



Efectes del canvi climàtic sobre la biodiversitat a Andorra

Benjamin KOMAC i MINGAUD



Introducció

El clima és un dels principals factors que condiciona la distribució de la flora, que al seu torn és un element important per a la fauna. Per això una mínima variació climàtica es converteix en un element molt perturbador que pot posar en perill la supervivència de la flora i la fauna.

Des de sempre el clima ha fluctuat per diverses raons, molt sovint de manera molt plàcida, a vegades de manera més pronunciada, com durant els períodes postglaciació, amb un escalfament del voltant d'1 °C durant períodes de mil anys. Aquests canvis climàtics moderats van provocar que les espècies s'adaptessin a les noves condicions o les van fer migrar fins a llocs amb condicions climàtiques més idònies. En comparació, el canvi climàtic que ens espera ara serà molt més ràpid, i per això pot tenir conseqüències molt preocupants per la conservació de la flora i fauna. Es preveu que les conseqüències del canvi climàtic sobre la biodiversitat siguin més importants a les zones de muntanya, on fins un 30% de les espècies de flora podrien desaparèixer. A Andorra el canvi climàtic ja és una realitat: segons els treballs dels companys de la Unitat de Medi Físic del Centre d'Estudis de la Neu i de la Muntanya d'Andorra, s'observa un increment de les temperatures de 0,14 °C per dècada i una disminució de les precipitacions al voltant d'un 4% també per dècada; també s'observa un augment del nombre de dies càlids de 2,2 per dècada.

Andorra té una gran biodiversitat en comparació entre la seva petita superfície i el nombre d'espècies si la comparem amb els països veïns, França i Espanya. Per exemple, hi ha 18 espècies de quiròpters al Principat, 29 a Espanya i 34 a França, en països més de mil cops més grans que Andorra (vegeu figura 1).

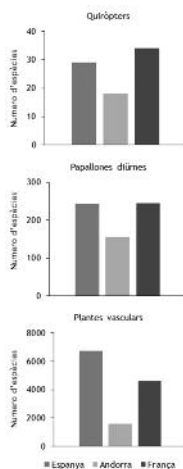


Figura 1. Comparació del nombre d'espècies de quiròpters, de papallones diürnes i de plantes vasculares entre Andorra, Espanya i França

Ens podem demanar com el canvi climàtic afectarà aquesta gran biodiversitat que tenim a les nostres muntanyes. Les espècies que viuen a les muntanyes van evolucionar durant mil·lennis per adaptar-se a les severes condicions climàtiques d'aquests indrets. Aquesta forta especialització a unes condicions particulars les fa molt més vulnerables als canvis climàtics en general. Perquè no desapareguin les espècies davant del canvi climàtic, o bé s'hauran d'adaptar, o bé hauran de migrar. Per determinar com una espècie respondrà als canvis es poden fer dos tipus d'estudis: els seguiments a llarg termini o els estudis de modelització de nínxol. En aquest article presentarem els seguiments a llarg termini i els estudis de modelització de nínxol duts a terme pel Cenma per estudiar els efectes del canvi climàtic sobre la gran biodiversitat del Principat.

Els seguiments a llarg termini

Les llargues sèries de dades obtingudes amb els seguiments a llarg termini permeten definir si una fluctuació o una tendència temporal és natural o deguda a una pertorbació, com per exemple el canvi climàtic. També es pot simular el canvi climàtic utilitzant un gradient altitudinal, ja que les temperatures disminueixen amb l'alçada, però també cal fer seguiments durant diversos anys per poder determinar si les tendències són realment degudes a un canvi de les condicions climàtiques o no. Aquí presentarem els seguiments a llarg termini que el Cenma fa a Andorra per poder predir les conseqüències del canvi climàtic sobre algunes espècies o grups d'espècies.

Les papallones diürnes

Les papallones diürnes són excel·lents bioindicadors de l'ambient i del clima que els envolta, ja que són sensibles a la composició, la fragmentació i l'estructura de la vegetació i a variables climàtiques com les temperatures o les precipitacions, a més del seu valor estètic i de presentar relativa facilitat per ser identificades.

L'any 2004 es va iniciar la xarxa de seguiment *Butterfly Monitoring Scheme* a Andorra (BMSAnd, www.iea.ad/bmsand) per tenir un coneixement exhaustiu de les diferents poblacions de papallones i de la seva distribució dins del país. La tècnica del BMSAnd és la mateixa que es fa servir a molts països d'Europa i consisteix a realitzar itineraris (anomenats també *transsectes*) al camp i fer recomptes visuals d'exemplars adults. Actualment hi ha set transsectes que se segueixen a Andorra (Comapedrosa, Enclar, Fontaneda, Madriu, rec del Solà, Sorteny i vall del Riu) que permeten tenir una molt bona representativitat de la diversitat dels hàbitats del Principat. El període oficial de recollida de dades consta de trenta setmanes, des de la primera de març fins a l'última de setembre; no obstant, en els itineraris de més alçada d'Andorra, per qüestions de nivologia i de baixes temperatures, s'inicia la temporada la primera setmana de maig.

Amb les dades obtingudes, per exemple, podem veure a quina setmana del BMSAnd s'ha vist el 25% de tots els individus d'una mateixa espècie durant la temporada de mostreig. En el cas de la bruna boscana (*Pararge aegeria*) o de la blanqueta de la col (*Pieris rapae*) al transsecte d'Enclar, vam trobar per l'any 2014 un avançament de cinc i set setmanes, respectivament, de la setmana en la qual s'assoleix aquest percentatge d'individus (vegeu figura 2). Això és un clar

efecte del canvi climàtic, però encara que hi ha un avançament fenològic, cal esperar uns anys per veure si té conseqüències en el nombre d'individus que s'observa en el transecte, o si fins i tot si pot desaparèixer l'espècie.

Els ocells comuns

L'elecció del grup de les aus per estudis de llarg termini té diversos motius. Els ocells han estat tradicionalment afició de naturalistes, però a partir de l'estudi al llarg dels anys, els experts es van adonar del potencial que tenien com a indicadors dels canvis ambientals així com a reflex de l'estat actual d'un ecosistema. La diversitat en el regne dels ocells fa que existeixin espècies de tota mena. Algunes requereixen condicions particulars per sobreviure, altres són espècies molt generalistes, alguns ocells tenen gran capacitat de moviment, en trobem d'altres que no són gens adaptables als nous canvis... Veure al llarg dels anys les reaccions i les dinàmiques de les espècies ornitològiques permet, doncs, inferir la variació dels ecosistemes.

El seguiment porta el nom de SOCA: *seguiment dels ocells comuns d'Andorra*. S'estudien els ocells anomenats *comuns* perquè es vol que les dades obtingudes siguin representatives d'una part del territori i els seus hàbitats, i no es busca valorar la presència o absència de determinades espècies *rars*, migratòries o passavolants. Els ocells comuns també tenen l'avantatge que acaben sent fàcilment reconeixibles per la població local, la qual cosa permet la implicació de la societat en un estudi de caire científic.

Com per al BMSAnd, l'estudi es fa amb itineraris, però en el cas del ocells es fa només quatre cops l'any: dos cops a l'hivern i dos cops a la primavera. Aquesta metodologia de seguiment es comuna a molts països d'Europa. A Andorra actualment hi ha setze transectes que se segueixen: Certers, coll Jovell, coll d'Ordino, Cortals d'Encamp, el Castellar, els Pujols, Encamp, Ensagents, Fontaneda, Incles, les Pardines, Ordino-la Cortinada, rec de l'Obac, rec del Solà i Sorteny.

De moment, la sèrie de dades és curta (6 anys) per poder observar una tendència realment certa quant a l'abundància, presència o diversitat dels ocells, però amb més dades podrem determinar quins són els àmbits que pateixen més les conseqüències i la sensibilitat als canvis de determinats hàbitats.

La vegetació de congesta

Una congesta és una acumulació de neu que roman en una clotada o terreny de muntanya i que recobreix el sòl tot o part del període estival. Aquesta neu és aportada habitualment per l'acció del vent, per una allau o per un canvi de pendent del vessant. La neu roman sense

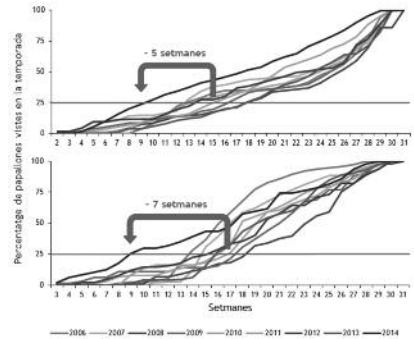


Figura 2. Evolució dels percentatges d'individus de les espècies de papalones de bruna boscana (dalt) i de blanqueta de la col (baix) durant les 30 setmanes del seguiment, durant el període 2006-2014 al transecte d'Enclar

fondre's perquè es troba situada en una zona obaga, per l'orografia del lloc, tot i que sovint es dona més d'una d'aquestes condicions. Aquestes congestes acostumen a fer-se sempre als mateixos indrets, ja que les causes d'acumulació de neu són força estables (com, per exemple, l'orografia, els vents dominants...). L'estabilitat en el temps d'aquesta coberta de neu fa que s'hi creï un ambient ecològicament particular, anomenat *congestera*. Això es tradueix en l'establiment de plantes predominantment quionòfiles (espècies adaptades a la presència de neu), amb un període vegetatiu molt curt. Per això, la majoria d'espècies vegetals que es troben a les congesteres són exclusives d'aquest tipus d'hàbitat, el qual esdevé un reservori de biodiversitat únic als Pirineus. Les congesteres poden ser considerades com un model de comunitat vegetal per estudiar i predir les conseqüències del canvi climàtic sobre la vegetació alpina, i això va motivar la posada en marxa l'any 2009 d'un seguiment de la vegetació en dues congestes d'Andorra que es va implementar en altres congestes del Pirineu a l'any 2013. Dins de la congesta, fem un seguiment de la presència (amb codis d'abundància) i de la fenologia de les espècies entre l'1 de juliol i el 10 de setembre. La fenologia estudia la relació entre els factors climàtics i els cicles biològics dels éssers vius; el moment i la durada dels esdeveniments fenològics particulars varia segons els anys depenent de la situació meteorològica. En el cas de les plantes de congestes estudiem quan es produeixen l'aparició i caiguda de fulles, la floració i la maduració dels fruits. Per fer-ne el seguiment, a cada congesta hi ha tres placetes de mostreig, cadascuna de 3 m², repartides al llarg del gradient de fosa de la neu. L'estudi fenològic ha demostrat que determinades espècies adapten la seva fenologia als factors físics locals (com, per exemple, la data de la fosa de la neu) a fi de permetre maximitzar les probabilitats d'èxit reproductiu. També s'ha avaluat la diversitat funcional (diversitat d'atributs funcionals, com per exemple, el nombre de flors, la superfície foliar...) per tal de conèixer l'estabilitat de l'hàbitat de congestera i la seva resposta als canvis ambientals (com, per exemple, respostes en la productivitat o en la resiliència després de canvis sobtats o perturbacions). Amb aquest estudi s'ha detectat que algunes espècies augmenten el nombre d'inflorescències quan es troben en congestes on la neu es fon més tard.

L'any 2016, en el marc d'un projecte Poctefa (Programa operatiu de cooperació transfronterera Espanya-França-Andorra finançat per fons Feder i del Govern d'Andorra) sobre la flora dels Pirineus es va posar en marxa un estudi per simular l'efecte del canvi climàtic a les congestes mitjançant *Open Top Chambers*. Les parets de plexiglàs de les *Open Top Chambers* simulen un escalfament de la temperatura d'aproximadament 1,8 °C. Amb un seguiment de la vegetació any rere any a dins i a fora de les *Open Top Chambers* podrem veure si el canvi climàtic afectarà les espècies de congestes: si algunes es veuen afavorides per una pujada de les temperatures, si altres desapareixen, i fins i tot, si noves espècies hi emergeixen.



Figura 3. Foto d'una Open Top Chambers

Aquests són clars exemples d'estudis a llarg termini que ens han de permetre determinar si algunes espècies de les congestes tenen la capacitat d'adaptar-se i de fer front al canvi climàtic. De manera més general també podran predir les conseqüències del canvi climàtic sobre la vegetació alpina.

Els fongs

Els fongs són uns organismes microscòpics, dels quals, si no es realitzen estudis moleculars del terreny, només tenim els cossos fructífers (els bolets) per tenir una idea de l'estructura de les seves comunitats. Aquests cossos fructífers depenen, per desenvolupar-se, de diverses condicions ambientals, bàsicament del règim de precipitacions i temperatura, tot i que també es veuen afectats per les condicions de la vegetació (per exemple, l'estructura i l'edat de les masses forestals constitueixen un element molt important que determina les espècies de fongs ectomicorrizogens).

Cal esperar que, amb una disminució de les precipitacions, també hi haurà una disminució de la producció de bolets. D'altra banda, l'augment de les temperatures pot provocar un desplaçament de l'època de fructificació i ajornar-se més cap a la tardor.

L'objectiu de l'estudi no se centra en la biodiversitat dels fongs, sinó en la fenologia i la producció dels cossos fructífers a mesura que varien les condicions climàtiques. Per això s'han definit quatre parcel·les de seguiment de 10x10m a la vall de Sorteny, al llarg d'un gradient altitudinal i també en dos vessants d'orientació diferent. Se segueixen les parcel·les cada nou dies entre els mesos d'agost i d'octubre i a cada visita es recullen tots els fongs ectomicorrizogens (i els sapròfits amb algun tipus d'interès comercial) presents dins de les parcel·les, s'identifiquen les espècies i, per l'estudi de producció, es mesura al laboratori el pes fresc i sec de cadascuna de les espècies.

Els boscos

Els ecosistemes forestals són el reflex de les condicions climàtiques, topogràfiques i antròpiques. Amb la modificació del règim de precipitacions i l'augment de les temperatures degudes al canvi climàtic es podria veure afectada la distribució de les espècies. Aquest any 2017, en el marc d'un projecte Poctefa sobre l'adaptació dels boscos del Pirineu al canvi climàtic, es va iniciar un seguiment amb l'objectiu d'anticipar els possibles canvis i adaptar, en conseqüència, la gestió de les masses forestals. Ja que la fenologia depèn exclusivament de les condicions meteorològiques, aquest indicador ens permet, a curt termini, comparar anualment les diferències entre els cicles biològics del desenvolupament de les espècies forestals. Per això s'han instal·lat tres parcel·les de seguiment a Andorra al llarg d'un gradient altitudinal, i en cadascuna es fa un seguiment setmanal de la fenologia de 36 pins roig (*Pinus sylvestris*) entre els mesos de març i juny.

Amb el canvi climàtic, és particularment important i interessant poder desenvolupar a escala del massís eines que ens proporcionin una visió compartida de l'impacte del canvi climàtic sobre els boscos. Per això aquest seguiment que es fa en tres parcel·les a Andorra és complementat amb 32 parcel·les de seguiment en el Pirineu francès i amb 18 parcel·les en el Pirineu espanyol, on s'aplica el mateix protocol de mostreig d'observació de l'estat fenològic dels brots dels arbres.

L'interès d'aquest seguiment és poder realitzar observacions durant diversos anys per poder intuir les tendències. D'altra banda el seguiment serà simultani a imatges de satèl·lit per poder desenvolupar el càlcul d'algoritmes amb l'objectiu de realitzar en un futur el seguiment per teledetecció a tot el Pirineu. Tot això ha de contribuir a garantir la perennitat dels béns i serveis ecosistèmics actuals i futurs proporcionats pels boscos del Pirineu.

Les pastures

A Andorra les pastures representen gairebé un 27,5% del territori i avui en dia tenen un valor patrimonial molt gran. Les pastures de muntanya són un recurs molt important per al sector de la ramaderia, ja que l'herba d'aquest hàbitat és la base de l'alimentació del bestiar durant més de cinc mesos a l'any. L'activitat ramadera és molt important a Andorra, ja que és una activitat tradicional i té un impacte important a l'economia del país, sobretot des de l'any 1999, quan es produeix carn amb el segell de carn de qualitat d'Andorra (promogut pel Govern d'Andorra). Per tant, si es vol mantenir aquesta activitat tradicional és important saber com el canvi climàtic pot afectar les pastures. Des del punt de vista de la conservació, les comunitats vegetals de pastures són hàbitats amb una gran biodiversitat, a causa d'unes condicions climàtiques i a un efecte del bestiar bastant heterogeni.

L'objectiu genèric d'aquest estudi és veure si un gradient altitudinal, utilitzat per simular el canvi climàtic, afecta la qualitat farratgera i al mateix temps també la biodiversitat de la pastura. L'estudi té lloc en quatre valls d'Ordino amb diferents intensitats de pasturatge. S'ha iniciat el 2016 un seguiment a les valls de Sorteny, Rialb, el Comís Vell i la Coma d'Arcalis, amb la instal·lació de parcel·les d'exclusió de 5x5m, és a dir zones sense bestiar, a dues cotes diferents dins de cada vall. La diferència d'alçada d'uns 250 m entre els llocs de mostreig a dins de cada vall simula un increment de les temperatures d'1,5 °C. Després es fa durant els mesos d'estiu un seguiment de la producció d'herba a dins i a fora de les parcel·les d'exclusió, però també un seguiment de la qualitat de l'herba i de la diversitat de la vegetació. Els resultats d'aquest estudi ens permetran determinar si canvia o no la producció i la qualitat de l'herba en el mateix gradient altitudinal i llavors si s'han d'adaptar les pràctiques ramaderes per contrarestar els efectes del canvi climàtic amb la finalitat de mantenir uns nivells de producció ramadera suficient i alhora contribuir a la conservació dels hàbitats de pastures.

L'objectiu genèric d'aquest estudi és veure si un gradient altitudinal, utilitzat per simular el canvi climàtic, afecta la qualitat farratgera i al mateix temps també la biodiversitat de la pastura. L'estudi té lloc en quatre valls d'Ordino amb diferents intensitats de pasturatge. S'ha iniciat el 2016 un seguiment a les valls de Sorteny, Rialb, el Comís Vell i la Coma d'Arcalis, amb la instal·lació de parcel·les d'exclusió de 5x5m, és a dir zones sense bestiar, a dues cotes diferents dins de cada vall. La diferència d'alçada d'uns 250 m entre els llocs de mostreig a dins de cada vall simula un increment de les temperatures d'1,5 °C. Després es fa durant els mesos d'estiu un seguiment de la producció d'herba a dins i a fora de les parcel·les d'exclusió, però també un seguiment de la qualitat de l'herba i de la diversitat de la vegetació. Els resultats d'aquest estudi ens permetran determinar si canvia o no la producció i la qualitat de l'herba en el mateix gradient altitudinal i llavors si s'han d'adaptar les pràctiques ramaderes per contrarestar els efectes del canvi climàtic amb la finalitat de mantenir uns nivells de producció ramadera suficient i alhora contribuir a la conservació dels hàbitats de pastures.

La modelització i els canvis de nínxol

Per poder preveure la resposta d'una espècie al canvi climàtic, també podem utilitzar el seu nínxol ecològic, és a dir les condicions bioclimàtiques necessàries que determinen la seva presència i viabilitat. Després es pot modelitzar com canviaria el nínxol de l'espècie segons les



Figura 4. Foto d'una parcel·la de mostreig

prediccions de modificacions climàtiques previstes pels diferents escenaris de canvi climàtic. Com que hi ha molts escenaris de canvi climàtic, i una gran incertesa en la seva magnitud, s'acostumen a fer servir escenaris més conservadors i d'altres de més severos per poder predir la resposta de l'espècie en el cas de canvis més suaus o bé més dràstics de les condicions climàtiques. En comparació amb els seguiments a llarg termini, els resultats d'una simulació són més immediats però també comporten un grau d'incertesa molt més alt. Aquí presentarem uns estudis de modelització de nínxol realitzats al Cenma per veure com el canvi climàtic podria afectar les espècies presents a Andorra.

El cas de l'abarset

L'abarset (*Rhododendron ferrugineum*) és una espècie adequada per fer aquest tipus d'estudis i veure com el canvi climàtic pot afectar el seu nínxol i la seva supervivència en el futur, ja que té uns requeriments ecològics particulars: la planta ha d'estar coberta de neu a l'hivern i a la primavera per no patir gelades. La capa de neu aïlla les plantes de l'aire i protegeix les gemmes, fulles i arrels de les temperatures negatives de l'hivern, evita que el gel afecti els òrgans de desenvolupament de les plantes. Si no hi hagués neu, les plantes patirien danys importants i el creixement i desenvolupament se'n veurien afectats.

En aquest estudi s'ha definit el nínxol ecològic potencial actual de l'abarset fent servir variables topogràfiques (com, per exemple, l'alçada, l'orientació i el pendent, a més a més de la radiació solar) i climàtiques (la temperatura mitjana de les mínimes anuals i de les màximes anuals, i la precipitació mitjana anual) i un índex d'acumulació potencial de neu per estimar la durada de la presència de neu. És la variació d'aquestes variables climàtiques com, per exemple, de la precipitació mitjana anual amb un increment de 57,5 mm en el cas d'un escenari conservador o una disminució de 34,4 mm en el cas d'un escenari sever, el que ens permet obtenir el nínxol de l'espècie a Andorra sota els efectes del canvi climàtic.

La superfície ocupada actualment per l'abarset a Andorra és de 14,6 km² (o bé el 3,1% del territori), i amb la modelització es va obtenir un nínxol ecològic potencial actual de 70,7 km² al Principat (15,1% del territori). Per a un escenari de canvi climàtic conservador, obtenim per a l'abarset un nínxol ecològic potencial de 32,8 km² a llarg termini, mentre per a un escenari de canvi climàtic sever, obtenim un nínxol ecològic potencial de 5,6 km² a llarg termini. El canvi climàtic obligarà l'espècie a una migració altitudinal per trobar condicions climàtiques més idònies, i excepte en el cas d'un escenari conservador, es tractarà d'una migració altitudinal força pronunciada (al voltant d'uns 300 m d'alçada). De manera general, la migració altitudinal també dependrà de la capacitat de l'abarset de colonitzar altres espais i hàbitats, majoritàriament hàbitats de tarteres i roquissars, menys propicis per al seu establiment en comparació a les pastures. En canvi, a cotes baixes, amb la migració de l'espècie, es pot esperar un reemplaçament per altres matollars com el boix (*Buxus sempervirens*) o l'avellaner (*Corylus avellana*).

Les plantes invasores

Una altra realitat del canvi climàtic és que les condicions climàtiques es podrien tornar més idònies al Principat per aquestes espècies forasteres, i fins i tot per a espècies invasores

d'origen més exòtic. Les zones de muntanya no són més resistents a les invasions, però a causa d'unes condicions climàtiques més austeres, són sempre més difícils de colonitzar per les espècies no-natives. Amb el canvi climàtic, es preveu que els factors limitants de les invasions disminueixin i que es produeixi un augment en la densitat d'espècies invasores. Com que l'aparició d'espècies invasores sempre és nefasta per a la biodiversitat, la prevenció i el control d'aquestes espècies és un repte important, ja que l'eradicació és casi sempre molt costosa i complicada.

Aquest estudi s'ha centrat en dues espècies invasores al Principat, el seneci del cap (*Senecio inaequidens*) i la budleia (*Buddleja davidii*) amb l'objectiu de determinar els futurs nínxols de les espècies que tindran lloc amb el canvi climàtic, i per poder aplicar estratègies de control més efectives. Actualment el seneci ocupa uns 5,1 km² i té un nínxol potencial actual al voltant dels 74 km², mentre que la budleia ocupa només 1 km² i té un nínxol potencial al voltant dels 45 km². Amb el canvi climàtic, el nínxol del seneci se situa a llarg termini entre 80 i 143 km², en el cas d'un escenari conservador i un escenari sever respectivament, a banda de presentar un risc elevat de propagació sota noves condicions climàtiques. Pel que fa a la budleia, el seu nínxol potencial a llarg termini seria d'uns 33 km² en el cas d'un escenari conservador i d'uns 62 km² en el cas d'un escenari sever, tot i que la planta presentaria un risc més elevat de propagació que el seneci (la budleia és menys sensible a la disminució de les precipitacions). Es preveu que la budleia pugui colonitzar vores de rius fins a uns 2.300 m d'alçada amb el canvi climàtic i que el seneci pugui colonitzar prats i pastures fins als 2.000 m d'alçada, amb conseqüències més importants per a la conservació de la biodiversitat en el cas del seneci, i un impacte negatiu per la ramaderia, ja que es una planta tòxica per al bestiar. Aquests resultats, encara que siguin amb modelització, confirmen que la invasió d'espècies no-natives és un dels principals perills per a la conservació de la biodiversitat en el marc del canvi climàtic.

Conclusió

A les nostres muntanyes, les espècies que no podran adaptar-se als canvis de temperatures, de precipitacions o de durada de presència de neu hauran de migrar si no volen desaparèixer. Per a algunes espècies molt circumscrites a un tipus de condicions climàtiques o a un àmbit molt particular, la facultat d'adaptar-se molt ràpidament serà clau per sobreviure al canvi climàtic. Per a d'altres tot dependrà de la seva capacitat de migració fins a llocs on les condicions els siguin més idònies. Nombrosos estudis que es desenvolupen des del Cenma han de poder permetre respondre a aquesta incertesa però com que no es poden estudiar totes les espècies o comunitats vegetals, ens centrem en algunes espècies representatives o comunitats clau per poder definir les tendències més generals sobre l'evolució de la biodiversitat amb el canvi climàtic a Andorra.



Figura 5. Representació de la presència actual del seneci (esquerra) i de la budleia (dreta) amb els nínxols potencials futurs (color blau) amb el canvi climàtic

Benjamin Komac i Mingaud,

doctor en ciències biològiques i investigador al CENMA