

Seguiment de l'endemisme dels Pirineus orientals *Delphinium montanum* per la xarxa transfronterera FloraCat

Pere Aymerich³, Xavier Oliver Martinez-Fornés¹, Sandra Mendez ², Alain Mangeot², Maria Martin², Beatriu Tenas¹

¹Institució Catalana d'Història Natural (ICHN); ²Fédération des Réserves Naturelles Catalanes (FRNC); ³Botànic freelance. sandra.mendez@espaces-naturels.fr

Abstract

The FloraCat network is a cross-border collaborative project for the study and monitoring of the rare and endangered flora of the Eastern Pyrenees, active since 2012. Currently all the populations of *Delphinium montanum*, a rare endemic plant of the Eastern Pyrenees, are monitored by the FloraCat network. The update of the information on this species shows that it is present in 8 sectors, with a minimum of 18 locations, and that it has an estimated global population of 7,800-10,300 breeding plants. This population is concentrated in the Serra del Cadí range (65-70% of the total) and in the Puigmal massif (25-30%). Local populations show different typologies, which are apparently related to the characteristics of the habitats, especially with the availability of more or less favorable micro-habitats for germination and growth of plants in their first years. The depredation of herbivorous mammals (especially Pyrenean chamois) is high in most populations and mainly affects inflorescences, but there is not evidence that it affects significantly the germination or the recruitment. Knowledge of population dynamics is still insufficient, but it seems that there is long-term stability in the large-sized populations, while some of the medium-sized have experienced strong recent regressions. There are data that suggest that smaller populations may come from modern colonization or, alternatively, from the recovery of populations temporarily disappeared by the germination of persistent seeds in the soil. With the available data, this species is classified as NT on a global scale according to IUCN standard criteria.

Resum

La xarxa FloraCat és un projecte col·laboratiu transfronterer per a l'estudi i seguiment de la flora rara i/o amenaçada de l'est dels Pirineus, activa des de 2012. Actualment, amb aquesta xarxa es fa un seguiment de totes les poblacions de *Delphinium montanum*, un endemisme escàs dels Pirineus orientals. L'actualització de la informació sobre aquesta espècie mostra que es troba en 8 sectors de presència, amb un mínim de 18 localitats, i que té una població global estimada de 7800-10.300 individus reproductors. Aquesta població es concentra a la serra del Cadí (65-70 % del total) i al massís del Puigmal en sentit ampli (25-30 %). Les poblacions locals presenten tipologies diverses, que aparentment estan relacionades amb les característiques dels hàbitats, sobretot amb la disponibilitat de microhàbitats més o menys favorables per a la germinació i el creixement de les plantes en els primers anys de vida. La depredació dels mamífers herbívors (en especial isard) és alta a la major part de poblacions i afecta sobretot les estructures reproductives, però no hi ha evidències que incideixi sensiblement en la germinació ni el reclutament. El coneixement de les dinàmiques poblacionals és encara insuficient, però sembla que hi ha estabilitat a llarg termini a les poblacions més grans, mentre que algunes de mida mitjana han experimentat regressions recents fortes. Hi ha indicis que suggereixen que les poblacions més petites poden provenir de colonitzacions modernes o bé de la recuperació de poblacions temporalment desaparegudes a causa de la germinació de llavors persistents al sòl. Amb les dades disponibles, aquesta espècie es qualifica com a NT a escala global segons els criteris estàndard de la IUCN.

Introducció

L'any 2012 va començar un projecte de col·laboració transfronterera per al seguiment i la conservació de la flora d'interès especial dels Pirineus catalans en sentit ampli, que més endavant va adoptar el nom actual de xarxa FloraCat. Aquesta xarxa implica espais naturals protegits (parcs i reserves naturals), entitats i persones de la Catalunya nord — departament de Pyrénées-Orientales—, Catalunya sud — comunitat autònoma de Catalunya — i Andorra (Martin *et al.*, 2019). Fins ara, un dels objectius principals de FloraCat ha estat realitzar de forma coordinada estudis i seguiments de 10 espècies, utilitzant uns protocols comuns que permeten comparar les dades obtingudes a les diverses localitats. Una d'aquestes espècies és *Delphinium montanum* DC., la qual presenta la particularitat que s'ha aconseguit incloure en els seguiments de FloraCat totes les seves poblacions mundials. Una cobertura tan alta —total— d'una espècie de flora en projectes de seguiment a llarg termini és inusual, motiu pel qual s'ha considerat interessant fer en aquest article una síntesi dels coneixements obtinguts fins a l'actualitat.

Delphinium montanum és una ranunculàcia endèmica dels Pirineus orientals i que és coneguda d'un nombre baix de localitats. El seu hàbitat preferent són les tarteres més o menys estabilitzades de l'alta muntanya (estatge subalpí i alpí inferior). De forma secundària, alguns nuclis poblacionals es fan en altres hàbitats rocallosos (peus de cingle, entrada de

balmes, herbassars megafòrbics entre blocs de roca,...), però les plantes que hi viuen només representen una part anecdòtica del total. Es tracta d'un hemicriptòfit que anualment està actiu en el període entre els mesos de juny i octubre. Pot viure un nombre indeterminat d'anys, probablement fins a unes quantes dècades, tot i que no hi ha informació detallada sobre la seva longevitat. En general, s'assumeix que l'edat està relacionada amb el nombre de tiges basals dels individus, però no sembla que hi hagi una correlació directa entre el nombre de tiges i el nombre d'anys.

Aquesta espècie està relacionada filogenèticament amb el tàxon boreal *Delphinium elatum* L., al qual antigament s'havia subordinat com a subespècie amb el nom *D. elatum* subsp. *montanum*, i amb diversos altres *Delphinium* restringits a àrees més limitades de les muntanyes i estepes d'Europa i Àsia (Blanché, 1991; Wang *et al.*, 2013). Dins aquest grup, l'espècie aparentment més pròxima a *D. montanum* és *Delphinium dubium* (Rouy & Foucaud) Pawl., propi dels Alps sud-occidentals i que viu sobretot en herbassars megafòrbics. La informació disponible (López-Pujol *et al.*, 2007) indica que la diversitat genètica d'aquesta espècie és entre mitjana i baixa. La població del massís de Madres —l'única que es troba al nord de la fosa Cerdanya-Conflent— és la més diferenciada genèticament, segurament



Fotografia 1. A) Individu madur de *Delphinium montanum* — cliché Pere Aymerich; B) Flors de *Delphinium montanum* — cliché Pere Aymerich; C) Hàbitat principal: tarteres més o menys estabilitzades; Hàbitats secundaris: peu de cingle (D) i entrada de balms (E) Clichés: Pere Aymerich i Xavier Oliver Martínez-Fornés.

a causa d'un isolament antic, mentre que la resta de poblacions —situades al llarg de l'eix Cadí-Puigmal— són més similars.

A causa de la seva raresa global, aquesta espècie ha estat considerada d'interès conservacionista alt. Ha estat qualificada com a tàxon amenaçat, amb la categoria de la IUCN (2012) VU (Vulnerable) en les avaluacions regionals de Catalunya (Sáez *et al.*, 2010) i França (UICN France *et al.*, 2018). Actualment *D. montanum* té protecció legal a Catalunya (Decret 172/2008 de la Generalitat: Catàleg de flora amenaçada de Catalunya), però no a l'estat francès.

Material i mètodes

Síntesi informativa

Per a l'elaboració d'aquest article, s'ha fet un buidatge de les diverses fonts d'informació disponibles sobre *Delphinium montanum*. Una part d'aquesta informació ja ha estat publicada alguna vegada, i es cita com a bibliografia. Una altra part, més voluminosa, correspon a dades inèdites obtingudes pels espais protegits amb presència de l'espècie (Parcs Naturals de Cadí-Moixeró i de les Capçaleres del Ter-Freser, Reserves Naturals de Noedes i de la vall d'Eina), la Delegació de la Garrotxa de la Institució Catalana d'Història Natural i/o els autors de l'article.

Els seguiments de *Delphinium montanum* en el marc de FloraCat

Actualment, en el marc de la xarxa FloraCat, es fan seguiments de *Delphinium montanum* en 11 localitats, que abasten totes les àrees de presència o poblacions de l'espècie. A les localitats amb (sub)poblacions de mida petita o mitjana, els seguiments s'apliquen al conjunt de les plantes. A les localitats amb poblacions de mida gran, s'apliquen a mostres significatives (centenars d'individus) de cada població local. La periodicitat dels controls és diversa en cada localitat, en funció dels objectius i recursos de cada equip de seguiment: els nuclis de l'alt Ter i Noedes es controlen cada any, els de la vall d'Eina cada dos anys i els de la serra del Cadí cada cinc anys.

Les dades mínimes que s'obtenen en cada control són les següents:

- Cens d'individus, distingint 3 classes: reproductors (amb estructures florals), immaturs (plantes de més d'un any d'edat no reproductores) i plàntules (individus nascuts l'any que es fa el cens).
- Densitat d'individus.
- Estructura poblacional segons el percentatge relatiu de reproductors i immaturs.
- Estructura poblacional dels individus reproductors considerant el nombre de tiges basals que presenten, segons 3 classes: 1-5 tiges; 6-10 tiges; més de 10 tiges.

- Percentatge de plàntules sobre el total dels individus.
- Incidència de la depredació per mamífers herbívors, considerant el % d'individus afectats i el % mitjà d'afectació de les plantes individuals.

En la primera visita s'obtenen també dades sobre l'hàbitat i les plantes acompanyants. Aquestes dades s'espera que siguin útils per a avaluar canvis a mitjà i llarg termini, i es poden actualitzar en cada visita o amb una periodicitat més llarga.



Fotografia 2. Materialització d'una mostra de seguiment a la localitat de Noedes - cliché Alain Mangeot



Fotografia 3. Seguiment de *Delphinium montanum* a la localitat de Vall'Ter - cliché Maria Martin

Resultats i discussió

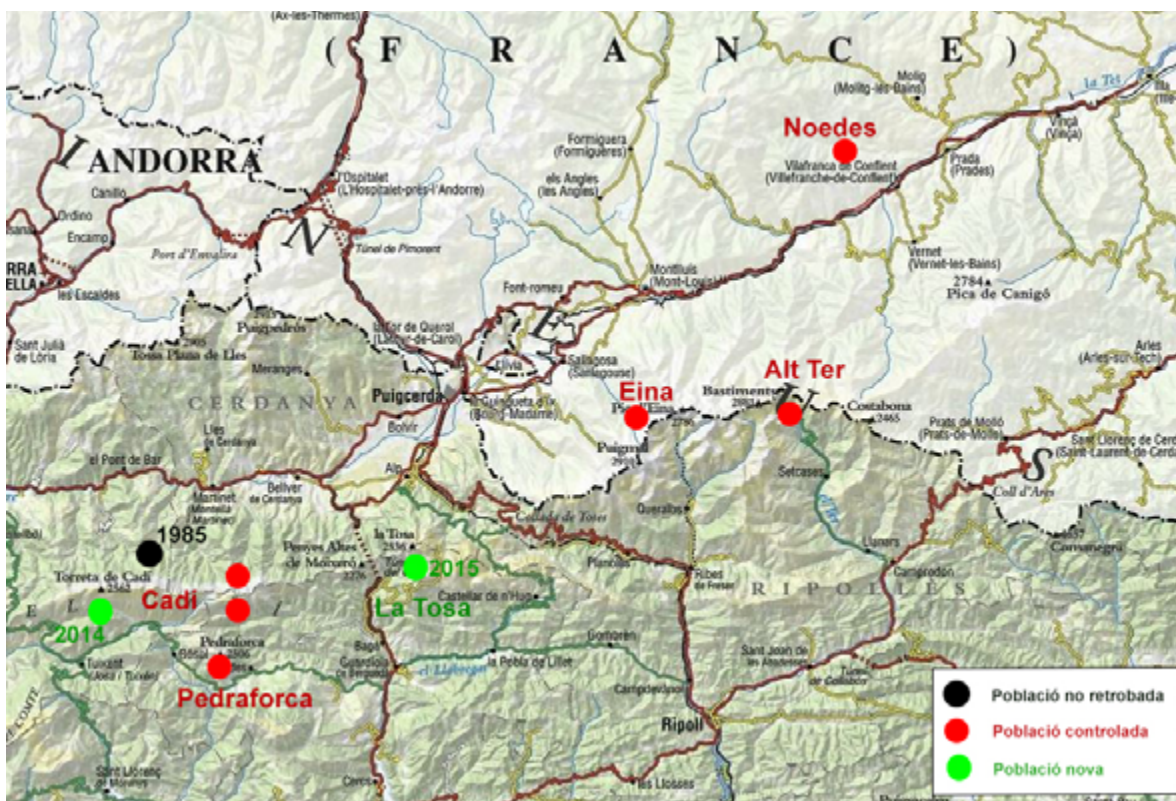
Distribució

Aquesta espècie viu en un nombre baix de localitats dels Pirineus orientals. La major part es troba en l'eix W-E que formen la serra del Cadí i el massís del Puigmal en sentit ampli, passant pel massís de la Tosa d'Alp. En aquesta àrea principal, les poblacions extremes estan separades per uns 60 km. Només una població queda fora d'aquest àmbit, la del massís de Madres a la vall de Noedes. Aquesta població de Noedes es troba a menys de 25 km en línia recta de poblacions actuals del massís del Puigmal, però està separada per la fosa de la Cerdanya-Conflent, que històricament deu haver actuat com a una barrera poc permeable.

La definició de les localitats no és senzilla, perquè en bona part dels sectors de presència es coneixen diversos nuclis o subpoblacions més o menys separats però pròxims, que es suposa que funcionalment estan interrelacionats. És probable que les interaccions entre els diversos nuclis d'un mateix sector siguin significatives i que —almenys a una escala temporal llarga— el conjunt dels nuclis tingui una dinàmica de metapoblació. Aquesta dinàmica sembla que es podria ajustar en la major part dels sectors a un model de població principal i poblacions perifèriques, ja que sovint s'observa una població nombrosa i una o diverses poblacions més petites al seu voltant. Però en algun cas (població de Bastanist a la serra del Cadí) s'aparta d'aquest model, perquè diversos nuclis pròxims presenten poblacions locals nombroses. Les interrelacions genètiques entre nuclis són d'alta probabilitat, ja que sembla relativament fàcil que els pol·linitzadors es desplacin entre diferents llocs pròxims. Les interrelacions poblacionals per dispersió de propàguls serien de probabilitat més baixa, però viables pel mecanisme de transport de llavors pels animals, sobretot agafades a ungulats salvatges (isards, muflons) o domèstics.

Per tal d'ordenar la informació disponible, hem distingit sectors de presència i nuclis o localitats discretes. Definim com a sectors de presència les àrees en què hi ha *Delphinium* i se suposa que poden acollir una sola població o metapoblació, tot i que la intensitat real de les interaccions entre nuclis es desconeix. Es defineixen com a nuclis o localitats de presència els llocs concrets en què hi ha agrupacions clares de *Delphinium*, que estan separades de les més pròximes per distàncies que van des de centenars de metres fins a uns quants quilòmetres. Quan en un sector de presència es coneix més d'un nucli, es considera probable que els nuclis acullin subpoblacions locals d'una metapoblació o població àmplia que s'estén pel conjunt del sector.

La distància entre sectors i nuclis és heterogènia, perquè per distingir un sector s'ha prioritzat el criteri funcional (probabilitat aparent d'interaccions freqüents entre nuclis) sobre el criteri de la seva separació espacial. Així, els diversos nuclis de l'alt Ter s'han inclòs en un mateix sector de presència, tot i que entre alguns hi ha distàncies de fins a 2 km. En canvi, els dos sectors de la serra del Cadí central (sud i nord) estan separats en algun punt per menys d'1 km i han estat considerats diferents, perquè la carena de la serra presenta unes característiques que sembla que poden fer que actuï com a una barrera eficient contra les interaccions.



Mapa 1. Sectors de presència citats fins a 2019. Cercles vermells: sectors descoberts abans de 2010 i confirmats recentment. Cercles verds: sectors descoberts després de 2010. Cercle negre: sector que no ha estat confirmat després de 1990.

Amb una visió pràctica, és recomanable prioritzar les localitats abans definides com a unitat de seguiment o de gestió, ja que es corresponen bàsicament amb les localitats tal com les defineix la IUCN (2017) per a fer avaluacions de l'estat de conservació de les espècies.

El coneixement del nombre de localitats o nuclis de *Delphinium montanum* ha anat canviant amb els anys. Actualment i aplicant la definició feta més amunt, es coneixen 18 localitats amb presència confirmada de l'espècie després de l'any 2000. D'aquestes localitats, 6 són de descobriment molt recent, posterior a 2010 (Aymerich, 2015; Oliver *et al.*, 2019), entre les quals una de les quatre poblacions més importants de l'espècie (Torreta de Cadí). Recentment també s'han retrobat dues localitats de les quals no hi havia dades des de feia dècades i que s'havia pensat que estaven extingides, al massís del Pedraforca i a l'alt Ter. Per contra, fa dècades que no s'ha relocalitzat una altra localitat citada històricament, a la serra del Cadí. Cal precisar també que, en algunes àrees de l'alt Ter, les localitzacions actuals no són les mateixes que les de citacions històriques a la mateixa localitat, motiu pel qual sembla que podria haver-hi hagut un cert desplaçament, a llarg termini, de les subpoblacions.

El Mapa 1 i la Taula 1 sintetitzen la informació actualment disponible sobre la distribució de *D. montanum*.

Població

La població global estimada, segons dades de les dues darreres dècades que abasten totes les localitats conegudes, és de 7800-10.300 individus reproductors. Aquesta xifra és superior a la de 6000-6500 reproductors donada per López-Pujol *et al.* (2007), però s'ajusta a l'estimació de menys de 10.000 reproductors proposada per Aymerich & Sáez (2001). Els canvis més importants en relació amb informacions publicades prèviament deriven del descobriment de noves poblacions a la Catalunya sud, on s'ha passat d'una estimació d'uns 5000 reproductors (Sáez *et al.*, 2010) a un mínim d'uns 6000 segons les darreres dades.

Localitats actuals confirmades (posterior a l'any 2000)				
<i>Àrea geogràfica</i>	<i>Sectors presència (n)</i>	<i>Llocs</i>	<i>Localitats (n)</i>	<i>Llocs</i>
Serra del Cadí-Pedraforca	4	Torreta de Cadí	2	Torreta SW Portell de Cadí
		Capçalera de Bastanist	3	Tartera de les Llobateres Tartera de Madrastra Tartera del Verger Verd
		Serra Pedregosa	2	Tartera de serra Pedregosa Cortils
		Pedraforca	1	Enforcadura W
Massís de la Tosa d'Alp	1	Tosa d'Alp sud	1	Canal Freda
Massís del Puigmal ampli	2	Vall d'Eina	2	Orri de Baix/Forn Calç — Coma Armada Cambradase
		Alt Ter	6	Torrent de Mentet Torrent de Morens Coma Ombriaga Coma de l'Orri Les Borregues Fontlletera
Massís de Madres	1	Vall de Noedes	1	Mont Coronat
Localitats antigues no retrobades				
<i>Àrea geogràfica</i>	<i>Localitats (n)</i>	<i>Lloc</i>	<i>Data darrera observació</i>	
Serra del Cadí-Pedraforca	1	Vessant nord, sobre Cava	1985	

Taula 1. Distribució de *Delphinium montanum*.

La Taula 2 sintetitza les dades poblacionals que es tenen del període 1998-2019 als diversos sectors de presència. Com es pot veure, les quatre poblacions més nombroses es troben en tres

sectors de la serra del Cadí i a la vall d'Eina. Per àrees geogràfiques, la més important és el Cadí-Pedraforca, on es concentra un 65-70 % de la població global de l'espècie (5450-6700 individus reproductors), seguida del massís del Puigmal, on es troba al voltant del 25-30 % (2200-2700 reproductors). Les àrees dels massissos de Madres i la Tosa d'Alp resulten numèricament marginals, en especial després de la caiguda de la població reproductora de la vall de Noedes.

Les xifres anteriors fan referència a individus reproductors, però és habitual que a les poblacions hi hagi una quantitat gran d'individus immadurs, de més d'un any d'edat i que encara no es reproduïen (vegeu l'apartat següent). Segons les dades disponibles, el nombre total d'individus immadurs no seria inferior als 8000.

Sector de presència	Població conjunta (n)	Interval mida subpoblacions (n, mínima-màxima)	Any/s cens o estimació
Torreta de Cadí	1850 — 2300	250-2000	2015
Capçalera de Bastanist	2500-3100	?	1998
Serra Pedregosa	1100-1300	125-1200	1998
Pedraforca	5	-	2019
Tosa d'Alp sud	35	-	2016
Vall d'Eina*	c. 2000	200-1900	2013
Alt Ter**	276-784	7-784	2007-2017
Vall de Noedes	0-300	-	1998-2018

Taula 2. Poblacions efectives (nombre d'individus reproductors) censades o estimades als diversos sectors de presència. *En aquest sector no hi ha dades recents de la subpoblació de Cambradase, motiu pel qual s'ha utilitzat l'estimació de 200 individus l'any 2002 feta per López-Pujol *et al.* (2007): c. 200 ind. l'any 2002). **No estan incloses en el cens 1-2 localitats descobertes l'any 2018.

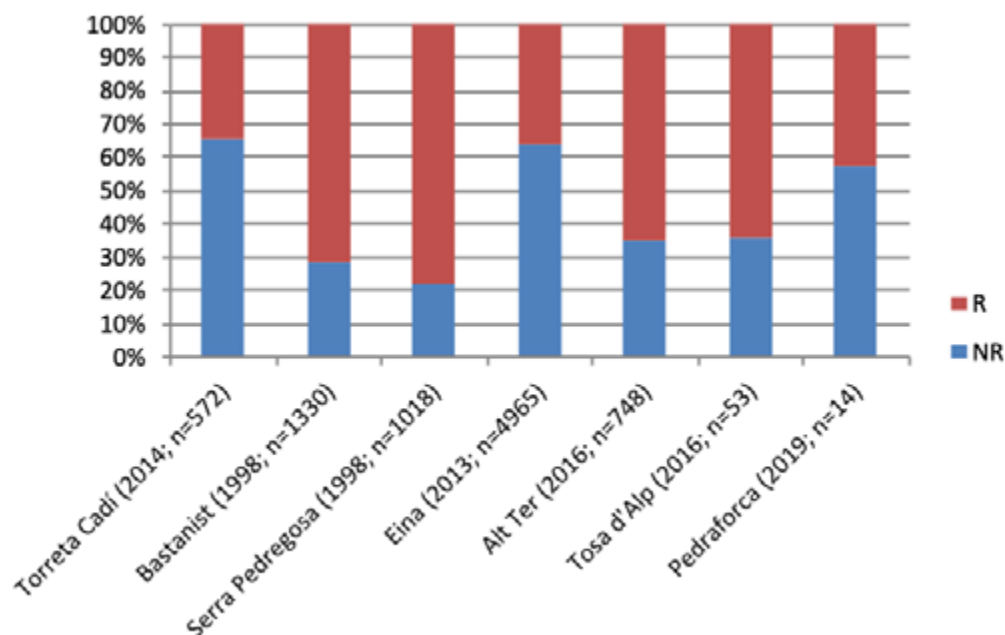
Estructura de les poblacions

Les poblacions locals presenten característiques diverses segons els sectors i localitats, i sovint també en diversos punts d'una mateixa localitat. Aquestes característiques es considera que depenen de les condicions ambientals locals i de les dinàmiques poblacionals, i es reflecteixen en les seves estructures, que tenen un valor indicador. Les dades estructurals de més interès indicador són les referides al percentatge d'individus reproductors, a les mides d'aquests reproductors i a la quantitat de plàntules.

Percentatge de reproductors

El percentatge d'individus reproductors, en relació amb el total de la suma de reproductors i immadurs (plàntules excloses), mostra variacions notables segons els sectors de presència,

tant si les poblacions són grans com mitjanes o petites (Gràfica 1). En aquesta gràfica no es mostren dades de la població de Noedes, a causa de la situació especial dels darrers anys, sense individus reproductors (vegeu comentaris més endavant), però fins als anys 2000



Gràfica 1. Estructura poblacional segons els percentatges relatius (%) d'individus reproductors (R) i immadurs (NR). Per a cada sector s'indica la mostra de cens (n) i l'any. En les tres poblacions del Cadí (Torreta, Bastanist i Pedregosa) les dades es refereixen a mostres de la població, mentre que a la resta de sectors corresponen a censos totals.

s'havien estimat percentatges de reproductors i immadurs similars, al voltant del 50 %.

Considerant les quatre poblacions més grans, s'observa un contrast entre dues amb predomini d'immadurs (Torreta i Eina) i dues amb predomini de reproductors (Bastanist i serra Pedregosa). Aquestes diferències es poden relacionar amb dinàmiques poblacionals més o menys intenses, derivades de les taxes de reclutament i/o mortalitat. Els percentatges molt elevats d'individus reproductors es pot considerar que són indicadors de poblacions amb dinàmiques febles, que tenen una mortalitat i un reclutament baixos, mentre que percentatges baixos de reproductors es considera que indiquen dinàmiques intenses, amb mortalitats i/o reclutaments alts. Aquestes dinàmiques semblen relacionades amb les característiques de l'hàbitat i, particularment, amb les oportunitats per al reclutament i el desenvolupament dels immadurs durant uns anys. És dubtós, en canvi, que tinguin relació amb dinàmiques poblacionals a llarg termini, ja que les escasses dades disponibles indicarien una estabilitat general tant en poblacions amb percentatges alts de reproductors (Bastanist i serra Pedregosa) com amb percentatges baixos (Eina). Observacions recents

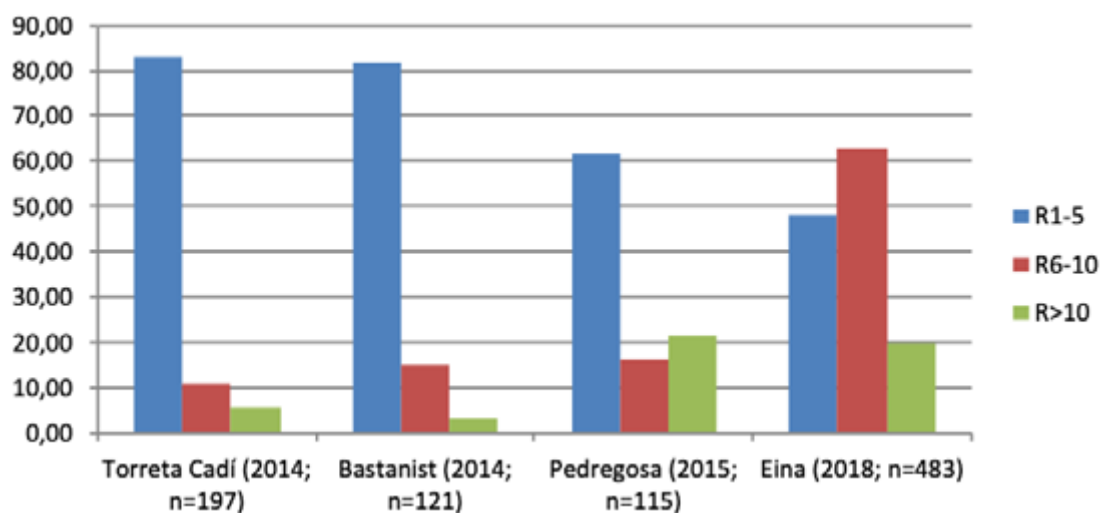
a la població de Torreta de Cadí suggereixen que en llocs amb densitats altes d'imadurs la seva mortalitat és alta, de manera que finalment són pocs els que s'integren a la fracció reproductora i la població podria mantenir a llarg termini unes proporcions similars de reproductors i imadurs.

Si es consideren les poblacions locals (subpoblacions) de cada localitat dins un sector de presència, la variabilitat és encara més alta. A més, també hi ha sovint una variabilitat molt alta entre diferents punts d'una mateixa localitat. Aquestes variacions a escala mitjana o petita reflecteixen la diversitat local de les condicions de l'hàbitat. En general, en hàbitats molt estables (tarteres fixades, peus de cingle) els percentatges d'imadurs tendeixen a ser baixos. En canvi, en hàbitats amb perturbacions recurrents (tarteres semiestabilitzades) els imadurs són més abundants, perquè els lliscaments de roques creen microhàbitats favorables a la germinació i al creixement de plantes joves, sense que això sigui garantia que sobrevisquin fins assolir l'estadi reproductor.

Distribució de mides dels individus reproductors

El nombre de tiges basals que té un individu es considera que, en general, està relacionat amb la seva edat, de manera que es pot utilitzar per obtenir una aproximació (imprecisa) a l'estructura poblacional per edats.

Les poblacions grans típicament mostren plantes de mides i edats molt diverses (Gràfica 2). La mida majoritària sol ser la de plantes reproductores petites (1-5 tiges), com s'observa a les tres poblacions de la serra del Cadí, cosa que suggereix que hi ha una mortalitat progressiva de les plantes en diferents edats i que només una petita part assoleix una longevitat gran.

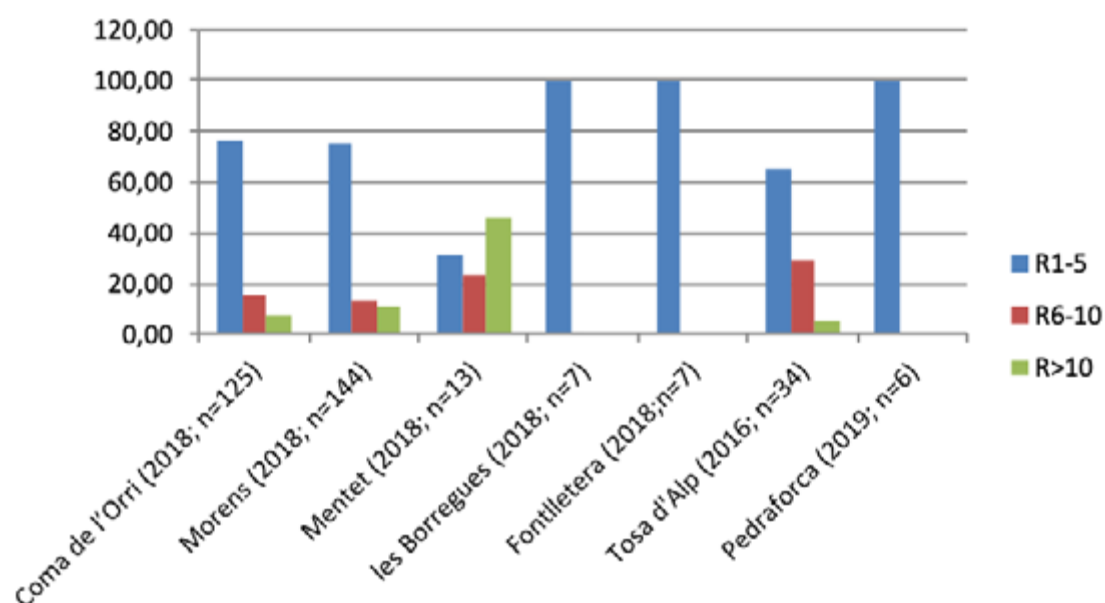


Gràfica 2. Estructura poblacional en mostres de les quatre poblacions principals de *D. montanum* segons els percentatges relatius (%) de tres classes de mides dels individus reproductors, en funció del seu nombre de tiges basals: 1-5 tiges, 6-10 tiges i >10 tiges.

Aquesta mortalitat es deu produir sobretot en els primers anys de vida, perquè sovint són poques les que ja passen a tenir més de 5 tiges. La gràfica de la població d'Eina es desvia d'aquest model, perquè la classe més freqüent és la intermèdia de 6 a 10 tiges, però és probable que això sigui degut a una representativitat baixa de les parcel·les de seguiment, ja que al conjunt de la població dominen àmpliament les plantes no reproductores i, per contra, a la mostra utilitzada el 90 % dels individus són reproductors.

En poblacions i subpoblacions petites i mitjanes les situacions són més heterogènies (Gràfica 3). En alguns llocs, l'estructura és similar a la de les poblacions grans (Coma de l'Orri, Morens o Tosa d'Alp), mentre que en altres hi ha un predomini de les plantes de més edat (Mentet) o, al contrari, aquestes són absents (Borregues, Fontlletera o Pedraforca). Si s'analitzen parts petites d'una mateixa població gran, la variabilitat és també molt alta (Aymerich, 2003).

De forma orientativa, s'assumeix que poblacions amb un percentatge molt gran de plantes amb un gran nombre de tiges tenen dinàmiques febles i es podrien considerar antigues o envellides. Per contra, poblacions que gairebé no tenen plantes amb un nombre elevat de tiges poden ser indicadores sobretot de tres situacions: 1) Dinàmiques molt intenses, amb reclutament i/o mortalitat alts a curt i mitjà termini; 2) Poblacions o parts de poblacions de creació relativament recent, derivades de colonitzacions; 3) Poblacions antigues que han experimentat un descens catastròfic de la població reproductora i estan en fase de recuperació. Aplicant els criteris anteriors a les poblacions o subpoblacions amb estructures



Gràfica 3. Estructura poblacional en el conjunt de poblacions i subpoblacions petites o mitjanes de *D. montanum* segons els percentatges relatius (%) de tres classes de mides dels individus reproductors, en funció del seu nombre de tiges basals: 1-5 tiges, 6-10 tiges i >10 tiges.

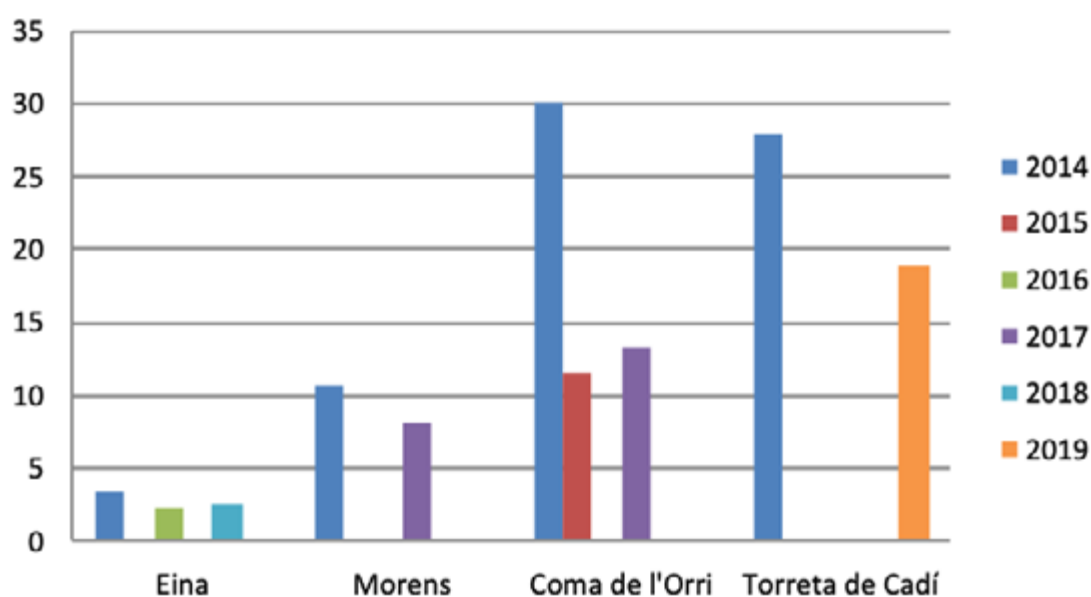
més atípiques, la de Mentet es pot considerar una subpoblació envellida, mentre que les de Fontlletera, Borregues i Pedraforca podrien correspondre a alguna de les situacions indicades per a nuclis que només tenen plantes amb poques tiges.

Percentatge de plàntules

El percentatge de plàntules (individus de menys d'un any) és la dada més variable que s'obté quan es fan censos en poblacions de *Delphinium montanum*. S'observa variabilitat entre poblacions, en una mateixa població entre diferents anys i fins i tot dins una mateixa població segons les setmanes d'un mateix any. El seguiment detallat de parcel·les a la serra del Cadí va mostrar una mortalitat alta de plàntules a curt termini i al llarg de tot l'estiu, que era parcialment compensada pel naixement de noves plàntules també durant un període prolongat (Aymerich, 2003).

Aquesta variabilitat, sovint dependent del moment del cens, fa que el percentatge de plàntules tingui un valor indicador més aviat baix. Sí que pot resultar indicatiu de condicions meteorològiques o de microhàbitat favorables per a la germinació. En canvi, té poc valor per avaluar la tendència a llarg termini de les poblacions, perquè hi ha molt poca relació entre la producció de plàntules i el reclutament (producció d'immadurs de més d'un any), a causa del fet que la gran majoria de les plàntules sol morir el mateix any que neixen (Aymerich, 2003).

A la Gràfica 4 es mostren uns quants exemples de dades puntuals, amb situacions ben diverses. A la mostra d'Eina es manté tots els anys una producció baixa de plàntules,



Gràfica 4. Exemples de variació del percentatge de plàntules (% sobre el cens total) en diverses subpoblacions o mostres en el període 2014-2019. Les dades d'Eina i de Torreta de Cadí es refereixen a mostres de les poblacions, mentre que les de Morens i Coma de l'Orri són del conjunt de cada subpoblació.

possiblement deguda al fet que les parcel·les de seguiment es localitzen en llocs amb plantes grosses i amb poques oportunitats per a la germinació. A Torreta de Cadí, Morens i Coma de l'Orri s'observa tots els anys una producció de plàntules més o menys important, però amb variacions interanuals notables.

Depredació

Des de fa anys es coneix que les poblacions de *Delphinium montanum* suporten una depredació important per part de mamífers herbívors. La depredació més visible es la que exerceixen els isards (*Rupicapra pyrenaica*) sobre les inflorescències, que a la gran població de serra Pedregosa s'havia estimat que causa una pèrdua de fruits o llavors de més del 90 % (Simon *et al.*, 2001) o del 99 % (Aymerich, 2003). En aquesta mateixa localitat també es va observar un consum notable per part d'un rosegador herbívor, el talpó de tartera (*Chionomys nivalis*), que aparentment només afecta les fulles (Aymerich, 2003). No es pot excloure que altres ungulats —salvatges o domèstics— consumeixin aquesta planta, però no s'ha verificat, mentre que la depredació per altres rosegadors autòctons sembla improbable perquè en aquests hàbitats el talpó de tartera és l'única espècie comuna. Resta per determinar la incidència d'un rosegador introduït i en expansió forta, la marmota alpina (*Marmota marmota*), que actualment té poblacions més o menys pròximes a gairebé totes les localitats de *D. montanum*, especialment a les del massís del Puigmal.

Les dades obtingudes en temps més recents han confirmat que la depredació intensa de parts de *D. montanum* és un fenomen habitual en les poblacions d'aquesta espècie, i que es pot considerar que entra dins una certa “normalitat” de la seva dinàmica poblacional. Segons dades generades entre 2014 i 2018 per la xarxa FloraCat, s'ha constatat depredació en pràcticament tots els nuclis, bé que amb diferències grans entre àrees geogràfiques. És sempre molt intensa (70-90 % de les plantes) a les poblacions de la serra del Cadí, baixa (al voltant del 20 %) als llocs de seguiment de la vall d'Eina i variable segons nuclis i anys a les diverses localitats de l'alt Ter (0-100 %).

Tot i que en un primer moment s'havia associat la depredació intensa a unes densitats locals excessives d'isards i a un conflicte de gestió (Simon *et al.*, 2001), més endavant s'ha vist que hi ha igualment depredacions fortes en llocs amb densitats molt baixes d'isards. Sí que és cert que a la població de serra Pedregosa —on primer es va detectar aquest fenomen— una reducció pròxima al 50 % del nombre d'isards va reduir la depredació de *Delphinium* fins a un 25 % entre 1998 i 2007 (dades inèdites). Però en aquest mateix període i població, el percentatge de plàntules va passar del 20 % al 5 %, és a dir que la caiguda de la depredació no va propiciar un increment de la germinació.

En general, sembla que la depredació no té una incidència significativa en el reclutament ni en la dinàmica poblacional (Aymerich, 2003; Aymerich *et al.*, 2002). L'ampliació de dades dels darrers anys confirma aquesta baixa incidència, ja que s'observen tant poblacions amb depredació molt forta des de fa dues dècades i que tenen un reclutament alt com poblacions amb depredació feble i amb poc reclutament o en situació precària. Tot i això no es pot

excloure que tingui efectes negatius en poblacions molt petites o que ja estan sotmeses a altres factors de risc, com podria ser el cas d'algunes localitats de l'alt Ter o de Noedes.

Dinàmiques poblacionals

Els seguiments que es fan en el marc de FloraCat han generat fins ara sèries de dades de menys d'una dècada. Aquest període és insuficient per avaluar les tendències poblacionals d'una planta de vida llarga com *Delphinium montanum*. S'observen alguns canvis en períodes de 2-5 anys, o fins i tot entre anys successius, però resulta difícil separar els canvis relacionats amb factors conjunturals (sobretot meteorològics) dels canvis que poden indicar tendències a llarg termini.

Sí que es tenen, però, dades més antigues d'unes poques poblacions, que abasten en algun cas fins a més de dues dècades. Aquestes dades permeten inferir algunes tendències a llarg termini, tot i que la informació dels diferents anys sovint no és del tot comparable.

Poblacions grans: estabilitat aparent

Als grans sectors d'Eina i de la serra del Cadí es tenen dades parcials que suggereixen una estabilitat de les poblacions. Aquesta estabilitat general no vol dir que no hi hagi canvis entre anys o en determinats punts del poblament, que efectivament s'han constatat, però el conjunt de la població manté unes característiques similars.

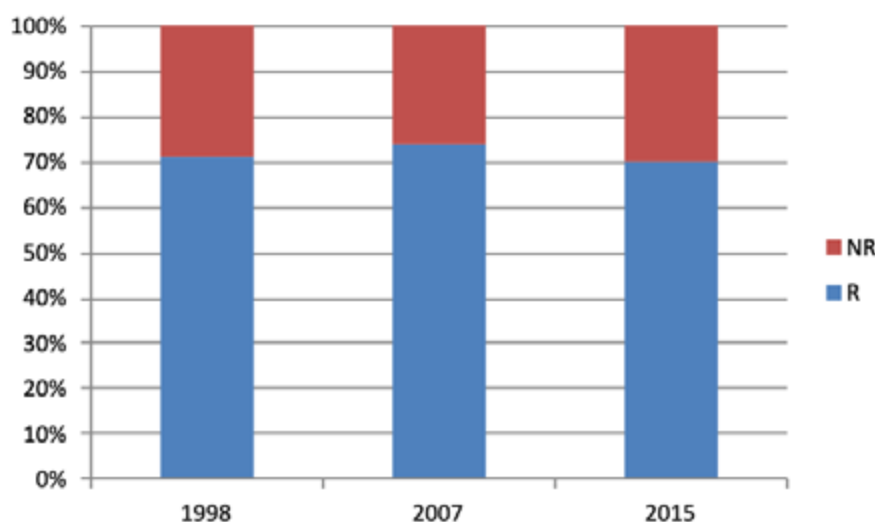
A Eina es disposa de dos censos dels anys 2002 (López-Pujol *et al.*, 2007) i 2013 (aquest article), que van tenir uns resultats poc diferents: 1580 individus reproductors el 2002 i 1876 el 2013. Amb una població d'aquesta mida, una diferència de 300 individus es pot considerar petita i en part podria derivar de metodologies de cens diferents. Així, aquestes dades indicarien probablement estabilitat amb tendència a l'increment.

A la serra del Cadí no s'han fet censos totals, però entre 1998 i 2014 es disposa de tres avaluacions de les estructures poblacionals a serra Pedregosa, fetes amb mostres grans de plantes d'àrees molt similars. Aquestes dades mostren variacions petites, d'un màxim de 4 punts percentuals en els % relatius d'individus reproductors i immadurs (Gràfica 5). Una variació tan feble en les estructures suggereix una estabilitat en les característiques generals de la població. Cal afegir que ni a serra Pedregosa ni a Bastanist s'han observat canvis significatius en el perímetre de distribució local de *D. montanum*.

Poblacions mitjanes amb dinàmiques estranyes

Dues de les tres poblacions o subpoblacions de mida mitjana han experimentat en els darrers temps dinàmiques estranyes, que amb les dades actuals encara no sabem interpretar bé i esperem millorar amb els seguiments de FloraCat.

La població de Noedes, que fins a 2005 tenia uns 700 individus (50 % reproductors) va experimentar una caiguda molt forta entre els anys 2006 i 2008, que va fer que el 2009



Gràfica 5. Estructures de la població en mostres poblacionals de serra Pedregosa en tres anys diferents, segons els percentatges relatius d'individus reproductors (R) i immadurs (NR).

ja no s'observés cap individu reproductor. No se sap si aquesta caiguda va ser sobtada o progressiva, perquè no es van fer controls en el període 2006-2008. Des de 2010 hi torna a haver plantes (entre 100 i 200), però totes són plàntules de l'any o immadures de mida molt petita. En el període 2010-2019 cap planta ha estat capaç de madurar fins a convertir-se en reproductora. Ara per ara es desconeixen tant les causes de la desaparició temporal de la població com de la seva recuperació inesperadament lenta, només s'han plantejat hipòtesis. La hipòtesi més plausible per a la desaparició temporal és una mortalitat catastròfica entre 2006 i 2008, deguda a causes meteorològiques o a alguna malaltia. Sembla més probable que la causa fos la sequera intensa dels anys 2006 i 2007, que va causar caigudes similars en algunes altres plantes rares que són objecte de seguiment als Pirineus (per exemple *Orchis spitzelii*). Una malaltia és menys probable, ja que possiblement també hauria afectat les plantes del gènere *Aconitum* —pròximes als *Delphinium*— i això no es va observar. És encara més difícil d'interpretar la manca d'individus reproductors 10 anys després de l'aparició de noves plàntules, perquè en general s'havia suposat que aquesta espècie podia assolir l'estadi reproductor en un temps no gaire superior als 5 anys, però les observacions de *Noedes* suggereixen que la maduració podria ser molt més lenta. Una alternativa seria que no hi hagi incorporació de reproductors perquè tots els joves es van morint per alguna causa desconeguda. En tot cas, és interessant remarcar que la dinàmica recent a *Noedes* ha permès constatar que les llavors de *D. montanum* resten viables al sòl, en quantitats importants, durant més de 10 anys.

A l'alt Ter, la subpoblació de la Coma de l'Orri ha passat d'un cens pròxim a 700 individus reproductors l'any 2007 a xifres que no arriben als 200 els darrers anys, després d'una caiguda espectacular que es va produir l'any 2013 i va suposar una pèrdua del 46,8% dels reproductors de la població (Oliver, 2019). Aquesta caiguda s'ha atribuït a la depredació per

mamífers i sobretot a rosegadors, que consumeixen moltes plantes gairebé fins a la base, de manera que fins i tot es pot fer difícil distingir els individus reproductors dels immadurs. Cal obtenir més informació d'aquests fenòmens de depredació que es repeteixen periòdicament i dels seus efectes sobre la dinàmica de la població.

Poblacions petites: colonitzacions i “renaixements”?

Les poblacions més petites actualment conegudes presenten unes característiques que suggereixen que les localitats de *Delphinium montanum* són menys estables o permanents en el temps del que es podria pensar.

Els petits nuclis de la Tosa d'Alp, Fontlletera i les Borregues mostren indicis que podrien ser de formació relativament moderna. Els de Fontlletera i les Borregues tenen molt poques plantes i cap d'elles presenta més de cinc tiges, cosa que suggereix que es tracta d'individus de pocs anys d'edat i, en conseqüència, podrien derivar d'una colonització força recent. Si fossin nuclis de presència antics, caldria esperar que almenys una part de les plantes tingués un nombre alt de tiges. A la Tosa d'Alp hi ha més plantes i 12 (35 %) ja tenen més de cinc tiges. Però en aquesta població sorprèn molt que *D. montanum* estigui limitat a un hàbitat secundari (balmes en un peu de cingle) i que no es trobi a les extenses tarteres (hàbitat preferent) que hi ha a menys de 10 m. Sembla improbable que, si es tracta d'una població antiga, no hagi tingut temps de colonitzar en alguna mesura les tarteres, motiu pel qual resulta plausible que es tracti d'una població generada per una colonització que es va produir fa poques dècades. En aquest darrer cas, és interessant el fet que la població coneguda més pròxima es troba a uns 15 km, de manera que la dispersió es podria haver produït per dispersió a una distància mitjana-llarga.

És diferent el cas d'una altra població molt petita, la del Pedraforca, que l'any 2019 tenia 14 individus. En aquesta localitat ja hi havia una observació d'uns quants individus de *D. montanum* de l'any 1983 (Busquets, 1983), però prospeccions fetes més endavant (López-Pujol *et al.* 2007; dades inèdites) no van permetre retrobar-hi l'espècie, fins que el 2018 es van redescobrir casualment tres plantes. Actualment totes les plantes presenten menys de 6 tiges, motiu pel qual es considera probable que tinguin pocs anys. Aquesta relocalització després de 35 anys fa pensar que es podria tractar d'una població “renascuda”, que podria haver desaparegut temporalment i es pot haver reactivat anys després per germinació de llavors latents. En aquest sentit, les observacions recents a Noedes confirmen el potencial de germinació de les llavors anys després d'haver estat produïdes. Fenòmens d'aquest tipus podrien explicar la no relocalització d'una localitat de la serra del Cadí (Cava) o l'aparent desaparició temporal seguida de relocalitzacions a una certa distància en localitats de l'alt Ter (Coma de l'Orri, torrent de Mentet).

Avaluació de l'estat de conservació

Les avaluacions de la categoria de risc de la IUCN (2012) vigents van assignar a aquesta espècie la categoria VU (Vulnerable) als dos àmbits administratius en què es troba, Catalunya

(Sáez *et al.*, 2010) i França (UICN France *et al.*, 2018), és a dir que es considera un tàxon amenaçat.

A escala global, amb les dades exposades en aquest treball, no qualifica com a espècie amenaçada i la categoria de la IUCN (2012, 2017) que li correspon és NT (Quasi Amenaçada).

Els motius pels quals no qualifica com a amenaçada són els següents: 1) No entra en els criteris A i C perquè no s'han observat o inferit regressions que afectin la població global en els percentatges establerts, tot i algunes disminucions locals. 2) No entra en el criteri B perquè es coneixen més de 10 localitats, no hi ha un declivi continu ni tampoc fluctuacions de la magnitud establerta i que afectin tota la població. 3) No entra en el criteri D perquè la població local té més de 1000 individus reproductors i es troba en més de 5 localitats. 4) El criteri E no és aplicable perquè no s'ha fet cap anàlisi quantitativa.

Es pot qualificar com a NT perquè s'acostaria al criteri i subcriteri C1 a causa de tenir una població reproductora que volta els 10.000 individus i de l'existència d'una disminució d'individus reproductors que es podria aproximar (però sense arribar-hi) al 10 % global, tot i estar restringida a les localitats de Noedes i Coma de l'Orri.

Agraïments

Agraïm la col·laboració en els seguiments a la delegació de la Garrotxa de la Institució Catalana d'Història Natural i als Parcs Naturals del Cadí-Moixeró i Capçaleres del Ter i del Freser (Catalunya sud), a les Reserves Naturals d'Eina i de Noedes i a la federació de les reserves naturals catalanes (Catalunya nord), i a totes les persones que alguna vegada han participat en els censos.

Bibliografia

- 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, GARCIA J (2002) Mountain ungulates and the conservation of scarce plant species: the cases of *Delphinium montanum* and *Xatardia scabra*. *Pirineos* 157: 227-230.
- 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.
- BLANCHÉ C (2001) Revisió biosistemàtica del gènere *Delphinium* L. a la península Ibèrica i a les illes Balears. *Arxius de la Secció de Ciències* 98. Institut d'Estudis Catalans. Barcelona.
- BUSQUETS JM, coord. (1983) Recull d'observacions biològiques i geològiques efectuades a les muntanyes del Berguedà. *L'Erol* 7: 13-17.
- IUCN (2012) IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. Second edition. Gland & Cambridge.

- IUCN (2017) Guidelines for using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 1.3. IUCN Standards and Petitions Subcommittee. Gland & Cambridge.
- LÓPEZ-PUJOL J, ORELLANA MR, BOSCH M, SIMON J, BLANCHÉ C (2007) Low genetic diversity and allozymic evidence for autopolyploidy in the tetraploid Pyrenean endemic larkspur *Delphinium montanum* (Ranunculaceae). Botanical Journal of the Linnean Society 155: 211-222.
- MARTIN M (2018) *Delphinium montanum* DC — Suivis de la Station du Pas de l'Estret 24 juillet 2018. Réserve naturelle nationale de Nohèdes. Rapport inédit.
- MARTIN M, MENDEZ S, coord. (2019) Le dossier du mois: FloraCat. La coopération transfrontalière au service de la préservation de la flore. Natura Catalana. La lettre des Réserves Naturelles Catalanes 37: 4-11.
- OLIVER X, GUARDIOLA M, VILA A (2019) Memoria de seguiment de *Delphinium montanum* del Parc Natural de Capçaleres del Ter i del Freser, 2018. Parc Natural de Capçaleres del Ter i del Freser, Generalitat de Catalunya i delegació de la Garrotxa de la Institució Catalana d'Historia Natural. Informe inédit.
- OLIVER X (2019) L'esperó de muntanya *Delphinium montanum*. In: Natura Catalana. La lettre des Réserves Naturelles Catalanes 37: 6-7.
- SÁEZ L, AYMERICH P, BLANCHÉ C (2010) Llibre Vermell de les plantes vasculars endèmiques i amenaçades de Catalunya. Ed. Argania. Barcelona.
- SIMON J, BOSCH M, MOLERO J, BLANCHÉ C (2001) Conservation biology of the Pyrenean larkspur (*Delphinium montanum*): a case of conflict of plant versus animal conservation?. Biological Conservation 98: 305-314.
- IUCN France (2018) La liste rouge des espèces menacées en France-Chapitre flore vasculaire de France métropolitaine. Paris. France.
- WANG W, LIU Y, YU S-X, GAO T-G, CHEN Z-D (2013) *Gymnaconitum*, a new genus of Ranunculaceae endemic to the Qinghai-Tibetan Plateau. Taxon 62: 713-722.