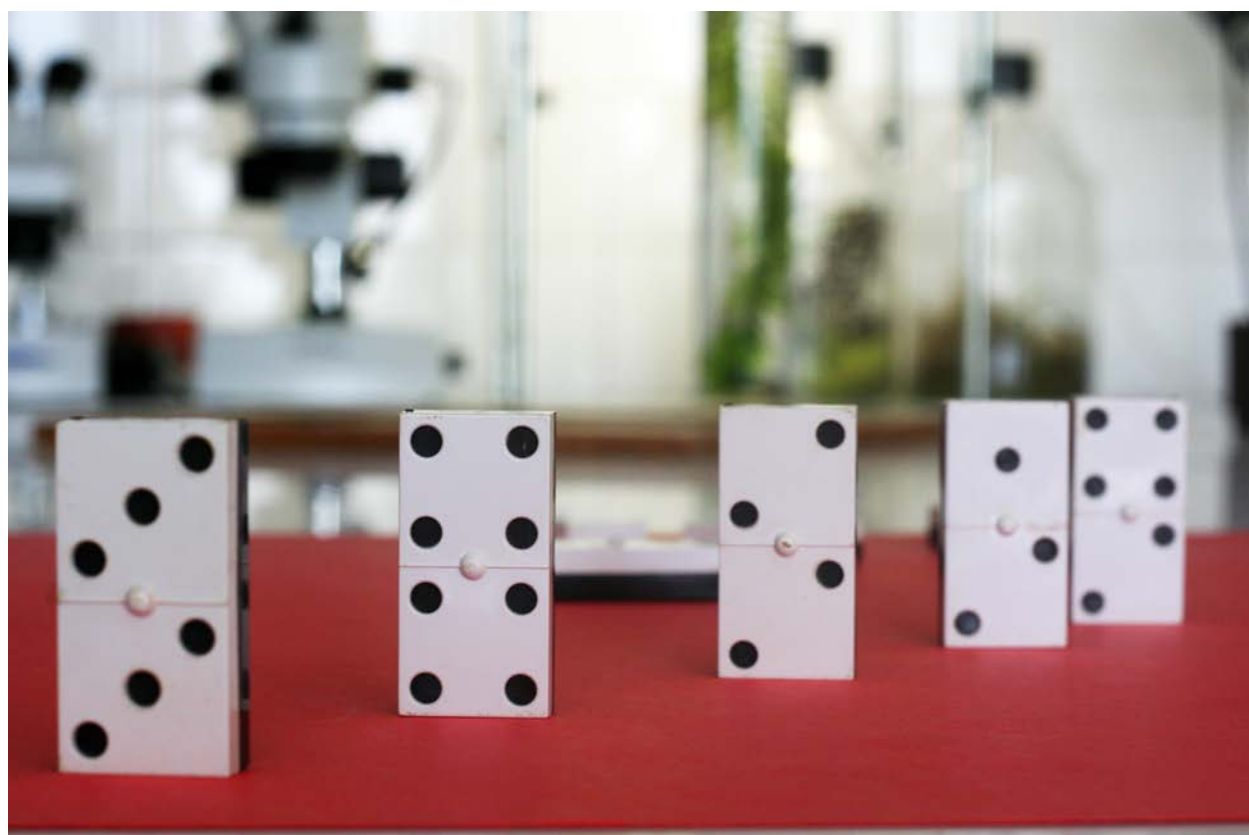
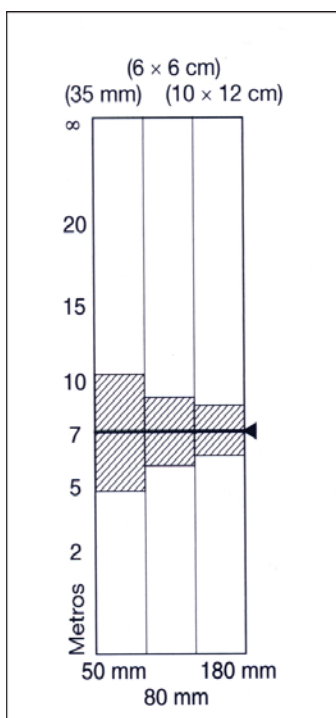


Figura 11: Distància focal : 50mm Distància: 20mm Obertura: f/10 Temps d'exposició: 1/80s.

3.3 Mida del sensor i profunditat de camp

Quan totes les càmeres eren analògiques, la mida de la pel·lícula afectava a la profunditat de camp, però no era un factor gaire tractat perquè la immensa majoria de càmeres analògiques utilitzaven, com hem vist, la mateixa mida de pel·lícula (format de 35 mm). En fotografia digital, en canvi, al haver-hi moltes mides de sensors, aquest factor, com veurem, esdevé molt més rellevant. Però l'efecte d'aquest factor no és del tot directe.



En efecte, una conseqüència derivada de la relació entre profunditat de camp i distància focal és que les càmeres de format (o sensor) més gran, a l'utilitzar objectius de major distància focal, per a la mateixa obertura de diafragma i la mateixa distància a l'objecte, tenen menor profunditat de camp (Figura 12). Aquesta és la raó per la qual les compactes digitals, que tenen sensors petits, gaudeixen de més profunditat de camp que les màquines rèflex. Així doncs, en la pràctica, quant menor és el format de la pel·lícula (o del sensor), major és la profunditat de camp (Langford et al. 2011).

Figura 12. Profunditat de camp estàndard per diferents formats de pel·lícula, tots ells ajustats a la mateixa obertura ($f/4$) i enfocats a la mateixa distància (7 metres). Les càmeres de major format tenen menys profunditat de camp degut a que utilitzen objectius de major distància focal (Extret de Langford et al. 2011).

Però hi ha un altre factor dels que hem comentat en l'apartat anterior (vegeu apartat 3.2.3) que fa que una compacta (de sensor petit) tingui més profunditat de camp que una rèflex (de format de sensor més gran); es tracta de l'obertura del diafragma, que és el principal factor com acabem de veure, que controla la profunditat de camp. L'objectiu de la majoria de càmeres digitals està adaptat per aconseguir la major profunditat de camp perquè, encara que en una compacta graduem el diafragma en $f/2,8$ (que en una rèflex implicaria molt poca profunditat de camp), tenim una profunditat de camp considerable, equivalent a la que ens proporcionaria un diafragma $f/11$ en una càmera rèflex (Peterson, 2009). De la mateixa manera, un $f/4$ en compacta, equivaldria a la profunditat de camp en càmera rèflex d' $f/16$, un $f/5,6$ a un $f/22$ i un $f/8$ a un $f/32$ (Figura 13).

EQUIVALÈNCIES ENTRE DIAFRAGMES DE COMPACTES I RÈFLEX (SLR) PER OBTENIR UNA MATEIXA PROFUNDITAT DE CAMP	
<i>Compactes</i>	<i>Rèflex (SLR)</i>
f/2,8	f/11
f/4	f/16
f/5,6	f/22
f/8	f/32
f/11	f/64

Figura 13. Quadre de l'equivalència entre l'obertura del diafragma d'una càmera compacta amb la d'una càmera rèflex pel que fa a la profunditat de camp. Quan nosaltres fem una foto amb una compacta a $f/$ menors (diafragma més obert), independentment del número que sigui, la profunditat de camp que obtenim és equivalent a la que obtindríem en una càmera rèflex a un número $f/$ molt major (diafragma molt més tancat). (valors extrets de Peterson, 2009).

Nosaltres hem volgut comprovar aquestes equivalències entre aquests dos tipus de càmeres. En primer lloc hem fet la comparativa teòrica fent servir taules de profunditat de camp, utilitzant un calculador de distància focal (Figura 14) disponible a internet¹⁸. S'ha d'introduir la marca i model de càmera, la longitud focal a la que s'ha disparat, el grau d'obertura del diafragma i la distància a la que s'ha fet la foto del motiu. En prémer la pestanya de calcular, el programa informa de tots els detalls de profunditat de camp: límit proper, límit llunyà, la profunditat de camp total, quant per davant i quant per darrera del subjecte queda enfocat, la distància hiperfocal¹⁹ i el diàmetre del cercle de confusió²⁰.

S'han realitzat els càlculs de dues maneres diferents. En primer lloc (Figura 15) s'han comparat tres càmeres digitals compactes amb diferent mida de sensor, totes a $f/4$, i a una mateixa distància focal equivalent a càmera de 35 mm (de 50 mm), disparant totes elles a la mateixa distància del subjecte (1 m) i veure com varia la profunditat de camp, per tal de comprovar si la mida del sensor en les compactes afecta a la profunditat de camp de la mateixa manera que ho fa la mida de la pel·lícula en les càmeres analògiques (vegeu Figura 12).

Les tres càmeres utilitzades per aquesta comparativa han estat un model molt bàsic de compacta (Canon PowerShot A40), de sensor molt petit, amb un factor multiplicador de focal de 6,5 (Alba Soria, 2008). Això implica que hem de seleccionar el valor de 7,7 mm (50mm:6,5=7,69mm) de distància focal real de la càmera en el programa DOFMaster (Figura 15, a dalt). La segona càmera utilitzada ha estat un model antic de compacta avançada de sensor petit (Canon PowerShot S2 IS), amb un factor d'ampliació de 6,0 (Alba Soria, 2008),

¹⁸ <http://www.dofmaster.com/dofjs.html>

¹⁹ la distància hiperfocal és l'ajust d'enfocament que proporciona la màxima profunditat de camp.

²⁰ el cercle de confusió és el disc de llum que forma la imatge projectada per un objectiu. Un disc correspon a un punt de la imatge original. Quant menor és aquest diàmetre, més nítida és la imatge fotogràfica.

DOFMaster

DOFMaster for Windows®
DOFMaster LE for Palm OS®
Hyperfocal Chart
On-line Depth of Field Calculator
On-line Depth of Field Table
DOFMaster for iPhone / iPod Touch
DOFMaster for Android
Steam Tables for iPhone / iPod Touch
Articles
FAQ
Bookstore
Support
Contact
Links
Engineering Software

iRecuerda! Las familias con Alzheimer necesitan tu ayuda.

Depth of Field Calculator

Camera, film format, or circle of confusion Canon 7D Focal length (mm) 55 Selected f-stop f/16 Subject distance 10 feet Calculate	Subject distance 10 ft Depth of field Near limit 7.69 ft Far limit 14.3 ft Total 6.61 ft In front of subject 2.31 ft (35%) Behind subject 4.3 ft (65%) Hyperfocal distance 32.8 ft Circle of confusion 0.019 mm
---	---

Use the actual focal length of the lens for depth of field calculations. The calculator will automatically adjust for any "focal length multiplier" or "field of view crop" for the selected camera.

Focal lengths of digital camera lenses are listed [here](#).

Focus at the subject distance, 10 ft

Ads by Google: Olympus, Canon Camera, Lumix DMC, Samsung S3

PIXmania.com
Galaxy Tab 2 WiFi 16 GB P5110 - ... 349 € HAZ CLIC AQUÍ
Cámara IP inalámbrica... 89,90 € HAZ CLIC AQUÍ
Galaxy Tab 2 WiFi 16 GB P5110

Figura 14. Programa per calcular la profunditat de camp i tots els paràmetres relacionats.

amb la que hem de seleccionar una distància focal real de 8,3 mm en el programa DOFMaster (Figura 15, al mig) per obtenir una distància focal equivalent de 50 mm en càmeres de 35 mm, i, la tercera, una càmera compacta avançada de sensor una mica més gran (Nikon Coolpix P7000) que té un factor multiplicador de 4,7 (vegeu Figura 4), amb lo qual hem de seleccionar una distància focal real de 10,8 mm en el programa DOFMaster (Figura 15, a baix). Si observem els valors de la profunditat de camp total (Figura 15, a la dreta) podrem comprovar que són de: 0,75 m, 0,63 m i 0,42 m, per cada una de les tres càmeres, respectivament. Això representa una comprovació de que la profunditat de camp en càmeres digitals compactes és inversament proporcional a la mida del sensor, de la mateixa manera que passa amb les analògiques, com hem comentat abans (vegeu apartat 3.3).

En segon lloc, i fent servir el mateix procediment que acabem d'explicar, s'han utilitzat 3 càmeres, una compacta avançada (Canon PowerShot SX 20 IS), una rèflex APSc (Canon 40D) i una rèflex de format complet (Canon 5d Mark II), totes elles amb la mateixa distància focal equivalent a 35 mm (de 28 mm), disparant totes elles a la mateixa distància del subjecte (1 m) i s'ha buscat a quins valors d'obertura del diafragma la profunditat de camp total és equivalent (d'1,6 m aproximadament). Els resultats han indicat que un f/2.8 de la compacta, equival a un f/9 de la rèflex APSc i gairebé a un f/16 de la de format complet (Figura 16). Aquests resultats són força concordants amb els citats per Peterson (Peterson, 2009) i que hem presentat anteriorment (vegeu Figura 13).

Depth of Field Calculator	
Camera, film format, or circle of confusion Canon PowerShot A40	Subject distance 1 m Depth of field Near limit 0.75 m Far limit 1.5 m Total 0.75 m In front of subject 0.25 m (33%) Behind subject 0.5 m (67%) Hyperfocal distance 2.97 m Circle of confusion 0.005 mm
Focal length (mm) 7.7 Selected f-stop f/4 Subject distance 1 meters Calculate	
Camera, film format, or circle of confusion Canon Powershot S2 IS	Subject distance 1 m Depth of field Near limit 0.78 m Far limit 1.4 m Total 0.63 m In front of subject 0.22 m (36%) Behind subject 0.4 m (64%) Hyperfocal distance 3.45 m Circle of confusion 0.005 mm
Focal length (mm) 8.3 Selected f-stop f/4 Subject distance 1 meters Calculate	
Camera, film format, or circle of confusion Nikon Coolpix P7000	Subject distance 1 m Depth of field Near limit 0.83 m Far limit 1.26 m Total 0.42 m In front of subject 0.17 m (40%) Behind subject 0.26 m (60%) Hyperfocal distance 4.87 m Circle of confusion 0.006 mm
Focal length (mm) 10.8 Selected f-stop f/4 Subject distance 1 meters Calculate	

Figura 15. Diferents profunditats de camp en diferents càmeres compactes de mida de sensor diferent, amb la mateixa obertura de diafragma, mateixa distància a l'objecte i mateixa distància focal equivalent (vegeu explicació en el text).

Depth of Field Calculator	
Camera, film format, or circle of confusion Canon Powershot SX20 IS Focal length (mm) 5 Selected f-stop f/2.8 Subject distance 1 meters Calculate	Subject distance 1 m Depth of field Near limit 0.64 m Far limit 2.29 m Total 1.65 m In front of subject 0.36 m (22%) Behind subject 1.29 m (78%) Hyperfocal distance 1.77 m Circle of confusion 0.005 mm
Camera, film format, or circle of confusion Canon 40D Focal length (mm) 17.4 Selected f-stop f/9 Subject distance 1 meters Calculate	Subject distance 1 m Depth of field Near limit 0.64 m Far limit 2.24 m Total 1.6 m In front of subject 0.36 m (22%) Behind subject 1.24 m (78%) Hyperfocal distance 1.79 m Circle of confusion 0.019 mm
Camera, film format, or circle of confusion Canon 5D Mark III Focal length (mm) 28 Selected f-stop f/16 Subject distance 1 meters Calculate	Subject distance 1 m Depth of field Near limit 0.63 m Far limit 2.47 m Total 1.84 m In front of subject 0.37 m (20%) Behind subject 1.47 m (80%) Hyperfocal distance 1.66 m Circle of confusion 0.03 mm

Figura 16. Diferents obertures de diafragma amb diferents càmeres per aconseguir la mateixa profunditat de camp en les 3 (vegeu explicació en el text).

4. Captura "macro" (compacta vs. rèflex)

Ja hem comentat (vegeu apartat 1.3) que les millores tècniques recents en fotografia digital, i aplicades amb una mica més d'intensitat a les compactes avançades fa que, per alguns aspectes com la qualitat d'imatge, la distància que hi havia entre una macrofotografia realitzada amb càmera compacta i la realitzada amb una càmera rèflex amb objectiu macro (Alba Soria, 2008) s'escurci cada vegada més. Per altre banda, també acabem de veure la gran influència que té la mida del sensor en la profunditat de camp, i que la mida del sensor està molt relacionat (almenys de moment) amb el del tipus de càmera utilitzada (compacta o rèflex).

4.1 Tipus de càmeres i d'objectius macro

Una de les primeres tasques del meu treball de recerca va consistir en familiaritzar-me amb les càmeres de l'escola amb les que podia realitzar captures macro, tant compactes com rèflex.

4.1.1 Compactes amb funció macro

Les càmeres compactes, a diferència de les rèflex, rarament²¹ tenen la possibilitat de poder utilitzar un objectiu macro, però en canvi solen disposar d'un objectiu amb un gran zoom²² i sempre presenten una "opció macro" que es simbolitza amb la popular "floreta".

Aquesta opció és fàcilment localitzable en la part posterior de la càmera en les tres càmeres compactes que més s'han utilitzat: a) La Canon Powershot SX20 IS, una compacta "súperzoom", amb un gran recorregut de distància focal, de 28 mm a 560 mm en dfe (vegeu Figura 4). Disposa de visor electrònic i de visor de pantalla abatible (Figura 17); b) La Samsung EX1, amb un zoom curt, però provist de gran angular de 24 mm (24 mm a 72 mm en dfe), que disposa d'un objectiu molt lluminós (f/1.8) i també de visor de pantalla abatible, però no té visor electrònic ni visor òptic (Figura 18), i la Nikon Coolpix P7000, amb un recorregut de zoom relativament llarg (28 mm a 200 mm en dfe), disposa de visor òptic i el visor de pantalla, a diferència de les altres dues, no és abatible (Figura 19).



Figura 17. Càmera compacta Canon SX20 IS. Amb un detall ampliat (dreta) on s'assenyala la posició del botó per activar la funció macro.

²¹ excepte els models EVIL ja comentats.

²² així tampoc necessiten canviar d'objectiu



Figura 18. Càmera compacta Samsung EX1. Amb un detall ampliat (dreta) on s'assenyala la posició del botó per activar la funció macro.

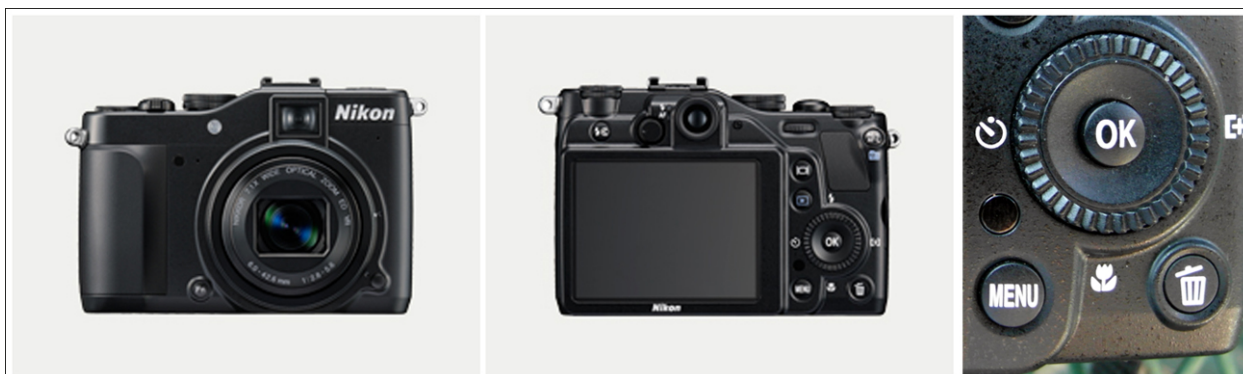


Figura 19. Càmera compacta Nikon P7000. Amb un detall ampliat (dreta) on s'assenyala la posició del botó per activar la funció macro.

Algunes compactes tenen una segona opció macro, el *súpermacro*. Amb aquesta modalitat de macro la càmera pot enfocar des de molt més a prop. En el cas de la càmera Canon SX 20 IS, que disposa d'aquesta opció, es pot enfocar a la increïble distància de 0 cm, és a dir, l'objecte pot tocar l'objectiu i queda enfocat. L'opció súpermacro s'activa prement dos cops a sobre el botó de la floreta i s'indica amb un símbol de flor més augmentada amb la lletra S al seu interior (Figura 20).



Figura 20. Detall ampliat del visor de pantalla de la càmera Canon SX20 IS per apreciar el símbol quan està seleccionada la funció macro (esquerra) i quan ho està la funció súpermacro (dreta) d'una mateixa càmera compacte.

Apropar-se tant a l'objecte té, però, l'inconvenient de les obres i de la falta de llum, essent només aplicable en situacions especials (vegeu projecte 5.1).



Figura 21. Exemple de macrofotografia amb càmera compacta (Samsung EX1, en aquest cas) utilitzant la funció macro, sense flaix (per això es veuen les ombres tan marcades provocades pels raigs de sol que entraven per la finestra del laboratori). S'hi pot apreciar una important profunditat de camp. El motiu fotografiat és l'anomenat escarabat de nit (*Polyphilla fullo*), una espècie rara que va portar el Toni Molins (un company) al meu tutor.

4.1.2 Rèflex amb objectiu macro

Una de les principals avantatges de les anomenades càmeres rèflex és la possibilitat que tenen de canviar l'objectiu, fent servir el més adient per a cada situació. En el cas que ens ocupa es tracta dels objectius *macro*²³, malgrat existeixen altres sistemes per enfocar motius molt pròxims amb una rèflex. Tots aquests altres sistemes estan explicats en un treball anterior (Alba Soria, 2008) i aquí només parlarem dels objectius macro.

Els objectius macro estan dissenyats per a treballar a distàncies molt curtes, oferint el millor rendiment i la màxima correcció de les aberracions òptiques. Aquests objectius costen bastant més que els objectius normals i també tenen una gamma d'obertures més extensa, per exemple, de $f/2.8$ a $f/32$. El moviment d'enfocament d'un objectiu macro és continu des d'infinít fins al factor màxim d'ampliació (1:2 o més) (vegeu apartat 1.1). Aquesta característica, a més del sistema de diafragma automàtic, fa que els objectius macro siguin més pràctics i còmodes d'utilitzar. A l'infinít el seu rendiment és molt bo, però és en fotografia d'aproximació quan revelen tot el seu potencial, avantatjant en molt als altres sistemes de captura macro (Langford, 2003; Langford et al. 2011).

Els objectius macro són de focal fixa, és a dir, no tenen zoom. I per enquadrar el motiu cal apropar-se o allunyar-se del mateix. Hi ha bàsicament dos tipus d'objectius macro, els de distància focal curta (50 mm o menys), petits i lleugers i que enfoquen motius a poca distància, i els de distància focal llarga (de 90 mm o més), que són més grans i pesats, però que a

²³ Nikon els anomena *Micro*.

l'enfocar a més distància són els més utilitzats per a fotografiar petits animals que, a menys distància, possiblement s'espantarien (Alamany, 2001; Peterson, 2009).

En aquest treball s'ha utilitzat un objectiu macro de cada tipus. El curt és l'*Olympus Zuiko 50 mm Macro 2.0* muntat en un cos Olympus E-300 o E-30 (ambdós càmeres incorporen un visor de pantalla abatible amb funció Live View, que ja hem comentat que és una característica important per macrofotografia (vegeu apartat 1.3). Aquest objectiu²⁴ és de gamma professional i està descrit en un treball anterior (Alba Soria, 2008). En realitat no és curt, perquè a l'anar muntat en una càmera digital Olympus, que tenen un factor multiplicador de 2, es transforma en un objectiu amb una dfe de 100 mm (vegeu taula a la Figura 4).

L'objectiu llarg és el *Canon EF 100mm f/2.8 Macro USM*, muntat en qualsevol de les rèflex Canon (EOS 350D, 550D i 40D). Com tots aquests models de càmera tenen un factor multiplicador d'1,6 (vegeu taula a la Figura 4), aquest objectiu té una dfe 160 mm, ideal per fotografiar petits organismes a certa distància. Aquest objectiu s'ha incorporat aquest curs²⁵ i no ha estat explicat amb anterioritat, de manera que en farem una petita descripció.

És un objectiu amb un augment fins la proporció 1:1, és a dir, de mida real (vegeu apartat 1.1). L'enfocament és intern per desplaçament d'un grup flotant de 3 elements (Figura 23) que possibilita treballar a una distància de 149 mm (vegeu projecte 5.1). Incorpora un micromotor d'anell USM per l'activació silenciosa de l'enfocament automàtic d'alta velocitat, a més de disposar d'enfocament manual en tot moment²⁶



Figura 22. Objectiu macro Canon EF 100mm f/2.8 Macro 1:1 USM (esquerra) i dibuix de la disposició interna dels grups òptics (dreta).

²⁴ es va adquirir amb un dels premis de Fotografia de La Mostra (que abans eren en metàl·lic)

²⁵ adquirit amb subvenció de Canon a través d'un pare de l'escola.

²⁶ Informació extreta del web oficial de Canon: http://www.canon.es/For_Home/Product_Finder/Cameras/EF_Lenses/Macro/EF_100mm_f2.8_Macro_USM/

La proporció de les imatges capturades en un o altre objectiu no és la mateixa. Ja hem explicat (vegeu apartat 1.2) que en Olympus la proporció (costat llarg x costat curt) és de 4/3, mentre que en Canon (i la majoria de marques de rèflex digitals) es manté la proporció del fotograma analògic, és a dir, 3/2. El primer és més quadrat i el segon més allargat. Aquesta diferència s'aprecia molt bé quan es situen juntes dues imatges, una amb cada sistema (Figura 24). En aquesta figura es fa també molt evident una de les principals diferències amb una fotografia macro utilitzant una càmera compacta, i que ja hem comentat en diversos apartats: la poca profunditat de camp que acompanya als veritables objectius macro. La imatge de l'esquerra és de la sortida al Maresme (vegeu annex fotocronològic del dia 31/07/2012); la de la dreta és una flor d'hivern fotografiada al pati de les tortugues.

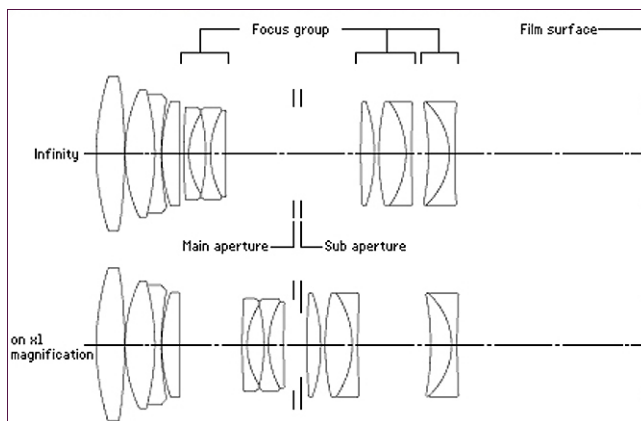


Figura 23. L'enfocament intern de l'objectiu Canon EF 100mm f/2.8 Macro s'aconsegueix amb el desplaçament flotant d'un sistema doble de 3 lents. Això permet que no variï la longitud física de l'objectiu.



Figura 24. Exemple de macrofotografia amb càmera rèflex, utilitzant l'objectiu macro Canon EF 100 mm (esquerra) i l'Olympus Zuiko 50 mm (dreta). Es pot observar com el format d'Olympus és més quadrat (més informació en el text).

4.1.3 Macro amb gran angular

En la majoria dels casos, associem el nostre equip fotogràfic al tipus de fotografia que anem a realitzar. D'aquesta manera, si el motiu a capturar és un animal, solem decantar-nos per un teleobjectiu, mentre que si el que pretenem és capturar algun detall, els objectius macro són els més adequats. El fet d'associar les diferents distàncies focals amb determinats camps de la fotografia és alguna cosa molt habitual (Iglesias, 2009b)

L'objectiu gran angular (distància focal inferior a 50 mm, en dfe) ens dona una visió més ampla del que volem fotografiar. Aquest objectiu és ideal per fotografiar paisatges ja que gràcies al gran angle de visió ens permet ampliar la visió i aconseguir fotografiar el màxim d'objectes que tenim davant. A més, com hem pogut comprovar (vegeu apartat 3.2.1), les fotografies amb gran angular tenen més profunditat de camp que les realitzades amb els altres objectius. Per aquestes dues raons, tradicionalment només s'ha associat l'objectiu gran angular a la fotografia de paisatge i d'interiors.

Darrerament, però, 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. Quan el que ens interessa es contextualitzar el motiu, és a dir, incloure'l en el seu hàbitat, un animal, per exemple, 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. Aquest aspecte és especialment útil en fotografia biològica, i en un treball de fotografia anterior (Natàlia Garcia, 2010).

Vàrem poder comprovar la utilitat de l'objectiu gran angular a l'analitzar les fotos de totes les sortides que hem fet. Hem fet servir un angular extrem, el *Tamron SP AF 10-24 mm f/3,5-5,6 Di II* per muntura Canon i, per tant amb una dfe a 35 mm de 16-38,4 mm (vegeu Figura 5). Un exemple és a l'interior dels hivernacles en la sortida al Maresme (Figura 25).



Figura 25. Exemple de macrofotografia utilitzant un gran angular. L'Amplitud i la gran profunditat de camp permeten incloure molts elements en la imatge i situar en el seu context el detall de les fulles de ponsèties (*Euphorbia pulcherrima*) del primer pla. Fins i tot es poden identificar les persones de l'esquerra de la imatge.

4.1.4 Macro amb teleobjectiu llarg

En aquest apartat podem considerar dos tipus d'objectius tele per càmeres rèflex, els que incorporen una opció macro (que no necessàriament ha de ser un tele llarg) i els que no l'incorporen (aleshores han de ser tele llargs).

Molts objectius zoom per càmeres rèflex, quan s'ajusten en la posició "tele" permeten seleccionar una opció macro", que reajusta els elements interns, de manera que poden enfocar motius propers (Langford, 2003). Aquest és el cas de l'objectiu *Tamron 18-250 mm f/3,5-6,3 Di-II Macro* per muntura Canon que he utilitzat amb la meua càmera Canon EOS 1100D durant les vacances d'estiu i molts caps de setmana²⁷. El recorregut de zoom d'aquest objectiu és força alt per tractar-se d'una càmera rèflex, de 28,8-400 mm en dfe a càmera de 35 mm (vegeu Figura 5).

²⁷ prestat pel meu tutor.

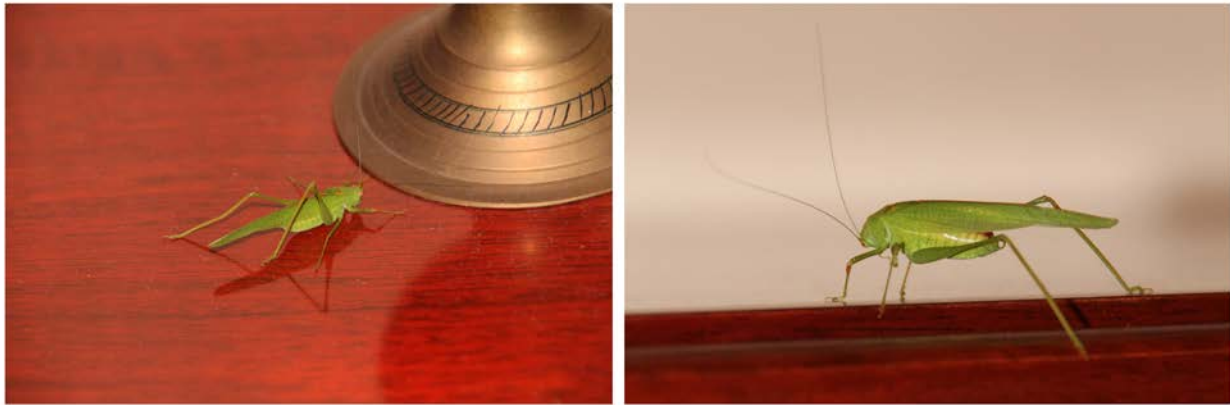


Figura 26. Exemple de macrofotografia utilitzant un teleobjectiu llarg amb ajustament macro. Aquesta llagosta verda va entrar a casa meua a finals d'agost i vaig aprofitar que tenia l'objectiu Tamron 18-250 mm per fotografar-lo.

La segona modalitat, la d'utilitzar un teleobjectiu extrem per tal d'obtenir un resultat semblant al d'una macrofotografia ja ha estat tractat i proposat en un treball de fotografia anterior (Xavier Hernández, 2011). És un concepte recent i molt lligat a la fotografia digital, ja que permet transformar un tele llarg en un tele molt llarg. Aquest és el cas del zoom Olympus Zuiko 70-300 mm f/4-5,6 ED, que es transforma en un 140-600 mm, ja que el factor multiplicador de focal d'Olympus és de 2 (vegeu Figura 5).

Però on es mostra més efectiu el macro amb teleobjectiu és en les càmeres compactes anomenades *súperzoom* comentades en l'apartat 2 (vegeu Figura 6). En la Canon SX 30-IS, per exemple, el recorregut de zoom, en dfe a 35 mm, és de 24-840 mm, 35 augments de zoom òptic. I també disposa de 4X de zoom digital²⁸; combinant els dos s'arriba als 140X, és a dir, de 24 mm a 3360 mm. I això ja és com un telescopi...

En l'apartat 5.1 de projectes s'ha realitzat una prova amb la Canon SX 20-IS (el model anterior a la SX 30) amb un zoom òptic de 28-560 mm en dfe a càmera de 35 mm.

4.2 Per què és més fàcil fotografiar amb una compacta?

Per poder respondre aquesta pregunta, que és un dels principals objectius d'aquest treball, hem recorregut un llarg camí²⁹. La clau per trobar la resposta l'hem de buscar a l'apartat 3.3 (Mida del sensor i profunditat de camp), més concretament on es demostra que la profunditat de camp és inversament proporcional a la mida del sensor (Figura 15) i, sobretot, on es demostra que una obertura de diafragma gran (per exemple f/2,8) en una càmera compacta equival a una de molt petita (per exemple f/16) en una càmera rèflex (Figura 16).

²⁸ el zoom digital es una ampliació del zoom òptic i, per tant, d'inferior qualitat.

²⁹ he de confessar que aquest camí no ha estat sempre fàcil, però ara entenc que era necessari.

Quan comencem a fer fotos amb una càmera rèflex les primeres fotografies solen sortir malament³⁰, bé perquè el motiu principal ha quedat desenfocat, o bé perquè tota la imatge ha sortit moguda. En el primer cas és perquè en la rèflex hi ha poca profunditat de camp (sobretot si el motiu està a poca distància, com és el cas de la macrofotografia) i s'ha de tenir certa pràctica per aconseguir un bon enfocament selectiu; en el segon cas, si la imatge surt tota ella moguda és per dues possibles raons, o bé hem mogut la càmera al disparar (aquesta raó queda descartada perquè les càmeres rèflex són més grans, pesades i estables que les compactes) o bé hem disparat a una velocitat d'obturació massa lenta (inferior a 1/125 s, per exemple).

Les càmeres compactes incideixen precisament en aquests dos aspectes, les imatges tenen més profunditat de camp i es poden capturar a diafragmes més oberts, que necessiten menys temps d'exposició. De manera que el motiu probablement quedarà ben enfocat i la fotografia no sortirà moguda.

Vegem un exemple. Posem per cas que volem fotografiar un paisatge de tarda amb una rèflex digital i un objectiu de 35 mm, utilitzarem f/22 per obtenir una màxima profunditat de camp. En combinació amb una ISO baixa (posem per cas 100 ISO), segurament seria necessària una velocitat d'obturació al voltant d'1/30 segons. Amb aquesta lenta velocitat ens veiem obligats a fer servir trípode (Peterson, 2009). Però podríem optar per capturar la mateixa escena amb un diafragma f/5.6 (que produeix una profunditat de camp equivalent a l'esmentat f/22) i seleccionar així una velocitat d'obturació 4 *punts* més ràpida, és a dir, una velocitat de 1/500 segons. Qui necessita un trípode a aquesta velocitat?

4.3 Control de la profunditat de camp en macrofotografia

Després del que hem exposat en apartats anteriors queda clar que no totes les càmeres permeten controlar a voluntat la profunditat de camp, almenys no de la mateixa manera.

Així, si el que ens interessa és obtenir una gran profunditat de camp, la millor opció és la d'utilitzar una càmera compacta (pràcticament a qualsevol obertura de diafragma). També tenim l'opció de fer servir una rèflex amb objectiu macro a una obertura de f/22 o menor. A aquesta obertura sempre haurem de fer servir trípode perquè el temps d'exposició serà excessivament llarg i, en qualsevol cas, la profunditat de camp mai serà tant gran com fent la captura amb una compacta.

Per contra, si el que volem és aconseguir una mínima profunditat de camp per aïllar el motiu del seu entorn, per exemple, només tenim un camí: utilitzar una càmera rèflex amb objectiu macro i a una obertura de diafragma gran o relativament gran. Amb una compacta és pràcticament impossible i, en qualsevol cas, mai serà tan petita com la que s'aconsegueix amb una rèflex.

³⁰ primer em pensava que només em passava a mí, després he pogut comprovar que és bastant general.

Malgrat tot, amb l'evolució tecnològica constant del sector, com hem comentat anteriorment (vegeu apartat 1.3) ben segur que s'acaben popularitzant compactes amb mides de sensor més gran i grans obertures de diafragma (superiors a $f/1.8$).

En dues de les compactes utilitzades, la Nikon P7000 (Figura 19) i la Samsung EX1 (Figura 18), que tenen un sensor pràcticament de la mateixa mida, en una de les sortides (vegeu annex fotocronològic del dia 31/07/2012) realitzàrem la següent prova: fotografiar un mateix motiu amb cada càmera (a distància macro i amb l'opció macro seleccionada) amb la mínima i amb la màxima obertura del diafragma, per veure si es reduïa visiblement la profunditat de camp. En el cas de la Nikon, amb una obertura màxima de $f/2.8$, l'efecte s'aprecia poc (Figura 27).



Figura 27. Màxima (esquerra) i mínima (dreta) profunditat de camp amb la Nikon P7000, utilitzant l'obertura mínima ($f/8$) i màxima ($f/2.8$), respectivament.

En la Samsung, en canvi, com té una obertura de $f/1.8$, que és molt gran, l'efecte és més evident i, malgrat es reconeix el fons, aquest es veu desenfocat (Figura 28).



Figura 28. Màxima (esquerra) i mínima (dreta) profunditat de camp amb la Samsung EX1, utilitzant l'obertura mínima ($f/6.7$) i màxima ($f/1.8$), respectivament.

Una altra alternativa per tal d'aconseguir reduir la profunditat de camp amb una compacta, a part d'augmentar la mida del sensor i/o augmentar l'obertura del diafragma, seria la d'utilitzar el teleobjectiu com a captura macro.

Tornarem a tractar aquest aspecte (màxima i mínima profunditat de camp) en un dels projectes finals.

Hem vist quan és preferible utilitzar una compacta i quan és millor fer servir una rèflex. Hi ha alguna situació que es pugui fer servir qualsevol càmera, sense preferències clares? La resposta és que sí. Es tracta de situacions en les que tots els motius estan a la mateixa distància de la càmera, com una superfície plana, situada perpendicular a l'eix de l'objectiu de la càmera, en aquests casos es pot fer servir qualsevol càmera i qualsevol diafragma.

5. Projectes

En aquest apartat s'expliquen una sèrie de projectes que s'han portat a terme al llarg del treball. Alguns d'aquests projectes són comprovacions de caire tècnic per tal d'evidenciar algun dels aspectes tractats en els apartats anteriors, i altres intenten representar una aplicació dels conceptes adquirits.

5.1 Graus d'ampliació a mínima distància macro

En aquest projecte s'intenta evidenciar el màxim grau d'ampliació que es pot aconseguir amb les modalitats de captura macro explicades anteriorment (vegeu apartat 4). També s'ha comprovat la distància mínima d'enfocament de cada càmera i de cada objectiu macro muntat en càmera rèflex.

5.1.1 Metodologia

Per tal de poder valorar visualment l'augment màxim aconseguit, hem utilitzat com a motiu un regle que hem fixat a una certa altura a la porta del laboratori i hem muntat cada càmera a sobre un trípode, de manera que l'objectiu quedés alineat amb el regle. S'ha situat el conjunt a una certa distància del motiu i s'ha anat acostant o allunyant fins la distància mínima a la que era possible enfocar. Aquesta distància mínima s'ha mesurat amb un telèmetre làser (Figura 29). Per les proves amb súpermacro a distància mínima (que toca l'objectiu) s'ha utilitzat un regle transparent que s'ha enganxat al vidre de la finestra del laboratori i s'ha fotografiat a contrallum.



Figura 29. En aquestes 3 fotografies es mostra el procediment de com vam mesurar la distància mínima d'enfocament amb la càmera Canon SX-20 IS, per tal d'aconseguir el grau màxim d'ampliació, fent servir la modalitat teleobjectiu com a macro (vegeu apartat 4.1.4).

5.1.2 Resultats i discussió

En el cas de la càmera compacta SX-20 IS realitzàrem 3 tipus de macro. Un, seleccionant l'opció macro "normal" i acostant la càmera a la mínima distància (Figura 30, esquerra); un altre, sense l'opció macro, però fent servir el súperzoom en la posició de tele màxim (560 mm en dfe a càmera de 35 mm). Aquesta distància focal es transforma en 2240 mm quan es combina amb els 4 augments del zoom digital de la càmera i la imatge obtinguda és clarament

més ampliada i de més qualitat que l'aconseguida amb la modalitat de macro normal (Figura 30, dreta).

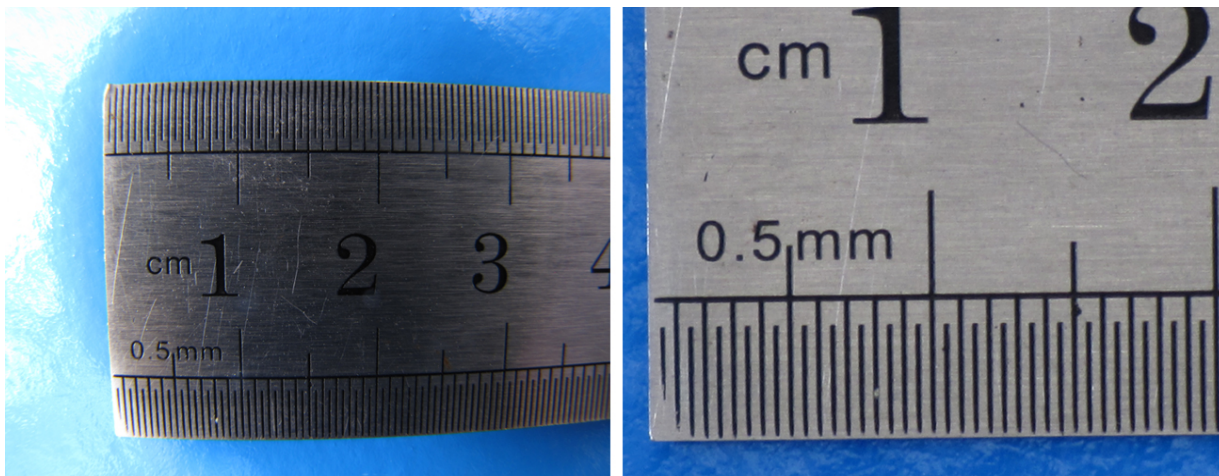


Figura 30. Imatges obtingudes a la distància mínima d'enfocament amb la càmera Canon SX-20 IS, fent servir l'opció macro (esquerra) i utilitzant tota la potència del súperzoom (dreta). Es pot apreciar com la fotografia amb macro presenta un problema d'il·luminació i de distorsió de la imatge.

El tercer tipus de macro amb aquesta càmera, el súpermacro, a la seva distància mínima d'enfocament (0 mm) no és aplicable amb un motiu opac per manca de llum. Per aquesta modalitat s'ha utilitzat, com hem comentat, un regle transparent. Aquí hem volgut comparar el macro "normal" amb el súpermacro, tots dos a la seva distància mínima d'enfocament (Figura 31).

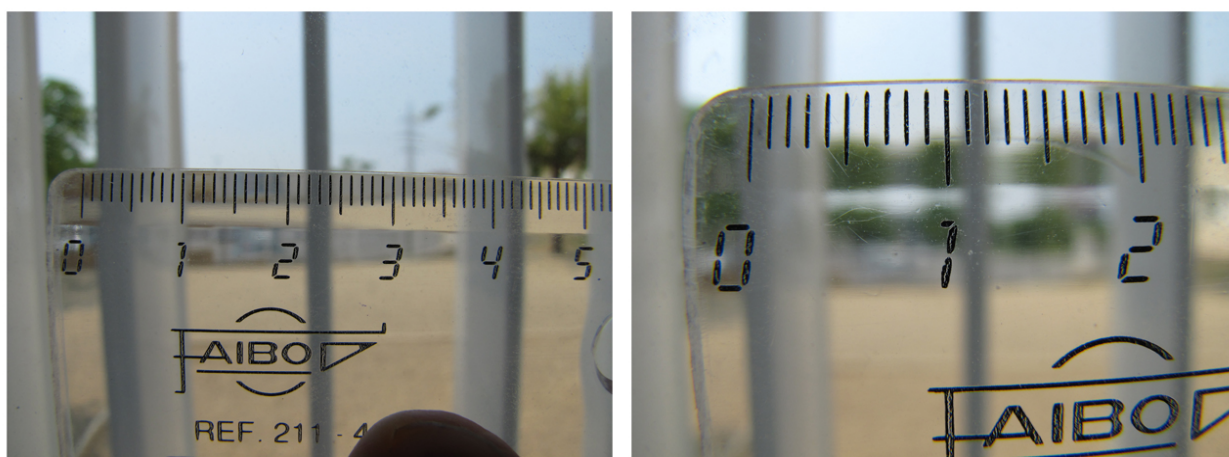


Figura 31. Fotografies fetes amb la càmera compacta Canon SX-20 IS sobre un regle transparent, amb el grau màxim d'ampliació que es pot aconseguir amb l'opció macro (esquerra) i súpermacro (dreta). S'observa distorsió en les dues imatges, sobretot quan s'utilitza l'opció súpermacro.

Vàrem descobrir que hi ha càmeres (com la Nikon P7000) en les que la distància mínima d'enfocament no s'assoleix amb l'opció macro, com seria d'esperar, sinó utilitzant l'opció d'enfocament manual. Potser és pel fet que en el cas d'aquesta càmera, l'enfocament manual (MF) i l'opció macro (floreta) són exclusius, és a dir, no es poden utilitzar simultàniament (Figura 32).



Figura 32. En aquesta càmera (Nikon P7000) l'opció macro i l'enfocament manual no es poden utilitzar alhora (esquerra), i hem comprovat que la distància mínima d'enfocament amb l'opció macro seleccionada (centre) és més gran que quan s'utilitza l'opció d'enfocament manual aconseguint, en aquest últim cas, un major grau d'ampliació.

Pel que fa a les càmeres rèflex amb objectius macro, s'han utilitzat la càmera Olympus E-30 amb objectiu Olympus Zuiko 50 mm Macro 2.0 i la càmera Canon 40D amb l'objectiu Canon EF 100mm f/2.8 Macro USM. El macro Olympus té una relació de reproducció de 1:2 i unes mides de sensor de 17,3 x 13 mm, mentre que el macro Canon té una relació de reproducció 1:1; això vol dir que si fotografiem un regle a la mínima distància d'enfocament ens ha de marcar les dimensions (llargada) del sensor de la càmera Canon EOS 40D (Figura 33).

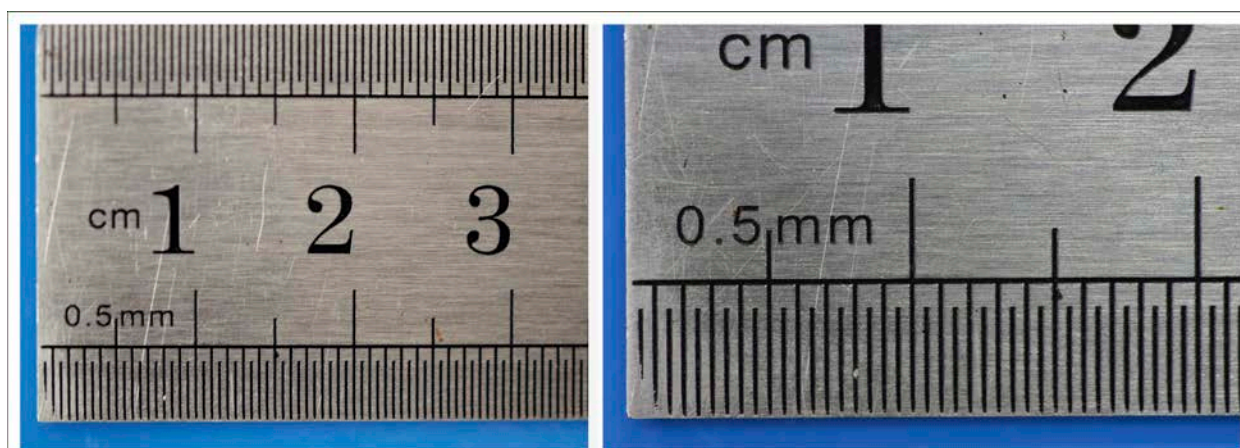


Figura 33. Imatges obtingudes a la distància mínima d'enfocament amb la càmera Olympus E-30 amb objectiu Olympus Zuiko 50 mm Macro 2.0 (esquerra) i la càmera Canon 40D amb Canon EF 100mm f/2.8 Macro USM. Es pot apreciar l'absència d'aberracions en les dues imatges i que el macro Canon és el que permet una major ampliació, amb una relació de reproducció 1:1 (la mida real del sensor Canon és de 22,2 mm x 14,8 mm).

Les millors imatges que s'han obtingut han estat, com era d'esperar, quan s'han utilitzat els autèntics objectius macro, tant pel que fa a nitidesa d'imatge com per la manca d'aberracions (Natàlia Garcia, 2010).

Hi ha una comparativa que hem considerat interessant, la captura realitzada amb teleobjectiu llarg de la compacta Canon SX-20 IS i la més ampliada dels dos objectius macro, el macro Canon (Figura 34).

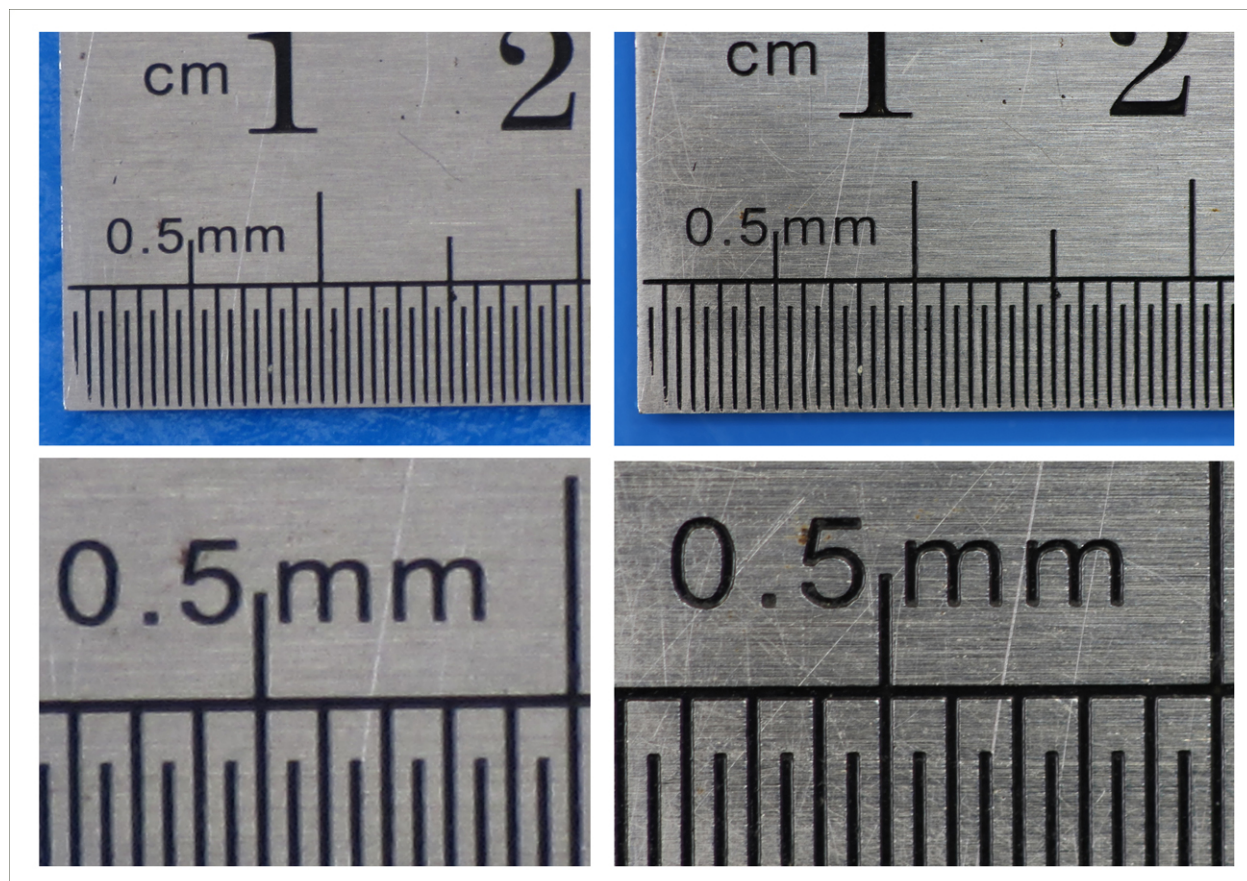


Figura 34. Comparativa entre la imatge obtinguda amb el teleobjectiu com a macro de la càmera compacta Canon SX-20 IS (esquerra, a dalt) i la obtinguda amb el Canon EF 100mm f/2.8 Macro USM (dreta, a dalt). A baix es presenta una ampliació d'una zona de la imatge superior per facilitar la comparativa.

Malgrat es fa evident la major nitidesa de la captura amb l'objectiu macro, les dues imatges són sorprenentment semblants (bé que amb el format 4/3 de la compacta i amb 3/2 de la rèflex), tant pel que fa a l'ampliació (que és la mateixa) com per la manca d'aberracions.

Això demostra que la utilització d'un teleobjectiu llarg "com a macro" és factible (vegeu apartat 4.1.4).

5.2 Profunditat de camp i obertura del diafragma

En apartats anteriors hem vist que un dels factors que més influència té en el control de la profunditat de camp és el de l'obertura del diafragma. També hem comentat que per aconseguir una elevada profunditat de camp és més fàcil amb una càmera compacta, mentre que per aconseguir-ne una de molt petita només ho podem fer amb una rèflex, ja que una obertura gran d'una càmera compacta, en realitat es comporta com si utilitzéssim un diafragma més petit (vegeu apartat 3.3). En aquest projecte hem volgut mostrar visualment aquest aspecte fotografiant el mateix motiu amb els dos tipus de càmeres (compacta i rèflex), utilitzant la màxima i la mínima obertura del diafragma de cada càmera (en el cas de les compactes) i de cada objectiu utilitzat (en el cas de les rèflex).

5.2.1 Metodologia

La prova s'ha portat a terme en el pati de batxillerat fotografiant els bancs des de diverses posicions, sense fer servir trípode, però recolzant la càmera en un dels bancs (Figura 35). S'ha utilitzat la càmera compacta més lluminosa que disposem a l'escola (Samsung EX1) a la seva mínima obertura de diafragma ($f/6,7$) i màxima ($f/1,8$), i la rèflex Canon EOS 550D amb l'objectiu també més lluminós (Canon EF S 50 mm $f/1,8$), també a la seva mínima obertura ($f/22$) i màxima ($f/1,8$).



Figura 35. Pati de batxillerat en el que es mostra com i des d'on s'han realitzat les fotografies. La disposició equidistant dels orificis circulars dels bancs afavoreixen la visualització de la profunditat de camp màxima i mínima aconseguida en cada càmera.

5.2.2 Resultats i discussió

Si comparem les fotografies realitzades amb la càmera compacta (Figura 36) amb les obtingudes amb la rèflex (Figura 37), veiem que la màxima profunditat de camp s'obté amb la càmera compacta quan la captura es fa a la mínima obertura de diafragma ($f/6,7$). La mínima profunditat de camp s'obté amb la rèflex a màxima obertura ($f/1,8$).

Aquests resultats estan d'acord amb el que hem comentat en l'apartat 3.3, en el què hem vist que una obertura gran en una càmera compacta amb sensor més petit equival a una obertura més petita (i per tant amb més profunditat de camp) d'una càmera rèflex, que té un sensor més gran.

l'espectacular reducció de la profunditat de camp de la càmera rèflex quan es dispara a la màxima obertura (Figura 37, dreta) és impossible d'aconseguir amb una compacta com la utilitzada, malgrat és tracti del model amb l'obertura més gran.

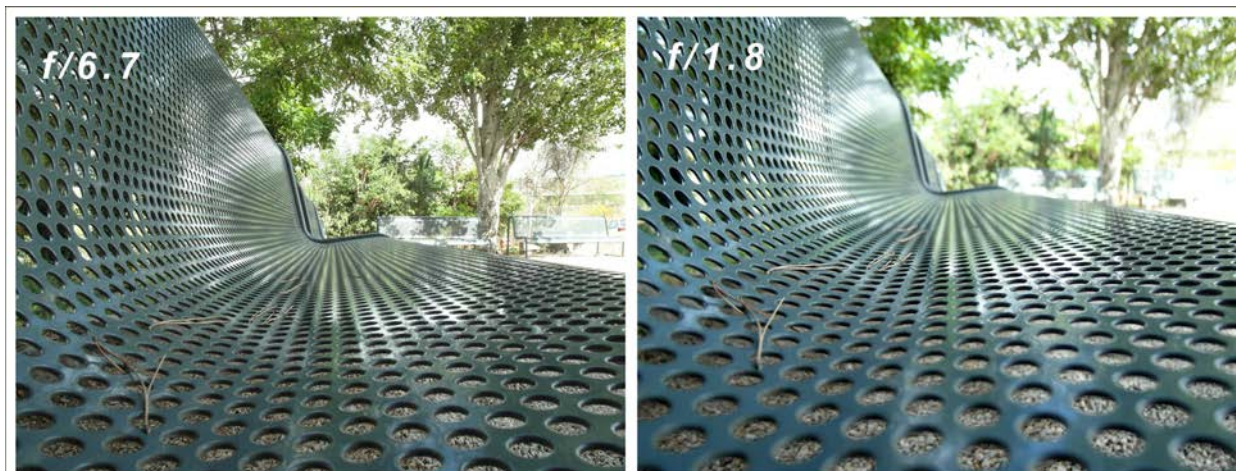


Figura 36. Màxima (esquerra) i mínima (dreta) profunditat de camp amb la Samsung EX1, utilitzant l'obertura mínima ($f/6.7$) i màxima ($f/1.8$), respectivament (vegeu també la figura 28).

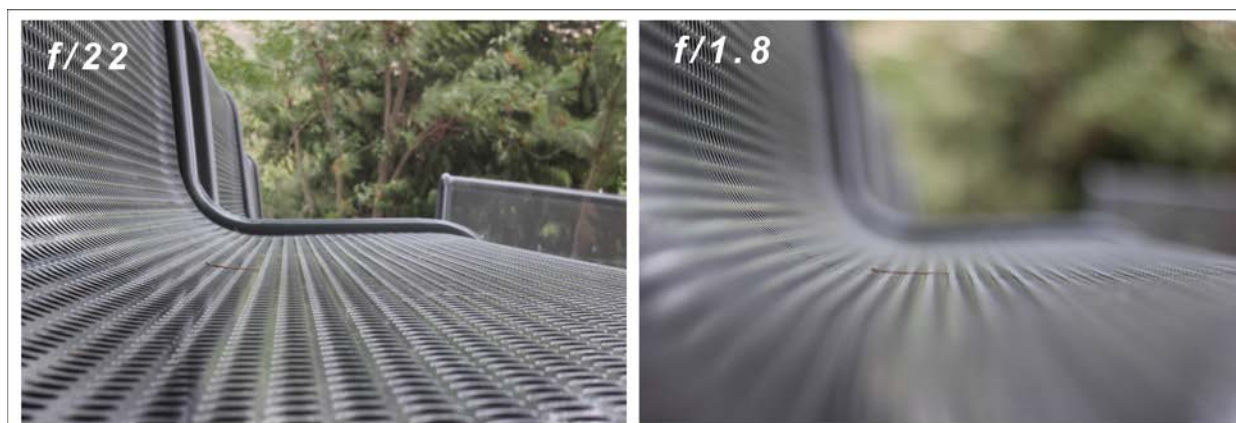


Figura 37. Màxima (esquerra) i mínima (dreta) profunditat de camp amb la Canon 550D i objectiu 50 mm $f/1.8$, utilitzant l'obertura mínima ($f/22$) i màxima ($f/1.8$), respectivament.

Si volem saber el valor numèric de la profunditat de camp que correspon a l'observada en la figura 36 (dreta), podem introduir les dades en el programa per calcular la profunditat de camp (DOFMaster) que hem utilitzat amb anterioritat (vegeu Figura 14). Considerant que el punt d'enfocament l'hem situat aproximadament a 1 metre, el valor que ens surt és de 3 cm, concretament només queda enfocada la franja d'imatge situada entre els 0,99 i els 1,01 m (Figura 38).

Depth of Field Calculator

Camera, film format, or circle of confusion Canon 1000D, 500D, 450D, 400D, 350D, 300D Focal length (mm) 50 Selected f-stop f/1.8 Subject distance 1 meters Calculate	Subject distance 1 m Depth of field Near limit 0.99 m Far limit 1.01 m Total 0.03 m In front of subject 0.01 m (49%) Behind subject 0.01 m (51%) Hyperfocal distance 73.9 m Circle of confusion 0.019 mm
Ads by Google Olympus E 5 Panasonic G1 Olympus Lens Canon G1	

Figura 38. Càlcul de la profunditat de camp amb la Canon 550D i objectiu 50 mm f/1.8, utilitzant l'obertura màxima (f/1.8), corresponent a la Figura 36 dreta.

Acabem de comprovar, una vegada més (vegeu apartat 3.3), que dues obertures de diafragma iguals en càmeres diferents (una compacta i una rèflex), representen una profunditat de camp molt diferent. Aniria bé que, al comprar una càmera, de la mateixa manera que s'indica la distància focal equivalent a càmera de 35 mm, també es fes relació a aquest aspecte, amb una indicació de l'estil "f/2.8 amb una profunditat de camp equivalent a f/16 en càmera de 35 mm" o alguna cosa similar.

5.3 Plantes oxigenants

Es pot evidenciar fotogràficament perquè algunes plantes submergides estan més a prop de la superfície durant el dia?

Al bassal del Pati de les tortugues hi ha tres modalitats de plantes aquàtiques: submergides, semisubmergides i flotants (Laura Pascual, 2009).

Des de fa anys, al bassal del pati de les tortugues hi ha una població important d'*Elodea canadensis*, una fanerògama submergida de tija voltada de fulles i que arriba a atènyer la superfície del bassal, sobretot a l'estiu. Durant el dia (migdia) s'observa que està més a prop de la superfície que a primera hora del matí.

Aquest any ha aparegut una planta nova (vegeu annex fotocronològic del dia 11/07/2012), una molsa (*Riccia fluitans*), de color verd clar, que té una estructura molt delicada de creixement dicotòmic.

El terme "oxigenants" és perquè són plantes que, en comparació a altres plantes submergides o flotants, tenen una major taxa fotosintètica i, en conseqüència, produeixen més oxigen. Podem "veure" aquest oxigen?

5.3.1 Metodologia

Es van extreure unes mostres de les plantes del bassal i es varen traslladar al laboratori. L'elodea es va col·locar invertida (aguantada amb un pes a l'extrem) en una proveta gran amb aigua, per tal de poder observar la sortida de les bombolles d'oxigen que es van acumulant en el centre de la tija, que és buida per dins³¹. La proveta amb la planta es va situar a sota del banc de llum i hi vam afegir un focus de llum lateral.

La molsa aquàtica es va col·locar en una cubeta gairebé plena d'aigua i es va situar a prop de la finestra del laboratori, on entrava llum directa del Sol.

Es varen muntar dues càmeres (Figura 39) amb objectiu macro (macro Canon i macro Olympus ja esmentats) a sobre trípod i es va utilitzar l'opció de *lupa d'enfocament*³² i disparador de cable (per la càmera Canon) o inalàmbric (per la càmera Olympus) per tal d'aconseguir unes bones captures macro que permetin una posterior ampliació, seguint la metodologia explicada en un treball de recerca anterior (Natàlia Garcia, 2010).



Figura 39. Elodea (en floració) i Riccia al bassal del pati de les tortugues (esquerra) i els dos sistemes de muntatges macro utilitzats: macro Canon 100 mm amb flaix anular per fotografia de superfície (al mig), i macro Olympus per fotografia lateral (a la dreta). En aquest últim cas es mostra el visor de pantalla abatible (amb lupa d'enfocament) i el disparador inalàmbric.

5.3.2 Resultats i discussió

Al cap de poca estona de tenir les plantes a la llum, es començaren a veure canvis. En el cas de la planta elodea observàrem com es posava més recta i li sortien bombolletes de gas (Figura 41).

³¹ coneixíem aquesta planta de pràctiques de biologia.

³² la lupa d'enfocament permet augmentar la imatge en el visor de pantalla (5 o 10x), amb lo qual l'enfocament que s'aconsegueix és molt més exacte.

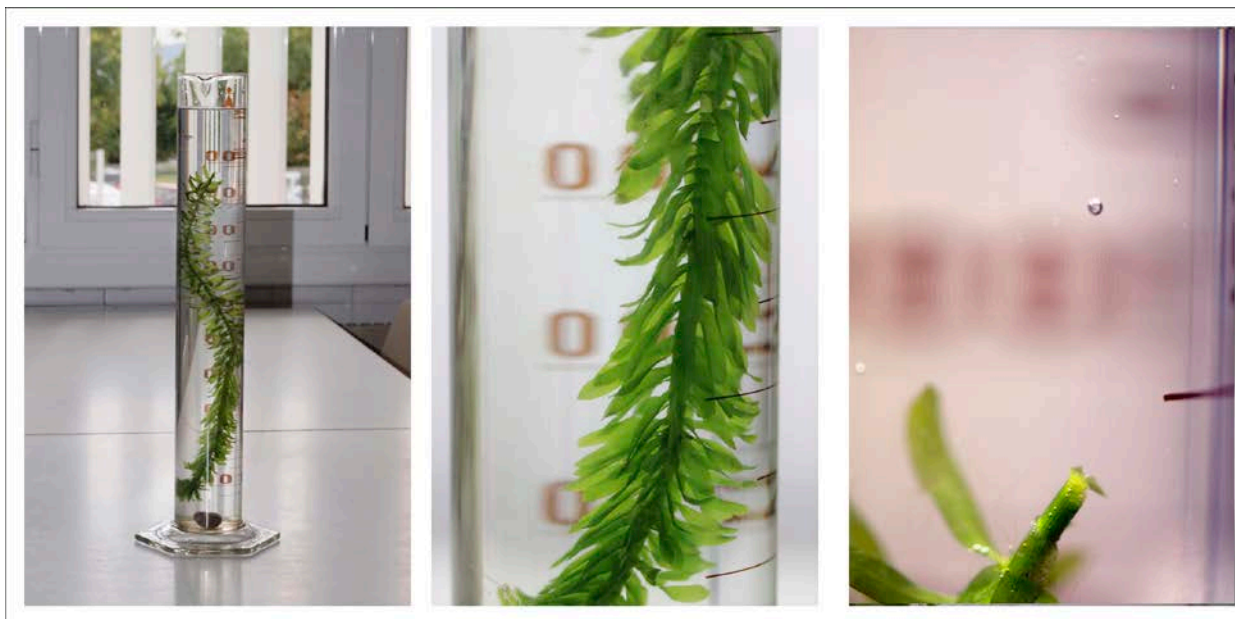


Figura 40. *Elodea canadensis* al laboratori de biologia, Successives ampliacions fins arribar al màxim (dreta) amb la càmera Olympus E-30 i objectiu macro 50 mm 2.0.

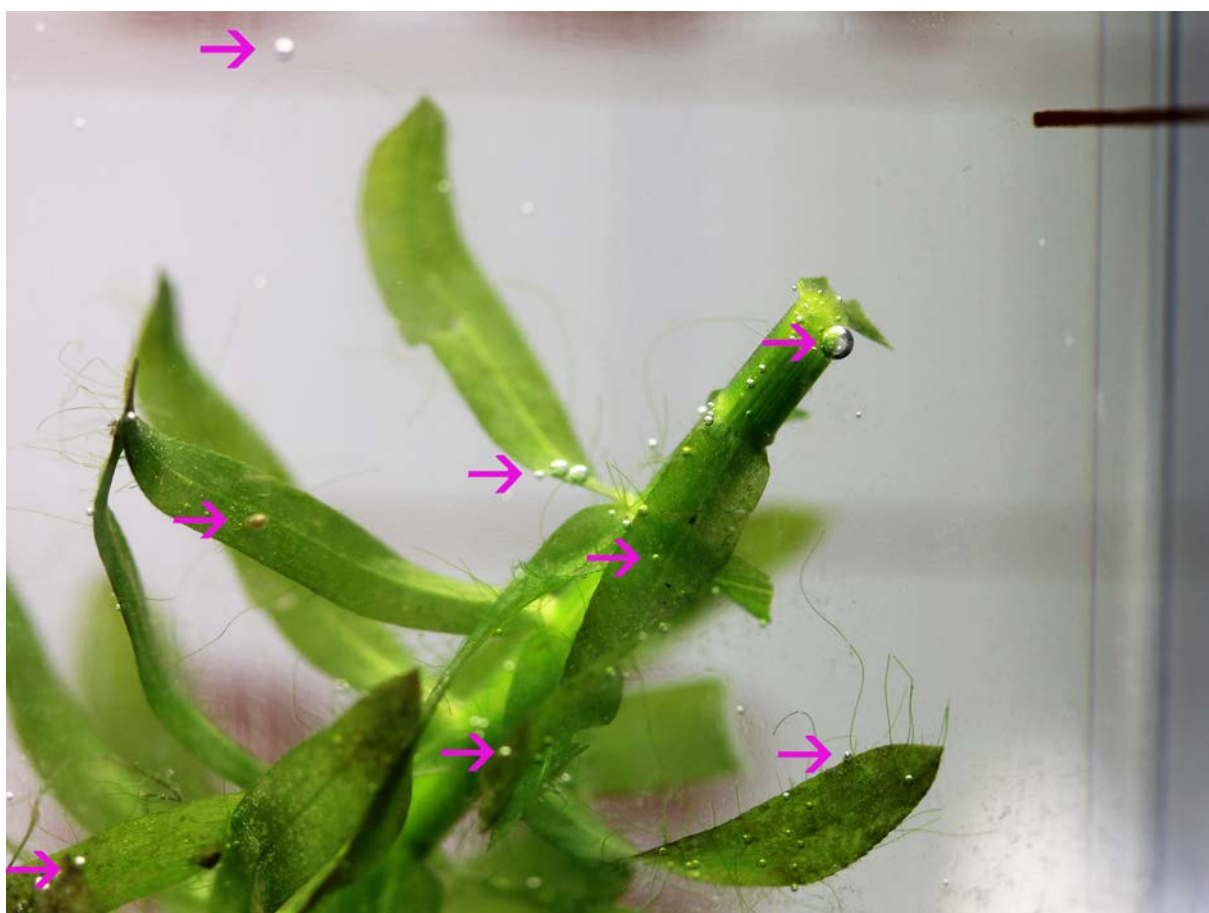


Figura 41. Imatge ampliada per tal d'evidenciar la presència de bombolles d'oxigen en tota la superfície foliar d'*Elodea canadensis*.

Pel que fa a la molsa, si aïllem un individu, es veu molt clarament la seva estructura dicotòmica, és a dir, una part qualsevol es divideix en dues (Figura 42). Observàrem que al cap d'una estona d'estar en llum del Sol directa, totes les branquetes pujaven a la superfície. Aquí també comprovàrem que la causa eren les bombolles d'oxigen (produïdes durant el procés de fotosíntesis) que s'anaven acumulant en diversos indrets de la planta (Figura 43).

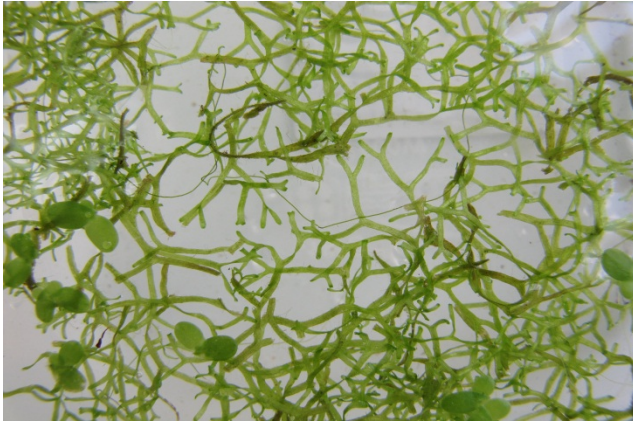


Figura 42. *Riccia* barrejada amb algunes lleties d'aigua (*Lemna major*). A la dreta es mostra un exemplar aïllat en el que es pot observar la ramificació dicotòmica que presenta.

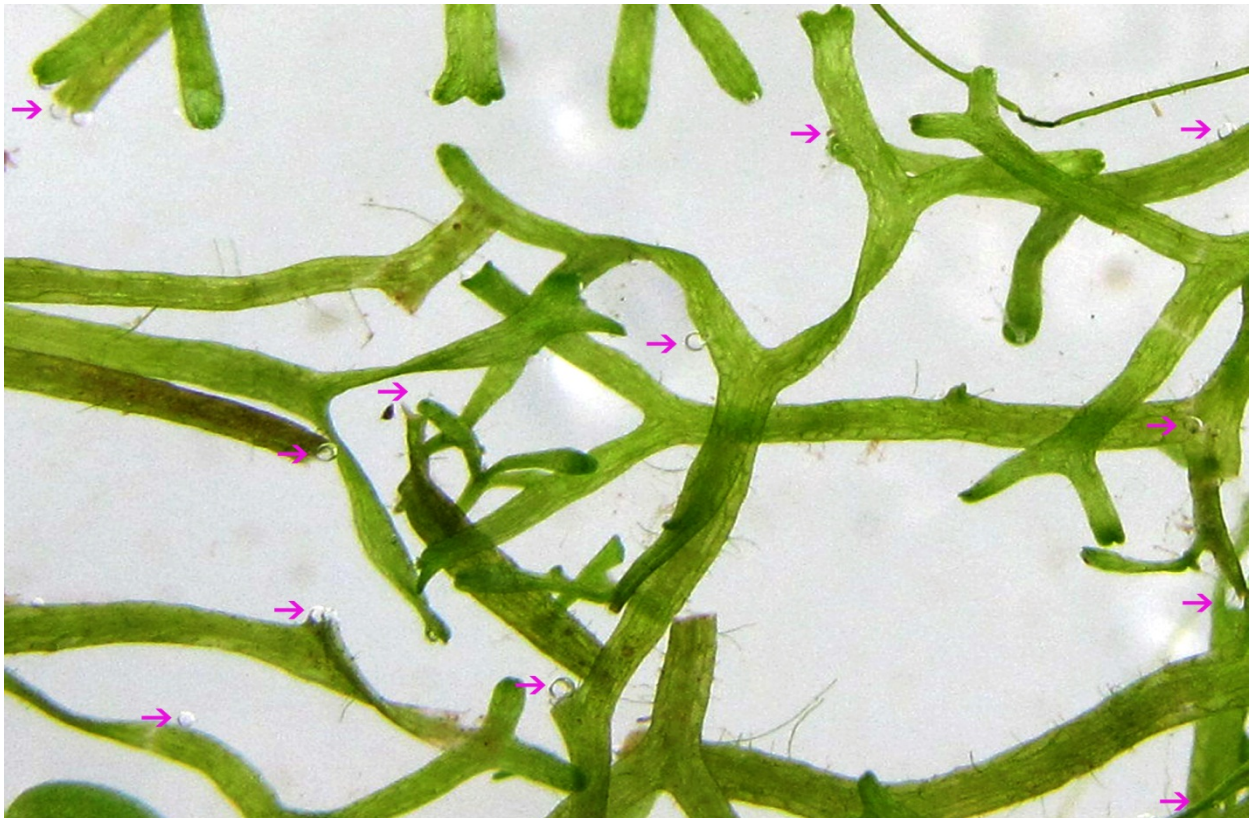


Figura 43. Imatge ampliada per tal d'evidenciar la presència de bombolles d'oxigen en tota la superfície foliar de *Riccia fluitans*.

Aquesta espècie, malgrat sembli una planta flotant, en realitat no ho és; només s'hi comporta quan les bombolles d'oxigen la fan flotar. A diferència de les veritables plantes flotants, com la lletia d'aigua, que sempre floten, com comprovarem en una sortida (vegeu annex fotocronològic del dia 31/07/2012).

5.4 Textures i altres macrofotografies

Les textures dels diferents materials (uns texans, una manta, la paret, la soca d'un arbre, la pell...) fotografiades a distància macro són molt interessants, però sovint no queden ben enfocades. En aquest projecte intentarem aplicar els coneixements adquirits sobre el control de la profunditat de camp per mostrar el tipus de càmera que convé utilitzar en cada situació.

5.4.1 Metodologia

Per fotografiar textures s'han de tenir en compte dos aspectes, l'orientació de la càmera en relació al pla de la textura i la profunditat de camp que necessitem. Pel que fa al primer aspecte, el pla de la textura i el pla (frontal) de l'objectiu de la càmera s'han de situar paral·lels. En quant al segon, depenent del relleu de la textura i, sobretot, de si es tracta d'una superfície plana o no, utilitzarem un tipus de càmera o un altre. Per exemple, si el que volem fotografiar és l'escorça d'un arbre, la càmera que haurem d'utilitzar dependrà, entre altres coses, de si es tracta d'un arbre petit o d'un amb una soca ben gran (més plana), però també de si la superfície és més aviat llisa (necessitem poca profunditat de camp) o amb relleu (es necessita disposar de més profunditat de camp).

La metodologia que s'ha seguit és la d'utilitzar la càmera més adient en cada situació. Per tant, es tracta de portar a sobre els dos tipus de càmeres. Això és el què hem fet en les sortides realitzades, portàvem càmeres compactes i càmeres rèflex amb objectius macro (vegeu annex fotocronològic del 31/07/2012). Al principi realitzava les fotografies d'un mateix motiu amb els dos tipus de càmera, però amb el temps (i amb l'anàlisi posterior de les fotografies a l'ordinador) he après a saber quina interessa utilitzar.

5.4.2 Resultats i discussió

En la figura 44 es presenten imatges de dues soques d'arbre capturades amb una càmera compacta (Samsung EX1) perquè es necessitava una gran profunditat de camp, si volíem aconseguir que tota la imatge es veiés enfocada. Les raons de necessitar més profunditat de camp són, però, diferents en les dues imatges. El primer arbre (Figura 44, imatge esquerra), un caquiter (*Diospyros kaki*)³³, malgrat tractar-se d'un arbre gran, la textura de l'escorça té molt relleu i amb un objectiu macro de càmera rèflex només hauria quedat una part enfocada (els líquens de la superfície més exterior, per exemple), però no en la seva totalitat. El segon arbre (Figura 44, imatge dreta), malgrat correspon a l'àlber (*Populus alba*) més alt del pati de les tortugues, té un tronc relativament prim. Això vol dir que els "rombes" situats al centre de la

³³ aquesta fotografia és del meu tutor

imatge estan més propers a la càmera que els situats més a prop dels marges laterals (si els dels marges superiors i inferiors no queden ben enfocats al mateix temps, és perquè la càmera no està orientada correctament en relació al pla de l'escorça de l'arbre). Per tant, si volem omplir tot l'enquadrament i que surtin tots els "rombes" ben enfocats, haurem d'utilitzar una compacta. Amb un objectiu macro de càmera rèflex no haurien pogut sortir tots enfocats i, a més, hauríem d'haver utilitzat trípode.



Figura 44. Textures de soques de dos arbres, que requereixen una gran profunditat de camp, però per raons diferents. En un cas perquè l'escorça de l'arbre té un relleu important (esquerra) i en l'altre perquè és un arbre petit i, per tant, de superfície molt corbada (dreta).

He pogut aplicar aquest coneixements per a realitzar les fotografies de les tortugues que alliberarem a finals d'aquest mes de novembre a la serra del Montsant (vegeu annex fotocronològic del dia 06/11/2012). Resulta que totes les tortugues que s'alliberen en aquest indret³⁴ han de tenir una fitxa amb una fotografia de la caparassa i del plastró de cada tortuga, juntament amb un codi específic que hem de marcar a cada tortuga (vegeu annex fotocronològic del dia 08/11/2012). Aquestes fotografies, que formen part del treball de recerca de la meua companya Clara Peña, s'han d'enviar al CRARC³⁵.

³⁴ el curs passat es varen alliberar al Garraf (Juan Maria Jurado, 2011) i no s'havien de fer les fotografies.

³⁵ Centre de Recuperació d'Amfibis i Rèptils de Catalunya (vegeu annex fotocronològic del dia 08/08/2012).

El plastró (part inferior) de les tortugues és gairebé plana i podríem utilitzar qualsevol de les càmeres, però la caparassa o closca té una forma bombada i, de manera similar al què hem explicat de la soca d'arbres petits, per tal d'aconseguir que quedin ben enfocades totes les plaques (o escuts) de la closca de les tortugues³⁶ caldrà fer servir una càmera que ens permeti aconseguir una profunditat de camp considerable (una compacta). Les fotografies s'han realitzat amb la càmera compacta Samsung EX1 (Figura 45).



Figura 45. Fotografies de les 6 tortugues que alliberarem al Montsant el dia 24 de novembre.

Acabem de veure diversos casos en els que és necessari utilitzar un sistema de captura especial per tal d'obtenir una profunditat de camp important. En canvi, quan una superfície és molt plana, com en el cas de la reixa frontal d'un altaveu (Figura 46), podem escollir qualsevol

³⁶ per poder identificar una irregularitat en les plaques, per exemple.

dels dos tipus de càmeres, però en aquests casos és preferible utilitzar una càmera rèflex si hi ha una bona il·luminació o bé disposem de trípod, ja que la qualitat d'imatge que podem aconseguir és millor.

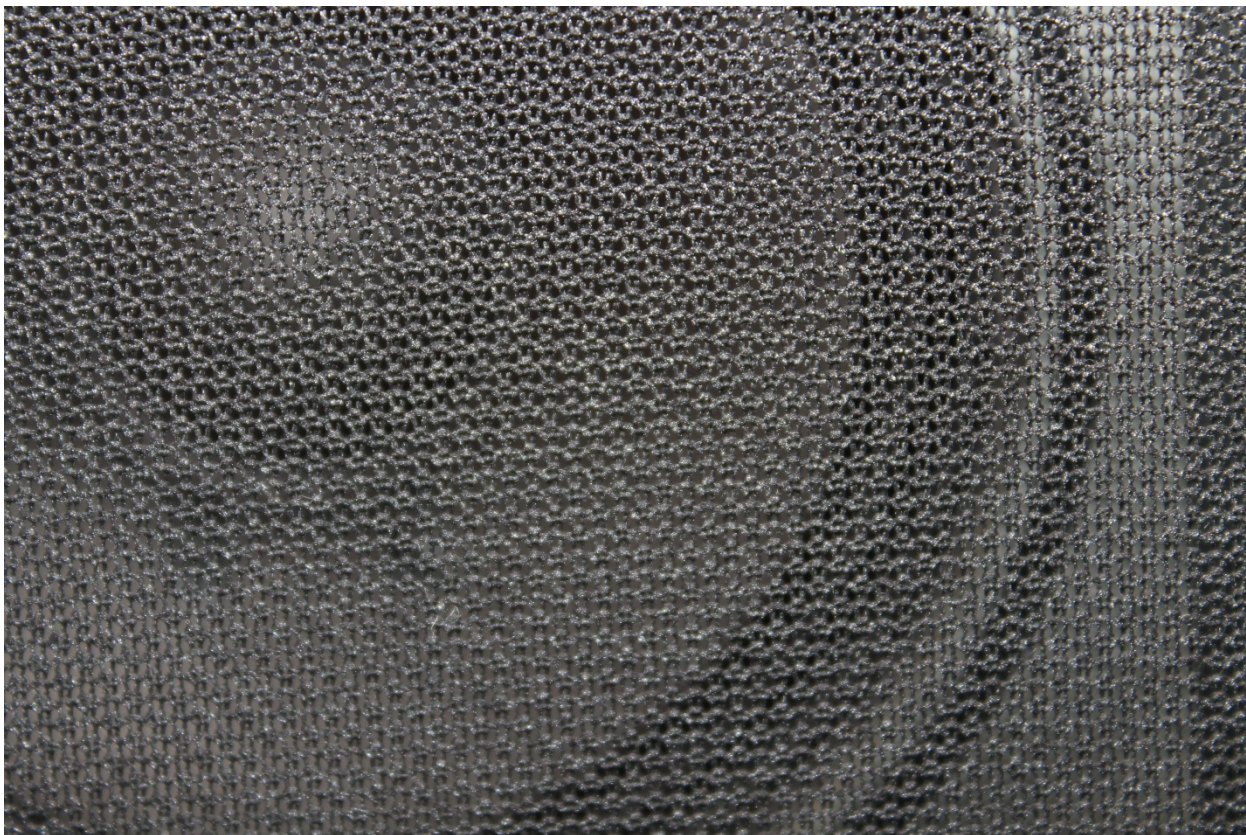


Figura 46. Reixa de la part frontal d'un altaveu. Com es tracta d'una superfície molt plana i amb un relleu de petites dimensions (poc gruix), la fotografia s'ha realitzat amb una càmera rèflex.

No obstant, la decisió no és inamovible, ja que en últim terme dependrà de l'efecte que vulguem aconseguir (vegeu apartat 4.3). Per exemple, si volem aïllar una part molt concreta d'un motiu, només ho podrem fer amb una càmera rèflex i objectiu macro; de la mateixa manera que si el que busquem és un efecte purament estètic, on els veritables objectius macro no tenen competència.

A continuació es presenten alguns exemples de les captures amb objectiu macro realitzades durant una sortida al Montseny (vegeu annex fotocronològic del dia 17/07/2012) i durant una sortida a hivernacles de plantes aquàtiques del Maresme (vegeu annex fotocronològic del dia 31/07/2012).

En alguns casos s'ha utilitzat un flaix anular (especial per fotografia macro), que va muntat a la part frontal de l'objectiu. D'aquesta manera la llum pot arribar a subjectes situats molt a prop, sense que l'objectiu faci ombra. El flaix, a part de poder fer fotografies en un lloc poc il·luminat, ajuda a aïllar el subjecte principal, sumant-se aquest efecte al que produeix l'enfocament selectiu.

En la figura 47 es mostren dues imatges d'un rierol de la fageda de Santa Fe del Montseny, on l'ambient era realment fosc. En la foto superior es poden observar dues "casetes" de larves de tricòpter³⁷. Aquests larves d'insecte construeixen el seu refugi amb restes i petites pedres que troben pel voltant i les enganxen, quedant una textura realment curiosa. La foto inferior és al mateix indret, intentant capturar els reflexes de la superfície de l'aigua en moviment.

En la figura 48 es presenten dues fotografies també fetes amb flaix i de dia. En la foto superior es mostra una clavellina amb unes marques pentagonals que semblen pintades. Malgrat és a fora del bosc, és a dir, en un lloc ben il·luminat, el contrast amb el fons -més fosc- és evident, però no tant com en la imatge inferior, degut a que aquesta falguera estava al costat del rierol a l'interior de la fageda que, com ja hem dit, és un indret molt fosc.

En la figura 49 es poden observar dues imatges d'un color verd clar, molt semblant, però una (imatge superior) correspon a la lletia d'aigua, una petita planta flotant que recobria totalment un estanc dels hivernacles *Aquàtiques Vilassar* (vegeu annex fotocronològic del dia 31/07/2012), creant una textura molt especial. En la imatge inferior es pot observar una llagosta verda que descobríem entremig dels plomalls d'una planta semisubmergida (*Papyrus*). Com feia una mica de vent, els plomalls verds del papir es movien més que no pas la llagosta, quedant aquesta més ben enfocada.

Per últim, en la figura 50 es mostren dues imatges més capturades amb el macro Canon, una a la màxima proximitat que permet aquest objectiu (imatge superior), corresponent al fruit del nenúfar gegant (*Nelumbo nucifera*), una planta de flors espectaculars i que ha estat ben estudiada i fotografiada en dos treballs de fotografia anteriors (Laura Pascual, 2009 i Natàlia Garcia, 2010). L'altra imatge (la inferior), correspon a una fulla del *Ginkgo biloba* que hi ha plantat al pati de les tortugues de l'escola, fotografiada sense separar-la de l'arbre. Es pot observar com aquesta fulla, que queda totalment aïllada del fons, és molt plana i té una nervació molt fina (dicotòmica), gairebé inapreciable a aquest augment.

³⁷ en un treball de recerca anterior (Natàlia Garcia, 2010) s'estudien aquest curiosos organismes amb un cert detall.

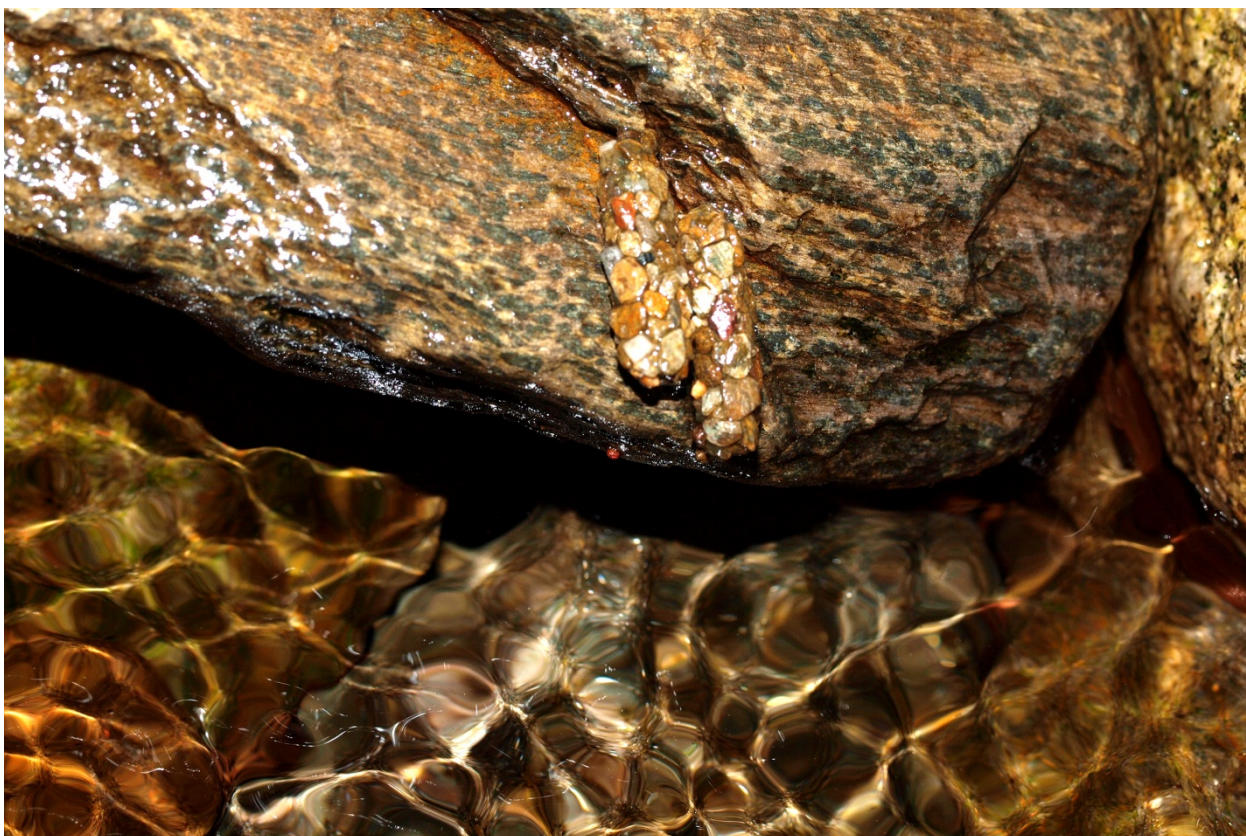


Figura 47. Macrofotografies de dos tricòpters (a dalt) i de la superfície de l'aigua il·luminada amb flaix en un rierol de santa Fe del Montseny.



Figura 48. Macrofotografia amb flaix anular. El flaix ajuda a aïllar el motiu sumant-se l'efecte al de l'enfocament selectiu amb poca profunditat de camp.

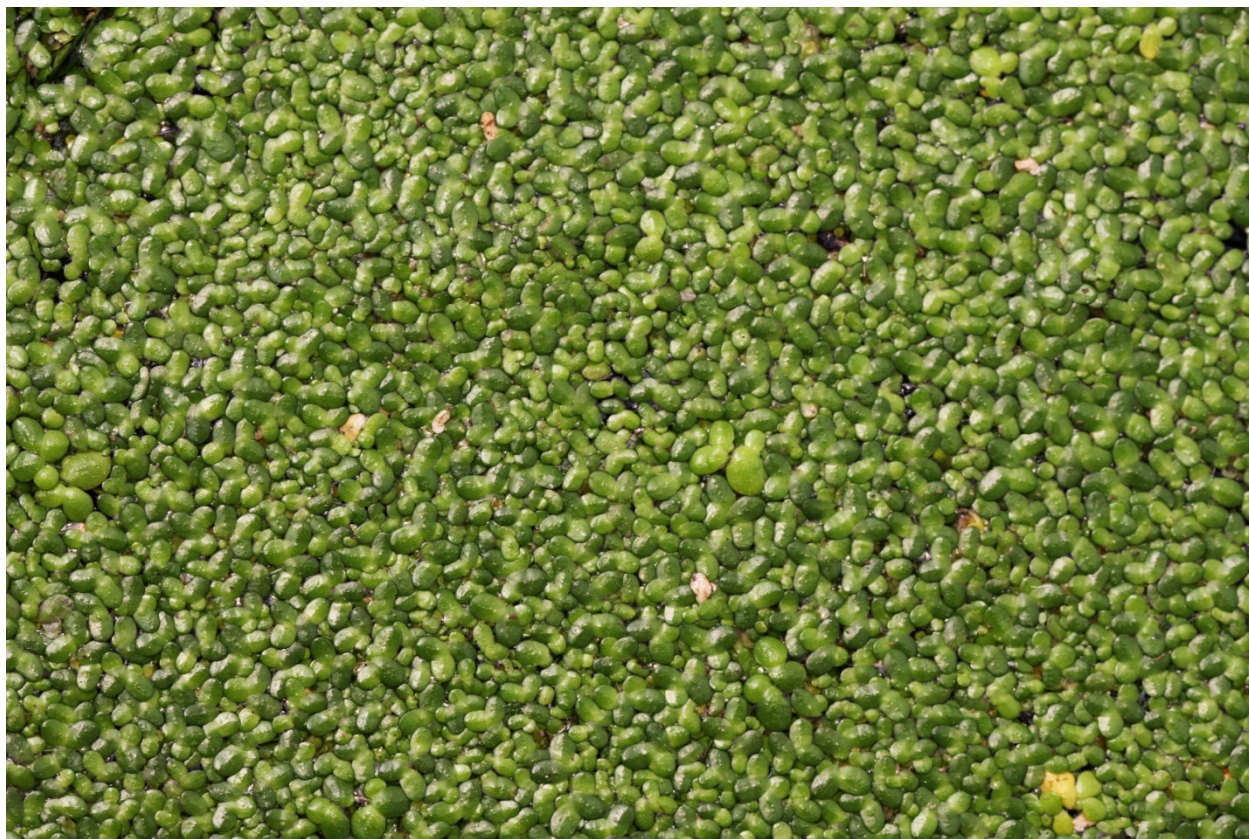


Figura 49. Textura superficial de planta aquàtica flotant (a dalt) i llagosta verda camuflada entremig de vegetació del mateix color (a baix). Macrofotografies realitzades al Maresme.



Figura 50. Textura del fruit de nenúfar gegant (a dalt) i fulla de *Ginkgo biloba* "aïllada" del fons (a baix) . Macrofotografies realitzades al Maresme (nenúfar) i al pati de les tortugues.

5.5 Macrofotografia amb polaritzador

En aquest projecte s'intenta valorar la possible utilitat d'un filtre polaritzador en macrofotografia.

El polaritzador es coneix entre els fotògrafs de natura com el filtre "màgic" (Alamany, 2001). És un filtre que redueix els reflexes³⁸, enfosqueix els cels eliminant la calitja i incrementa la saturació general dels colors. Es tracta d'un filtre de vidre doble (un de gris neutre i l'altre transparent) que segons com s'alineïn els dos vidres deixen, o no, passar la llum reflectida en un pla determinat, generant d'aquesta manera els efectes abans descrits. L'efecte és màxim quan es fotografia en direcció al pla que es formaria perpendicularment a la línia imaginària entre el fotògraf i el Sol, és a dir, amb una orientació de 90° en relació al Sol.

A la llum que es propaga amb plans de vibració, perpendiculars a la direcció de la llum, que van variant es diu llum **no polaritzada**, mentre que si ho fes en un únic pla tindríem la **llum polaritzada**. Els filtres polaritzadors son com escletxes que deixen passar únicament un pla, per tant poden convertir la llum no polaritzada en polaritzada però, el que és més important, podrien impedir el pas de la llum polaritzada si l'escletxa no coincideix amb el pla de vibració (Figura 51).

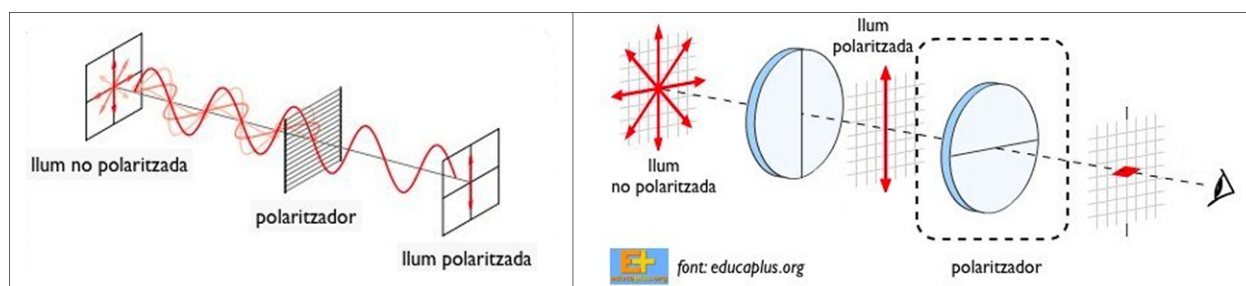


Figura 51. Representació de com un polaritzador pot deixar passar només la llum que vibra en un pla concret (esquerra) i com un polaritzador amb una escletxa perpendicular al pla de vibració d'una llum polaritzada pot impedir totalment el pas d'aquesta llum (dreta). Font: www.educaplus.org

La llum normalment no està polaritzada, és a dir vibra en plans diferents, i és principalment per la reflexió amb certes superfícies quan la llum resultant, la reflectida, pot estar polaritzada (Figura 52).

Hi ha dos tipus de filtres polaritzadors: lineals i circulars. Els lineals van quedar obsolets a causa que amb aquests l'autofocus de les càmeres no funciona. Per això van sorgir els polaritzadors circulars que sí que permeten autofocus automàtic de les càmeres modernes. A l'escola en tenim un de lineal i un de circular. El que s'ha utilitzat en aquest projecte és el circular roscat a l'objectiu Canon 17-85 mm muntat en la càmera Canon 40D.

³⁸ a 1r de batxillerat comprovarem aquest efecte sobre els vidres dels cotxes (el tema de la llum polaritzada va sortir en una pràctica de bioquímica de glúcids).

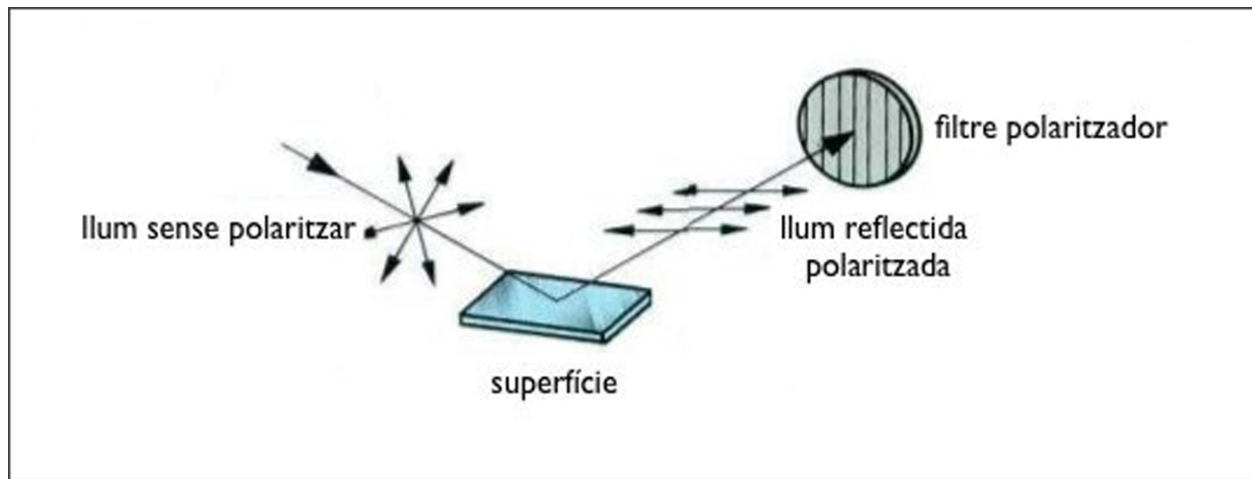


Figura 52. Representació de com la llum no polaritzada en incidir amb un cert angle sobre determinades superfícies, pot resultar polaritzada. És sobre aquesta llum que pot actuar el filtre polaritzador. Font: <http://toies.wordpress.com/2008/11/10/taller-de-fotografia-46/>

Aquest filtre no elimina tots els tipus de reflexes. Vaig comprovar que no eliminava els reflexos metàl·lics, abans d'assabentar-me'n consultant la bibliografia, perquè vaig intentar eliminar el reflex de la pantalla parabòlica del forn solar del meu company Albert Ferraz sense èxit, malgrat assegurar-me de disparar en l'orientació correcta. Tampoc s'eliminen els reflexos d'un làser disc (Figura, 53).



Figura 53. El filtre polaritzador no elimina els reflexos metàl·lics de la pantalla parabòlica (esquerra), del paper d'alumini (centre) ni del làser disc (dreta).

Els reflexos que sí s'eliminen són precisament els no metàl·lics, els produïts en superfícies on hi ha aigua o vidre, inclosa la superfície dels éssers vius, animals i plantes.

Eliminar raigs de llum incidents a l'objectiu de la càmera, implica que arriba menys llum al sensor. Aquesta és la part negativa del filtre polaritzador, hi ha una pèrdua de llum que pot arribar a representar fins a 2 diafragmes.

En macrofotografia el filtre polaritzador és útil per eliminar reflexos de superfícies (Figures 55 a 57) o bé per enfosquir el cel (Figura 54), si aquest forma part de l'enquadrament, però s'ha de valorar l'efecte de la pèrdua de llum. Seria interessant disposar de filtres polaritzadors per càmeres compactes, on aquesta pèrdua de llum és menys problemàtica (vegeu apartat 4.2).



Figura 54. Efecte del filtre polaritzador (a baix) sobre el color del cel i el contrast de les fulles a l'eliminar els reflexes de la seva superfície, en relació a la imatge sense filtre (a dalt)..

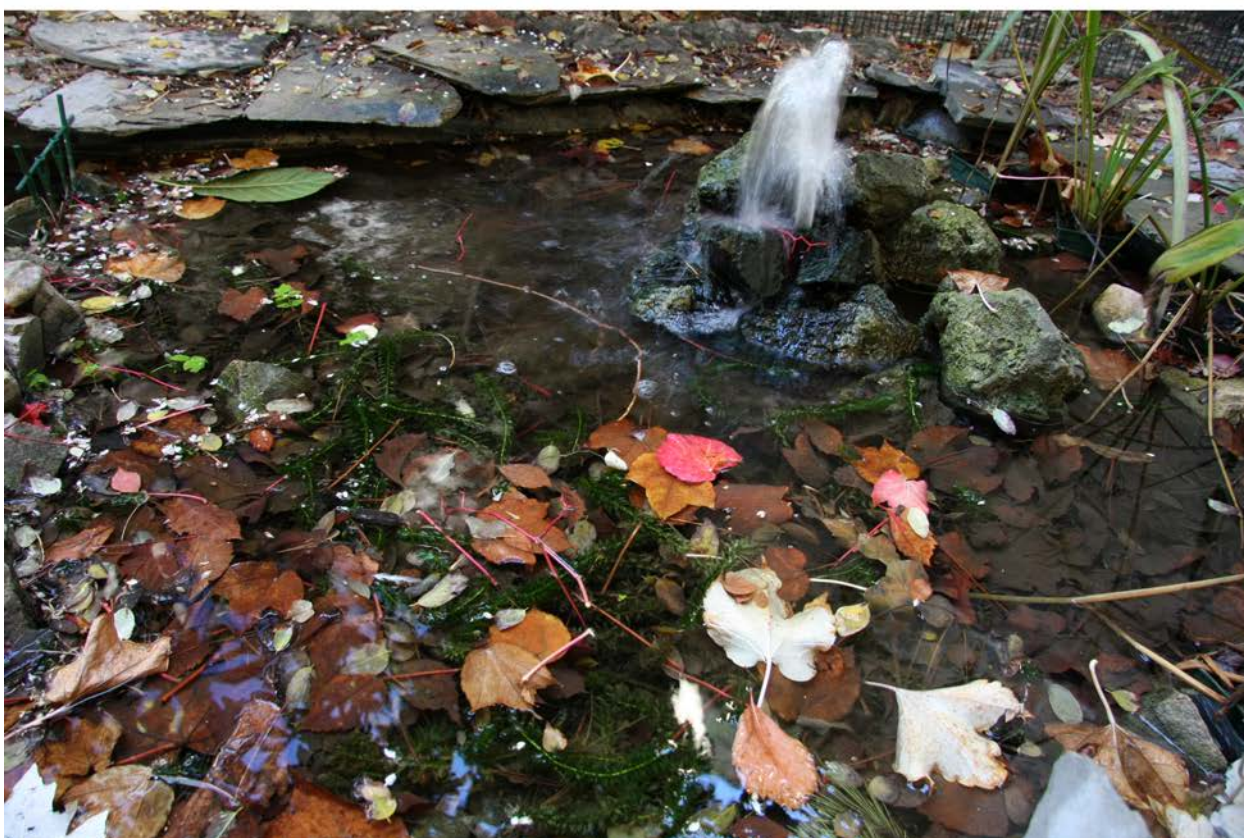
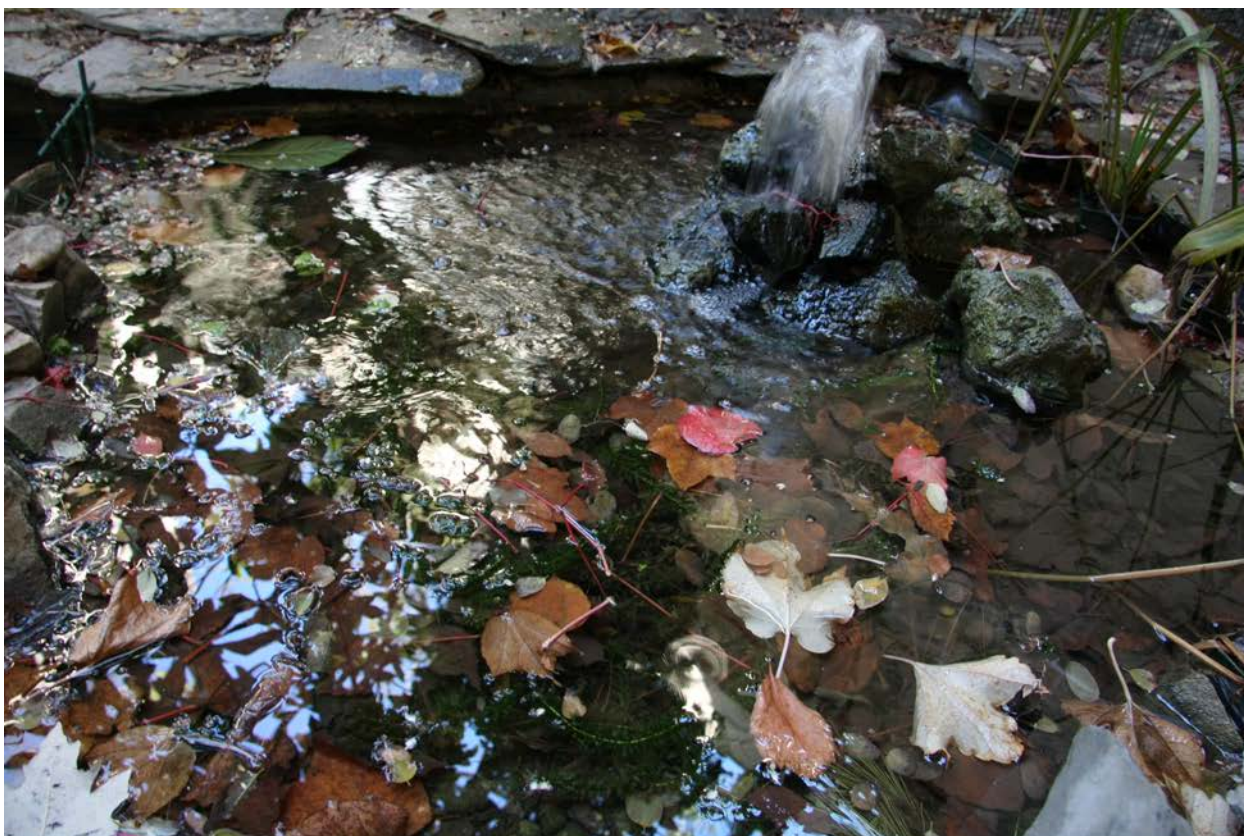


Figura 55. Efecte del polaritzador en una porció del bassal del pati de les tortugues. Imatge sense polaritzador (a dalt) i la mateixa imatge amb polaritzador (a baix).

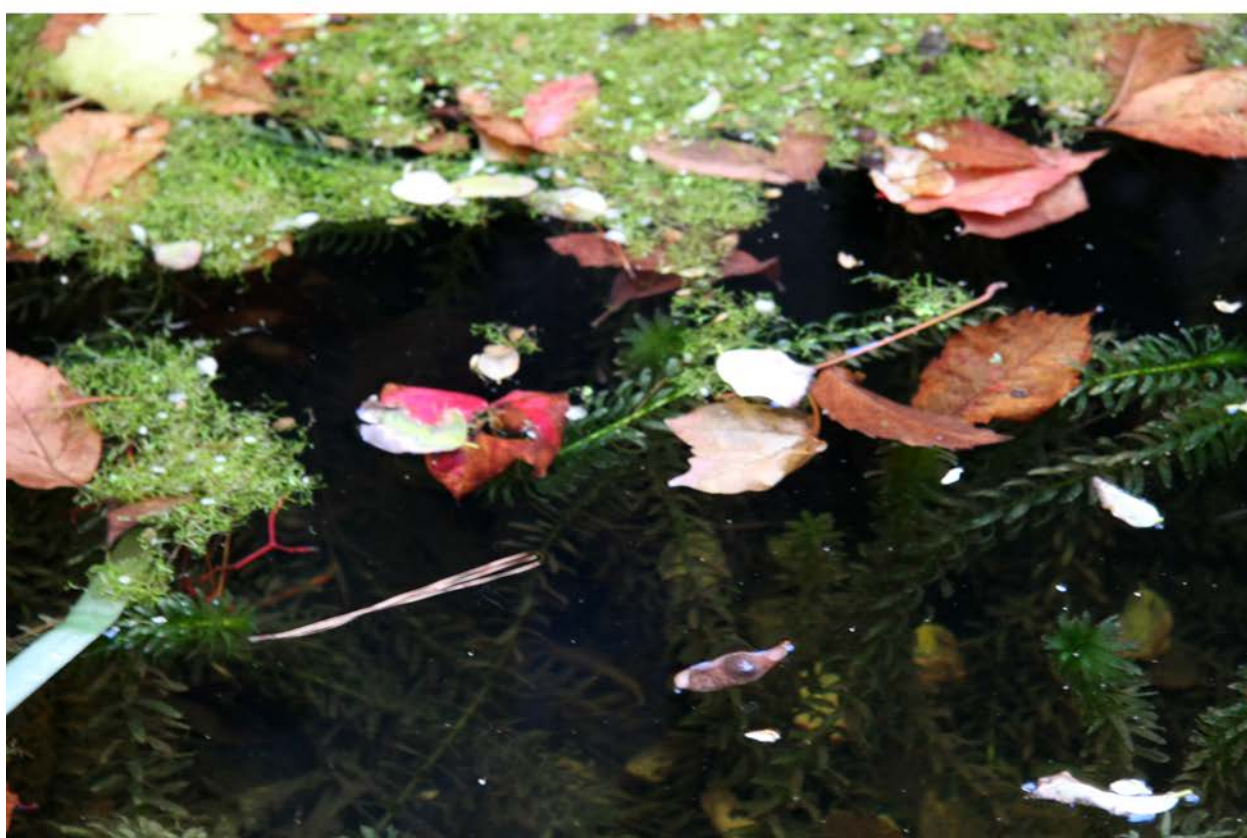


Figura 56. Efecte del polaritzador a curta distància sobre la transparència de l'aigua. Imatge sense polaritzador (a dalt) i la mateixa imatge amb polaritzador (a baix).

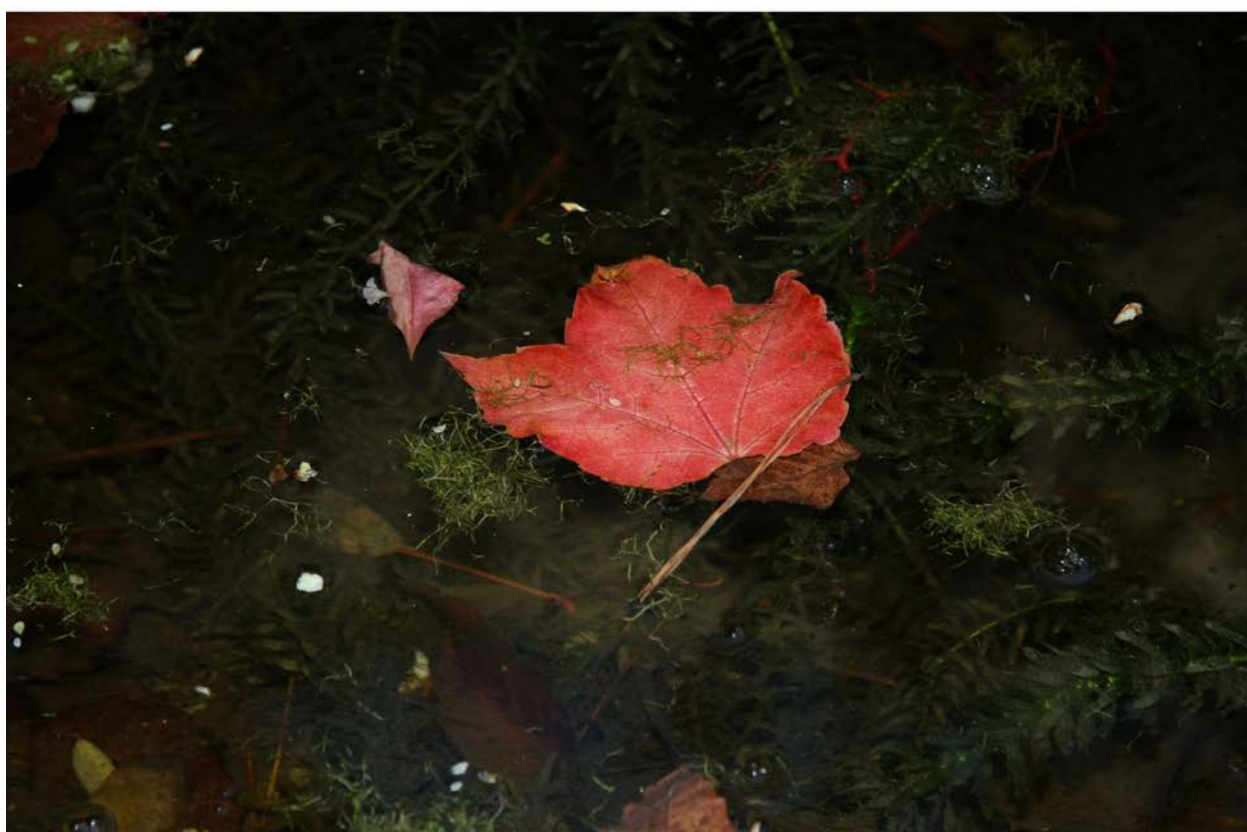


Figura 57. Efecte del filtre polaritzador combinat amb l'efecte del flaix en una macrofotografia del basal del pati de les tortugues. Imatge amb flaix i sense polaritzador (a dalt) i la mateixa imatge amb flaix i polaritzador (a baix). Les plantes submergides i les flotants una mica enfonsades, només poden apreciar-se a la fotografia amb el polaritzador.

6. Conclusions

Arribats a aquest punt del treball, crec que puc dir que els objectius inicials s'han assolit satisfactòriament. Però també he de dir que he trobat més dificultat de la que m'esperava en alguns aspectes tècnics, en els que m'ha ajudat especialment la comprovació experimental dels mateixos, així com el fet de poder consultar treballs anteriors i disposar de bibliografia específica que m'ha anat proporcionant el meu tutor.

De la comparativa entre els sistemes de captura "macro" actuals en relació als que es disposava 4 anys enrere, detallats en un treball anterior (Alba Soria, 2008), es conclou que les millores han estat notables, sobretot pel que fa referència a l'evolució tecnològica de les càmeres digitals compactes, que ja assoleixen una qualitat fotogràfica bastant propera a l'aconseguida pels objectius macro de les càmeres rèflex.

De l'anàlisi sobre els factors que intervenen en la profunditat de camp en macrofotografia, es conclou que hi ha diferències molt importants en funció del tipus de càmera utilitzada (compacta o rèflex), i que aquestes diferències estan molt relacionades amb la mida del sensor.

De l'estudi sobre les possibles causes que determinen que sigui més fàcil obtenir fotografies nítides i ben enfocades amb una compacta que amb una càmera rèflex, es conclou que hi ha dos factors implicats, la profunditat de camp i l'obertura del diafragma, que permeten obtenir imatges visualment més enfocades i menys "mogudes" en una compacta.

Dels diferents projectes realitzats, als que s'ha intentat donar un caire didàctic en la discussió dels resultats, podem treure les següents conclusions:

- De la comparativa entre les diferents modalitats de captura macro a distància mínima, malgrat continua evidenciant-se la major qualitat dels veritables objectius macro en relació als altres sistemes, s'ha trobat un grau d'ampliació similar amb bona qualitat en les compactes súperzoom, utilitzant la màxima longitud focal com si es tractés de macro.
- De l'anàlisi de màxima i mínima profunditat de camp modificant l'obertura del diafragma en les diferents càmeres utilitzades, es conclou que la màxima sempre s'aconsegueix amb una compacta, mentre que una baixa profunditat de camp, només es pot aconseguir amb una rèflex. Aquí es proposa el terme "profunditat de camp equivalent a càmera de 35 mm" de forma anàloga al ja existent de "distància focal equivalent a càmera de 35 mm".
- El projecte de plantes oxigenants representa un exemple de la utilitat de la fotografia amb macro i ampliació posterior per evidenciar fenòmens físics i biològics.
- En el projecte de fotografiar textures es discuteixen els factors que s'han de tenir en compte a l'hora de fotografiar una textura i es conclou que si el motiu no és pla, o bé ho és però té relleu, és preferible fer la captura amb una compacta. Mentre que si es vol aïllar una part del motiu del seu entorn es pot fer servir l'objectiu macro, sol o combinat amb el flaix anular.
- El filtre polaritzador és un bon recurs per macrofotografia per eliminar reflexes i enfosquir el cel, si forma part de l'enquadrament, però provoca una pèrdua de llum de fins a 2 diafragmes. Per això es suggereix que podria resultar interessant la seva utilització en càmeres compactes.

7. Bibliografia

ALAMANY, O. (2001). *Fotografiar la naturaleza. Una guía para hacer las mejores fotografías*. Editorial Planeta S.A. (3ª edición). 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.

GARCIA, NATÀLIA (2010). *Fotografia biològica d'aproximació*. Treball de recerca. Escola Mestral. [En línia]. Disponible a <http://issuu.com/escolamestral/docs/natalia-garcia-tr-web>

HERNÁNDEZ, XAVIER (2011). *Aproximació pràctica al control manual de la imatge digital*. Treball de recerca. Escola Mestral. Premi al VI Fòrum de Treballs de Recerca del Baix Llobregat. Disponible a http://issuu.com/escolamestral/docs/tr_xavihdez?mode=window&backgroundColor=%23222222

HODDINOTT, R. (2006). *Digital macro photography*. Photographers' Institute Press, Castle Place, 166 High street, Lewes, East Sussex, BN71XU (United Kindom). ISBN: 1-86108-452-8.

HUMPHREYS, C. (2011) *Imágenes HDR increíbles*. Digitalfoto. La revista de fotografía digital para aficionados y profesionales. nº126. págs. 32-35.

IGLESIAS, L.M. (2009) *Otra dimensión: primeros planos con gran angular*. Monográfico Imagen de la Naturaleza. Revista Super Foto Digital. Grupo V. Madrid.

LANGFORD, MICHAEL (1992). *Curso rápido de fotografía*. 1a ed. Tursen/Hermann Blume ediciones. Londres. ISBN: 84-87756-40-9.

LANGFORD, MICHAEL (2003). *Fotografía básica*. 7a ed. Editorial Omega Barcelona. 366 pp.

LANGFORD, M., FOX, A. & SWDON, R. (2011). *Fotografía básica*. Guía para fotógrafos (9ª edición). Editorial Omega Barcelona. 464 pp.

MELLADO J.M. (2006) *Fotografía digital de alta calidad*. Photoshop CS2. Artual S.L. Ediciones. Segunda edición. Barcelona. 453 pp.

MELLADO J.M. (2011) *Fotografía de alta calidad*. Técnica y método. Photoshop CS5. Artual S.L. Ediciones. Barcelona. 511 pp.

NAVARRO, F. (2010) *Fotografía de Alto Rango Dinámico*. Ediciones Anaya Multimedia (Grupo Anaya S.A.). Madrid.

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). *Understanding Close-up Photography*. Ediciones Tutor S.A. Madrid.

PETERSON, B. (2009). *Los secretos de la Fotografía de Aproximación*. Ediciones Tutor. ISBN: 978-84-7902-790-2. Printed in Spain, ORYMUS ARTES GRÁFICAS, S.A.

RAMALHO, J^a. (2006). *Fotografía digital*. Ediciones anaya multimedia (Grupo Anaya S.A.). ISBN: 84-415-1951-X. Printed in Spain, Varoprinter S.A.

RUIZ, J.B. (2009) El fotógrafo en la naturaleza. Guía completa para la Era Digital. 2ª Edición. JdeJ Editores. Art Fin Editions. ISBN: 978-84-936304-1-6. 415pp.

SIMÓN, ARIADNA (2009) *Micromons*. Treball de recerca. Escola Mestral. [En línia]. Disponible a Internet: <http://www.escolamestral.net/mestral/tr0910/asimon.pdf>

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>>

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.

DOCUMENT suplementari dels treballs de recerca de 2011-2012 relacionats amb el pati de les tortugues



Rubén Marías Pérez
Sandra Roig Moreno
Clara Peña Flores
Novembre de 2012
Escola Mestral

Pròleg

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

Això, malgrat representa un esforç extra, facilita als alumnes la realització de pràctiques diverses i permet l'existència d'un "fil conductor" de les diferents accions i activitats realitzades al llarg dels anys i sobretot 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 5 o 6 anys, ha coincidit que hi ha un alumne que fa un treball específic de fotografia i és el que té la principal responsabilitat del reportatge fotogràfic de les activitats i sortides realitzades.

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 de Clara Peña).

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 (Clara Peña) 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 Ampliació del sistema d'incubació artificial

A partir dels resultats d'un dels treballs del curs passat s'ha modificat el sistema d'incubació: en lloc de mantenir els ous a temperatura alta per seleccionar el sexe femení durant tot el període d'incubació, aquesta temperatura elevada (32,2°C) s'aplicarà només durant les primeres dues o tres setmanes, per tal d'intentar incrementar el nombre de descendents (treball de Clara Peña).

1.4 Bioinformàtica

En la visita anual de control veterinari de les nostres tortugues al CRARC del 21 d'agost de 2007, l'Albert Martínez va extreure sang de les 4 tortugues adultes de l'escola per un treball del Dr. Carranza (Departament de Biologia Animal de la Facultat de Biologia de la universitat de Barcelona) sobre caracterització genètica de la tortuga mediterrània a Catalunya, basat en l'anàlisi de seqüències d'ADN mitocondrial. S'han recuperat els arxius de dades corresponents a aquestes seqüències i s'han utilitzat per a realitzar un estudi de filogènia evolutiva de les tortugues adultes de l'escola (treball de Rubén Marías).

1.5 Document fotocronològic

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

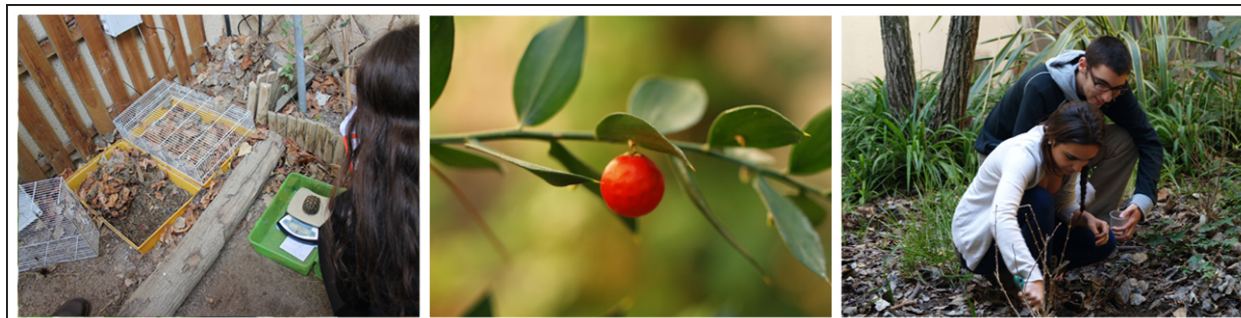
2. CRONOLOGIA DE LES TASQUES PORTADES A TERME AL PATI DE LES TORTUGUES I DE LES VISITES CONJUNTES REALITZADES DURANT EL PERÍODE QUE VA DES DE FEBRER DE 2012 FINS A NOVEMBRE DEL MATEIX ANY

17-02-2012 El Sergio Garcia i el Juanma Jurado ens ensenyen a diferenciar les tortugues i a agafar-les correctament alhora de pesar-les i amidar-les. També ens ensenyen a reconèixer les principals plantes que formen part de la dieta de la tortuga mediterrània.

2-03-2012 Avui és el primer dia que estem tots 3 treballant al pati a l'hora de treball de recerca, fet que en algun moment causa certa expectació en alguns companys i professors.

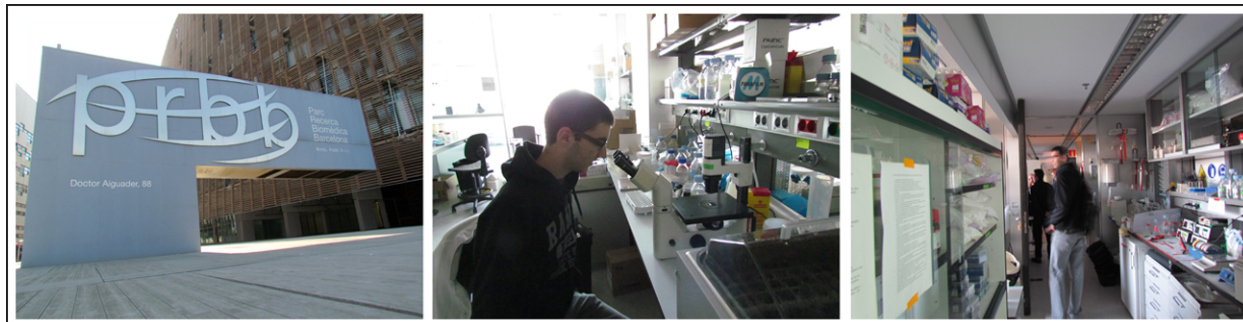


La Clara realitza un control del pes de les tortugues que encara estan hibernant, la Sandra aprofita per començar a practicar amb les càmeres de l'escola fotografiant detalls del pati, i el Rubén i la Clara planten llavors de trèvol i d'alfals amb la intenció que estiguin una mica crescudes quan les tortugues despertin de la seva hibernació.



9-03-2012 Les tortugues més grans ja han despertat de la hibernació i alguna de les petites comença a presentar certa activitat. Suposem que aviat estaran despertes, per això trasplantem alguns exemplars de dent de lleó i plantatge, tant al propi pati (per les tortugues grans) com a l'interior del terrari exterior, que és on aniran les tortugues juvenils mitjanques quan despertin de la hibernació. Aquestes plantes, que són de les més apreciades per part de les tortugues de les que formen part de la seva dieta, les hem agafat de l'hortet de Primària; allí són considerades males herbes. Les tortugues juvenils més petites (d'un o dos anys) quan despertin de la hibernació, aniran a un terrari del laboratori de biologia, que està adaptat per aquests rèptils.

17-03-2012 El Rubén, acompanyat del Marí, fa una visita guiada al CRG (Centre de Regulació Genòmica) del PRBB (Parc de Recerca Biomèdica de Barcelona), on realitzarà la part pràctica del seu Treball de Recerca consistent a elaborar arbres filogenètics de les tortugues adultes de l'escola, aprofitant que fa un cert temps (agost de 2007) l'Albert Martínez del CRARC va extreure sang de les tortugues per un anàlisi genètic a partir de l'ADN mitocondrial que portà a terme el Dr. Salvador Carranza del Departament de Biologia Animal de la Facultat de Biologia. Després de la visita està prevista una entrevista amb la Dra. Marina Marcet, que serà la tutora de pràctiques del Rubén durant la seva estada al CRG.



20-03-2012 Es pesen les tortugues petites que estan hibernant; algunes ja estan mig despertes.

23-03-2012 Ha plogut força els dos dies anteriors. Es tornen a pesar. Notem que, malgrat la pluja, les tortugues que estan hibernant no han recuperat pes. Això està d'acord amb el que havia trobat el Sergio Garcia en el seu treball de recerca del curs passat sobre les variacions de pes de les juvenils durant la hibernació: les tortugues juvenils només tenen capacitat de recuperació de pes en la primera meitat de la hibernació, però no en la segona.

26-03-2012 Totes les tortugues estan despertes i donem per acabat el període d'hibernació, que aquest any (com el passat), també ha estat un èxit, totes les tortugues, incloses les que hibernaven per primera vegada poc temps després de néixer, han sobreviscut al procés. Banyem les tortugues juvenils durant una estona i es pesen abans i després d'ésser mullades. Totes augmenten de pes (les que augmenten en més d'un o dos grams és perquè han begut una mica d'aigua).

03-04-2012 S'han extret fulles mortes del bassal i de la seva vorera. S'han podat dues branques de nespres (que tapaven la vista al bassal des de l'entrada) i diverses fulles de les dues palmeres de Canàries del centre del pati, que feien massa ombra. S'han trasplantat 4 lletsons grans dels voltants de l'escola al pati (zona central i una al terrari exterior) perquè serveixin d'aliment a les tortugues. També s'ha proporcionat un suplement alimentari a totes les tortugues (incloses les petites del terrari del laboratori), consistent en alfals i enciam de diversos tipus, perquè en tinguin tot el període que queda de vacances. S'han introduït 15 exemplars de plantes aquàtiques, procedents del majorista "Aquàtiques Vilassar", corresponents a 5 espècies preexistents que no han superat el fred d'aquest hivern. Les hem situat a la zona menys profunda del bassal (part est), perquè es tracta de plantes aquàtiques semisubmergides i només han de tenir una part dintre l'aigua. En concret, les espècies són les següents: Cues de cavall (*Equisetum* sp.), pontederia (*Pontederia cordata*), papirs (*Cyperus papyrus* i *Cyperus alternifolius*) i liris d'aigua (*Iris pseudocorus*). Observacions varies: Algunes plantes d'aquestes espècies estaven rebrotant (*Iris*, *Equisetum*), però del que hi ha una gran quantitat és de la planta aquàtica submergida Elodea (*Elodea canariensis*), una planta molt important pel bassal pel seu efecte oxigenant. També hem vist que l'arribada de la primavera es comença a notar al pati: al bassal han començat a aparèixer les algues verdes filamentoses al voltant del brollador (n'hem tret una part), els arbres caducifolis comencen a rebrotar i els perennifolis ja presenten els brots nous de color més clar. Malgrat tot, també hi ha algunes plantes de floració tardana, com una ben florida flor d'hivern (*Helleborus*, sp), que la Sandra s'ha encarregat de fotografiar. Algunes enfiladisses comencen a rebrotar, però les que tenen l'arrel al lloc aixoplugat del pati (no els hi arriba la pluja directa) estan molt seques perquè hi ha un problema amb el reg general de l'escola (avui les hem regat a fons). Aquestes enfiladisses agafen les seves branques a la paret amb petites ventoses, recreant formes geomètriques.



27-04-2012 Realitzem un buidatge de les dades dels enregistradors electrònics *Escort* (T3, T4 i H4 *iLog*) i els programem per utilitzar en les incubadores. Preparem les dues incubadores, la primera amb una temperatura de 32.2 °C i la segona amb una temperatura més baixa per tal d'intentar incrementar el nombre de naixements, al temps que es manté la selecció de sexe femení (més detalls en el treball de la Clara Peña). Ensenyem a diferenciar i a manipular les tortugues a la Sara Congost i la Mireia Duran, alumnes de 2n d'ESO que fan el treball de "Petites investigacions" sobre les tortugues. Un altre alumne de 2n, Quim Agell, el fa sobre les salamandres.



18-05-2012 Observem que la femella gran està intentant fer el niu, per tant cal tenir a punt les caixes d'hibernació amb vermiculita (proporció 4:1; vermiculita:aigua) pels ous. Aquestes caixes, amb alguns forats laterals, s'introdueixen a l'interior de les incubadores. Ens hi ajuden la Sara i la Mireia.



22-05-2012 Trobem la primera posta de la temporada, de 5 ous, els traiem amb molta cura, marcant prèviament una creu a la zona apical amb un llapis. Després, al laboratori, els rentem i hi escrivim la data i un número i els posem a la incubadora 1, que havíem prèviament ajustat a la temperatura desitjada (32.2 °C).

24-05-2012 La temperatura de la incubadora 1 ha arribat als 32,8°C i la reajustem a la baixa. No volem que s'arribi als 33°C, ja que és perillós (més informació en el treball de la Clara Peña).

30-05-2012 La temperatura de la incubadora 1 després de dos dies marcant una temperatura ideal, ha tornat a pujar més del compte (creiem que s'ha tocat la rodeta del termòstat accidentalment) i la tornem a reajustar a la baixa, i obrim la tapa de la incubadora perquè la temperatura baixi més ràpidament.



31-05-2012 Trobem la segona posta al pati, aquesta es de la tortuga mitjana i es de 3 ous. També l'ha fet a la mateixa zona del pati que l'anterior. Juntament amb altres companys de biologia, comencem a preparar l'examen de VISUM per 3r d'ESO. La Sandra fa tot un muntatge per fotografiar les bombolles d'oxigen que es desprenen de la planta aquàtica *Elodea* (més informació en el treball de la Sandra Roig).



5-06-2012 Fem el canvi d'incubadora de la primera posta ja que han passat els primers 15 dies. Juntament amb els altres companys de biologia, preparem (de fet començarem ahir de tarda) l'examen de VISUM per 3r d'ESO, que és aquesta tarda. Participem en l'organització, la vigilància i la correcció de la prova. Avui mateix hem alliberat (a l'altra costat de la riera de la Salut) la serp verda (*Malpolon monspesulanus*) que abans d'ahir havia entrat a la cuina i el Marí la va agafar i ha format part del VISUM.



15-06-2012 Fem el mateix que vam fer dies enrere amb la primera posta, i mirem que les temperatures no hagin variat i estigui tot correcte.

22-06-2012 Trobem la tercera posta. De fet hem vist com posava els ous la femella petita, observem que hi ha 5 ous, un d'ells té un cop (segurament provocat per una petita pedra) i el col·loquem separat a la incubadora, que marca al voltant dels 32,2°C sense gaires variacions.

28-06-2012 Visita al CSIC on hem quedat (Rubén i Marí) amb el Dr. Salvador Carranza per acabar de concretar petits detalls de les seqüències d'ADN de les tortugues de l'escola i comentar diversos aspectes del treball de recerca i dels arbres filogenètics. Al final, el Salvador ha lliurat (en un *Pendrive*) al Rubén les seqüències d'ADN (més informació en el treball del Rubén Marías).



29-06-2012 Col·loquem unes fustes a la zona de les enfiladisses per tal de protegir la paret i així no haver-la de tornar a pintar, ja que la humitat fa saltar la pintura. Ens hi ajuden la Gisela Barreto i l'Alba López, que també han pujat a l'escola pel seu treball de recerca (amb el Joan



Serrat).

Avui també aprofitem per revisar la vegetació gran (arbres). El Marí poda algunes branques dels arbres més grans i talla dos nesprers (n'hi ha molts i fan molta ombra). Abans d'aquesta acció hem de localitzar les tortugues per posar-les en lloc segur; ens hi ajuda el Marcel, el fill del Joan Serrat. Traslladem les branques i els arbres tallats on ens indica el Pol, l'encarregat de manteniment.



04-07-12 A l'hora de pati del matí veiem com la tortuga gran fa niu a la zona que dóna al menjador. A la tarda trobem la quarta posta (al mateix lloc del pati que havíem vist el matí), constituïda per 5 ous, ben grans i tots sencers. Com en el cas de les postes anteriors, marquem amb llapis la posició dels l'ous en el niu, els rentem amb aigua, els retolem, els pesem i els introduïm a la incubadora, després de preparar la vermiculita per aquesta nova posta (la incubadora 1 s'ha quedat oberta una bona estona i ens hem adonat que a la segona incubadora la temperatura havia pujat; s'havia mogut accidentalment el termòstat i l'hem tornat a deixar al seu lloc). Afegim una mica d'aigua a les dues incubadores (es mulla una mica el fons i s'omple el recipient). Netegem els vidres dels aquaris i terraris. Trasplantem una sèrie de plantes del voltant de l'escola al pati de les tortugues.

05-07-2012 Avui han vingut a l'escola el Sr. Xavier Duran, director del programa "El Medi ambient" de TV3, acompanyat d'un càmera, per gravar un programa sobre el pati de les tortugues i la recerca que es fa a l'escola sobre la tortuga mediterrània. Els encarregats d'ensenyar el pati, les tortugues, les incubadores, els enregistradors electrònics i altres detalls, hem estat la Clara Peña i la Sandra Roig (el Rubén Marías no ha pogut assistir-hi perquè li coincideix amb l'estada de pràctiques al CRG) i dos alumnes que realitzaren el treball de recerca sobre les tortugues el curs passat, Sergio Garcia i Juan Maria Jurado. Han estat unes dues hores gravant i fent-nos moltes preguntes. Primer han pujat al terrat de l'escola, des d'on han agafat una panoràmica general del pati i després ens han filmat a dins del pati fent alguna de les activitats habituals (pesant les tortugues, fent macrofotografia...).



Després de fer una llarga entrevista al nostre tutor, hem anat a l'ordinador del laboratori de fotografia i el Sergio els ha mostrat com descarregàvem les dades dels enregistradors electrònics *Escort* i s'elaboraven les gràfiques amb el programa *Escort Console Pro*, després hem passat al laboratori de biologia on hem ensenyat les incubadores i hem explicat el control que fem de la temperatura per obtenir femelles i el terrari interior on mantenim les cries durant un temps. També s'han interessat pels embrions que no havien arribat a néixer i que tenim guardats en formol a la zona de necroconservació del laboratori i han entrevistat al Juan Maria (exalumne que acaba de matricular-se a Veterinària). Abans de marxar, el Xavier Duran ens ha dit hauran de fer una bona retallada de tot el que han gravat perquè el programa (que sortirà al setembre) només pot tenir una durada de 3 minuts, com els altres programes de la sèrie.



10-07-2012 S'han canviat les làmpares UV de l'aparell antimosquits i s'ha aprofitat per fer-ne una neteja a fons. S'ha tornat a col·locar l'aparell a la cantonada NE del pati de les tortugues.



11-07-2012 Hem canviat el fluorescent del terrari interior situat al laboratori de biologia. És un fluorescent especial per rèptils amb un percentatge (5%) de radiació ultraviolada, necessària per aquests animals quan no els hi arriba directament la llum del Sol. Aquests fluorescents van perdent efectivitat amb el temps i s'han de canviar cada 2 anys. La Sandra ha practicat aspectes tècnics de macrofotografia.



Al bassal del pati de les tortugues ha aparegut una planta flotant nova, de color verd clar. Fent servir guies de camp del laboratori l'hem identificat com *Riccia fluitans*, una hepàtica del grup dels Briòfits (més informació en el treball de la Sandra).



Hem fet un control de pes de les tortugues i al veure que les tortugues del terrari exterior han baixat una mica de pes decidim començar l'administració de l'antiparasitari que s'aconsella fer anualment. Calculem la dosi en funció del pes de cada individu i els hi administrem la primera aplicació del tractament (s'ha de repetir al cap d'uns 15 dies).



13-07-12 Introduïm alguns exemplars de plantes crasses (*Sedum sediforme*) procedents del Garraf al pati de les tortugues (més informació en el treball de la Clara Peña).



17-07-12 Avui fem una sortida al Parc natural del Montseny. Ens hi acompanya, la Clara Vila, una companya que també fa l'assignatura de biologia i que estava molt interessada en venir. El principal objectiu d'aquesta sortida és el de treballar la fotografia biològica en un indret natural. Portem 4 càmeres rèflex de l'escola, dues amb objectiu macro (un de curt i un de llarg), una amb objectiu zoom gran angular extrem i una amb un objectiu zoom de recorregut normal (de gran angular a teleobjectiu curt). Malgrat és una sortida encaminada principalment al treball de recerca de fotografia de la Sandra Roig, el Marí ens explica el funcionament de les diferents càmeres i tots les fem servir. Pujant per la carretera de Sant Celoni a Santa Fe hem sentit per la ràdio que la policia estava buscant un noi que s'havia perdut durant la nit per la zona de Santa Fe (el nostre destí era precisament la fageda de Santa Fe). Quan hem arribat a l'altura del lloc, ho hem vist tot ple de mossos i no ens hem aturat (hem pensat que seria preferible tornar-hi més tard), hem continuat per la carretera fins arribar a San Marçal, que és un indret molt més obert, sense bosc. Allí hem començat les nostres pràctiques de fotografia biològica d'aproximació. Hem vist i fotografiat moltíssims insectes, sobretot papallones i diversos tipus de llagostes i bastantes plantes en plena floració.



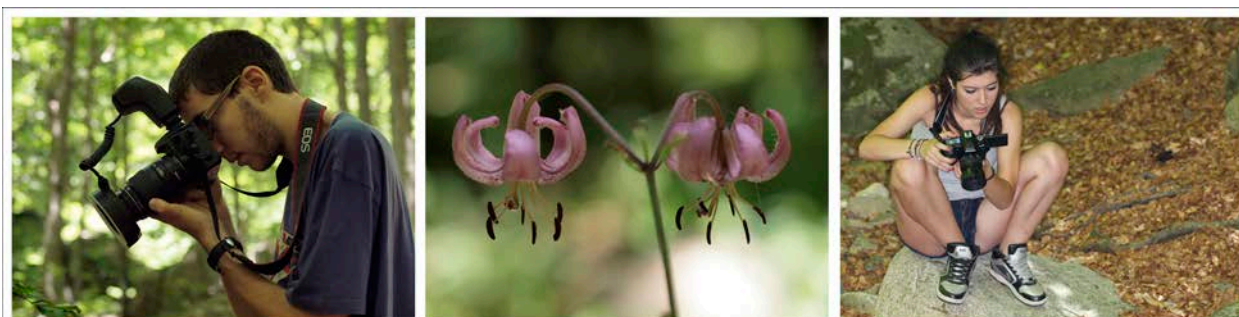
A part de fotografia també aprenguérem a observar els tipus de bosc a distància i a interpretar les diferents tonalitats de verds (més clar en arbres caducifolis i més fosc en perennifolis).



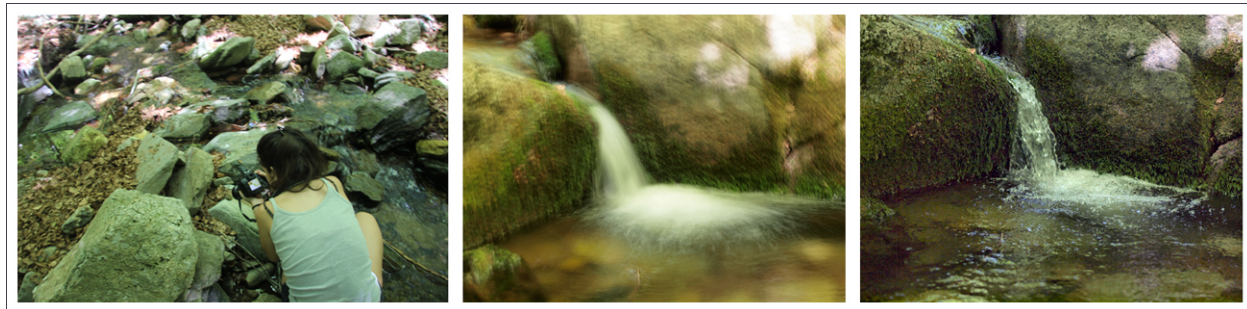
Al cap d'una hora, aproximadament, agafem el cotxe i tornem cap a Santa Fe. Ja no hi veiem policia. Agafem les càmeres, un flaix anular, un trípode i alguns recipients transparents i ens endinsem en la foscor de la fageda i anem baixant fins arribar a un petit rierol.



Tots fem fotografies amb les diferents càmeres, però el Rubén s'ha enamorat del macro Canon amb flaix anular i no para de fer fotos; la Sandra està una mica mosca perquè acaba de comprovar que moltes de les fotos que ha fet (sense flaix) surten mogudes.



La Sandra acaba muntant el trípode per fer alguna pràctica amb la velocitat d'obturació d'una petita cascada del rierol.



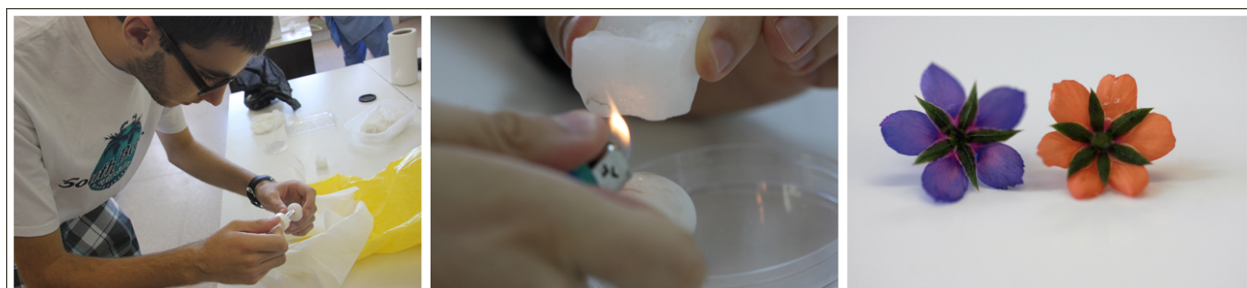
Troblem moltes larves de tricòpters, ous de tritó, alguns bolets i una granota realment petita. Ens aturem per dinar i després anem caminant fins l'embassament de Santa Fe, on el curs passat el Sergio García va caure a l'aigua.



De tornada cap on era el cotxe ens trobem amb un escurçó que passa pel nostre costat. De fet, ens adonem de la seva presència pel soroll perquè xiula (bufa) de forma intermitent mentre es mou paral·lelament a nosaltres, fins que ha entrat en un cau. Té un dibuix molt marcat i la cua ben diferenciada, però no li hem pogut veure bé el cap (Al cap d'uns dies enviarem la descripció i una foto una mica moguda, però que permet apreciar el dibuix en ziga-zaga, a Joaquim Soler del CRARC; ens va respondre que, efectivament, es podria tractar d'un escurçó europeu (*Vipera aspis*)).

Finalment, agafem bastanta quantitat de plantatge de fulla ampla (*Plantago major*) per trasplantar al pati de les tortugues i tornem cap a Sant Feliu.

19-07-2012 Renovació de la vermiculita al contenidor dels ous del 22-06-2012 i segellament d'un ou que presentava esquerdes utilitzant Cristalmina i parafina. També hem trobat una varietat estranya d'*Anagallis arvensis* al pati de l'escola que presentava 6 pètals i 6 sèpals en comptes de 5 com és normal, ja que és una planta típicament pentàmera (5 pètals, 5 sèpals, 5 estams i 5 carpels). El Rubén ha triat aquesta espècie per fer un dels exercicis pràctics del treball de vacances de Biologia (fórmula floral).



24-07-2012 S'han comptat els escuts dels embrions (avançats) de les tortugues que no havien arribat a néixer per una temperatura insuficient al pati de les tortugues, recollits en anys anteriors i conservats en un pot amb formol. Es tractava de comprovar si també hi havia anomalies numèriques dels escuts com passa amb temperatures elevades (més detalls en el treball de la Clara). També s'han extret tota una sèrie de males herbes de la parcel·la de

batxillerat. Sobretot s'han arrencat els exemplars de xereix aferradís (*Setaria verticillata*), una planta molt invasiva que havia donat seriosos problemes en anys anteriors.



Avui també hem administrat el segon tractament d'antiparasitari a totes les tortugues, les 3 adultes del pati de les tortugues, les 7 juvenils mitjanes del terrari exterior i les 5 juvenils petites del terrari interior.

S'han buidat les dades dels enregistradors electrònics (Datalogger Escort iLog) de les dues incubadores, els T3 i T4 de doble sonda de temperatura i el termohigròmetre H4 (més informació en el treball de la Clara Peña).

26-07-2012 S'ha realitzat una revisió exhaustiva de l'estat dels ous de les incubadores. De la posta nº1 (22/05/2012) de 5 ous, n'hem trobat un d'esquerdat i s'ha segellat amb parafina; n'hi ha dos que tenen bon aspecte i creiem que poden eclosionar aviat (ja s'ha superat els 60 dies d'incubació), els altres tres són una mica foscos i tenim dubtes de que progressin correctament. De la posta 2 (31/05/2012), hem observat dues mosques a l'interior de la caixa d'incubació i hem comprovat que el responsable era un dels ous, d'aspecte fosc i poc pes, que hem acabat llançant; dels dos ous restants, un té molt bon aspecte i l'altre és una mica fosc. De la posta nº3, de 5 ous (4 + 1 ous, un de separat perquè presentava una esquerdada des de la posta), l'ou separat tenia com una petita cavitat oberta que hem omplert de parafina; els altres 3 (un ja s'havia llençat el dia 19 de juliol) tenen una esquerdada cada un, que està segellada amb parafina; l'aspecte dels ous és bo, però desconexim l'efecte que puguin tenir les esquerdes observades sobre el desenvolupament de l'embrió. També desconexim les causes d'aquestes esquerdes; ho consultarem amb Joaquim Soler el dia de la visita al CRARC (proper 8 d'agost). Finalment, la posta nº4 (04/07/2012), de 5 ous grans, la meitat no enterrada de cada ou té bon aspecte, però l'enterrada té un aspecte més fosc, tirant a beix. La vermiculita (que en aquest cas és de gra més fi), està força enganxada i una mica endurida, potser estava massa humida (més detalls en el treball de la Clara).

Avui també hem intentat arreglar el reg gota-gota del pati de les tortugues (no hi arribava aigua), aprofitant que s'ha canviat el sistema de reg de l'escola, al que va connectat. El Marí i un tècnic del reg han posat el reg en manual per poder detectar possibles fugues en el trajecte; s'han trobat dues fugues, que s'han arreglat, però continuava sense arribar aigua al pati de les tortugues. Aleshores hem seguit una vegada més tot el recorregut dels tubs i hem descobert que el tub de reg d'entrada al pati de les tortugues, situat al pati de Parvulari, estava doblegat (escanyat) a nivell d'un suport de ferro que el fixava. Hem deslliurat el tub del ferro de suport i hem comprovat que l'aigua arribava bé al pati de les tortugues (el tècnic demà hi posarà un colze perquè no torni a passar).



28-07-2012 Neix la primera tortuga de la posta nº1. Pesa 12,6 g i té molt bon aspecte. Sembla ser, però (s'haurà de confirmar més endavant) que la primera placa vertebral i la placa nual estan dividides verticalment de forma simètrica).



30-07-2012 Neix la segona tortuga de la posta nº2. Pesa només 10,6 g però té molt bon aspecte. Presenta una duplicació de la 4ª placa vertebral.



31-07-2012 Fem una sortida a diversos centres de floricultura del Maresme (El Nou Garden de Cabrera de Mar, Els hivernacles Navarro de Vilassar de Dalt i els hivernacles de plantes aquàtiques (Aquàtiques Vilassar de Vilassar de Mar). Ens hi acompanyen la Maria Villa i la Carlota Mora, dues companyes del curs. El principal objectiu d'aquesta sortida és el de practicar la fotografia científica, especialment la macrofotografia amb diverses tècniques i càmeres que hem agafat de l'escola. Un dels projectes consistia en fer la mateixa fotografia (amb un mateix enquadrament) fent servir una càmera compacta i una rèflex, tant amb gran



angular com macro (més informació en el treball de la Sandra Roig).

El lloc que més temps hem estat ha sigut a les instal·lacions d'Aquàtiques Vilassar, on la sandra ha fet un munt de fotos. Després, el propietari ens ha ensenyat els estabularis on crien animals per diverses empreses.



Acabem a quarts de dues, i abans de tornar a Sant Feliu fem un aperitiu a Ca l'Espinaler de Vilassar de Mar.



08-08-2012 S'ha realitzat la visita anual al CRARC, però amb una novetat important. Aquest any cap dels tres que fem el treball de recerca del projecte del pati de les tortugues hi hem pogut anar; el Rubén Marías perquè està tot el mes d'agost en un laboratori d'Alemanya fent la segona estada de Joves i Ciència E2C3, la Clara Peña i la Sandra Roig, perquè els hi ha coincidit amb la única setmana del període de vacances que estan de viatge amb la família. Però ens han pogut substituir el Juan Maria Jurado i el Sergio García del curs passat, que han aprofitat per entregar una còpia dels seus treballs de recerca a Joaquim Soler i Albert Martínez. Nosaltres els hi vàrem explicar els aspectes que volíem comentar al Joaquim i a l'Albert perquè els hi fessin arribar. **(La resta d'aquesta explicació, que inclou la visita, l'han fet el Juanma i el Sergio)**. Mentre esperàvem que l'Albert ens avisés per entrar al laboratori amb les tortugues, hem estat una bona estona amb el Joaquim durant la qual s'han intercanviat arxius (el Marí li ha entregat un pendrive amb les fotos originals i l'última correcció d'un article que estan preparant d'osteocronologia de la tortuga mediterrània amb uns exalumnes de l'escola, i el Joaquim li ha copiat al pen un parell d'articles sobre hibridacions intraespecífiques en *Testudo hermanni*), s'ha parlat de la gran quantitat d'ous esquerdats aquest any a l'escola (segons el Joaquim és un problema de massa o de massa poca HR), s'ha comentat que un dels resultats del treball de la Clara sobre duplicacions d'escuts i temperatura sembla indicar que a temperatures més baixes el nombre d'escuts no disminueix, sinó que més aviat tendeix a augmentar, com amb temperatures elevades, al menys en les tortugues estudiades a l'escola, embrions que no arribaren a néixer per temperatura massa baixa; També s'ha comentat que s'ha trobat un error en un dibuix que s'utilitzava de referència per el nombre de plaques (i que inicialment va semblar que hi havia més duplicacions). El Joaquim ens ha proposat que aquest any podríem alliberar les nostres tortugues al Montsant, enlloc de fer-ho al Garraf (així coneixerem els dos indrets; hem quedat que ens avisarà amb temps). El Marí li ha preguntat què fem amb la tortuga B1, la que sembla que pot ser un híbrid entre *T.hh* i *T.h boetgeri*. Com aquesta tortuga és la que ens va proporcionar el CRARC a través d'un criador (no és nascuda a l'escola), el Joaquim ens ha dit que intentem posar-nos en contacte amb ell perquè ens envii una foto dorsiventral i ventrodorsal dels pares; depenent d'aquests resultats es podrà optar per l'alliberament o bé col·locar-la amb les híbrides del CRARC. També li hem comentat al Quim que les nostres tortugues reproductores fan molts intents per fer el niu (ho fan en un terreny dur que té pedres i arrels que ho dificulten) i li hem demanat quin material hi podríem posar en aquesta zona. Ens ha contestat que sauló, perquè s'endureix fàcilment amb les primeres pluges, però després resulta també fàcil de foradar per les tortugues.



Després hem dedicat una estona a observar els animals i a fer algunes fotos. Finalment ens avisen que l'Albert ja ens estava esperant per començar la sessió de pràctiques amb les nostres tortugues. D'aspecte les ha trobat molt bé i anava a procedir a aplicar l'antiparasitari però li hem dit que ja els hi havíem administrat les dues dosis (a totes, grans i petites). De manera que l'Albert ha pensat que podríem fer una altra pràctica: utilitzar el nou aparell d'ecografia per intentar visualitzar si hi ha algun ou encara per posar, perquè l'hem informat que cada tortuga femella adulta havia fet dues postes i que una d'elles, la mitjana, potser encara en faria una altra. L'Albert ha explicat als joves veterinaris com es realitzava el procés ecogràfic i ha ensenyat que la mitjana tenia fol·licles ben visibles (ous en formació), mentre que en la gran no s'apreciaven i que si en tenia havien de ser molt incipients (l'Albert ens enviarà les fotos per correu electrònic).



El Marí ha trucat a la Berta Ollé perquè demanés al seu pare que fes les fotos dels progenitors de la B1. S'han deixat les tortugues a l'escola amb força menjar; el dilluns el Pol els hi posarà el menjar que s'ha deixat a la nevera del laboratori.

22-08-2012 Entre el 17 i el 22 d'agost han nascut 4 tortugues, corresponents als 4 ous de la 3a posta, de la tortuga 6218. S'observa alguna irregularitat en les plaques en dues tortugues. La Berta Ollé ha enviat les fotos sol·licitades al Marí i ell les ha reenviat al Joaquim Soler del CRARC perquè en faci el diagnòstic i poder aclarir si la tortuga B1 és un híbrid o no (més



informació en el treball de la Clara Peña).

S'afegeix aigua al bassal, que estava una mica baix, i es fa una regada a consciència, ja que el reg no acaba de funcionar. Es buida al bassal el contingut (insectes morts per dessecació) de l'aparell d'antimosquits del pati (feia més d'un mes que no es buidava i n'hi havia molts).

31-08-2012 Neix la primera tortuga de la 4a posta (corresponent a la tortuga més gran). Presenta la 4a placa vertebral duplicada. És el naixement nº 7 de la temporada.

01-09-2012 Neixen dues tortugues més, també de la 4a posta. En total han nascut 9 tortugues fins ara. Aquestes dues tortugues són relativament molt grans (uns 14 g al néixer). També presenten alguna irregularitat a les plaques (més informació en el treball de la Clara Peña).



05-09-2012 El Marí ha portat 4 sacs de sauló procedent directament del granit meteoritzat d'un dels nombrosos indrets de les muntanyes de la serralada litoral del Maresme, on especialment abundant aquest material. El Sergio Garcia ha ajudat a baixar els sacs (uns 250 kg en total) al pati de les tortugues. Aquest sauló va destinat a facilitar la posta dels ous a les tortugues adultes del pati.



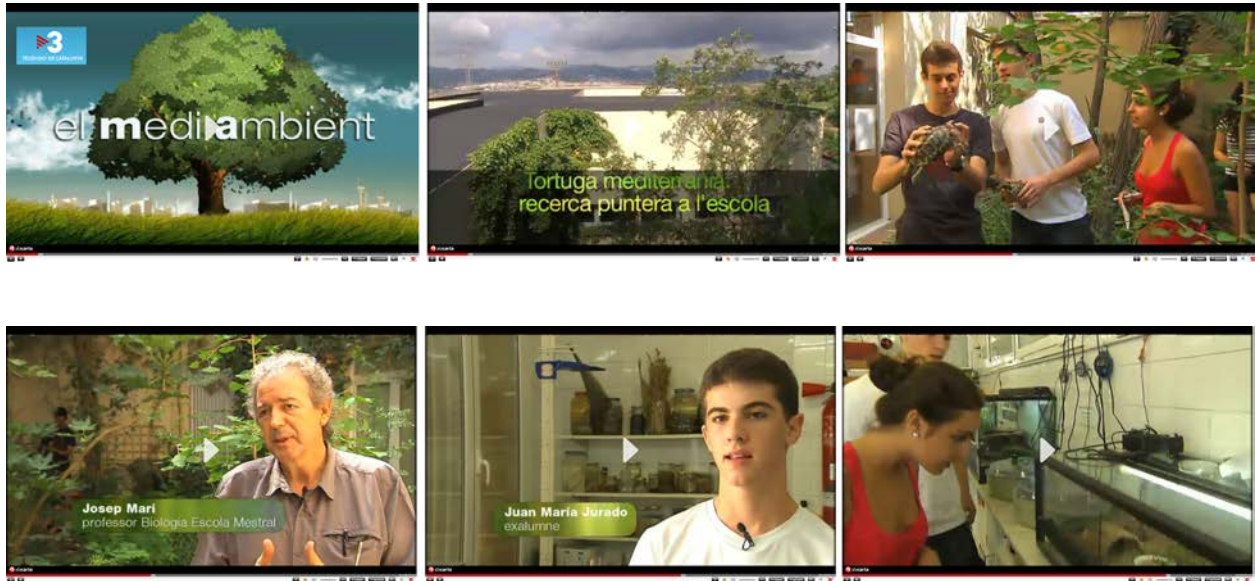
06-09-2012 Cavem una franja allargada d'uns 3 m x 0,7 m i d'uns 25 cm de profunditat, a la zona del pati on hem comprovat que les tortugues intenten (sense massa èxit) fer niu per pondre els ous durant els últims anys, per tal d'extreure la terra (amb pedres), tallar les nombroses arrels i poder-ho reomplir amb el sauló, que és –segons Joaquim Soler del CRARC– el millor substrat perquè les tortugues facin el forat i posin els ous (més informació en el treball de la Clara Peña). La terra extreta la distribuïm a diversos indrets del mateix pati de les tortugues.



07-09-2012 Afegim 4 sacs més de sauló (de la mateixa procedència que els anteriors) a la zona de postes. El Marí talla dos nespers del Japó (feien massa ombra) i 3 branques grans de robínia que tocaven la paret. Traiem els arbres i l'excés de fullaraca del pati. També acabem d'aplanar la terra que vam extreure de la zona de posta. Es comença el tractament amb antibiòtic ocular (Gentadexa; receptat per l'Albert Martínez-Silvestre del CRARC) a les tortugues mitjanes que presenten inflamació ocular (més informació en el treball de la Clara Peña).

10-09-2012 Observem un fet molt curiós, la tortuga gran està fent niu a la nova zona de postes, quan el període de posta acaba al juliol (més informació en el treball de la Clara Peña).

18-09-2012 Avui hem sortit en el programa "El medi ambient" de TV3. Aquest programa, com ja hem dit més amunt, es va gravar al juliol (05/07/2012). La veritat és que ha quedat molt bé i ens ha fet molta il·lusió!



21-09-2012 Avui és el primer dia que dos nous alumnes de 2n d'ESO (Cloe Cortina i Xavier Garcia) comencen el seu treball de *Petites investigacions* sobre les tortugues, de manera que hem dedicat una bona estona a explicar com s'agafen correctament, els codis de marcatge per identificar-les, pesar-les, alimentar-les, etc. Ens han ajudat en aquesta tasca les dues alumnes de 3r d'ESO que havien fet el treball el curs passat (Sara Congost i Mireia Duran); també s'hi ha incorporat el seu company Quim Agell (que va fer el seu treball sobre els amfibis) per comprovar si l'aquaterari (on hi ha les salamandres i la reineta) es manté en bones condicions. A continuació hem fet la dissecció dels ous que no havien eclosionat, per tal de comprovar si hi havia algun embrió a mig desenvolupar en el que hi poguéssim distingir possibles anomalies a



les plaques. Cal dir que aquesta pràctica l'hem fet amb les finestres del laboratori ben obertes...

Finalment, hem pogut trobar algun embrió a mig desenvolupar (els resultats es presenten en el TR de la Clara Peña), però també un ou ben podrit que li ha explotat a la Sandra en intentar-lo obrir; la flaire d'àcid sulfhídric, tot sortint per la finestra exterior, ha arribat a la classe de 4t d'ESO (que està en el 3r pis).



24-09-2012 Avui hem buidat el recipient de la trampa antimosquits, abocant el contingut al bassal (pels peixos), però amb una bona sorpresa. A dins hi havia un dragó, que ha saltat per sobre l'aigua i les pedres a gran velocitat. No sabem com pot haver-hi entrat, perquè el ventilador està permanentment en marxa. Potser aprofitant un tall de llum. Que s'hagi sentit atret és lògic, perquè sempre hi ha insectes al voltant de l'aparell i també volant a l'interior.



10-10-2012 La Clara necessita comprovar si les tortugues adultes presenten alguna duplicació dels escuts de la caparassa i la Sandra fa les fotos. Descobrim que el mascle presenta dues duplicacions (més informació en el TR de la Clara Peña).



El mateix dia (per la tarda) el Marí no acaba de veure clar el tema de les infeccions als ulls d'algunes de les tortugues juvenils perquè, malgrat han millorat després de l'aplicació d'antibiòtic que els ha administrat la Clara durant 10 dies, no acaben d'estar del tot bé i vol que estiguin en bones condicions per la data d'alliberament. Per això les porta al CRARC, perquè l'Albert els hi doni un cop d'ull i els hi administri vitamina A.



L'Albert ha trobat que, malgrat el problema dels ulls (que s'acabarà de solucionar amb l'administració de vitamina A), les tortugues tenen molt bon aspecte i que estan prou bé i fortes per l'alliberament.

30-10-2012 Han començat a caure al bassal les fulles de les plantes enfiladisses caducifòlies. En traiem una part amb els salabres i algunes les posem al terrari exterior perquè els dies de més fred, abans de la hibernació, les tortugues juvenils s'hi puguin amagar a sota.



25-10-2012 El Rubén vol fer unes fotografies a les tortugues adultes per posar a la portada del seu treball i com diu que la imatge de les tortugues no serà en color, les mullem per tal d'augmentar el contrast.



06-11-2012 La Sandra fa les fotos de les 6 tortugues que s'alliberaran aquest any. Aquestes fotografies (de caparassa i plastró de cada una) és una norma per totes les tortugues que s'alliberen al Montsant (més informació en el treball de la Clara Peña).

07-11-2012 Avui hem començat a marcar les 6 tortugues que alliberarem a la serra del Montsant amb el codi del CRARC que ens ha proporcionat el Joaquim. Hi hem dedicat una part de l'hora de classe de biologia i ens hi han ajudat alguns companys, especialment l'Eudald Mas, que s'ha interessat molt per aquest tema. A una tortuga li ha sortit una mica de sang i dos companys, El Marçal Fortuny i el Rubén Marías han fet una preparació microscòpica (frotis amb tinció ràpida de Grifols) i ho han mostrat en la pantalla gran de l'ordinador que està connectat al microscopi. Tots hem pogut observar els eritròcits nucleats (a diferència dels nostres, que no tenen nucli) de sang de tortuga. Ens han quedat per marcar la meitat de les tortugues.



08-11-2012 Acabem de marcar les tortugues. Ens hi ajuda el Sergio, que té experiència del curs passat.



Mentrestant la Sandra ha anat a fer unes fotos que li han demanat dels projectes que han construït l'Albert Ferraz i el Pau Tortras i que quedaran col·locats en un indret del pati, a prop de l'aula d'arqueologia. La Sandra també ha aprofitat per fer unes proves amb el filtre polaritzador i ha descobert que el polaritzador no elimina els reflexos metàl·lics, com els de la pantalla parabòlica del captador solar, o el paper d'alumini, i tampoc els reflexos especulars d'un làser disc (és com un CD o DVD però amb les mides d'un disc de vinil dels grans).



09-11-2012 Hem de començar a preparar les caixes de protecció (de possibles depredadors) on hibernaran les tortugues juvenils que situarem al pati de les tortugues. El substrat on poden enterrar-se les tortugues a voluntat és una barreja de fulles "de tardor", herba seca (que s'ha de tallar) i terra. Ens hi ajuden alumnes de petites investigacions de 2n d'ESO.



12-11-2012 La Sandra ha de repetir unes proves amb el filtre polaritzador perquè les anteriors, sobretot les del bassal del pati de les tortugues, no havien sortit prou bé (era tard i estava massa fosc). Avui fa molt bon dia i arriba prou llum al bassal, sobretot a partir de les 12:00h del



matí.

La Sandra ha comentat que mentre feia les fotos del bassal s'ha adonat d'un fet curiós: hi havia una diferència molt apreciable entre la velocitat de l'obturador quan es treien els reflexes i quan no; quan s'eliminaven (fent girar la rodeta del polaritzador) la velocitat era més lenta (amb un "cla-clac" més distanciat) que quan es feia la fotografia amb la posició del polaritzador per no eliminar-los, malgrat pel visor rèflex de la càmera es veien les dues escenes igualment il·luminades. Ens ha explicat que això és lògic, ja que el filtre precisament treu llum i la càmera ha de tenir l'obturador més temps obert per compensar, però que li havia sobtat poder-ho diferenciar pel so de l'obturador.

13-11-2012 Entrega "oficial" dels nostres treballs de recerca. Adjuntem una còpia de les tres portades.



El document fotocronològic l'allargarem fins el dia de l'alliberament (24 de novembre). A part, com en anys anteriors, continuarem portant a terme les tasques de manteniment (com els preparatius per la hibernació, per exemple) fins que uns altres alumnes de batxillerat agafin el relleu, però també tenim una ajuda important amb els alumnes de petites investigacions de 2n d'ESO d'aquest curs (Cloe Cortina i Xavier Garcia) i del curs passat (Sara Congost i Mireia Duran de 3r d'ESO) i alguns altres que s'hi apunten.

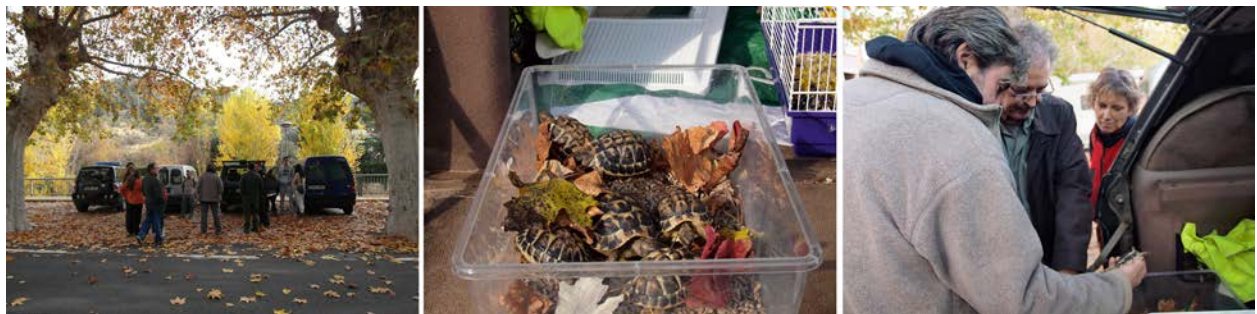
16-11-2012 La humitat del laboratori és baixa (ho hem comprovat amb el fet que les fulles que havíem posat fa uns dies a les caixes d'incubació estaven molt resseques). Hem banyat les nou tortugues petites i hem afegit terra a les caixes d'incubació, que ja han quedat a punt per portar



al pati de les tortugues.

22-11-2012 El Marí rep dos missatges del CRARC, un de Joaquim Soler perquè li enviem les fotografies (caparassa i plastró) de les tortugues que alliberarem i per acabar de concretar l'hora i el lloc de trobada per l'alliberament; i un missatge de l'Albert Martínez, notificant que l'article "[Aportaciones al estudio osteocronológico en un ejemplar de Testudo hermanni](#)" per la revista "Boletín de la Asociación Española de Herpetología) havia estat acceptat.

24-11-2012 Avui és el dia de l'alliberament de les tortugues. Aquest any l'escola participa en l'alliberament al Montsant, ja que el curs passat ho va fer en el del Garraf. Hem sortit de l'escola a les 8:30h amb dos "transporters" al maleter del 4x4 del Marí, un amb les 6 tortugues que alliberarem i l'altre amb 3 tortugues que donarem al Joaquim Soler perquè les tinguin al CRARC (de manera que a l'escola ens quedarem les 3 tortugues adultes i les més joves, les 9 d'aquest any i les 3 de l'anterior). Hem quedat per trobar-nos a Margalef de Montsant a les 11h del matí. Quan hem arribat al punt de trobada, ens hem quedat molt sorpresos de la "mobilització" de gent i recursos. Hi havia el director del CRARC, Joaquim Soler, la directora del Parc natural del Montsant, guardes forestals i diversos criadors autoritzats. Mentre esperàvem que acabés d'arribar la gent, el Marí li ha preguntat al Joaquim per el sexe de les 6 tortugues. El Joaquim ha considerat que tres eren femelles amb seguretat i que les tres restants també ho semblaven, però que encara eren massa petites per poder-ho assegurar.



L'alliberament s'ha de fer en un indret no divulgat i de difícil accés, per això hem fet un llarg trajecte en 4x4 i després hem continuat el trajecte a peu, portant les caixes amb les tortugues entre tots els assistents. El trajecte a peu ha estat una autèntica aventura, perquè hem hagut de travessar un riu (fent cadena per passar primer les tortugues).



Després de travessar el riu hem continuat una bona estona més fins que hem arribat a un indret que era una barreja entre bosc i espais oberts.



Hem col·locat totes les caixes juntes i hem obert les tapes per poder observar els animals. Mai havíem vist tantes tortugues juntes. També hem pogut veure que algunes tenien la closca operada perquè incorporaven una pròtesis. En Joaquim ens fa una llarga explicació sobre algunes característiques dels diferents exemplars i la seva procedència, així com de la selecció d'aquest indret per alliberar-les.

Hi ha un total de 106 tortugues, la gran majoria (97) precedents de Menorca, 6 de l'Escola Mestral, 2 d'un altre criador autoritzat i un exemplar que algú havia trobat a la carretera de Collserola i que havia portat al CRARC. Al cap d'una estona es distribueixen les caixes que contenen les tortugues entre els participants, es divideixen en grups i s'allunyen entre ells per tal de no concentrar tots els animals en una mateixa zona. Nosaltres 3 hem agafat la caixa amb les nostres tortugues i dues caixes més i ens separem de la resta i anem deixant les tortugues grans de les capsas.



Després busquem un lloc ben maco per deixar les nostres 6 tortuguetes, separades de les altres; les deixem relativament juntes perquè ens fan una mica de pena tan petites. Però observem que estan molt actives i ràpidament desapareixen entre la vegetació.

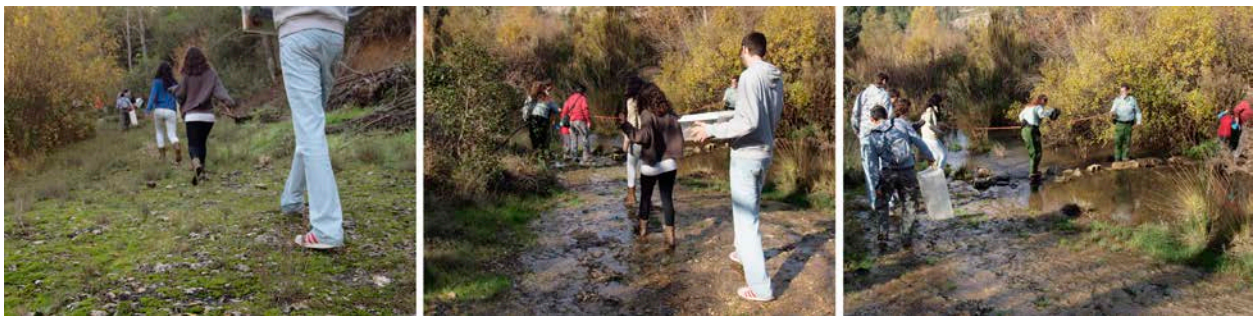


Hem estat una bona estona passejant per la zona i és una sensació molt agradable trobar-te tortugues enmig del bosc (malgrat sabem que probablement són de les que acabem d'alliberar). Aquesta sensació canvia radicalment quan ens trobem una closca de tortuga sense

la part de dalt, però amb el plastró i les plaques marginals intactes (i les marques de numeració ben visibles), i una porció de caparassa. Segons Joaquim Soler (que es queda la troballa per el CRARC), es tracta d'una tortuga atacada per un porc senglar (ens explica les senyals que deixa); també afegeix que no havia vist un exemplar tant gran atacat per un porc senglar. Hem buscat una mica més i no hem trobat cap més resta de tortuga, però sí diversos ossos i dos cranis de cabra. Sembla ser que hi ha un pastor de cabres que abans portava els animals a pasturar per aquest indret. Agafem un crani pel laboratori de biologia de l'escola i la Sandra, que tot aquest tema de restes i ossos li ha interessat especialment, es queda una banya.



A quarts d'una es dona per finalitzat l'alliberament i en el trajecte de tornada a peu hem agafat uns exemplars de crespinell per les tortugues de l'escola. A l'hora de travessar el rierol, els agents forestals ens han facilitat el pas per les pedres "mòbils" amb una cinta.



A les 15h arribem a Sant Feliu.

En el trajecte de tornada en cotxe des del Montsant vàrem tenir temps de sobra per posar-nos d'acord i decidir quines imatges posaríem i què escriuríem d'aquesta sortida en l'annex fotocronològic. També coincidírem en que, malgrat ser lluny (4 hores de viatge en total) i amb una data poc apropiada per nosaltres (en període d'exàmens), aquesta sortida ha estat una de les activitats més interessants que hem fet al llarg de tots aquests mesos que ha durat el nostre treball de recerca.

Agraïments

A Josep Marí, el meu tutor, per haver-me ensenyat tot el que ara sé de fotografia, per la paciència que ha tingut alhora d'explicar-me els aspectes més tècnics i per la seva ajuda en les múltiples correccions i redacció final, on he après a valorar la feina correctament feta i ben acabada.

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 utilitzats en aquest treball.

A Canon España S.A. que, a través d'un pare de l'escola, ens ha proporcionat l'objectiu Macro Canon 100 mm, un dels més utilitzats en aquest treball.

A Juan Maria Jurado i Sergio García per substituir-nos en la visita al CRARC i per la seva ajuda en algunes de les tasques del pati.

I, finalment, als meus companys de recerca Rubén Marías i Clara Peña, per la seva col·laboració en les tasques realitzades al pati de les tortugues i en les sortides conjuntes.

