

SABER ENVELLIR, UN ART, UN PROCÉS DIFÍCIL DE LA VIDA

Marta Cubría Radío



Ja deia el pare del psicoanàlisi Sigmund Freud (1856-1939) que si vols poder suportar la vida, has d'estar disposat a acceptar la mort; o com deia l'humorista francès Colucci (1944-1986): "*si tu voulais pas mourir, le mieux c'était carrément de pas naître*" (si no volies morir, el millor hauria estat no haver nascut, directament). I en efecte, la mort forma part de la vida i en el cas de les plantes, la mort va associada moltes vegades a la **senescència**, un tipus de mort programada que el que provoca és una disminució de l'eficiència fisiològica. Cal diferenciar-la de l'envelliment per si sol que és el procés que es produeix de forma natural amb el pas del temps. En anglès s'utilitzen les paraules: *senescence* i *aging*, respectivament.

La senescència de les plantes és un dels punts que actualment investiga el grup de recerca, format el 2003 que lidera el Dr. Sergi Munné i Bosch al Departament de Biologia Vegetal (Unitat de Fisiologia Vegetal) de la Facultat de Biologia a la Universitat de Barcelona. A més, també són especialistes en estudiar l'estrès hídric, l'estrès oxidatiu i la fotoprotecció, que a la vegada són processos que es veuen involucrats al procés de la senescència.



D'esquerra a dreta: Marta Juvany, Xavier Miret, Melanie Morales, Jana Cela, Sergi Munné, Íker Hernández, Marta Oñate, Maren Müller, Amparo Asensi i Laia Arrom. Falten: Marta Pintó, Laura Siles i Sandra Puig.

PER QUÈ S'INVESTIGA LA SENESCÈNCIA?

La senescència, és un procés que des de sempre ha intrigat a la societat. A la Grècia Clàssica, el filòsof Aristòtil ja escrivia sobre ella. Òbviament, la preocupació sempre ha estat encarada a l'ésser humà, però, per què ens interessa estudiar la senescència a les plantes?

En primer lloc perquè l'estudi directe de la senescència ens portar a conèixer millor el procés i a partir d'aquí intentar augmentar la longevitat dels cultius i per tant podria suposar una millora de l'eficàcia dels conreus, un dels primers objectius en aquest àmbit per la seva proximitat a la indústria alimentària. L'estudi indirecte de la senescència es tracta de la investigació dels factors que la indueixen, com podria ser l'estrès oxidatiu que s'explicarà més endavant. El fet d'estudiar la senescència indirectament aportaria gran coneixement sobre l'actuació i desenvolupament de diversos estressos, els quals, de nou, poden provocar la baixa eficiència dels cultius.

En segon lloc, el cas de l'estudi de la senescència a l'aparell reproductor de la planta, la flor, comporta un extra d'informació fisiològica transformada en econòmica per la indústria horticultora.

QUINA IMPORTÀNCIA TÉ L'ESTUDI DE LES PLANTES?

La demanda global de productes derivats de les plantes, com els alimentaris, està incrementant dramàticament. Desafortunadament, la gent més pobre són i seran les primeres víctimes d'aquest dèficit alimentari; les Nacions Unides han estimat que el nombre actual de països que lluiten cada dia contra la crisi alimentària ja són: 37.

Per què ha augmentat tant darrerament els preus dels productes? A la vegada que alguns defensen que la primera causa és l'avarícia empresarial, altres indiquen que el primer factor és l'augment exponencial de la població mundial. A les pròximes dècades, es calcula que hi haurà

3 bilions de boques més per alimentar mentre que disminueixen el nombre de terres conreades. A més, als països desenvolupats hi ha una tendència a seguir creixent econòmicament respecte a la resta, on el consum de productes d'origen animal està augmentant; la producció d'un quilogram de



carn requereix de quatre a vuit quilograms de cereals. D'altra banda, la pujada del preu de l'energia ajuda a l'increment del preu de producció de menjar. Per finalitzar, les plantes avui dia comencen a jugar un rol important dins de la necessitat energètica: la **bioenergia**. El repte està en compatibilitzar al 100% i de forma no competitiva la bioenergia amb l'agricultura per l'alimentació, preservant alhora els ecosistemes.

És per tot això que és important conèixer i apropar-se al món de les plantes. Les vies obertes de la seva recerca són múltiples i variades: la producció vegetal, la innovació biotecnològica i el desenvolupament òptim de la planta. També, els processos (eco)-fisiològics per saber com funciona la planta com per exemple la fotosíntesis, l'absorció d'aigua i minerals, la mobilització del midó i les reserves lipídiques, i la tolerància a l'estrès. Tot plegat, implica una gran complexitat ja que es veu regulat per una xarxa multifactorial i molecular que no es coneix gaire i que interactua fortament.

QUÈ és la senescència?

La primera pregunta que ens fem és: què és la senescència? És un procés fisiològic de l'última etapa de desenvolupament de la planta; de la vida de la planta. És un procés dependent d'energia que està controlat pel propi programa genètic de la planta i que es caracteritza per un típic procés de remobilització de nutrients.

S'han identificat dos tipus de senescència vegetal: la senescència **mitòtica** i la **post-mitòtica**. La mitosi és un procés de divisió de les cèl·lules que consisteix en l'obtenció de dues cèl·lules filles amb igual nombre de cromosomes, el material genètic, que la cèl·lula inicial. En la senescència mitòtica, com el propi nom diu, la cèl·lula perd permanentment la capacitat de dividir-se per mitosi; mentre que en la senescència post-mitòtica la cèl·lula, amb la prèvia pèrdua de la capacitat mitòtica, és conduïda a la seva pròpia mort. És el que passa per exemple amb les fulles a la tardor com il·lustra la figura que encapçala l'article.

A arrel d'aquestes definicions ens podem fer una segona pregunta: quina és la diferència o relació que hi ha entre la mort i la senescència? Senzill, la senescència és un tipus de mort,

però no tots els tipus de mort es deuen al procés de la senescència. La senescència és un procés lent, llarg i generalitzat que pertany a la mort científicament coneguda amb el nom de mort cel·lular programada o *Programmed Cell Death* en anglès (PCD).

A diferència del procés general de la senescència, l'últim pas de la senescència, explicat més endavant, és un procés ràpid i localitzat on actuen unes proteases –enzims degradadors de proteïnes– específiques per arginina/lisina que es troben a plantes, fongs i protistes: les metacaspases i la degradació de membranes cloroplàstiques entre d'altres efectes.

La PCD juga un paper important al desenvolupament animal, en el que els mecanismes moleculars han estat extensament estudiats. La PCD es pot iniciar per senyals específiques, com errors a la replicació del DNA durant la divisió i implica l'expressió d'un grup característic de gens. L'expressió d'aquests gens provoca la mort cel·lular. No es coneix molt la PCD en plantes.

ON succeeix?

Tornant a les plantes, la senescència pot succeir a qualsevol òrgan de la planta, però els més estudiats han estat les fulles. El grup de recerca del Dr. Sergi Munné i Bosch a més de la senescència foliar, també estudia la senescència floral. De la senescència floral estudia l'anomenat punt de no-retorn, un punt a partir del qual la senescència serà irreversible que també es dona a la senescència foliar. La importància econòmica de treballar amb la senescència floral està directament relacionada amb la indústria de plantes ornamentals. El "consum" de flors per persona a Europa i el Japó és comparable (21,7 i 20,04 per càpita respectivament), i és més alt que als Estats Units d'Amèrica (14,35 per càpita, segons el *Flower Council of Holland*, 2007). La producció total horticultura al 2010 va sumar 7.9 bilions d'euros, dels quals 5.2 bilions d'euros eren del sector ornamental i 2.7 bilions eren del sector de l'horticultura.

QUAN i COM succeeix?

S'inicia per l'edat, en rebre una sèrie de senyals de desenvolupament i una sèrie de senyals mediambientals; és a dir, que intervenen **factors endògens** i **exògens**. El procés té tres fases: **fase inicial**, **fase degenerativa** i **fase terminal**. La fase inicial o fase d'inducció de la senescència es caracteritza per una davallada de la font d'energia -transició de la font-, inici de la disminució de l'activitat fotosintètica i cascades primàries de senyals. Aquesta etapa és fortament regulada per hormones. La pèrdua de l'eficiència fotosintètica, deguda a la degradació de l'aparell fotosintètic, és un dels processos que permeten monitoritzar la

senescència. Els altres són les variacions en els nivells de proteïnes o el grau d'integritat de les membranes fins a l'expressió dels gens associats a la senescència (SAGs).

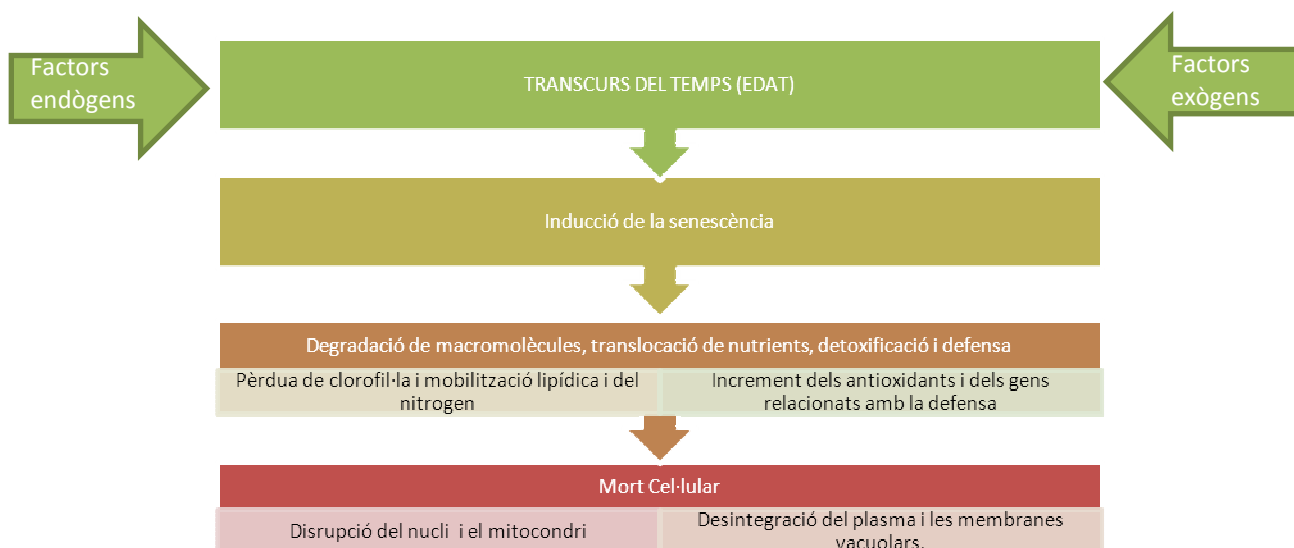
Segonament, a la fase degenerativa es duu a terme el desassemblatge dels components cel·lulars i la degradació de macromolècules. És la fase de reorganització que assegura la mobilització de nutrients, per reaprofitar-los. Per últim, a la tercera fase, la fase terminal, s'acumulen factors inductors de la mort cel·lular, pèrdua de la integritat de la cèl·lula i finalment la mort cel·lular.

PER QUÈ i QUI és el causant?

Els factors de la inducció de la senescència, com ja he esmentat anteriorment, són: els factors endògens, els factors exògens i l'edat que es consideraria un factor endogen.

Els factors endògens, a més de l'edat, són: les hormones vegetals -com les citocines, l'etilè, l'auxina, els jasmonats, l'àcid salicílic i l'àcid abscísic-, l'estrès oxidatiu, els sucres i la reproducció a les flors.

Els factors exògens són: els rajos ultraviolats B o l'ozó, la limitació de nutrients, la calor o el fred, la sequera, l'ombra i l'atac de patògens, entre d'altres; la majoria d'aquests casos creen estrès.



Podem deduir que tots aquests factors, en no actuar individualment, creen una complexa xarxa d'interaccions que construeix tot un sistema que dificulta el seu estudi i comprensió. En aquest punt resideix la dificultat de la investigació al voltant de la senescència.

Em centraré a explicar els principals reguladors endògens i algunes de les tècniques de laboratori que han ajudat a la identificació de la seva funció a la senescència.

Les fitohormones

S'ha identificat quins són els principals reguladors interns –les hormones– i quina és la seva funció. Com ja he dit, els estudis fins ara s'han centrat en les fulles però encara i així normalment els compostos reguladors solen mantenir la seva funció a la senescència de les diferents parts de la planta. És cert també que hi ha controvèrsia vers certes hormones vegetals o fitohormones i la seva funció a certes espècies però encara i així podem generalitzar sobre la seva funció. Segons l'Institut d'Estudis Catalans una hormona és una substància orgànica d'acció inhibidora o activadora, específica de la funció de determinats teixits, i en conseqüència una **hormona vegetal** és una substància que controla el desenvolupament dels vegetals. Són sintetitzades per la pròpia planta i sempre regulen els processos fisiològics amb concentracions molt baixes.

Les hormones vegetals, en el cas de la senescència, es poden dividir en dos tipus: les **inductores** de la senescència i les **inhibidores** de la senescència. Les hormones actuaran en forma de concentracions i mai a títol individual sobre cascades de transducció de senyals i sobre gens activadors o inactivadors de processos directament o indirectament relacionats amb el transcurs de la senescència. La transducció de senyals és un procés que té dues etapes principals. A la primera etapa una molècula, hormona o estímul mediambiental activarà un receptor que està situat a la membrana plasmàtica, a la segona etapa hi ha una alteració de les molècules intracel·lulars gràcies a l'activació del receptor i en conseqüència la cèl·lula dóna una resposta, un canvi fisiològic. És un procés molt complex ja que hi intervenen molts elements i que aquests no actuen només en una transducció de senyal sinó que actuen en moltes, creant una xarxa.

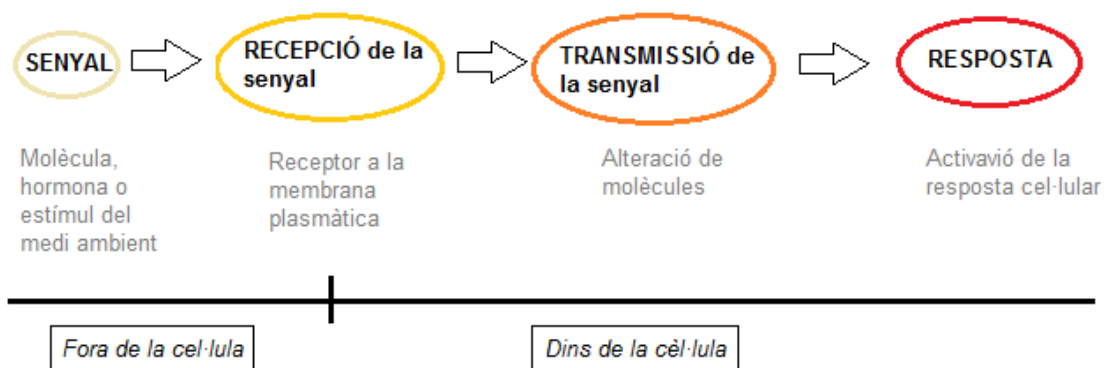


Figura 1 La transducció de senyal

Les hormones inductores del procés són: l'etilè, l'àcid abscísic i els jasmonats primordialment, però també els salicilats i els brassinoesteroids. L'**etilè** és sens dubte el promotor més estudiat. És un hidrocarbur de fórmula $\text{CH}_2=\text{CH}_2$, un dels principals components del gas natural. Per estudiar la funció de tots aquests compostos en el procés



Figura 2 Estructura química de l'etilè.

s'utilitzen diverses tècniques d'aplicació exògena i es comparen els resultats amb un control – planta sense aplicació exògena– per tal de tenir en compte que l'efecte al primer cas no és només resultat de la hormona aplicada externament sinó també de l'hormona produïda per la pròpia planta. A més, també s'han creat transgènics insensibles a l'etilè que permeten retardar l'aparició del procés de senescència i mutants que produeixen menors quantitats d'etilè. Un exemple de transgènics insensible són els mutants *etr1* d'*Arabidopsis thaliana*, que són insensibles a l'etilè perquè els receptors de l'etilè han estat truncats (figura 4). *Arabidopsis thaliana*, una planta emparentada amb la mostassa, és el model biològic per excel·lència del món vegetal i amb el que se solen iniciar les investigacions biotecnològiques; el problema que presenta és que té poca aplicabilitat a l'ecofisiologia real ja que com vulgarment es diu és una planta de laboratori.



Figura 1 Diferents parts d'*Arabidopsis thaliana*, model biològic vegetal.

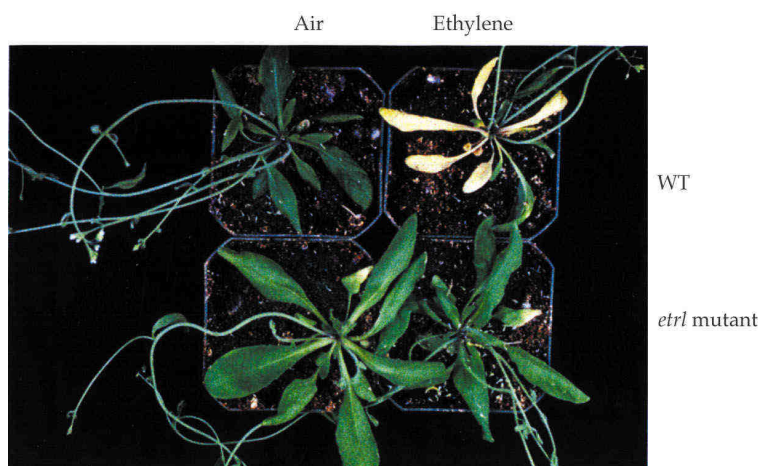


Figura 2 Diferències entre *Arabidopsis thaliana* - desenvolupada a les mateixes condicions- dependent de si és salvatge, wildtype WT, o el mutant *etr1* i de si té aplicació exògena d'etilè o no.

Per contra, les hormones inhibidores del procés són les citocines, les auxines i les gibberel·lines. Les **citocines** naturals són les grans inhibidores de la senescència. La zeatina (figura 5) és de les primeres citocines identificades. La funció que les defineix millor és la promoció de la divisió i diferenciació cel·lular. Al cas de les citocines la recerca s'ha realitzat gràcies a l'aplicació exògena i gràcies a transgènics sobre-productors de citocines.

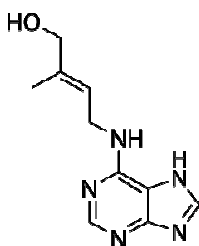


Figura 3 Estructura química de la zeatina, una citocina. Va ser determinada per primera vegada a *Zea mays*, el blat, gràcies a Lethan (Austràlia) i Miller (EE.UU). Les citocines són molècula derivades de l'adenina amb una cadena lateral unida al grup 6 de l'anell purínic. La cadena lateral pot ser isoprenoide o aromàtica.

Encara que les citocines no prevenen completament la senescència, poden retardar-la de forma significativa. Si es fa una aplicació exògena només de citocines sobre les fulles s'observa que aquestes romanen verdes (fotosintèticament actives), mentre que en una situació normal aquestes fulles es tornen grogues degut a que durant la senescència el metabolisme dels carotens augmenta (figura 6). Per comprovar el paper de les citocines a la regulació de l'inici de la senescència de la fulla, es van transformar plantes de tabac amb un gen quimèric que tenia com a promotor, el promotor específic de la senescència (promotor SS) per dirigir

l'expressió del gen *ipt* implicat en la biosíntesis de les citocines (figura 7). En plantes s'utilitza molt els gens quimèrics per augmentar la síntesi proteica, és a dir l'expressió d'un gen.



Figura 4 A l'esquerra, planta que expressa el gen *ipt*, es manté verd i fotosintèticament activa. A la dreta, planta control de la mateixa edat amb senescència avançada i reduïda activitat fotosintètica.

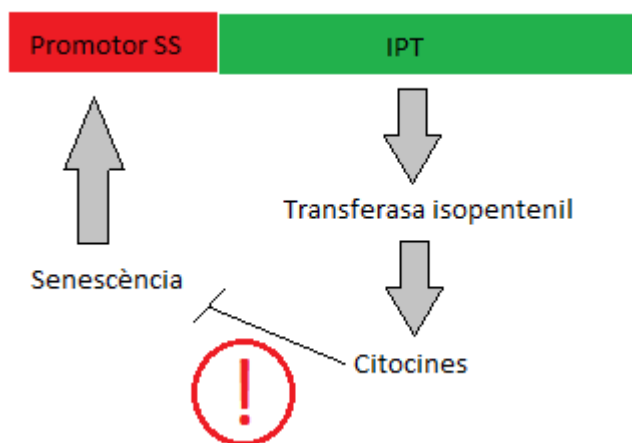


Figura 5 Funcionament del gen sobre expressat *ipt*.

L'estrès oxidatiu

Un altre dels factors endògens que pot contribuir a la senescència en les plantes és l'**estrès oxidatiu**. La vida a la Terra ha evolucionat donant lloc a organismes aeròbics, que no poden viure sense oxigen, ja que és clau pels seus processos metabòlics. No obstant, quan l'oxigen és activat, es formen les espècies reactives d'oxigen (ROS). Un excés d'aquestes formes reactives i una disminució dels antioxidants condueix a l'estrès oxidatiu. A la cèl·lula vegetal és freqüent i normal la generació de ROS als cloroplasts, durant el procés fotosintètic, encara que existeixen nombrosos mecanismes defensius per contrarestar aquest estrès oxidatiu d'origen fisiològic.

El concepte inicial de les ROS era que eren substàncies tòxiques sempre, però s'ha vist i demostrat que aquesta teoria ja ha quedat obsoleta i que les ROS són substàncies senyalitzadores i que només quan la relació entre quantitat de ROS i quantitat d'antioxidants es desequilibra molt a favor de les ROS, s'inicia l'estrès oxidatiu.

L'efecte oxidatiu de les ROS depèn amb qui interactuïn. L'efecte oxidatiu sobre els lípids provoca una reacció en cadena de peroxidació, i sobre les proteïnes provoca alteracions estructurals sobre l'estructura primària, secundària i terciària. Al cas del DNA provocaria mutacions, com delecions i trencaments, i unions a proteïnes. Aquest efecte oxidatiu de les ROS es definiria com a dany en el cas que fos una oxidació sostinguda i que els antioxidants no puguin pal·liar els efectes.

Els mecanismes per defensar-se de les ROS són gràcies a antioxidants enzimàtics o gràcies a antioxidants no-enzimàtics. Entre els antioxidants enzimàtics hi ha els anomenats superòxid dismutasa, catalasa i peroxidasa, i entre els antioxidants no-enzimàtics hi ha l'ascorbat (vitamina C), els tocoferols (vitamina E), el β -caroté (vitamina A), el glutatió o el coenzim Q, entre d'altres. Els antioxidants poden, en alguns casos, reaccionar directament amb les ROS, o servir de substrat dels enzims defensius. Tenen la capacitat d'inhabilitar l'acció, que pot ser nociva, dels radicals lliures generats com a conseqüència del seu propi metabolisme.

Durant la senescència hi ha una disminució de l'estabilitat de membrana, un augment de la taxa de peroxidació lipídica i reduccions dels nivells de superòxid dismutasa o la catalasa, que contribueixen doblement a l'increment de l'estrès oxidatiu. A mida que avancen els estadis de la senescència augmenten les ROS i la maquinària antioxidant perd funcionalitat. El balanç de la producció de ROS i l'activitat antioxidant de la cèl·lula és un factor de regulació del procés de la senescència.

Altres dues tècniques d'estudi de la senescències són les anàlisis del grau de peroxidació lipídica, per ser el responsable de la degradació de la membrana a causa de l'efecte de les ROS als lípids, i l'activitat dels enzims detoxificadors i de les molècules antioxidants no-enzimàtiques.

Concloent, encara queda un llarg camí per comprendre l'entramat de factors que actuen al procés de la senescència i com deia Plató(427 ac-347ac), filòsof grec, "*tem a la vellesa, perquè mai ve sola*". En ciència, témer és sinònim d'investigar i en això està el grup de recerca del Dr. Sergi Munné i Bosch de la Universitat de Barcelona, entre d'altres laboratoris arreu del món.

ELS MEMBRES DEL GRUP:

Entrevista amb el Dr. Sergi Munné i Bosch.

El Dr. Sergi Munné i Bosch lidera el grup de recerca des de 2003 i és professor titular a la Facultat de Biologia a la Universitat de Barcelona. La clau de la seva recerca és imperativament la motivació.

Marta Cubría: Quina motivació principal va ser la que et va animar a iniciar-te en la recerca?

Dr. Sergi Munné i Bosch: Va ser una mica per accident, un motiu personal. (Es queda pensatiu) Va ser gràcies a que em van donar una beca Erasmus. En el meu cas havia de fer recerca amb aquella beca i va ser llavors quan vaig iniciar-me en la recerca, em va agradar, desgraciadament (rialles) i aquí estic.

MC: Per què t'has quedat fent recerca a Espanya si sembla més atractiu professionalment l'estranger?

SM: Per raons personals: família i parella. (Seguidament i amb molt d'entusiasme, continua parlant) Però, també es pot treballar bé a Espanya, es pot fer recerca de primer nivell. A Espanya pot ser més difícil que a Alemanya, per exemple, però és més fàcil que al nord d'Àfrica, per exemple. I, a més, més recursos no vol dir necessàriament millor recerca, les idees també són importants. (Remarcant molt la paraula "necessàriament"). Els descobriments científics més importants recordem que no són de l'època post-genòmica, vull dir que no són dels últims deu anys que és quan en principi es va fer la major inversió en recerca.

MC: Penses que la societat sap en què s'inverteixen els seus diners destinats a ciència? I si no ho saben com els hi faries arribar?

SM: No ho saben. La clau, divulgació de la ciència, com ara l'article que tu estàs escrivint.

MC: Ho haurien de saber?

SM: Sí, ho haurien de saber.

MC: Quina raó contundent donaries a una persona del carrer per invertir en recerca?

SM: No en tinc cap. Per mi el món no s'acaba en la recerca, encara que sigui investigador. Depèn de si es vol avançar en l'àrea del coneixement, és a dir, depèn de les prioritats socials.

MC: I en recerca en plantes?

SM: Igual que en animals.

MC: Actualment, tens sota el teu grup components provinents de Llicenciatura i de Grau, quines diferències acadèmiques trobes? Pros i contres?

SM: No tinc a ningú sota el meu grup, és el meu grup. No trobo diferències, cap problema. El que jo valoro d'una persona són les ganes de treballar no que tinguin una mica més o menys de coneixements.

MC: Aquest grup de recerca col·labora o ha col·laborat amb altres centres, per donar una idea al lector, de quina varietat de països estem parlant?

SM: "Puff", molts... Brasil, Xile, els Estats Units, Canadà, Sudàfrica, Tunísia, el Japó, Nova Zelanda, Austràlia i diferents països europeus com per exemple, França, Alemanya, Portugal, Regne Unit... Més o menys són aquests els que recordo ara.

MC: Com s'estableixen aquestes relacions per fer les col·laboracions?

SM: Les relacions s'estableixen amb les persones, no amb els països o amb les institucions. Per exemple, la col·laboració amb Nova Zelanda la vaig establir gràcies a haver conegut en un congrés europeu a un holandès que està com a professor a Nova Zelanda. Nosaltres pertanyem a la Xarxa Europea de Senescència on també podem establir relacions per col·laboracions. També per casualitat, coneixes a alguna persona en l'àmbit privat amb qui després estableixes relacions en l'àmbit professional. Per articles directament, també seria una possibilitat.

MC: Pots comparar la manera de fer recerca d'altres centres internacionals amb el de la Universitat de Barcelona, quines diferències hi ha?

SM: La investigació depèn de les persones i no d'una institució per sí sola. No compararia en general centres.

MC: Un canvi pràctic i factible que faries en la manera de fer recerca a la Universitat de Barcelona per millorar-la?

SM: Si la UB vol millorar la seva recerca el que ha de fer és finançar els grups de recerca directament (fent èmfasi sobre la paraula “directament”).

MC: Quins països recomanaries professionalment parlant com destí per la recerca en el món de la Fisiologia Vegetal?

SM: Tots. Si hagués d’escollir algun país per una Fisiologia Vegetal molt tecnològica ho faria a Alemanya o els Estats Units si hagués d’escollir per una Fisiologia Vegetal més relacionada amb la biodiversitat escolliria Brasil, Sudàfrica o l’Àfrica Subsahariana, per posar alguns exemples. Depèn molt de l’àmbit de la Fisiologia Vegetal que vulguis estudiar.

ELS MEMBRES DEL GRUP:

Entrevista amb la Dra. Laia Arrom

La Dra. Laia Arrom va presentar la seva tesi doctoral amb el títol: “Senescència floral en *Lilium*: importància dels reguladors endògens i efectes de les aplicacions exògenes”, al setembre del 2012. Avui, continua fent recerca i ajudant als estudiants més joves que integren el grup amb l’empenta que tant la caracteritza.

Marta Cubría: En sortir de la carrera (Llicenciatura de Biologia), quines vas trobar que eren les teves mancances i en quins aspectes vas trobar que tenies una bona formació?

Laia Arrom: Em faltava pràctica al laboratori, no perquè no es facin pràctiques suficients al llarg de la carrera sinó perquè treballar i fer pràctiques dirigides és molt diferent, em faltava “soltura”. I crec que vaig sortir bastant reforçada pel que fa a ser capaç de buscar una font d’informació, on trobar la informació.

MC: Acabes de doctorar-te fa no més d’un any; podries dir-me pros i contres de la teva experiència de quatre anys de doctorat?

LA: Pros: he pogut fer el que he volgut, no he estat lligada a res i he tingut molt de suport, però això, clar, depèn també de qui et dirigeixi la tesi.

Contra: és sacrificat però que si t’agrada et passen les hores volant.

MC: Com recordes el dia de la presentació de la teva tesi?

LA: (Es queda pensativa) Molts nervis. Portes tant de temps preparant-te només per allò i passa molt molt ràpid.

MC: Tenint en compte només els aspectes professionals, a quin altre centre o país t’hauries plantejat fer el doctorat?

LA: És que no m’havia plantejat fer el doctorat, va sorgir. M’explico, vaig començar una col·laboració amb una noia del grup del Sergi, la Marta, em va agradar molt i després el Sergi em va suggerir si volia fer el doctorat amb ell i així va començar tot.

MC: Durant aquests anys d’investigació què creus que has aportat a la societat?

LA: Sí que he aportat el meu granet de sorra a la societat científica, almenys pel que fa a la ciència bàsica; però sóc conscient que a la societat en general ben bé poc...

MC: Com veus l'horitzó i quina és la teva motivació actual?

LA: L'horitzó, complicat perquè tinc la vida feta aquí i no vull marxar i sembla que si no vols marxar no tens lloc aquí a Espanya.

La motivació, els nous reptes, la recerca és el que té que per molt insignificant que sembli una cosa a tu et sembla interessant.

MC: Et veus treballant a una empresa?

LA: Sí (rotund).

MC: Avui en dia, quina seria la característica principal a tenir per part d'un investigador?

LA: Pacència, motivació i persistència. Ganes de fer les coses, simplement.

MC: Quin és el teu dia a dia al laboratori?

LA: No estic cada dia al laboratori. La gràcia d'aquesta feina és que no tens dos dies iguals, un dia estàs al Parc Científic, un altre estàs a Camps experimentals, altres estàs al laboratori del departament, altres cercant articles, altres escrivint...

MC: Creus que la "internacionalitat" és necessària en un bon investigador futur?

LA: Trobo que marxar fora sempre t'enriqueix i t'ensenya noves formes de fer les coses i t'ensenya a fer coses no només de la feina sinó que també aprens coses noves de tu mateix. De totes maneres, no estic d'acord amb la idea de que tot lo de fora és millor, la falta de recursos de vegades et fa tenir més enginy que a les ocasions a les que es disposa de tots els recursos.

MC: Si haguessis de donar-li un adjectiu a la ciència d'Espanya, quin seria?

LA: Jo diria rigorosa, no sé si ho dic només pel que conec, però he conegut i conec gent molt vàlida.