

Conservació *ex situ* de les últimes localitats del
Ripollès de les espècies amenaçades i protegides
Lobaria pulmonaria, *Delphinium montanum* i
Gentiana pneumonanthe



Programa de seguiment i conservació de flora amenaçada
de la Garrotxa i del Ripollès



Generalitat
de Catalunya



Diputació de Girona

ICHN
Institució Catalana
d'Història Natural

Delegació de
la Garrotxa



15-X-2021

OLIVER, X. & TENAS, B. 2020. Conservació *ex situ* de les últimes localitats del Ripollès de les espècies amenaçades i protegides *Lobaria pulmonaria*, *Delphinium montanum* i *Gentiana pneumonanthe*). Projectes de conservació de flora amenaçada. Delegació de la Garrotxa de la Institució Catalana d'Història Natural.

Inclou la memòria dels serveis contractats al Consorci de Medi Ambient i Salut Pública de la Garrotxa:

PUJOL PLANELLA, X.; RIERA ROURA, C. & FONT GARCÍA, J. 2021. Conservació *ex situ* de les espècies amenaçades i protegides *Lobaria pulmonaria*, *Delphinium montanum* i *Gentiana pneumonanthe*. Consorci de Medi Ambient i Salut Pública de la Garrotxa. Inèdit.

Els projectes i les memòries de projectes de conservació proposen i documenten actuacions de conservació de flora amenaçada i d'hàbitats prioritaris. Aquests documents s'emmarquen en el *Programa de seguiment i conservació de flora amenaçada de la Garrotxa i del Ripollès*, gestionat per la delegació de la Garrotxa de la Institució Catalana d'Història Natural, sovint plantejats amb altres institucions o entitats.

Autors: OLIVER, X. & TENAS, B. (memòria del projecte) i PUJOL PLANELLA, X.; RIERA ROURA, C. & FONT GARCÍA, J. (memòria dels treballs *ex situ*)

Fotografies: Els autors

FIGURA 1 (portada): *Lobaria pulmonaria*, *Delphinium montanum* i *Gentiana pneumonanthe*.

DATA: 15-X-2021

Projecte promogut per la delegació de la Garrotxa de la Institució Catalana d'Història Natural.

Finançament de les actuacions: Diputació de Girona i delegació de la Garrotxa de la Institució Catalana d'Història Natural.

Les accions *ex situ* contractades al Consorci de Medi Ambient i Salut Pública de la Garrotxa

© Delegació de la Garrotxa de la Institució Catalana d'Història Natural

Memòria justificativa del projecte “Conservació *ex situ* de les últimes localitats del Ripollès de les espècies amenaçades i protegides *Lobaria pulmonaria*, *Delphinium montanum* i *Gentiana pneumonanthe*”

INTRODUCCIÓ

El Programa de Seguiment i Conservació de la flora amenaçada de la Garrotxa i del Ripollès el va iniciar l'any 2002 la delegació de la Garrotxa de la Institució Catalana d'Història Natural.

L'objectiu del programa era disposar del coneixement i de la capacitat de vigilància i gestió necessàries per garantir la conservació de la biodiversitat vegetal de les comarques de la Garrotxa i del Ripollès.

En aquests anys s'ha treballat amb 214 espècies de flora vascular, 5 briòfits i 2 líquens, a més de 17 hàbitats i 4 espais d'interès botànic.

Cada any es planifiquen les actuacions més prioritàries respecte a les localitats més vulnerables sobre les quals es pot plantejar alguna actuació que disminueixi les amenaces i els impactes que pateixen. En diversos projectes l'entitat ha realitzat aquestes actuacions de conservació gràcies al suport de la Diputació de Girona.

Per l'any 2020 les prioritats del programa d'actuació de seguiment i conservació de flora amenaçada de la Garrotxa i del Ripollès se centraven en 10 localitats, de les quals 3 presenten molt pocs rodals i amb molt pocs exemplars: *Lobaria pulmonaria*, *Delphinium montanum* i *Gentiana pneumonanthe* i requereixen un projecte de conservació *ex situ* per millora la població existent. Per aquesta raó l'entitat va presentar el projecte “Conservació *ex situ* de les últimes localitats del Ripollès de les espècies amenaçades i protegides *Lobaria pulmonaria*, *Delphinium montanum* i *Gentiana pneumonanthe*” a la convocatòria de subvencions per entitats sense afany de lucre per actuacions de conservació del patrimoni natural i per a custòdia del territori.

D'aquestes tres espècies protegides a Catalunya (Generalitat, 2015), *Gentiana pneumonanthe* i *Delphinium montanum* són espècies objectiu del programes Floracat i Floralab POCTEFA de seguiment transfronterer, i *Lobaria pulmonària* és una espècie que s'està valorant d'incloure també en el projecte FloraLab POCTEFA per fer actuacions de seguiment i conservació als Pirineus orientals conjuntament amb francesos i andorrans.

La conservació de la flora, i en concret d'aquestes espècies no només depèn de les actuacions *in situ* que s'han realitzat i que caldrà executar en el futur sinó també d'actuacions *ex situ*. Però totes aquestes actuacions depenen del grau d'implicació de la societat en general i dels agents responsables de la conservació de les espècies, tan de la part de l'administració com dels propietaris i dels sectors de la ramaderia i forestal.

OBJECTIUS

L'objectiu del projecte presentat és obtenir llavors i propàguls en banc de germoplasma, i informació i capacitat tècnica d'obtenir geminació i adults de els tres espècies esmentades, vital per reduir el risc de desaparició de cinc localitats dels tres tàxons amb més risc d'extinció al Ripollès.

En quant a ***Lobaria pulmonaria*** l'objectiu era treballar amb propàguls vegetatius, veure la seva viabilitat i posteriorment implantar-los per reforçar la població en arbres amb característiques similars als que presenten el líquen, fer el seguiment del reforçament amb actuacions complementàries de ressebra. Les accions s'han desenvolupat a la població de la vall de Bianya, que és població més gran, per adquirir el coneixement, però especialment amb vistes de que la població de *Lobaria pulmonaria* està molt més amenaçada ja que és més reduïda i va estar afectada recentment per unes obres de consolidació del Castell de Milany. No s'ha experimentat amb aquesta darrera població perquè per una banda té una població molt petita i per una altra perquè els tal·lus existents estan molt afectats com per poder per utilitzats en experimentació de realerrament.

Respecte ***Delphinium montanum*** es va plantejar realitzar assaigs de germinació amb les llavors per aplicar diferents tractaments innovadors per escurçar la dormició morfològica i fisiològica observada en experiències anteriors, principal obstacle per poder aconseguir adults per reforçaments, a part de sembra directa a l'hàbitat.

I en quant a ***Gentiana pneumonanthe***, l'objectiu era el seguiment del comportament reproductiu de la planta a les poblacions catalanes i estudiar els factors limitants de la producció de fruits i llavors i de la seva germinació, i el transplantament de les plàntules obtingudes. En un principi els assaigs s'havien de fer amb llavors procedents de les altres estacions franceses amb seguiment del projecte FloraCat que disposen de poblacions més importants, per no afectar les catalanes amb menys reproductors i amb les quals no s'actuaria fins al moment de disposar d'uns protocols més segurs i exitosos. Però les prospeccions realitzades per l'entitat en aquests anys han detectat més rodals a la serra de Montgrony i a més en conjunt s'ha detectat una població molt important, que pot suportar una extracció de llavors suficient per fer l'actuació ex situ.



Comunicació (divulgació, formació i implicació)

L'últim objectiu del projecte és valoritzar entre la societat en general i els agents que han d'intervenir en la seva conservació, la flora amenaçada, sensibilitzar sobre les seves problemàtiques i sobre la necessitat de millorar el coneixement científic i tècnic per conservar les espècies amenaçades, i implicar tothom en la seva conservació, tant en general com en localment.

ACTUACIONS DESENVOLUPADES

Assaig *ex situ*

A continuació s'expliquen sintèticament les actuacions *ex situ* desenvolupades en el projecte. Totes aquestes actuacions de conservació encarregades al Consorci de medi Ambient i Salut de la Garrotxa, estan detallades en la memòria elaborat per l'ens i que acompanya aquesta memòria com a annex 3.

Lobaria pulmonaria

1. Visita de prospecció de la població de *Lobaria pulmonaria* de la Vall de Bianya en la qual es va fer el seguiment periòdic del tàxon que ens indica l'evolució de la població i ens permet detectar ràpidament problemes i poder actuar.

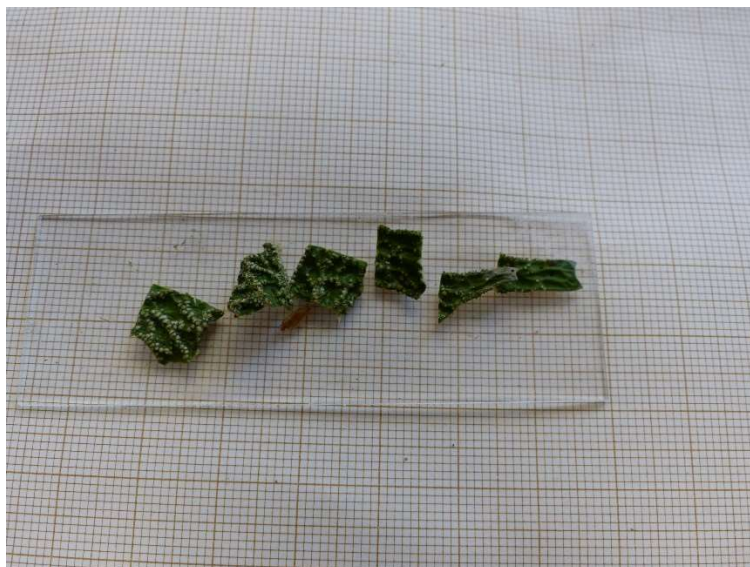
El rodal de la vall de Bianya manté una població estable segons el seguiment periòdic que es fa des de l'any 2016.

2. Recol·lecció de propàguls vegetatius (soredis i/o isidis) en diferents moments de l'any adequats al cicle biològic de l'espècie.

En la visita es va detectar un número important de fragments de tal·lus caiguts al voltants dels arbres que sustenten la població, fet habitual i propi de la dinàmica d'aquesta espècie. Aquests tal·lus van ser recollits per fer els assaigs esmentats.

3. Triatge i emmagatzemament temporal dels propàguls. Es va analitzar la viabilitat dels propàguls

Es van tractar al laboratori per recuperar el nivell d'hidratació i conservar-los. Un apart es van conservar *ex situ* en el banc de germoplasma del SIGMA.



4. Elecció dels arbres no ocupats per *Lobaria pulmonaria* a la població de la Vall de Bianya amb condicions considerades adequades per al desenvolupament del líquen (orientació, insolació, humitat,...).

En el rodal de bosc de roure pèrol (*Quercus robur*) es van escollir diferents arbres de condicions similars als que ja presentaven tal·lus de *Lobaria pulmonaria*.

5. Muntatge i col·locació dels transplantaments. Sembra dels propàguls.



Es van tornar a implantar els propàguls amb un implant en bena que els subjectava en els arbres seleccionats prèviament en el rodal de la vall de Bianya.



6. S'ha realitzat un seguiment dels punts de sembra per detectar l'evolució que tenien. Uns quants tal·lus s'han implantat de nou en l'escorça dels arbres però uns quants tal·lus no s'han reimplantat i per tat han tornat a caure al terra. Aquest es considera el principal limitant en el reforçament de les poblacions.

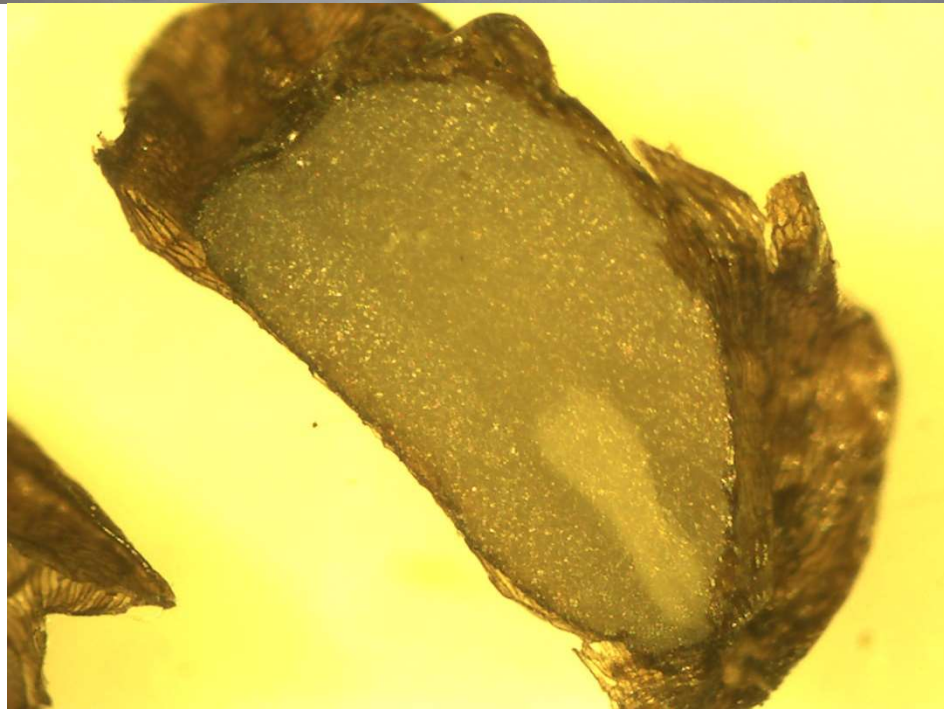
7. Ressempa, si s'escau, de les punts de reforçament poblacional.
Els tal·lus que s'han trobar caiguts al terra s'han tornat a recuperar.

Com a conclusions del treball realitzat amb *Lobaria pulmonaria* es considera que la implantació de propàguls és la millor manera de reforçament de poblacions, i caldria millora el procés d'implantació utilitzant propàguls d'una mida més gran, millorar la tècnica per enganxar els tal·lus i garantir més èxit en la implanatació i supervivència dels tal·lus buscant llocs més ombrívols i humits, amb presència de briòfits

2. *Delphinium montanum*

Tasques desenvolupades:

1. Assaigs de germinació utilitzant llavors emmagatzemades en el banc del Consorci SIGMA (recol·lecció 2013). Aplicació de diferents tractaments per escurçar la dormició morfològica i fisiològica observada en experiències anteriors, per escurçar la dormició i incrementar l'èxit de germinació.



2. Recol·lecció de llavors a la població dels rodals del torrent de () per restituir el material utilitzat en els assaigs anteriors. En les 2

visites de recol·lecció es van tantejar els rodals de . El primer rodal en el moment de la visita estava en fruit, amb els fol·licles oberts i a causa dels dies de vent previs ja no hi havia llavors. En canvi els rodals dels ambé estaven en fruit però a l'interior dels fol·licles estaven plens de llavors, en ser localitats més arcerades dels vents dominants a la zona.



En les visites de recol·lecció a més es recullen mostres de sòl de

3. Prova pilot de sembra directa (llavors embossades) i seguiment del desenvolupament de l'embrió i de la germinació. Es van realitzar sèmres

controlades però al contrari de l'any 2013, dins de saquets, on s'ha pogut fer el seguiment quan a estat i germinació) en condicions ambientals i en la mateixa localitat on ja creixen.

4. Anàlisi de les característiques edàfiques de la localitat de Coma d'Orri (continguts de carbonats, pH,...). S'han agafat mostres de sòl dels rodals de *Delphinium montanum* de la Coma de l'Orri, ja que seria la població més important a reforçar. La caracterització de les mostres ens han indicant alguns paràmetres importants de cara a l'assaig de germinació i obtenció d'adults *ex situ*.
5. Proves de transplantament de les plàntules obtingudes en substrats de característiques similars als obtinguts en les anàlisis de sòl pel seguiment de la seva supervivència i factors que poden causar la mortalitat de les plàntules.

Gentiana pneumonanthe

Tasques desenvolupades:

1. Seguiment del comportament reproductiu de *Gentiana pneumonanthe* a les poblacions catalanes. Factors limitants de la producció de fruits i llavors.

Els seguiments realitzats per la ICHN determinen una major producció de flors i fruits en la població de Guils de Cerdanya en un hàbitat molt més humit i sobre un sòl més potent. La població dels rodals de Montgrony mostren una producció de flors substancialment inferior a la de Guils, excepte un rodal que només és lleugerament inferior. Els rodals a menys productius corresponen a sòl poc potents amb moltes argiles i amb pendent clar exposat al sud. En canvi l'altra rodal correspon a u prat humit, amb sòl potent, i sobre un relleu força planer, hàbitat molt similar al de Guils de Cerdanya.

Els rodals de Montgrony i gran part del de Guils de Cerdanya, no estan exposats a la pastura durant el cicle vital de *Gentiana pneumonanthe* – de 1 de juny a 30 de setembre a Montgrony i de 1 de juliol a 31 d'octubre a Guils. Existeix una major producció de flors en els rodals tancats durant el cicle vegetatiu de la planta que en els rodals que no queden tancats a Guils.

Quant a meteorologia, els rodals més exposats de Montgrony sí que mostren una menor producció de flors els anys amb sequera estival marcada, molt menys marcada que els rodals sobre prats higròfils i en relleus més planers.

2. Recol·lecció de llavors de les subpoblacions catalanes.

En un principi s'havia pensat en fer els assaigs amb llavors procedents de poblacions franceses on la planta és molt més abundant que al Principat, però els últims anys de prospecció ens han proporcionat nous rodals, de manera que globalment la població de Montgrony ja es considera una població important amb milers de ramets de *Gentiana pneumonanthe*.



3. Sol·licitud de llavors de poblacions nord catalanes o de l'Arieja entre els participants dins del programa FloraCat. No ha estat necessària ja que les llavors s'han recol·lectat de la gran població existent a Montgrony.

4. Assaigs de germinació de les llavors disponibles aplicant els protocols recollits a la bibliografia.

L'aplicació dels diferents protocols recollits a la bibliografia ens estan donant resultats, de manera que ja disposem de plantes en flor, encara que és massa d'hora per tractar números sobre èxit de germinació i obtenció d'adults.



5. Transplantament de les plàntules obtingudes pel seguiment de la seva supervivència i factors que causen la mortalitat de les plàntules.

Els exemplars obtinguts de *Gentiana pneumonanthe* encara no estan en condicions ni es disposa d'un número suficient per realitzar la següent fase d'assaig i de seguiment de plantes trasplantades *in situ*. Es preveu un any més per poder disposar de suficients plantes i fer l'assaig de transplantament i seguiment posterior.

Per a les recol·leccions programades es van demanar i aconseguir els permisos necessaris, tant del Servei de Fauna i Flora i del Parc Natural de Capçaleres del Ter i del Freser (Generalitat de Catalunya) i dels propietaris de les finques amb els quals ja es tenen acords de custòdia.

Comunicació (divulgació, formació i implicació)

Durant aquests dos anys s'ha treballat tant en el projecte *ex situ* com en la comunicació al públic en general, a alumnes de graus especialitzats en biodiversitat i gestió de la conservació, a tècnics i vigilants responsables de la conservació i a propietaris, ramaders forestals que gestionen les localitats.

Les Actuacions realitzades són per ordre cronològic:

24-IV-2020: Sortida pràctica del Màster de Biodiversitat de la Universitat de Barcelona

En la visita a Olot, que es va anul·lar en l'últim moment per la pandèmia del COVID 19, s'havia d'explicar als alumnes del màster el Programa de Seguiment i Conservació de Flora amenaçada de la Garrotxa i el Ripollès i es van analitzar les situacions de les poblacions de *Lobaria pulmonària*, *Gentiana pneumonanthe* i *Delphinium montanum*. En base a les dades de seguiment i les àrees de presència es dedueix la categoria UICN d'amenaça, i quines eren les actuacions prioritàries del Pla de Recuperació per a cadascuna d'elles.

Sobre les actuacions *ex situ* s'havia d'explicar els projectes realitzats i en curs d'execució i finançats per la Diputació de Girona així com altres actuacions també han rebut el suport de la Diputació de Girona (millora d'hàbitat en localitats de *Delphinium montanum* i *Gentiana pneumonanthe*).

Activitat coorganitzada amb la Universitat de Barcelona, amb el suport de la Diputació de Girona, el programa FloraLab-POCTEFA, i el restaurant la Moixina.

16-V-2020: Sortida tècnica de la Institució de seguiment de flora amenaçada a la Garrotxa: *Polygala vayredae*.

Anul·lada en l'últim moment per la pandèmia de COVID 19, l'activitat de formació s'emmarcava en el conjunt d'activitats dels cursos naturalistes de la Institució. Aquestes activitats estan dirigides especialment a estudiants universitaris, graduats i naturalistes. En base al seguiment de *Polygala vayredae* i l'anàlisi de les dades, s'explica el Programa de Seguiment i Conservació de flora amenaçada de la Garrotxa i del Ripollès, i s'analitzen tres casos similars a la *Polygala vayredae*: *Delphinium montanum*, *Dryopteris remota* i *Gentiana pneumonanthe*.

Activitat coorganitzada amb la Institució Catalana d'Història Natural (serveis centrals de Barcelona), amb el suport de la Diputació de Girona, la Generalitat de Catalunya, el programa FloraLab-POCTEFA i la propietat de la finca Montmajor (Montagut i Oix).

18-VII-2020: Sortida tècnica de la Institució de seguiment de flora amenaçada del Ripollès: *Delphinium montanum*

Celebrada a la coma de l'Orri es va efectuar el seguiment de la localitat de *Delphinium montanum* present en aquesta vall, i el seguiment de depredació per erugues. L'anàlisi de les dades obtingudes comparades amb les dels anys anteriors va servir per fer una

diagnosi de la població d'aquests endemisme al Ripollès, i marcar les actuacions clau per conservar l'espècie, entre elles els assaigs *ex situ* executats i en curs que tenen el suport de la Diputació de Girona.

Activitat coorganitzada amb la Institució Catalana d'Història Natural (serveis centrals de Barcelona), amb el suport de la Diputació de Girona i el programa FloraLab-POCTEFA.

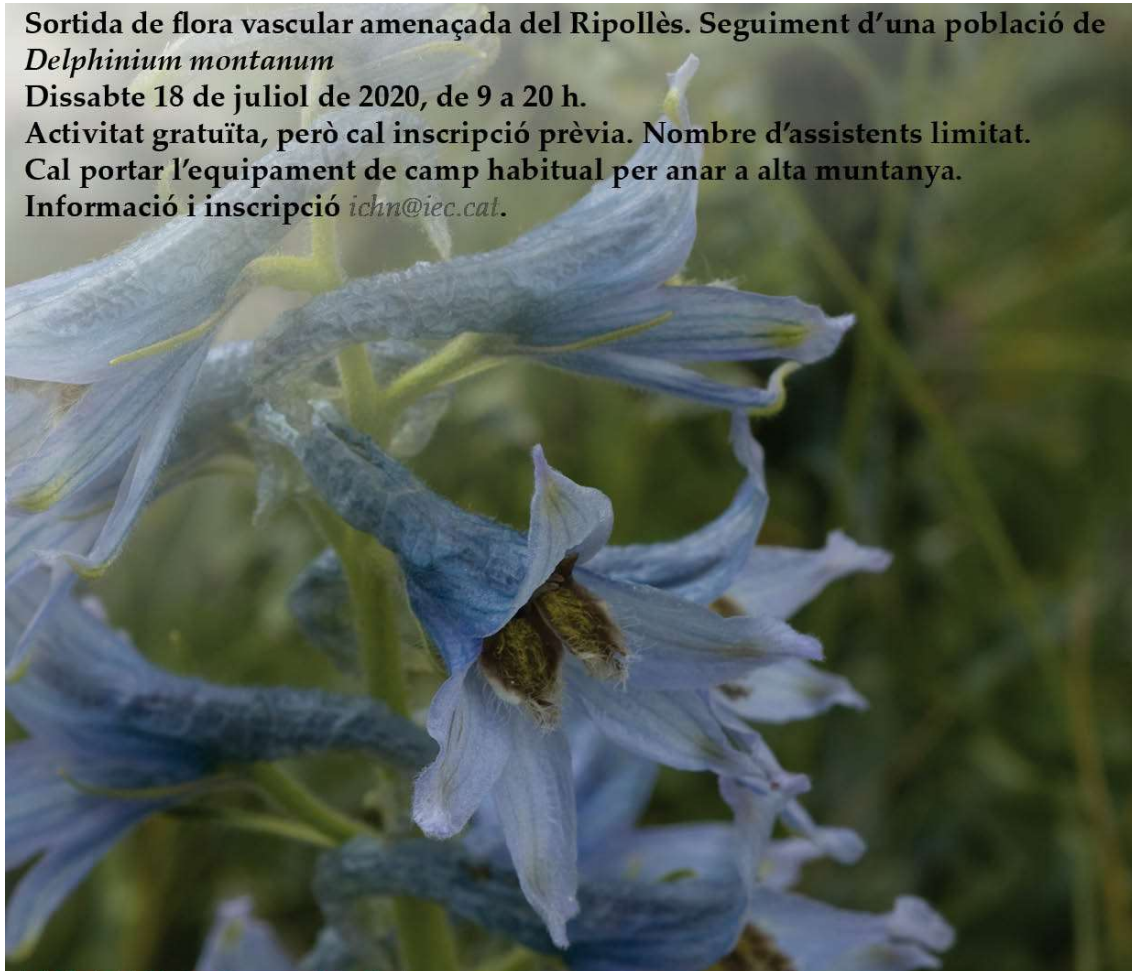
Sortida de flora vascular amenaçada del Ripollès. Seguiment d'una població de *Delphinium montanum*

Dissabte 18 de juliol de 2020, de 9 a 20 h.

Activitat gratuïta, però cal inscripció prèvia. Nombre d'assistents limitat.

Cal portar l'equipament de camp habitual per anar a alta muntanya.

Informació i inscripció ichn@iec.cat.



ICHN Delegació de
Institució Catalana
d'Història Natural **la Garrotxa**

 **Generalitat de Catalunya**  **Parc Natural de les Capçaleres del Ter i del Freser**

 **floralab**  **Interreg POCTEFA**  **Ajuntament de Ripollès**  **Ajuntament de Sant Feliu de Guíxols**  **Ajuntament de Vilatorrada**  **UPVD**  **IEA**  **CIRTS**

2-X-2020: Sortida de 4rt curs de Biologia de la Universitat de Vic sobre seguiment i conservació de flora amenaçada (1er grup).

Sortida a la Moixina, Olot, on es va explicar als alumnes el Programa de Seguiment i Conservació de Flora amenaçada de la Garrotxa i el Ripollès i es van analitzar les dades de les poblacions de *Delphinium montanum*. En base a les dades de seguiment i les àrees de presència es dedueix la categoria UICN d'amenaça, i quines han de ser les actuacions prioritàries del Pla de Recuperació per a cadascuna d'elles. Per la diagnosi es conclou la importància de la conservació *ex situ* per a poder salvar les poblacions del Ripollès.

Sobre les actuacions *ex situ* es van explicar els projectes realitzats i en curs d'execució i finançats per la Diputació de Girona (*Dryopteris remota*, *Delphinium montanum*, *Gentiana pneumonanthe* i *Lobaria pulmonària*).

Activitat coorganitzada amb la Universitat de Vic, amb el suport de la Diputació de Girona, el programa FloraLab-POCTEFA, i el restaurant la Moixina.

23-X-2020: Sortida de 4rt curs de Biologia de la Universitat de Vic sobre seguiment i conservació de flora amenaçada (2on grup).

Sortida a la Moixina, Olot, on es va explicar als alumnes el Programa de Seguiment i Conservació de Flora amenaçada de la Garrotxa i el Ripollès i es van analitzar les dades de les poblacions de *Delphinium montanum*. En base a les dades de seguiment i les àrees de presència es dedueix la categoria UICN d'amenaça, i quines han de ser les actuacions prioritàries del Pla de Recuperació. Per la diagnosi es conclou la importància de la conservació *ex situ* per a poder salvar les poblacions del Ripollès.

Sobre les actuacions *ex situ* es van explicar els projectes realitzats i en curs d'execució i finançats per la Diputació de Girona (*Dryopteris remota*, *Delphinium montanum*, *Gentiana pneumonanthe* i *Lobaria pulmonària*).

Activitat coorganitzada amb la Universitat de Vic, amb el suport de la Diputació de Girona, el programa FloraLab-POCTEFA, i el restaurant la Moixina.

11-II- 2021:Tertúlia naturalista de la Institució: Conservació de Flora amenaçada (activitat telemàtica)

Tertúlia de flora amenaçada realitzada telemàticament amb una introducció sobre al situació de la flora amenaçada a Catalunya i després més concretament a la Garrotxa i el Ripollès. En la presentació es va explicar entre altres els projectes *ex situ* realitzats i en fase d'execució de *Delphinium montanum*, *Gentiana pneumonanthe* i *Lobaria pulmonària*.



Tertúlia “Flora amenaçada de la Garrotxa i del Ripollès”

Dijous 11 de febrer de 2021 de 20:30 a 22 h. Link: meet.google.com/jrk-qxmx-hcv

Activitat amb el suport de la Diputació de Girona.

15-III-2021: Grup de Treball *Delphinium montanum* del projecte FloraLab POCTEFA del projecte *ex situ* finançat per la Diputació de Girona

Reunió Tècnica telemàtica del projecte FloraLab – POCTEFA de seguiment i conservació de flora patrimonial del Pirineu oriental, en la qual es va analitzar la metodologia dels seguiments de les localitats de *Delphinium montanum* del Pirineu a càrrec del projecte i altres actuacions. En la reunió es va exposar el projecte *ex situ* de *Delphinium montanum* que es realitza amb el suport de la Diputació de Girona i que ha de solucionar no només el futur dels rodals del Ripollès sinó també els de dues altres localitats també amenaçades per disposar de pocs exemplars reproductors. Activitat desenvolupada dins del projecte FloraLab-POCTEFA i del projecte *ex situ* finançat per la Diputació de Girona.

12-IV-2021: Reunió de conservació de *Delphinium montanum* amb tècnics del Parc Natural de Capçaleres del Ter i de Freser.

Reunió telemàtica amb tècnics del Parc Natural de Capçaleres del Ter i de Freser, per analitzar la problemàtica dels rodals adjacents a l'estació d'esquí Vallter 2000. En la reunió es van acordar unes primeres mesures de protecció de les poblacions i se'ls va explicar el projecte ex situ de *Delphinium montanum* finançat per la Diputació de Girona.

Mapa d'actuacions per minimitzar les afectacions de l'estació Valter 2000 sobre la població de *Delphinium montanum*.

Activitat organitzada amb el Parc Natural de Capçaleres del Ter i de Freser, i dins del programa FloraLab-POCTEFA del projecte ex situ finançat per la Diputació de Girona.

2-VII-2021: Visita de formació a la població de *Gentiana pneumonanthe* de Guils de Cerdanya amb tècnics i vigilants de la Generalitat de Catalunya.

Visita de treball per ensenyar la població de *Gentiana pneumonanthe* de Guils de Cerdanya a vigilants i tècnics de l'administració (Agents Rurals de la Cerdanya i Servei de Fauna i Flora de la Generalitat de Catalunya) relacionats que poden participar en la conservació de la planta.

Activitat dins del programa FloraLab-POCTEFA i del projecte ex situ finançat per la Diputació de Girona.

24-VII-2021: Sortida divulgativa de flora de Setcases: *Delphinium montanum*.

Sortida per conèixer la flora del municipi de Setcases dins del projecte Setcases, Poble Botànic del Pirineu del Programa d'actuacions FloraLab-POCTEFA,. De les diverses sortides del Grup de Flora de Setcases aquesta es va fer expressament a la coma de l'Orri per ensenyar als participants l'esperó de muntanya *Delphinium montanum*. Allà mateix es van analitzar les dades dels últims anys, es va fer una diagnosi i es van plantejar les mesures de conservació necessàries i es va explicar el projecte ex situ

amb la planta que s'ha realitzat i el que està en fase d'execució, finançat per a Diputació de Girona.



Esperó de muntanya (*Delphinium montanum*)

Sortida de flora a la Coma de l'Orri

Dissabte 24 de juliol de 2021, de 9 a 18 h, des del Pla de la Molina,
i visitarem la població de l'esperó de muntanya (*Delphinium montanum*), endèmic del Pirineu oriental

Activitat organitzada amb l'Ajuntament de Setcases, l'Institut Botànic de Barcelona, l'Ajuntament de Setcases i el suport de la Diputació de Girona i el programa FloraLab-POCTEFA.

28-VIII-2021: Sortida divulgativa a la població de Gombrèn sobre la *Gentiana pneumonanthe*.

Sortida per conèixer la flora del municipi de Gombrèn, concretament de la zona de Montgrony, i visitar una de les localitats de *Gentiana pneumonanthe*. Allà mateix es van analitzar les dades dels últims anys de la població, es va fer una diagnosi i es van plantejar les mesures de conservació necessàries, tot explicant el projecte *ex situ* amb la planta que està en fase d'execució, finançat per a Diputació de Girona.



Ruta botànica a Montgrony
Dissabte 28 d'agost de 2021, de 9 a 14 h,
des de l'aparcament del Santuari de Montgrony



ICHN
Institució Catalana
d'Història Natural
Diputació de Girona

Activitat organitzada amb el Jardí Botànic de Gombren i amb el suport de la Diputació de Girona i del programa FloraLab POCTEFA.

17-IX-2021: Sortida de formació sobre la població de *Gentiana pneumonanthe* a Guils de Cerdanya dirigida tècnics del Consell Comarcal i dels serveis territorials de la Generalitat de Catalunya.

Visita de treball per ensenyar la població de *Gentiana pneumonanthe* de Guils de Cerdanya a tècnics de la comarca (Consell Comarcal e la Cerdanya i SSTT d'Agricultura de la Generalitat de Catalunya) relacionats que poden participar en la conservació de la planta.

8-X-2021: Sortida de 4rt curs de Biologia de la Universitat de Vic sobre seguiment i conservació de flora amenaçada

Sortida a Vallter 2000, Setcases, on es va explicar als alumnes el Programa de Seguiment i Conservació de Flora amenaçada de la Garrotxa i el Ripollès i es van analitzar les dades de les poblacions de *Delphinium montanum*. En base a les dades

de seguiment i les àrees de presència es va fer l'exercici de deduir la categoria UICN d'amenaça, i quines han de ser les actuacions prioritàries del Pla de Recuperació. Per la diagnosi es conclou la importància de la conservació *ex situ* per a poder salvar les poblacions del Ripollès i s'expliquen els projectes *ex situ* amb *Delphinium montanum* realitzats i en fase d'execució, finançats per la Diputació de Girona.

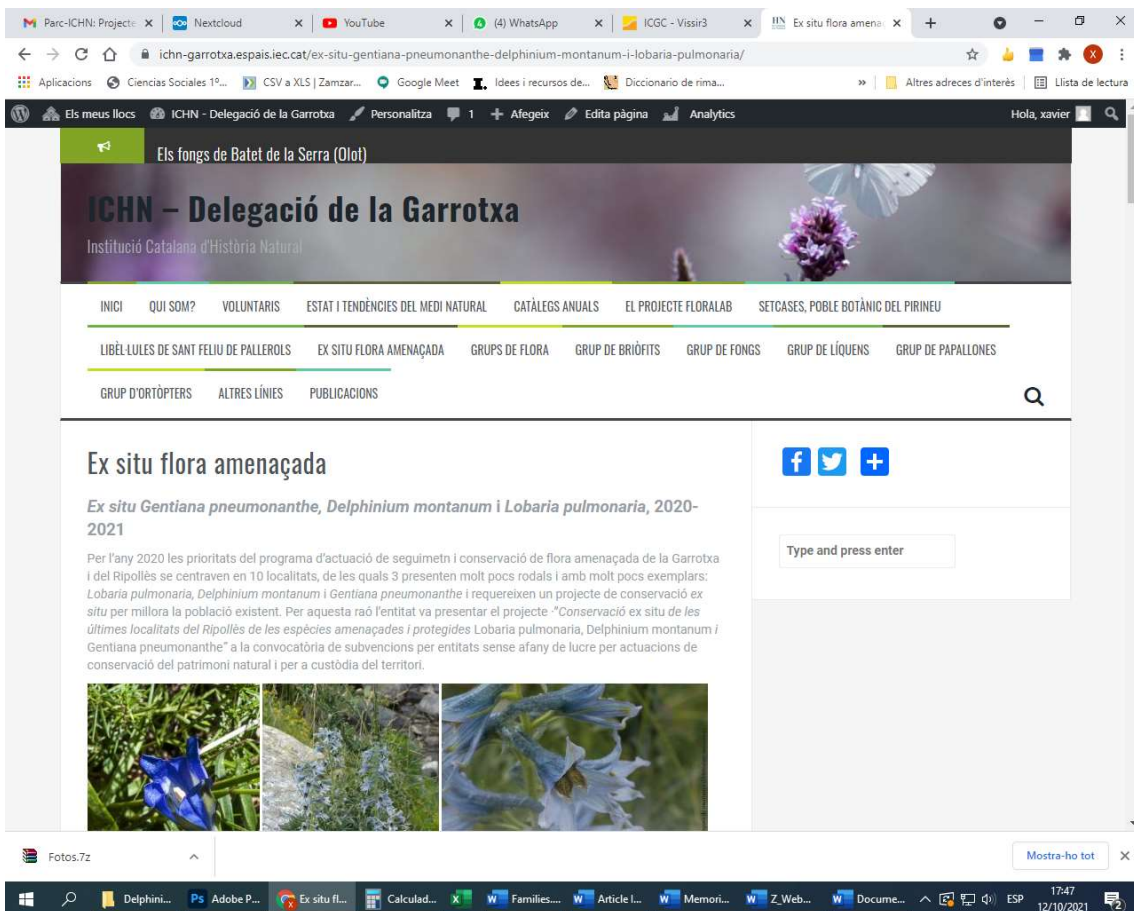
Sobre les actuacions *ex situ* es van explicar els projectes realitzats i en curs d'execució i finançats per la Diputació de Girona (*Dryopteris remota*, *Delphinium montanum*, *Gentiana pneumonanthe* i *Lobaria pulmonaria*).

Activitat coorganitzada amb la Universitat de Vic, amb el suport de la Diputació de Girona, el programa FloraLab-POCTEFA.

Les actuacions genèriques són:

Pàgina web de la delegació de la Garrotxa de la ICHN

Creació d'una pàgina pel projecte on es pot accedir a al informació per seguir les actuacions del projecte. <https://ichn-garrotxa.espais.iec.cat/ex-situ-gentiana-pneumonanthe-delphinium-montanum-i-lobaria-pulmonaria/>



The screenshot shows a web browser displaying the website of the ICHN - Delegació de la Garrotxa. The page title is "Ex situ flora amenaçada". The main content area features a heading "Ex situ flora amenaçada" followed by a sub-heading "Ex situ Gentiana pneumonanthe, Delphinium montanum i Lobaria pulmonaria, 2020-2021". Below this, there is a paragraph of text describing the project and its objectives. To the right of the text, there are social media icons for Facebook, Twitter, and a plus sign. Below the text, there are three small images showing the plants mentioned in the title. The website has a navigation menu at the top with links like "INICI", "QUI SOM?", "VOLUNTARIS", "ESTAT I TENDÈNCIES DEL MEDI NATURAL", "CATÀLEGS ANUALS", "EL PROJECTE FLORALAB", and "SETCASES, POBLE BOTÀNIC DEL PIRINEU".

Notes de premsa per als mitjans de comunicació, una per espècie per poder abordar localment cada població afectada (Annex 2).

Memòries del projecte per comunicar el projecte i els seus resultats a la Diputació de Girona per justificar l'ajut i a tots els agents implicats (projecte FloraLab-POCTEFA, Parc Natural de Capçaleres del Ter i del Freser, Consorci d'Espais d'Interès Natural del Ripollès, Ajuntaments de Guils de Cerdanya, Gombrèn, Vall de Bianya, Vidrà, Setcases i Vilallonga del Ter, i propietaris de Milany, el Farró, Montgrony, Guils de Cerdanya, el Catllar, i Setcases.

Persones/entitats que han executat el projecte

La coordinació tècnica de la globalitat del projecte i les accions proposades és desenvolupada per en Xavier Oliver, com a voluntari de l'entitat.

La coordinació tècnica i assessorament científic en quant a espècies i ecologia dels treballs *ex situ* és desenvolupada per en Joan Font i García, botànic de l'entitat.

L'execució dels treballs i la coordinació tècnica i assessorament científic en quant als protocols *ex situ* és a càrrec d'en Xavier Pujol i Carles Riera Roura, tècnics del Consorci SIGMA de la Garrotxa.

La coordinació administrativa, econòmica i la comunicació (divulgació, formació i implicació) del projecte és a càrrec de Josep Germain.

VALORACIÓ DEL PROJECTE

La conservació de la flora és un àmbit poc valorat per la societat en general i fins i tot pels responsables de la conservació del territori. El desconeixement, els pocs recursos dedicats a la conservació, i la canalització d'aquest pocs recursos a altres línies, provoquen una situació força negativa de la conservació de flora amenaçada al nostre país.

De les diferents actuacions de conservació que es plantegen quan es redacten els programes de conservació d'espècies de flora amenaçada normalment dues són les més prioritàries.

El primer tipus reuneix actuacions amb l'objectiu de minimitzar baixes en la població i la degradació de l'hàbitat, i per tant garantir que no es perden reproductors i recuperar la capacitat de l'hàbitat per incrementar i millorar la població. Aquestes actuacions són molt agraïdes perquè requereixen el contacte i l'acord amb els propietaris, gestors, ramaders... que gestionen la localitat i per tant es treballa en la seva implicació per resoldre el problema, i amb l'acord i les mesures adoptades es deixen de perdre exemplars i en general s'aconsegueix un ràpid increment de número d'exemplars, de reproductors i d'àrea de presència de l'espècie. La comunicació amb els agents a mes fa factible que més tard es pugui fer una segona actuació per ampliar la població protegit i millorant la localitat.

El segon tipus d'actuacions prioritàries són del tipus *ex situ*. Algunes poblacions no tenen prou amb la protecció dels exemplars i del seu hàbitat, i per constituir poblacions molt petites o patir altres tipus d'impactes mes biològics (depredacions silvestres o

problemes de viabilitat reproductiva per exemple) cal recórrer a reforçaments poblacionals amb sembra de llavors o recol·locació d'exemplars obtinguts *ex situ*.

Aquestes actuacions *ex situ* requereixen un coneixement científic i tècnic que no tenim en l'actualitat i per tant l'èxit de germinació de les llavors, de l'obtenció d'adults, i de supervivència d'exemplars translocats al medi natural en general és baixíssim, a part de molt difícils i molt lent.

Aquesta és la raó per la que es va sol·licitar una subvenció de la Diputació de Girona, per la prioritat de les localitats amenaçades que requerien un reforç poblacional i per millorar en el coneixement científic i tècnic ena actuacions *ex situ*.

En aquests dos anys s'ha completat l'emmagatzematge de llavors en el banc de germoplasma, de manera que ja es disposa de tres lots, s'han aplicat nous protocols per millorar la germinació de les llavors de *Delphinium montanum* que de moment és massa d'hora per valorar resultats perquè encara estem en procés de germinació de llavors. Per tant es necessitarà un temps per acabar de veure el percentatge d'èxit quant a germinació i quan a obtenció d'adults.

Quant a *Gentiana pneumonanthe* de la qual no es tenia experiència s'han aconseguit amb un grau d'èxit per sobre de les expectatives tant l'obtenció de llavors pel banc de germoplasma com per l'assaig de germinació, com per germinacions per sobre del 75% d'èxit com exemplars adults reproductors. Ara, en els propers anys s'ha d'acabar de veure com han geminat i evolucionat els exemplars per poder valorar exactament els graus d'èxit de germinació de totes les llavors i d'obtenció de reproductors i d'implantació d'exemplars al medi natural.

Lobaria pulmonària ha estat l'espècie més problemàtica perquè a part de ser un líquen que complica molt tot el procés experimental *ex situ*, a més s'afegeix la dificultat de la implantació a l'escorça dels arbres. La recuperació de fragments de tal·lus ha estat positiva però cal acabar de polir el grau d'èxit en la fixació al substrat.

Per altra banda, totes les actuacions de comunicació, tant divulgatives com formatives i tècniques han comportat una revalorització de la flora amenaçada, de les problemàtiques que l'afecten i de la necessitat de realitzar actuacions de conservació.

Algunes de les activitats, especialment les realitzades amb tècnics i vigilants responsables de la conservació, però també les que han participat gestors, propietaris, ramaders, forestals, ajuntaments han millorat el grau d'implicació en la conservació general d'espècies i en les particulars que tenien al seu àmbit geogràfic.

Justificació del pressupost del projecte

Concepte	Factura	IMPORT (€)	21% IVA	TOTAL (€)
Coordinació	ICHN	-	-	-
Ex situ	SIGMA	9.741,18	2.045,64	11.786,83
Comunicació	Josep Germain	580,00	121,80	701,80
TOTAL				12.488,63

El projecte té un facturació de 12.488,63 euros, dels quals la Diputació de Girona es fa càrrec d'un import de 9.990,90 euros (77,67%) i la delegació de la Garrotxa de la ICHN de 2.497,73 euros (22,33%).

En aquets pressupost no es compta els 3.520 euros de treball voluntari invertit en el projecte per part de la delegació de la Garrotxa de la ICHN.

BIBLIOGRAFIA

BLANCHÉ, C. 1991. Revisió biosistemàtica del gènere *Delphinium* L. a la península Ibèrica i a les Illes Balears. Arxius de la Secció de Ciències Naturals, 68. Institut d'Estudis Catalans. Barcelona.

FONT GARCÍA, J. & PUJOL, X. 2013. Mesures de conservació ex situ de la població de *Delphinium montanum* DC. de la riera de Morens (Setcases, el Ripollès). - L Recol·lecció i triatge de llavors i proposta de protocol de germinació. Informe inèdit. Consorci de Medi Ambient i Salut Pública de la Garrotxa - SIGMA.

GENERALITAT DE CATALUNYA, 2015. RESOLUCIÓ AAM/732/2015, de 9 d'abril, per la qual s'aprova la catalogació, descatalogació i canvi de categoria d'espècies i subespècies del Catàleg de flora amenaçada de Catalunya.

OLIVER, X. 2015. Llista vermella de Flora Vascular del Ripollès, 2014. Programa de Seguiment i Conservació de flora amenaçada de la Garrotxa i del Ripollès, delegació de la Garrotxa de la ICHN. Inèdit.

OLIVER, X. 2018. Fitxa d'espècie de *Lobaria pulmonaria*. Delegació de la Garrotxa de la Institució Catalana d'Història Natural. Programa de Seguiment i Conservació de flora amenaçada de la Garrotxa i del Ripollès. Inèdit.

OLIVER, X. 2017. Fitxa d'espècie de *Gentiana pneumonanthe* L. Programa de Seguiment i Conservació de flora amenaçada de la Garrotxa i del Ripollès. Delegació de la Garrotxa de la Institució Catalana d'Història Natural. Inèdit.

OLIVER, X. & TENAS, B. 2013. Projecte de conservació de la població de *Delphinium montanum* DC. de la riera de Morens (Setcases, el Ripollès), 2013. Projectes de conservació de flora amenaçada. Programa de Seguiment i Conservació de flora amenaçada de la Garrotxa i del Ripollès, delegació de la Garrotxa de la ICHN. Inèdit.

OLIVER, X. & TENAS, B. 2007; 2008; 2009; 2010; 2011; 2012; 2013; 2014; 2015; 2016; 2017; 2018; 2019; 2020. Memòries de seguiment de *Delphinium montanum* DC. del Ripollès. Programa de Seguiment i Conservació de flora amenaçada de la Garrotxa i del Ripollès, delegació de la Garrotxa de la ICHN. Inèdit.

OLIVER, X. & TENAS, B. 2018. Fitxa d'espècie de *Delphinium montanum*. Parc Natural de Capçaleres del Ter i del Freser, Generalitat de Catalunya i delegació de la Garrotxa de la Institució Catalana d'Història Natural. Programa de Seguiment i Conservació de flora amenaçada de la Garrotxa i del Ripollès. Inèdit.

SAEZ, L.; AYMERICH, P. & BLANCHÉ, C. 2010. Llibre vermell de les plantes
vasculars endèmiques i amenaçades de Catalunya. Argana.

Annex 1
CARTOGRAFIA

Localitat de *Lobaria pulmonaria* del
d (Vall de Bianya)

(Vallfogona del Ripollès) i

Localitat de *Lobaria pulmonaria* d (Vall de Bianya)

Localitat de *Lobaria pulmonaria* del

(Vallfogona del Ripollès)

Localitat de *Delphinium montanum* de

Localitat de *Delphinium montanum* de Morens

Localitat de *Gentiana pneumonanthe* de Montgrony (TM Gombrèn) i de Guils

Localitat de *Gentiana pneumonanthe* de Montgrony (TM Gombrèn)

Annex 2. Dossier de premsa

Tres plantes amenaçades del Ripollès són reproduïdes al laboratori per reforçar les poblacions naturals

L'esperó de muntanya *Delphinium montanum*, la genciana d'aiguamoix *Gentiana pneumonanthe* i un líquen *Lobaria pulmonaria*, amb les localitats més amenaçades del Ripollès són objecte de treballs de laboratori per a la seva conservació.

Treballs en la millora de la germinació de les llavors de l'esperó de muntanya Delphinium montanum, una planta endèmica amenaçada del Pirineu

L'esperó de muntanya *Delphinium montanum* és una planta protegida que viu ambients rocallosos del Pirineu oriental, entre 1600 i 2750 m. Es tracta de una planta endèmica del Pirineu oriental, per tant tota la població mundial d'aquesta planta es reparteix en set localitats, des del Cadí fins al Costabona.



Exemplar d'esperó de muntanya en una tartera de Setcases

Una població reduïda

L'esperó de muntanya havia estat citat de diverses localitats en l'eix Cadí-Puigmal i amb dues a la Catalunya Nord, a la vall d'Eina i al massís de Madres, i algunes d'elles no s'havien trobat en els últims anys. A partir de l'any 2014 el projecte transfronterer Floracat va permetre disposar d'una informació més completa i establir que actualment existeixen 7 poblacions controlades, 2 a la serra del Cadí, 1 al Pedraforca,

1 a la Tosa d'Alp, 1 al massís del Puigmal (Eina), 1 a l'alta vall del Ter i 1 a Noedes. Encara resta una població al Cadí com a poblacions citades que no s'han tornat a retrobar

Els censos realitzats ens indiquen que la població de *Delphinium montanum* s'estima entre 10.000 i 12.000 exemplars reproductors, i que més del 80% són als nuclis del Cadí i d'Eina, mentre que les altres poblacions constitueixen nuclis poc nombrosos als voltants d'aquests nuclis principals.

Poblacions fermes i poblacions col·lapsades

Les caracteritzacions de les poblacions ens indiquen que en general ja que existeixen casuístiques molt diverses, existeix un equilibri de reproductors i no reproductors i un nivell de germinació que fa pensar en una bona salut de les poblacions. Com a excepcions destaca la població de Noedes, col·lapsada ja que no presenta reproductors des de l'any 2009. Una altra excepció són la majoria dels rodals de la capçalera del Ter, envellits amb molts pocs no reproductors i amenaçades per 'activitat humana i els depredadors.

La població del Ripollès ha estat objecte de seguiment des de l'any 2007 i s'ha detectat una disminució de la població d'alguns rodals de fins al 47% de la població.

Amenaces

És el cas de diferents rodals de la població de la capçalera del Ter situats a la part baixa del c que conviuen en un difícil equilibri amb

La dinàmica de l'estació amb obres, moviments de terra i de neu, instal·lació d'equipaments... ha afectat a la població provocant la pèrdua del 25% dels exemplars fins al moment.

Reproducció de la planta al laboratori

Per la mida poblacional de l'espècie al Ripollès una de les actuacions clau per conservar-la és l'obtenció al laboratori de plantes adultes a partir de la recol·lecció de llavors. L'any 2013 la Institució Catalana d'Història Natural amb el suport de la Diputació de Girona i la Fundació la Caixa va executar un projecte de millora de l'hàbitat i de la població de *Delphinium montanum* al torrent de Morens. Una de les actuacions va ser un primer experiment de produir plantes al laboratori a partir de la llavors recol·lectades a la zona encarregada al Consorci de Medi Ambient i Salut de la Garrotxa. L'èxit dels experiments va ser baix, entre un 5 i un 12% de llavors germinades segons el tipus de tractament, malgrat que d'aquestes poques es van obtenir alguns exemplars reproductors.



Exemplar d'esperó de muntanya amb poncelles obtingut al laboratori

La germinació de les llavors de l'esperó de muntanya és força complicada ja que pateix una dormició que dificulta la germinació que es pot allargar uns anys.

L'any 2020, i gràcies als ajuts de la Diputació de Girona per actuacions de conservació del patrimoni natural i del projecte FloraLab-POCTEFA per actuacions transfrontereres la Institució Catalana d'Història Natural ha pogut encarregar de nou al Consorci de Medi Ambient i Salut de la Garrotxa realitzar una nova prova de germinació i d'obtenció d'adults de l'esperó de muntanya amb nous protocols per millorar l'obtenció de plantes adultes que es necessiten per reforçar la població natural.



Llavors en pretractament per fer-les germinar al laboratori

S'aconsegueixen exemplars reproductors de genciana d'aiguamoix *Gentiana pneumonanthe*, espècie amenaçada, en un laboratori de la Garrotxa

La genciana d'aiguamoix *Gentiana pneumonanthe* és una planta amb només dues poblacions a Catalunya de les 4 que havien existit. Amenaçada i protegida a Catalunya a la Catalunya Nord hi ha més localitats i des de fa temps francesos i catalans treballen per conservar-la.

Les dues poblacions catalanes han estat objecte d'actuacions de conservació que s'han acordat amb els propietaris i ramaders de les finques on creixen, on es compatibilitza una càrrega adequada de bestiar sobre els prats, amb una parada de la pastura a l'època estival del cicle de la planta perquè pugui desenvolupar-se i fer grana.

En aquestes actuacions de conservació la Institució Catalana d'Història Natural amb el servei de Flora i Fauna de la Generalitat de Catalunya fan el seguiment i vigilen l'evolució de les dues poblacions.

La Institució Catalana d'Història Natural ha presentat diferents projectes d'actuacions de conservació a la Diputació de Girona i a la Unió Europea mitjançant el projecte transfronterer FloraLab-POCTEFA. L'any 2020 va demanar finançament per un projecte d'obtenció d'exemplars d'adults al laboratori a partir de llavors recol·lectades a les poblacions naturals. L'objectiu era estar capacitats per poder disposar d'exemplars per reforçar les poblacions ja que estan constituïdes per pocs exemplars i podrien desaparèixer.

Els treballs de conservació *ex situ*, és dir, al laboratori, han estat encarregats al Consorci de Medi Ambient i Salut de la Garrotxa, que enguany, després d'un any i mig de treball ja ha obtingut percentatges importants d'èxit de germinació de les llavors, per sobre de l 75%, i també ha aconseguit plantes amb flor.



Plantes en flor de genciana d'aiguamoix aconseguides al laboratori.

Tècnics de la Garrotxa busquen la millor manera de conservar l'espècie amenaçada de líquen *Lobaria pulmonaria*

Lobaria pulmonaria és un líquen propi de boscos vells i humits que havia estat citat en diverses localitats de Catalunya però de els quals actualment es conserven molt poques.



Roure recobert del tal·lus de *Lobaria pulmonaria*

La Institució Catalana d'Història Natural fa el seguiment d'una localitat de la Garrotxa i una altra del Ripollès. En totes dues hi ha acords amb els propietaris o gestors de les finques perquè cap actuació les afecti i es conservi aquests rodals de boscos vells que són l'hàbitat del líquen protegit. Però la població del Ripollès està formada per molts pocs tal·lus i estan molt debilitats, i per tant requereix d'un reforçament de la població.

Amb els ajuts de la Diputació de Girona s'ha treballat en aprofitar els fragments de tal·lus caiguts dels arbres al terra i que es moren. Després de recuperar-los al laboratori, quan han recuperat un bon estat s'implanten una altra vegada en arbres que tinguin bones condicions per l'espècie. L'experimentació s'ha realitzat amb la població garrotxina, molt més gran i per tant amb més fragments de tal·lus caiguts, de manera que quan la tècnica d'implantació estigui millorada amb un èxit molt alt es procedirà a reforçar la població de lobària pulmonària del Ripollès perquè no desaparegui.



Fragment de *Lobaria pulmonaria* implantat en l'escorça de l'arbre

Annex 3. Memòria del projecte “Conservació ex situ de les espècies amenaçades i protegides *Lobaria pulmonaria*, *Delphinium montanum* i *Gentiana pneumonanthe*”

Conservació *ex situ* de les espècies amenaçades i protegides *Lobaria* *pulmonaria*, *Delphinium montanum* i *Gentiana pneumonanthe*



Xevi Pujol Planella, Carles Riera Roura & Joan Font García

Octubre 2021



Diputació de Girona

ICHN Delegació de
Institució Catalana
d'Història Natural
la Garrotxa

sigma
consorci de medi ambient i salut pública

Pujol Planella X., Riera Roura C. & Font Garcia J. 2021. *Conservació ex situ de les espècies amenaçades i protegides Lobaria pulmonaria, Delphinium montanum i Gentiana pneumonanthe* (Informe inèdit). Olot: Consorci de Medi Ambient i Salut Pública-SIGMA. Finançament: Diputació de Girona/Institució Catalana d'Història Natural Delegació de la Garrotxa

INDEX

Resum	1
--------------	---

Lobaria pulmonaria

1.1. Justificació dels treballs	3
1.2. Antecedents	3
1.3. Objectius inicials del projecte	3
1.4. Material i mètodes	
1.4.1. Característiques del tàxon	4
1.4.2. Característiques de la població	4
1.4.3. Metodologia	5
1.5. Resultats	10
1.6. Conclusions	13
1.7. Bibliografia	14

Delphinium montanum

1.1. Justificació dels treballs	15
1.2. Antecedents	15
1.3. Objectius inicials del projecte	18
1.4. Material i mètodes	
1.4.1. Característiques del tàxon	18
1.4.2. Característiques de la població	19
1.4.3. Metodologia	20
1.5. Resultats	24
1.6. Conclusions	29
1.7. Bibliografia	29

Gentiana pneumonanthe

1.1. Justificació dels treballs	33
1.2. Antecedents	33
1.3. Objectius inicials del projecte	33
1.4. Material i mètodes	
1.4.1. Característiques del tàxon	34
1.4.2. Característiques de la població	34
1.4.3. Metodologia	35
1.5. Resultats	39
1.6. Conclusions	42
1.7. Bibliografia	43

Conclusions finals	45
---------------------------	----

ANNEXOS	46
----------------	----

Resum

En aquest treball s'estudien les possibilitats que ofereixen les tècniques de conservació *ex situ* en la preservació de tres tàxons legalment protegits amb característiques biològiques força diferents i que mantenen algunes poblacions a les comarques humides nord-orientals de Catalunya. Es tracta, concretament, del líquen *Lobaria pulmonaria* i de les angiospermes *Delphinium montanum* i *Gentiana pneumonanthe*.

Lobaria pulmonaria ha sofert una reducció progressiva de les seves poblacions a causa de la pèrdua d'hàbitat agreujada per problemes de dispersió. Per aquesta espècie s'assagen per primer cop a casa nostra, tècniques de translocació i propagació a partir de fragments del tal·lus. L'elevada pèrdua de fragments trasplantats, per problemes amb el sistema de fixació, no ha permès obtenir dades concloents de les diferents ubicacions assajades (orientacions o alçades). Durant el període d'assaig no s'ha detectat creixement o desenvolupament dels fragments trasplantats.

Delphinium montanum presenta un complex sistema de germinació, com adaptació dels ambients d'alta muntanya on viu, que en dificulta l'obtenció de nous individus fora dels seus ambients naturals. Els principals objectius del treball són la millora dels percentatges de germinació obtinguts fins ara, que passa per la realització de proves de germinació a llarg termini, l'estudi detallat del desenvolupament dels embrions continguts a les seves llavors i un millor coneixement de les condicions de cultiu de les plàntules, que han de permetre obtenir finalment individus adults reproductors.

Finalment, *Gentiana pneumonanthe* amb sistemes de dormició fisiològica de les seves llavors, que han estat superats amb l'addició d'hormones (gibberel·lines) en els pretractaments dels assaigs de germinació. S'han pogut incorporar una quantitat aproximada de 27.500 llavors al banc de germoplasma i s'han obtingut algunes plantes reproductores adultes.

Lobaria pulmonaria

1.1. Justificació dels treballs

Lobaria pulmonaria és un líquen amenaçat a Catalunya dins de la categoria de Vulnerable [VU: B2] (Institució Catalana d'Història Natural, 2010). A Catalunya és una espècie protegida, inclosa dins de l'annex 2 d'espècies i subespècies catalogades com a *vulnerables* a la Resolució AAM/732/2015 (Generalitat de Catalunya, 2015).

El programa de conservació de *Lobaria pulmonaria* (Oliver, 2018) estableix com a actuacions clau aquelles que directament poden afectar als criteris pels quals es considera amenaçada. L'actuació clau 4 indica la necessitat de disposar de capacitat de conservació *ex situ* del tàxon (banc de tal·lus, protocols de reproducció, obtenció d'adults i translocació). La conservació *ex situ* ha de permetre obtenir protocols amb percentatges acceptables de multiplicació, obtenció d'adults i reforçament de la població.

La dimensió dels rodals, de les localitats i de les poblacions són massa petites, i caldria aconseguir un reforçament i connexió entre elles a través de treballs de conservació *ex situ* i translocació. La fragmentació de l'hàbitat i la manca de connexió entre les poblacions són les causes de la desaparició de nombroses localitats a Europa (Belinchón et al., 2011).

Les actuacions previstes es desenvoluparan a la localitat de la Vall de Bianya, actualment la població més gran coneguda al territori, per adquirir el coneixement del que es podria fer a la població de molt més amenaçada, a causa de la seva reduïda població i amb la qual no és recomanable experimentar. Una vegada obtinguts els protocols i amb el coneixement adquirit es disposaria de la capacitat per iniciar actuacions de conservació amb garanties per la població més amenaçada.

L'actuació proposada és, doncs, clau per poder recuperar una mida poblacional més viable i segura, especialment a la localitat de , molt afectada, i en la qual s'ha detectat una reducció molt important de la població.

1.2. Antecedents

La bibliografia sobre diferents mètodes de translocació aplicat a la conservació de líquens amenaçats és extensa, però en molts casos es tracta de treballs i informes inèdits de difícil consulta. Existeixen algunes revisions sobre les experiències realitzades, però amb pocs detalls de la metodologia emprada o els resultats finals (Smith, 2014). No obstant, la tècnica de conservació *ex situ* més estesa és la de la translocació directa de fragments de tal·lus que són enganxats amb diverses tècniques sobre les escorces dels arbres (Allen, 2017; Gustafsson et al., 2013; Scheidegger, 1995).

1.3. Objectius inicials del projecte

- Recol·lecció de propàguls vegetatius de la població del Farró (Vall de Bianya), prioritzant els que es desprenen naturalment.
- Conservació *ex situ* de propàguls en un banc de germoplasma.

- Estudiar la viabilitat dels propàguls i el manteniment de la seva viabilitat *ex situ*.
- Experimentar la seva reimplantació al medi natural a la localitat de la Vall de Bianya.
- Avaluar la seva viabilitat i vitalitat una vegada reimplantats.
- Valorar les possibilitats i la capacitat de fer reforçaments d'aquest tipus en d'altres localitats en base als resultats obtinguts.

1.4. Material i mètodes

1.4.1. Característiques del tàxon

Lobaria pulmonaria és un líquen foliós de tal·lus laminar, epifític, originat per la simbiosi d'un fong ascomicet, que rep el nom de micobiont, i de dos organismes fotosintètics (fotobionts), una alga verda (*Dictyochloropsis reticulata*) i un cianobacteri del gènere *Nostoc*. L'alga fotosintètica es situa en l'anomenada capa algal, a la cara superior (adaxial) del tal·lus, mentre que el cianobacteri s'allotja en unes cavitats anomenades cefalodis, com és habitual en els líquens amb tres simbionts. Els cefalodis formen taques més fosques en la cara inferior, i acaben englobats dins el tal·lus a mida que creix el micobiont. El cianobacteri té una important contribució a la simbiosi per la seva capacitat de fixar nitrogen.

Com una gran part dels fongs líquenitzats, *Lobaria pulmonaria* pot reproduir-se tant sexualment com mitjançant multiplicació asexual, essent aquest segon mecanisme el més freqüent. La multiplicació vegetativa es fa a través de la formació de dos tipus de propàguls, anomenats soredis i isidis. Els soredis són un cabdell d'hifes del micobiont i de cèl·lules d'alga entremesclades, mentre que en els isidis els dos simbionts es disposen de manera similar a l'estructura interna del tal·lus i envoltats per una capa externa anomenada còrtex. Un cop es desprenen del líquen, aquests propàguls creixen formant un nou tal·lus, que tanmateix no serà complet fins que no incorporin el tercer simbiont, és a dir el cianobacteri.

1.4.2. Característiques de la població

La població de *Lobaria pulmonaria* està molt restringida a un sector d'arbres grossos que no es van tallar en els últims aprofitaments realitzats entre els anys 60 i 70 (l'últim l'any 1977) i al fons de vall més planer amb més humitat edàfica i ambiental. Es tracta concretament d'una roureda de roure pèrol amb freixe de fulla gran i alguns faigs. Aquests rodals, en general, estan envoltats per arbres més joves o per ambients no tant frescs. En punts propers s'han detectat diversos grups d'arbres de característiques i ambient similar on podria establir-se també el líquen.

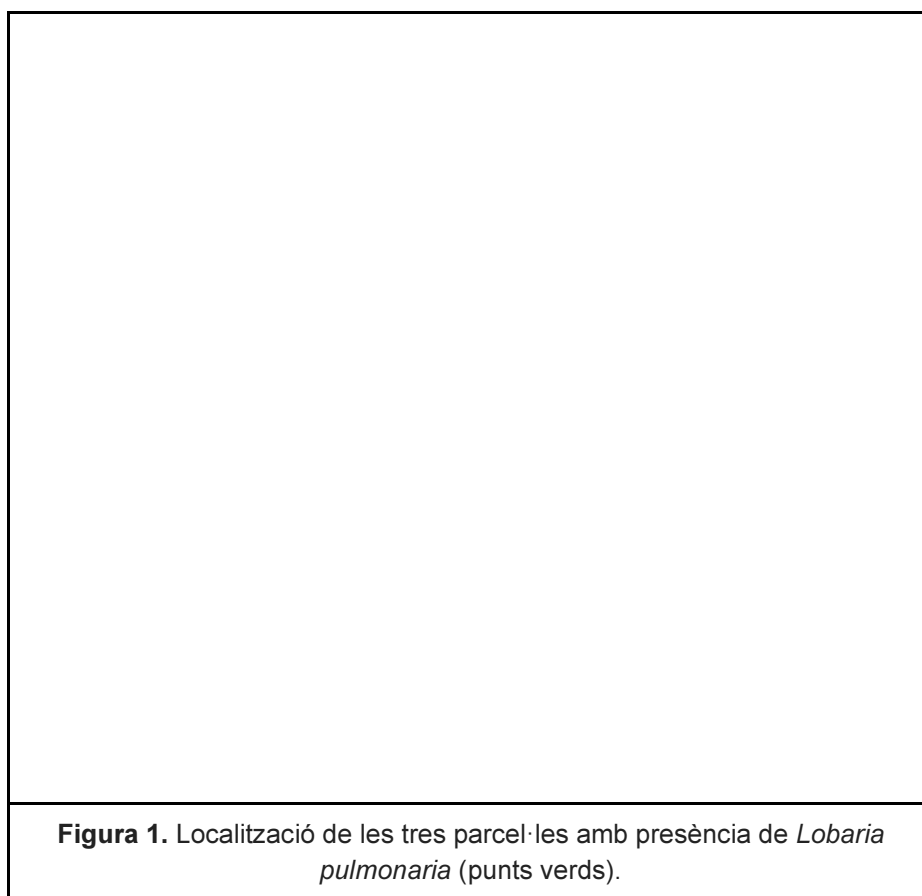
L'existència d'algun rodal proper d'arbres idonis permetria fer ampliacions de la població i establir més connexions entre elles (Oliver, 2018).

1.4.3. Metodologia

La tardor de l'any 2020 (24 d'octubre) es realitza una primera visita a la població del en la qual hi participen: Joan Font, Xevi Pujol, Xevi Oliver, Miquel Jover i Esteve Llop.

Durant la primera visita es fa de manera simultània un cens de la població (X. Oliver, E. Llop i M. Jover) i, paral·lelament, es realitzen els treballs preparatius per a la realització de l'assaig de translocació (J. Font i X. Pujol).

Durant la visita es constata la presència i viabilitat de propàguls vegetatius i es valora la possibilitat d'implantar-los posteriorment per reforçar la població en arbres amb característiques similars als que presenten el líquen.



Com a informació prèvia a l'assaig de trasplantament es determinen i posicionen tots els arbres amb un DBH (*Diameter at Breast Height*) superior a 10 cm (mesurat amb l'ajut d'una cinta diamètrica) de les tres localitzacions amb presència de *Lobaria pulmonaria*. La zona on es realitza aquest seguiment és una rodal circular de 10 metres de radi al voltant d'un arbre central per cadascuna de les tres parcel·les amb presència (Figura 1, Taula 1). La resta d'arbres es posicionen mitjançant una cinta mètrica i una brúixola respecte aquest exemplar central (Annex 1). Aquesta informació ha de servir per a seleccionar les noves parcel·les on es col·locaran els trasplants. Pels arbres amb presència de *Lobaria pulmonaria* s'anota l'espècie arbòria sobre la

qual creix el líquen, el diàmetre a l'alçada del pit, el diàmetre a la base i el diàmetre en el punt més alt amb presència de *Lobaria pulmonaria*.

Taula 1. Localització i característiques de l'arbre central de les parcel·les amb presència de *Lobaria pulmonaria*.

Parcel·la	Coordenades (UTMx, UTM _y)	Espècie	DBH (cm)	Observacions de la parcel·la
P1	0451505, 4675619	<i>Castanea sativa</i>	28,8	Arbre amb un sensor meteorològic. En aquesta parcel·la hi ha 7 arbres (tots <i>Quercus robur</i>) amb presència de <i>Lobaria pulmonaria</i> .
P2	0451524, 4675581	<i>Quercus robur</i>	66,0	L'arbre central és l'únic amb presència de <i>Lobaria pulmonaria</i> .
P3	0451484, 4675571	<i>Quercus robur</i>	33,0	L'arbre central és l'únic amb presència de <i>Lobaria pulmonaria</i> .

El dia 30 d'octubre de 2020 es fa una segona visita a la població per recollir diversos fragments apicals del tal·lus de *Lobaria pulmonaria* que presenten propàguls a simple vista. Per aquesta acció es disposa de l'autorització de recol·lecció per part del Servei de Fauna i Flora amb referència FL/20/23.

Per a la recol·lecció dels propàguls i la preparació posterior dels fragments a trasplantar es va utilitzar el material següent:

- Bosses.
- Tisores.
- Lupa plegable de camp de 20x.
- Lupa binocular.
- Bisturí.
- Pinces metàl·liques.
- Vials de vidre



Figura 2. Aspecte d'un fragment de tal·lus de *Lobaria pulmonaria*.

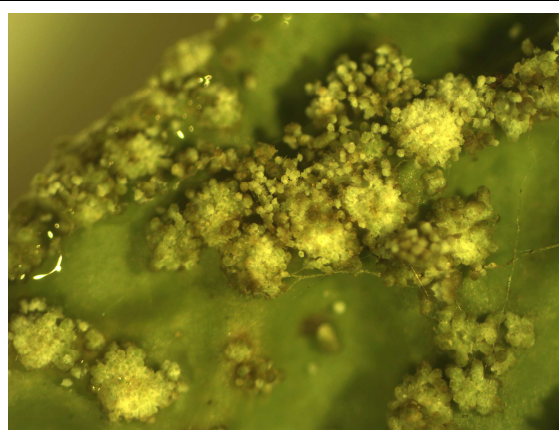


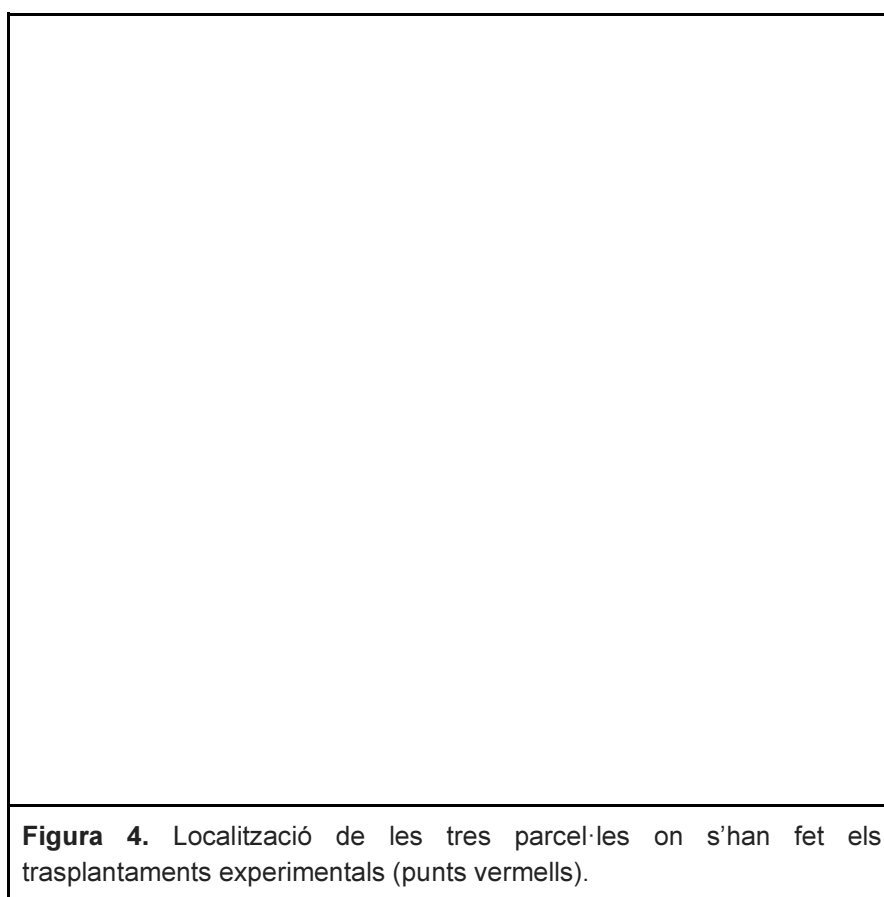
Figura 3. Pústules (soralis) amb propàguls vegetatius de *Lobaria pulmonaria*.

El material recol·lectat es porta al laboratori per preparar els trasplants que es realitzaran en tres parcel·les experimentals (P4, P5 i P6).

Els fragments es retallen en bocins més petits que continguin un nombre similar de soreds (aquest recompte es fa mitjançant una lupa binocular). Donada la lentitud i dificultat del procés només s'avalua el nombre i tipus de propàguls per a la parcel·la P4 (es detallen les característiques dels fragments preparats per aquesta parcel·la a l'Annex 4). Per les altres dues parcel·les (P5 i P6), els fragments grans es tallen en trossos de superfícies semblants on s'observa una presència similar de propàguls. Durant el recompte de propàguls es diferencia entre propàguls de coloració verdosa i blanca.

Es preparen 18 mostres per a cadascuna de les 3 parcel·les previstes que es col·loquen a l'interior de vials de vidre per conservar els fragments de plantació un cop tallats.

Una vegada processat el material es retorna el mateix dia a la població del Farró per realitzar els trasplantaments. S'escullen 3 parcel·les experimentals que presentin unes condicions aparentment adequades pel trasplantament i dins de cadascuna de les parcel·les s'escullen tres arbres (Figura 4).



Com a informació complementària a l'assaig de trasplantament es determinen i posicionen tots els arbres amb un DBH superior a 10 cm (mesurat amb l'ajut d'una cinta diamètrica) de les tres noves parcel·les prenent un rodal circular de 10 metres de radi al voltant d'un arbre central (Figura 4, Taula 2). La resta d'arbres es posicionen mitjançant una cinta mètrica i una brúixola respecte aquest exemplar central (Annex 2).

Taula 2. Localització i característiques de l'arbre central de les parcel·les on es realitzen els trasplants de *Lobaria pulmonaria*.

Parcel·la	Coordenades (UTMx, UTM _y)	Espècie	Observacions de la parcel·la
P4	0451557, 4675642	<i>Quercus robur</i>	Sense comentaris.
P5	0451488, 4675611	<i>Quercus robur</i>	Dels dos arbres que ocupen el centre de la parcel·la s'escull el de tronc més recte.
P6	0451484, 4675571	<i>Quercus robur</i>	Coincideix amb la parcel·la P2 i, per tant, a la parcel·la hi ha un arbre amb presència natural de <i>Lobaria pulmonaria</i> .

Dins de cada parcel·la s'escullen i posicionen tres exemplars de roure pèrol de diàmetre similar al dels exemplars que presenten *Lobaria pulmonaria* de forma natural (Taula 3). A cada arbre es col·loquen els trasplants en dues orientacions (nord i sud) i a tres alçades diferents (100, 150 i 200 cm, des de la base de l'arbre). Amb aquest disseny experimental, a cada parcel·la es col·loquen, finalment, 18 trasplants.

Taula 3. Posició dins de cadascuna de les parcel·les experimentals dels arbres on es col·loquen els trasplants de *Lobaria pulmonaria*.

Parcel·la	Arbres receptors				
	Codi	Tàxon	Distància centre (m)	Orientació (°)	DBH (cm)
P4	2	<i>Quercus robur</i>	4,74	0	27,0
	5	<i>Quercus robur</i>	5,22	65	63,3
	12	<i>Quercus robur</i>	4,16	225	31,0
P5	1	<i>Quercus robur</i>	2,35	340	54,0
	6	<i>Quercus robur</i>	3,35	45	35,5
	8	<i>Quercus robur</i>	2,35	117	34,6
P6	2	<i>Quercus robur</i>	7,61	48	35,9
	7	<i>Quercus robur</i>	5,45	180	32,7
	9	<i>Quercus robur</i>	9,24	190	42,3

Taula 4. Nombre de peus amb *Lobaria pulmonaria* i DBH dels exemplars de *Quercus robur* als rodals naturals i amb trasplants a les parcel·les experimentals.

Parcel·les	Rodals naturals			Rodals experimentals		
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Nombre d'arbres amb <i>Lobaria pulmonaria</i>	7	1	1	3	3	3
DBH (cm)	45,23	66,0	33,00	40,43	41,37	36,97

Tot i que les parcel·les P2 i P6 són coincidents en l'espai es tracten com a diferents. Per aquest motiu es considera que a P2 només hi ha un arbre amb presència i aquest no es té en compte per la parcel·la experimental P6.

Per a fer el trasplant dels fragments preparats al laboratori es va utilitzar:

- Arpillera.
- Grapadora.
- Pega mastic negra per empeltar.
- Fogonet d'acampada.
- Tupí.
- Espàtula de plàstic petita.
- Polvoritzador de jardineria.

Per col·locar els trasplants, primer es fixa sobre l'escorça un retall d'arpillera, de forma quadrada i d'aproximadament tres o quatre centímetres de costat, amb 3 o 4 grapes.

La mostra de líquen s'enganxa damunt l'arpillera amb pega negra (que prèviament s'ha escalfat amb un fogonet al bany maria). Aquesta operació ha de ser ràpida ja que

la pega es torna a solidificar en pocs segons. Un cop col·locat el fragment de tal·lus es ruixa amb el polvoritzador per humitejar els trasplants (Figures 5 i 6).



Posteriorment a la col·locació dels trasplants es realitzen 4 visites de seguiment a les parcel·les experimentals, concretament els dies 28/12/2020, 31/03/2021, 4/06/2021 i 11/10/2021.

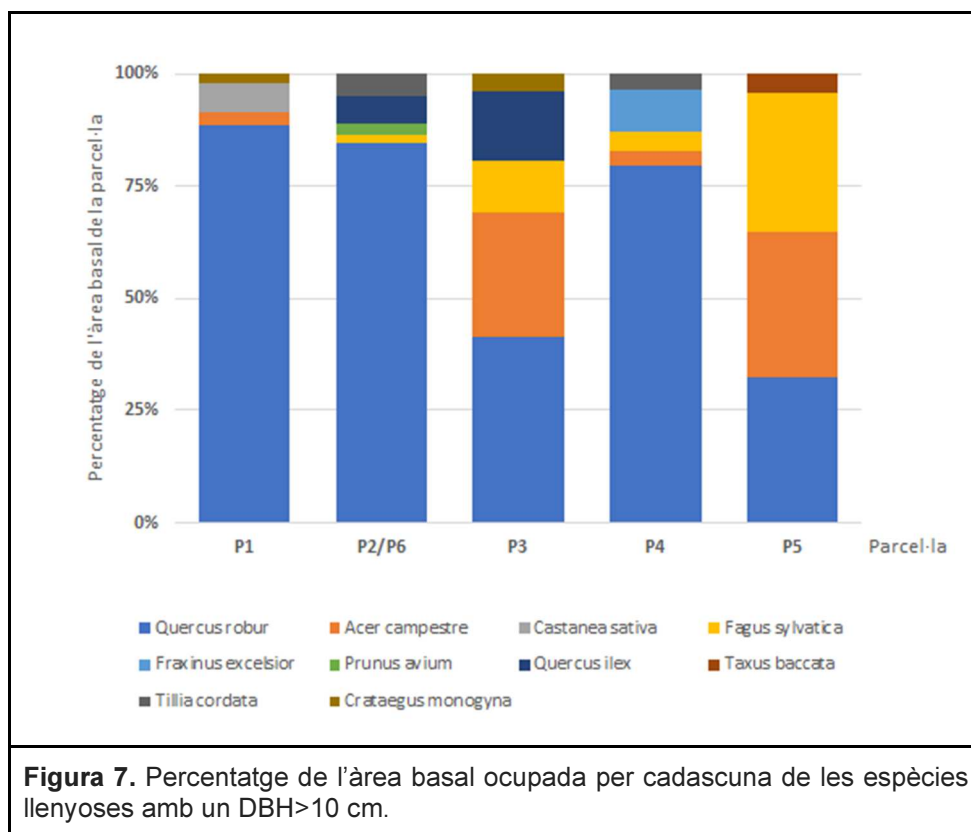
Durant les visites es registra la presència o no de l'arpillera (per veure si el sistema de subjecció amb grapes funciona) i la presència o no del fragment de líquen (per determinar si el sistema de subjecció amb pega funciona). En la darrera visita s'avalua l'estat dels fragments que s'han mantingut enganxats i si s'observa algun tipus de desenvolupament.

Aprofitant la visita del mes de juny s'aixequen inventaris del sotabosc de les parcel·les amb *Lobaria pulmonaria* i les parcel·les experimentals (Annex 3). Aquesta informació sobre la composició dels estrats inferiors del bosc completa la obtinguda en els inventaris forestals realitzats al principi de l'assaig.

Com a objectius inicials també hi figuraven la conservació *ex situ* de propàguls en un banc de germoplasma i estudiar el manteniment de la seva vitalitat *ex situ*. Tenint en compte la mida de la població es va decidir centrar tots els esforços i tot el material obtingut en la reimplantació dels fragments en el medi natural.

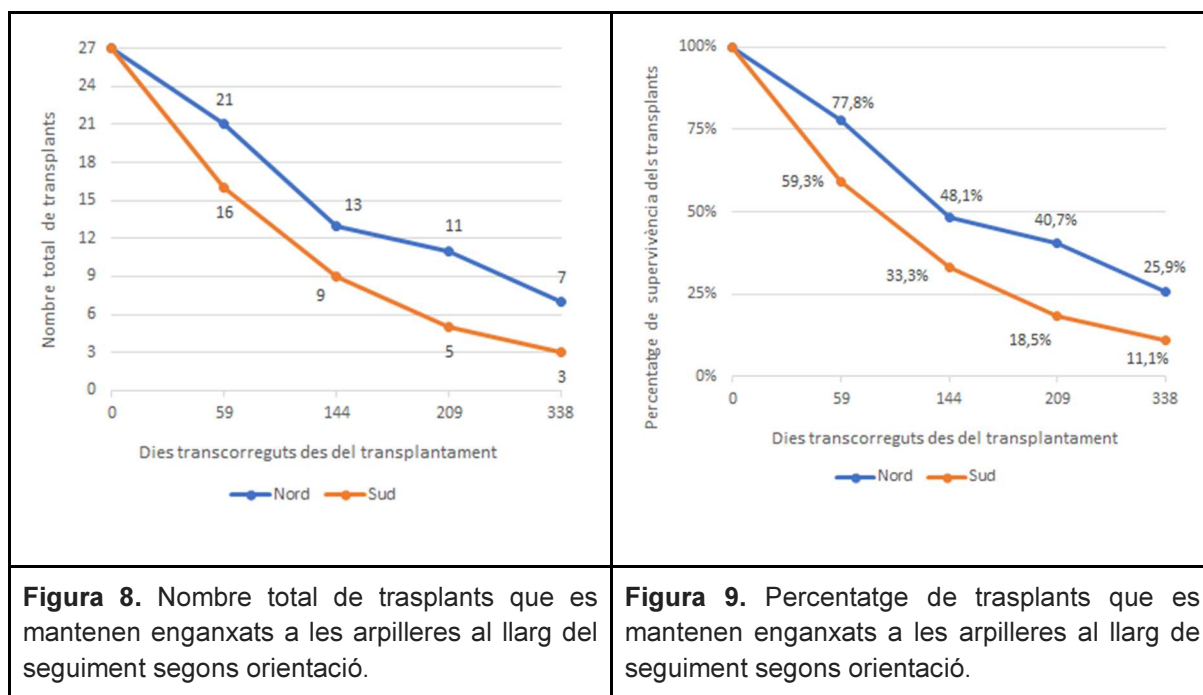
1.5. Resultats

La composició florística i l'estructura forestal del ha estat analitzada tant per caracteritzar els rodals on *Lobaria pulmonaria* és present de forma natural com per a trobar rodals similars potencialment idonis per a la translocació del líquen. La presència de *Lobaria pulmonaria* està lligada a la de roure pèrol, arbòria sobre la que creix en aquesta zona.

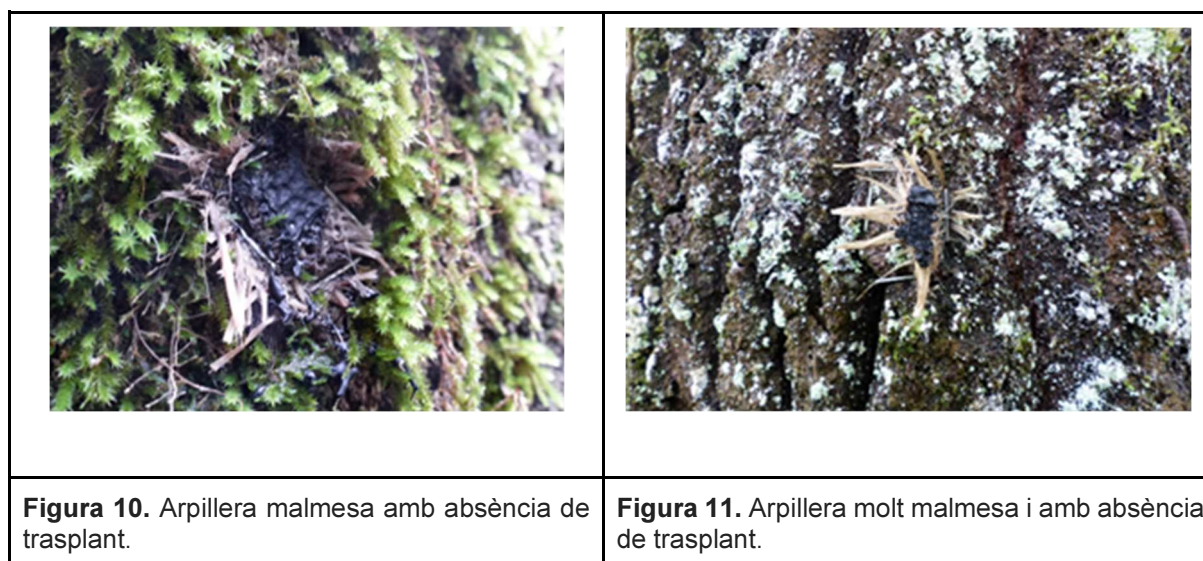


El domini d'aquest arbre en l'estrat arbori en els inventaris forestals realitzats és pràcticament general, tot i que hi poden ser abundants altres caducifolis com l'auró blanc i el faig (Figura 7).

La pèrdua de trasplants ha estat contínua al llarg del seguiment (Figures 8 i 9). Dels 27 trasplants col·locats en cadascuna de les dues orientacions després d'onze mesos només en queden 7 a la banda nord i 3 a la banda sud dels arbres. Això suposa que s'han perdut prop del 75% i del 90% dels trasplants, respectivament. Aquesta tendència no està relacionada amb les condicions estacionals i cal atribuir-la al sistema de fixació.



Al final del seguiment es constata que fins i tot les arpilleres comencen a deteriorar-se i desprendre's (Figures 10 i 11). A l'orientació nord es mantenen un major nombre de trasplants sense que les diferències amb el que passa a la banda sud siguin significatives. La petita mida dels fragments i els canvis d'humitat ambientals afavoreixen a que els tal·lus es repleguin disminuint la superfície de contacte amb la pega. Això fa pensar que fragments més grans units a l'escorça per més punts i amb un sistema més simple de muntatge serien més apropiats. Val a dir que la presència de propàguls en els fragments no s'ha traduït en l'aparició de nous tal·lus fora del trasplant fruit del transport per part de la pluja dels soredis. Cal pensar que el desenvolupament d'aquest nous tal·lus pot ser igualment lent i difícilment observable en aquest any de seguiment.



El petit nombre de trasplants que es mantenen al final del seguiment tampoc permet avaluar si hi ha diferències entre les alçades a les quals es van col·locar i la seva pervivència (Taula 5). Els trasplants situats a la part baixa del tronc (100 cm) són els que han experimentat un major nombre de pèrdues, mentre que els situats a 150 i 200 cm mantenen un mateix nombre de trasplants. En aquestes dues alçades és a la cara nord on el nombre final de trasplants es manté més alt.

Taula 5. Nombre total de fragments de *Lobaria pulmonaria* que es mantenen enganxats a les arpilles a 11 d'octubre de 2021 segons l'alçada de fixació.

Alçada (cm)	Nord	Sud	Total
100	1	1	2
150	3	1	4
200	3	1	4

La presència de molses en el tronc sembla afavorir la presència de *Lobaria pulmonaria* o almenys hi estaria relacionat amb una facilitació ecològica. Els trasplants s'han instal·lat en troncs amb escorces amb baix o nul recobriment briofítics i aquest fet podria ser rellevant en el moment d'escollir els arbres receptors. La major abundància de trasplants en les orientacions nord dels troncs podria estar relacionada amb el major recobriment que hi tenen les molses.

1.6. Conclusions

- Els assaigs de translocació de *Lobaria pulmonaria* a la població del s'han pogut realitzar durant l'any 2021 sense que s'hagin produït fenòmens meteorològics (p.ex. ventades) o biològics (p.ex. caigudes d'arbres) que els hagin afectat.
- La composició florística i de l'estructura forestal de les parcel·les amb presència de *Lobaria pulmonaria* i de les parcel·les experimentals mostra similituds suficients per considerar l'existència d'hàbitat favorable per a l'espècie dins del nucli poblacional del .
- La translocació de fragments de tal·lus de *Lobaria pulmonaria* es segueix considerant el sistema més efectiu per accelerar la colonització de nous arbres i l'augment de la mida poblacional d'aquest líquen.
- L'assaig de trasplantament realitzat s'ha vist condicionat per l'ús de fragments de tal·lus massa petits per tal d'afectar el menys possible la població natural.
- El mètode de col·locació dels fragments petits sobre l'escorça de l'arbre emprat resulta massa complex i sembla aconsellable utilitzar fragments de mida més gran en nous assaigs.

- El despreniment dels fragments ha estat la principal causa de pèrdua de trasplants per la qual cosa sembla que el sistema de fixació ha de ser més simple i dràstic tot i que comporti la utilització d'adhesius sintètics.
- Tot i que les diferències no són significatives, els trasplants col·locats en orientacions nord presenten un menor percentatge de despreniment que els orientats a sud. Aquest fet i les millors condicions d'humitat de l'orientació nord semblen recomanar col·locar els fragments en aquest orientació.
- Durant el període d'assaig no s'ha detectat creixement o desenvolupament dels fragments.

1.7. Bibliografia

Allen J.L. (2017). Testing lichen transplant methods for conservation applications in the southern Appalachian Mountains, North Carolina, U.S.A. *The Bryologist* 120(3): 311-319.

Bellinchon R., Martínez I., Aragón G.; Escudero A. & De la Cruz M. (2011). Fine spatial pattern of an epiphytic lichen species is affected by habitat conditions in two forest types in the Iberian Mediterranean region. *Fungal biology* 5: 1270-1278.

Generalitat de Catalunya (2015). *Resolució AAM/732/2015, de 9 d'abril, per la qual s'aprova la catalogació, descatalogació i canvi de categoria d'espècies i subespècies del Catàleg de flora amenaçada de Catalunya*. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya 6854 [20.4.2015]. 21 p.

Gustafsson L., Fedrowitz K. & Hazell P. (2013). Survival and vitality of a macrolichen 14 years after transplantation on aspen trees retained at clearcutting. *Forest Ecology and Management* 291: 436-441.

Institució Catalana d'Història Natural (2010). Fongs, líquens i briòfits que requereixen mesures de conservació a Catalunya [en línia]. Barcelona: Institució Catalana d'Història Natural. <<https://ichn2.iec.cat/pdf/flbprot.pdf>>

Oliver X. (2018). Fitxa d'espècie de *Lobaria pulmonaria*. Programa de Seguiment i Conservació de flora amenaçada de la Garrotxa i del Ripollès (Inèdit). Olot: Delegació de la Garrotxa de la Institució Catalana d'Història Natural.

Scheidegger C. (1995). Early development of transplanted isidioid soredia of *Lobaria pulmonaria* in an endangered population. *The Lichenologist* 27(5): 361-374.

Smith, P.L. (2014). Lichen translocation with reference to species conservation and habitat restoration. *Symbiosis* 62(1): 17-28.

Delphinium montanum

1.1. Justificació dels treballs

Delphinium montanum és un endemisme del Pirineu oriental. Espècie protegida a Catalunya (Generalitat de Catalunya, 1993, 2008 i 2015), es considera amenaçada dins de la categoria *Vulnerable* [VU] segons els criteris de la UICN (2001) B2ac(iii) i D2 (Aymerich & Sáez, 2001) o afegint el criteri C1 (Sáez et al., 2010). A més es troba entre les 25 espècies d'actuació prioritària a les comarques gironines [VF 24] (Font García & Vicens, 2010) i al Ripollès s'ha catalogat com *En Perill Crític* [CR] (Oliver, 2015a). B2ac(iii), D2

El programa de conservació de *Delphinium montanum* (Oliver & Tenas, 2013) estableix com a actuacions clau aquelles que directament poden afectar als criteris pels quals es considera amenaçada. L'actuació clau 6 insta a disposar de capacitat en conservació *ex situ*: mitjançant la conservació de llavors en bancs de germoplasma, l'obtenció de protocols amb percentatges acceptables de germinació i l'obtenció d'adults dirigits al reforçament de la població. És una actuació clau per poder assolir una dimensió de població més viable i segura, especialment dels 6 o 7 rodals amb menys població o amb més pèrdues de reproductors. La dimensió dels rodals, de les localitats i de les poblacions són massa petites, i caldria un reforçament poblacional o una connectivitat més elevada. Per això és imprescindible tenir capacitat *ex situ* de l'espècie.

1.2. Antecedents

L'any 2013 es va realitzar un primer treball de *conservació ex situ* promogut per Delegació de la Garrotxa de la Institució Catalana d'Història Natural (ICHN) i finançat per l'Obra Social de la Caixa i la Diputació de Girona (Pujol & Font García, 2013).

La recerca bibliogràfica prèvia al treball experimental va establir les condicions necessàries per la germinació dels propàguls d'aquesta espècie. A continuació es reproduïen les principals observacions recollides en aquell treball.

El gènere *Delphinium* i d'altres propers de la mateixa família, com *Aconitum* (Vandelook et al., 2009), presenten dormicions morfo-fisiològiques [MPD]. En el moment de la dispersió de les llavors, els embrions es troben sempre en un estadi subdesenvolupat (Martin, 1946) i poden o no presentar dormició fisiològica. Els embrions sense dormició fisiològica creixen tan bon punt les llavors són exposades a condicions favorables de temperatura, llum/foscor i humitat (Baskin & Baskin, 1990a). En aquest cas, la germinació es veu endarrerida per la petita mida de l'embrió i les llavors presenten únicament dormició morfològica. En canvi, el creixement d'embrions amb dormició fisiològica s'endarrereix fins que les condicions són apropiades tant per una pèrdua de la dormició com el creixement de l'embrió. El creixement de l'embrió pot tenir lloc tant durant (Baskin et al., 1992) com després de la pèrdua de la dormició (Baskin & Baskin, 1990b).

Tenim coneixement d'estudis de germinació per a *Delphinium montanum* duts a terme en condicions controlades d'hivernacle, sense cap tractament previ a les llavors, que van donar percentatges molt baixos, al voltant d'un 5-6% (n= 216 granes (Bosch,

1999). S'han realitzat també proves de germinació en safates ubicades a les poblacions naturals amb resultats lleugerament superiors, 6-12% (n= 360 granes). Segons aquests assajos, la germinació triga uns 145 dies de mitjana en produir-se. Es confirma, doncs, que les llavors presenten una dormició de quasi tres mesos, que coincideix amb el període en què les poblacions solen estar cobertes de neu i no es pot descartar que sigui una estratègia de retardar la germinació fins al moment adequat i assegurar una probabilitat superior de supervivència de les plàntules (Forbis & Diggle, 2001; Bosch, 2011).

S'han realitzat assajos de germinació per altres tàxons del gènere *Delphinium* tenint en compte la fenologia d'aquestes plantes. En aquest sentit són destacables els realitzats per l'espècie nord-americana *D. tricorné* Michx. (Baskin & Baskin, 1994) i per l'endemisme ibèric *D. fissum* subsp. *sordidum* (Cuatrec.) Amich, E. Rico & J. Sánchez (Herranz et al., 2010). En ambdós casos, confirmen l'existència de mecanismes de dormició fonamentalment morfològiques en els quals cal un període de desenvolupament de l'embrió després de l'alliberament de les llavors fins a assolir una mida mínima a partir de la qual es produirà la germinació.

Com a resum de les característiques esmentades cal destacar alguns factors a tenir en compte en la implementació de les mesures de conservació *ex situ* per aquest tàxon:

- 1) Cicle anual de la planta: la fenologia del tàxon es concentra en els mesos d'estiu amb una floració centrada principalment en el mes d'agost. La maduració i alliberament de les granes es produeix un mes després. Al camp, les germinacions es produeix cap al mes de juliol coincidint amb el desenvolupament vegetatiu de les plantes reproductores (Aymerich, 2003).
- 2) Viabilitat de les llavors: sembla molt elevada (90-92%) segons les proves amb tetrazole realitzades anteriorment (Aymerich, 2003). Tanmateix, aquets tipus d'assaig pot donar resultats falsament positius en el cas de llavors actives, però amb embrions subdesenvolupats, com sembla passa en aquesta família de plantes. Segons les nostres pròpies observacions les llavors ben formades contenen un endosperma que ocupa la totalitat de les llavors i es pot observar clarament l'embrió a la part inferior realitzant un tall longitudinal. Les llavors també sofreixen una predació important (11-42%), per erugues de lepidòpters (Aymerich, 2003) i per larves de dípters, que les barrinen i les malmeten notablement (Bosch, 1999).
- 3) Dormició i requeriments de germinació: la dormició és present en les llavors d'aquest grup de plantes. Es manifesta inicialment amb un desenvolupament incomplet de l'embrió en el moment del seu alliberament dels fruits (dormició morfològica) i per altra part en un estímul a un període d'estratificació freda (dormició fisiològica). La combinació dels dos factors sembla doncs correspondre al període de repòs hivernal durant el qual s'acaba de desenvolupar l'embrió.
- 4) Absència d'un banc de llavors: les llavors semblen germinar a l'any següent del seu alliberament, ja que garbellant mostres de sòl preses al voltant de les plantes mare després del període de germinació no s'observen llavors

d'aquesta planta (Aymerich, com. pers.). No obstant, els representants del gènere *Delphinium* es considera fan llavors ortodoxes aptes per a la seva conservació en banc de llavors. Segons la Seed Information Database (SID) de Kew, les llavors no es veuen afectades per l'exposició amb nitrogen líquid (Stanwood & Bass, 1981) i toleren l'emmagatzemament a llarg termini (desenes d'anys) en les condicions establertes per IPGRI.

- 5) Mortalitat de les plàntules: s'ha indicat com molt elevada en condicions naturals i que tendeix a establir-se una mena d'equilibri respecte a la disponibilitat d'hàbitat i la competència interespecífica amb els individus adults.
- 6) Disponibilitat de llocs de reclutament: sembla el principal factor que limita tant la germinació com la supervivència de les plàntules que competeixen amb els individus adults reproductors.

En base aquestes informacions l'any 2013 es van assajar diversos tractaments:

- a) Primera fase (iniciada uns 90 dies després de la recol·lecció)
 - Pretractament estratificació freda en fosc a 5°C durant 60 dies i incubació 5°C en fosc.
 - Pretractament estratificació freda en fosc a 5°C durant 60 dies i incubació 15/10°C (condicions de primavera), alternança de temperatura cada 12 hores, en fosc.
 - Pretractament estratificació freda en fosc a 5°C durant 60 dies i incubació 25/10°C (condicions d'estiu), alternança de temperatura cada 12 hores, en fosc.
- b) Segona fase (iniciada uns 180 dies després de la recol·lecció) es tornen a assajar els tractaments anteriors.

Per cada un dels tractament es realitza una repetició per llavors amb testa clara i una per testa fosca.

Els tractaments a una temperatura d'incubació constant de 5°C i variable de 25/10°C (condicions d'estiu) es van poder mantenir a llarg termini, més enllà del programat d'inici. Per contra el de temperatura d'incubació variable a 15/10°C (condicions de primavera) es va haver d'eliminar un cop assolit el temps de germinació previst inicialment sense haver obtingut cap germinació.

Els resultats obtinguts després de fer un seguiment de 2.502 dies des de la primera sembra i de 2.411 dies des de la segona es troben tabulats a l'Annex 5. Aquests resultats no figuren a la memòria original ja que es va donar continuïtat als treballs molt més enllà de la data de lliurament previst.

Les llavors que es trobaven incubades a temperatura alterna es passen a temperatura constant de 20°C per necessitats internes del laboratori després de 242 dies (pel tractament temps després recol·lecció 90 dies) i 151 dies (pel tractament temps després recol·lecció 180 dies) respectivament.

Les dates de germinació de les llavors, deixant de banda els primers mesos quan es realitzaven seguiments cada tres dies segons el calendari previst, són orientatives ja que els intervals de seguiment es van anar espaïant amb el temps.

Sense fer una anàlisi exhaustiva dels resultats obtinguts queda clar que els requeriments de temps de germinació en les condicions assajades són molt superiors als inicialment esperats. En base a aquest coneixement es desenvolupa una nova proposta de germinació i cultiu (veure apartat assaig de germinació dins la metodologia).

1.3. Objectius inicials del projecte

- Recol·lecció de llavors dels rodals amb més reproductors i menys problemes de conservació del Ripollès ().
- Conservació *ex situ* de llavors d'una de les poblacions en un banc de germoplasma.
- Realitzar assajos de germinació amb una part de les llavors tot aplicant diferents tractaments innovadors quant als treballats fins al moment per escurçar la dormició observada en experiències anteriors i incrementar l'èxit de germinació.
- Millorar el protocol d'obtenció d'adults a partir de les llavors germinades.
- Plantació a la localitat.
- Avaluar la viabilitat i vitalitat una vegada trasplantats.
- Valorar les possibilitats i la capacitat de fer reforçaments d'aquest tipus en poblacions naturals en base als resultats obtinguts.

1.4. Material i mètodes

1.4.1. Característiques del tàxon

Delphinium montanum és una herba perenne (hemicriptòfit), de 15-60(65) cm, ramificada des de la base. Fulles palmatisectes o palmatipartides. Sèpals de (12)124-20(24) x 3,5-8 mm, de color blau pàl·lid. Pètals laterals bífids, en general de color bru-negre.

La floració es produeix a l'estiu, centrada en els mesos de juliol i agost. És una planta entomòfila i xenògama, amb pol·linització per insectes, amb casos freqüents de robament lateral de nèctar (Bosch, 1999). El fruit és format per tres fol·licles, densament pubescents (Figura 1).

	
Figura 1. Aspecte general d'una planta fruitada de <i>Delphinium montanum</i>.	Figura 2. Aspecte de les llavors de <i>Delphinium montanum</i> amb les ales de color clar.

Les llavors de *Delphinium montanum* són diferents a la de la resta de representants d'aquest gènere que trobem a casa nostra ja que presenten un episperma llis (sense ornamentacions ni esquames típiques d'altres espècies). La coloració és de color negre o bru fosc, brillant (de vegades clares, Pujol & Font Garcia, 2013). La forma és subpiramidal i als angles de la piràmide imaginària, les cèl·lules de contorn poligonal que formen l'episperma es presenten en forma de petites expansions, més o menys regulars, poc o ben manifestes (en comparació a la resta de representants euroasiàtics de la secció Elatoidea a la qual pertany) en forma d'ales (Ilarsan et al. 1997) (Figura 2). La dispersió es considera afavorida pel vent (anemocora), tot i que la distància de dispersió de les llavors no sembla superar els cinc metres al voltant de la planta mare (Blanché, 1991). La dispersió es produeix entre finals de setembre i mitjans octubre.

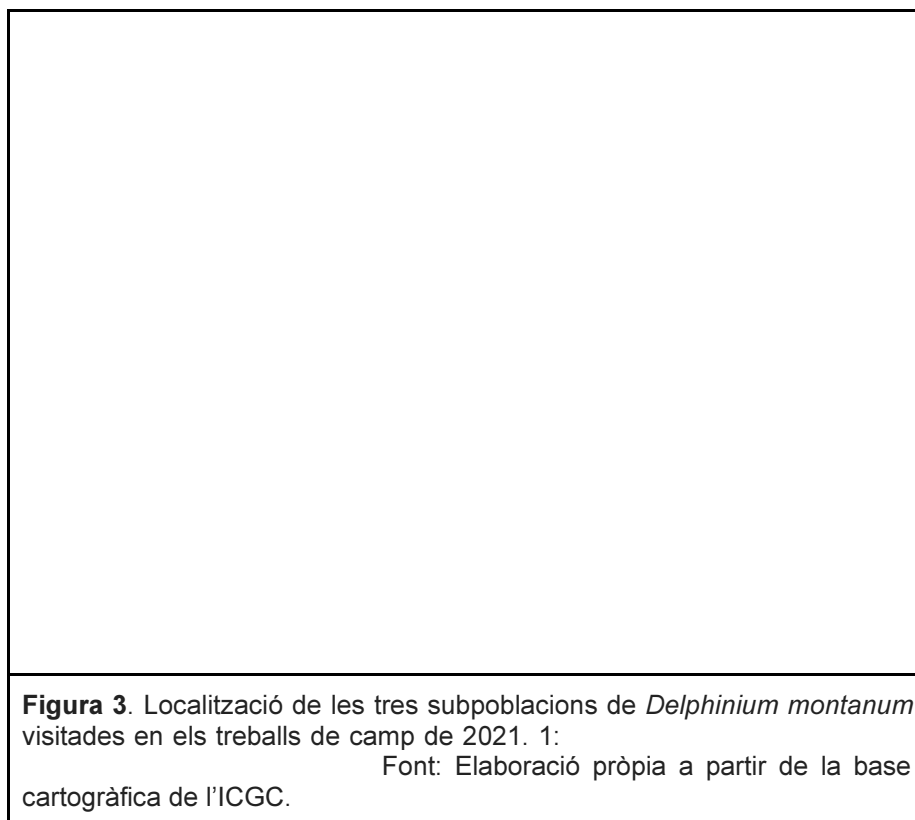
1.4.2. Característiques de la població

Al Llibre Vermell (Sáez et al., 2010), aquest endemisme dels Pirineus catalans havia estat qualificat com a vulnerable [VU] a causa del nombre reduït de poblacions, del declivi d'algunes d'elles i de les fluctuacions observades en altres. Les noves informacions obtingudes en els darrers anys recomanen reavaluar aquesta espècie com a NT, perquè no compleix cap criteri de la categoria d'amenaça, i excloure-la de la llista vermella (Aymerich & Sáez, 2021).

Els motius d'aquest canvi en la catalogació serien:

1. La troballa de nous nuclis poblacionals a diferents comarques, un dels quals té més de 2000 plantes reproductores (Aymerich, 2015), de manera que actualment es coneixen a Catalunya un mínim de 9 subpoblacions que sumen entre 5.700 i 7.500 individus reproductors (Aymerich et al., 2020).

2. Els casos de disminució poblacional són fenòmens locals que afecten nuclis petits i no es poden generalitzar a tota l'espècie.
3. Les fluctuacions poblacionals no arriben a ser de gran magnitud i, per tant, no s'ajusten a allò que marquen les directrius de la IUCN per als criteris utilitzats en les avaluacions de les categories de risc.



1.4.3. Metodologia

Recol·lecció de llavors

A 1 d'octubre de 2020, Xavier Oliver realitza una recol·lecció de llavors de l'entorn de l'estació d'esquí de Vallter (concretament dels

Per a la recol·lecció del material es disposa de l'autorització emesa Departament de Territori i sostenibilitat amb la referència FL/20/23.

A 6 d'octubre de 2020, tal com estava previst en el cronograma, es realitza una visita a per recol·lectar llavors. Es localitza la població però tots els individus estan completament malmesos (trencats pel vent o depredats). Ni tan sols es localitzen càpsules buides. En aquesta mateixa data es fa una visita a la però tampoc es pot obtenir cap llavor.

Un cop recollits els fruits es mantenen dins de les bosses de paper en condicions d'humitat i temperatura de laboratori fins al seu triatge per tal de permetre la seva completa maduració. A continuació, les llavors se separen de les estructures del fruit. Durant aquest procés de triatge també s'observa la presència de llavors mal formades

o amb un grau de desenvolupament irregular, que s'eliminen del lot que es vol guardar.

Les bosses amb les llavors ja triades es guarden en un dessecador a temperatura ambient fins a la seva utilització en els proves de germinació.

L'estoc que es preveu no utilitzar en els experiments s'incorpora al banc de llavors a una temperatura de -18°C per a la seva conservació a llarg termini.

Recol·lecció de mostres de sòl

A la visita de 6 d'octubre es recullen 3 mostres de sòl a i 6 a
per tal de millorar el coneixement de les característiques edàfiques on es desenvolupa l'espècie i poder establir un protocol de cultiu més adequat. Les mostres s'extreuen mitjançant un cilindre metàl·lic que es clava fins a uns 5 cm de profunditat (Figura 4). La mostra de sòl es col·loca en una bossa de plàstic tipus zip convenientment etiquetada. Per a cada mostra s'analitza al laboratori del Consorci SIGMA el contingut percentual de carbonats i el pH.



Figura 4. Mètode utilitzat per a la recollida de mostres de sòl.

Assaig de germinació

En el treball previ, de 2013, es van assajar 2 períodes de postmaduració diferents en condicions de temperatura ambient (90 i 180 dies) i una posterior estratificació freda de 60 dies. Tot i no obtenir uns resultats concloents, els resultats en general semblen millors per la postmaduració a 180 dies.

En aquest cas es vol assajar una germinació amb un seguiment preestablert i regular a molt llarg termini, incubant el material després de períodes d'estratificació freda previs i de diferent durada.

Es proposa un únic període de postmaduració per tots el tractaments (des de la recol·lecció fins a l'inici a de l'assaig) i fer diferents estratificacions en fred a 5°C. Per fer-ho es col·loquen les llavors sobre un paper humit FILTER-LAB 518G en plaques petri de 90 mm. S'embeu el paper amb 0,8 ml d'H₂O destil·lada i se'n extreu l'accés per decantació. Es tanquen les plaques amb Parafilm® i s'embolcallen amb dos fulls de paper d'alumini (estratificació en fosc) (Figures 5 i 6).

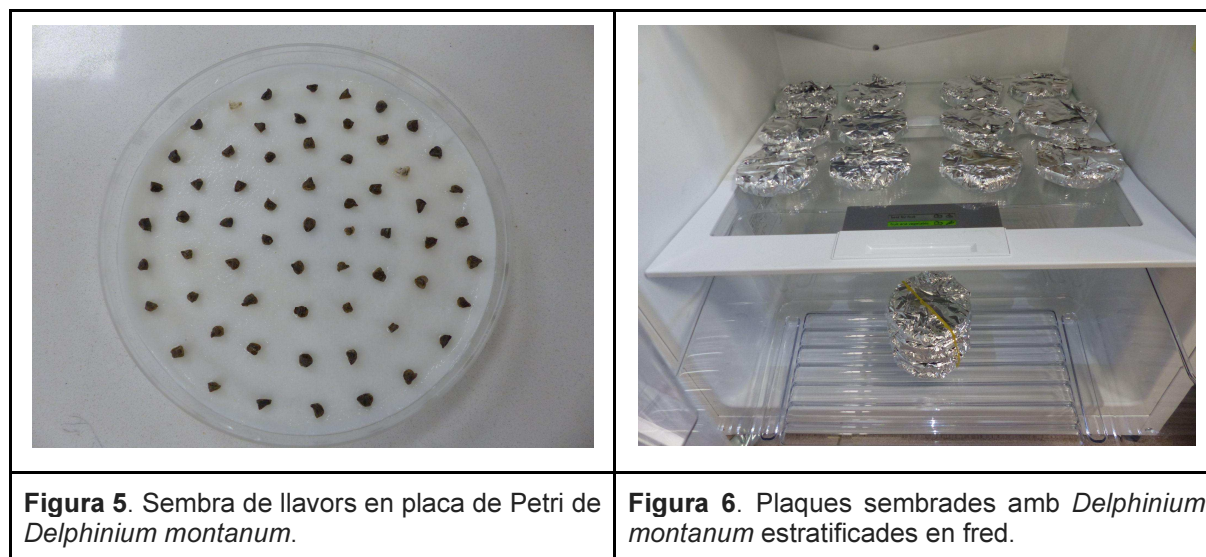


Figura 5. Sembrada de llavors en placa de Petri de *Delphinium montanum*.

Figura 6. Plaques sembrades amb *Delphinium montanum* estratificades en fred.

La base del disseny experimental és que aquestes llavors en condicions naturals passen un mínim de 6 mesos/any en condicions de baixes temperatures. Es preveu unes condicions de pretractament a baixes temperatures fins a 18 mesos (l'equivalent a 3 períodes de fred en condicions naturals).

Es realitza una rèplica amb material procedent 2013, que es trobava en condicions de congelació en el banc de llavors, i una altra amb material recol·lectat el 2020 per estimar si hi ha diferències pel factor pas del temps i el factor llavors fresques respecte conservades en el banc de germoplasma.

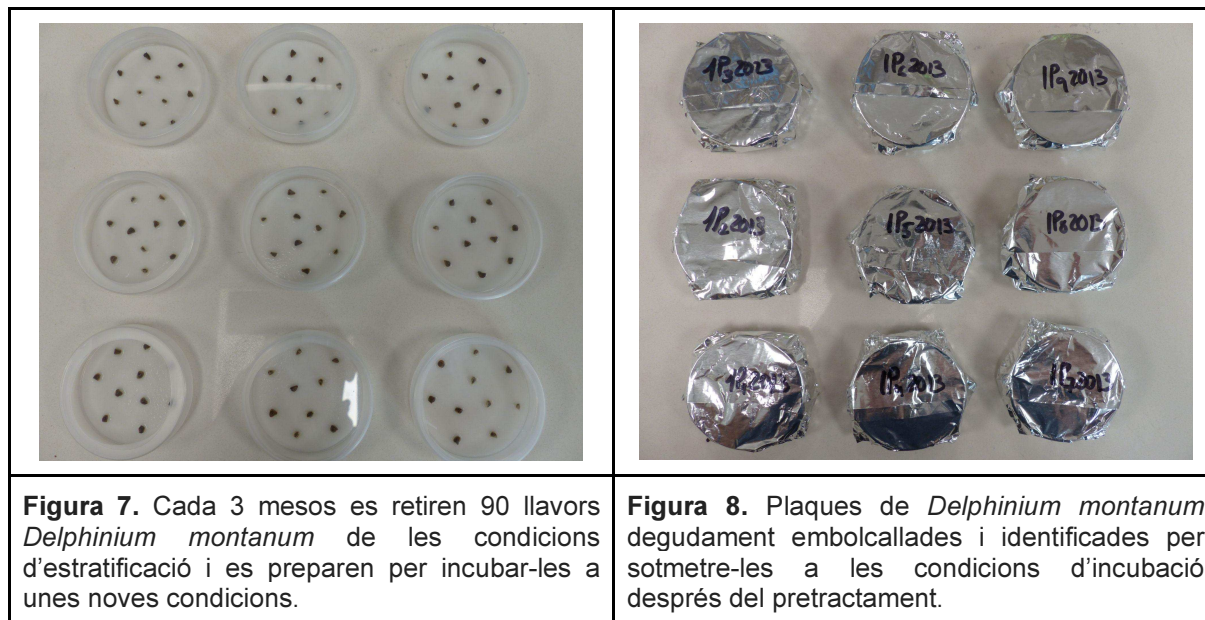
Cada 3 mesos i fins als 18 mesos, es retiraran 90 llavors de les condicions d'estratificació freda. Cada vegada que es retiri material del pretractament es realitzaran per les llavors de 2013 i per les llavors del 2020, i es realitzaran 3 tractaments diferents:

-Línia 1: 3 plaques x 10 llavors a 5°C (continuen les condicions).

-Línia 2: 3 plaques x 10 llavors a temperatura alterna de 15:6°C amb alternança cada 12 hores. Passats 6 mesos es passen una temperatura estable de 5°C i així successivament (es simulen les condicions naturals d'una successió de períodes càlids i períodes freds alternativament).

-Línia 3: 3 plaques x 10 llavors a temperatura alterna de 15:6°C amb alternança cada 12 hores.

Aquestes sèmres es realitzaran amb plaques de 50 mm sobre dos fulls de paper de filtre Whatman (figures 7 i 8), es tanquen amb Parafilm® i embolcallen amb 2 fulls de paper de plata. Els controls de germinació es programen per fer-se quinzenalment.



Els requeriments totals de llavors per realitzar aquest assaig són de 540 llavors de la recol·lecció de 2013 i de 540 de la recol·lecció de 2020.

Si no s'obtenen resultats positius previs es preveu allargar la durada de l'assaig fins als 3 anys (36 mesos).

En l'assaig realitzat l'any 2013 els resultats obtinguts pel cultiu de les plàntules germinades foren dolents ja que cap planta va aconseguir tancar el cicle. Tot i que uns pocs individus van arribar a florir es considera que les condicions de cultiu no van ser suficientment adequades.

Per això, a mesura que s'obtinguin germinacions les plantes es trasplantaran en substrats amb continguts elevats de carbonats i amb pH més bàsics que la torba comercial emprada en l'assaig anterior.

Si es disposa de suficients plàntules germinades també es planteja la possibilitat de buscar un espai on el material es pugui desenvolupar en unes condicions ambientals més similars a les naturals.

L'assaig s'inicia el dilluns 1 de febrer de 2021.

Seguiment del desenvolupament de l'embrió

Tot i que inicialment s'havia plantejat realitzar una sembra directa a la localitat es va desestimar, en part pels mals resultats obtinguts en l'experiència prèvia, on no es va

localitzar cap plàntula, i per la necessitat de conèixer millor el procés de germinació de l'espècie. Per aquest motiu, s'ha programat un seguiment del desenvolupament de l'embrió per tal d'analitzar quantitativament els canvis que pateix al llarg del temps sota unes condicions determinades.

Cada dos mesos es retiraran 10 llavors que es troben en condicions d'estratificació a 5°C (mateixes condicions que per l'estratificació en l'assaig de germinació) i foscor. I 3 llavors que es troben al dessecador a una temperatura entre 20 i 25°C (en condicions de baixa humitat). A aquestes llavors se'ls realitzarà un tall longitudinal per determinar el creixement de l'embrió amb el pas del temps.

Per cada llavor:

1. Es realitzarà una fotografia amb l'ajuda d'un binocular de la llavor tallada i on s'observi l'embrió.
2. És mesurarà la llavor amb un peu de rei digital.
3. S'extrapolarà la mida de l'embrió en la fotografia a partir de la mida total de la llavor.

Es prepara material per una durada màxima de l'assaig de 36 mesos (es considera que el temps ha de ser suficient per desenvolupar l'embrió).

Si abans o arribant al final del tractament previst, es considera que els embrions estan completament desenvolupats, les llavors disponibles es mantindran a les mateixes condicions de 5°C, a la meitat se'ls aplicaran gibberel·lines i a l'altra no. Per aquest motiu s'incrementa la mostra inicial en 120 llavors.

Per l'experiment es requereix un total de 367 llavors. De les quals 310 es posaran en condicions d'estratificació freda (5°C) i 57 es mantindran en el dessecador. En aquest cas s'utilitzen llavors recollides la tardor de 2020.

L'assaig s'inicia el dilluns 1 de febrer de 2021.

1.5. Resultats

Durant les recol·leccions es poden obtenir generalment un nombre elevat de llavors (Taula 1), excepte quan les plantes reproductores han estat malmeses o depredades, fet que pot ser habitual en rodals molts exposats a les inclemències meteorològiques d'alta muntanya () o a zones amb poblacions importants d'herbívors (). Això ha comportat que actualment només es disposi de llavors d'un dels rodals coneguts a la capçalera del Ter, concretament la situada prop de l'estació d'esquí de Vallter.

Taula 1. Dades de les recol·leccions de llavors de *Delphinium montanum* realitzades els darrers anys i dipositades al banc de llavors del Consorci de Medi Ambient i Salut Pública de la Garrotxa-SIGMA.

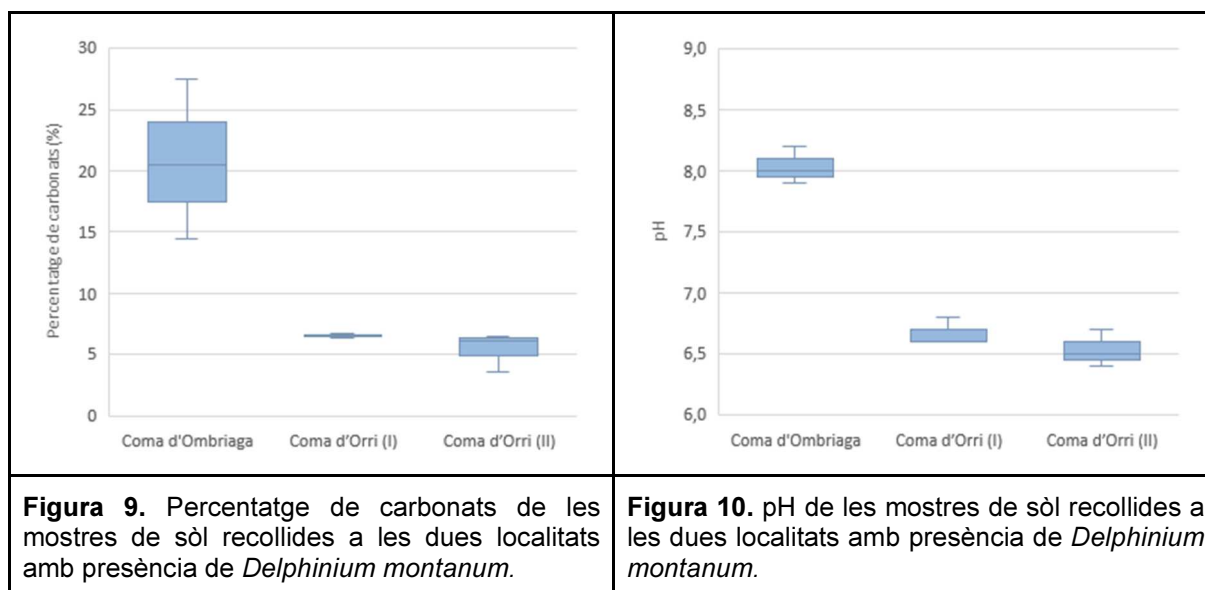
Data de recol·lecció	Lloc	Individus mostrejats	Llavors obtingudes	Llavors conservades*
18/08/2013		14	2.050	1.277
08/10/2013		41	5.421	3.149
01/10/2020		-	3.580	2.473

* Llavors conservades es refereix a les que actualment es troben conservades en el banc de germoplasma després de realitzar els assajos de 2013 i 2021.

Les anàlisis de sòl realitzades posen de manifest les diferències edàfiques entre (Taula 2). El percentatge de carbonats i el pH són molt més elevats a la primera població, fet que indicaria una major abundància de materials calcaris que afavoreixen la presència d'aquesta planta calcícola. En el cas de sobretot al fons de vall on trobem la planta, els materials dipositats serien una barreja de materials àcids i carbonatats que no oferirien unes condicions del tot òptimes a *Delphinium montanum*. En el cas del t part del substrat sobre el qual viu l'esperó de muntanya són clarament fruit del treball de i veiem com algunes plantes creixen sobre o prop de materials de construcció que contenen carbonats (calç) com són les canalitzacions de desaigua de la zona d'aparcament.

Taula 2. Percentatge de carbonats (mètode PNT/T/07) i pH (Mètode PNT/T/02) de les mostres de sòl recollides a les dues localitats amb presència de *Delphinium montanum*.

Localitat	Mostra	Carbonats (%)	pH
	1	27,5	8,0
	2	20,5	8,2
	3	14,4	7,9
)	1	6,5	6,8
	2	6,4	6,6
	3	6,7	6,6
(II)	1	3,6	6,5
	2	6,1	6,4
	3	6,5	6,7



Fins al dia d'avui en les proves de germinació han germinat únicament tres llavors, per la qual cosa no té sentit fer una discussió dels resultats obtinguts. Dues de les llavors germinades es van trasplantar a final de primavera (18 de juny) en un test amb substrat format per torba (50%), sorra fina (20%), sorra extra fina (20%) i vermiculita (10%) i es va dipositar a l'hivernacle. Al cap d'un mes (22 de juliol), les plàntules havien mort. La tercera plàntula germinada es va trasplantar a l'inici de la tardor (22 de setembre) amb un substrat de torba (50%), pols de travertí (25%) i sorra (25%) i es manté a l'hivernacle (Figura 11).

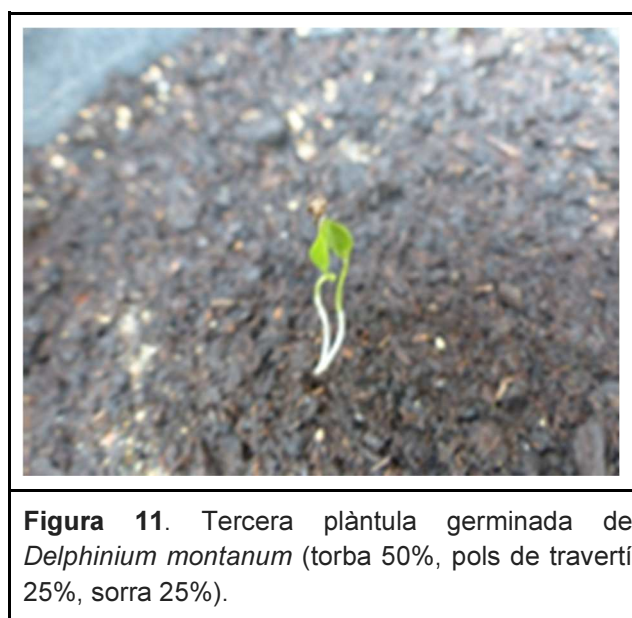


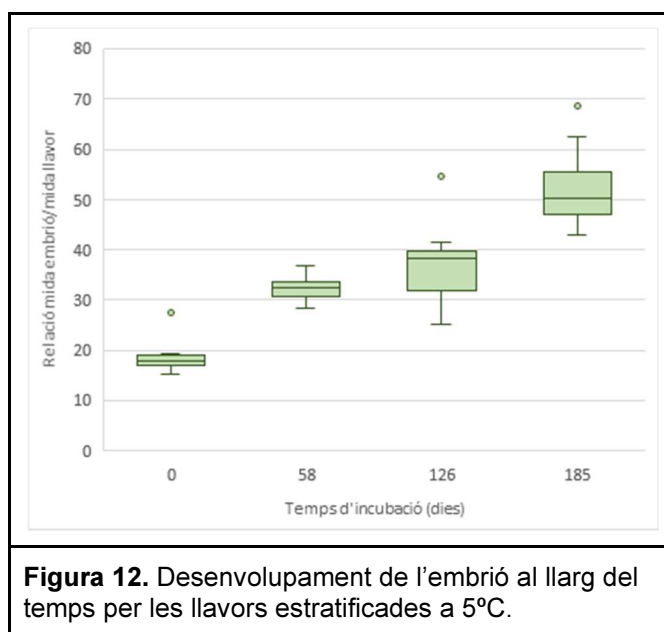
Figura 11. Tercera plàntula germinada de *Delphinium montanum* (torba 50%, pols de travertí 25%, sorra 25%).

Pel que fa al seguiment del desenvolupament de l'embrió s'observa un creixement evident en les llavors estratificades a 5°C amb el pas del temps (Taula 3 i Figures 12 a 24). L'increment de la mida de l'embrió respecte a la mida de la llavor és progressiu durant els primers sis mesos fins assolir un percentatge del 50%.

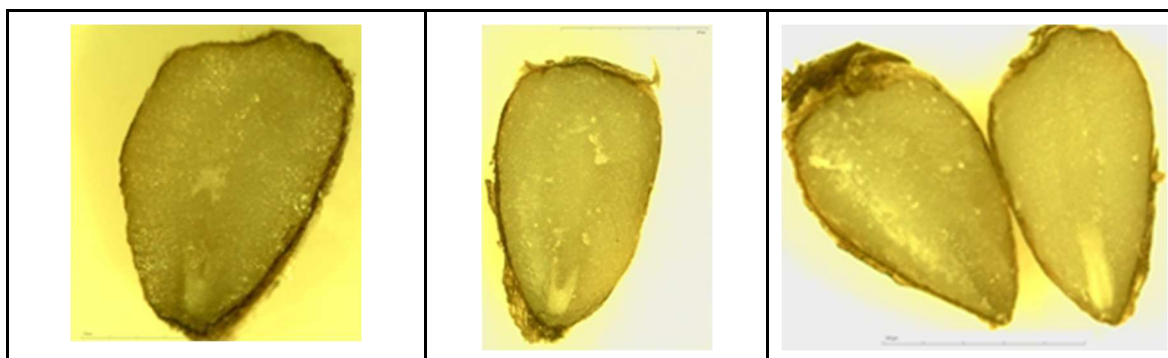
Taula 3. Seguiment del desenvolupament dels embrions a través de la relació entre la mida de l'embrió i la longitud total de la llavor (%) per les llavors estratificades a 5°C.

Data	01/02/2021	31/03/2021	07/06/2021	05/08/2021
Temps incubació (dies)	0	58	126	185
Llavor 1	-	32,07	25,77	55,87
Llavor 2	19,42	30,61	25,11	68,66
Llavor 3	-	36,86	33,33	46,69
Llavor 4	27,61	36,20	54,51	48,30
Llavor 5	18,22	33,45	39,78	54,64
Llavor 6	18,85	33,48	39,66	62,60
Llavor 7	15,23	31,47	37,89	50,20
Llavor 8	17,37	28,71	31,47	45,11
Llavor 9	15,45	32,91	38,89	43,04
Llavor 10	17,45	28,47	41,63	50,22
Mitjana	18,70	32,42	36,80	52,53

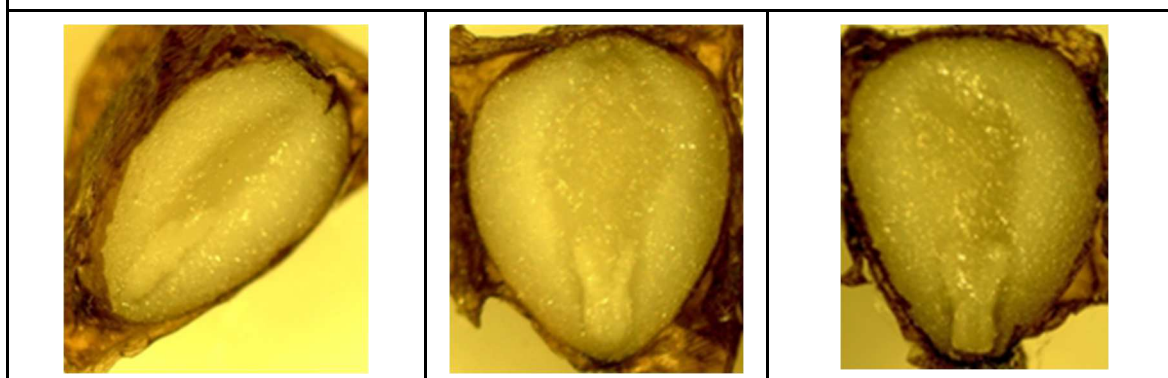
Nota: “-” significa que no s’ha localitzat l’embrió durant el tall.



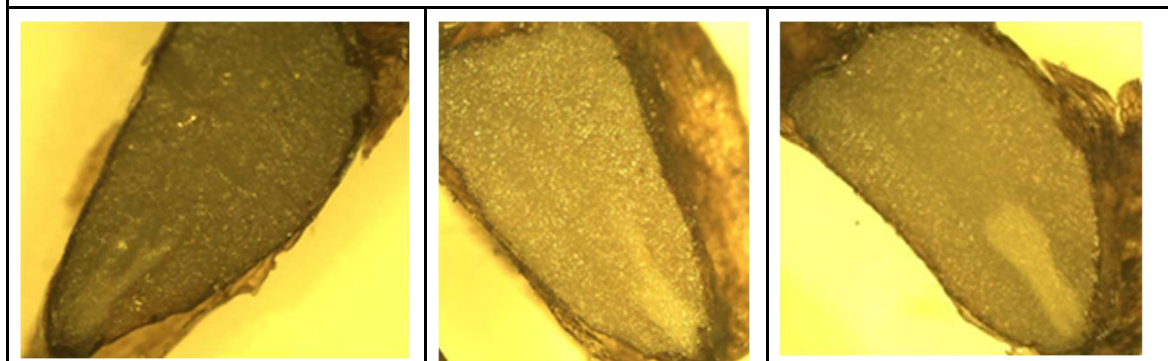
A l'Annex 6 s'inclouen les mesures registrades pels diferents talls.



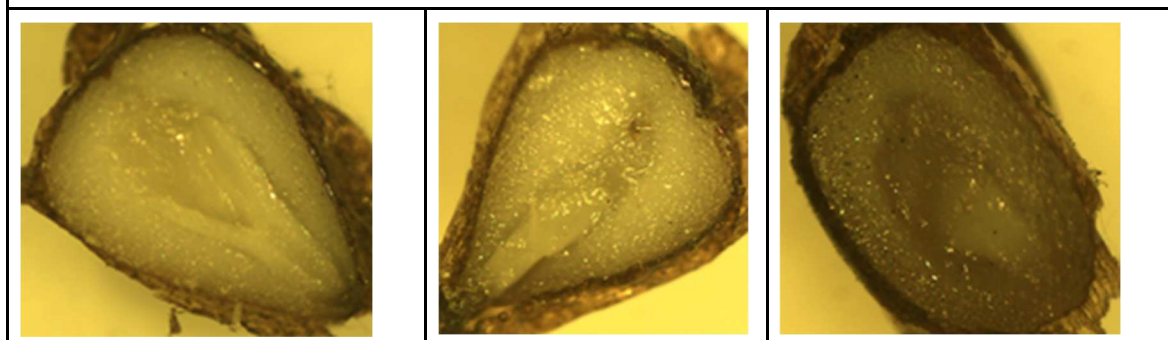
Figures 13, 14 i 15. Talls longitudinals a les llavors pel seguiment del desenvolupament de l'embrió (llavors 2, 6 i 9 respectivament) a 01/02/2021 en condicions d'estratificació freda (5°C).



Figures 16, 17 i 18. Talls longitudinals a les llavors pel seguiment del desenvolupament de l'embrió (llavors 3, 6 i 9 respectivament) a 31/03/2021 en condicions d'estratificació freda (5°C).



Figures 19, 20 i 21. Talls longitudinals de les llavors pel seguiment del desenvolupament de l'embrió (llavors 3, 6 i 10 respectivament) a 07/06/2021 en condicions d'estratificació freda (5°C).



Figures 22, 23 i 24. Talls longitudinals a les llavors pel seguiment del desenvolupament de l'embrió (llavors 3, 6 i 10 respectivament) a 05/08/2021 en condicions d'estratificació freda (5°C).

Per contra, no hi ha canvis en les llavors mantingudes al dessecador ja que en la majoria de casos l'embrió ni tan sols és possible localitzar. L'embrió es manté sense desenvolupar. En molt poques llavors apareixen embrions amb un grau de desenvolupament important (Taula 4).

Taula 4. Seguiment del desenvolupament dels embrions a través de la relació entre la mida de l'embrió i la longitud total de les granes en llavors conservades al dessecador (condicions de baixa humitat no embegudes).

Data	01/02/2021	31/03/2021	07/06/2021	05/08/2021
Temps incubació (dies)	0	58	126	185
Llavor 1	-	18,91	-	-
Llavor 2	-	15,63	42,45	-
Llavor 3	-	-	-	-
Mitjana	-	17,27	42,45	-

Nota: "-" significa que no s'ha localitzat l'embrió durant el tall.

1.6. Conclusions

- Es disposen de tres lots de llavors de llavors de *Delphinium montanum* conservades al banc de germoplasma.
- El desenvolupament dels embrions a *Delphinium montanum* és lent, però aparentment constant si es sotmeten a condicions d'humitat adequades i a temperatura baixes. A temperatura de laboratori i condicions de baixa humitat (aprox. 24°C), no hi ha desenvolupament o és molt erràtic.
- La supervivència de les plàntules de *Delphinium montanum* en substrat de pH àcid és baixa (resultats assaig anterior). L'addició d'un percentatge elevat de carbonats a la barreja pot afavorir l'arrelament i desenvolupament de les plàntules.

1.7. Bibliografia

Aymerich P. & Sáez L. (2001). Dades sobre l'estatus d'algunes plantes endèmiques amenaçades o rares a Catalunya (NE de la península Ibèrica). *Orsis* 16: 47-70.

Aymerich P. (2003). Efectes de la depredació dels ungulats salvatges en la conservació de plantes rares: dos casos dels Pirineus orientals. *Acta Botanica Barcinonensia* 49: 147-164.

Aymerich, P. (2015). Notes florístiques de les conques altes dels rius Segre i Llobregat (III). *Orsis* 29: 1-28.

Aymerich, P. & Sáez L. (2021). Llista Vermella de la flora vascular de Catalunya Actualització any 2020. Monografies de la Institució Catalana d'Història Natural 2. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans. 100 pàgs.

Aymerich, P., Oliver, X., Mendez, S., Mangeot, A., Martin, M. & Tenas, B. 2020. Seguiment de l'endemisme dels Pirineus orientals *Delphinium montanum* per la xarxa transfronterera FloraCat. P. 147-165. In: Bou, J.; Vilar, L. (eds.) Actes del XII Col·loqui Internacional de Botànica Pirenaico-Cantàbrica. Girona. 3,4 i 5 juliol 2019. Universitat de Girona. Girona. 289 pàgs.

Baskin J.M. & Baskin C.C. (1990a). Germination ecophysiology of the seeds of the winter annual *Chaerophyllum tainturieri*. A new type of morphophysiological dormancy. *Journal of Ecology* 78: 993-1000.

Baskin J.M. & Baskin C.C. (1990b). Seed germination ecology of poison hemlock, *Conium maculatum*. *Canadian Journal of Botany* 68: 2018-2024.

Baskin C.C., Chester E.W. & Baskin J.M. (1992). Deep complex morphophysiological dormancy in seeds of *Thaspium pinnatifidum* (Apiaceae). *International Journal of Plant Sciences* 153(4): 565-571.

Baskin C.C. & Baskin J.M. (1994). Deep complex morphophysiological dormancy in seeds of the mesic woodland herb *Delphinium tricorne* (Ranunculaceae). *International Journal of Plant Sciences* 155(6): 738-743.

Blanché C. (1991). Revisió sistemàtica del gènere *Delphinium* L. a la Península Ibèrica i a les Illes Balears. Arxius de la Secció de Ciències 98. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans. 288 pàgs.

Bosch M. (1999). Biologia de la reproducció de la tribu Delphinieae a la Mediterrània occidental. Arxius de la Secció de Ciències 120. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans. 375 pàgs.

Bosch M. 2011. Esperó de muntanya. Planta del mes, 2011, núm. 9 [en línia]. BioC, Equip de Recerca en Biologia de la Conservació de Plantes. <<http://hdl.handle.net/2445/27723>>.

Font García, J. & Vicens J. (2010). Programa de conservació de la Flora vascular de les comarques gironines. Treball inèdit. Generalitat de Catalunya i Universitat de Girona.

Forbis T.A. & Diggle P.K. (2001). Subnivean embryo development in the alpine herb *Caltha leptosepala* (Ranunculaceae). *Canadian Journal of Botany* 79(5): 635-642.

Generalitat de Catalunya (1993). *Llei 328/1992, de 14 de desembre, pel qual s'aprova el Pla d'Espais d'Interès Natural*. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya 1714.

Generalitat de Catalunya (2008). *Decret 172 2008, de 26 d'agost, de creació del Catàleg de flora amenaçada de Catalunya*. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya 5204 [28.8.2008]. 16 p.

Generalitat de Catalunya (2015). *Resolució AAM/732/2015, de 9 d'abril, per la qual s'aprova la catalogació, descatalogació i canvi de categoria d'espècies i subespècies del Catàleg de flora amenaçada de Catalunya*. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya 6854 [20.4.2015]. 21 p.

Herranz J.M., Ferrandis P. & Martínez-Duro E. (2010). Seed germination ecology of the threatened endemic Iberian *Delphinium fissum* subsp. *sordidum* (Ranunculaceae). *Plant Ecology* 211(1): 89-106.

Ilarsan H., Ilarsan R. & Blanché C. (1997). Seed morphology of the genus *Delphinium* L. (Ranunculaceae) in Turkey. *Collectanea Botanica (Barcelona)* 23: 79-95.

Martin A.C. (1946). The comparative internal morphology of seeds. *American Midland Naturalist* 36: 513-660.

Oliver, X. 2015. Llista vermella de flora vascular del Ripollès, 2014. Inèdit. Programa de seguiment i Conservació de flora amenaçada de la Garrotxa i el Ripollès. Olot: Delegació de la Garrotxa de la Institució Catalana d'Història Natural.

Oliver X. & Tenas B. (2013). Programa de Conservació de *Delphinium montanum* DC. al Ripollès. Inèdit. Programa de Seguiment i Conservació de la flora amenaçada de la Garrotxa i del Ripollès. Olot: Delegació de la Garrotxa de la Institució Catalana d'Història Natural.

Pujol X. & Font Garcia J. (2013). Mesures de conservació ex situ de la població de *Delphinium montanum* DC. de la riera de Morens (Setcases Ripollès) – Recol·lecció i triatge de llavors i proposta de protocol de germinació. Informe inèdit. Diputació de Girona. Olot: Consorci SIGMA.

Royal Botanic Gardens Kew. (2008). Seed Information Database [SID]. Version 7.1. (May 2008). Accessible: <http://data.kew.org/sid/>.

Sáez L., Aymerich P. & Blanché C. (2010). Llibre vermell de les plantes vasculars endèmiques i amenaçades de Catalunya. Argania editio, Barcelona. 811 pàgs.

Vandelook F., Lenaerts J. & Van Assche J.A. (2009). The role of temperature in post-dispersal embryo growth and dormancy break in seeds of *Aconitum lycoctonum* L. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* 204(7): 536-542.

Gentiana pneumonanthe

1.1. Justificació dels treballs

Gentiana pneumonanthe és una espècie legalment protegida a Catalunya (Generalitat de Catalunya, 2015). Sáez et al. (2010) la van assignar a la categoria d'amenaça de En Perill Crític [CR: A1ac, B1+2cd] segons els criteris UICN (2001). En la darrera actualització de la llista vermella de Catalunya (Aymerich & Sáez 2021) es manté a la mateixa categoria però només atenent al criteri D. Es troba entre les 25 espècies de conservació prioritària a les comarques gironines (Font García & Vicens, 2010) i al Ripollès s'havia considerat com Extingida a nivell local [EX-RE] (Oliver, 2013), però que amb les darreres dades ha passat a considerar-se Vulnerable [VU: D2] (Oliver, 2017), categoria que també seria aplicable al conjunt de Catalunya.

El programa de conservació de *Gentiana pneumonanthe* (Oliver & Tenas, 2017) estableix 6 actuacions clau per conservar l'espècie, actuacions directament definides per millorar els criteris i subcriteris de la UICN pels quals es considera amenaçada. L'actuació clau 5 indica la necessitat de disposar de capacitat en conservació *ex situ*: banc de germoplasma, protocols de germinació, obtenció d'adults i translocació. La conservació de llavors en bancs de germoplasma, obtenir protocols amb percentatges acceptables de germinació, obtenció d'adults i reforçament de la població, també és una actuació clau per poder establir una dimensió de població més viable i segura, especialment als rodals de la població de Montgrony que està molt més aïllada. La dimensió dels rodals, de les localitats i de les poblacions són massa petites, i caldria reforçar-les/connectar-les més. Per això és imprescindible disposar de capacitat *ex situ* de conservació de l'espècie.

1.2. Antecedents

En la recerca bibliografia realitzada per *Gentiana pneumonanthe* s'han localitzat articles amb experiències de sembra directa (Křenová & Lepš, 1996) i d'obtenció de plàntules (Oostermeijer et al., 1994). En aquest segon cas s'utilitza un únic tractament a temperatura constant de 25°C i 12 hores de llum.

Per la seva banda Seed information Database of kew classifica *Gentiana pneumonanthe* com una espècie ortodoxa. Segons la informació consultable s'obtenen resultats positius (entre el 53% i el 100% de germinació), en condicions molt diferents: temperatures alternes o constants, diferents temperatures d'incubació, pretractaments amb gibberel·lines o no. Com a tal l'espècie no sembla tenir uns requeriments específics per germinar.

1.3. Objectius inicials del projecte

- Recol·lecció de llavors de la població de Montgrony.
- Conservació *ex situ* de llavors d'un dels rodals en un banc de germoplasma.
- Realitzar assajos de germinació amb una part de les llavors aplicant diferents tractaments per estudiar els factors limitants en la germinació de les llavors i aconseguir protocols amb un èxit acceptable.

- Realitzar assajos de trasplantament de les plàntules obtingudes per estudiar els factors limitants d'obtenció de reproductors i producció de fruits i llavors i aconseguir bons protocols.
- Plantació a la localitat i seguiment de la vitalitat de les plantes.
- Valorar les possibilitats i la capacitat de fer reforçaments d'aquest tipus en poblacions naturals en base als resultats obtinguts.

1.4. Material i mètodes

1.4.1. Característiques del tàxon

Gentiana pneumonanthe és una herba perenne (hemicriptòfit), de 10 a 40 cm, glabra, ascendent, poc ramificada. Cada individu fa entre 1-7 flors terminals i axil·lars tubuloso-campanulades, de (2,5)3-6 cm de longitud, amb 5 lòbuls terminals. El fruit és una càpsula estipitada a l'interior de la qual trobem un nombre elevat de granes. Les llavors fan 1.2-1,65 x 0,4-0,6 mm, de forma el·lipsoidal, amb testa allargada a la regió de la calaza i més o menys truncada al hílum, àpteres, finament reticulades, amb arèoles poligonals, de color bru clar.

1.4.2. Característiques de la població

Viu en prats higròfils i mesòfils sobre substrats calcaris, i en mulleres sobre substrats acidificats de l'estatge montà i subalpí, entre 1.100 i 2.200 m (Vigo, 1968; Carreras & Vigo, 1987; Oliver, 2017). Segons el Manual dels hàbitats de Catalunya formaria part de la flora característica dels prats mesòfils oberts i fàcies emmatades medioeuropeus, seminaturals, sobre substrat calcari (*Festuco-Brometea*) [codi 6210]. Es tracta d'un hàbitat d'interès comunitari ((Unió Europea, 1992) i un element clau de l'espai natural protegit de Muntanyes de Montgrony (Generalitat de Catalunya, 2017). Secundàriament, es fa també en prats humits de molínia amb pi roig, que correspon a l'hàbitat d'interès comunitari Herbassars de *Molinia coerulea* en sòls calcaris torbosos o argil·lollimosos (*Molinion caeruleae*) [codi 6410].

La distribució general de la planta és centreeuropea. A Catalunya ha estat citada únicament a cinc localitats de les quals només a dues es té constància actualment de la seva presència (Vigo 1964, Aymerich et al. 2011, Aymerich & Sáez 2021). La subpoblació de Guils de Cerdanya es troba força a prop de les localitats conegudes a les comarques nord-catalanes, mentre que la població de Montgrony presenta un grau d'aïllament remarcable.

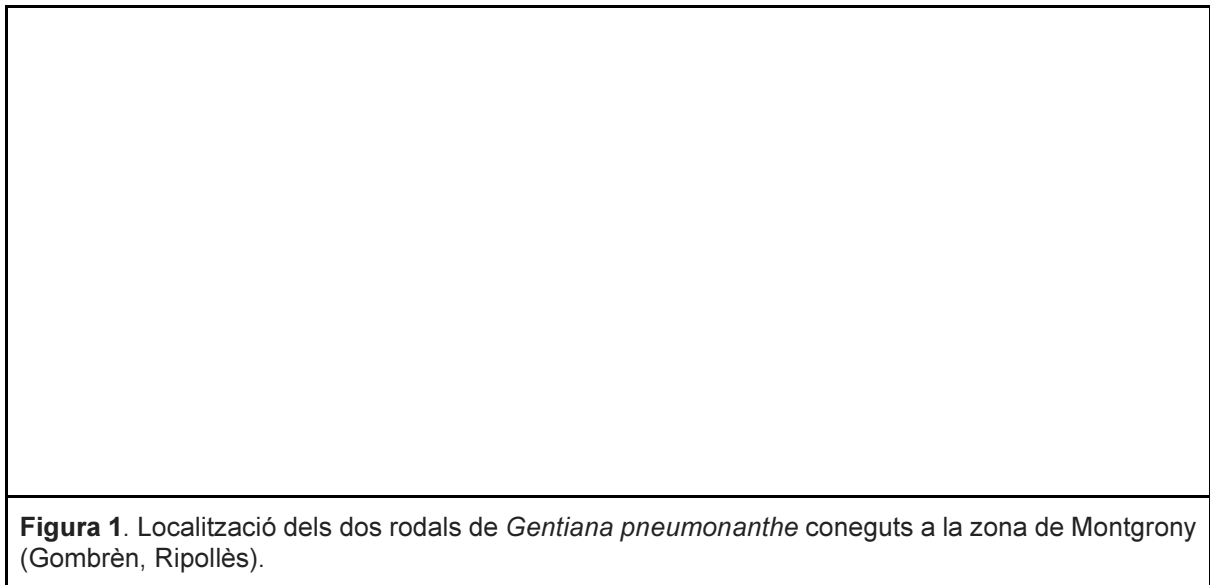
Entre els principals impactes i amenaces als quals està sotmesa aquesta planta a Catalunya cal destacar:

- Afectacions per obres amb destrucció d'hàbitat com moviments de terra, obertura de pistes i pistes de desembosc.
- Dessecació d'hàbitat per alteració de fluxos d'aigües (canvis en cunetes i trencaaigües de pistes, desviacions de canals i de recs).
- Afectacions per l'accés de maquinària pesada (aprofitaments forestals).

- Pastura excessiva durant períodes clau del cicle vital de la planta.
- Ruderalització de prats.
- Pèrdua de prats per tancament de la vegetació

1.4.3. Metodologia

A principi de tardor de l'any 2020 (6 d'octubre) es fa una visita als dos rodals de la localitat de Montgrony (Figura 1), juntament amb en Xavier Oliver, que les localitzà l'any 2016. En aquesta prospecció s'observa que els exemplars que creixen en el prat humit prop de la font presenten càpsules ben desenvolupades i madures i, per tant, en un estat ideal per a la recol·lecció de llavors. Per contra, en el rodal situat en les clarianes de bosc no es localitza cap individu que permeti fer cap tipus de recol·lecció.



El material recol·lectat es deixa uns dies en postmaduració al laboratori i posteriorment es trien i netegen les llavors separant-les de les estructures fructíferes (Figura 2). Les granes es col·loquen a continuació en un dessecador per disminuir i estabilitzar el seu contingut d'humitat. Finalment, una vegada assolida la humitat desitjada es diposita en el banc de germoplasma a una temperatura de -18°C.



Figura 2. Aspecte de la llavor de *Gentiana pneumonanthe* un cop separada de les cobertes del fruits.

Els assaigs de germinació s'inicien el 16 de febrer de 2021. Les llavors en el moment de la sembra es trobaven en el dessecador. S'estableixen quatre tractaments diferents que apareixen resumits a la Taula 1.

Taula 1. Tractaments aplicats a les llavors de *Gentiana pneumonanthe* per tal d'observar el seu comportament germinatiu.

Tractament	Mètode de germinació	Pretractament amb gibberel·lines	Temperatura d'incubació (°C)	Fotoperíode (h)
GN1	Placa de Petri	No	22	12:12
GN2	Placa de Petri	Si	22	12:12
GN3	Sembra directa [alvèol]	No	22	12:12
GN4	Sembra directa [alvèol]	Si	22	12:12

En el primer tractament GN1, es col·loquen dos papers Whatman en cadascuna de quatre plaques de Petri de 50 mm de diàmetre. Els papers s'embeuen amb 0,2 ml d'H₂O destil·lada i se'n extreu l'accés per decantació. Es sembren 25 llavors per placa i es tanquen amb Parafilm®. A continuació es col·loquen a l'interior del germinador a una temperatura constant de 22°C i un fotoperíode de 12 hores llum/dia. Les plaques són identificades amb els codis P11, P21, P31 i P41.

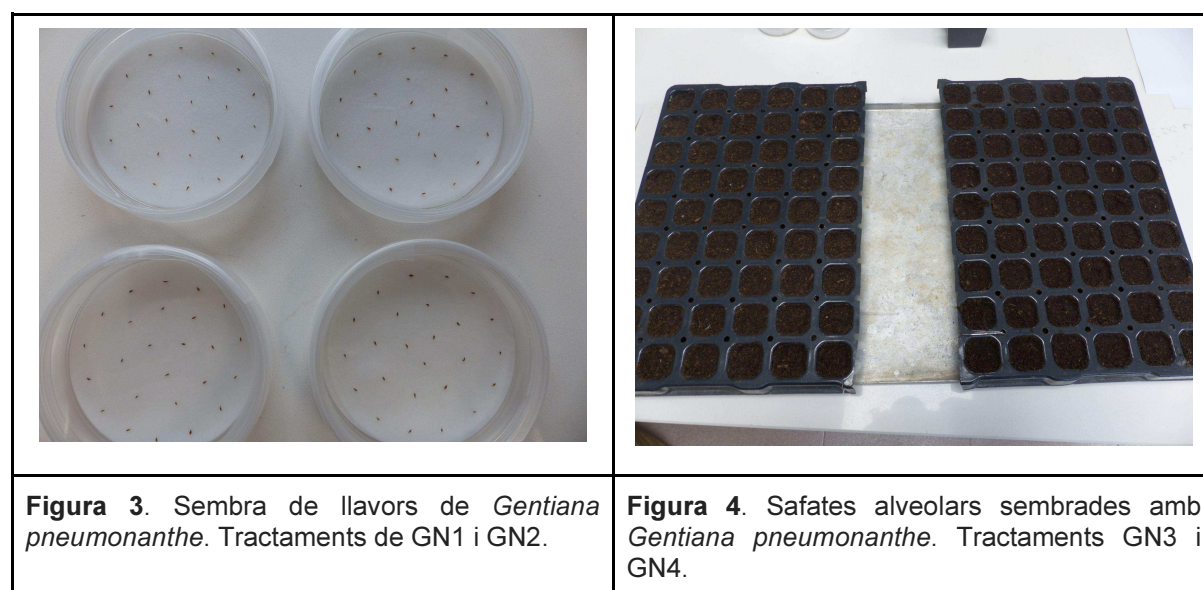
En el tractament GN2 també s'utilitzen quatre plaques de Petri de 50 mm en cadascuna de les quals es col·loquen dos papers Whatman. El substrat s'embeu amb 0,2 ml d'H₂O destil·lada amb gibberel·lines (12,5 mg GAs + 50 ml d'H₂O) i l'excés

s'extreu per decantació. Es sembren 25 llavors per placa i es tanquen amb Parafilm®. A continuació es col·loquen a l'interior del germinador a una temperatura constant de 22°C i un fotoperíode de 12 hores llum/dia. Les plaques són identificades amb els codis P12, P22, P32 i P42.

En el tractament GN3 s'embeuen 108 llavors amb aigua destil·lada durant aproximadament, 45 minuts. Seguidament s'omple amb torba una safata de 54 alvèols (9 x 6). La sembra a la safata es realitza amb l'ajut d'unes pinces i un comptagotes. Es sembren dues llavors per alvèol.

Per últim en el tractament GN4, s'embeuen 108 llavors amb una solució amb gibberel·lines (12,5 mg GAs + 50 ml d'H₂O), durant aproximadament 45 minuts. Seguidament es prepara una safata de 54 alvèols (9 x 6) de manera idèntica al tractament anterior. La sembra, com en el cas anterior, es fa amb l'ajut d'unes pinces i un comptagotes. Es col·loquen dues llavors per alvèol.

Un cop sembrades les safates d'alvèols dels tractaments 3 i 4 es reguen abundantment amb aigua destil·lada. Al dia següent (17 de febrer), es col·loquen a l'interior del germinador a una temperatura constant de 22°C i un fotoperíode de 12 hores llum/dia.



El seguiment de les llavors es realitza cada 3 dies. A mesura que les llavors del tractaments GN1 i GN2 van germinant són trasplantades a una safata d'alvèols. Les que ja es troben en els alvèols (tractaments GN3 i GN4), s'aniran comptabilitzant únicament les emergències.

Quan les plàntules que es troben en alvèols assoleixin un estat de desenvolupament suficient es trasplanten a un test i es traslladen a l'hivernacle.

L'1 d'abril de 2021, un cop vistos els resultats de les primeres proves, es realitza una segona sembra (Figura 5 i 6). Per aquest assaig es trien 350 llavors que es trobaven en el dessecador. Es separen en 10 lots de 35 llavors cadascun i es distribueixen en

un nombre igual de plaques de Petri petites. Es prepara una solució amb aigua destil·lada amb gibberel·lines (37,5 mg GAs + 150 ml d'H₂O). Les llavors s'embeuen amb la solució preparada prèviament, entre 45-60 minuts.

S'agafen 10 testos petits i, a la part inferior de l'interior de cada test s'hi col·loca un tros de malla orgànica. Es prepara un substrat a partir de la barreja de torba (50%), sorra fina (20%), sorra extra fina (20%) i vermiculita (10%). Finalment s'omplen els testos amb el substrat preparat prèviament.

Totes les llavors de cadascuna de les plaques es sembren en un dels testos. Els deu testos es col·loquen a l'interior d'una safata sense orificis que s'omple amb un parell de dits d'H₂O destil·lada.

Els testos es mantenen dins el laboratori a unes condicions de temperatura d'entre 20-23°C i un fotoperíode de 12 hores de llum. Els testos s'identifiquen amb els codis T1, T2, T3, ... i T10. El dia 6 d'abril, els testos es passen a l'hivernacle.



Figura 5. Segona sembra directa en testos de llavors de *Gentiana pneumonanthe* (01/04/2021).

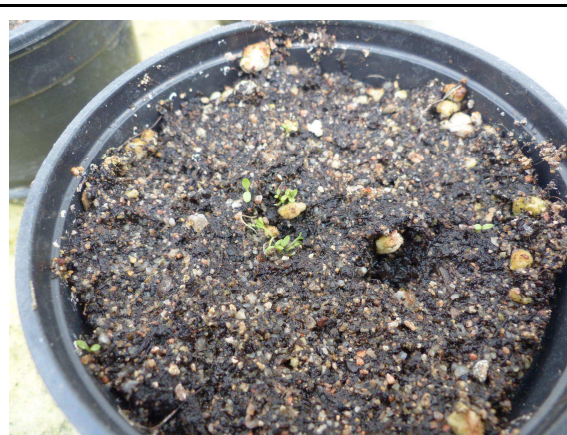


Figura 6. Germinacions de llavors de *Gentiana pneumonanthe* durant la segona sembra directa (29/04/2021).

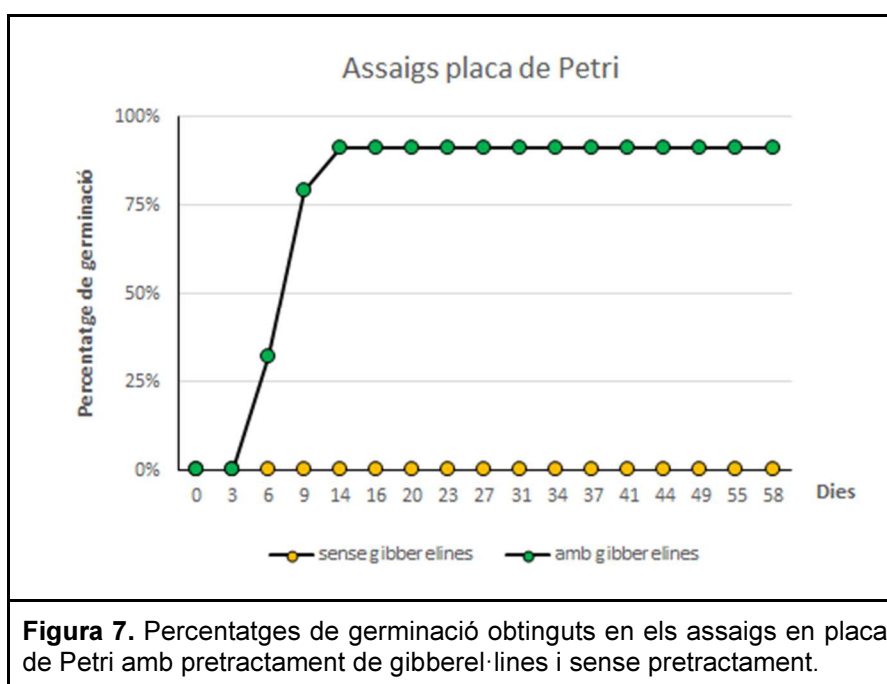
Amb aquesta segona prova es pretén avaluar un sistema de producció que no requereixi la necessitat de manipulació de les llavors germinades o de les plàntules ja el material és molt fràgil i en dificulta el maneig.

Com a objectius inicials també hi figuraven una plantació a la localitat de Montgrony, el seguiment de la viabilitat de les plàntules i valorar la capacitat per fer reforçaments en les poblacions naturals en base els resultats obtinguts. Aquests objectius calia realitzar-los una vegada finalitzades les proves de germinació i cultiu. La durada del projecte (limitada a un any) no ha permès plantejar aquesta fase del treball. No hi hagut, doncs, temps suficient per a realitzar una nova sembra al viver i la posterior plantació del material al camp.

1.5. Resultats

En els treballs de recol·lecció de la població de Montgrony es van obtenir 1,679 g de llavors, un cop completament destriades d'altres estructures florals i dessecades. Si tenim en compte que el pes mitjà 1.000 llavors és de 60 mg (Royal Botanic Gardens Kew, 2021), podem dir que es disposa d'aproximadament 28.000 llavors. D'aquesta quantitat total, 1,654 g (aproximadament 27.500 llavors) s'han incorporat al banc de germoplasma.

Els assaigs on s'ha fet un pretractament amb gibberel·lines han estat els únics on s'han obtingut germinacions. A la resta no s'ha produït cap emergència.



En el tractament GN2, fet en plaques de Petri, s'obté un percentatge de germinació promig del 91,0%. La germinació s'inicia al sisè dia i assolix el màxim catorzè, és a dir a les dues setmanes del començament de l'assaig (Figura 7).

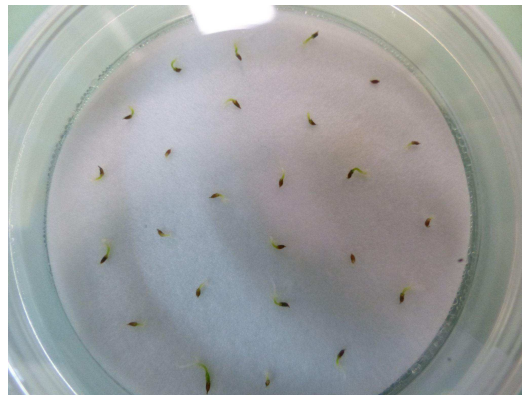


Figura 8. Llavors germinades de *Gentiana pneumonanthe* al novè dia de l'inici de l'assaig.

Quan es fa la sembra directa de llavors embegudes prèviament amb gibberel·lines, tractament GN4, s'aconsegueixen percentatges de germinacions del 78,7%, lleugerament inferiors als dels assaigs en placa de Petri. Les primeres emergències es produeixen al catorzè dia i s'assoleix el màxim de germinació al cap de vint dies (Figura 9). Aquest retard respecte als resultats obtinguts en placa es pot deure a la impossibilitat de l'observador per detectar a les safates d'alvèols l'inici exacte dels primers estadis de la germinació (emissió de la radícula, etc.).

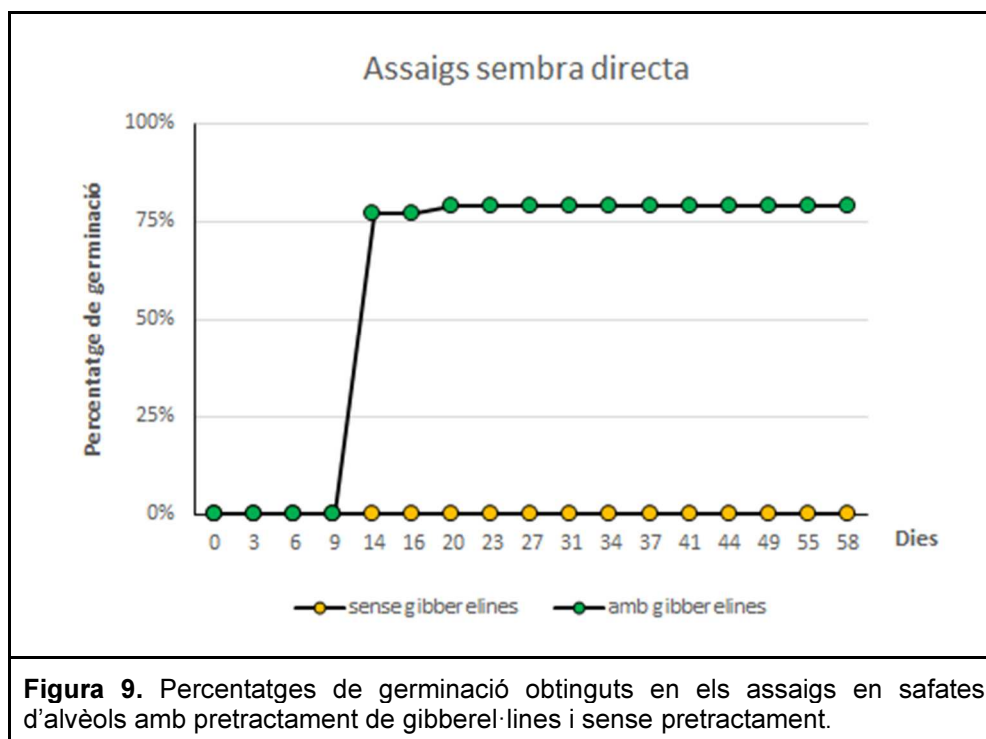
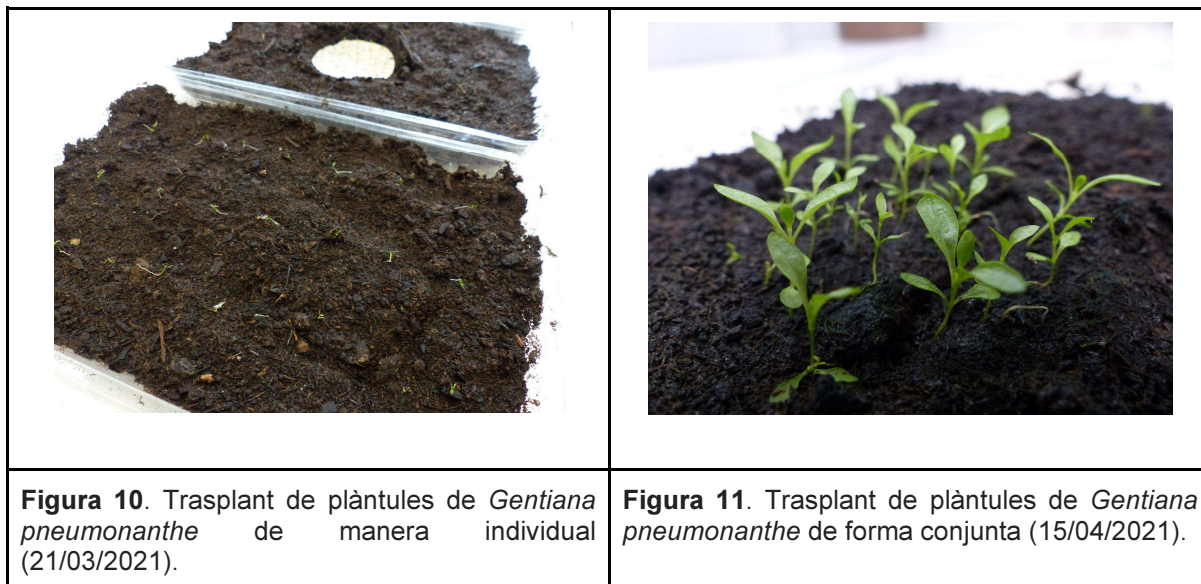


Figura 9. Percentatges de germinació obtinguts en els assaigs en safates d'alvèols amb pretractament de gibberel·lines i sense pretractament.

En els treballs realitzats es constata que les plàntules són de mida molt petita i difícils de manipular un cop han germinat. Dels resultats obtinguts es considera que el més

senzill i efectiu és treballar únicament amb sèmres directes per l'obtenció de plantes adultes.

Amb les plàntules obtingudes en les plaques de germinació es realitzen 2 trasplantaments diferents: un, separant tots els individus i repicant-los individualment i un segon, que consisteix en el repicat de tot el paper de filtre i el conjunt de plàntules (a causa de la fragilitat del material vegetal i perquè part de les radícules ja es trobaven fixades en els fibres del paper) (Figura 10 i 11).



Les plantes un cop assoleixen un cert desenvolupament es repiquen novament a testos. Aquest segon trasplantament també es realitza de forma agrupada. Totes les plàntules obtingudes es trasplanten de forma conjunta repartides en 6 testos.

El resultat més favorable s'obtenen amb els trasplantaments realitzats ja d'inici de forma agrupada. Algunes de les plantes arriben a florir (Figura 12).

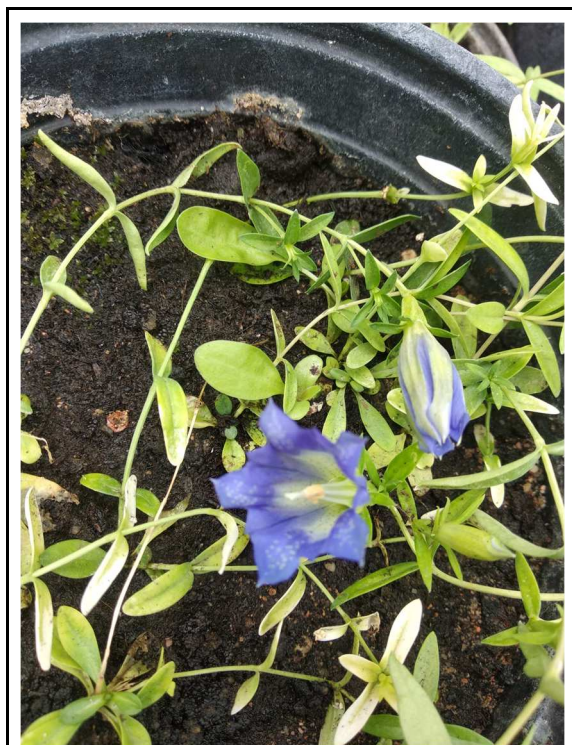


Figura 12. Planta amb flors obtingudes en tractament GN2.

En la segona sembra no es comptabilitzen les germinacions per la dificultat d'apreciació. Tot i així s'estima que tots els testos tenen un percentatge de germinació, aproximadament, del 50%.

Els resultats germinatius no són tant elevats com els tractament GN2 i GN4 de la primera sembra, i a més, un cop germinades, les plàntules no tenen la capacitat de continuar desenvolupant-se i acaben morint.

Els resultats obtinguts de la segona sembra directa en testos només serveix per constatar que el tractament és efectiu per obtenir nous individus, però cal millorar-ne el maneig perquè es puguin desenvolupar correctament.

1.6. Conclusions

- La producció de fruits i l'obtenció de llavors de la població de Montgrony ha estat molt satisfactòria durant la campanya de recol·lecció realitzada l'any 2020.
- El nombre de llavors obtingudes ha estat elevat i ha permès tant realitzar els assaigs de germinació previstos com disposar de material per a ser conservat al banc de germoplasma del Consorci de Medi Ambient i Salut Pública de la Garrotxa.

- El pretractament amb gibberel·lines de les llavors permet obtenir percentatges de germinació elevats, superiors al 75%. Les llavors no sotmeses a aquest pretractament s'han mantingut totes sense germinar.
- Les diferències observades en els percentatges i temps de germinació en placa de Petri o en sembra directa semblen degudes a la dificultat d'aquest segons mètode per poder seguir i quantificar correctament les emergències.
- La petita mida de les plàntules dificulta molt la seva manipulació i és aconsellable fer les germinacions per sembra directa en substrat per limitar les pèrdues.
- Alguns dels individus germinats en testos amb substrats obtinguts de la barreja de torba i sorres de diferents granulometries i permanentment saturats d'aigua es desenvolupen correctament fins a florir.
- Els millors resultats per l'obtenció d'individus de *Gentiana pneumonanthe* s'han obtingut amb llavors sembrades en plaques Petri i tractades amb gibberel·lines (tractament GN2) i posterior trasplant de tot el conjunt, paper amb les llavors germinades, sense manipular directament les plàntules. Mantenint-les durant les primeres fases de desenvolupament dins el germinador en les mateixes condicions de temperatura i llum fins que assoleixen un cert nivell de desenvolupament. Finalment es trasplanten en un test, amb un substrat de torba i sorra de diferents granulometries, a l'hivernacle en condicions pràcticament de saturació d'aigua. Aquest procés ha permès obtenir individus que s'han desenvolupat correctament fins a florir.

1.7. Bibliografia

Aymerich P., Tenas B. & Vigo J. (2011). Notes florístiques del Ripollès (Pirineus orientals). *Acta Botanica Barcinonensia* 53: 11-26.

Aymerich, P. & Sáez L. (2021). Llista Vermella de la flora vascular de Catalunya Actualització any 2020. Monografies de la Institució Catalana d'Història Natural 2. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans. 100 pàgs.

Carreras J. & Vigo J. (1987). Las comunidades del orden Molinietales caeruleae en los Pirineos catalanes. *Lazaroa* 7: 497-513.

Font García, J. & Vicens J. (2010). Programa de conservació de la Flora vascular de les comarques gironines. Generalitat de Catalunya i Universitat de Girona. Inèdit.

Generalitat de Catalunya (2015). *Resolució AAM/732/2015, de 9 d'abril, per la qual s'aprova la catalogació, descatalogació i canvi de categoria d'espècies i subespècies del Catàleg de flora amenaçada de Catalunya*. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya 6854 [20.4.2015]. 21 p.

Křenová Z. & Lepš J. (1996). Regeneration of a *Gentiana pneumonanthe* population in an oligotrophic wet meadow. *Journal of vegetation Science* 7(1): 107-112.

Oliver, X. 2017. Memòria de seguiment de *Gentiana pneumonanthe* L. del Ripollès, 2017. Programa de seguiment i conservació de flora amenaçada de la Garrotxa i del Ripollès, delegació de la Garrotxa de la ICHN. Inèdit.

Oliver, X & Tenas, B. 2017. Projecte de conservació de *Gentiana pneumonanthe* L. (Montgrony al Ripollès), 2017. Programa de seguiment i conservació de flora amenaçada de la Garrotxa i del Ripollès, delegació de la Garrotxa de la ICHN. Inèdit.

Oostermeijer J.G.B., Van Eijck M.W. & Den Nijs J.C.M. (1994). Offspring fitness in relation to population size and genetic variation in the rare perennial plant species *Gentiana pneumonanthe* (Gentianaceae). *Oecologia* 97(3): 289-296.

Royal Botanic Gardens Kew (2021). Seed Information Database (SID). Version 7.1 [en línia]. <<http://data.kew.org/sid/>> (Data de consulta: octubre de 2021).

Sáez L., Aymerich, P. & Blanché C.(2010); Llibre vermell de les plantes vasculars endèmiques i amenaçades de Catalunya. Barcelona: Argania Editio SCP. 811 pàgs.

Vigo J. (1964). Notas florísticas. *Collectanea Botanica*. (Barcelona) 6(3): 479-484.

Vigo J. (1968). Notas sobre la vegetación del valle de Ribes. *Collectanea Botanica* (Barcelona), 7(2): 1172-1185.

Conclusions finals

- Cadascun dels tàxons estudiats té trets biològics particulars que requereixen assajos de conservació *ex situ* diferenciats.
- La informació bibliogràfica no sempre és prou detallada per definir estratègies de propagació completes des de la germinació fins a l'obtenció d'individus adults reproductors.
- La complexitat dels mecanismes de dormició de les llavors suposen diferents graus de dificultat per tal de superar-los. Des molt simples com en el cas de *Gentiana pneumonanthe* a molts complexos i que requereixen molt de temps d'estudi com passa a *Delphinium montanum*.
- La limitació en l'obtenció de material de les poblacions naturals sempre limita el nombre d'assaigs. Garantir la no afectació de les poblacions naturals comporta a vegades no disposar de prou material per poder realitzar el treballs desitjats.
- Els estudis limitats a un any de durada solen mostrar resultats parcials i incomplets sobre l'efectivitat de les propostes de conservació assajades.

ANNEX 1

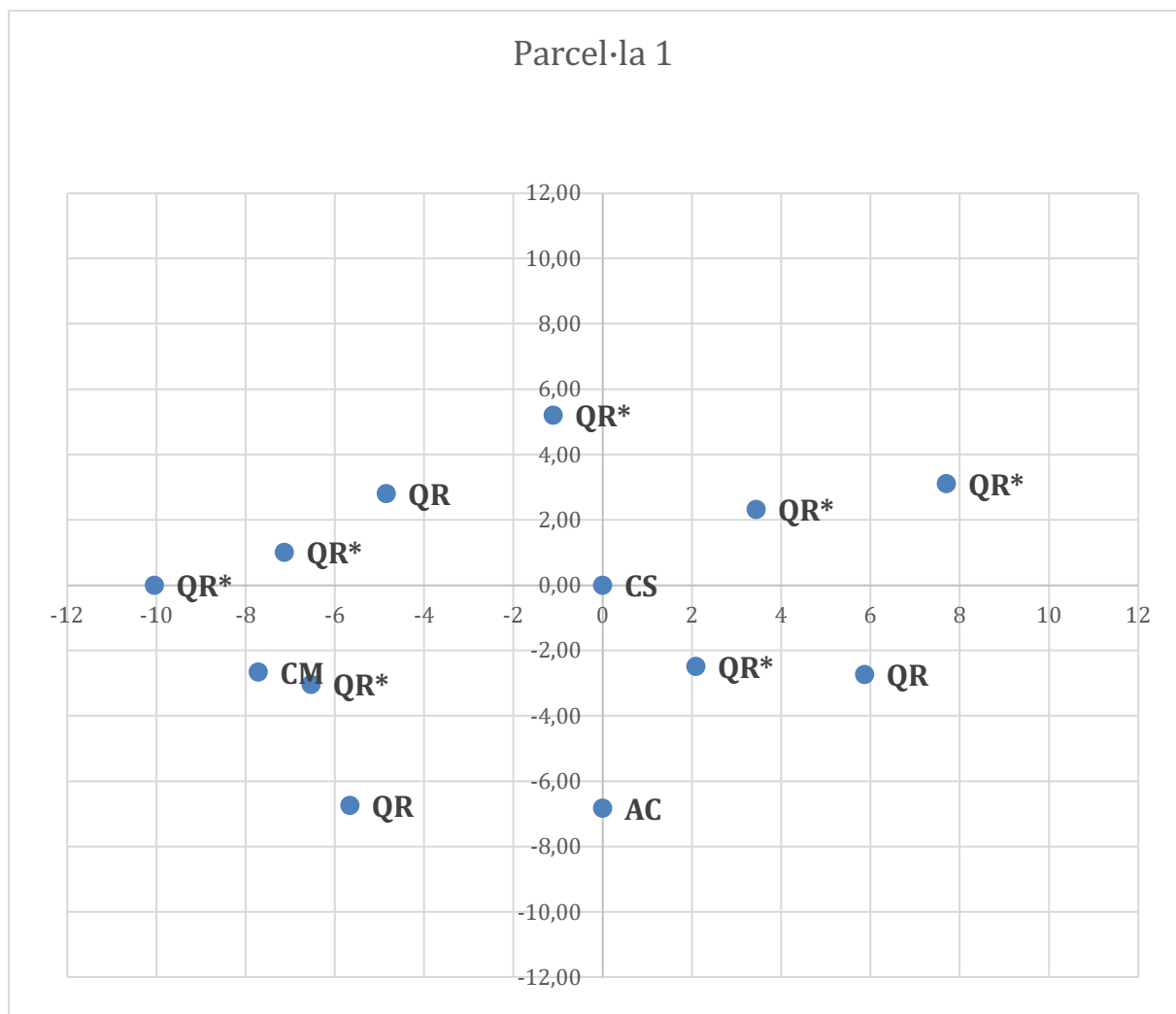
Caracterització i esquemes de la distribució dels arbres amb DBH major de 10 cm a les parcel·les amb *Lobaria pulmonaria*.

Parcel·la 1

Característiques principals dels arbres de la parcel·la 1.

Arbre	Presència	Distància (cm)	Orientació °	DBH	Espècie	Observacions
Central	No	0	0	28,8	<i>Castanea sativa</i>	
6	Sí	4,15	56	46,2	<i>Quercus robur</i>	Heura extrapolat
7	Sí	8,3	68	47,7	<i>Quercus robur</i>	
8	No	6,48	115	23,5	<i>Quercus robur</i>	Sense heura
5	Sí	3,25	140	43,1	<i>Quercus robur</i>	Heura extrapolat
9	No	6,83	180	12,4	<i>Acer campestre</i>	Heura extrapolat
10	No	8,8	220	34,1	<i>Quercus robur</i>	Sense heura
2	Sí	7,2	245	45,8	<i>Quercus robur</i>	
12	No	8,17	251	9,4	<i>Crataegus monogyna</i>	
4	Sí	10,04	270	64,1	<i>Quercus robur</i>	
3	Sí	7,2	278	27,9	<i>Quercus robur</i>	
11	No	5,6	300	17,7	<i>Quercus robur</i>	Heura extrapolat
1	Sí	5,32	348	41,8	<i>Quercus robur</i>	

Distribució espacial dels arbres de la parcel·la 1.



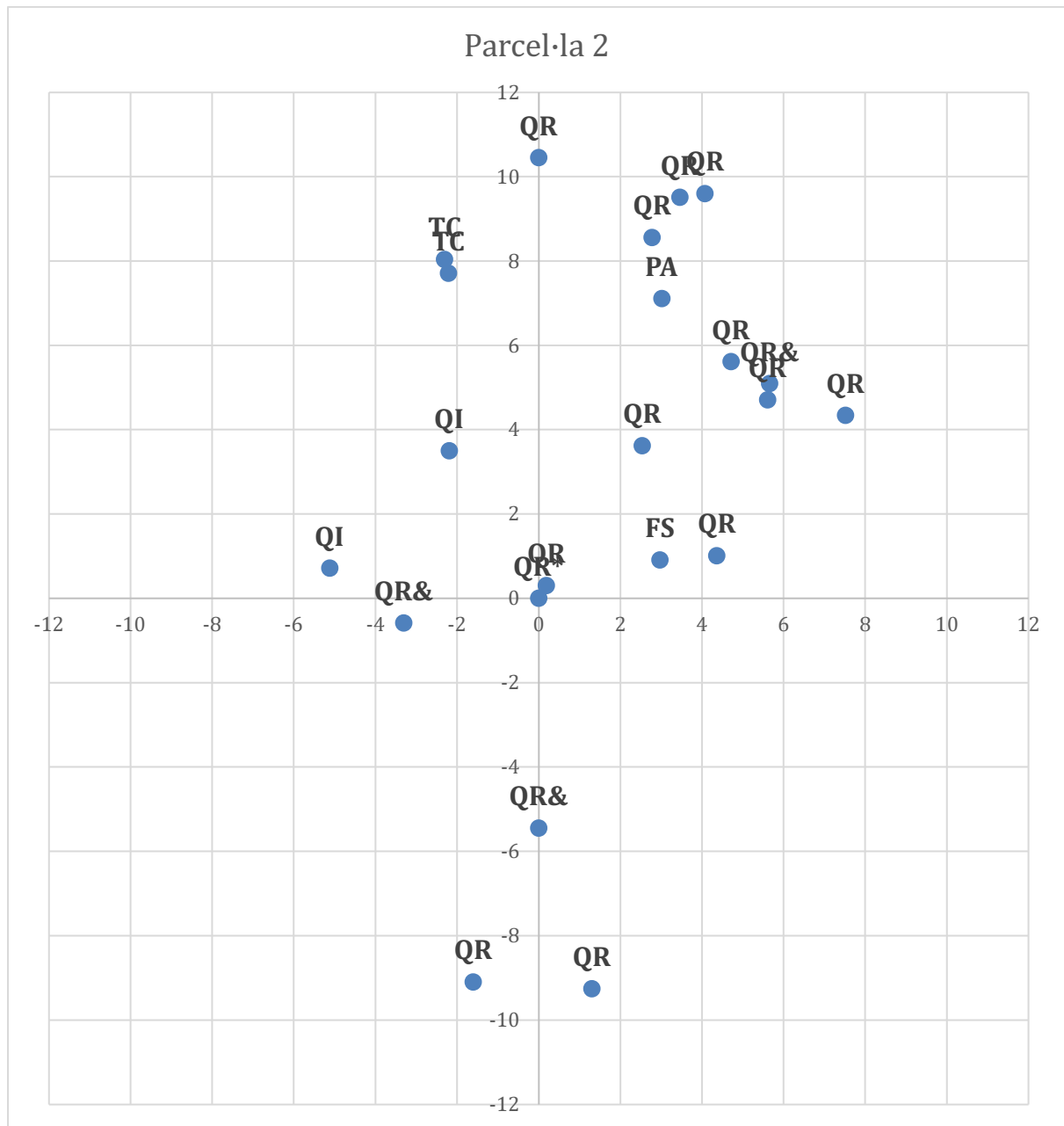
* Presència de *Lobaria pulmonaria*

Parcel·la 2 (i Parcel·la 6)

Característiques principals dels arbres de la parcel·la 2 (i parcel·la 6).

Arbre	Presència	Distància (cm)	Orientació °	DBH	Espècie	Observacions
0	Sí	0,00	0	66	<i>Quercus robur</i>	
16	No	9,00	18	19,2	<i>Quercus robur</i>	
15	No	10,12	20	25,6	<i>Quercus robur</i>	
17	No	10,43	23	33,6	<i>Quercus robur</i>	
18	No	7,72	23	14,4	<i>Prunus avium</i>	
21	No	0,36	32	27,9	<i>Quercus robur</i>	Rebrot 0
19	No	4,42	35	22,3	<i>Quercus robur</i>	
1	No	7,33	40	25,5	<i>Quercus robur</i>	
2	No	7,61	48	35,9	<i>Quercus robur</i>	
20	No	7,32	50	25,5	<i>Quercus robur</i>	
3	No	8,68	60	18,2	<i>Quercus robur</i>	
4	No	3,11	73	10,3	<i>Fagus sylvatica</i>	
5	No	4,48	77	17,5	<i>Quercus robur</i>	
6	No	9,35	172	51,4	<i>Quercus robur</i>	
7	No	5,45	180	32,7	<i>Quercus robur</i>	Heura extrapolat
8	No	9,24	190	42,3	<i>Quercus robur</i>	
9	No	3,36	260	42,3	<i>Quercus robur</i>	
10	No	5,17	278	13,9	<i>Quercus ilex</i>	
11	No	4,13	328	22,6	<i>Quercus ilex</i>	
12	No	8,02	344	13	<i>Tilia cordata</i>	
13	No	8,36	344	18,2	<i>Tilia cordata</i>	
14	No	10,45	360	27,8	<i>Quercus robur</i>	

Distribució espacial dels arbres de la parcel·la 2 (i parcel·la 6).



* Presència de *Lobaria pulmonaria*.

& Arbre amb reimplantacions experimentals.

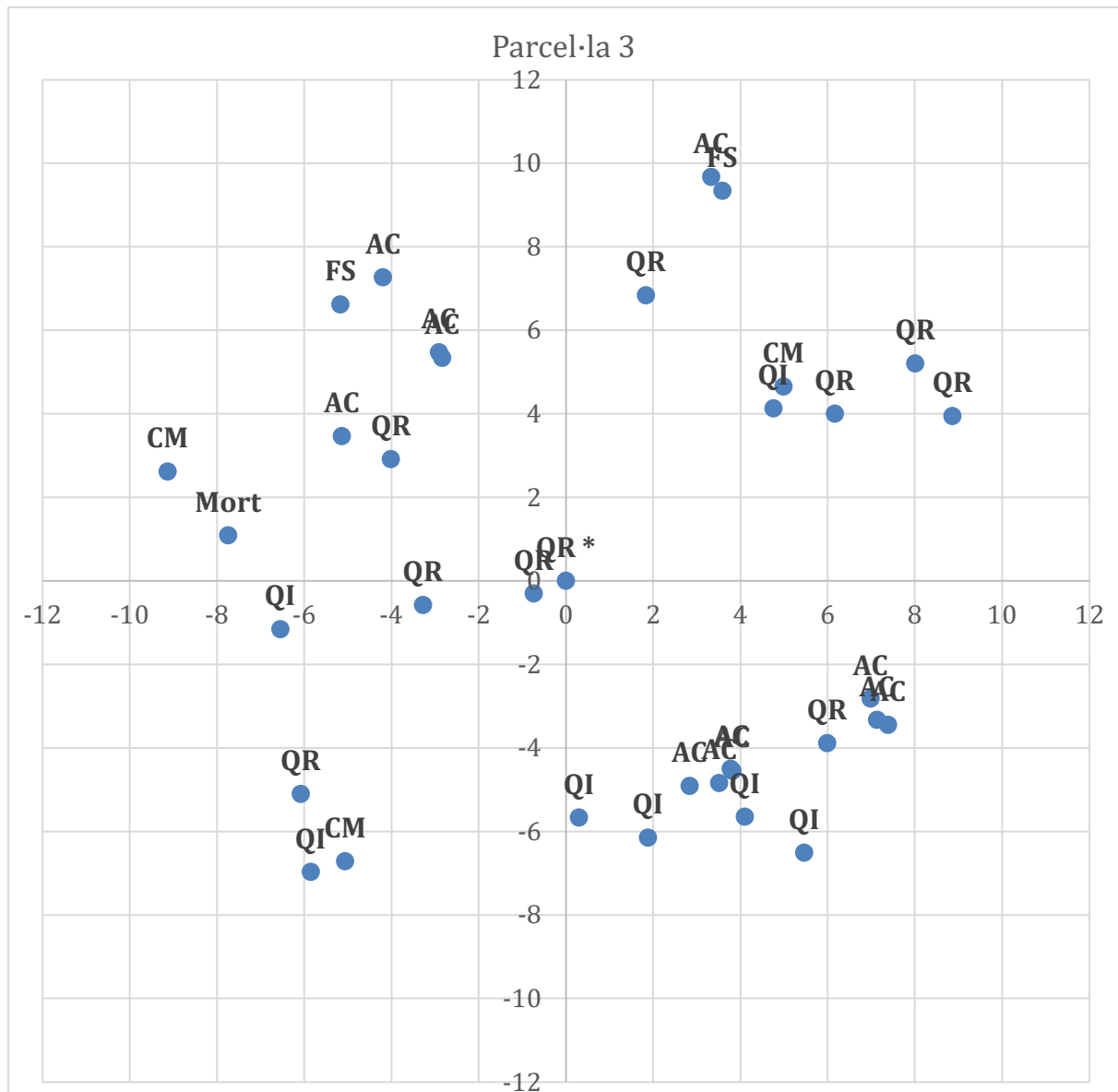
Parcel·la 3

Característiques principals dels arbres de la parcel·la 3.

Arbre	Presència	Distància (cm)	Orientació °	DBH	Espècie	Observacions
0	Sí	0,00	0	33	<i>Quercus robur</i>	
32	No	7,08	15	21,3	<i>Quercus robur</i>	
34	No	10,23	19	17,3	<i>Acer campestre</i>	
33	No	10,00	21	37,6	<i>Fagus sylvatica</i>	
2	No	6,82	47	10,3	<i>Crataegus monogyna</i>	Heura extrapolat
1	No	6,3	49	16,5	<i>Quercus ilex</i>	
3	No	7,35	57	41,7	<i>Quercus robur</i>	
4	No	9,55	57	28	<i>Quercus robur</i>	Mateix individu
5	No	9,70	66	14,4	<i>Quercus robur</i>	
6	No	7,53	112	19,5	<i>Acer campestre</i>	
7	No	7,87	115	14,6	<i>Acer campestre</i>	Heura extrapolat
8	No	8,15	115	22,1	<i>Acer campestre</i>	
17	No	5,68	177	24,5	<i>Quercus ilex</i>	
9	No	7,14	123	37	<i>Quercus robur</i>	Mateix individu
10	No	8,5	140	22	<i>Quercus ilex</i>	
12	No	5,88	140	12,9	<i>Acer campestre</i>	
13	No	5,94	140	16,1	<i>Acer campestre</i>	Heura extrapolat
11	No	6,98	144	13,8	<i>Quercus ilex</i>	
14	No	5,98	144	20,2	<i>Acer campestre</i>	
15	No	5,67	150	22,2	<i>Acer campestre</i>	
16	No	6,43	163	11,3	<i>Quercus ilex</i>	
19	No	8,41	217	10,9	<i>Crataegus monogyna</i>	
20	No	9,10	220	10,2	<i>Quercus ilex</i>	
18	No	7,94	230	50	<i>Quercus robur</i>	
21	No	0,80	248	24,9	<i>Quercus robur</i>	
22	No	3,33	260	30,1	<i>Quercus robur</i>	

23	No	6,65	260	17,6	<i>Quercus ilex</i>	
24	No	7,82	278	19,2	<i>Mort</i>	
25	No	9,50	286	10,1	<i>Crataegus monogyna</i>	
26	No	6,20	304	11,5	<i>Acer campestre</i>	
27	No	4,96	306	38,9	<i>Quercus robur</i>	Abraçats
28	No	8,40	322	51,5	<i>Fagus sylvatica</i>	
29	No	8,39	330	14,9	<i>Acer campestre</i>	
30	No	6,05	332	18,4	<i>Acer campestre</i>	
31	No	6,20	332	22,2	<i>Acer campestre</i>	

Distribució espacial dels arbres de la parcel·la 3.



* Presència de *Lobaria pulmonaria*.

ANNEX 2

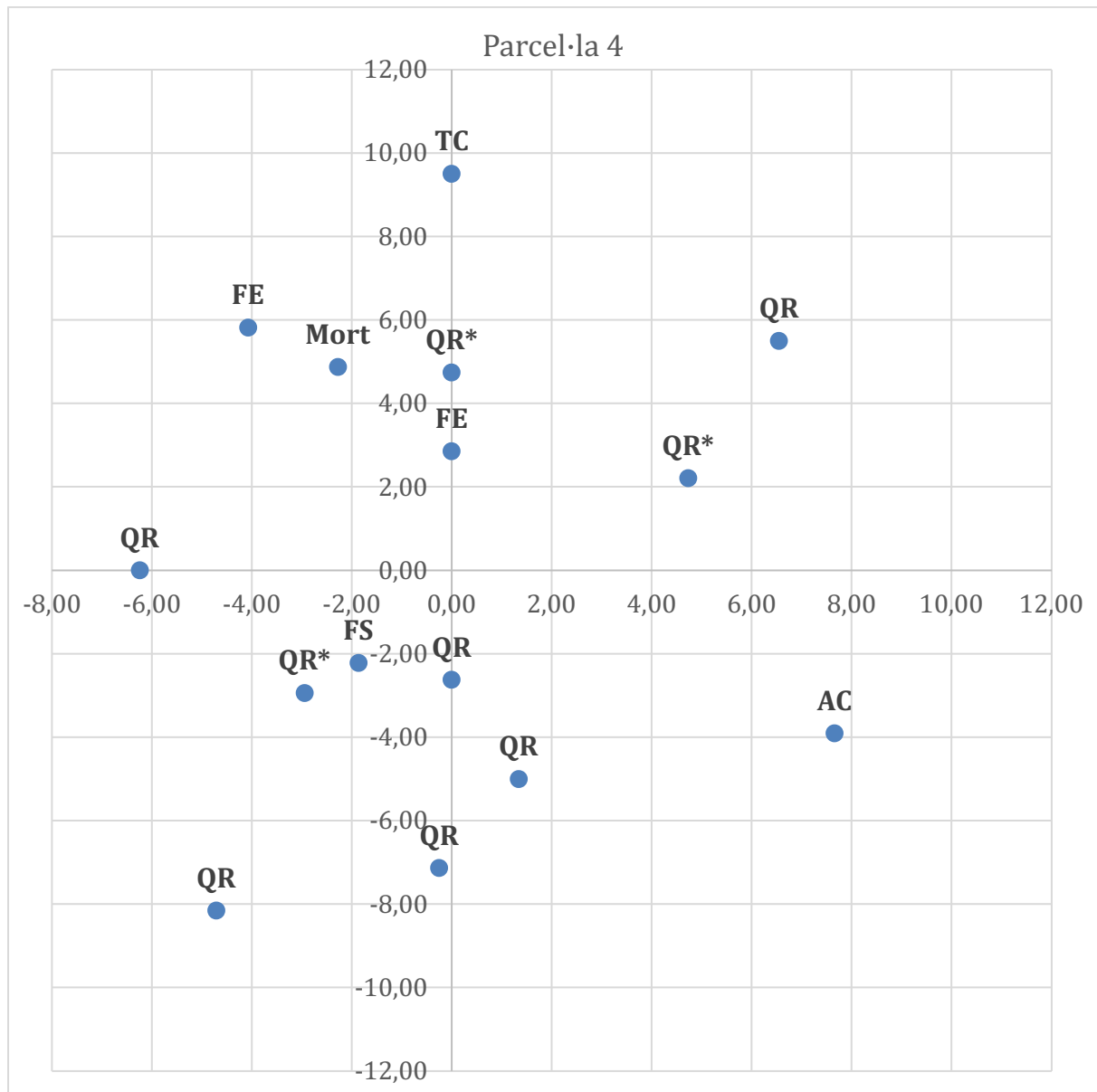
Caracterització i esquemes de la distribució dels arbres amb DBH major de 10 cm a les parcel·les experimentals on es van realitzar les accions de trasplantament de *Lobaria pulmonaria*.

Parcel·la 4

Característiques principals dels arbres de la parcel·la 4.

Arbre	Presència	Distància (cm)	Orientació °	DBH	Espècie	Observacions
1	No	9,50	0	13,6	<i>Tilia cordata</i>	
2	No	4,74	0	27	<i>Quercus robur</i>	Arbre amb cultiu ex situ
3	No	2,85	0	18,3	<i>Fraxinus excelsior</i>	
4	No	8,55	50	43,3	<i>Quercus robur</i>	
5	No	5,22	65	63,3	<i>Quercus robur</i>	Arbre amb cultiu ex situ
6	No	8,60	117	12,7	<i>Acer campestre</i>	
7	No	5,18	165	27	<i>Quercus robur</i>	
8	No	2,62	180	22	<i>Quercus robur</i>	
9	No	7,14	182	39,2	<i>Quercus robur</i>	
10	No	9,42	210	38,9	<i>Quercus robur</i>	
11	No	2,90	220	16,9	<i>Fagus sylvatica</i>	
12	No	4,16	225	31	<i>Quercus robur</i>	Arbre amb cultiu ex situ
13	No	6,24	270	20,1	<i>Quercus robur</i>	
14	No	7,10	325	17,7	<i>Fraxinus excelsior</i>	
15	No	5,38	335	18	<i>Mort</i>	

Distribució espacial dels arbres de la parcel·la 4.



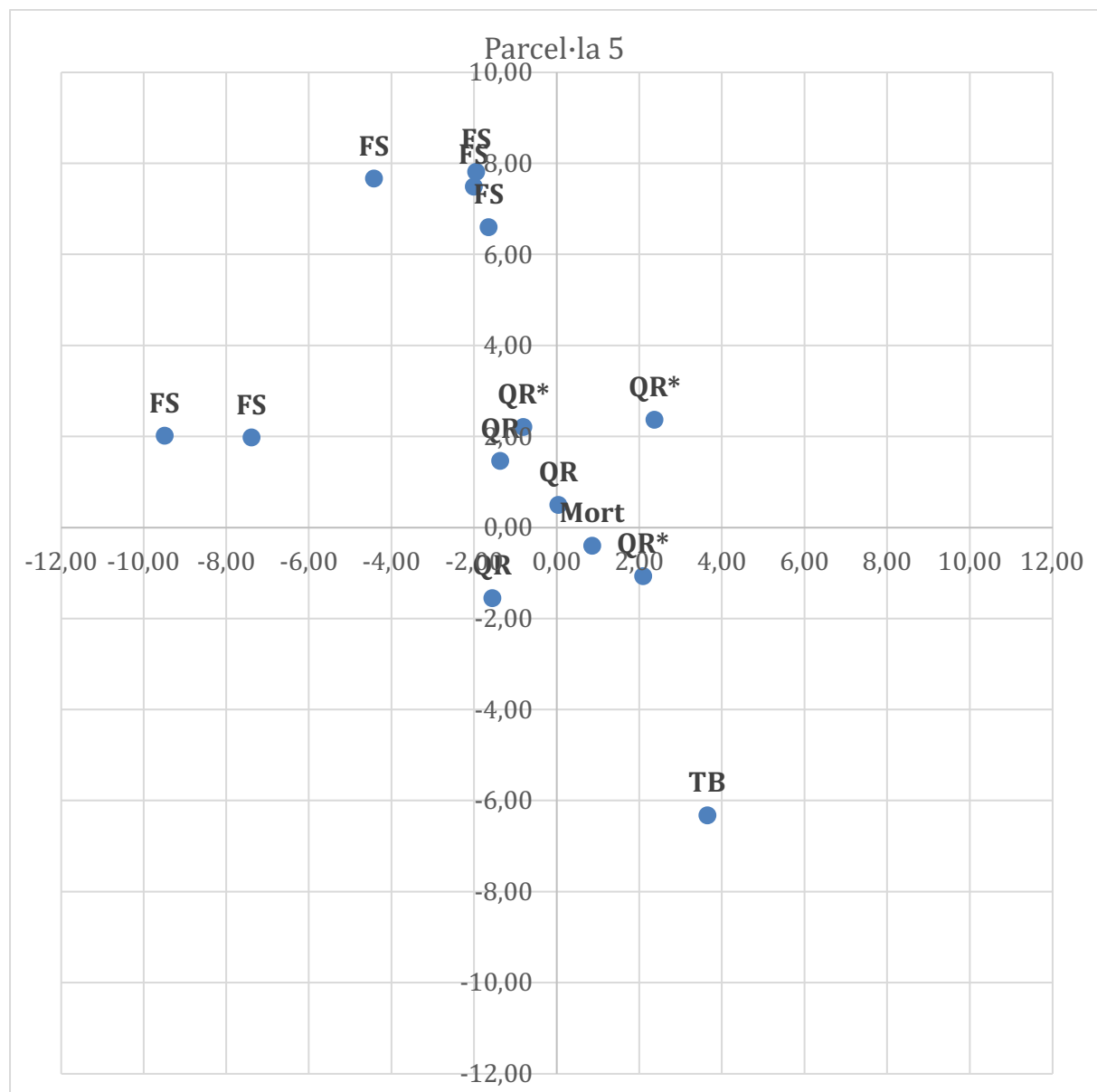
* Arbre amb reimplantacions experimentals.

Parcel·la 5

Característiques principals dels arbres de la parcel·la 5.

Arbre	Presència	Distància (cm)	Orientació °	DBH	Espècie	Observacions
5	No	0,50	5	40	<i>Quercus robur</i>	
6	No	3,35	45	35,5	<i>Quercus robur</i>	Arbre amb cultiu ex situ
7	No	0,95	115	18,4	Mort	
8	No	2,35	117	34,6	<i>Quercus robur</i>	Arbre amb cultiu ex situ
9	No	7,30	150	28,3	<i>Taxus baccata</i>	
10	No	2,20	225	25,6	<i>Quercus robur</i>	
11	No	9,70	282	17,2	<i>Fagus sylvatica</i>	
12	No	7,65	285	45,7	<i>Fagus sylvatica</i>	
13	No	2,00	317	29,9	<i>Quercus robur</i>	
14	No	8,85	330	41,2	<i>Fagus sylvatica</i>	
1	No	2,35	340	54	<i>Quercus robur</i>	Arbre amb cultiu ex situ
2	No	7,75	345	39,5	<i>Fagus sylvatica</i>	
3	No	6,8	346	31,9	<i>Fagus sylvatica</i>	
4	No	8,05	346	35	<i>Fagus sylvatica</i>	

Distribució espacial dels arbres de la parcel·la 5.



ANNEX 3

Taula d'inventaris de l'estrat arbustiu baix i arbustiu i de l'estrat herbaci de les parcel·les amb presència de *Lobaria pulmonaria* (P1-P3) i de les parcel·les experimentals (P4-P5). Els valors de recobriment utilitzats són els habituals en els estudis fitocenològics (5: recobriment igual o superior al 75%; 4: recobriment del 50 al 75%; 3: recobriment del 25 al 50%; 2: recobriment del 5 al 25%; 1: recobriment inferior al 5%; +: recobriment molt baix).

Tàxon	P1	P2-6	P3	P4	P5
Estrat arbori baix i arbustiu					
<i>Fagus sylvatica</i>	4	+	+	+	2
<i>Corylus avellana</i>	1	+	+	+	.
<i>Ilex aquifolium</i>	2	3	2	2	3
<i>Tilia cordata</i>	.	+	.	1	.
<i>Taxus baccata</i>	.	+	.	.	.
<i>Prunus avium</i>	.	1	.	.	.
<i>Quercus ilex</i>	.	+	.	.	.
<i>Quercus robur</i> (pl.)	.	.	+	.	.
<i>Fraxinus excelsior</i> (pl.)	1	+	1	+	+
<i>Acer campestre</i> (pl.)	+	+	+	.	+
<i>Crataegus monogyna</i>	1	+	1	+	+
<i>Ligustrum vulgare</i>	+	+	+	+	+
<i>Lonicera xylosteum</i>	+	+	.	+	2
<i>Viburnum lantana</i>	+	1	.	.	+
<i>Daphne laureola</i>	.	+	+	+	.
<i>Ruscus aculeatus</i>	.	3	2	+	.
<i>Laurus nobilis</i>	.	+	.	+	.
<i>Rubus</i> sp.	.	+	+	.	.
<i>Buxus sempervirens</i> (†)	.	.	+	.	.
<i>Cornus sanguinea</i>	.	.	.	+	.

Tàxon	P1	P2-6	P3	P4	P5
Estrat herbaci					
<i>Carex sylvatica</i>	1	2	1	1	1
<i>Hedera helix</i>	1	3	2	2	3
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	+	+	1	+	+
<i>Anemone hepatica</i>	2	+	.	2	2
<i>Veronica montana</i>	2	2	+	.	+
<i>Viola sylvestris</i>	1	.	+	1	+
<i>Geranium nodosum</i>	2	.	.	+	2
<i>Tamus communis</i>	.	+	+	+	.
<i>Rubia peregrina</i>	.	+	+	.	.
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	.	+	+	.	.
<i>Sanicula europaea</i>	.	.	+	+	.
<i>Viola alba</i>	.	+	.	.	.
<i>Fragaria vesca</i>	.	+	.	.	.
<i>Stachys officinalis</i>	.	+	.	.	.
<i>Geum urbanum</i>	.	+	.	.	.
<i>Clematis vitalba</i>	.	.	+	.	.
<i>Hypericum androsaemum</i>	.	.	+	.	.
<i>Carex digitata</i>	.	.	.	3	.
<i>Ranunculus acris</i>	.	.	.	+	.
<i>Helleborus viridis</i>	.	.	.	1	.
<i>Potentilla sterilis</i>	.	.	.	+	.
<i>Aquilegia vulgaris</i>	.	.	.	+	.

ANNEX 4

Recompte i característiques dels propàguls a les mostres preparades per a la parcel·la P4 de *Lobaria pulmonaria*.

Mostra	Propàguls blancs	Propàguls verds	Observacions
1	42	-	
2	65	3	
3	37	-	
4	70	-	
5	62	7	Dos propàguls en desenvolupament
6	-	30	
7	11	31	
8	5	40	
9	38	10	
10	10	66	
11	54	8	
12	44	19	
13	35	14	
14	4	33	
15	12	17	
16	10	29	
17	14	41	
18	17	47	
19	86	-	Envoltats de fragments a l'entorn

ANNEX 5

Resultats de l'assaig de germinació *Delphinium montanum* iniciat l'any 2013.

Temp. (°C)	Tipus Llavor	Temps des de la recol·lecció	Pretractament	Primera germinació (dies)	Última germinació (dies)	Germinació (%)	Temps mig germinació
5	fosques	90 dies	estratificació 60 dies	255	1766	19	1135
5	clares	90 dies	estratificació 60 dies	59	2502	79	1074
25/10	fosques	90 dies	estratificació 60 dies	248	1541	34	802
25/10	clares	90 dies	estratificació 60 dies	213	1201	40	661
5	fosques	180 dies	estratificació 60 dies	122	2411	33	1213
5	clares	180 dies	estratificació 60 dies	108	2411	36	1075
25/10	fosques	180 dies	estratificació 60 dies	326	1450	18	872
25/10	clares	180 dies	estratificació 60 dies	157	1260	25	791

ANNEX 6

Dades de caracterització dels talls de les llavors de *Delphinium montanum*.

- Llavors en condicions d'estratificació a 5°C:

		2 mesos			2 mesos			2 mesos			2 mesos		
		01/02/2021			31/03/2021			07/06/2021			05/08/2021		
		0			58			126			185		
		long. llavor	long. embrió	% desenv.	long. llavor	long. embrió	% desenv.	long. llavor	long. embrió	% desenv.	long. llavor	long. embrió	% desenv.
Número de llavors extreïdes	1	-	-	-	2,9	0,93	32,07%	2,6	0,67	25,77%	2,47	1,38	55,87%
	2	2,06	0,4	19,42%	2,45	0,75	30,61%	2,27	0,57	25,11%	2,84	1,95	68,66%
	3	2,08	0	0,00%	2,93	1,08	36,86%	2,52	0,84	33,33%	2,87	1,34	46,69%
	4	2,68	0,74	27,61%	2,21	0,8	36,20%	2,55	1,39	54,51%	2,65	1,28	48,30%
	5	2,36	0,43	18,22%	2,78	0,93	33,45%	1,81	0,72	39,78%	2,8	1,53	54,64%
	6	2,44	0,46	18,85%	2,24	0,75	33,48%	2,32	0,92	39,66%	2,54	1,59	62,60%
	7	1,97	0,3	15,23%	1,97	0,62	31,47%	2,27	0,86	37,89%	2,51	1,26	50,20%
	8	2,13	0,37	17,37%	3,03	0,87	28,71%	2,32	0,73	31,47%	2,66	1,2	45,11%
	9	2,33	0,36	15,45%	2,37	0,78	32,91%	2,88	1,12	38,89%	2,37	1,02	43,04%
	10	2,35	0,41	17,45%	2,81	0,8	28,47%	2,57	1,07	41,63%	2,23	1,12	50,22%
mitjanes		2,27	0,39	16,62%	2,57	0,83	32,42%	2,41	0,89	36,80%	2,59	1,37	52,53%

- Llavors en condicions de dessecador:

		2 mesos			2 mesos			2 mesos			2 mesos			2 mesos		
		01/02/2021			31/03/2021			07/06/2021			05/08/2021			18/10/2021		
		0			58			126			185			259		
		long. llavor	long. embrió	% desenv.	long. llavor	long. embrió	% desenv.	long. llavor	long. embrió	% desenv.	long. llavor	long. embrió	% desenv.	long. llavor	long. embrió	% desenv.
Número de llavors extreïdes	1	2,02	-	-	3,12	0,59	18,91%	1,86	-	-	3,25	-	-	2,64	0,61	23,11%
	2	2,38	-	-	2,88	0,45	15,63%	2,45	1,04	42,45%	2,65	-	-	2,52	0,64	25,40%
	3	2,28	-	-	1,7	-	-	2,8	-	-	2,43	-	-	2,46	0,44	17,89%
mitjanes		2,23	#DIV/0!	#DIV/0!	2,57	0,52	17,27%	2,37	1,04	42,45%	2,78	#DIV/0!	#DIV/0!	2,54	0,56	22,13%