



**LES METAPOBLACIONS DE LLUCARETA
(*Serinus citrinella*) DELS PREPIRINEUS
ORIENTALS. VALORACIÓ ECOLÒGICA I BASES
PER A LA SEVA GESTIÓ.**

Tesi doctoral

ANTONI BORRÀS I HOSTA



**Programa de Doctorat en Recursos Naturals i Medi Ambient
del Departament d'Enginyeria Minera i Recursos Naturals
de l'EPSEM, de la Universitat Politècnica de Catalunya.**



LES METAPOBLACIONS DE LLUCARETA DELS PREPIRINEUS ORIENTALS. VALORACIÓ ECOLÒGICA I BASES PER A LA SEVA GESTIÓ

TESI DOCTORAL

Programa de Doctorat en Recursos Naturals i Medi Ambient del Departament d'Enginyeria Minera i Recursos Naturals de l'EPSEM, de la Universitat Politècnica de Catalunya.

ANTONI BORRÀS i HOSTA



JOAN CARLES SENAR JORDÀ

Director. *Departament d'Ecologia Evolutiva i de la Conducta*. Museu de Ciències Naturals de Barcelona.



JOSEP M. CASAS SABATA

Codirector. *Departament d'Enginyeria Minera i Recursos Naturals*. Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Manresa (EPSEM). *Universitat Politècnica de Catalunya, UPC*.





Acta de qualificació de tesi doctoral

Curs acadèmic:

Nom i cognoms

Programa de doctorat:

Unitat estructural responsable del programa

Resolució del Tribunal

Reunit el Tribunal designat a l'efecte, el doctorand / la doctoranda exposa el tema de la seva tesi doctoral titulada

Acabada la lectura i després de donar resposta a les qüestions formulades pels membres titulars del tribunal, aquest atorga la qualificació:

NO APTE
 APROVAT
 NOTABLE
 EXCEL·LENT

(Nom, cognoms i signatura)		(Nom, cognoms i signatura)	
President/a		Secretari/ària	
(Nom, cognoms i signatura)	(Nom, cognoms i signatura)	(Nom, cognoms i signatura)	(Nom, cognoms i signatura)
Vocal	Vocal	Vocal	Vocal

_____ d/de _____ de _____

El resultat de l'escrutini dels vots emesos pels membres titulars del tribunal, efectuat per l'Escola de Doctorat, a instància de la Comissió de Doctorat de la UPC, atorga la MENCIO CUM LAUDE:

SÍ
 NO

(Nom, cognoms i signatura)	(Nom, cognoms i signatura)
President de la Comissió Permanent de l'Escola de Doctorat	Secretari de la Comissió Permanent de l'Escola de Doctorat

Barcelona, _____ d/de _____ de _____





UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola de Doctorat

AUTORITZACIÓ DEL DIRECTOR / DE LA DIRECTORA DE TESI PER A LA PRESENTACIÓ DE LA TESI COM A COMPENDI DE PUBLICACIONS

Dades del doctorand / de la doctoranda que presenta la tesi

Nom i cognoms Antoni BORRAS HOSTA

Títol de la tesi BASES PER A LA GESTIÓ DE CES METAPOBLCACIONS NUN FRINEIL·LID FORESTAL. LA LLUCARETA

Director / Directora de tesi

Nom i cognoms Juan Carlos SENAR JORDÀ

DNI /NIE/ passaport 35025237D

Correu electrònic acsenar@bcn.cat

Universitat a la qual pertany i departament Museu de Ciències Naturals de Barcelona, Unitat de Ecologia

Adreça postal completa P.PICASSO s/n, Parc Ciutadella, 08003 BARCELONA

Evolució i del Comportament

Codirector / Codirectora (1) de tesi

Nom i cognoms Josep M^e CASAS SABATA

DNI /NIE/ passaport 38162267-T

Correu electrònic Casas@emrn.upc.edu

Universitat a la que pertany i departament Universitat Politècnica de Catalunya

Adreça postal completa Barr. de Mauresa 61-73 08242-MANRESA

Codirector / Codirectora (2) de tesi

(per a doctorands/doctorandes del marc normatiu, Rd778/1998, Rd56/2005 i Rd1393/2007)

Nom i cognoms

DNI /NIE/ passaport

Correu electrònic

Universitat a la que pertany i departament

Adreça postal completa

Especifiqueu la idoneïtat de la presentació de la tesi com a compendi de publicacions

Després als anys de recerca i l'abundant quantitat i qualitat de publicacions, es considera que la Tesis és idònia per presentar-la com a compendi de publicacions.

Signatura del director/ de la directora de tesi

Signatura del codirector/ de la codirectora 1 (si s'escau)

Vist i plau de la comissió acadèmica del programa de doctorat

Signatura del codirector/ de la codirectora 2 (si s'escau)

Lloc i data

Manresa a 14 de febrer de 2015





UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Escola de Doctorat

UPC - REGISTRE	
SORTIDES	
Núm.	20150000 3347
28 JUL. 2015	h.: 16:00

21/07/2015

Antoni Borràs Hosta
c/Poeta Mistral nº10, 1ª3ª
Manresa 08242

Senyor,

Un cop estudiada la vostra sol·licitud de presentació de la tesi que porta per títol: **Gestió integrada de recursos de biodiversitat i interacció antròpica en ocells distribuïts en metapoblacions: el cicle biològic de la llucareta com a model**, desenvolupada sota la direcció de Joan Carles Senar Jordà i el professor Josep M^a Casas, en la modalitat de compendi per publicacions, i valorada la documentació presentada d'acord amb la Normativa acadèmica dels estudis de doctorat (Document CG 2/7 2011, acord núm. 105/2011), us comunico que ha estat autoritzada la lectura de la tesi sota la modalitat descrita.

Aprofito l'avinentsa per a recordar-vos que, d'acord amb l'article 10, del capítol III de l'esmentada Normativa, la tesi que es presenti sota aquest format ha de contenir, a més d'una còpia dels treballs publicats, una introducció en la qual es justifiqui la unitat temàtica de la tesi, un resum global dels resultats i la discussió d'aquests, i les conclusions finals.

Cordialment,

Francesc L. Sepulcre Sánchez
Director de l'Escola de Doctorat

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola de Doctorat





Masle adult de llucareta (*Serinus citrinella*) a l'estiu. Foto A. Borràs

- ✚ *Quan era un infant gaudia observant els costums dels ocells... En la meva ingenuïtat em sorprenia que no tothom fos ornitòleg.*
CHARLES DARWIN, *Autobiografia*
- ✚ *La investigació científica consisteix en veure el que tots han vist però pensant amb el que ningú havia pensat*
ALBERT VON SZENT-GYORGYI, *fisiòleg hongarès*





A la Dolors, per tot.







AGRAÏMENTS

En primer lloc vull agrair a la meva família, la Dolors, l'Eduard i l'Àlex la immensa paciència que han tingut durant tants anys amb mi i amb la llucareta, a la qual han arribat a considerar com part de la família. Han estat moltes hores de treball de camp i molts dies fora de casa que ells han aguantat amb paciència i amb comprensió. Sempre m'han fet costat i m'han animat en els moments en que les coses es complicaven o no anaven com jo volia o pensava. La Dolors ha tingut sempre un consell a punt o un raonament encertat i sensat, cosa molt pròpia d'ella, quan les coses es torçaven i darrerament, molta paciència amb el meu enclaustrament quasi monacal per a la redacció de la tesi. També, mentre va poder, em va acompanyar en les sortides de camp. Sempre agrairé i valoraré la seva ajuda i comprensió. L'Eduard i l'Àlex, m'han ajudat en les campanyes i hem compartit junts moltes hores, tant amb calor de l'estiu com amb fred de l'hivern. Molts dies de llevar-se d'hora, ben d'hora, i de fer quilòmetres de pistes de muntanya a l'estiu i de perdre's per ermots i camins glaçats de bon matí a l'hivern per muntar xarxes a punta de dia. L'Àlex, a més, ha estat sempre un suport en temes de software, hardware i disseny, i ha estat una gran ajuda quan han sortit problemes en aquests camps. L'Eduard i l'Anna m'han ajudat en algunes qüestions de cartografia, d'anglès i alemany. I no em vull deixar el petit Martí, que és l'alegria i la il·lusió de tots nosaltres.

A l'Amada i l'Antoni, els meus pares els he d'agrair moltes coses. Sempre, ja de petit, van ser molt comprensius amb la meva afecció pels ocells, que deien que havia heretat del meu avi Joan i de l'oncle Pere, que sempre van ser per mi un model a seguir. De ben jove sempre m'acompanyaven a llocs per mirar i observar ocells, i més endavant van ser molt tolerants amb un jove que sempre agafava el cotxe per anar-se'n a la muntanya darrera dels ocells. Mai els hi podré agrair prou la paciència i la comprensió que van tenir i la llibertat que em van donar en aquest aspecte.

Menció especialment per a Joan Carles Senar del Museu de Ciències Naturals de Barcelona, el meu director de tesi i amic, pel temps que m'ha dedicat i els valuosos consells i orientacions en el període de preparació de la tesi. Han estat moltes hores de comentaris, intercanvis de parers i interessants discussions. Agrair també el temps que ha dedicat a les revisions i correccions dels manuscrits. A més a més, les moltes hores de jornades de camp compartides i campanyes per tot Catalunya a la recerca de llucaretes. També agrair des de la EUPM a Josep Maria Casas la tasca, primer de de tutoria de la tesi i el posterior guiatge en la seva codirecció, posant sempre fàcil qualsevol qüestió que s'esdevingués.

Del *Museu de Ciències Naturals* destacar els companys que ens han acompanyat en el treball de camp, Pepe Carrillo, Javier Quesada, Lluïsa Arroyo i Esther del Val. També agrair als coordinadors del *Programa de Doctorat en Recusos naturals i Medi ambient* Montse Solé i Xavier Gamisans per l'ajuda i els consells que m'han anat donat al llarg del procés. I al professorat de l'EUPM de la UPC de Manresa que sempre m'ha donat suport: Josep Maria Mata-Perelló, Dolors Grau, Conxita Lao, Francesc Xavier de las Heras, Joaquim Sans i Joan Jorge. Llúcia Rexach, molt amablement, sempre ens ha facilitat totes les informacions acadèmiques i administratives necessàries.

Des del *Centre Tecnològic Forestal de Catalunya* a Solsona, Lluís Brotons ha facilitat informacions i valuosos comentaris. Maria Francisca Alba-Sánchez del *Departamento de Botánica de la Universidad de Granada* molt amablement ha facilitat informacions i mapes per analitzar l'hivernada i l'oportunitat, amb la col·laboració de José Antonio López-Sáez del *Consejo Superior de Investigaciones Científicas*. També vull tenir un recordatori pel Mats Björklund del *Campus Lagerträdet, Evolutionary Biology Center* de la Universitat d'Uppsala, per les seves aportacions en les



anàlisis genètiques, i a Michael Conroy de l'*School of Forestry and Natural Resources* de la Universitat de Georgia per el suport en les anàlisis i models matemàtics de metapoblacions. També vull recordar l'amabilitat i la cordialitat d'un dels pioners de l'ornitologia a Catalunya, en Salvador Maluquer, que quan jo era molt jove em va animar a introduir-me en el cercle incipient d'ornitòlegs del Museu de Zoologia de Barcelona, on vaig canalitzar la meva afecció cap el vessant més científic. Un record especial també pels meus professors a la *Universitat de Barcelona* Oriol de Bolòs, Ramon Folch, Ramon Margalef, Jacint Nadal, Josep Pons i Josep Vigo els quals, a més de reconèixer la seva vàlua com a científics, vull manifestar la influència que van tenir en la meua forma de pensar i interpretar la natura. El seu mestratge m'ha permès arribar fins aquí.

Un agraïment molt sincer per uns companys molt especials, els experts ornitòlegs del *Grup Bages d'Ornitologia* i del *Museu de Ciències Naturals de Barcelona*. Per ordre de coneixença, Xevi Colomé, Josep Cabrera, Josep Molina, Toni Cabrera i Carles Serrasolses. Seriosos i experts ornitòlegs, però folls pels animals i bojós de l'ornitologia, és a dir són uns "malats" de la Natura. Malats d'allò més sans, que sempre m'han fet costat per donar-me suport i consells. Han estat molts anys compartint campanyes, viatges (alguns gairebé expedicions) i jornades d'observació, de cercar nius, de seguir estols, de buscar hivernants, de fotografiar llucaretes, etc. I d'anellament, moltes, moltes hores posant xarxes i vigilant trapes, i molt alumini que se n'ha anat volat cel amunt en les potes dels ocells. Sense ells moltes coses no haguessin estat possibles. Agrair també el suport dels companys Francesc Junyent, Santi Ruiz i Enric Arnold, naturalistes veterans i bons coneixedors de la natura i de la regió amb els qui durant molts anys he compartit l'afeció per la natura i que m'han acompanyat en les sortides, m'han aconsellat sàviament i sempre m'han fet costat.

Molts dels gràfics originals han estat confeccionats per l'autor, però vull agrair la col·laboració de Carles Garcia, Andreu Gómez Gaona i Dolors Camps amb les seves aportacions. La majoria de fotografies he procurat que fossin pròpies però vull agrair les aportacions de Joan Carles Senar i Xavier Colomé. Els models de trampa d'embut i de Yunick van ser adaptades per Joan Carles Senar i Josep Cabrera va dissenyar l'adaptació del model d'embut amb elevador. Àlex Schmidt, Joan Parramon, Isidre Torrens, Enric Hernández, Josep i Florenci Codina, Jordi Caball, i Ramon Monell han facilitat campanyes de trampeig i estada a les seves finques. Molts ornitòlegs i naturalistes han facilitat informacions i comentaris útils sobre les llucaretes: Toni Polo (*Grup Llebeig*, València), Daniel Alonso i Juan Arizaga (*Sociedad de Ciencias Aranzadi*), Juli Merino (*Societat "El Passerell"* de Solsona), Juancho Calleja (*Grupo Monticola*), Roger Sanmartí, Jaume Soler, Víctor Sanz, Josep Bosch, Eduardo Mezquida, Lluís Bustamente, Marc Förschler, Ponç Feliu i Ferran Fontelles. Raül Aymí (*ICO*) i Xavier Ferrer (*Vertebracat, UB.*) han facilitat informacions i han permès la consulta de les seves bases de dades quan se'ls va requerir. A Òscar Gordo i a Jordi Calaf per proporcionar bases de dades sobre la distribució UTM dels usos dels sòl, les dades meteorològiques i distribució dels pins. A Joan Baptista Cabot per deixar-nos consultar les dades de la seva estació meteorològica. A Eva Banda, de la *Oficina de Espècies Migratorias*, per facilita la consulta a la base de dades de recuperacions. A Enric Arnold, a Ramon M. Masalles (*Departament de Botànica* de la *UB*) i a Alexis Rosell per les seves ajudes en la determinació de plantes i els consells sobre aspectes botànics. Pere Aymerich i Joan Santandreu em van facilitar dades de la reproducció de la llucareta al Berguedà. També agrair les facilitats en l'obtenció dels permisos per al marcatge de llucaretes del *Departament de Patrimoni Natural del Govern d'Andorrà* (Jordi Solà), el *Departament d'Agricultura, Ramaderia i Medi Natural* del *Conselh Generau d'Aran* (Ivan Afonso i Mertxe Vidal) i del *Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya* (Jordi Ruiz). Agrair també les facilitats donades pels gestors del *Parc Natural del Cadí* i la *Reserva de Caça de la Cerdanya* (Jordi García-Petit). També vull agrair al *Cos d'Agents Forestals*, de la *Generalitat de Catalunya*, especialment Daniel Mañas, Josep Lluís Gilibets i Lluís Novelles, per facilitar sempre el treball de camp i informacions sobre les llucaretes al Solsonès. Moltes persones m'han acompanyat i m'han assistit en les sortides de camp entre les que vull destacar Manuel Polls, Montse Mateu, Miquel



Cabrera, Albert Garcia, Jordi Calaf, Sara Arjó, Ximo Nieto, Montserrat Bacardit, Maria Rodríguez, Robert Senar, Toni Beltran, Toni Galán, Mar Masanés, Àlex Mazcuñán, Iolanda Garcia, Jordi Garcia, Jordi Cerdeira, Francesc Mañosa, Marta Molina, Núria Molina i Olga Nicolàs. Alguns alumnes meus també em van assistir en jornades d'anellament: Gina Rognoni, Sara Estrada, Mariona Monrós, Guada Màrquez i Albert Garcia.

RESUM BREU

LES METAPOBLACIONS DE LLUCARETA (*SERINUS CITRINELLA*) DELS PREPIRINEUS ORIENTALS. VALORACIÓ ECOLÒGICA I BASES PER A LA SEVA GESTIÓ

La llucareta ha estat considerat durant molt temps com una espècie lligada a les zones boscoses subalpines. Es considerava com no migrador i amb moviments de curt abast, a conseqüència de les males condicions meteorològiques. Durant molt temps es va considerar que el nucli més important de llucareta es trobava a les zones europees alpines. Les dades presentades en aquesta tesi canvia la majoria d'aquests punts de vista. La present tesi s'ha estructurat sobre la base d'onze articles ja publicats. Els objectius de la tesi van ser: i) Aprofundir en la biologia del llucareta. ii) Analitzar la dinàmica de l'espècie des d'una perspectiva evolutiva. iii) Estudiar la dinàmica poblacional de la llucareta des de la perspectiva de la teoria de la metapoblacions. iv) Analitzar els factors limitants. Finalment, aquest coneixement s'integrarà a v) abordar qüestions ambientals tant per a l'espècie com pel seu hàbitat. La distribució de la llucareta a Catalunya durant la cria està estretament lligada a la del pi negre (*Pinus uncinata*), que ofereix àrees de nidificació i alimentació. Durant l'hivern, la pinassa (*Pinus nigra*) ofereix el subministrament d'aliments durant el final d'hivern i durant la cria oportunista (febrer-abril). La cria oportunista la realitzen principalment aus d'un any amb en la maduració retardada del plomatge. La cria oportunista necessita de condicions anticiclòniques i NAO positiva. El tàndem de les dues espècies de pi és una combinació d'hàbitats gairebé única només disponible a la Península Ibèrica. La interacció entre la ubicació de les muntanyes del Prepirineu i la meteorologia causa una heterogeneïtat d'hàbitats molt important i un *efecte vessant*. Aquest efecte secundari és la causa de l'existència d'hàbitats de diferent qualitat: bona qualitat (costat nord) i la qualitat inferior (costat sud). S'ha registrat per primera vegada l'*adaptació local* morfològica i genètica de la llucareta en aquestes dues vessants.

Resultats obtinguts suport que es comporten com metapoblacions. Les dades genètiques donen suport a la idea d'un episodi de *coll d'ampolla* durant el període Holocè, el que podria explicar l'actual distribució fragmentada de l'espècie a Europa. A nivell microgeogràfic, les dades mostren que llucareta s'aparta del model clàssic de *fonts-i-embornals*, i pot estar més relacionat amb un nou model nomenades *fonts-i-cubetes*. Aquest model suggereix un intercanvi asimètric entre els hàbitats de diferent qualitat, però en el qual la llucareta s'intercanvia d'àrees de baixa a les d'alta qualitat. Des d'una perspectiva ambiental, l'espècie ha mostrat històricament una *plasticitat ecològica* que li ha permès aprofitar els canvis antropogènics. Tanmateix, la tesi discuteix si aquesta plasticitat serà suficient per fer front als canvis fets per l'home, com canvi climàtic, incendis forestals, pasturatge i les activitats silvopastorals. S'avalua la necessitat de planificar futures *accions de gestió*. Hem de tenir en compte que qualsevol perill greu que afecti o hipotequi el futur de les poblacions del Prepirineu poden tenir greus conseqüències pel conjunt de la població ibèrica, tant perquè és el nucli més gran en el món i perquè actua com una font de dispersió en el *procés de colonització* de la península Ibèrica. Finalment, la llucareta es caracteritza per ser un *actiu de la diversitat* no només a causa de les característiques intrínseques de l'espècie, sinó també per les característiques dels hàbitats únics en què habita: pinedes de pi negre calcàries i pinedes de pinassa protegides. Aquests són considerats com *hàbitats d'interès prioritari* per a la UE. Per tant, també s'ha de considerar la protecció paral·lela de les pinedes relacionades, i les pinedes submontanes on hi hiverna i hi fa la reproducció oportunista. Tenint en compte la informació recollida durant aquesta tesi, es vol fer èmfasi que les petites espècies com la llucareta poden ser també molt grans, i per tant, ha de captar el nostre interès.



ABSTRACT

CITRIL FINCH (SERINUS CITRINELLA) METAPOPOPULATIONS FROM ORIENTAL PREPYRENEES. ECOLOGICAL EVALUATION AND IMPLICATIONS FOR THE CONSERVATION AND THE MANAGEMENT OF THE SPECIES.

The Citril finch has been considered for a long time as a species linked to forested high mountainous areas. It was considered as non-migratory and with short-range movements, just to avoid bad weather conditions. For a long time it was considered that the more important citril finch nucleus were on alpine centre European areas. The data presented in this Thesis changes most of these views. The present thesis was structured based on the eleven referent articles listed in the end of this introduction. The objectives of the thesis were: i) Deepening into the biology of the Citril Finch. ii) To analyze the dynamics of species from an evolutionary perspective. iii) To study the population dynamics of the Citril Finch from the perspective of metapopulation theory. iv) To analyse the limiting factors. Finally, this knowledge will be integrated to v) address environmental issues both for the species and its habitat. The distribution of the species in Catalonia during the breeding season is closely linked to the black pine (*Pinus uncinata*), which provides nesting areas and food. During the winter, the black pine (*Pinus nigra*) takes over, providing food during the end of the winter and during the opportunistic breeding (Feb-Apr). Opportunistic breeding is mainly done by yearling birds with delayed plumage maturation. For opportunistic breeding to take place we need anticyclonic conditions and NAO positive. The tandem of the two pine species is a unique combination of habitats only available on the Iberian peninsula. The interaction between the location of the Prepyrenean mountains and meteorology cause a very important habitat heterogeneity and a slope effect. This side effect is the cause of the existence of habitats of different quality: good quality (north side) and lower quality (south side). Morphological and genetic local-adaptation to these two slopes is recorded for the first time. Results obtained support that they behave as metapopulations. Genetic data supports the idea of a bottleneck episode during the Holocene period, which could explain the current fragmented distribution of the species in Europe. At a microgeographic level, data shows that Citril Finch departs from the classic model of sources-and-sinks, and can be more related to a new model named sources-and-pools. This model suggests an asymmetric exchange among habitats of different quality, but in which Citril Finches flow from low to high quality areas. From an environmental perspective, the species has historically shown an ecological plasticity that has allowed it to take advantage of anthropogenic landscape changes. However, the Thesis discuss if this plasticity will be sufficient to face man-made changes, such as climate change, wildfires, grazing and silvicultural activities. The need to plan for future possible management actions is evaluated. We must consider that any serious danger which affects or mortgage the future of the Prepyrenees populations could have serious consequences for the whole of the Iberian population, both because it is the largest in the world and because it acts as a source of dispersion in the process of colonization of the Iberian peninsula. Finally, the Citril Finch is characterized as a diversity asset not only because of the intrinsic characteristics of the species but also by the characteristics of the unique habitats in which habits: calcareous pinewoods of mountain pine and black pines. These are considered as priority habitats for the EU. Hence, one should also take into account the parallel protection of the related pinewoods where it breeds, and the submontaneous pinewoods where it winters and breeds opportunistically. Taking into account the information gathered during this thesis, one wants to stress that small species such as the Citril Finch can be also very large, and therefore, should collect our interest.



ÍNDEX GENERAL

- AGRAÏMENTS
- RESUMS
- ÍNDEX
- COS DE LA TESI 1
 - INTRODUCCIÓ 3
 - CAPÍTOLS 9
 - CONCLUSIONS 293
 - RESUM 301
 - BIBLIOGRAFIA 307
 - ARTICLES 323



• <u>COS DE LA TESI</u>	1
- INTRODUCCIÓ	1
- CAPÍTOLS	9
<u>1 ESTAT DE L'ART</u>	9
1.1 LA LLUCARETA, ESPECIE D'ESTUDI	11
1.1.1 DISTRIBUCIÓ GEOGRÀFICA DELS NUCLIS DE POBLACIÓ	11
1.1.1.1 LES POBLACIONS TRANSPIRINENQUES	11
1.1.1.2 LES POBLACIONS DE LA PENÍNSULA IBÈRICA	13
1.1.2 DISTRIBUCIÓ I HÀBITAT DE LA LLUCARETA	15
1.1.2.1 DISTRIBUCIÓ ESTIVAL	15
1.1.2.2 DISTRIBUCIÓ HIVERNAL	18
1.1.2.3 HÀBITAT ESTIVAL	19
1.1.2.4 HÀBITAT HIVERNAL	25
1.1.3 ESTAT ACTUAL DE LES POBLACIONS TRANSPIRENAIQUES	27
1.2 RECURSOS DE BIODIVERSITAT	31
1.2.1 LA BIODIVERSITAT	31
1.2.2 CONSIDERACIONS SOBRE ELS RECURSOS DE LA BIODIVERSITAT	33
1.3 LA TEORIA DE METAPOBLACIONS	
1.3.1 LA FRAGMENTACIÓ DELS HÀBITATS	34
1.3.2 LA DINÀMICA DE METAPOBLACIONS	35
1.3.3 ELS TIPUS DE METAPOBLACIONS	36
1.3.4 LES METAPOBLACIONS I LA BIOLOGIA DE LA CONSERVACIÓ	37
<u>2 MATERIAL I MÈTODES</u>	39
2.1 ÀREA D'ESTUDI	41
2.1.1 GEOMORFOLOGIA I FISIOGRAFIA DEL TERRITORI	41
2.1.1.1 TERRITORI PREPIRINEUS ORIENTALS	43
2.1.1.2 TERRITORI AUSO-SEGÀRRIC	45
2.1.1.3 CLIMA	48
2.1.1.3.1 RELLEU I CLIMATOLOGIA	49
2.1.1.3.2 BIOCLIMES	50
2.1.2 LA VISIÓ PAISATGÍSTICA	52
2.2 LA VEGETACIÓ DE LA ZONA	55
2.2.1 CONSIDERACIONS GENERALS	55



2.2.2 REGIÓ BOREOALPINA	59
2.2.3 REGIÓ EUROSIBERIANA	60
2.2.3.1 FORMACIONS DE CONÍFERES	60
2.2.3.2 ELS BOSCOS CADUCIFOLIS	64
2.2.4 REGIÓ MEDITERRÀNIA	69
2.2.4.1 BOSCOS ESCLEROFIL·LES	69
2.2.4.2 BOSQUINES ESCLEROFIL·LES	70
2.2.5 LA VEGETACIÓ AZONAL	72
2.2.6 L'IMPACTE DE LA INFLUÈNCIA ANTRÒPICA SOBRE LA C. VEGETAL	73
2.3 MATERIALS	75
2.3.1 LA POBLACIÓ DE LLUCARETA	75
2.4 METODOLOGIA EN EL TREBALL DE CAMP	80
2.4.1 TRAMPEIG	80
2.4.2 MARCATGE (=ANELLAMENT)	83
2.4.3 OBTENCIÓ DE DADES I MOSTRES	83
2.4.3.1 SEXAT I DATACIÓ	84
2.4.3.2 BIOMETRIES	84
2.4.3.3 ALTRES DADES	86
2.4.3.3.1 DADES DE REPRODUCCIÓ	86
2.4.3.3.2 DADES D'ALIMENTACIÓ	87
2.4.3.3.3 DADES DE PLOMES	88
2.4.3.4 MOSTRES BIOLÒGIQUES	90
2.5 METODOLOGIA EN EL TREBALL DE LABORATORI	
2.5.1 ANÀLISI DE L'HEMATÒCRIT	92
2.5.2 ANÀLISIS GENÈTIQUES	92
2.5.3 ALTRES ESTUDIS	93
2.5.3.1 ESTUDIS DE MUDA	93
2.5.3.2 ESTUDI DE METAPOBLACIONS I HETEROGENEÏTAT AMBIENTAL	93
2.5.3.3 MODELS	93
2.6 TRACTAMENT DE LA INFORMACIÓ	94
<u>3 HÀBITAT I DISTRIBUCIÓ</u>	97
<u>L'HÀBITAT</u>	99
3.1 L'HÀBITAT REPRODUCTOR	101
3.1.1 BIOCLIMA I ECOLOGIA DELS HÀBITATS REPRODUCTORS	103
3.1.1.1 HÀBITAT SUBALPÍ	103
3.1.1.2 HÀBITAT MONTÀ	103
3.1.1.3 ELS PRATS SUPRAFORESTALS	104



3.1.2 DESCRIPCIÓ DELS HÀBITATS REPRODUCTORS	104
3.1.2.1 LES PINEDES SUBALPINES DE PI NEGRE	104
3.1.2.2 LES PINEDES MONTANES DE PI ROIG	109
3.1.2.3 LES FORMACIONS HERBÀCIES SUPRAFORESTALS	112
3.1.2.3.1 PRATS SUBALPINS	112
3.1.2.3.2 PRATS ALPINS	115
3.1.2.3.3 HERBEIS SINANTRÒPICS	117
3.1.3 PREFERÈNCIES D'HÀBITAT DE REPRODUCCIÓ	119
3.2 L'HÀBITAT HIVERNAL	121
3.2.1 BIOCLIMA I ECOLOGIA DELS HÀBITATS HIVERNALS	122
3.2.2 DESCRIPCIÓ DELS HÀBITATS HIVERNALS	124
3.2.2.1 EL MOSAIC AGROFORESTAL	124
3.2.2.2 LES PINEDES SUBMEDITERRÀNIES	126
3.2.2.3 VEGETACIÓ SINANTRÒPICA	128
3.2.2.3.1 COMUNITATS SEGETALS I ARVENSES	129
3.2.2.3.2 COMUNITATS RUDERALS I DE PLANTES PIONERES	130
3.2.2.3.3 COMUNITATS VIÀRIES I CALCIGALS	132
3.2.2.4 FORMACIONS HERBÀCIES SEQUES	133
3.2.2.5 BROLLES	135
3.2.3 PREFERÈNCIES D'HÀBITAT A L'HIVERN	136
3.3 CARTOGRAFIA DELS HÀBITATS ZONALS	137
3.3.1 CARTOGRAFIA DELS HÀBITATS PRINCIPALS	137
3.3.2 CARTOGRAFIA DELS HÀBITATS DE CONÍFERES	144
3.4 VALORACIÓ DE L'HÀBITAT DE LA LLUCARETA	148
3.4.1 ELS ASPECTES ECOLÒGICS	148
3.4.1.1 HÀBITATS D'ESTIU	148
3.4.1.2 HÀBITATS D'HIVERN	150
3.4.1.3 SINTETITZANT	151
3.4.2 ELS ASPECTES CONSERVACIONISTES	153
<u>LA DISTRIBUCIÓ</u>	155
3.5 DISTRIBUCIÓ ESTIVAL	155
3.6 DISTRIBUCIÓ HIVERNAL	156
<u>4 EL CICLE BIOLÒGIC DE LA LLUCARETA</u>	159
4.1 PARÀMETRES DE LA REPRODUCCIÓ SUBALPINA	161
4.2 MUDA	162



4.3 DESPLAÇAMENTS	164
4.3.1 ELS MOVIMENTS MIGRATORIS	164
4.3.2 LA HIVERNADA, UN PERÍODE DE TROBADA ENTRE DIFERENTS POBLACIONS	166
4.4 REPRODUCCIÓ OPORTUNISTA	168
4.4.1 DIFERENTS MODELS DE REPRODUCCIÓ	168
4.4.2 L'ANOMENADA REPRODUCCIÓ OPORTUNISTA	170
4.4.3 QUI FA LA REPRODUCCIÓ OPORTUNISTA?	177
4.4.4 SINGULARITAT DE LA REPRODUCCIÓ OPORTUNISTA	179
4.5 ESQUEMATITZANT EL CICLE BIOLÒGIC	180
5 UTILITZACIÓ DELS RECURSOS TRÒFICS	185
5.1. EL PAPER DE L'ALIMENTACIÓ EN EL CICLE VITAL	187
5.2. ANÀLISI DE LA DIETA DE LA LLUCARETA	188
5.3. EIX ALTIMÈTRIC	192
5.3.1. ETAPA MONTANA	192
5.3.1.1. PERÍODE ARVENSE	193
5.3.1.2. PERÍODE ARBORI MONTÀ	194
5.3.2. ETAPA SUBALPINA	194
5.3.2.1. PERÍODE ARBORI SUBALPÍ	195
5.3.2.2. PERÍODE PRADENC-RUDERAL	195
5.4. EIX FLORÍSTIC (= HERBACI-ARBORI)	196
5.4.1. ETAPA HERBÀCIA	196
5.4.1.1. PERÍODE ARVENSE-RUDERAL	196
5.4.1.2. PERÍODE PRADENC ESTIVAL	197
5.4.2. ETAPA ARBÒRIA. LA IMPORTÀNCIA DE LES CONÍFERES	198
5.5. ELS BANCS DE LLAVORS	199
5.5.1. BANC SUBMONTÀ ARVENSE I RUDERAL (<i>BLL1</i>)	200
5.5.2. BANC DE CAMÈFITS MONTANS (<i>BLL2</i>)	200
5.5.3. BANC DELS PINS MONTANS (<i>BLL3</i>)	201
5.5.4. BANC DELS PINS SUBALPINS (<i>BLL4</i>)	201
5.5.5. BANC DELS PRATS MUNTANYENCS (<i>BLL5</i>)	203
5.5.6. BANC RUDERAL SUBALPÍ (<i>BLL6</i>)	204
5.6 DISCUSSIÓ	204



5.6.1 LA DIETA EN EL PERÍODE REPRODUCTOR	204
5.6.2 LA DIETA EN LA HIVERNADA	207
5.6.3 ESPECIALISTA O GENERALISTA?	209

6 ÚS DE L'ESPAI: HETEROGENEÏTAT AMBIENTAL I EFECTE

VESSANT	211
6.1 ESCALES D'HETEROGENEÏTAT AMBIENTAL	213
6.2 HETEROGENEÏTAT I COMPOSICIÓ I ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓ	214
6.3 HETEROGENEÏTAT I REPRODUCCIÓ	215
6.3.1 PARÀMETRES DE LA REPRODUCCIÓ	215
6.3.2 ÈXIT REPRODUCTOR	216
6.3.3 DENSITAT	216
6.3.4 PARÀMETRES FENOLÒGIC	217
6.4 HETEROGENEÏTAT I ALIMENTACIÓ	217
6.5 HETEROGENEÏTAT I MUDA	218
6.6 HETEROGENEÏTAT I CONDICIÓ FÍSICA	219
6.7 HETEROGENEÏTAT I SUPERVIVÈNCIA	220
6.8 ADAPTACIÓ LOCAL	220

7 ÚS DE L'ESPAI: DISTRIBUCIÓ EN METAPOBLACIONS

7.1 PATRONS MACROGEOGRÀFICS	223
7.1.1 DIFERENCIACIÓ ENTRE SUBPOBLACIONS EUROPEES: ESTUDI GENÈTIC	223
7.1.2 DISPERSIÓ ENTRE METAPOBLACIONS	227
7.1.2.1 MOVIMENTS D'INDIVIDUS	227
7.1.2.2 FLUX GENÈTIC	229
7.1.3 METAPOBLACIONS: COLONITZACIONS, EXTINCIONS I RECOLONITZACIONS	230
7.1.3.1 LES POBLACIONS IBÈRIQUES	230
7.1.3.2 ES POBLACIONS EUROPEES	232
7.1.3.3 EL PAPER DELS PINS SUBMONTANS	233



7.2 PATRONS MICROGEOGRÀFICS	234
7.2.1 HETEROGENEÏTAT AMBIENTAL I ADAPTACIÓ LOCAL	234
7.2.1.1 DIFERENCIACIÓ GENÈTICA	234
7.2.1.2 DIFERENCIACIÓ MORFOLÒGICA	235
7.2.1.3 DIFERENCIACIÓ I ADAPTACIÓ LOCAL	235
7.2.2 HIVERNADA SIMPÀTRICA O AL·LOPÀTRICA?	236
7.2.2.1 FIDELITAT A LES CONQUES D'HIVERNADA	237
7.2.2.2 FIDELITAT A LES LOCALITATS D'HIVERNADA	237
7.2.2.3 DISTRIBUCIÓ AL·LOPÀTRICA HIVERNAL DE LLUCARETES DE DIFERENTS SERRES PIRINENQUES	238
7.2.2.4 DISTRIBUCIÓ SIMPÀTRICA HIVERNAL DE LLUCARETES DE DIFERENTS LOCALITATS DINS DE LA MATEIXA SERRALADA PIRINENCA	238
7.2.2.5 SIMPATRIA I ADAPTACIÓ LOCAL	
7.3 DISPERSIÓ ASIMÈTRICA EN DINÀMICA DE FONTS I CUBETES	239
7.4 DISPERSIÓ DEPENDENT DEL FENOTIP	240
8 FACTORS LIMITANTS EN LES POBLACIONS	243
8.1 SUPERVIVÈNCIA I FACTORS AMBIENTALS	245
8.1.1 ESPERANÇA DE VIDA	245
8.1.2 SUPERVIVÈNCIA	245
8.2 PATRONS DE VARIACIÓ EN L'ÈXIT REPRODUCTOR	246
8.3 RECURSOS TRÒFICS	250
8.3.1 A L'ESTIU	250
8.3.2 A L'HIVERN	250
9 INTERACCIÓ ANTRÒPICA I CONSERVACIÓ	253
9.1 LA LLUCARETA I L'HOME, UNA RELACIÓ D'OPORTUNISME	255
9.1.1 DINÀMICA FORESTAL	255
9.1.1.1 DESFORESTACIÓ	256
9.1.1.2 REFORESTACIÓ	256
9.1.2 CANVI CLIMÀTIC	259
9.1.3 POLÍTIQUES AGRÀRIES	260
9.1.4 INCENDIS FORESTALS	260
9.1.5 LA INTERACCIÓ HOME-LLUCARETA	262
9.1.4.1 ASPECTES POSITIVS: OPORTUNISME EN ACCIÓ	262



9.1.4.2 ASPECTES NEGATIUS: FRENADA A L'OPORTUNISME?	263
9.2 INTERACCIÓ ANTRÒPICA EN EL MARC DEL CICLE BIOLÒGIC	264
9.3 HÀBITATS SINGULARS D'INTERÈS PER A LA CONSERVACIÓ	265
9.3.1 PINEDES DE PI NEGRE	266
9.3.2 PINEDES DE PINASSA	266
9.3.3 PRATS, RA SOS I PASTURES	267
9.4 LA SITUACIÓ LEGAL DE LA LLUCARETA	267
9.5 EL ROL DE LA LLUCARETA COM A BIOINDICADOR	268
9.6 MESURES DE CONSERVACIÓ	268
10 DISCUSSIÓ GENERAL	271
10.1 TRETS SINGULARS DE LA POBLACIÓ DE LLUCARETA PREPIRINENCA	273
10.1.1 DISTRIBUCIÓ	273
10.1.2 HÀBITATS	275
10.1.3 RECURSOS TRÒFICS	276
10.1.4 HETEROGENEÏTAT AMBIENTAL	280
10.1.5 METAPOBLACIONS	281
10.1.6 FACTORS LIMITANTS	283
10.2 LA INTERACCIÓ HOME-LLUCARETA	285
10.3 HÀBITATS SINGULARS D'INTERÈS COMUNITARI I CONSERVACIÓ	289
10.4 CONSIDERACIONS FINALS	290
- CONCLUSIONS	293
- RESUM	301
- BIBLIOGRAFIA	307
- ARTICLES DE REFERÈNCIA	323



COS DE LA TESI



✚ *Alguns miren les coses tal com són i es preguntes per què; jo prefereixo mirar les coses com podrien ser, i preguntar per què no...*
BERNARD SHAW



INTRODUCCIÓ

Durant molt de temps s'ha considerat a *Serinus citrinella* una espècie lligada exclusivament als ambients forestal d'alta muntanya on cria amb una distribució fragmentada i lligada als ambients alpins i subalpins (Voous 1960). Es considerava no migradora i que era poc mòbil, realitzant solament desplaçaments verticals de curt recorregut per fugir de les inclemències meteorològiques hivernals (Bernis 1972; Cramp and Perrins 1994; Crousaz and Lebreton 1963; Märki 1976; Praz and Oggier 1973). Durant molt de temps es va considerar que els nuclis principals de l'espècie es radicaven a les zones alpines centroeuropees (Cramp and Perrins 1994; Glutz von Blotzheim 1962; Glutz and Bauer 1997; Harrison 1982; Keller 1890; NITSCHKE and PLACHTER 1987; Snow and Perrins 1998; Voous 1960), cosa que progressivament es va anar reconsiderant fins donar el merescut protagonisme demogràfic a les poblacions ibèriques i especialment a les pirinenques (Baccetti and Märki 1997; Borrás and Senar 2003; Borrás and Senar 2013; Borrás et al. 2005b; Borrás et al. 2011b). Les dades aportades a la tesi canvien molts d'aquests conceptes previs esmentats. Es donen a conèixer nous treballs sobre la biologia i l'ecologia de l'espècie que permeten contemplar amb una altra perspectiva la seva dinàmica de poblacions. El model proposat d'ús de l'espai a nivell macrogeogràfic és el de la teoria de metapoblacions, que permet entendre millor la situació actual de les seva fragmentada població. També en la perspectiva microgeogràfica de l'ús de l'espai, es planteja l'adaptació local als ambients heterogenis subalpins on es reproduïx des d'una perspectiva evolutiva. Resumint, es pretén donar una visió més dinàmica que s'aproximi més a la realitat de l'espècie. En altres paraules, la tesi no es limita a analitzar únicament l'escenari sinó a buscar els perquè d'aquest. Això ha de permetre enfocar més nítidament l'esdevenir de l'espècie en una perspectiva de futur. La base teòrica aportada en aquesta tesi hauria de permetre disposar d'elements objectius que possibilitessin afrontar una òptima gestió de l'espècie i dels seus hàbitats.

La llucareta és una espècie de passeriforme singular en la fauna europea, amb molt interès biogeogràfic ja que és un ocell endèmic amb distribució restringida als massissos muntanyencs del centre i sud-oest d'Europa. La població de llucaretes estudiada a la tesi té com marc de referència els Prepirineus orientals: l'eix Port del Comte- Cadí-Moixeró- Tosa d'Alp i serres veïnes. La zona que abasta la tesi inclou part de la Cerdanya al nord d'aquest eix i la vall de Segre que la limita per l'extrem occidental. Els territoris inclosos per sota de l'eix, inclouen els samontans prepirinencs i les conques del Segre, Llobregat i Cardener fins la terra baixa on Montserrat constitueix l'extrem meridional. La banda oriental està limitada per la conca del Llobregat i Sant Llorenç del Munt. La regió, a banda de ser la zona de confluència entre Pirineu i Prepirineus, té una orografia i una disposició del relleu molt particular, essent un veritable punt de trobada de influències i tendències diverses (mediterraneïtat, continentalitat...). Les condicions bioclimàtiques són molt diverses i acusats els contrastos, cosa que genera una elevada complexitat ambiental la qual propicia una gran riquesa de comunitats i, en conjunt, una gran biodiversitat (Borrás and Junyent 1993).

Malgrat els interessants aspectes esmentats anteriorment de la llucareta, que sembla que haurien d'haver atret l'interès dels ornitòlegs, la informació que es va generar sobre la llucareta fins finals del segle XX no va ser gaire abundosa (Bernis 1972). Això en part va ser degut al fet de què es tractava d'una espècie de distribució muntanyenca, cosa que dificultava el seu estudi atesa la dificultat d'accedir a moltes localitats reproductores. La principal informació de l'espècie estava continguda en el *Handbook of the Birds of Europe, the Middle*

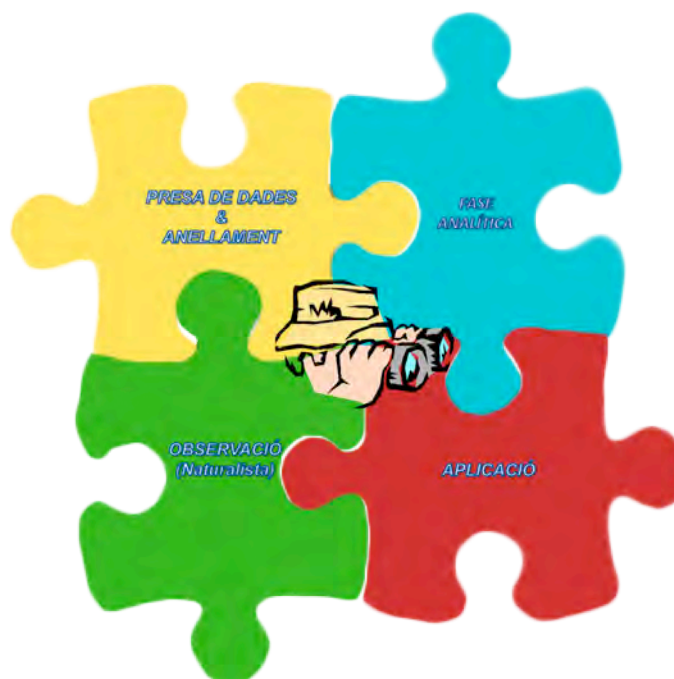


East and North Africa (Cramp and Perrins 1994) i el *Handbuch der Vögel Mitteleuropas* (Glutz and Bauer 1997), i es referia a aspectes generals de la seva biologia reproductora (Brandl and Bezzel 1988; Mieslinger and Schuster 1996) i un parell de treballs sobre la hivernada i els moviments de la població suïssa i francesa (Crousaz and Lebreton 1963; Märki 1976; Praz and Oggier 1973). A Espanya el coneixement de l'espècie en aquest període era molt reduït i limitat (Bernis 1972), deixant molts aspectes de la seva biologia encara per desentrellar (moviments, dieta, muda etc.) (Borras 1983; Noval 1967; Noval 1976). A partir del anys 80 es van començar a marcar llucaretes, especialment a Catalunya, amb l'objectiu de conèixer els seus moviments (Borras 1987; Borras et al. 1998; Borras and Junyent 1993). Al canviar el segle XXI, es van començar a recollir els fruits dels esforços dels anellaments de l'anterior etapa, cosa que va facilitar el conèixer aspectes de la dispersió postgenerativa i els intercanvis entre nuclis poblacionals. Posteriorment, els nous atlas, van filar més prim en els aspectes de la distribució, tant a Catalunya com a la resta d'Espanya (Baccetti and Märki 1997; Borras and Senar 2003; Borras and Senar 2013; Borras, Senar, Cabrera, and Cabrera 2005b; Borras, Senar, Cabrera, and Cabrera 2011b; Pedrocchi 1997). Es van publicar treballs que van aportar llum sobre aspectes diversos com la biologia reproductora, alimentació, biometria, moviments de la població i hivernada (Borras *et al.* 2012). Paral·lelament a Europa també es publicaven treballs sobre la llucareta, especialment els referits a la biologia de la reproducció i alimentació (Förschler 2000; Förschler 2001; Genard and Lescourret 1986). En els darrers deu anys, en el període en què s'ha preparat la tesi, és quan s'ha fet un salt qualitatiu més important en el coneixement d'aspectes rellevants de la seva biologia i dinàmica de poblacions, especialment de la població prepirinenca estudiada en aquesta tesi: hivernades simpàtriques, metapoblacions, adaptació local, moviments, etc. En el capítol 1, *l'estat de l'art*, es comenten abastament tots aquests aspectes.

La tesi es va planificar en base als onze articles de referència que figuren a la relació del final de la memòria (que es citen amb un signe § i la lletra A seguida del número de l'article en el llistat facilitat al final, p.e. §A1). Tanmateix, en el decurs de la seva preparació, han sorgit informacions i s'han recollit dades sobre dos aspectes que no s'havien publicat en els articles, i que han aportat molta informació que contribueix al millor coneixement de la població estudiada. Aquests materials tracten dos aspectes: l'hàbitat de la llucareta i la reproducció oportunista. En primer lloc, atès que el tema de l'hàbitat sempre havia estat tractat de forma succinta hi havia una manca d'informació de les comunitats vegetals que conformen els seus hàbitats. Es dedica tot un capítol (cap. 3) a escatir la singularitat dels espais prepirinencs, diferenciant-los dels de les poblacions típiques del Pirineu. També es fa la caracterització dels hàbitats a nivell de comunitats vegetals (geobotànica) i d'estructura de la vegetació. Es contemplan tant els hàbitats de cria com els d'hivernada. La inclusió d'aquest capítol s'ha considerat necessària i rellevant per explicar com l'heterogeneïtat dels massissos i dels espais samontans i de la terra baixa, juntament amb l'acció antròpica, afecten les comunitats vegetals i la qualitat dels hàbitats que utilitza la llucareta al llarg de l'any. L'altra aspecte que ho justifica és l'interès de fer en aquesta tesi una valoració ambiental dels hàbitats i de donar pautes i directrius basades en criteris objectius per a la seva gestió. Pel que fa al segon aspecte, s'aporten noves dades i resultats de la reproducció oportunista, un fenomen que és pràcticament exclusiu de la població estudiada i que, per tant, caracteritza el seu cicle biològic i la singularitza entre la resta de poblacions de llucareta. A més a més, s'ha aportat una valuosa informació sobre les conseqüències que reporta aquest episodi reproductor en la demografia de l'espècie, cosa que justifica sobradament la seva inclusió. Aquests dos aspectes



comentats, conjuntament amb un exhaustiu repàs de l'estat de l'art, i una àmplia introducció al medi, crec que permeten copsar l'estat de coneixement actual de la llucareta i la complexitat ambiental de la regió estudiada, qüestió vital per entendre la seva dinàmica poblacional. Probablement, la tesi s'hagi allargat –en pàgines– més del que l'autor pensava al començar el projecte amb aquests dos capítols. Tanmateix, l'autor creu que tots aquests aspectes són necessaris i que no s'ha inclòs cap informació superficial.



La present tesi s'ha gestat en dues etapes. En la primera etapa, es va dur a terme un marcatge de llucaretes a l'etapa reproductora i es van començar a recol·lectar les primeres mostres per analitzar (plomes, sang...), pensant en projectes més complexos com les anàlisis genètiques i les fisiològiques. Es van fer esforços de marcatge de llucaretes en zones exteriors als Prepirineus (Vall d'Aran, Port Ainé, Queralbs, Andorra) esperant obtenir controls i recuperacions creuades, per tal d'estimar la dinàmica de la dispersió i aclarir aspectes de la migració. L'anellament va continuar donant resultats i molts autocontrols i recuperacions d'individus extrapirinencs van facilitar conèixer millor la dispersió postnupcial, la migració de les llucaretes transpirinenques i la connexió amb altres poblacions ibèriques i transpirinenques (Borras et al. 2005a; Borras et al. 2011a; Borras, Cabrera, Colome, and Senar 2012; Senar et al. 2002). Tot això es va veure afavorit per l'augment del nombre d'anelladors a la resta del territori peninsular. Del treball de camp en aquesta etapa destaca la campanya d'estudi comparatiu de la reproducció a Bòfia i a Vansa (Förschler et al. 2005; Förschler et al. 2006), el seguiment de la reproducció oportunista i el procés d'hivernada (Borras et al. 2010a; Borras, Cabrera, Colome, Cabrera, and Senar 2011a). És en aquesta etapa en la que es van començar a publicar alguns dels onze articles que serveixen de base per a la tesi. La segona etapa és la més més analítica i la que va permetre mitjançant les anàlisis genètiques obtenir resultats i models per estudiar aspectes complexos de les poblacions com ara l'adaptació local (Senar et al. 2006), la diversitat genètica (Förschler et al. 2011) i el model de fonts i cubetes (Senar, Conroy, and Borras 2002). També es va aprofundir en el coneixement del



procés de la cria prevernal oportunista, la variació en l'hematòcrit (Borras et al. 2010b) i la hivernada simpàtrica (Borras, Cabrera, Colome, Cabrera, and Senar 2011a).

Existeix, però, una etapa prèvia, anterior a la de la tesi, ja que la va condicionar, i a la que em vull referir. Aquesta etapa inicial, són els antecedents de *birdwatcher* de l'autor, caracteritzada per un marcat caràcter naturalista, en la qual vaig centrar l'interès per la llucareta, tot veient-la hivernar a les contrades de Castellnou de Bages, i que em va esperonar a seguir-la i a interessar-me per conèixer-la millor. En aquesta etapa naturalista les tècniques es basaven en l'observació i tímidament en l'anellament, cosa que em van possibilitar el coneixement dels trets bàsics de l'espècie (fenologia, àrees d'hivernada, àrees de reproducció, trets bàsics de l'alimentació...). Un aspecte molt interessant d'aquesta etapa és que es va començar a generar una base de dades que va ser l'embrió de l'actual base de dades utilitzada a la tesi per analitzar molts dels aspectes més complexos de la biologia de l'espècie i que gràcies a aquesta etapa conté una sèrie temporal molt llarga.

Els objectius de la tesi varen ser: i) Aprofundir sobre la biologia de la llucareta en els aspectes reproductors, tròfics, muda i selecció del hàbitat. Aquesta informació es bàsica per poder interpretar altres processos més complexos. ii) Analitzar la dinàmica de la espècie des de una perspectiva evolutiva, tot lligada a l'heterogeneïtat ambiental i els processos d'adaptació local. iii) Estudiar la dinàmica de poblacions de la llucareta sota la perspectiva de la teoria de metapoblacions, ja que aquesta informació pot ser clau per interpretar molts dels patrons trobats. iv) Anàlisi dels factors limitants. Finalment, v) Integrar tots aquests coneixements per donar resposta a les problemàtiques ambientals tant de l'espècie com del seus habitats.

Els principals resultats de la tesi es poden resumir en set punts. Dins de la biologia de l'espècie, cal ressaltar la **importància dels pins**. La distribució de l'espècie a Catalunya està íntimament lligada a la del pi negre (*Pinus uncinata*). Aquest pi també està molt relacionat amb la dieta en l'etapa de cria i en la biologia de la reproducció. Durant l'hivern, un altre pi, la pinassa (*Pinus nigra*), agafa el relleu, essent altament rellevant per explicar la hivernada, la reproducció oportunista i el reclutament de joves. Un altre aspecte rellevant dins de la biologia de l'espècie rau en l'interès i la singularitat del procés de **reproducció oportunista** del qual la primera aportació bibliogràfica la va fer l'autor de la tesi a 1991 (Borras and Senar 1991). Des d'aquell treball descriptiu no s'havia publicat res més. El binomi del pi negre (on criar) al pis subalpí i les pinedes de pinassa (on hivernar i fer oportunisme) als samontans prepirinencs (*buffer range*) és una disposició única a la península que aporta molts avantatges a la població prepirinenca. En la tesi s'aporta molta llum sobre aspectes gens estudiats del procés oportunista com quina és la fracció de la població que la duu a terme (individus de primer any amb muda retardada), quins són els factors que la limitem (NAO, meteorologia) i les conseqüències demogràfiques per a la població subalpina (augment del reclutament de joves). A més, es parla del probable efecte que té l'estoc de joves afegit pel procés oportunista als efectius subalpins, en el procés expansiu de l'espècie a la península.

Un segon aspecte important de la tesi rau en l'**heterogeneïtat ambiental**. En la zona estudiada, la coincidència de la continentalitat accentuada, la influència de la mediterraneïtat i l'ambient alpí causa una molt important heterogeneïtat ambiental. Les espècies generalment responen a aquesta variabilitat local amb plasticitat fenotípica. El cas de la llucareta és rellevant ja que s'ha trobat **adaptació local**, morfològica i genètica, en dues localitats properes situades a relativament poca distància (5 quilometres) que manifesten molta heterogeneïtat o



asimetria ambiental pel fet d'estar situades en els dos vessants del massís. Es discuteix a la tesi aquest efecte generador d'heterogeneïtat que s'ha anomenat **efecte vessant**, que és el causant de l'existència d'hàbitats de diferent qualitat: de bona qualitat (vessant N) i de menor qualitat (vessant S). Es discuteixen els mecanismes de la *familiaritat* que permeten mantenir l'adaptació local en una espècie que passa l'hivern en simpatria, bo i barrejada amb ocells de moltes altres localitats. El mecanisme de la familiaritat o d'aparellament concordant, en aquesta situació del tot favorable al flux genètic, permet l'aparellament entre individus coneguts i evitar així el flux genètic que diluiria l'adaptació local.

Pel que fa a la dinàmica de poblacions de l'espècie, els resultats d'aquesta tesi suporten que aquestes es comporten com a **metapoblacions**. A nivell macrogeogràfic, les diferents subpoblacions estan separades però alhora interconnectades. L'anàlisi històrica d'aquestes poblacions mostra que s'han anat expandint, extingint i recolonitzant. Les dades genètiques expliquen, a més, l'actual distribució fragmentada a Europa després d'un episodi de coll d'ampolla holocènic. A nivell microgeogràfic les dades mostren que la llucareta s'aparta del model clàssic de *sources and sinks*, i permeten definir un nou model de fonts-cubetes (***sources and pools***). Aquest proposa un intercanvi també asimètric entre hàbitats de diferent qualitat, però en el que el flux de llucaretas passa de les àrees de baixa qualitat a les de bona qualitat.

Dins de l'anàlisi de les problemàtiques ambientals de la espècie, s'emfatitza que la llucareta històricament ha mostrat una **plasticitat ecològica** que l'ha portat a aprofitar-se de les transformacions antròpiques del paisatge causades pels canvis d'usos del sòl i dels recursos i que sovint l'ha beneficiada. Es discuteix i s'avalua el paper que ha tingut l'activitat antròpica en el passat, comentant el paper de la desforestació i la reforestació en la dinàmica expansiva de l'espècie. La versatilitat que ha mostrat bo i adaptant-se a molts dels canvis que l'home ha realitzat històricament en el medi, és un fenomen de plasticitat ecològica molt notable. Aquest fenomen, sovint anomenat oportunisme, és un tret característic d'aquest fringíl·lid, que com es veurà, fins ara l'ha beneficiat molt.

Un altre punt d'interès que realitza la tesi dins de l'estudi de la problemàtica ambiental, és plantejar la **vulnerabilitat de les poblacions** estudiades i conèixer quines amenaces en el futur hipotequen les etapes del seu cicle biològic. Es discuteix si la plasticitat demostrada històricament, serà suficient per afrontar un seguit de canvis antròpics, com el canvi climàtic, els incendis forestals i els canvis agroforestals i silvopastorals, els quals ja han començat a afectar les poblacions europees. S'avalua la necessitat de planificar en el futur possibles plans de gestió i si caldrà prendre mesures i actuacions de caràcter preventiu, tant en les àrees de reproducció de pi negre com en les d'hivernada de pinassa. Com deia Goethe, "No n'hi ha prou en saber, cal també aplicar...", de manera que a partir del coneixement adquirit en aquesta tesi sobre la dinàmica dels pins i les metapoblacions, es puguin prendre mesures i/o establir pautes objectives en el cas d'hipotètics plans de gestió. Cal també considerar que qualsevol perill greu que l'afecti o hipotequi el futur de les poblacions prepirinenques, podria tenir greus conseqüències per a la globalitat de la població ibèrica. Conèixer quin és l'estat de la població dels Prepirineus orientals és rellevant atès que és la més nombrosa i la que actua com a font de dispersió en el procés de colonització d'Ibèria.

Finalment s'ha de caracteritzar la llucareta com un **actiu de diversitat**, per les característiques intrínseques de l'espècie i alhora per les característiques dels hàbitats singulars on habita: boscos calcaris de pi negre i pinassa considerats hàbitats d'interès



prioritari per la UE. És a dir, valorar la llucareta i els seus hàbitats com a recursos de biodiversitat i saber quina problemàtica pot afectar les seves poblacions. Es discuteix el rol que se li pot atribuir com a *espècie ombrel·la* dels boscos calcaris prepirinencs. En base el que s'ha dit en el punt anterior, en funció del futur que sembla que podria amenaçar-la, es poden fer consideracions sobre el seu estatus proteccionista i la conveniència de revisar-lo. Es discuteixen quins aspectes s'han de considerar en el cas de redactar plans de gestió i/o de conservació o fer actuacions per mantenir o protegir l'espècie, tot sota la llum de les característiques anteriorment estudiades. En tot cas, si es considerés la protecció de la llucareta, s'hauria de considerar la protecció aparellada dels boscos de pi negre on nia, amb la de les pinedes de pinassa submontanes on hiverna i efectua la reproducció oportunista. Des d'aquí, per tant, es vol cridar l'atenció de que les espècies petites poden ser molt grans, i tant interessants com qualsevol altre espècie.





CAPÍTOL 1



Masle de Ilucareta reproductor a l'estiu. La Bòfia, Port del Comte.



ESTAT DE L'ART



- ✚ *Donaria tot el que sé per la meitat del que ignoro*
RENÉ DESCARTES
- ✚ *Mira la natura a fons i ho entendràs tot molt millor*
ALBERT EINSTEIN
- ✚ *Un viatge de mil milles sempre comença amb un petit pas*
LAO-TSÉ



1 ESTAT DE L'ART

1.1 LA LLUCARETA, ESPECIE D'ESTUDI

1.1.1 DISTRIBUCIÓ GEOGRÀFICA DELS NUCLIS DE POBLACIÓ

La llucareta és un fringíl·lid paleomontà que es distribueix de forma discontinua per les muntanyes del sud-oest del Paleàrtic, excloent de la seu areal els massissos orientals dels Carpats, Caucas i Alps Dinàrics, i que té en els Alps, Pirineus i Serres Ibèriques la majoria dels seus efectius. El seu areal no és molt gran i abasta únicament uns 183.000 km² (<http://www.birdlife.org>). Posseeix l'atribut de ser l'única espècie d'ocell endèmica d'Europa i, es tracta, per tant, d'una veritable relíquia ((Cramp and Perrins 1994; Voous 1960)). No té espècies vicariants a les muntanyes centro asiàtiques tal com succeeix en moltes altres espècies d'ocells de distribució semblant, i en tot cas s'assembla, morfològicament, a *Serinus canicollis*, distribuït per l'extrem meridional d'Àfrica. El seu areal, mostra el caràcter endèmic de l'espècie, el quan es pot apreciar a la figura 1.1 amb dos dels primers mapes històrics que van mostrar el rang geogràfic real de distribució. (Baccetti and Märki 1997) normalitzen el mapa de distribució global en un format de quadrícules UTM (figura 1.2). Inicialment no fou considerada una espècie monotípica, car es distingien dues subespècies una, la *Serinus citrinella citrinella*, de distribució continental (segons l'esquema anteriorment descrit) i una de distribució restringida a unes poques illes del mediterrani occidental. Més recentment Sibley & Monroe in (Sangster 2000), la van separar en dues espècies ben diferenciades: *Serinus citrinella*, com a espècie tipus, que incloïa a les formes continentals i *Serinus corsicana* per a les poblacions illenques de Còrsega, Sardenya i illes de la Toscana, les quals semblen estar emparentades de forma bastant distant amb l'espècie tipus que ens ocupa. Estudis recents han discutit la pertinència al gènere *Serinus* i alguns autors apunten assignar-la al gènere *Carduelis* (Arnaiz-Villena et al. 1998; Nguembock et al. 2009; Parkin and Knox 2010; Zamora et al. 2006). No obstant, a la tesi la nomenclatura utilitzada continuarà sent *Serinus citrinella* (Pallas 1764).

La distribució dels nuclis principals de nidificació de la llucareta, s'han agrupat per aquesta tesi en dotze nuclis els quals han estat marcats amb xifres tot seguint Borràs *et al.* (2012), que apareixen a la fig. 1.3 amb les superfícies ressaltades en groc. En un intent de síntesi, s'han reagrupat tot aquest conjunt de taques que conformen la seva distribució en dos grans àrees poblacionals: l'Àrea ibèrica, que conté més del 90% de la població mundial (Baccetti and Märki 1997), que conté tres grans nuclis que abasten els principals sistemes muntanyosos ibèrics, i l'Àrea transpirinenca també amb tres nuclis que inclouen, a grans trets, Jura Vosques, Selva Negra, Alps i Pre-Alps, Massís Central francès i l'Auvergne (Figura 1.2). *BirdLife International* (2004) la consideren una espècie resident a 6 països europeus: Andorra, Àustria, França, Itàlia Espanya i Suïssa. També es considerada reproductora a la República Txeca, Alemanya, Liechtenstein, Montenegro, Sèrbia i Eslovènia. Es considera divagant a Bèlgica, Polònia i Portugal.

1.1.1.1 LES POBLACIONS TRANSPIRINENQUES

Pel que fa a l'àrea transpirinenca destacarem tres nuclis poblacionals:

- POBLACIONS ALPINES MERIDIONALS (D)



8: Massissos francesos

Els massissos francesos inclouen a la part occidental part del Massís Central francès i la regió de l’Auvergne separada dels Alps meridionals pel curs del Roine.

9: Alps mediterranis

Per altra banda a l’est del Roine la població oriental està repartida per l’extrem sud oriental del massís alpí amb caràcter molt mediterrani: Alps marítims, Mont Ventoux, Vercors. Queda limitada al nord pels PreAlps de caràcter força més alpí.

- POBLACIONS ALPINES CENTRALS (E)

10: Alps centrals

La població alpina central inclou els Alps suïssos de Valais, Engadin i els italians d’Aosta, Piemont i Lombardia.

11: Alps orientals

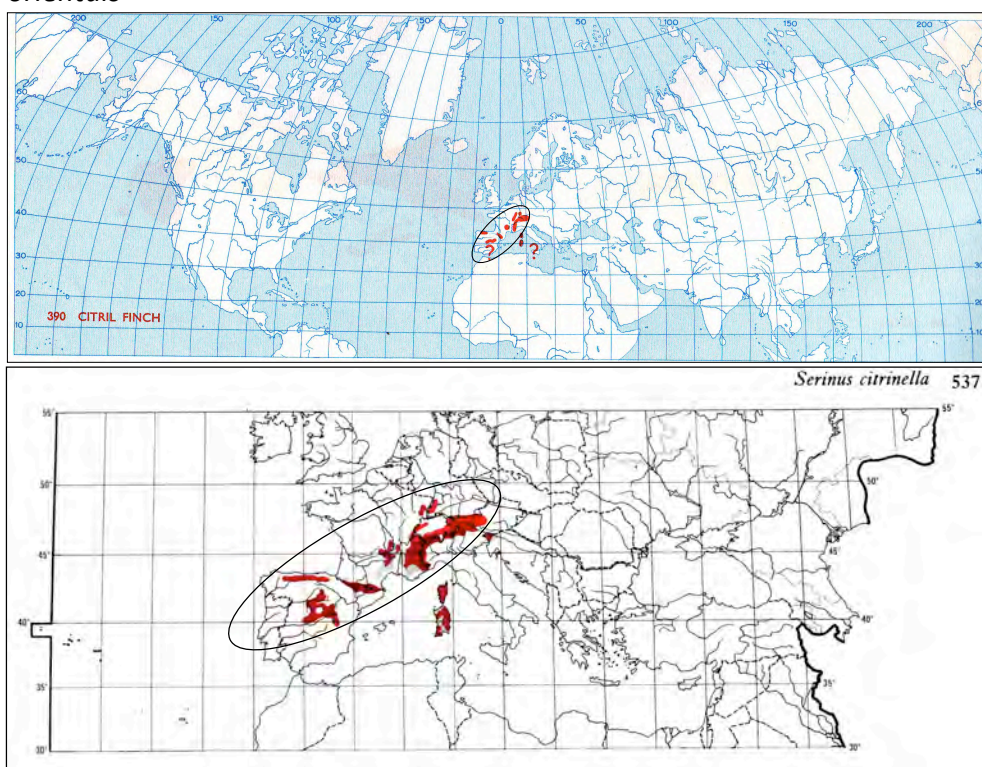


Fig 1.1 Mapes on es mostra la distribució endèmica de la *Serinus citrinella*, realçada amb un cercle vermell. El de dalt fou el primer mapa important, el de Voous (1960). A sota el de Cramp & Perrins (1994) amb informació més actualitzada.

La població més oriental dels Alps inclou les regions alpines austríaques de Vorarlberg, Tirol, Salzburg i Kärnten; part dels Alps de Baviera (Oberstdorf, Garmisch-Partenkirchen i Voralpen) i una petita població de relativament recent implantació als Alps Julians (muntanyes del Triglav) a Eslovènia.

- POBLACIONS AL NORD DEL PLATEAU SUÍS (F)

12: Sistemes Muntanyosos dels Vosges, Jura i Selva Negra

Inclou la zona de la Selva Negra (Baden-Württemberg) al nord del Rin, el Jura al sud i els Vosges a l’oest, aquests en territori francès.



1.1.1.2 LES POBLACIONS DE LA PENÍNSULA IBÈRICA

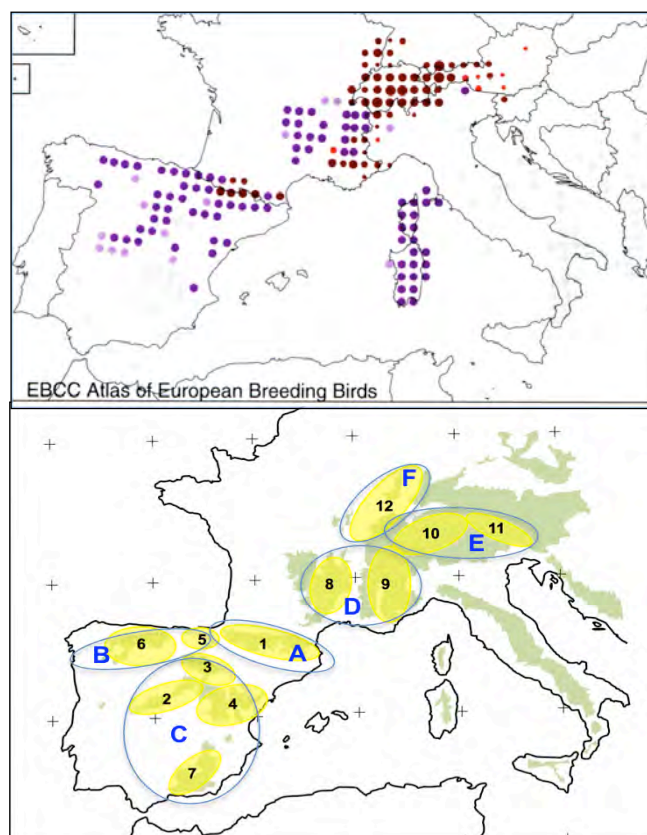


Fig. 1.2 El mapa de dalt inclou la distribució europea sobre un reticulat UTM de 50x50 km de Bacetti & Marki (1997.) En el mapa inferior es mostren en color verd clar el relleu dels massissos europeus sud paleàrtics per sobre de la corba de nivell dels 1500 msnm. En cercles grocs es mostren els 12 nuclis pirinencs Basat en (Borras et al. 2010) i (Borras et al. 2012) i la proposta de reagrupament comentada en el text, en lletres.

L'Àrea ibèrica (A) inclou tres nuclis poblacionals:

- POBLACIÓ PIRENAICA (A)

1: Pirineus

És el nucli que concentra més efectius i més densitat de població.

Es distribueix per la serralada pirenaica axial i els Prepirineus Orientals, en serres de caràcter eurosiberià-subalpí. Des de les zones de més d'influència atlàntica de Navarra (Roncal-Larra) fins al Canigó en els Pirineus Orientals de caràcter marcadament mediterrani, passant pels Prepirineus calcaris (Cadí-Moixeró, Pedraforca, Port del Comte, Ensija-Rasos, Tosa d'Alp-Puigllançada) i per tot l'eix pirenaic axial (Ordesa, Mont Perdut, Aneto-Maladeta, Posets, Aigüestortes, Vall d'Aran, Boí, Pica d'Estats, Andorra, Puigmal, Vallter i Carlit).

- POBLACIONS IBÈRIQUES EN SENTIT ESTRICTE (C)

Poblacions montanes en expansió durant el segle XX, que ocupen les àrees supramediterrànies i oromediterrànies continentals del Sistema Ibèric, Central i Bètic, que contenen formacions forestals aciculifòlies acusadament més xèriques que les equivalents



pirenaïques però molt més extenses. La xericitat és més acusada en les poblacions de les serralades bètiques que en les ibèriques i centrals. Inclou tres nuclis poblacionals:

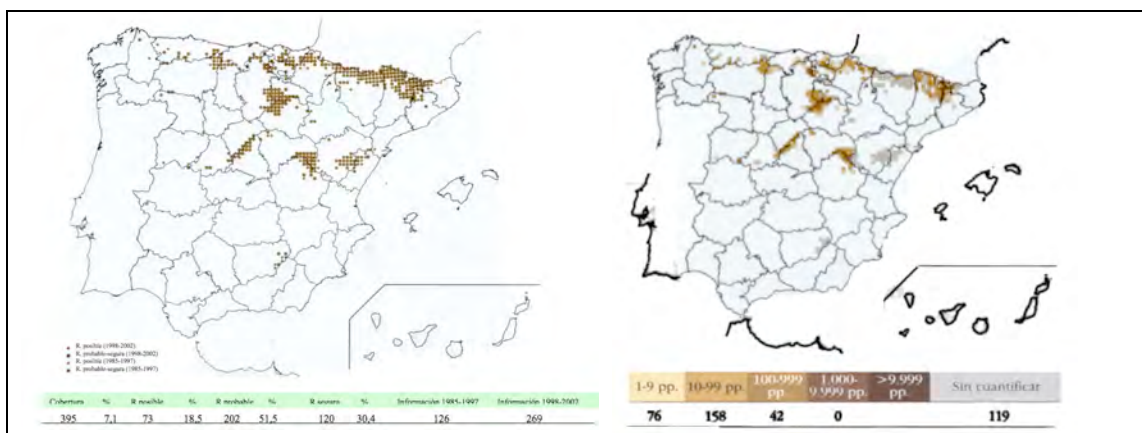


Fig. 1.3 El mapa de dalt correspon a la distribució en UTM de la població a Espanya en el període reproductor 1998-2002 (últim publicat). A baix la probabilitat d'aparició en el mateix període. Dades a (Borras and Senar 2003)

2: Sistema Central

Les serres centrals ibèriques d'Ayllón, Somosierra, Guadarrama i Gredos, sembla que mantenen una població constant

3: Sistema Ibèric Nord

S'estén per l'arc de serres que van des del Moncayo fins la Sierra de la Demanda, abastant les muntanyes de Mencina, Neila, Urbión i Cebollera. També són anomenades en conjunt Serres Distèriques

4: Sistema Ibèric Sud

Inclou la zona de l'Alto Tajo amb la Serrania de Cuenca, Montes Universales i les serres de Gúdar (Valdelinares), Albarracín, i Javalambre situades més a l'est a Terol

7: Sistemes Bètics

Al nord d'aquesta zona abasta les serres termòfiles de Cazorla-Segura i el Castril i, al sud, separades per la Sierra de Baza, es troba la població més meridional de Sierra Nevada, la zona peninsular més recentment colonitzada (aparentment recolonitzada)

- **POBLACIÓ CANTÀBRICA (B)**

Població que sembla estar en expansió a les àrees d'influència atlàntica cantàbriques. Comprèn àrees montanes d'ambient eurosiberià amb formacions de frondoses caducifòlies de caràcter medieuropeu amb pastures abundants i boscos de repoblacions de coníferes. Alguns poblacions es troben en cotes sensiblement més baixes que els restants nuclis ibèrics. Recentment s'ha reproduït a Galícia (veure taula. 12)

5: País Basc

Població escassa que ocupa ambients de caducifolis i repoblacions de coníferes en muntanyes poc elevades: Aralar, Urbasa, Aranzazu, Urbía i Aitzgorri

6: Serralades Cantàbriques

Inclou petits nuclis reproductors als massissos de la Serralada Cantàbrica i els Picos de Europa, zona de l'Escudo, Saja-Besaya i els Montes de León i Macizo Galaico.

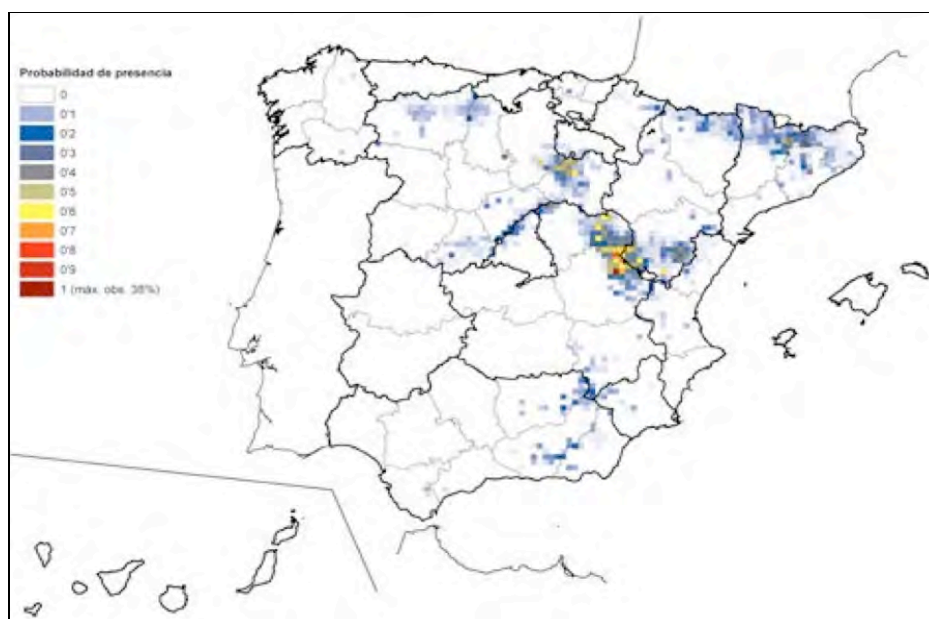


Fig. 1.4 El mapa mostra la distribució hivernal de *Serinus citrinella* a la Península Ibèrica en el període 200; 2010 en (Borras and Senar 2013)

1.1.2 DISTRIBUCIÓ I HÀBITAT DE LA LLUCARETA

1.1.2.1 DISTRIBUCIÓ ESTIVAL

Als Pirineus es distribueix des de Larra al Valle del Roncal (Navarra) fins a l'extrem occidental del massís al Puigmal i Bastiments, entrant cap a França pel Canigó. La seva distribució s'explica bo i atenent la presència de les masses subalpines de pi negre, com ja s'ha comentat en l'apartat de l'hàbitat estival. També ocupa les serres prepirinenques orientals des de la Serra Cavallera fins el Boumort en boscos subalpins de pi negre. A la resta dels Pirineus occidentals (Navarra) on el pi negre és més escàs o localitzat, ocupa les pinedes de pi roig a moltes de les faldes de les serres. En les zones eurosiberianes montanes del nord peninsular, de recent colonització, les comunitats naturals de coníferes són rares. Així a la Serralada Cantàbrica, Monts de Lleó i al Massís Galaic (Vázquez 2004), la llucareta pot ocupar pinedes montanes de repoblació de pi roig i també de *Pinus radiata* i de pinastre, les quals són molt abundants, especialment en el País Basc i Galícia. Si bé alguns autors assenyalen una àmplia distribució de l'espècie en aquestes formacions eurosiberianes caducifòlies a Euskadi (Elósegui 1965; Elósegui 1966; Elósegui 1985), altres autors qüestionen actualment la continuïtat en el temps i la viabilitat reproductora d'aquestes poblacions de cotes relativament baixes i de clara influència atlàntica (Alonso and Arizaga 2004).

Les extenses boscúries de *P. sylvestris* en les serres de Guadarrama, Somosierra, Ayllon i Gredos en el Sistema Central determinen la distribució de la llucareta en el centre peninsular. Per l'oest sembla ocupar la serra de Candelario (Peris and Carnero 1988) sense arribar a entrar a Portugal. Les extenses formacions aciculifòlies de pi roig oromediterrànies de les serres del Neila, Demanda, Mencilla, Cebollera, i Moncayo, determinen la distribució de la llucareta en el Sistema Ibèric del Nord (Telleria 1987) (Potti



et al. 2005). També ocupa els petits nuclis de pi negre a l'extrem oriental de la seva distribució a Serra Cebollera i Picos de Urbión. En algunes d'aquestes contrades *P.silvestris* pot coexistir amb *Pinus pinaster*, per bé que aquest no té rellevància en la seva distribució. En el Sistema Ibèric Sud, les pinasses comencen a prendre protagonisme al pi roig, que resta relegat a les fondalades, com espècie més rellevant en aquestes serres ocupades per la llucareta. Les formacions de *P.nigra* i *P.silvestris* esdevenen dominants a les Serralades de Conca, Montes Universales, Gúdar-Javalambre i al Maestrat (Vigo et al. 2003). La llucareta també ocupa el petit nucli de pi negre a la Serra de Gúdar, que constitueix l'extrem meridional de la distribució d'aquesta conífera. Les coníferes presents majoritàriament a Cazorla i Segura en el Sistema Prebètic són les pinasses i també el pi roig en menor extensió i és on es distribueix la llucareta en aquests massissos (Perez-Contreras et al. 2005). A la població més meridional i recentment recolonitzada de Sierra Nevada en el Sistema Penibètic, amb muntanyes ben contrastades bioclimàticament a les pirinenques, ja que són xeròteres i més semblants a les del nord d'Àfrica, la llucareta ocupa boscos de repoblació (principalment) de pi roig (Perez-Contreras, Garzon Gutierrez, Garcia, and Tamayo 2005).

Pel que fa a la distribució general de la llucareta a la península Ibèrica, cal esmentar un parell de trets biogeogràfics descrits per (Carrascal and Díaz 2003) els quals afecten també a la distribució catalana i a l'àrea que cobreix la tesi. En primer lloc, es ben conegut que la llucareta és una espècie de distribució restringida, tant a Europa com a la Península Ibèrica. Així les espècies que tenen àrees de distribució més restringida són també les que tenen requeriments ambientals més diferents de les condicions mitjanes peninsulars. Els mateixos autors assenyalen que les espècies que tenen com la llucareta distribucions més nòrdiques a la Península ocupen a Europa baricentres més nord-occidentals. S'observa una altra tendència biogeogràfica pel que fa a la densitat de la llucareta i de moltes altres aus forestals del nord de la Península, distribuïdes també per Europa (Carrascal and Lobo 2003; Galarza and Tellería 2004) (Carrascal and Díaz 2003). La seva densitat disminueix a mesura que augmenta la distància del nucli considerat amb els Pirineus, cosa que es coneix amb el nom d'*efecte península*, és a dir que la densitat està en relació inversa amb la longitud geogràfica (referida al meridià de Greenwich) (Tellería et al. 2008). Dit d'una altra manera, la distribució i la densitat d'espècies forestals es rarifica a l'augmentar la distància amb els Pirineus (que es consideraria l'istme peninsular), cosa que es compliria en el cas de la llucareta. Altres autors (Carrascal and Díaz 2003) (Sagarin and Gaines 2002) prefereixen explicar-ho per la hipòtesi dels *centres d'abundància* (Sagarin and Gaines 2002). Cal esmentar que en el conjunt de les espècies forestals ibèriques el grau d'endemisme és molt baix, amb solament un parell d'endemismes ibèrics (*Aquila adalberti* i *Phalacrocorax ibeticus*) i la llucareta, que ho és respecte de les muntanyes del sud-oest d'Europa.

Pel que fa als patrons de distribució, el primer intent de proposar una regionalització de l'avifauna de la península ibèrica fou Bernis (1955). En aquest model inductiu, la llucareta fou inclosa en l'anomenada *ornitofauna nòrdica*, la qual estava relacionada amb les àrees muntanyenques del nord peninsular. La distribució geogràfica de l'avifauna ibèrica es explicable de manera simple atenent models senzills que inclouen factors ambientals geomorfològics, climatològics, d'usos del sòl i de tipologies del paisatge. Recentment (Carrascal and Lobo 2003) han fet unes anàlisis numèriques més exhaustives amb arbres



de regressió. Han considerat les variables ambientals que sintetitzen els principals patrons ambientals que expliquen la variació geogràfica en la freqüència de distribució de les espècies reproductores sobre un reticle de quadrícules UTM de 10x10 km, generat en el projecte de l'Atlas de las Reproductoras de España (Martí and Del Moral 2003). Segons d'aquests autors, el factor bioclimàtic més rellevant en els arbres de regressió és l'increment l'altitud (mitjana i màxima) i el rang altitudinal, amb la disminució de la temperatura mitjana (anual i de maig). Secundàriament, dos factors més també són importants: l'increment de les precipitacions i la disminució dels nivell d'insolació (anuals i de maig) i l'increment de la cobertura de boscos de coníferes.

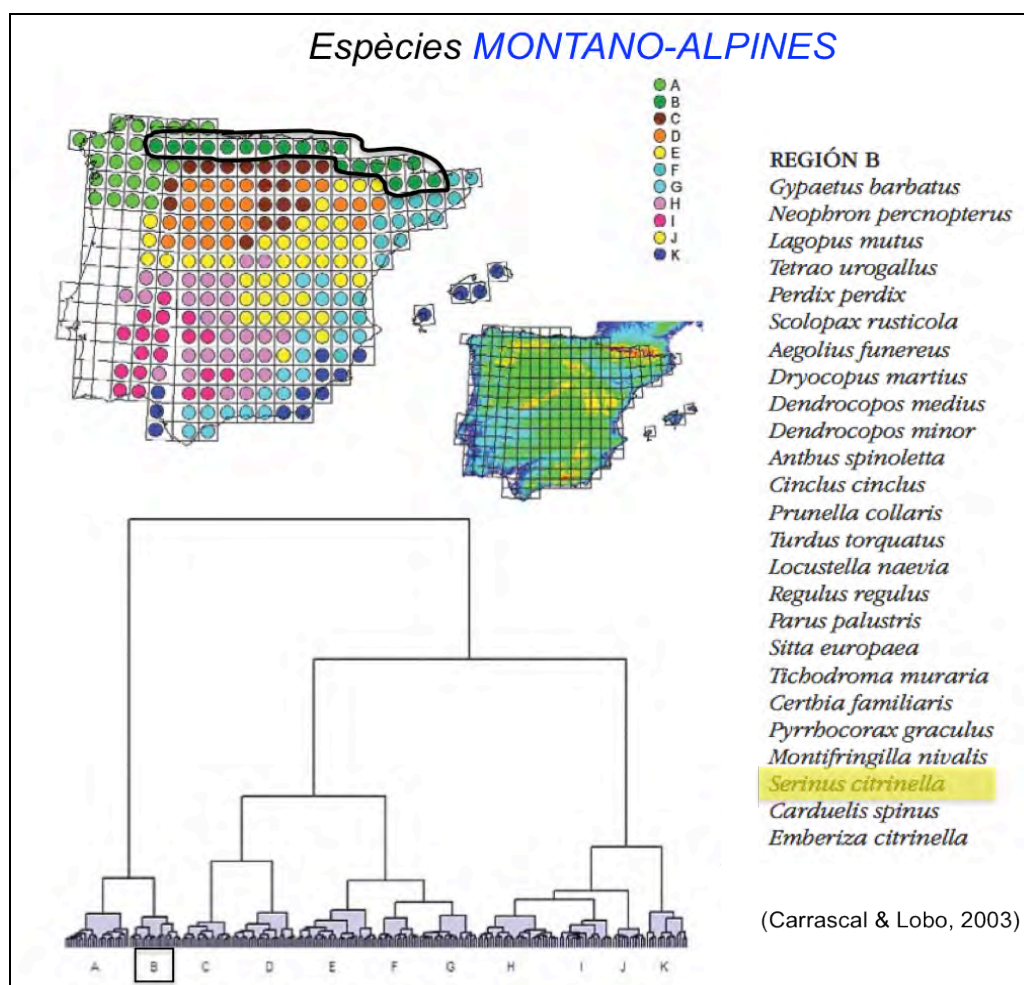


Fig. 1.4 El mapa mostra les regions faunístiques espanyoles segons Carrascal & Lobo, 2003 i la situació de la llucareta a la regió B, de les espècies montano-alpines.

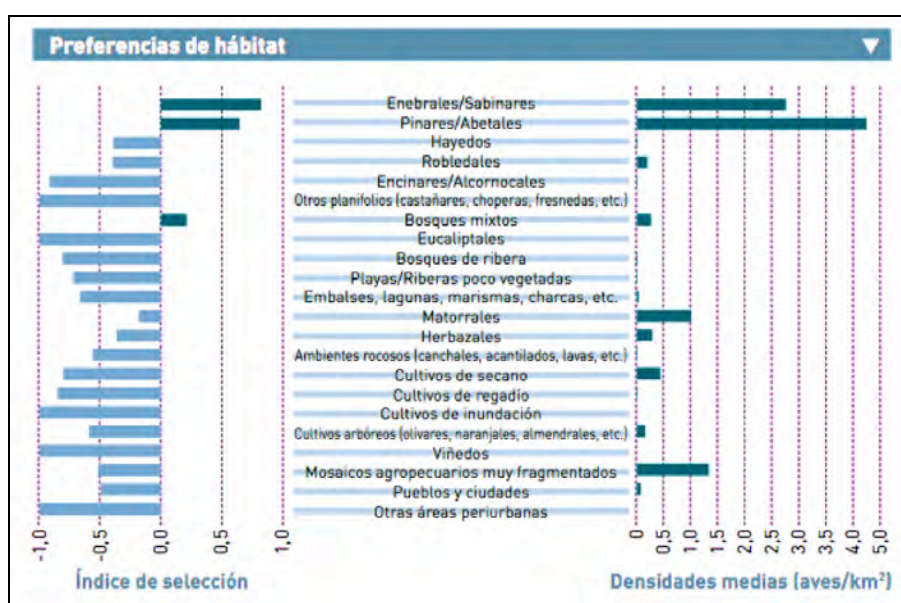
Per tipificar els patrons de distribució de les aus forestals en la qual s'inclou la llucareta, (Carrascal and Lobo 2003) (Martí and Del Moral 2003) identifiquen onze regions ornitogeogràfiques. La llucareta està inclosa, amb 24 espècies més, en el grup B (que es podria anomenar de les espècies montano-alpines) que habiten els boscos de les zones eurosiberianes, especialment dels pisos montà i subalpí-alpí. En les anàlisis, els boscos d'aquesta regió queda discriminats dels de les deu restants regions per tenir: més precipitació anual, menys dies assolellats i estables a l'any, molt poca superfície dedicada als conreus i un elevat rang altitudinal. Aquest és el grup que acull a més aus especialitzades pel que fa als seus requeriments autoecològics (ambientals).



A la dècada de 1990, la població espanyola que es va estimar - probablement es va sobreestimar- entre 225.000 i 230.000 parelles (Purroy 1997), que, malgrat això, representa el 80% de la població mundial (Baccetti and Märki 1997). L'estimació poblacional catalana s'estima, amb una fiabilitat bona, entre 14.776 i 26.510 parelles (Borràs & Senar 2004), la qual representa l'11% de la població ibèrica i el 9% de la població mundial, estimada entre 2501000 i 320000 parelles –equivalents a 750,000-960,000 individus- ((Baccetti and Märki 1997), <http://www.birdlife.org>).

1.1.2.2 DISTRIBUCIÓ HIVERNAL

En general, els hàbitats d'hivernada de l'avifauna peninsular s'han tractat poc pel que fa a l'avifauna del terç oriental de la península, mentre que hi ha molts treballs referits a la resta del territori ibèric ((Carrascal 1988; Carrascal et al. 2002; Carrascal and Telleria



Taula. 1.1 Taula que mostra les preferències d'hàbitat i les densitats (en aus/km²) de la llucareta a la Península Ibèrica, a l'atles d'hivernada d'Espanya (de Borràs & Senar, 2012)

1985; Tellería et al. 1988).

La primera informació sobre la distribució de la llucareta hivernant es troba continguda en l'Atlas de Catalunya (Borràs et al. 2011). Posteriorment, Borràs & Senar (2012) i Borràs & Senar 2013, assenyalen cinc zones principals d'hivernada, les tres principals situades en el quadrant nord-oriental i les altres dues al Sistema Central i a les serres Bètiques. Dos dels nuclis principals es troben en àrees on domina *Pinus nigra* spp. *salzmannii* mentre que en les altres hi domina *Pinus sylvestris* (veure fig. 11). Seguidament es farà un resum de les dades de distribució de l'atlas espanyol referit. La distribució hivernal coincideix, a grans trets, amb la dels nuclis de reproducció estival (Martí and Del Moral 2003), si bé d'una manera més àmplia, ja que petits desplaçaments semblants a moviments transhumants de caràcter altitudinal fan que s'assentin en cotes inferiors i en els protegits valls adjunts als massissos que ocupen a l'estiu. La distribució a Iberia es mostra a figura 1.4 (Borràs & Senar in (Martí and Del Moral 2003) referida a l'Atlas de las aves Hivernantes en Espanya 2007-2010, el primer i únic atlas publicat fins ara sobre la hivernada a la Península Ibèrica. Fora dels Pirineus sovintaja les zones forestals supramediterrànies de les serralades ibèriques. El patró de modelització (definit pel



procés *Boosted Regression Trees*) s'ajusta especialment a les serres Bètiques, el Sistema Central, el Sistema Ibèric i els Pirineus centrals i orientals, sent aquests dos últims massissos els que concentren les zones de màxima probabilitat d'hivernada segons el model. Algunes zones forestals subalpines i altimontanes poden ser ocupades escadusserament en algun l'hivern, si el grau d'innivació i la meteorologia local els hi ho permet. D'altra banda, es rarifiquen o desapareixen en localitats del la Cornisa Cantàbrica: País Basc, Navarra i Astúries, contrades que en canvi sí que són ocupades a la primavera. A Andalusia oriental (Jaén, Granada i Almeria) i en punts de Múrcia apareixen zones de baixa probabilitat d'hivernada, cosa que també es dona a Cadis i Màlaga. La qualitat del model que descriu la distribució hivernal és excel·lent, tot i que cal considerar que aquest pot variar interanualment depenent de diversos factors meteorològics (per exemple, innivació, onades de fred o fluctuacions climàtiques) o biòtics (per exemple, producció de pinyons dels pins). El sector andalús oriental anteriorment citat correspondria a un sector mediterrani termòfil, amb domini del pi blanc (*Pinus halepensis*) però amb vegetació potencial escleròfila poc indicada per la llucareta. No obstant això la llucareta s'ha recuperat llucaretas en aquestes contrades probablement en dispersió o divagant, però difícilment en hivernada ((Borras, Cabrera, Colome, and Senar 2012))

No hi ha treballs que estimin la quantia dels hivernants a la Península Ibèrica. Si que hi ha informació sobre la població hivernant a Catalunya, la qual s'ha avaluat a partir del model *Distance* (Borras and Senar 2013) , en 59.674 exemplars (rang: 30.304-117.997). Aquesta xifra inclouria, a més a més dels elements de les poblacions catalanes i de la resta dels Pirineus, a hivernants probablement regulars de poblacions extrapirinenques, ja que l'anellament ha mostrat evidències de la seva presència a la Península, especialment al terç oriental (a Catalunya i a València) (Borras, Cabrera, Colome, and Senar 2012).

1.1.2.3 HÀBITAT ESTIVAL

La llucareta és un fringíl·lid d'hàbits forestals de les àrees de muntanya en època reproductora, molt lligat a les coníferes i a la vegetació herbàcia de prats i pastures associada a aquestes comunitats forestals aciculifòlies, com indiquen la majoria de tractats generals d'ornitologia (Cramp and Perrins 1994; Voous 1960), fet que, a grans trets, es coneix per a totes les poblacions europees (Bacetti & Marki, 1997). En aquest apartat l'hàbitat estival es tractarà en dos aspectes a nivell de síntesi bibliogràfica, primerament una visió general, en termes biogeogràfics i finalment s'esbrinaran els aspectes de l'estructura i les comunitats vegetals que conformen l'hàbitat en els diferents nuclis poblacionals de la península. Carrascal & Diaz (2003) aporten llum sobre els patrons biogeogràfics que determinen la presència de l'avifauna forestal en els medis arbrats de la Península Ibèrica. En aquest espai multivariant, la llucareta està considerada entre les 20 espècies d'aus forestals amb requeriments més especialitzats. Un estudi d'arbres de regressió d'aquests autors permet comentar tot seguit els principals trets dels espais boscosos on habita la llucareta a Espanya. Els factors principals que condicionen els espais forestals on trobar la llucareta són l'altitud del massís i la situació en longitud i latitud geogràfica (en aquest ordre). Els següents factors són el rang altitudinal i la precipitació



DENSITAT ocells/10ha	HÀBITAT	LOCALITAT	REFERÈNCIA
0,21 0,4 - 2	<i>Pinus radiata</i> + <i>Pinus sylvestris</i> + <i>Pinus pinaster</i> (re població)	Monts Bascos	Carrascal & Telleria, 1990 Carrascal in Alvarez et. al 1998
1,5	<i>Fagus sylvatica</i> + pastures	Monts Bascos	Alvarez et. al 1998 Carrascal
3,16	<i>Pinus radiata</i> (re població)	Massís Galaic	Vázquez, 2004
0,15 - 0,23	<i>Betula</i> + <i>Fagus</i> , z. oriental <i>Pinus sylvestris</i> (re població), z. occidental	Serralades Cantàbriques Pics d'Europa, Astúries	Garcia, E. 2014
0,82	<i>Pinus sylvestris</i> (original)	Pis oromediterrani de Guadarrama, Somosierra i Ayllón (Sistema Central), mitjana	Telleria, 1987
4,6 - 5	<i>Pinus sylvestris</i> (madur)	Sierra d'Ayllón (S. Central)	Potti, 1985
2,2	<i>Pinus sylvestris</i> (madur)	Serra de Gredos (S. Central)	Sánchez, 1991
21,4 (*)	<i>Pinus sylvestris</i>	P.N. Alto Tajo (S. Ibèric S.)	Potti, Carrascal & Palomino, 2005
20,9 (*)	<i>P. sylvestris</i> + <i>P. nigra</i>	P.N. Alto Tajo (S. Ibèric S.)	Potti, Carrascal & Palomino 2005
1,6	<i>Pinus uncinata</i>	Pirineus Centrals	Pedrocchi, 1997
9,4	<i>Pinus uncinata</i>	Pirineus Centrals	Purroy, 1974

Taula. 1.2 Trets bibliogràfics més rellevants de les poblacions europees i espanyoles. Compilat per l'autor.



ALÇADA	POBLACIÓ	BOSCOS	REFERÈNCIA
1400, límit inferior	Pirineus Centrals, vessant Sud	Bosc autòctons de: <i>Pinus uncinata</i> + <i>Pinus sylvestris</i>	Pasquet in Yeatman-Berthelot & Jarry, 1995
1800 - 2100	Pirineus Nord, vessant nord (França)	Bosc autòctons de <i>Pinus uncinata</i>	Spitz, 1977
1100 - 2500	Pirineus Orientals, nord (França)	Bosc autòctons de: <i>Pinus uncinata</i> + <i>Pinus sylvestris</i>	Affre & Affre, 1980
1600 - 2400	Pirineus Centrals (Espanya)	Bosc autòctons de: <i>Pinus uncinata</i>	Purroy, 1974
1400 - 2200	Pirineus Nord, Ariège (França)	Bosc autòctons de: <i>Pinus uncinata</i> + <i>Pinus sylvestris</i>	Affre & Affre, 1980
1650-2400	Pirineus (Andorra)	Bosc autòctons de: <i>P. uncinata</i> + <i>P. sylvestris</i>	Matscheke in ADN 2012
>1000 (rar 750)	Pirineus atlàntics de Navarra, Nord-Oest	Bosc autòctons montans de <i>Fagus sylvatica</i> + Pastures	Elosegui, 1985
Fins a 2000	Pirineus mediterranis de Navarra, Nord-Est	Bosc autòctons subalpins de <i>P. sylvestris</i> , <i>P. uncinata</i> , bosc mixte d' <i>Abies alba</i> - <i>Fagus sylvatica</i> ,	Elosegui, 1985
>600 mitjana 800	Muntanyes del País Basc	Re poblacions de <i>Pinus radiata</i> Bosc autòctons de <i>Fagus sylvatica</i> + Pastures	Carrascal in Alvarez et al. 1998 Telleria & Garlanza 1990
800 -1500	Serralada Cantàbrica (Cantàbria)	<i>Pinus sylvestris</i> (re població). <i>Fagus sylvatica</i> madurs + Pastures. També a <i>Juniperus thurifera</i>	Saiz Villoria et al., 2002 Alvarez, 1989
600-1700 800-1800	Serralada Cantàbrica, Pics d'Europa, (Astúries)	<i>Fagus</i> , <i>Betula</i> + Pastures (ecotonies) <i>P. sylvestris</i> i <i>P. radiata</i> (re població)	Noval, 1976 Garcia, 2004
> 700	Massís Galaic, Galícia N. (S. Xistral, Lugo)	Re població de: <i>Pinus radiata</i> + <i>P. sylvestris</i> + <i>P. pinaster</i>	Vázquez, 2004
1500 - 1700	M. de Lleó, S. de Cabrera (NO. Zamora)	Límit del bosc caducifoli autòcton amb el matollar	Ramos, 2004
1500-1700 a 2000	Sistema Central: Guadarrama, Somosierra i Ayllón	Bosc autòctons de <i>Pinus sylvestris</i> : pis oromediterrani i extrem superior del supramediterrani.	Telleria, 1987
>1200; òptim: 1700-1900	Sistema Ibèric Nord, Alt Ebre i Rioja	Bosc autòctons de <i>Pinus sylvestris</i> , <i>P. pinaster</i> i <i>Fagus</i> [<i>P. uncinata</i> en poca quantitat a serra Cebollera]	De Juana, 1980
1230 - 1430	Sistema Ibèric Sud (P. Natural Alto Tajo)	Bosc autòctons de <i>Pinus nigra</i> + <i>Pinus sylvestris</i> . [<i>P. uncinata</i> en poca quantitat a Gúdar]	Potti, Carrascal & Palomino, 2005
1600-1800	Sistema Prebètic, serres Cazorla i Segura	Bosc autòctons de <i>Pinus nigra</i>	Föschler & Kläger, 2007
1800 - 2300	Sistema Penibètic, Sierra Nevada	<i>P. sylvestris</i> (re població). [Re població de <i>P. uncinata</i>]	Perez-Contreras et al., 2005 Perez-Contreras et al., 2012

Taula. 1.3 La taula mostra les densitats de les poblacions espanyoles (dades bibliogràfiques). Compilat per l'autor.



mitjana anual (en aquest ordre), seguit per la quantitat de superfície coberta per coníferes. La riquesa de les espècies forestals paleàrtiques i paleomontanes, està fortament correlacionada (inversament) amb el nombre de dies clars i serens (anticiclònics), essent aquesta una variable molt important per explicar la presència de moltes espècies peninsulars (Carrascal & Diaz, 2003). A grans trets, els boscos que constitueixen l'hàbitat reproductor de la llucareta a la península tenen com a trets comuns estar en quadrícules muntanyenques d'espais situats cap el nord i est de la

Península amb climes humits. Curiosament les coníferes no apareixen com a factors rellevants fins després de les cinc primeres ramificacions dels arbres de regressió, cosa que sí que succeeix, en canvi, en el cas de dues espècies de fringíl·lids forestals que cohabituen els boscos amb la llucareta com són el lluer (*Carduelis spinus*) i el trencapinyes (*Loxia curvirostra*). Aquest fet podria estar relacionat amb la recent expansió de la llucareta des de les pinedes pirinenques i del Sistema Ibèric, cap els boscos de caducifolis de la cornisa cantàbrica, cosa que diluiria l'efecte de les coníferes en l'anàlisi dels arbres de regressió (veure Capítol XX). Per acabar de caracteritzar l'hàbitat de la llucareta, es farà esment de les vuit *regions ornítiques forestals* definides per aquests autors, entre els quals es possible localitzar la més favorable per a la llucareta. Aquesta és la *regió 6*. És una regió en la que es poden donar òptimes condicions per a unes 8 espècies forestals més, essent totes elles representatives dels boscos d'alta muntanya i del sector eurosiberià. També tenen unes condicions favorables dues de les regions restants: la *regió 7* i especialment la *regió 8*, englobant entre les dues els hàbitats més eixuts on es troba l'espècie en els ambients supramediterranis i oromediterranis peninsulars (veure figura 14).

Des dels primers treballs fets als Pirineus occidentals i centrals sobre les comunitats d'ocells forestals (Purroy 1974), se sap que la llucareta clarament prefereix com a hàbitat les vores de masses forestals denses del bosc de pi negre, les formacions arbòries laxes, arbredes disperses i boscos fragmentats, Arriba fins el límit superior del bosc a les muntanyes subalpines en contrades assolellades (dominant amb un 22% de presència) per davant de les contrades humides o les obagues ombrívols amb pinedes atapeïdes (absent, 0% de presència). Tanmateix mostra una clara preferència per les formacions boscoses fragmentades respecte a les formacions contínues de pi negre, fet constatat en un estudi de densitats de l'avifauna en les contrades subalpines dels Pirineus orientals francesos (Spitz 1977). Telleria (1987), troba uns patrons de preferències forestals equivalents en el Sistema Central on la llucareta clarament prefereix les pinedes, en aquest cas de *P.sylvestris*, en cotes elevades oromediterrànies prop dels ambients culminants criomediterranis, on freqüenta el límit del bosc. Potti (1985) pel massís d'Ayllón, també en aquest massís, assenyala que els boscos de pi roig són més ocupats per la llucareta com més madurs i més aclarits estiguin per les pràctiques forestals, probablement a causa, respectivament, per la producció de llavors i per la seva preferència pels espais oberts. Les anàlisis factorials de correspondències amb la vegetació (Spitz 1977), situen la llucareta més propera a les formacions vegetals pirinenques que a les alpines. La llucareta es troba molt lligada a les pinedes de pi negre de les comunitats del *Rhododendro-vaccinion* i del *Genisto-Arctostaphyletum*, mostrant una clara preferència per les formacions calcàries respecte les silíciques. Tanmateix, és totalment absent a les avetoses i a les formacions de frondoses. En aquest sentit el seu



hàbitat és totalment contraposat al del lluer (*Carduelis spinus*), un altre fringíl·lid forestal, que prefereix les formacions ombrívols de les avetoses (*Abies alba*) en substrats silícics, cosa que evitaria la competència en cas de coincidència en el mateix massís per tal com quedarien segregats en distintes comunitats vegetals (Spitz 1977). Al Sistema Central (Guadarrama i Ayllón), les preferències d'hàbitat són pels únics boscos aciculifolis del massís, les pinedes de *P.sylvestris* (Potti 1985; Potti 1986)(Telleria 1987). Les dades de la majoria d'autors coincideixen en el caràcter clarament oròfil de l'espècie, atesa la seva preferència pels espais culminants de les muntanyes, essent els Pirineus i els Sistemes Bètics els massissos on assoleix més alçada. Segons Telleria & Potti (1987), les cotes ocupades en els Pirineus són molt semblants a les dels Alps.

L'excepció són les recents poblacions d'influència atlàntica de la cornisa cantàbrica, colonitzades a partir de meitats del s. XX, en les quals les cotes assolides són sensiblement més baixes (vegeu taula 12).

Pel que fa als aspectes de l'estructura i la composició de l'hàbitat en els set nuclis poblacionals assenyalats a la Península (fig. 12) es resumeixen les informacions disponibles a la bibliografia en les taules 12 i 13 (Affre and Affre 1980; Alvarez 1998; de Juana 1980; Förschler and Klaeger 2007; Matschke and . 2002; Noval 1976a; Noval 1976b; Pedrocchi 1997; Pérez-Contreras 2012; Pérez-Contreras et al. 2005; Potti 1985; Potti, Carrascal, and Palomino 2005; Purroy 1974; Ramos 2004; Saiz-Villoria et al. 2002; Sánchez 1991; Telleria 1987; Telleria and Galarza 1990; Yeatman-Berthelot et al. 1995). La qualificació d'espècie subalpina solament és vàlida per a les poblacions dels Pirineus per tal com és l'únic nucli poblacional on assoleix els nivells altitudinals i les característiques ambientals eurosiberianes que les fan semblants a les muntanyes alpines centreeuropees. Als Pirineus centrals i Andorra (veure Taula 1) pot trobar-se des dels 1100-1400 m al vessant nord fins el límit del bosc marcat pel pi negre, als 2300-2400 als vessants meridionals, tot depenent de l'indret. En aquestes localitats prefereix els boscos esclarissats de *P.uncinata* per davant dels de *P.sylvestris*, però sempre amb abundants rasos i pastures subalpines. Les densitats a les contrades pirinenques van de 1,6 a 9,4 ocells/10ha (veure taula 2). Aquest caràcter subalpí es manté fins l'extrem nord Oriental de Navarra, en el vessant mediterrani dels Pirineus Occidentals on pot arribar fins els 2000 m. A l'extrem occidental de Navarra, corresponent al vessant atlàntic es troba en alçades inferiors, des del 750-1000. Aquests indrets són molt escassos en *P.uncinata* (Larra-Roncal) per la qual cosa, tot i ocupar les escasses zones amb pi negre, és més freqüent a l'estiu als boscos de *P.sylvestris* amb pastures adjacents i marges de fagedes amb avets, localitats que es buiden enterament a l'hivern. Una peculiaritat d'aquests indrets pirinencs occidentals del Nord-Est de Navarra és que la llucareta ocupa els límits de formacions típicament atlàntiques de *Fagus sylvatica* amb abundants pastures, fet que és nou pels Pirineus i que no es dona als Pirineus centrals i orientals.

En altres contrades del País Basc i de Cantàbria es pot trobar també com reproductora en el límit forestal de les formacions caducifòlies, especialment de faig i en les fagedes-avetoses de l'extrem occidental dels Pirineus, on els rasos de pastura i gespes que no siguin prats de dalla semblen determinats per la instal·lació de l'espècie en serres que no atenyen més de 800 m. (Carrascal 1998; Saiz-Villoria, Sánchez, Fombellida, Herrero, and Sánchez 2002) . A més a més, en aquestes contrades la llucareta ha anat colonitzant recentment les repoblacions de pi de Monterrey (*Pinus radiata*) fetes en el segle XX



(Carrascal 1998). Les densitats en aquests dos hàbitats són baixes, de l'ordre de 0.4 a 1.5 ocells/10 ha. Més a l'oest, es troba a Pics d'Europa i la Serralada Cantàbria entre els 700 i 1700 m en el límit del bosc, ocupant dos tipus de formacions: ecotonies de formacions boscoses de fagedes i bedolls i pinedes de repoblació de *P.sylvestris* (Garcia 2015). Més recentment s'ha instal·lat als Massís Galaic (Xistral) i Monts de Lleó (Babia), on les coníferes no s'hi distribueixen de forma natural, passant a ocupar les fagedes i bedollars de caràcter mediterrani amb abundants pastures (Vázquez 2004). No obstant, per raons d'aprofitament forestal, àmplies zones van ser repoblades amb *Pinus sylvestris*, *Pinus pinaster*, i també amb l'exòtic *Pinus radiata*. Algunes d'aquestes bosquíes han estat ocupades parcialment per la llucareta. En certes zones de la Serralada Cantàbrica

ocupa els samontans meridionals, més xèrics, en els savinars de savina turífera (*Juniperus thurifera*) la qual cosa crida l'atenció ja que en aquest mateix hàbitat del Sistema Ibèric la llucareta hi és absent (Tellería et al. 1999; Vázquez 2004). Les cotes que ocupa van des dels 600-800 m als 1500 m en la Serralada Cantàbrica, 700 m al Massís Galaic o els 1700 m en els Monts de Lleó (veure taula 1). Els únics valors de densitats per la zona occidental de la Cornisa Cantàbrica són pel Massís Galaic (Xistral) es situen en els 3,16 ocells/10ha, valors més elevats que en l'extrem oriental basc amb pinedes de pi de Monterrey (Taula 2).

Al Sistema Central (Guadarrama, Somosierra, Ayllon, Gredos) l'hàbitat per excel·lència de la llucareta és el *Pinus sylvestris*. Aquesta conífera de forma natural es troba en el pis oromediterrani (entre els 700-2100 m) on es troben els boscos més madurs. La política forestal del segle XX el va estendre mitjançant repoblacions al pis supramediterrani (entre 1000-1700 m) (Tellería 1987). La llucareta té en seu hàbitat en la part superior del pis supramediterrani i en la totalitat de l'oromediterrani. Les densitats en aquestes pinedes de pi rajolet oscil·len entre 0,6 i 5 ocells/10ha. En algun indret del Massís d'Ayllon, Potti (1985) el cita ocupant llindars de boscos caducifolis.

Al Sistema Ibèric Nord (Neila, Mencilla, Cebollera, Moncayo), De Juana (1980) qualifica d'espècie montana i forestal però no pas subalpina. La llucareta pot habitar els boscos de *Pinus uncinata*, conífera que forma el límit forestal únicament a la Serra de la Demanda (Sòria) i en algun rodal a la Serra d'Urbión (Castillo de Vinuesa), per la qual cosa no és l'hàbitat principal de la llucareta en aquestes contrades nòrdiques. L'hàbitat de la llucareta ho constitueixen principalment els boscos de *Pinus sylvestris*. S'ha trobat en algunes contrades on el pi roig es barreja amb *Pinus pinaster* a 1100-1200 m. A la Serra de la Demanda, amb escassetat de coníferes, se n'ha registrat la presència en la part superior dels boscos de *Fagus sylvatica* (de Juana 1980). En conjunt, sempre es troba per sobre dels 1200 m amb un òptim entre 1700-1900 m. No existeixen dades de densitats d'aquests hàbitats.

En el Sistema Ibèric i també al Sistema Bètic, al baixar en latitud, augmenta la xericitat en les serres més meridionals, cosa que afavoreix l'element submediterrani-continental més termòfil (*Pinus nigra*) versus l'euroasiàtic més higròfil (*Pinus sylvestris*) cosa que obliga al pi roig a ocupar les obagues o restar arraulit a les fondalades. Això permet que *P.nigra* esdevingui dominant en aquestes serres. Així, en el sistema Ibèric sud, a la Serralada de Conca, a Gúdar-Javalambre, Albarracín i al Maestrat, les formacions dominants són de



pinassa (Costa et al. 2005) les quals també constitueixen un bon hàbitat de nidificació per a la llucareta. Al sistema Ibèric Sud el *Pinus uncinata* es gairebé inexistent, i té un darrer reducte a la serra de Gúdar (Terol) per la qual cosa tampoc és un hàbitat important a la zona. L'hàbitat majoritari al Parc Natural de l'Alto Tajo està constituït per boscos de *P.sylvestris* d'una certa alçaria (al menys de 12 m) barrejats amb *P.nigra* en una franja altitudinal de 1230-1430 m, per tant en cotes força més baixes que les poblacions dels Pirineus (Potti, Carrascal & Palomino, 2005). Les densitats allí enregistrades, no obstant això, són les més elevades de la península: 20,9 (mixtos de pi roig i pinassa) i 21,4 (pi roig) ocells/10ha. Caldria revisar quan i com es van obtenir aquestes dades ja que són excepcionalment altes. Sánchez (1991) en condicions de alta producció de pinyes en pinedes de pi roig en plena pluja de pinyons, en boscos de pi roig de Gredos (Sistema Central), dona valors semblants a aquests, de 20,7 ocells/10ha, que es corresponen a la temporada prevernal, o de finals d'hivern, en un d'excepcional productivitat o període anyívol ("vecero") que clarament és ocasional. Pot trobar-se també en boscos de pinassa i de pi roig de la zona de Castelló (Ferrer 1986), ja fora del Sistema Ibèric.

En les serres Prebètiques de Cazorla i Segura la llucareta ocupa les extenses masses autòctones de *Pinus nigra* ssp. *salzmannii*, en alçades entre 1600 i 1800 m. A Sierra Nevada, en el Sistema Penibètic, a uns 100 km de les localitats anteriors, assoleix molta més alçada, semblant a les de les cotes pirenaïques entre 1800-2300 m (Märki et al. 2012; Pérez-Contreras 2012; Pérez-Contreras, Garzón-Gutierrez, Garcia, and Tamayo 2005). Allí ocupa les pinedes de repoblació principalment de *Pinus sylvestris* (Puerto de la Ragua) que són les més abundants, tot i que a la serralada també s'han fet repoblacions amb *P.uncinata*, *P.nigra* i *P.pinaster* (Ceballos and Ruiz de la Torre 1971; Ruiz de la Torre 2006). No existeixen dades de densitats d'aquests hàbitats.

Cal comentar l'espectre ecològic que dona Carrascal de la llucareta (1998). Considera la llucareta com una espècie més aviat especialista que no pas generalista, lleugerament especialitzada en gradients climàtics i d'ús del sòl i que pot atènyer una densitat ecològica màxima de 10,52 aus/10ha, amb els valors més elevats en formacions arbrades (entre 5,16 i 7,97 aus/10ha). A nivell de distribució altitudinal, la densitat més alta es trobaria entre els 1500 i els 2000 m (9,1 aus/10ha), seguit de l'interval inferior corresponent a 1000-1500 m (4,44 aus/10ha). Aquestes dades estan força d'acord amb el que s'expressa a la tesi. També ressalta el seu caràcter termòfil amb més tendència heliòfila que no pas esciòfila, amb la qual cosa també coincideix amb els criteris mostrats a la tesi. No coincideix però en l'apreciació de considerar-la poc afí a les formacions d'aciculifolis, contràriament al què es mostra clarament en la tesi.

1.1.2.4 HÀBITAT HIVERNAL

Tradicionalment, la reproducció sempre ha atret més l'atenció dels ornitòlegs mentre que l'estudi de la hivernada ha quedat en un segon terme. És per això que abans d'entrar en detall a tractar l'hàbitat hivernal de la llucareta, és important donar unes informacions bàsiques que permetin valorar aquest període crucial en el cicle biològic de les aus, al qual des de fa un temps ja se li comença a donar la importància que mereix. L'hivern es caracteritza per un enduriment de les condicions climàtiques que les aus poden contrarestar mitjançant diverses adaptacions fisiològiques o conductuals, o simplement



desplaçant-se a zones d'ambient més benigne i temperat (p.e. migrant o fent moviments altitudinals com la llucareta). Per tal de compensar els requeriments energètics més elevats de l'hivern, les aus han desenvolupat diferents adaptacions: augmenten la mida de les reserves de greix, emmagatzemen aliment, augmenten la taxa metabòlica i desenvolupen diferents comportaments especialitzats. La Península presenta una benignitat climàtica i una alta productivitat hivernal de recursos tròfics amb una gran variació altitudinal, característiques totes que afavoreixen una gran disponibilitat i heterogeneïtat de recursos per a les aus. Això permet oferir un ampli ventall de possibilitats tròfiques: herbes, llavors, bulbs, tubercles i rizomes; fruits, baies i aglans; pinyons i fruits d'arbres i arbusts i invertebrats. La presència d'efectius hivernants pot variar molt entre anys, a causa de fenòmens com les fuites tèrmiques, les irrupcions i els moviments altitudinals causades per inclemències meteorològiques. Una de les estratègies més utilitzades durant l'hivern consisteix en l'agregació d'individus en bàndols, si bé altres espècies segueixen mantenint patrons territorials. La socialització hivernal comporta diferents costos i beneficis, que són compensats amb diverses estratègies, com els grups heteroespecífics, els dormidors comunals, l'organització en jerarquies socials, o la repartició de l'espai entre classes. L'hivern pot tenir importants conseqüències en els patrons evolutius de les diferents espècies, tant perquè moltes aus s'aparellen ja en aquesta estació, com per les fortes pressions de selecció a què es veuen sotmeses a les casernes d'hivernada causades pel rigor d'aquesta estació. Tenim, per tant, que les conseqüències del que passi durant l'hivern no es limiten només a aquest període, i d'aquí la importància d'aquest període en el cicle anual de les espècies i, particularment, de la llucareta.

Mentre que hi ha força informació autoecològica de l'hàbitat reproductor de la llucareta tant a escala europea com peninsular, pel que fa a l'hàbitat d'hivernada la informació és força més escassa i comença a veure la llum gràcies als diversos atlas dels ocells hivernats que s'han començat a endegar (Borras et al 2011; Borras & Senar 2013). A Europa la hivernada de la llucareta és coneguda en treballs descriptius locals, especialment pel que fa a la població suïssa i francesa (Märki 1976) (Crousaz and Lebreton 1963) però no s'han fet estudis sobre les preferències dels hàbitats hivernals. A la Península Ibèrica, dels treballs generals de (Carrascal, Palomino, and Lobo 2002) i (Carrascal and Lobo 2003) es pot extraure informació sobre l'hàbitat peninsular de la llucareta a l'hivern.

Ara per ara, la informació general sobre les preferències d'hàbitat hivernal de la llucareta a la península es troba continguda en el llibre *Atlas de la aves en invierno* en España (Borras and Senar 2013). Els hàbitats on hi ha més densitat són, per ordre de rellevància, les pinedes de pins montans i submontans (pinassa, pi roig), les ginebreds i savinars de la zona central peninsular i els mosaics agropecuaris. Els boscos mixtos, matollars, herbassars i conreus de secà tenen unes densitats més baixes. Les coníferes (*Pinus sylvestris*) també són senyalades com a hàbitat més seleccionat a la zona central de la Península (Carrascal, Palomino, Lobo 2002), destacant alhora la nul·la rellevància dels caducifolis i els escleròfil·les en la configuració dels quaters d'hivernada. Pel que fa a les preferències d'hàbitat a la Península, la llucareta tolera variacions tèrmiques importants (rang de 10,5°C) (Borras and Senar 2013) i mostra una certa termofília en l'elecció dels indrets de residència hivernal. Les alçades més favorables estan per sobre dels 300 m arribant fins als 1500 m. Prefereix vessants assolellats i zones amb turons allunyades de



les planes amb inversions tèrmiques i boires, generalment lluny d'ambients litorals, més aviat en ambients submediterranis o continentals (mesomediterranis i supramediterranis). Campeja per les pinedes i el mosaic agroforestal de la muntanya mitjana.

L'hàbitat hivernal és molt important per entendre la dinàmica de l'espècie car, a banda del repte que suposa per a la seva supervivència, és en aquest període quan s'aparellen. A més, pot realitzar una *cria oportunista* en el mateix hàbitat on ha acabat de passar el dur hivern (Borras and Senar 1991). Ultra dir, que l'hàbitat hivernal català constitueix alhora una important caserna d'hivern d'aus pirinenques de localitats exteriors al Principat i d'aus extrapirinenques centreeuropees ((Borras et al. 2005) (Borras, Cabrera, Colome, and Senar 2012)).

1.1.3 ESTAT ACTUAL DE LES POBLACIONS TRANSPIRENAIQUES

L'estat i la dinàmica de les poblacions de llucareta transpirinenques, contràriament al que hom podria suposar, no es coneix en detall i la informació existent és força fragmentada i deixa veure moltes llacunes. L'amplitud de la serralada alpina, distribuïda per sis països, i la seva complexitat orogràfica, dificultat la prospecció i l'obtenció de dades. Tanmateix, tot i la tradició ornitològica més arrelada, manquen registres antics que permetin fer comparacions amb les dades recents per tal de treure conclusions sobre colonitzacions, extincions i recolonitzacions i així avaluar si aquestes poblacions presenten o no una dinàmica de metapoblacions. Les informacions recollides en aquest apartat s'han confeccionat a partir de tres fonts: webs, bibliografia i informacions d'ornitòlegs centreeuropeus. De bibliografia, s'han consultat les següents fonts: (Bauer and Berthold 1997; Bezzel 2005; Dvorak et al. 1993; Feldner et al. 1999; Glutz and Bauer 1997; Keller 1890; Kilzer et al. 2011; Märki 2015; Märki and Adamek 2013; Maumary et al. 2007; Mieslinger and Schuster 1996; NITSCHKE and PLACHTER 1987; Probst 2015; Sabel 1983; Schmid et al. 1998).

De webs, es destaquen:

- *Die Vögel der Schweiz; Schweizerische Vogelwarte Sempach - Swiss Bird Index SBI;*
- *Der Zitronenzeisig a Nordrhein-Westfahlen VDM 12/2011;*
- <www.birdlife.at/kaernten/downloads/Probst_2012_Zitronenzeisig.pdf>;
- <www.odonatalesace.org/.../ODONAT_Carte_Venturon_Montagnard>

L'actualització de la informació regional i molta de la bibliografia específica centreeuropea, ha estat facilitada amablement per Hans Märki, un bon coneixedor de les llucaretes suïsses i centreeuropees. Seguidament es comenten les dinàmiques d'ocupació de l'espai dels diferents nuclis de població transpirinencs de llucareta.

- *FRANÇA (D, nucli 8)*

No es té informació de la dinàmica poblacional i dels canvis en l'estatus de la població francesa dels nuclis del Massís Central i la regió de l'Auvergne. Tot i així al sud de Massís Central no es van localitzar nuclis de llucareta a les regions de Mont Lozère i Mont Aigoual fins que no s'hi van fer prospeccions per a l'atles de les aus reproductores franceses. En aquest cas, més que una colonització de nous espais alguns ornitòlegs creuen que es tracta de manca de visites i de prospecció d'alguns espais (Märki, com. per.), cosa que en un país ornitològicament més avançat, sorprèn i fa pensar. Al sud-est



de França, a Provença, existeix una població aïllada al "Mont Ventoux". No es coneix exactament si aquesta muntanya va ser colonitzada al segle passat, perquè no es tenen dades d'abans dels anys 1960. Se suposa que hi ha hagut un augment d'aquesta població malgrat la manca regular d'observacions. A les zones baixes del massís, les llucaretes hi passen l'hivern. Les recuperacions d'aus capturades en migració a Suïssa demostren una immigració important en l'època d'hivern (una au capturada per primera vegada a Baviera, els altres probablement són d'origen suís)

- *ITÀLIA (D, nuclis 9-10)*

Tampoc hi ha registres ni comentaris sobre la dinàmica poblacional de l'escassa població italiana, sempre relacionada amb les fronteres d'aquest país amb França, Suïssa i Àustria. La situació de la regió de la frontera sud dels Alps a Itàlia, al sud de Suïssa, a l'est de la regió de Ticino (= "Tessin"), fins a la part oriental dels Alps italians, generalment es descriu com de distribució irregular i fragmentada. Molts dels hàbitats adequats no són pas ocupats per l'espècie. L'ocupació hivernal es descriu per almenys una bona part de la població reproductora i també per la suposada arribada de llucaretes provinents del nord, tot i que fins ara no hi ha constància per recuperació d'anelles.

- *SUÏSSA (E, nucli 10)*

Les poblacions amb més bona salut de Suïssa es troben als vessants nord dels Alps, al sud-oest en Vallais al sud-est en els Grisons (Märki 2015; Maumary, Vallotton, and Knaus 2007). Sembla que les densitats són molt baixes i oscil·larien entre en general entre 1,5 i 2 ocells/10ha, amb dades puntuals de 11 ocells/10ha, als Alps centrals (Lenk).

La dinàmica d'extincions i colonitzacions a Suïssa és un xic complexa i difícil de desentrellar. Com a regla general, les dades de Suïssa i Alemanya informen o suposen una lenta disminució de les poblacions. Es pot afirmar que a la part més baixa de les muntanyes del Jura i una part de la regió prealpina de Suïssa la llucareta ha desaparegut ja fa més temps, però no hi ha un canvi clar en la serralada central dels Alps, on ateny les majors concentracions. S'ha reportat una disminució local o regional, cosa que ha succeït sense cap canvi dramàtic, cosa que fa que el *Swiss Bird Index* (l'*índex Suís d'Ocells* o *SIB*) no indiqui un declivi espectacular de l'espècie (Märki, com. per.). Es coneix una petita regressió en el període comprès entre 1972-1976 i 1993-1996 i també en el present. Tot seguit una breu descripció dels principals moviments regressius detectats en la bibliografia:

- A les muntanyes del Jura: la part de "Freiberge" (= *Franches Montagnes*) la part més baixa del nord de les muntanyes Jura dels 1000 m fins a 1200 m va ser abandonada entre els anys 1976 i 1993 i fins ara no s'ha produït la recolonització. A les muntanyes del Jura les llucaretes es concentren a les regions més altes en la part central i occidental fins arribar a l'est de *Chasseral* (màxim de 1607 m). Fins i tot sembla estar en curs un augment en el nivells baixos.
- En una muntanya més o menys aïllada, separada dels Alps, anomenat "Napf", d'alçada màxima de 1408 m, situada a 30 km a l'oest de la ciutat de Lucerna, el total de parells de cria abans de 1976, es va estimar en 20-30 o fins i tot menys. Es va extingir o era molt rara i irregular a l'any 1976. Actualment ja no s'hi observen.



- A "Oberengadin" (=Samedan) i "Puschlav" (=Poschiavo) situades al sud-est dels Alps suïssos s'informa d'una disminució a partir de 1980. Les raons també són desconegudes.

En conjunt, els tres nuclis alberguen una petita població, probablement entre 1% i 2% de la població Suïssa, i probablement és per això que l'índex Suís (SBI) no detecta cap disminució global (Märki, com. per.). Hi ha extincions i noves localitats colonitzades a Valais i Pre-Alps. També al Jura, i al Ticino, tot i que en aquestes zones també es registren extincions. Les raons que regeixen la dinàmica de població de les Ilucaretes als Alps, especialment en el Ticino i en les regions intra-alpines, amb distribució espacial desigual i fragmentada i amb densitats molt variables encara es desconeixen Märki in (Maumary, Vallotton, and Knaus 2007).

- *ALPS SUÏSSOS ORIENTALS FINS ÀUSTRIA (nucli 11)*

Des dels Alps suïssos fins al límit de distribució oriental de la Ilucareta a la regió sud i sud-oest de Salzburg a Àustria, la presència de Ilucaretes és clarament menys freqüent. En general, a mesura que ens desplaçem cap l'est la distribució es descriu com irregular i dispersa. Això significa que molts dels biòtops que podem qualificar-se com a adequats per a l'espècie la Ilucareta no hi és present. La freqüència també declina en la part oriental de Suïssa, de nord a sud (per raons desconegudes), tot i que els hàbitats adequats són aparentment òptims i estan freqüentment representada la zona subalpina.

- *POBLACIONS AL NORD DELS ALPS (F, nucli 12)*

Al nord de la cadena dels Alps, als massissos de Vosges i el Jura, és coneguda la reproducció irregular de parelles aïllades o de petits grups en general. Es dona generalment a altituds més baixes que en la principal zona alpina i després d'una temporada de cria desapareixen de les zones. Part d'aquestes "reproducció fora de lloc" es dona en els anys de fructificació excepcional de *Picea abies* cosa que fa pensar en les reproduccions oportunistes a la península ibèrica (veure 4X).

- *ALEMANYA*

La densitat i la regularitat de presència en l'hàbitat adequat disminueix a l'est de Suïssa i en els Alps alemanys, on la disminució i l'aparició irregular és molt clara. La distribució de Ilucareta als Alp de Baviera (=Bayerischen Alpen), és irregulars i no és fragmentada únicament a la part occidental de la zona. Allí les aus eren atrapades amb xarxes japoneses a començaments de la primavera quan encara hi havia neu a les muntanyes. El nombre de Ilucaretes capturades a *Garmisch-Partenkirchen* es va reduir des dels anys 1980 cap ençà. Des de 1979-1983 la Ilucareta era qualificada com una espècie reproductora regular i freqüent en el Alps de Baviera, però en el període 1996-1999 l'espècie es va rarificar i va passar a qualificar-se com a escassa a la regió (Bezzel, 2005). Per avaluar la dimensió de la davallada es donen les dades de Bezzel et al. (2005) per període 1996-1999: de 3000 a 5000 parelles. Aquestes es poden comparar amb les dades recents del període 2005-2009 de Rödi (2012): de 370 a 650 parelles, denotant una clara davallada.



També s'ha parlat de possibles colonitzacions cap el centre i el nord d'Alemanya. El tema és analitzat per *Glutz von Blotzheim (1997)* el qual ho fa amb més precisió que Cramp i Perrins (1994) en el "*Handbuch der Vögel Mitteleuropas*".

- A "Selva de Turíngia" (=Thüringer Wald), una regió coneguda per la seva tradició de caçar ocells per engabiar-los, des del 1932 al 1975 hi van haver 63 observacions acceptades de llucareta, la majoria fetes a finals d'estiu i durant la tardor, que podrien correspondre a moviments de la dispersió post-reproductora. Sabel (1983) indica un nombre creixent de captures des de 1970. Només una vegada es va constatar la presència en temps de reproducció i segons que sembla aquesta no es va poder comprovar.
- A la muntanya de l'"Harz" des de setembre 1961 fins setembre 1964 es reporta la presència anual de juliol a octubre (més tard, només a l'agost de 1967 i la darrera de juliol de 1975) de fins a 20 individus. Només hi ha una observació (una parella) des de mitjans de maig de 1973 fins a primers dies d'agost, però es va demostrar que no s'hi va reproduir.
- En tots els altres casos en el nord i el centre d'Alemanya hi ha citacions conegudes però no en el període de reproducció. Com que Alemanya és exhaustivament examinada pels ornitòlegs, es pot excloure que la reproducció de la llucareta pugui haver passat desapercebuda, però resta una certa incertesa.
- A Renània del Nord-Westfàlia (=Nordrhein-Westfalen), (Förschler 2012) reporta una ocurrència aïllada i ben documentada: un mascle adult el 7 i el 9 de gener de 1994 a una menjadora per a ocells. Pel que sembla l'aparició de la llucareta en el centre i el nord d'Alemanya ha estat molt rara en les últimes dècades.

- SELVA NEGRA, ALEMANYA (E, nucli 12)

A la regió de *Baden-Württemberg*, regió que limita a l'est amb Baviera, la població de llucareta es concentra al sector muntanyós occidental de la Selva Negra (=Schwarzwald). Els registres més antics de llucareta són de 1817. Ocupa els boscos de *Picea abies* i *Pinus mugo* ssp. *rotundata*, trobant-se a cotes més baixes que a la resta dels Alps (850-1160 m). Després de la població de Baviera, és la segona en què es va documentar quantitativament la seva davallada. S'ha publicat la tendència regressiva a la zona nord de la Selva Negra, estudiada durant 15 anys, amb la conclusió que en 10 anys es pot arribar a extingir (Förschler and Dorka 2010). Sorprenentment, a l'oest de la Selva Negra, en contrades separades pel Rin, els Vosges francesos, actualment encara hi ha localitats ocupades per la llucareta, les quals són ecològicament equivalents (a baixa altitud a 800 m), tot i que la mida de la població també és molt petita, tal i com va poder comprovar Märki el juny del 2011 (com. pers.). No es coneix la seva dinàmica ni tampoc hi ha estudis que vaticinin la seva extinció.

- ÀUSTRIA I ESLOVÈNIA (E, nucli 11)

A la frontera de Suïssa oriental, al *Voralberg* austríac (Kilzer, Willi, and Kilzer 2011) es palesa una clara disminució de llucareta. Des d'aproximadament 1890 es tenen citacions de llucareta en regions d'Àustria on l'espècie és encara avui molt rara o ja ha desaparegut en moltes contrades. L'àrea de reproducció no ha estat mai estable a la part oriental dels Alps austríacs. La llucareta s'ha reproduït ocasionalment a l'est de la ben definida frontera oriental en aquesta part dels Alps, però mai la colonització d'aquestes localitats aïllades s'han mantingut gaire en el temps, màxim un any en la



majoria d'elles. Atenen el que s'ha dit, l'àreal de la llucareta és difícil que s'estengui cap a l'est. L'única excepció fora de la cadena dels Alps, fou el 1997 a la muntanya de "Dobratch" (a l'oest de la ciutat austríaca de Villach, a Caríntia), on es van detectar algunes parelles. Des de llavors, la llucareta es reproduïx cada any en aquesta part dels Alps austríacs (recentment entre 7 o 14 parelles) les quals omplen l'espai buit entre la cadena alpina a l'est dels Alps i la muntanya de "Triglav" a Eslovènia i les muntanyes "Karawanken" (al sud de *Klagenfurt*). No es disposa d'informació actual de la població de llucaretes del massís de *Triglav* a Eslovènia i de les cadenes muntanyoses anomenades "Alps Julians" i "Karawanken" les quals, no obstant, tenen poblacions certament petites, (H. Märki, com. per). En aquesta regió de l'extrem est amb una densitat molt més gran d'activitat ornitològica, els autors no estan segurs si la suposada aparició tardana de la llucareta no és resultat de la baixa activitat de prospecció o bé representa un fenomen real (Mieslinger, 1996). Com en altres regions dels Alps, *Picea abies* és l'espècie d'arbre preferit per niuar i són els seus boscos els que configuren l'hàbitat majoritari de la llucareta a bona part de l'àreal alpi.

En general es pot afirmar pel que fa al conjunt de la població transpirinenca, que la densitat i la regularitat de presència de llucaretes en hàbitats adequats, disminueix en dos components: un cap l'est i l'altre cap el sud. La llucareta es fa més rara i deixa buides moltes localitats aparentment òptimes des de Suïssa, cap els Alps alemanys i Àustria, amb una clara disminució, fragmentació i aparició irregular cap l'est d'Àustria i Eslovènia, essent en general mal coneguda la dinàmica d'aquesta frontera oriental. El component de rarefacció nord-sud afecta la serralada dels Alps (veure mapa fig. 76).

1.2 RECURSOS DE BIODIVERSITAT

Qualificar la llucareta com un recurs de biodiversitat implica parlar de dos conceptes aparentment diferenciats: recursos naturals i biodiversitat. La percepció del concepte de recurs natural ha canviat molt a partir de la segona meitat del s. XX, paral·lelament a com l'home va sent conscient de l'impacte de les seves activitats sobre el medi ambient. L'home comença a prendre consciència del valor del medi ambient, de la responsabilitat de la seva conservació. En paral·lel s'interessa cada cop més per conèixer, valorar i preservar la diversitat biològica del seu planeta amenaçat, és a dir, s'interessa per la biodiversitat. En aquest apartat es fa una revisió d'aquests dos conceptes, de la relació entre ells en el context històric del s. XX i la consideració dels recursos de biodiversitat des de la perspectiva legal, de gestió i econòmica.

1.2.1 LA BIODIVERSITAT

El concepte de *biodiversitat* es difon en biologia gràcies als treballs del sociobiòleg americà (Wilson 1988) a la dècada dels vuitanta del s. XX, i a la dècada següent es popularitza i converteix en un molt interdisciplinari a partir de la *Cimera de la Terra de Rio de Janeiro* (1992), en la que es signa el *Conveni sobre la Diversitat Biològica*. Es defineix a la *biodiversitat* com "la variabilitat d'organismes vius de qualsevol font, inclosos els ecosistemes terrestres i marins i altres ecosistemes aquàtics i els complexos ecològics dels quals ells formen part; comprèn, tanmateix, la diversitat dins de cada espècie, entre les espècies i entre els ecosistemes". A començaments dels anys 90, l'*Oficina Tècnica del Congrés dels EUA* fixa el significat de la paraula biodiversitat, de manera simple, com "nombre de diferents ítems i la seva freqüència relativa", establint que hi ha tres nivells



de biodiversitat: genètic, d'espècies i d'ecosistemes. Actualment, s'utilitza el mot molt sovint el mot biodiversitat com a sinònim del conjunt de la vida en el context de la Biosfera. L'essència del valor *per se* de la biodiversitat és que els ecosistemes, les biocenosis i les poblacions de les espècies que forneixen la Biosfera contenen informació útil per a la societat ja que la biodiversitat existent avui és el resultat d'un procés evolutiu de milions d'anys i per tant conté una mena de biblioteca d'informació genètica acumulada a través del temps que cal conèixer i especialment preservar.

L'any 1989 va representar realment el punt d'inflexió per a la conservació de la natura a Espanya, en ser promulgada la Llei 4/1989 de *Conservación dels Espacios Naturales y de la Flora y la Fauna silvestres*, que aporta per primera vegada la idea de conservació activa i donava un tractament específic a les espècies amenaçades, tot i que a un nivell bàsic de protecció genèrica. Va suposar un canvi de paradigma ja que es va passar de considerar que "tot es pot explotar llevat del que està protegit", a "totes les espècies estan protegides encara que algunes es poden explotar". La llei creà el *Catálogo Nacional de Especies Amenazadas*, en el que s'inclouen les espècies, subespècies o poblacions explícitament protegides i amés considerava tres categories més d'amenaça. Va suposar donar una forma jurídica que obligava i facilitava l'aplicació de les mesures de protecció necessàries. Aquest catàleg estava contemplat com una eina en contínua revisió, amb modificacions, incusions o exclusions d'espècies en cada una de les categories: en *perill d'extinció*, *sensibles a l'alteració del seu hàbitat*, *vulnerables* i *d'interès especial*. Per a cada categoria la llei preveia un pla de gestió específic. Les *espècies sensibles a l'alteració del seu hàbitat* eren aquelles l'hàbitat de les quals estava particularment amenaçat, fraccionat, molt limitat o en greu regressió. Aquesta qualificació comportava la necessitat de redacció d'un *Pla de Conservació de l'Hàbitat* en el que s'havien d'indicar les directrius i mesures necessàries per assegurar la seva conservació. Les *espècies vulnerables* eren les que corrien el risc en un futur immediat de passar a les categories anteriors si els factors adversos que actuen sobre elles i les seves poblacions no fossin corregits. Precisaven d'un *Pla de Conservació de l'Hàbitat* en el qual s'havien d'indicar les directrius i mesures necessàries per assegurar la seva conservació. Pel que fa a les espècies *d'interès especial*, eren mereixedores d'una atenció particular en funció del seu valor científic, ecològic, cultural, o per la seva singularitat tot i no estar contemplades en cap de les categories precedents. L'adscripció d'una espècie a aquesta categoria comportava l'elaboració d'un *Pla de Gestió* en el qual s'indicarien tant les directrius com les mesures necessàries per assegurar la seva conservació. Tanmateix, les comunitats autònomes havien de desenvolupar també les competències que els hi atorgava la llei i la *Constitució Espanyola* en matèria de gestió i protecció, creant els seus propis catàlegs d'espècies amenaçades i d'espècies susceptibles de caça o pesca, així com noves categories d'amenaça i normes complementàries de protecció ambiental.

Actualment, a nivell estatal, està vigent la llei 42/2007, *del Patrimoni Natural i de la Biodiversitat*, que assumeix els principis fonamentals del *Conveni de Nacions Unides sobre la Diversitat Biològica*, crea el Reial Decret (1274/2011, de 16 de setembre), del *Pla estratègic del patrimoni natural i de la biodiversitat 2011-2017* com a instrument de planificació de la activitat de l'Administració General de l'Estat en la matèria. En el *Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial* i el *Catálogo Español de Especies Amenazadas*. En el llistat s'inclouen les espècies, subespècies i poblacions mereixedores



d'una atenció i protecció particular en funció del seu valor científic, ecològic, cultural, singularitat, raresa o grau d'amenaça, així com aquelles que figuren com a protegides en els annexos de les directives i els convenis internacionals ratificats per Espanya. Dins de la Llista es crea el *Catálogo* que inclou, quan es disposi d'informació tècnica o científica que així ho aconselli, les espècies que estan amenaçades les en algunes de les següents categories: a) En *perill d'extinció*: espècie, subespècie o població d'una espècie la supervivència és poc probable si els factors causals de la seva actual situació segueixen actuant; b) *Vulnerable*: espècie, subespècie o població d'una espècie que corre el risc de passar a la categoria anterior en un futur immediat si els factors adversos que actuen sobre ella no són corregits. Pel que fa a la protecció de la fauna a Catalunya, tenim el *Decret Legislatiu 2/2008, de 15 d'abril, pel quals s'aprova el Text refós de la Llei de protecció dels animals*. Els animals queden classificats segons la infracció de la normativa en 4 categories: de l'A (molt greu) a la D (lleu). A banda de les consideracions estrictament legals, existeixen multitud de llistes i llibres vermells en tots el àmbits que contemplen el risc d'extinció les faunes locals. La *Unió Internacional per a la Conservació de la Naturalesa (UICN)* estableix unes criteris tècnics i científics per avaluar el risc d'extinció d'espècies i subespècies. Les espècies es classifiquen segons el seu risc d'extinció en 5 categories: En *Perill Crític (CR)*, En *Perill (EN)*, *Vulnerables (VU)*, *Gairebé Amenaçat (NT)* i *Preocupació Menor (LC)*. Tot i així, existeix una diferència entre les llistes vermelles i els catàlegs, ja que aquelles avaluen científicament el risc d'extinció, els catàlegs determinen les prioritats de conservació (Gallego and Atienza 2011).

Una consideració final sobre dels aspectes legislatius. Els catàlegs d'espècies protegides per normes legals, són necessaris i útils, però constitueixen valoracions parcials de la complexitat associada a la biodiversitat. La biologia de les espècies considerades com recursos de biodiversitat ha de ser ben coneguda i estar ben documentada amb treballs científics, ja que solament amb aquest avals poden tenir una consideració legal de caràcter proteccionista i formar part d'aquests catàlegs d'espècies protegides. No obstant això, existeix un retard entre ciència i protecció, ja que aquests llistats tenen el problema que acostumen a anar considerablement endarrerits respecte al coneixement científic que es va assolint de les espècies, cosa que provoca que en els catàlegs hi manquin espècies en situació d'amenaça ben coneguda. Altrament, els catàlegs i llistes vermelles d'espècies amenaçades solen excloure'n d'altres que, malgrat no ser gaire rares o no estar prou amenaçades, són determinants per garantir aspectes clau o el simple equilibri dels ecosistemes als quals pertanyen.

La presa de consciència respecte l'amenaça de la fauna silvestre i el seus hàbitats, com s'ha comentat en l'apartat anterior, conjuntament amb el canvi de paradigma respecte a l'ús racional dels recursos que es dugué a terme en els trenta anys següents a la publicació de *Silent spring* (Carson 1966), van causar un canvi de percepció sobre la vida silvestre i el medi ambient. Es comença a prendre consciència que la nostra societat obté beneficis dels processos ecològics naturals dels ecosistemes que subministren a la humanitat una gran i important gamma de serveis gratuïts, constituint els que s'anomenen *serveis ecològics*. Així, al conservar la biodiversitat, ens assegurem també aquests *serveis dels ecosistemes* en els quals es basen totes les economies. Els ecosistemes contribueixen a regular el clima i a atenuar els efectes de les catàstrofes naturals i ens aporten bens intangibles, però molt valuosos. Aquest béns són els



anomenats *serveis culturals de la biodiversitat* i la valoració econòmica d'aquests serveis, és actualment una iniciativa esperonada pels treballs de *The Economics of Ecosystems and Biodiversity for Policy Makers (TEEB)* integrada en el *Programa de Medi Ambient de les Nacions Unides*.

1.2.2 CONSIDERACIONS SOBRE ELS RECURSOS DE LA BIODIVERSITAT

Com consideració final, direm que per definir una espècie animal com un *recurs de biodiversitat* cal considerar diferents nivells d'actuació. Aquest nivells que tot seguit breument es descriuran, assoleixen dos objectius ben clars, el de la gestió i el de la valoració econòmica, ambdós perfectament compatibles.

Pel que fa a la gestió, de caràcter clarament conservacionista, destacarem quatre etapes:

- En primer lloc. I el més bàsic, cal disposar d'un acurat coneixement sobre la biologia de l'espècie i del paper que juga en el seu ecosistema. Aquest ha basar-se en censos, marcatges, informes tècnics i treballs científics que es puguin consultar en publicacions científiques. S'ha de tenir, en aquest àmbit de coses, una informació acurada de l'ecologia de l'espècie, de l'estat i les tendències de les seves poblacions
- En segon terme s'ha de conèixer l'estat en què es troba el seu hàbitat, considerar el grau d'explotació i d'amenaça, i veure com això pot afectar en la dinàmica de les poblacions de l'espècie considerada
- La majoria d'espècies considerades recursos de biodiversitat ha d'estar incloses en el *Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas* per la qual cosa disposaran d'un cert estatus de protecció: en perill, vulnerables o d'interès especial. S'ha d'estar sempre actualitzant la informació sobre la seva ecologia, l'estat de la població i les seves amenaces. A la que hi hagi elements que facin témer per l'espècie o el seu hàbitat, s'ha de considerar si cal revisar la situació de l'estatus de protecció legal de l'espècie en el *Catàleg d'espècies amenaçades*
- Tot seguit, si hi ha hagut canvis de consideració legal de l'espècie, caldria pensar en la necessitat de confeccionar d'un pla de gestió adequat a la categoria de protecció en què s'hagués inclòs l'espècie i/o els seus hàbitats (Plans de recuperació, plans de conservació, plans de conservació de l'hàbitat o plans de gestió).

Dels quatre punts d'actuació, la present tesi es centra en els tres primers. En primer lloc es destacaran els valors poblacionals, genètics i de biodiversitat de l'espècie que justificarien la consideració (mínima) d'*espècie d'interès especial*. Seguidament es posarà de manifest la relació que aquest fringíl·lid ha mantingut històricament amb l'home i amb els seus recursos i com això ha afectat les seves poblacions. Tanmateix es relacionarà el paper de l'activitat antròpica sobre els recursos agroforestals i silvopasorals i com pot repercutir en el futur de l'espècie a curt i mitjà termini.

1.3 LA TEORIA DE METAPOBLACIONS

1.3.1 LA FRAGMENTACIÓ DELS HÀBITATS

La fragmentació és una de les tres causes principals de la problemàtica ambiental actual. Consisteix en la divisió d'un hàbitat continu en trossos més petits i aïllats, el resultat és la reducció de l'àrea total d'hàbitat per a una espècie considerada És el que s'anomena



pèrdua d'hàbitat de l'espècie. La pressió antròpica, com deia Margafef (1991), és inversament proporcional a l'altura hipsomètrica, cosa que fa que les comunitats vegetals dels ambients muntanyencs hagin rebut menys aquest pressió de fragmentació ambiental. El procés de fragmentació no és doncs, a l'atzar. Les àrees accessibles, de topografia poc accidentada, amb alta productivitat són les primeres a ser alterades per utilitzar la terra en agricultura, assentaments humans o extracció forestal. En algunes ocasions, com el cas de les espècies de distribució borealpina, presenten forçosament una distribució natural fragmentada deguda a la naturalesa de l'hàbitat el qual es troba confinat als cims dels massissos i es presenta com si es tractés de veritables illes (figura 8c i 8d). La llucareta presenta aquest tipus de distribució. Els mapes de la figura 8a i 8b mostren dues espècies ibèriques amb distribució fragmentada: el *Lynx pardina*, per temes de fragmentació de l'hàbitat i la papallona *Graellsia isabellae* per temes de distribució de les masses idònies de pins.

1.3.2 LA DINÀMICA DE METAPOBLACIONS

Hi ha dos grans tipus de models que permeten explicar l'abundància i la distribució de les espècies. El primer és dinàmic i té el seu origen en la *Teoria de la biogeografia insular*. L'altra tipus és estàtic i basat en processos ecològics locals de classificació, relacionats amb l'heterogeneïtat de l'ambient, i

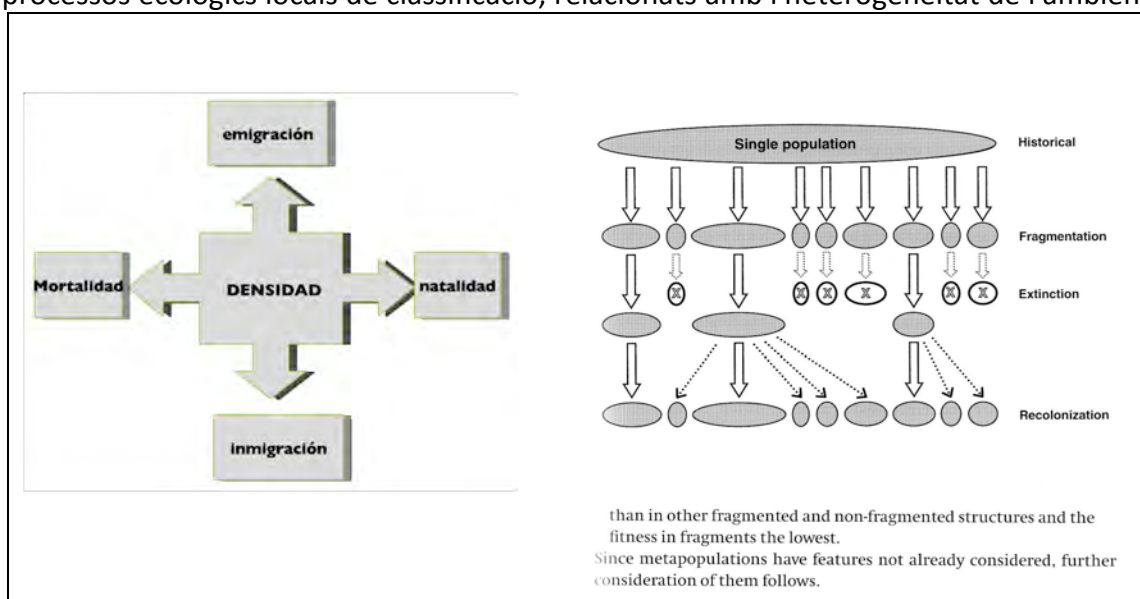


Figura 1.10 (a) Paràmetres que afecten la dinàmica d'una metapoblació (Hanski, 1999) (b) (Evolució de metapoblacions per colonització, recolonització, extinció... Frankham et al. (2002)

sovint es refereixen com a *Models basats en el nínxol*. Els anys seixanta marcarien un canvi important en la manera de concebre el paper de la fragmentació. D'una banda, estudis genètics mostraven que les poblacions no es troben aïllades ja que existeix un intercanvi gènic important entre els individus de diferents poblacions. D'altra banda, es publiquen una sèrie de teories que sens dubte marcarien la manera d'entendre el paper de la fragmentació. El 1967 MacArthur i Wilson publiquen un llibre titulat *La Teoria de Biogeografia de les Illes* (MacArthur and Wilson 1983). En essència, aquesta teoria afirma que el nombre d'espècies d'una illa ve determinada per un equilibri entre la taxa d'immigració i la taxa d'extinció, essent aquest un equilibri dinàmic. Encara que MacArthur i Wilson van estudiar illes



marines, la seva teoria va ser ràpidament aplicada a sistemes terrestres a l'entendre que moltes zones poden presentar les mateixes característiques d'aïllament que les illes oceàniques. No hi ha dubte que aquesta teoria va marcar una nova tendència en l'ecologia teòrica, però també va tenir els seus detractors sobretot a causa de que no té en compte certs aspectes importants com el temps a una escala més enllà de la ecològica, és a dir, els processos evolutius d'especiació.

MacArthur i Wilson també van observar que els individus o les poblacions diferien en comportament de manera que existien espècies colonitzadores molt eficaces, generalment amb elevades taxes reproductores i generalistes (espècies r) i espècies que eren més eficaces en mantenir-se en aquells llocs ja colonitzats (especialistes o espècies k). Un fet molt rellevant en aquest ordre de coses, és que poc després que es publicàs el treball de (Levins 1969) proposa un model de dinàmica de les poblacions, l'anomenat **model de metapoblacions**. Aquesta teoria està basada en tres punts:

- Heterogeneïtat espacial
- Destrucció i fragmentació d'hàbitat per acció humana
- Teoria de biogeografia de les Illes (Mac Arthur and Wilson 1983)

Una metapoblació difereix dels altres models de població en que aquests presenten processos regulars d'extinció i recolonització, mentre que en les altres formes de població s'assumeix la no extinció habitual (Frankham et al. 2002) (vegeu figura 1.10). Tant la dinàmica de metapoblacions com els processos dependents de la densitat local són importants per a la persistència, a llarg termini, de les espècies (Hanski 1999). Ara bé, mentre que per a una població convencional són molt importants els paràmetres de la natalitat i de la mortalitat, la dinàmica i les mides de les metapoblacions són afectades per quatre processos:

- natalitat i immigració o reclutament, que són els que incrementen la mida poblacional,
- mortalitat i emigració, que són els que la redueixen.

Darrerament, s'ha començat a considerar el paper de la *matriu*, és a dir de l'espai entre fragments, generalment considerat com no útil o fins i tot hostil, en la dinàmica de metapoblacions, com a element determinant de l'estructura de la comunitat tan dins com fora dels fragments (Herrera 2015). Resumint molt aquesta complexa teoria, una metapoblació és una població discontinua en què la dinàmica de poblacions actua dins de les subpoblacions (taques, fragments o parcel·les) i entre elles amb mecanismes lligats a l'emigració, la immigració, la colonització i l'extinció. Els fragments que formen les metapoblacions mantenen un equilibri entre la intercomunicació i la seva independència. Aquesta metapoblació persistiria gràcies a un balanç entre migracions i extincions aleatòries. Hi ha qui ha intentat simplificar la definició de metapoblació com a grup de poblacions connectats per individus migrants. Tres processos són vitals per a l'ecologia de les metapoblacions:

- la migració i com aquesta afecta la dinàmica local
- l'extinció de la subpoblació o del fragment
- l'establiment de noves poblacions locals o procés de colonització



1.3.3 ELS TIPUS DE METAPOBLACIONS

S'han definit diferents tipus de metapoblacions en funció de tres paràmetres:

- la mida dels fragments
- de la distància de dispersió entre els fragments
- de la interconnexió entre els fragments o el grau d'aïllament dels mateixos

Frankham (Frankham, Ballou, and Briscoe 2002) ha descrit varis tipus de metapoblacions, que es poden resumir en aquest esquema (vegeu figura 1X):

- *Metapoblació clàssica o model de Levins*

És el concepte de metapoblació com a població de poblacions (Levins 1969), en què l'extinció i colonització de parcel·les locals serien anàlogues a les morts i naixements d'individus d'una població normal. Idea principal: renovació o reemplaçament, quan passa una extinció a escala local a escala regional la metapoblació resisteix gràcies a que aquestes parcel·les que van quedar buides són recolonitzats per individus procedents dels altres fragments ocupats. *Model Font-embornal*. En aquest model desenvolupat per Pulliam (1988) es suggereix que l'heterogeneïtat ambiental no és gradual, algunes contrades són de bona qualitat (*fonts*) mentre que d'altres en són de mala qualitat (*embornals*) (Pulliam 1988) (Blondel et al. 1993). Les capacitats de càrrega de les diferents parcel·les no vénen determinades per la grandària d'aquesta, sinó per la qualitat de les parcel·la. La migració no ha de ser unidireccional, pot ser també al revés. La supervivència de la metapoblació depèn de l'equilibri entre la font i els embornals. La "població font" donadora d'individus es sosté així mateixa i sosté a altres "poblacions embornal" o subpoblacions que no sobreviuran en cas de desaparèixer la font. Paràmetres a considerar són: la distància de dispersió llarga, la taxa de dispersió alta i la taxa d'extinció de cada subpoblació en funció de la mida i de la qualitat de la taca. Per a una espècie un fragment pot ser font mentre que per a una altra pot ser un embornal. Els fragments fonts poden canviar amb el temps a embornals i a l'inrevés. Alguns autors consideren aquest model com un cas del model continent-illa que es veurà tot seguit. Aquest podria ser el cas del linx ibèric (*Lynx pardina*).

- *Metapoblació continent-illa*

Es basa en la teoria la biogeografia insular de MacArthur & Wilson ja esmentada. Mentre que les illes poden estar ocupades o desocupades, hi ha una parcel·la (el continent) prou gran com perquè la població que està en ella tingui un risc d'extinció petit o menyspreable.

1.3.4 LES METAPOBLACIONS I LA BIOLOGIA DE LA CONSERVACIÓ

En l'actualitat, un dels camps on més s'aplica l'enfocament de metapoblacions és en el de la *Biologia de la Conservació* és a dir en el diagnòstic i disseny dels plans de conservació de la biodiversitat (Hanski and Simberloff 1997) (Gutiérrez 2002). Es considera que són les poblacions locals i no pas els individus els que constitueixen les unitats d'observació. Els moviments d'individus i de gens entre poblacions locals poden constituir una diferència important per a la persistència de les espècies (Hanski 1999). En la Biologia de la conservació, els paràmetres poblacionals com l'emigració i la immigració han tingut menys consideració que altres paràmetres demogràfics com la natalitat i la mortalitat (Macdonald and Johnson 2001). Una de les causes és que aquests fenòmens són particularment difícils d'estudiar, ja que requereixen de la prospecció exhaustiva de grans àrees de terreny, la qual cosa dilata el temps que s'ha de dedicar al projecte (Clobert et



al. 2002). Determinar la *capacitat de dispersió* d'un organisme és fonamental en biologia de metapoblacions, ja que defineix el grau d'intercanvi d'individus entre taques d'hàbitat. Així, es pot discriminar si les seves poblacions s'estructuren amb característiques més properes a les d'una metapoblació típica, amb moviments ocasionals d'individus, o, altrament, més aviat com una única població "apedaçada" composta de fragments, entre els quals els individus es mouen sovint al llarg del seu cicle vital. Els models de metapoblacions permeten abordar l'estudi de cada subpoblació per separat pel que són molt útils com a eina de gestió i conservació de poblacions i d'espècies. En aquest context, l'enfocament de metapoblacions significa una eina important en la comprensió de la distribució i el funcionament de les poblacions d'espècies, ja que és possible dimensionar la problemàtica ambiental en termes d'espècies conformades per poblacions de diferents graus d'interrelació i també de pertorbació. Això permetria prendre decisions més d'acord amb una dinàmica no tant poblacional, sinó a la d'una metapoblació. En altres paraules, protegir i conservar a una població sense abans entendre-la com a integrant d'una metapoblació, podria esdevenir un risc a l'incorre en estratègies errònies i contraproductes en el maneig dels recursos naturals. La teoria de metapoblacions també ens fa veure la possibilitat que la distribució actual d'una espècie no reflecteixi tots els llocs on aquest és capaç de sobreviure en una àrea donada. Aquesta aparent incongruència en la distribució pot ser deguda a que barreres geogràfiques o altres obstacles eviten la dispersió cap a llocs on podrien sobreviure i reproduir-se adequadament els elements dispersius. Les espècies rares, per les seves característiques intrínseques, es distribueixen en fragments dins del paisatge i són els principals candidats per als estudis empírics de metapoblacions i de la Biologia de la Conservació.

La Biologia de metapoblacions ja s'ha començat a aplicar en la conservació d'una gran varietat d'organismes en diversos països com el Regne Unit, Estats Units, Finlàndia o Suècia, entre d'altres (Foppen et al. 2000). A la península Ibèrica la situació és diferent, ja que la conservació s'ha abordat tradicionalment des d'un punt de vista poblacional. No obstant això, existeix ja una gran base empírica sobre els aspectes metapoblacionals d'algunes espècies de grans vertebrats en perill d'extinció, com l'ós bru i el linx (Gaona and Delibes 1997; Wiegand et al. 1999).





CAPÍTOL 2





MATERIAL & MÈTODES



✚ *Mirant enrere, penso que va ser més difícil veure quins eren els problemes que no pas resoldre'ls.*

CHARLES DARWIN

✚ *El més important és no deixar de fer-se preguntes*

ALBERT EINSTEIN



2 MATERIAL I MÈTODES

2.1 ÀREA D'ESTUDI

En conjunt el territori està comprés entre la Depressió de la Cerdanya del Sistema pirinenc i Altiplans Septentrionals (Depressió Geològica de l'Ebre), al nord, i els Altiplans Meridionals (Montserrat) i el sistema de serralades de les Muntanyes Catalanídiques prelitorals a migjorn, deixant enmig el territori complex de la Depressió Central (Mata Perelló 2006; Mata Perelló 2008; Mata Perelló 2010; Mata Perelló 2012; Mata Perelló and Sanz 2012; RIBA 1976). La zona de la tesi té una gran diversitat geològica, geomorfològica, climàtica, fito-sociològica i paisatgística, essent de les contrades paisatgísticament més complexes i contractades de Catalunya. Així, es passa, en relativament pocs quilòmetres, dels paisatges típicament subalpins i medioeuropeus del N als altiplans continentals àrids del SW; de les planes quaternàries del Bages al cims rocallosos de calcàries eocèniques blanques del Port del Comte; dels escarpats i abruptes pollegons calcaris del Pedraforca a les superbes i perfilades agulles de conglomerats montserratines; dels clots i torrents coronats per carrascars de Canalda i Vilamala, al Solsonès, a les intricades canals amb alzinar muntanyenc de Montserrat, al Bages; de les imponents tarteres del Cadí a les superbes timbes de les parets de Montserrat; dels amables rasos alpins del Puigllançada, a orient, als crestall amb matollars xeroacàntics d'eriçó de la serra del Turp, a l'extrem occidental; dels espadats rogens amb margues

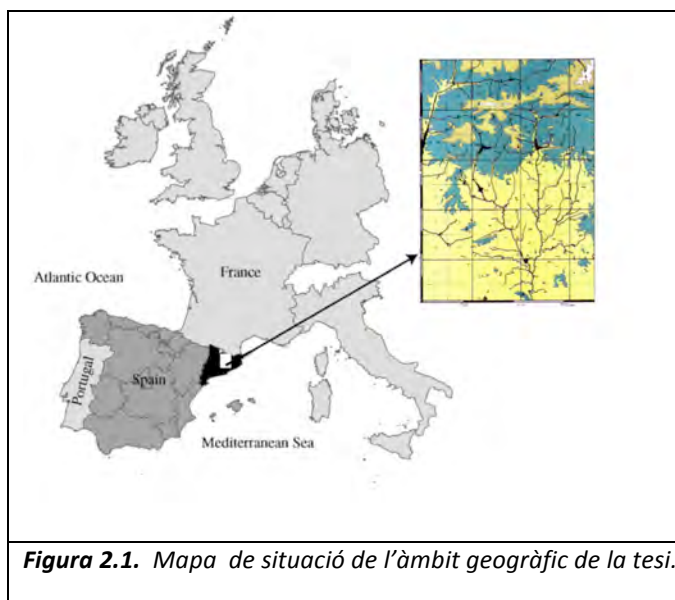


Figura 2.1. Mapa de situació de l'àmbit geogràfic de la tesi.

continentals de la *Formació Artés* als conglomerats al·luvials grisencs de la *Formació Berga* (Mata Perelló 2008; Mata Perelló 2009a); dels intricats corriols enmig de l'alzinar amb boix del Picancel als costeruts senders que s'enfilen per la canal de la Serp a les Penyes del Moixeró; de les seques i ventoses carenes alpines del Cadí als plàcids altiplans tabulars de Castelltallat; de les dolines i bòfies calcàries del paisatge càrstic del Port del Compte a les coves del Salnitre a Montserrat, passant per les mines abandonades de la formació salina de la Muntanya de Sal de Cardona; de l'estretor dels congostos i engorjats

excavats als conglomerats de la conca de la ribera Salada als meandres tranquils del Llobregat al Bages; de les contrastades vessants amb fageda a l'obaga i carrascar eixarreït al sollell del Berguedà, als turons enterament coberts amb uniformes pinedes de pinassa del Solsonès; de l'amable plana cerdana coberta de prats de dalla i freixenedes a l'eixuta i continental plana cerealista del Bages amb brolles i pi blanc; dels turons eixuts amb calcàries i guixos coberts de vegetació eixarreïda del sud-oest segarrès a les ribera del Segre a Prullans curulles de vernedes i salzedes amb aiguamolls... A la zona d'estudi,



doncs, s’hi apleguen i s’hi amalgamen un conjunt d’elements d’índole molt variada donant lloc a aquests contrastos que s’han esmentat, que són una mostra només de l’enorme diversitat paisatgística de la regió (veure apartat 212 i fig. 28), la qual es tradueix amb una biodiversitat molt notable i rellevant, de la qual la llucareta i els seus paisatges reproductors subalpins en són un bon exemple.

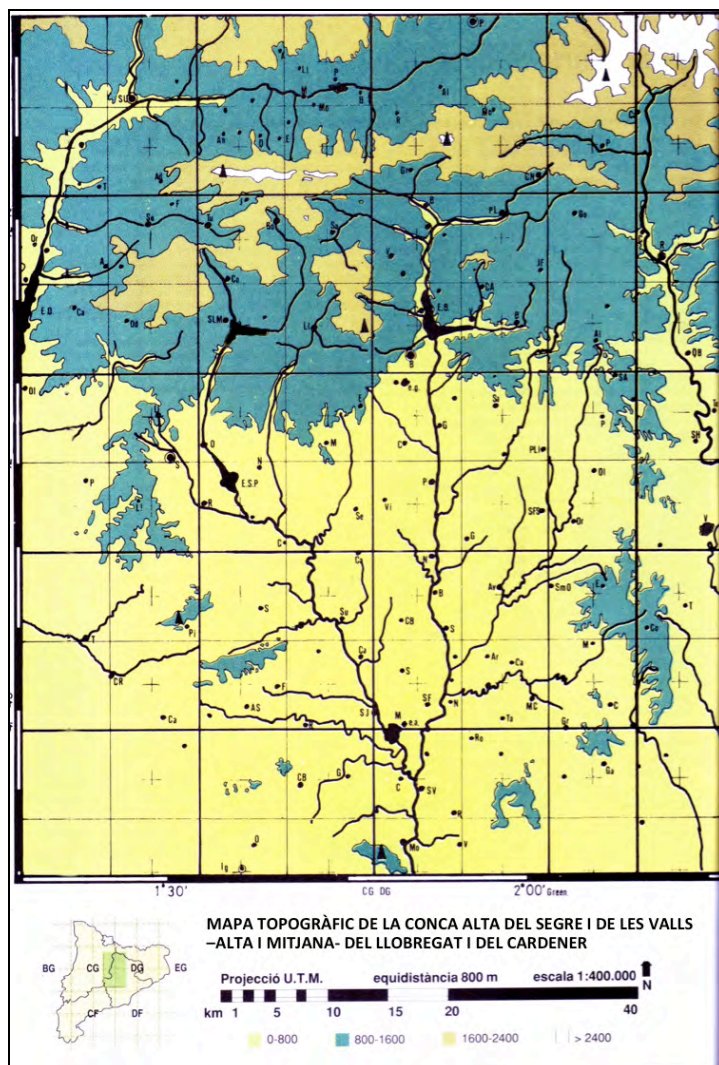


Figura 2.2. Mapa de la zona que abasta la tesi, original de l’autor. Modificat de l’original publicat a Borràs & Junyent, 1993.

la vegetació (fig. 1b) (Vigo and Carreras 2003; Vigo et al. 2006). Segons Solé Sabarís (1958) la nostra regió d’estudi s’escau principalment en els espais fisiognòmics de l’*Altiplà central* i els Prepirineus. Si atenem a la revisió de Vigo et al (*op. cit.*), la mitat meridional de la regió resta adscrita al territori *Ausosegàrric* a i l’altra titat a la dels *Prepirineus orientals*. Aquesta zonació territorial fisiogràfica ha estat àmpliament utilitzada en molts estudis faunístics de diferents grups animals, com per exemple en el cas dels micromamífers (vegeu p.e. Gosàlvez et al. (1985)).

La zona estudiada en la tesi abastada dos grans territoris fisiogràfics (fig. 23b): el *Prepirineu Oriental* (1g) i l’*Auso-segàrric* (5), els quals limiten pel nord amb el territori

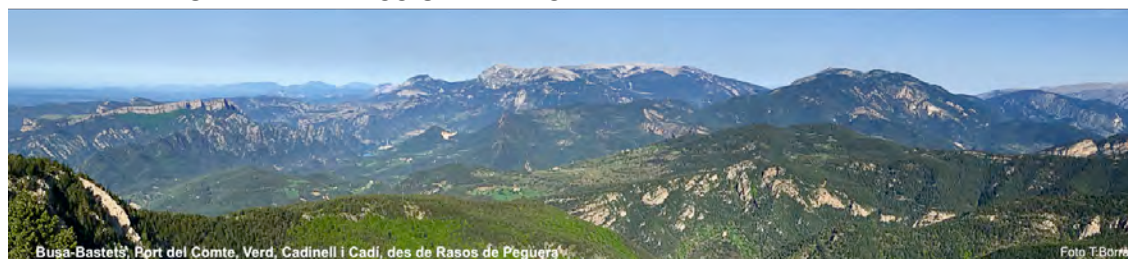
Pel que fa a la síntesi dels aspectes climàtics i fisiogràfics, Solé Sabarís (1958) va intentar fer una divisió de Catalunya en regions fisiogràfiques basada en les característiques geològiques, climatològiques i en la contextura floral, la qual dividia el territori en set regions paisatgísticament ben diferenciades anomenades *regions fisiogràfiques* (fig. 1a). Així, la complexa orografia del principat i la distribució de les principals serralades, fa que hi hagi un desigual repartiment de pluges al llarg de l’any cosa que origina unes diferències molt profundes en el paisatge de manera que és possible distingir dos grans regions: una *Catalunya seca* i una *Catalunya humida*. Resten separades per la isohieta de 700 ml, la denominada *dorsal pluviomètrica* (fig. 1c). Aquesta zonació va ser adaptada per Bolòs (1985) i recentment ha estat actualitzada en l’establiment dels hàbitats normalitzats CORINE referits a



dels *Pirineus Centrals* (1a) i *Oriental* (1b) i pel sud-est amb el *Territori Catalanídic Septentrional* (4a), els quals entren succintament dins la zona en cadascun dels extrems.

2.1.1 GEOMORFOLOGIA I FISIOGRAFIA DEL TERRITORI

2.1.1.1 TERRITORI PREPIRINEUS ORIENTALS



Els Prepirineus orientals formen un eix muntanyenc doble, un de septentrional i un altre de meridional, que s'estenen des de l'extrem nord-oriental del mapa en direcció SW fins poc menys de la meitat de la zona estudiada (fig. 22). A la regió, el límit nord està format per la vall del Segre a la Cerdanya i el límit sud ve donat per la línia imaginària que passaria per Ponts-Solsona-Berga-Torelló. L'estructura geològica de la zona és una de les més complexes dels Prepirineus. Els materials geològics d'aquests eixos estan constituïts bàsicament per materials carbonàtics. Els materials principals són calcàries i lutites mesozoïques o paleògenes (Cadí, Cadinell, Port del Comte, Verd, Ensija, Pedraforca, Gisclareny, Queralt). Més a orient, i a les contrades septentrionals del Cadí, apareixen les més rares calcàries devonians (Tosa d'Alp, Puigllançada, Moixeró). El Cretaci predomina al Pedraforca el Cadinell i a la serra del Verd. L'Eocè es troba a la costa meridional i la cresta superior, la zona culminant de la serra d'Ensija, del Cadí i la major part del massís de Port del Comte. Els materials silícics (conglomerats, gresos, pissarres, roques volcàniques) són més rars a la regió, restant reduïts a bandes estretes o afloraments puntuals entre els majoritaris materials carbonatats. Els materials que es troben per sota del Cadí formen part de dos mantells de corriment sud-pirinencs pertanyents a la cobertura mesozoica i paleògena. El del Cadí (fins a Josa, part del Port del Comte i de l'alt Llobregat) amb materials de cobertura dominats per sediments marins eocènics, destacant les calcàries massisses amb alveolines de la serra de Cadí, i margues que sovint formen *badlands* a l'alt Llobregat. El del Pedraforca té materials mesozoics ben desenvolupats amb argiles guixenques triàsiques, calcàries juràssiques i cretàcies, calcàries eocenes i argiles i conglomerats garumnians amb dipòsits de carbó (Saldes). També hi ha un important conjunt de conglomerats i gresos eocènics a l'oest (serra de Verd) que són explotats.

La serralada septentrional que inclou el poderós conjunt del Cadí-Moixeró, vindria a ser la continuació de l'eix prepirinenc occidental del sistema Cis-Sant Gervasi-Boumort. Aquest robust eix prepirinenc assoleix moltes cotes per sobre dels 2000 m: Torre del Cadí (2618 m), Comabona (2530 m), Pedró Quatre Batlles (2383), Cadinell (2100), Pedraforca (2400 m i 2497 m), Tossa d'Alp (2537 m) i Puigllançada (2406 m). La serra del Cadí pel vessant nord queda constitueix una gran muralla coronada, en la seva major part, per grans penya-segats de fins a 500 m de desnivell que originen aquí i allà nombroses tarteres. Té una longitud d'uns 25 quilòmetres estenent-se en direcció E-W, amb unes cims que oscil·len entre 2400 i més de 2600 m d'altitud. Diferents contraforts



perpendiculars a la serra donen lloc a aquesta vessant a curts valls les aigües dels torrents no gaire generosos per la carsticitat corren cap al nord fins a desembocar al riu Segre. La dissimetria morfològica de vessants és molt acusada car el vessant meridional és una costa de pendent molt menys acusada i sense pràcticament espadats (Seguret 1972; Vergés and Martínez 1988).

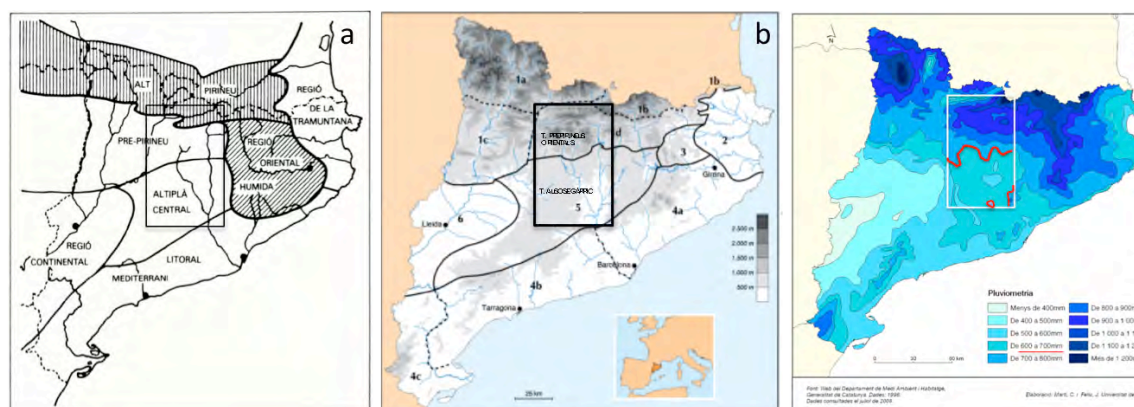


Figura 2.3. (a) Mapa on es mostren les tres unitats fisiogràfiques de Catalunya, segons Solé Sabarís (1958). (b) Mapa actualitzat de les regions fisiogràfiques basades amb les hàbitats de Catalunya (Vigo et al 2005). (c) Mapa de Pluviometries de Catalunya en el que es destaca en vermell la isohieta de 600-700 m que delimita la Catalunya seca de la Catalunya humida. Dades del Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Universitat de Girona, 2008. El requadres superposats a cada mapa són el contorn que delimita l'àmbit geogràfic de la tesi.

La Tosa d'Alp i el Puigllançada ja entren en contacte amb la zona axial pirinenca de l'eix Puigmal-Canigó després de la collada de Tosas. Aquesta muralla orientada de oest a est separa netament la vall del Segre al N, de les valls de la Vansa i el Llobregat al S. Aquest eix septentrional continua vers l'E amb relleus calcaris prepirinencs menys alterosos com les serres de Montgrony i de Cavallera. L'altre eix de muntanyes, el meridional, per sota del Cadí-Moixeró, no constitueix una continuació morfològica clara de l'eix occidental del Montsec. Aquests massissos poden interpretar-se com un sistema de serres exteriors prepirinenques amb complexa orografia que conté freqüents penyals i penya-segats, així com vessants abruptes. Els relleus més destacats d'aquest eix són: les potents serres del Port del Comte (Pedró dels Quatre Batlles, 2383 m), la Serra del Verd (Ordet, 2241 m), la d'Ensija (Volor, 2271m), el Rasos de Peguera (1990 m) i el Catllaràs-Tubau (1700 m). La vall de la Vansa separa el Cadí del Port del Comte, la de Josa separa el Cadí del Verd, mentre que el Pedraforca es separa del Verd per la capçalera de l'Aigua de Valls i el riu Saldes separa Ensija de les serres de Gisclareny. Els rius Cardener i Llobregat neixen en el cor de l'eix prepirinenc, i tenen molta importància en l'afaiçonament de la regió pel particular traçat de les seves valls fluvials, en clara direcció N-S, és a dir, gairebé perfectament perpendiculars als eixos descrits, cosa que com veurem (apartat 221), té molta rellevància en la interpretació del poblament vegetal i la fisonomia del paisatge.

La fosa tectònica de la Cerdanya i una petita part dels contraforts dels Pirineus orientals constitueix el límit septentrional del territori prepirinenc oriental de la zona d'estudi. Al cessar la compressió de plaques que van originar els Pirineus, es va formar la vall de la Cerdanya que geològicament és un graben format per l'enfonsament de la zona axial del



Pirineu oriental degut a una gran falla normal de direcció est-oest en el període Neogen (10 milions d'anys). Posteriorment, al Neogen, la fossa es va reblir de materials de tipus continental i d'origen fluvial i lacustre principalment argiles, gresos i conglomerats del Miocè, actualment travessats i excavats pel Segre. Els contraforts dels Pirineus orientals de la part nord de la fossa (Tossa plana de Lles, 2916 m) -els anomenats *Apilaments Antiformes* de la Zona Axial que contenen molts materials silícics (Mata Perelló 1998; Mata Perelló 2009b), especialment granit i roques metamòrfiques, mentre que el meridionals són calcinals, cosa que dóna un marcat contrast a nivell de paisatge i de vegetació a la vall. Aquesta zona, típicament axial, conté molts llacs d'origen glacial (Estanys de la Pera, Malniu).

2.1.1.2 TERRITORI AUSO-SEGÀRRIC

La zona comprèn el territori situat per sota de la isohipsa 500-600 m, en una línia imaginària que aniria des de Ponts fins a Torelló passant per Solsona i Berga. Pel sud quedaria limitat pel sistema de serralades de les *Muntanyes Catalanídiques* prelitorals que marquen el límit sud de l'àrea d'estudi. Dels Prepirineus es desprenen dos conjunts de serralades i d'altiplans que en direcció N-S penetren profundament en àrees que són plenament mediterrànies tant latitudinalment com longitudinalment (Folch 1981; Panareda and Nuet 1976), pertanyents a la Depressió Central Catalana en el sector oriental de la Depressió Geològica de l'Ebre, situada en el sector entre l'avant-país plegat i la serralada prelitoral Catalana. La conca del Llobregat-Cardener solca per la meitat la regió i delimita dos grans sistemes de serralades disposats en direcció N-S.

- El *Sector Ausònic* (sector oriental), més desdibuixat, és, no obstant això, més alterós i format per turons i petites elevacions que neixen al Lluçanès i acaben al Moianès, encastant-se en el relleu del sistema prelitoral (Puig-Rodó). En el límit nord, al sector del Berguedà, el relleu dels Altiplans Septentrionals de la Depressió Geològica de l'Ebre, és escarpat en la zona de contacte amb els materials del Prepirineu (contraforts de les canals de St. Miquel, Serra de Picancel, Serra de la Quar, Serra de Queralt -amb altituds entre els 1000-1500 m- i extrems orientals de la Serra de Busa), on abunden els materials detrítics de la formació Berga (Mata Perelló 2009a; Mata Perelló 2012),. El relleu brusquement s'assuauja cap el sud fins formar plataformes poc deformades, baixes i suaus, retallades per la xarxa hidrogràfica. En aquest sector passa tot el contrari que al del Solsonès, on no existeix aquest canvi tan brusc de territori muntanyenc vers la plana. El relleu i la geomorfologia està condicionada per la pressió tectònica generadora dels Pirineus (al Miocè) efectuada de N a S. S'ha d'afegir un efecte d'aquesta pressió sobre la subjacent gran massa salina del subsòl de la formació Cardona la qual té molta plasticitat cosa que ha ocasionat molts plecs anticlinals (Súria) i zones plegades com la serra de Castelltallat a la part nord del Bages en direcció paral·lela als Pirineus, els també anomenats relleus en *cuesta* (Mata Perelló 2010). En alguns llocs per l'erosió dels nuclis anticlinals es mostra la sal i els guixos (Muntanya de sal de Cardona)(Mata-Perelló 1985) . Tot i la marcada influència mediterrània en els dos sectors, especialment com més al sud, la continentalitat és netament més acusada en el sector occidental del territori ausosegàrric.

El *Sector Segàrric* (occidental), que forma part de la Depressió central, aniria des de Solsona, la part més alta (600 m), fins el sector de Montblanc tot incloent serralades



de baixa alçada inferiors als 1000 m, veritables altiplans: El Miracle, Pinós (931 m), Navès, Castelltallat (848 m) o Rubió. En el sector sud-oest de la zona d'estudi, el relleu tabular és notable (Rajadell, Coll Baix, Cogulló de Castellfollit) i està caracteritzat pels vessants de pendent important (amb lutites toves) culminats per superfícies planes o poc inclinades (principalment amb conglomerats, gresos més durs i alguna calcària). Hi ha força zones planes que es troben reblertes de material sedimentari les quals són erosionades pels afluents del Llobregat-Cardener cosa que dona unes característiques formacions abarrancades i aixaragallades que segons la composició i l'origen dels materials carbonatats, margosos i argilencs, forneixen els *badlands* d'uns tons grisos o ocracis segons tinguin origen marí o continental. Tot això es fa palès a la Segarra i el Pla de Bages. A la part nord, ben bé al sud de l'eix, hi ha una gran acumulació de conglomerats i margues oligocèniques toves que al ser erosionades formen relleus molt destacats amb cingles molt espectaculars com la Serra de Busa (1526 m) i la serra dentada dels Bastets (Mata Perelló 2009a; Mata Perelló 2012). També es troben característiques elevacions tabulars com la mola de Lord, el serrat de Sòbol i els plans de Busa, amb congostos i fondalades molt feréstegues (Vilamala i Vilella) per on s'engorgen rius i torrents (Vall d'Ora, Ribera Salada). Les serres de Busa, Bastets i Lord són un espai geològicament diferenciat de la resta de serres inferiors prepirinenques, pel fet d'estar formats per materials margosos pertanyents a la Depressió Central, alçats per efecte de l'orogènia alpina mentre es deposaven els conglomerats oligocens. Les serres de Canalda, Cambrils i Pinós al Solsonès també pertanyen a la Depressió Central, malgrat el veïnatge amb els Prepirineus (Mata-Perelló and Sanz 2015).

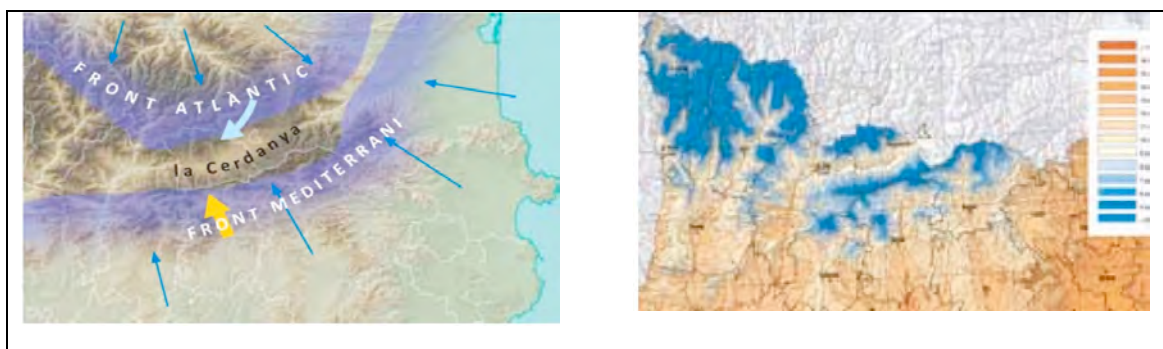


Figura 2.4. (esquerra) Esquema de la situació dels fronts atlàntics i mediterranis a la Cerdanya que explica la manca de vegetació caducifolia. (dreta) Mapa de temperatures, on es mostra l'anomalia tèrmica de la Cerdanya (Originals de "Els tresors geològics del Parc Natural del Cadí-Moixeró", Martínez & Tudela, 2015, <http://www.albertmartinez.com/pdf/guia_cadi_web_sintesis.pdf>

El Pla de Bages està situat a la meitat inferior de la regió i al centre de la comarca de Bages, essent una plana formada per l'acumulació de sediments quaternaris amb edat inferior inferior al milió d'anys, que està coronada per petits turons (Mata-Perelló 1985). En els cursos de la conca Llobregat-Cardener, la qual drena els materials d'erosió cap la Mediterrània, s'hi formen terrasses fluvials, que mostren per l'erosió de sediments fluvials, marins i deltaics, així com restes d'esculls, guixos i les sals provinents d'un mar anterior a l'aixecament dels Pirineus (RIBA 1976). La majoria dels sediments corresponen a grava però també hi abunden les sorres i els llims. Les graveres de la zona del Pla de Bages són conseqüència de sedimentació d'aquests processos esmentats. Actualment és una plana d'ús agrícola (especialment cerealista i vitivinícola) estant la influència mediterrània molt apaivagada per l'efecte pantalla de les serralades Catalanídiques, però



especialment per Montserrat. Es fa molt notable l'absència a la plana de moltes plantes mediterrànies que troben vetada la seva ascensió cap el nord en la plana per aquest efecte esmentat que és causant d'un grau de continentalitat molt més elevat del que hom esperaria trobar per la situació latitudinal i altitudinal de la Plana bagenca (Arnold and Ferrer 1980; Folch 1981) .

Aprofitant les valls de les serres inferiors de l'eix meridional prepirinenc, els rius són retinguts en congostos i engorjats per formar els tres embassats de la regió, els quals es troben gairebé alineats latitudinalment: el d'Oliana (Segre), el de la Llosa del Cavall (Cardener) i el de la Baells (Llobregat), rodejats de carrascars i pinedes de pi roig en un ambient montà. Només el Cardener torna a estar embassat més avall, prop de Cardona, al pantà de Sant Ponç, en un ambient submontà on dominen les pinasses.



Figura 2.5. Esquerra: canvi de fisiognomia de la vegetació en les quatre estacions a la plana bagenca, en conreus cerealistes de secà rodejats de pinedes de pi blanc amb roure cerrioide i al fons Montserrat. Dreta: acusada dissimetria de vessants pel que fa a les condicions ambientals que resta reflectit en el contrast de la vegetació a la vall de Gresolet (Pedraforca). Fotos Antoni Borràs

L'extrem meridional del territori ausosegàrric, es troba limitat per la zona de Montserrat (Sant Jeroni 1236 m) i a l'est pel massís de Sant Llorenç del Munt (La Mola 1103 m) i la serra de l'Obac, aquests darrers considerats els Atoplans Meridionals de la Depressió Geològica de l'Ebre (Mata Perelló and Sanz 2012; Mata-Perelló 1985) , adossades a les serres del sistema Catalanídic septentrional. Les *serralades costaneres catalanes* (Muntanyes Catalanídiques prelitorals) es va formar al mateix temps que es formaven els Pirineus, amb direcció NE-SO. Montserrat, Sant Llorenç del Munt i la serra de l'Obac, estan enlairats en plena conca de l'Ebre (Mata-Perelló and Sanz 2014; Sanz and Mata-Perelló 2014) . Són massissos constituïts fonamentalment per roca conglomerada i calcàries, situats al sud sud-est de la regió i separats entre ells per la vall del Llobregat. No són pròpiament muntanyes elevades per forces orogèniques sinó relleus mantinguts per la consistència i potència de la roca, mentre s'erosionaven els terrenys més tous al seu entorn durant l'Eocè i l'Oligocè. Però si el relleu de Montserrat és molt intricat, amb parets verticals altíssimes, serrats aïllats per canals i agulles esculpides per les diàclasis i l'erosió, el de Sant Llorenç del Munt, per contra, manté carenes, amb parets de conglomerats i calcàries, en general no tan altes i sense cap d'agulla. Les rudistes (pudingues), tant característics d'aquestes relleus (*conglomerats montserratins*) es van començar a formar durant l'Eocè (35-50 milions d'anys), per l'acumulació dels còdols consegüents l'erosió dels relleus de l'antic massís Català, que ocupaven l'actual Vallès en



un medi sedimentari de rius curts, caracteritzat per l'existència de grans cons de dejecció que abocaven a les ribes meridionals l'antic mar interior eocènic (Mata-Perelló and Sanz 2014; Sanz and Mata-Perelló 2014). Aquests còdols eren arrossegats per cursos d'aigua torrencials i dipositats en forma de ventalls al·luvials que no pas veritables deltes. Els conglomerats de Montserrat són força heteromètrics, de clastos arrodonits que es toquen els uns als altres, de matriu escassa i amb una bona cimentació calcària (Mata-Perelló and Sanz 2014; Sanz and Mata-Perelló 2014). Els de Sant Llorenç inclouen més materials silícics. Durant l'Oligocè (i fins als 35 m.a.) es van anar cobrint de materials provinents de la conca continental que es va originar a l'assecar-se el mar (calcàries, gresos i lutites) Sant Llorenç de Munt (Mata-Perelló and Sanz 2014; Sanz and Mata-Perelló 2014).

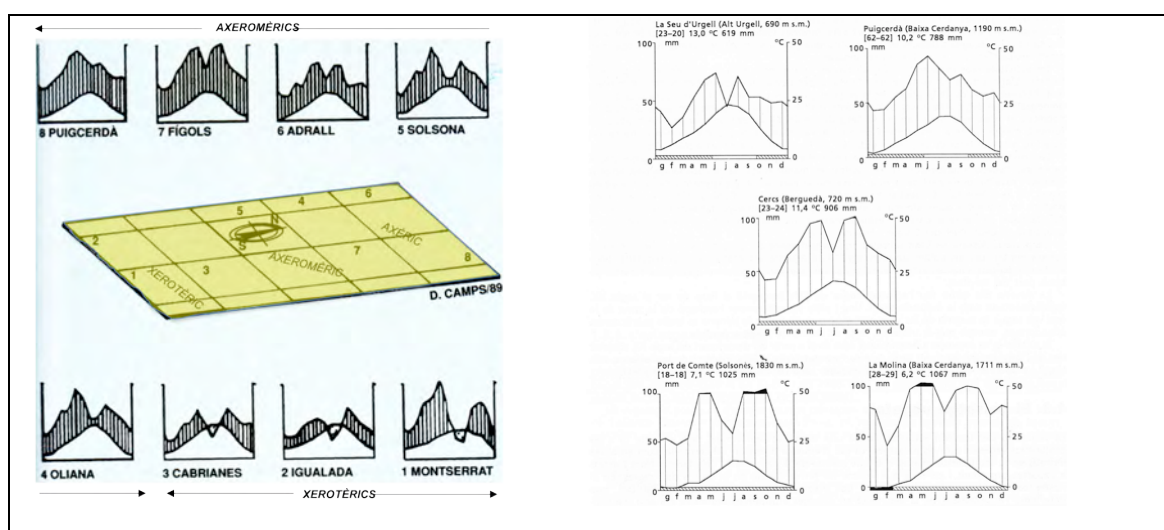


Figura 2.6. (a) Localització de 8 climogrames de localitats de la regió agrupats per bioclimes. Modificat de l'original de Dolors Camps publicat a Borràs & Junyent, 1993. (b) Climogrames de 5 localitats del nord de la regió, destacant especialment Port del Comte i la Molina per la raresa de dades dels ambients d'alta muntanya de la regió (de Vigo et al. 2003).

2.1.1.3 CLIMA

La regió està situada a una franja de latitud que implica una acusada alternança de les estacions cosa que comporta una important variació anual de les característiques meteorològiques que s'acaba traduint en una important canvi de paisatge vegetal. Si a això se li uneix la diversitat del relleu, es presenta un panorama l'acusada riquesa ambiental i de biodiversitat. Solament cal veure el canvi paisatgístic en una contrada de la plana Bagenca que mostra la figura 25. A grans trets, la regió és el contrast entre dues zones climàtiques: la zona nord dels Prepirineus i la Cerdanya amb condicions climàtiques subalpines i d'alta muntanya, amb una franja inferior de clima mediterrani de muntanya mitjana que limita meridionalment amb les condicions del clima mediterrani de muntanya mitjana de la zona de Montserrat i Sant Llorenç de Munt. De sud a nord, la influència de la Mediterrània es va apaivagant, alhora que la influència continentalitat augmenta d'est a oest. Algunes anormalitats a aquests trets generals són ocasionats per la complexitat topogràfica de la zona. La complexitat del relleu, la disposició i orientació de les diferents serralades i l'alternança amb valls i planes, fa que la climatologia de la zona efectivament sigui molt variada. Tot el que s'ha esmentat propicia l'aparició de multitud de topoclimes locals cosa molt pròpia d'una àrea de relleu molt accidentat que influeix notablement les



manifestacions que constitueixin el clima: pluja, boira, contrast entre vessants, humitat, glaçades, boires, temperatures, etc. Un dels problemes principals per fer un esquema del clima de la regió considerada a la tesi és la manca de dades per a molts sectors de muntanya de la zona nord (Folch 1981) per la qual cosa s'hauran de fer algunes extrapolacions, cosa que ja ha succeït en treballs similars (Soriano 2001; Soriano and Devis 2004; Vigo et al. 2003).

2.1.1.3.1 RELLEU I CLIMATOLOGIA

La regió experimenta una important variació clinal del clima de la zona sud i sud-est cap el nord i nord-oest en el sentit d'una progressiva sequedat, continentalitat i pèrdua de la influència marina de la Mediterrània. Les conques del Llobregat i del Cardener, obertes perpendicularment als eixos prepirinencs, canalitzen els vents ascendents procedents de la mediterrània, deixant més precipitacions i canalitzant les masses d'aire més o menys humides. Tanmateix passa també amb el Segre que canalitza també la mediterraneïtat fins els engorjats de l'alt Urgell, cosa que es palesa amb la coincidència del màxim de temperatura estival amb el mínim de precipitacions i que es manifesta amb la presència d'espècies vegetals de caràcter marcadament mediterrani en aquesta vall (Moisés et al. 2004). Per altra banda, l'eix prepirinenc dificulta l'arribada dels fronts de pluges atlàntics i boreals cosa que com es veurà més endavant influirà molt la vegetació dels vessants cerdans. La conca del Segre, en canvi, queda protegida de la humitat mediterrània pels massissos del Verd, de Port del Comte i del Cadí i és més seca que les valls orientals prepirinenques (p.e: Organyà 657 mm vs. Tuixén 1055 mm)(Moisés, Ibáñez, Rodríguez, and OLARIETA 2004; Vigo, Soriano, Carreras, Aymerich, Carrillo, Font, Masalles, and Ninot 2003) .

Algunes de les valls, p.e. la d'Alinyà i la del Segre, presenten importants fenòmens d'inversió tèrmica que provoca que el gradient tèrmic respecte l'altitud per sobre de 1200 m sigui inferior al que es troba per sobre (Moisés, Ibáñez, Rodríguez, and OLARIETA 2004). La dissimetria de vessants és notable a l'eix prepirinenc, existint una diferència de radiació del 50% entre l'obaga i el solell al massís d'Alinyà (Moisés, Ibáñez, Rodríguez, and OLARIETA 2004). Les àrees amb més inversió tèrmica de la regió són la Segarra al sud-oest i la Plana bagenca al centre de la regió, a més a més de les valls fluvials com del Segre a l'Alt Urgell i la de l'alt del Llobregat, cosa que en les valls es palesa observant el bescanvi dels pisos de vegetació que hi provoca (roures en el lloc de les alzines i a l'inrevés). Un contrast especialment evident en el clima (referenciat per la vegetació) es detecta a nivell del massís satèl·lit de Pedraforca, que separa cap a l'est (vessant del Llobregat) unes condicions més higròfiles (amb un paisatge relativament frondós de fagedes i pastures denses) i cap a ponent (vessant del Segre), una regió bastant més xèriques (amb pinedes i rouredes seques). Una progressió anàloga cap a climes més secs s'observa en les serres exteriors des del massís d'Ensiya cap del Verd i més a occident. Així, la zona occidental, el massís del Port del Comte i el d'Alinyà, són clarament continentals amb freqüents inversions tèrmiques, cosa palesada pels valors de l'índex de Gorezynski (Font 1983; Moisés, Ibáñez, Rodríguez, and OLARIETA 2004). La morfologia característica de la vall de la Cerdanya, unida a la disposició del seu relleu, tenen conseqüències climàtiques (veure figura 24). Les masses d'aire atlàntiques humides procedents de França, a l'arribar a la zona descarreguen les pluges en el vessant septentrional dels Pirineus, és a dir les muntanyes que conformen el límit nord de la vall, un veritable mur per a la pluja (efecte



pantalla). Contràriament, els fronts que venen de la Mediterrània, descarreguen enterament la seva pluja en els vessants meridionals dels Pirineus, és a dir en les serres del Cadí i del Moixeró. Tot això s'ha de considerar amb la perspectiva dels vents dominants que són de tramuntana i secs al nord i els que bufen del sud també són secs i càlids deguts a un fenomen de conseqüències semblants a un *efecte föhn* que es dona als Pallars i a Andorra (Bolòs 1989, Bolòs et al. 1998). De la conjunció d'aquestes dues variables en resulta un clima molt benigne comparat amb les restants contrades pirinenques de l'entorn, amb hiverns freds però estius temperats i assolellats però no secs (Tudela and Martínez 2015). La Cerdanya francesa és el territori continental francès amb més dies de sol (fig. 24). Aquest fenomen comentat, té conseqüències molt importants en la configuració del passatge vegetal de la regió, que s'aparta notablement d'altres zones semblants properes però de diferent disposició geogràfica en les que el més habitual és que la dissimetria de vessants concentri la humitat a les contrades septentrionals i la xericitat a les meridionals (veure fig. 25). L'altra plana amb topoclima que cal considerar és la Plana de Bages, d'entre 200-300 m situada per sota dels relleus montserratins i limitada pel muntanyes de fins a 1000 m com Montcau i Sant Llorenç de Munt pel est i Les Garrigues, Castelltallat i Rubió per l'oest i Montserrat pel sud. És una plana que pateix una important inversió tèrmica, per bé que no pas tant intensa com la de la Plana de Vic. El cert és que presenta un cert grau de continentalitat el qual no és d'esperar tenint en compte l'altitud i la distància a la costa. Així, la influència de la Mediterrània resta frenada per l'efecte de pantalla de les serralades prelitorals i les elevacions de Montserrat, Montcau i Sant Llorenç del Munt corresponents als Altiplans meridionals de la Depressió de l'Ebre. La vegetació és la que més posa en evidència aquest fenomen, atès que moltes plantes mediterrànies no aconsegueixen colonitzar la plana ni sortejar-la vers el nord.

2.1.1.3.2 BIOCLIMES

Quan hom parla del bioclima d'una regió es fa referència a considerar els factors climàtics que condicionen la presència i pervivència dels éssers vius en el territori considerat. Una de les eines que s'empren per esquematitzar aquest factors són els climogrames o diagrames ombrotèrmic que són una eina d'integració termopluiomètrica (veure figures 26a i 26b per a la regió). Mentre que en el bioclima de tipus mediterrani el factor principal en la limitació del creixement de les plantes és la disponibilitat d'aigua, en els de tipus eurosiberià són les temperatures. Els tipus de bioclimes de la regió, de sud a nord, són tres: *xerotèric*, *axeromèric* i *axèric*, tots amb les seves variants (Folch 1984, Vigo et al 2004).

- BIOCLIMA XEROTÈRIC

El bioclima *xerotèric* correspon a zones amb una influència marcadament mediterrània, en el nostre cas al sud i sud-oest de la regió. La mitjana de temperatures anuals és de 15°C. Es caracteritza per no tenir mesos glacials i les glaçades són ocasionals. A l'hivern tenen entre un i dos mesos (màxim tres) de temperatura per sota de 5°C. L'estiu, que dura de dos a quatre mesos, és tèrmic caracteritzat per un període àrid que singularitza els seus climogrames. La temperatura mitjana de l'estiu està per sobre dels 20°C. El principal període de precipitacions té dos pics una primavera i l'altra a la tardor, amb valors de 400-600 mm/any de mitjana. Les cotes del sud de la regió per sota de 300-500 m es veuen afectades per condicions de tipus xerotèric, és a dir mediterrànies amb un cert assuaujament dels rigors estivals i també hivernals. El sector segàrric, a l'oest del



Llobregat, té condicions xerotèriques o molt discretament axeromèriques. La zona més a ponent del sector segàrric, a l'extrem de la zona sud-occidental, augmenta tant la continentalitat que ratlla ja les condicions subàrides. Això condiciona la instauració de formacions vegetals xèriques i continentalitzades (carrascars i rouredes seques) a la regió. Els climogrames característics són els de Cabrianes i d'Igualada, ja fora de la regió però molt propera (veure fig. 26b). El bioclima *xerotèric de muntanya* (veure climograma de Montserrat a fig. 26a) recull més precipitacions (700-800 mm/any) i les temperatures són més suaus i constitueix el domini de l'alzinar muntanyenc.

- BIOCLIMA AXEROMÈRIC

Es poden destacar dos subtipus el submediterrani i el fred i humit per sobre les àrees mediterrànies. L'*axeromèric submediterrani* correspon a zones on la influència mediterrània, tot i ser present, està molt atenuada, corresponent a una franja àmplia de la part central i occidental de la regió. La mitjana de temperatures anuals és de 8-12°C. Es caracteritza per no tenir mesos glacials i les glaçades són més freqüents a l'hivern que dura de dos a quatre mesos. L'estiu, que dura un màxim de tres mesos, és subtèrmic sense arribar a tenir un període àrid. La temperatura mitjana de l'estiu està entre 20-25°C. El principal període de precipitacions té dos pics una primavera i l'altra a la tardor, amb valors més elevats de 600 mm/any de mitjana. Són representatius climogrames com els de Cercs, Fígols, Oliana, Solsona, La Seu, Puigcerdà i Adrall (veure fig. 26a).

La variant del bioclima *axeromèric de tendència freda i humida* presenta un hivern més llarg de 3 a 6 mesos i amb uns 5 mesos glacials (per sota de 0°C). No té estiu tèrmic ni subtèrmic ni àrid. Les precipitacions igualment es concentren en dos pics però són més elevades i centrades a l'època serotinal i la tardor. És característic de les muntanyes de l'extrem occidental de l'eix prepirinenc (Port del Compte i Alinyà). En aquestes muntanyes la influència de la mediterraneïtat pot provocar que l'hivern sigui l'estació més seca de l'any, amb precipitacions inferiors al 20% anual (Moisés et al 2004). El problema de la manca d'estacions meteorològiques en alçada a la regió dificulta l'obtenció de climogrames. L'únic que es disposa és el de l'estació d'esquí del Port del Comte (veure figura 26b).

- BIOCLIMA AXÈRIC FRED

Aquest bioclima propi de l'alta muntanya presenta dues variants el subalpí i l'alpí (Vigo et al. 2003). L'*axèric fred subalpí* es caracteritza per presentar més de sis mesos per sota del 5°C i de 6 a 8 mesos glacials. La temperatura mitjana és de 3-7°C. L'estiu no és pas tèrmic i consisteix en tres mesos temperats. L'estiu és perhumit, amb una mitjana entre 10-15°C. Les precipitacions poden oscil·lar entre 900-1300 mm/any, amb 8 o 10 mesos perhumits. Correspon a les zones subalpines amb boscos de coníferes entre 1600-18700m fins 2300m (Vigo et al. 2003). L'únic diagrama climàtic representatiu de la zona correspon al de la zona de la Molina (veure fig. 26b). L'*axèric fred alpí* presenta un major rigor tèrmic i més humitat que el subalpí. Els mesos per sota de 5°C són vuit i els mesos glacials poden arribar a vuit. Els estius també són frescos, entre 5-10°C de mitjana, i com a mínim hi ha quatre mesos per sota de 5°C. Les precipitacions són les més elevades, per sobre de 1800-2000 mm/any, amb una xifra contundent: 12 mesos perhumits. Aquestes condicions corresponen a les zones de gespes i rasos alpins propis de les cotes més altes de la regió pirinenca. Dissortadament no es pot representar cap diagrama climàtic per la manca



d'estacions de registre meteorològic. Les dades s'han avaluat a partir dels registres fets durant un any a la Tossa d'Alp (Vigo et al. 2003).

2.1.2 LA VISIÓ PAISATGÍSTICA

El paisatge definit segons l'*Observatori del Paisatge de Catalunya* és una àrea, que segons la percep la població, té un caràcter que és el resultat de la interacció dinàmica de factors naturals (com el relleu, la hidrologia, la flora o la fauna) i humans (com les activitats econòmiques o el patrimoni històric). La *Llei de protecció, gestió i ordenació del paisatge*

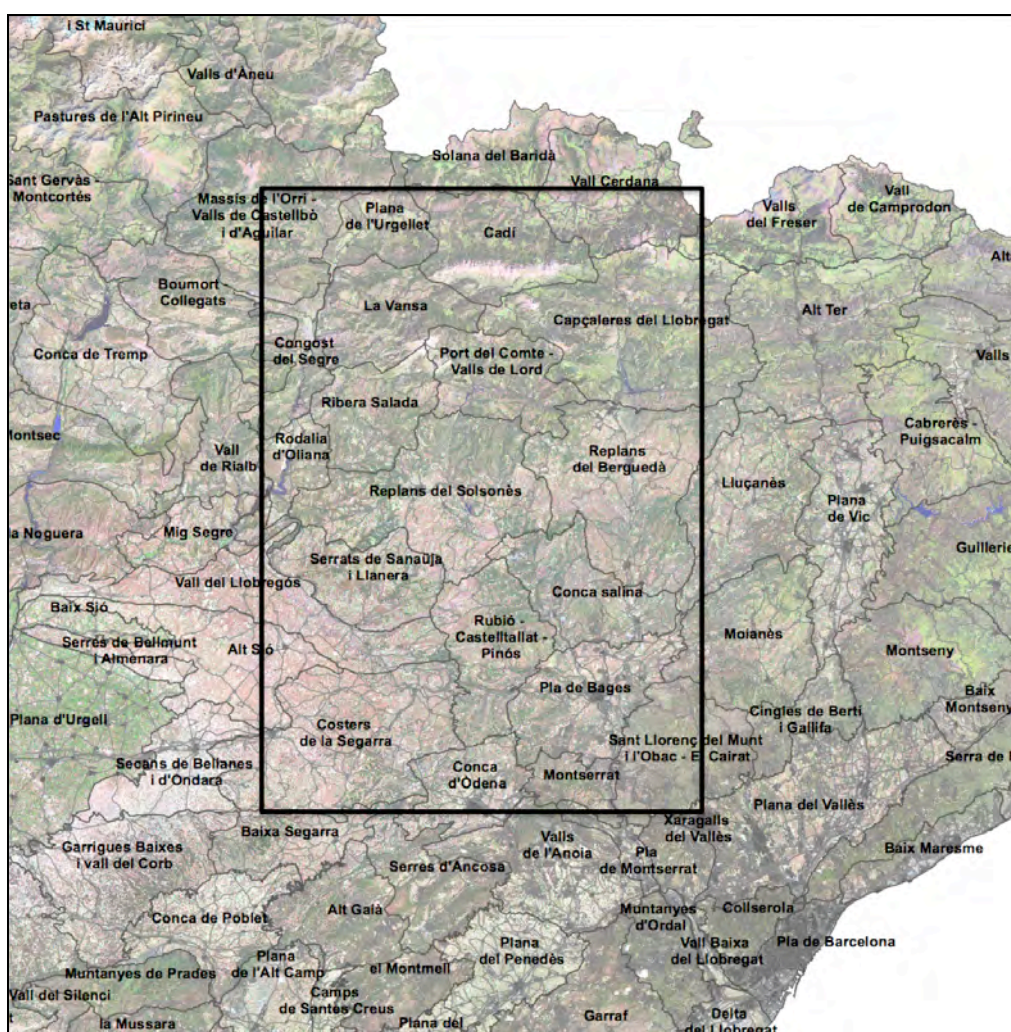


Figura 2.7. Requadre del contorn de la regió superposat al Mapa dels paisatges de Catalunya (font: "l'Observatori del Paisatge") <<http://www.catpaisatge.net/cat/index.php>>

de Catalunya defineix els catàlegs com "els documents de caràcter descriptiu i prospectiu que identifiquen la tipologia dels paisatges de Catalunya", que gestionats i editats per l'*Observatori del Paisatge de Catalunya*. Constitueixen una eina més, i més nova, de valoració del patrimoni natural i humà del país i dels seus recursos.

La regió és molt diversa paisatgísticament tal i com es desprèn dels apartats anteriors. L'*Observatori del Paisatge de Catalunya* és un ens d'assessorament de l'administració catalana creat per respondre a la necessitat d'estudiar el paisatge, elaborar propostes i impulsar mesures de protecció, gestió i ordenació del paisatge de Catalunya en el marc



d'un desenvolupament sostenible. De les 135 unitats de paisatge definides per aquest ens (agrupades en 7 grans unitats), la regió d'estudi abasta unes 25 regions (un 20% de la total), 20 de les quals estan compreses enterament o gairebé entera dins de la regió i les restants només parcialment. S'han agrupat les principals unitats de paisatge segons les regions fisiogràfiques definides en l'apartat 211, ordenades en ordre descendent de nord a sud (veure figura 27), cosa que pot constituir un element més per interpretar els valors ambientals de la regió.

La significació de cada tipus de paisatge en les etapes del cicle biològic de la llucareta es dóna amb un codi entre claudàtors al costat de nom en la llista inferior. La lletra C es refereix a lloc de reproducció i la lletra H a indret d'hivernada/oportunisme. La rellevància de cada paisatge en la part corresponent del cicle biològic es dóna, de forma proporcional, amb un, dos o tres asteriscs (*) al costat de la lletra.

-TERRITORI PREPIRINEUS ORIENTALS

- a. Massís de l'Orri- Valls de Castellbó i d'Aguilar [C ***]
- b. Planes de l'Urgellet [H*]
- c. Cadí [C ***]
- d. Vall Cerdana [H*]
- e. Congost de Segre [H*]
- f. La Vansa [C ***]
- g. Port del Comte - Valls de Lord [C ***, H***]

-TERRITORI AUSO-SEGÀRRIC, del Sector Ausònic

- h. Capçaleres del Llobregat [C ***, H***]
- i. Replans del Berguedà [C ***, H***]
- j. Conca salina [H***]
- k. Pla de Bages [H**]
- l. Montserrat [H*]
- m. Sant Llorenç de Munt [H*]

-TERRITORI AUSO-SEGÀRRIC, Sector Segàrric

- m. Ribera Salada [H***]
- n. Rodalia d'Oliana [H***]
- o. Replans del Solsonès [H***]
- p. Serrats de Sanahuja i Llanera [H**]
- q. Vall de Llobregós [H]
- r. Rubió - Castelltallat- Pinós [H***]
- s. Costers de la Segarra [H]
- t. Conca d'Òdena [H]



Figura 2.8. Paisatges de la regió que indiquen la gran diversitat ambiental i paisatgística: (1) Puigllançada des d coll de Pal, tipus c; (2) Pistes del Port del Comte, tipus g; (3) Vista del Pedraforca i Cadí, tipus h i c; (4) Penyes Altes de Moixeró, tipus c; (5) Serra d'Ensija des de Rasos de Peguera, tipus h; (6) La Masella-Tosa d'Alp, tipus c; (7) Peguera a l'Alt Berguedà, tipus h; (8) Cingles de Vilamala, tipus g; (9) Móra Condal i Serra del Turp a l'Alt Urgell, tipus n; (10) Fageda a Gresolet, tipus o; (11) Cingles de Rocaterçana al Berguedà, tipus i; (12) Turons amb pinassa del Solsonès, tipus o i h; (13) Conreus cerealistes al Pla de Bages, tipus k; (14) Montserrat, cara nord, des del Pla de Bages, tipus l; (15) Cims del Pedró de Quatre Batlles al Port del Comte, tipus f; (16) Cims de les Bassotes del Cadí, tipus c; (17) Serra de Querol al Port del Comte, tipus g; (18) Pedraforca i Serra Pedregosa al Berguedà, tipus h i c; (19) Altiplans del Codó amb carrascar sobre la Llosa del Cavall, tipus g; (20) Boscúries de pinasses a l'embassament de Sant Ponç, tipus o. Fotos de Toni Borràs



1.1 LA VEGETACIÓ DE LA ZONA

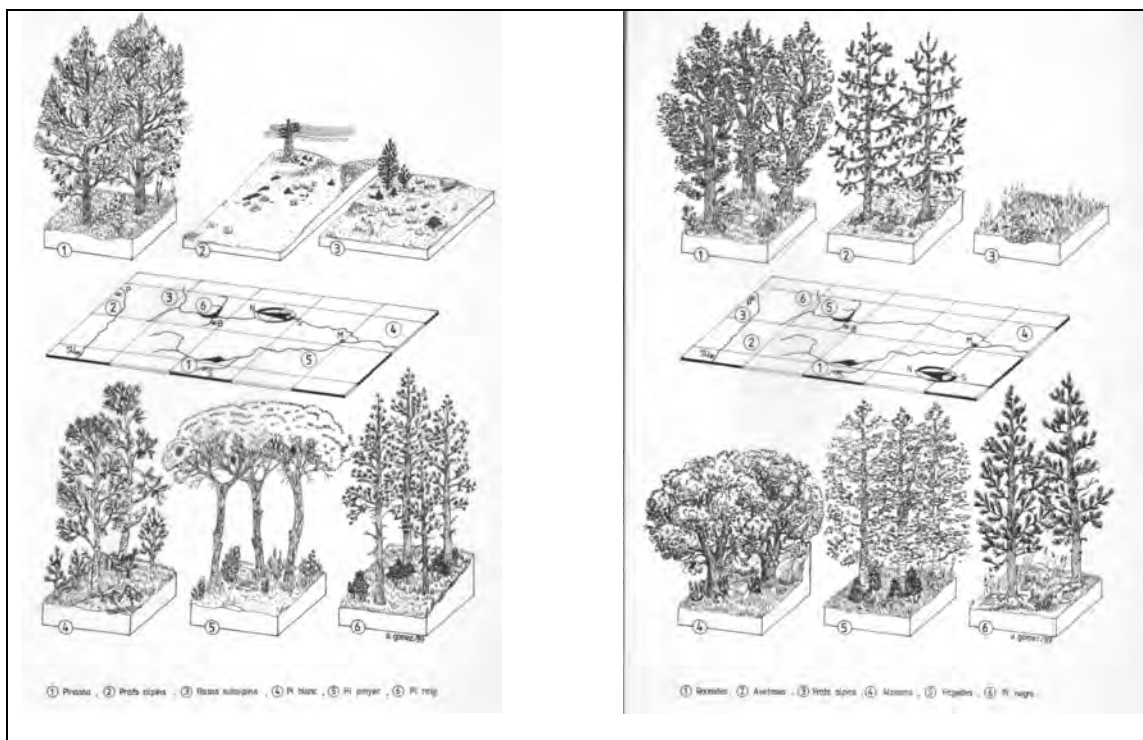


Figura 2.9. Diagrames de blocs de vegetació dels paisatges vegetals més representatius de la zona d'estudi. Originals de Borràs & Junyent (1993). Dibuixos d'Andreu Gómez Gaona.

1.1.1 CONSIDERACIONS GENERALS

Acceptant que, com s'ha vist, la fisonomia de la regió estudiada és molt complexa en els aspectes geològics, geomorfològics, paisatgístics i biogeogràfics, és comprensible que la cobertura vegetal que l'entapissa també esdevingui complexa, variada i heterogènia, amb molts matisos per precisar. Posar ordre a l'enorme heterogeneïtat del mantell vegetal, conèixer les comunitats vegetals i els trets que les caracteritzen, entendre com es distribueixen en el territori, esbrinar com els factors abiòtics condicionen la distribució i, finalment, copsar la interacció antròpica i el modelatge exercit per l'home sobre el paisatge vegetal actual, és una tasca prèvia i ineludible per afrontar qualsevol treball sobre els sistemes naturals d'una regió i la valoració dels recursos que conté. La vegetació d'un indret donat és, en primer terme, el resultat de la interacció, en l'espai i el temps, del substrat geològic amb el clima local. La vegetació doncs, no és un ens estàtic, més aviat evoluciona contínuament en el sentit d'aproximar-se a un estat potencial determinat per les condicions ecològiques del territori. La gran diversitat paisatgística de la regió comporta a l'ensem una gran biodiversitat que fa que la regió aculli comunitats vegetals molt singulars a nivell europeu, com ara boscos de pins endèmics sobre substrats calcaris, els quals tenen un elevat interès paisatgístic i són mereixedors d'interès per part de la comunitat científica cosa que els ha suposat la protecció en les directives europees. Altrament, aquesta diversitat vegetal ha estat una important font de recursos naturals (fusta, carbó, pastures...) que s'han vingut explotant des de temps històrics amb la

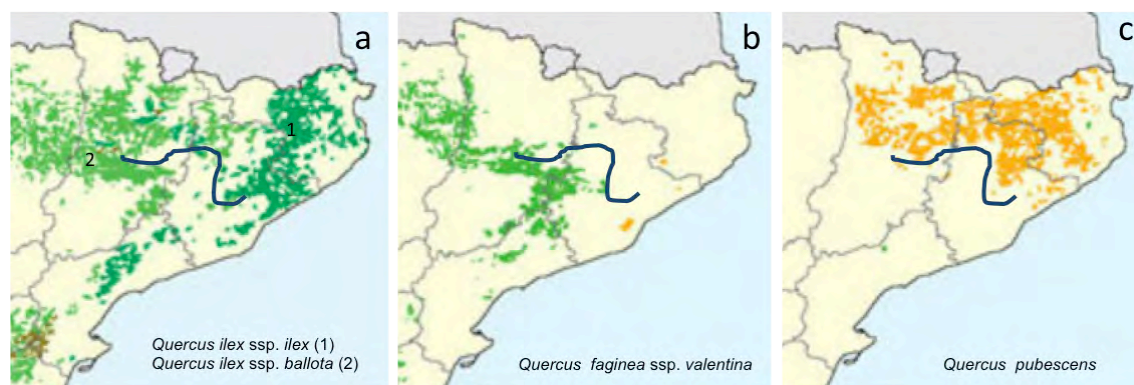


Figura 2.10. Mapa que mostra l'efecte de la frontera fitogeogràfica en la distribució del gènere *Quercus* al Principat. (a) entre alzina i carrasca, (b) roure de fulla petita. (c) Roure martinenc o pubescent. De l'autor a partir dels mapes de "Direcció General de Conservació de la Naturaleza", 2001 (escala 1.10.000.000)

consegüent transformació del paisatge que això ha comportat. Es farà esment, de forma succinta, de l'impacte de l'explotació i altres aspectes de la interacció antròpica sobre les comunitats vegetals i de quina forma això s'ha reflectit en el paisatge de la regió. Com veurem aquests aspectes estan molt relacionats amb la biologia de la llucareta.

Tot i l'esquema plantejat, és tal la complexitat fisiogràfica, orogràfica i climàtica de la regió que cal fer unes precisions per tal d'entendre la distribució de les comunitats vegetals a la regió. Hi ha autors com Vigo (2005), que per cercar patrons generals de



Figura 2.11. Mapa on es mostren els tres dominis bioclimàtiques de la regió (representada amb un rectangle negre): (a)regió boreoalpina; (b)regió eurosiberiana i (c) regió mediterrània. Basades en els originals de (Nuet et al. 1991).

Distribució de la vegetació a Catalunya, han delimitat una *frontera fitogeogràfica* relacionada amb la dorsal pluviomètrica abans esmentada (fig. 210). En el nostre cas aquesta frontera vindria assenyalada per una línia imaginària (que seguiria més o menys la dorsal pluviomètrica) que aniria des de l'Alt Berguedà cap el Lluçanès i als altiplans del Moianès fins arribar a la serralada prelitoral a Sant Llorenç de Munt deixant a banda i banda dos sectors fisonòmicament ben diferenciats, els de la *Catalunya seca mediterrània* a occident i els de la *Catalunya humida* més medioeuropea i muntanyosa a l'orient.



A la figura 1c, la quadrícula que representa la zona de treball s'hi observa com una línia irregular dividint aproximadament la meitat per la meitat septentrional pertany a la Catalunya humida i la meitat meridional a la Catalunya seca. Aquesta divisió queda ben reflectida en la vegetació dels tres tipus de formacions fisiognòmiques boscoses principals de la coberta vegetal: les *formacions esclerofil·les* que fulles dures i perennes, les *caducifòlies* planes i caduques i les *aciculifòlies* en forma d'agulla dels pins. Així a llevant de la línia (nord de la nostra regió), on les contrades són clarament influïdes pel Mediterrani i relativament plujoses, les formacions vegetals són més higròfiles: els alzinars esclerofil·les són d'alzina (*Quercus ilex*), les rouredes caducifòlies són de roure martinenc (*Quercus irenaica*) i les pinedes perennifòlies de pi roig (*Pinus sylvestris*). Mentre que a occident (la meitat sud de la nostra regió), on predomina un caràcter continental i eixut mediterrani, les formacions vegetals són més xeròfiles: les esclerofil·les són els carrascars (*Quercus rotundifolia*), les marcescents les de roure de fulla petita (*Quercus faginea*) i els boscos aciculifolis són els de pinassa (*Pinus nigra*). A la figura 210 es mostra l'efecte d'aquesta frontera en la distribució del gènere *Quercus* al Principat, cosa que agafa molta rellevància a la zona d'estudi.

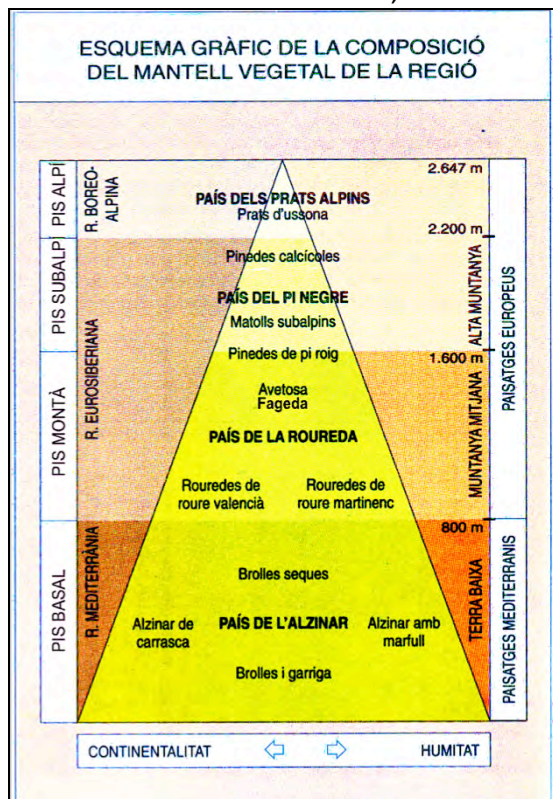


Figura 2.12. Mapa dels pisos i estats de vegetació. De Borràs & Junyent 1993

L'anomenada *zonació alpina* distingeix, de baix a dalt, sis estats: *submontà*, *montà*, *subalpí*, *alpí*, *subnivall* i *nivall*. Aplicar-les a Catalunya ens resultà pràctic per la similitud dels Pirineus amb els Alps (capítol 1). Els límits dels mateixos varien en funció de l'orientació del vessant i del massís considerat. La figura 212, es mostra la piràmide de les comunitats vegetals més significatives de la regió segons l'esquema de la zonació alpina. Tanmateix, les muntanyes de la resta d'Ibèria, anomenades *mediterrànies*, es caracteritzen per una sequera estival pronunciada (*xeroterisme*), cosa que les diferencia de les anomenades alpines (Pirineus, Alps i Carpats)

les quals presenten uns estius més humits (*higroterisme*). Això va dificultar transposar a aquests massissos de la Península Ibèrica la zonació alpina. Per tal de poder parlar de tota la diversitat de pisos d'Ibèria, utilitzarem el sistema dels *pisos termoclimàtics* o *termotipus* (Quézel 1985; Rivas Martínez 1980; Rivas Martínez and Gandullo 1987), a cadascun dels quals també els hi corresponen una sèrie de comunitats vegetals que varien en funció de les regions biogeogràfiques, però que mantenen grans trets en comú. Els pisos en qüestió, als quals en referirem en la tesi quan parlem de la vegetació peninsular no pirinenca i cantàbrica són, de baix a dalt: *termomediterrani*, *mesomediterrani*, *supramediterrani*, *criomediterrani* i *oromediterrani* (vegeu la figura 213b).

Tot seguit s'apunten els trets més rellevants del poblament vegetal de la regió estudiada, obtinguts a partir dels principals treballs fets a la zona (Boada 2003, Boada & Gómez 2011,



Guixé 2008; Soriano 2001; Soriano & Devis 2004; Vigo 1995; Vigo, Soriano, Carreras, Aymerich, Carrillo, Font, Masalles, and Ninot 2003) .

- A les grans serralades, com és ben sabut, un dels principals factors condicionants de la vegetació és la variació progressiva del clima, paral·lela a l'increment de l'altitud cosa que fa que les comunitats vegetals no es distribueixin de manera uniforme en l'espai i en el temps. Entre els aspectes més rellevants d'aquesta variació cal assenyalar la disminució de les temperatures, l'increment d'humitat causat per les pluges orogèniques, l'increment dels períodes d'innivació (sobretot a les terres de clima humit) o la reducció de la durada del període vegetatiu. En resposta a aquests canvis, la vegetació de muntanya adopta una disposició en estatges altitudinals anàlegs, en el

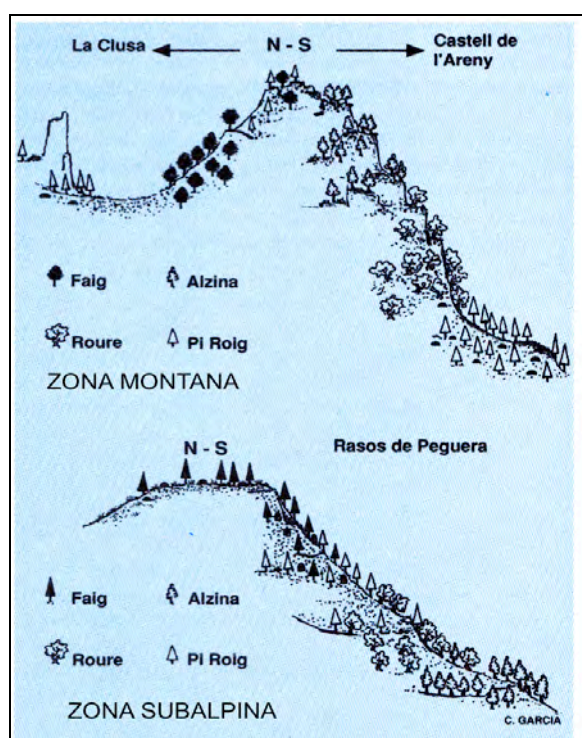


Figura 2.13. Seccions de vegetació. A dalt, una localitat nontana (La Clusa) on s'aprecia el contrast de vegetació als dos vessants. A sota, distribució normal a la zona subalpina de Rasos de Peguera. Originals de Borràs & Junyent, 1993. Dibuixos originals de Carles Garcia.

cas de l'hemisferi nord, de les grans zones biogeogràfiques

- En els massissos de la regió existeix, però, una particular dissimetria E-W causada per la continentalitat cosa que influeix molt el mantell vegetal del sector occidental de l'eix prepirinenc
- A l'analitzar amb detall àmbit geogràfic limitat de la regió, hom s'adona de la intervenció de molts altres factors, tant o més importants, que actuen a escales molt diferents i als quals respon també la vegetació: clima regional, microclimes, litologia, fisiografia, geomorfologia, impacte humà...
- Existeix un contrast important entre la vegetació dels solells i la de les obagues, propiciat encara més per l'orientació general E-W de les carenes principals (fig. 214 i 25)
- El protagonisme del rocam calcari, tant pel que fa a l'orografia com a les característiques dels sòls és molt rellevant. Per un costat, en resulta un relleu abrupte, amb una gran quantitat de microhàbitats que donen lloc a un paisatge vegetal molt fragmentat. Altrament, els sòls carregats de carbonat càlcic condicionen el predomini gairebé absolut de les plantes i les comunitats calcícoles; només a les parts altes (processos periglacials) hi apareixen elements calcífugs, vinculats a processos de descarbonatació dels sòls (més freqüents també al sector oriental)
- La combinació de la geomorfologia i els processos periglacials comporta la multiplicació de microhàbitats (penya-segats amb exposicions variades, vessants pedregosos, canals, pedruscall, codines), els quals acullen comunitats de significació



diversa, sovint amb plantes endèmiques o molt rares

- Els pendents i faldars on s'acumula la neu són espais on els processos de descarbonatació del substrat són més actius. Els llargs períodes d'innivació provoquen la descarbonatació i, en conseqüència, l'acidificació del sòl
- Els substrats rocosos i amb pendent són molt abundants a la regió pel fet dels processos de carstificació del terreny, molt abundants al territori. Les bòfies i dolines són una part molt important dels massissos occidentals (Port del Comte)
- Els cims calcaris amb pedruscalls en indrets amb curt període d'innivació hi ha grans oscil·lacions tèrmiques, forts vents i escassetat d'aigua al sòl
- La causa de l'escassetat de les comunitats acidòfiles ve donat per la manca de roques àcides i la poca descarbonatació dels sòls.
- És molt rellevant la puixança, fins i tot a l'alta muntanya, de les plantes i les comunitats xeròfiles (moltes de les quals de llinatges mediterranis), ben adaptades a les condicions de sequedat climàtica i edàfica (abundància de litosòls i de sòls fissurals amb poca capacitat de retenció d'aigua als indrets rocallosos)
- Els vegetals dels solells i altres indrets secs de l'alta muntanya, es troben adaptats a unes condicions ambientals especialment inclements derivades de la curta durada dels períodes d'innivació (especialment al sector occidental); en conseqüència, les plantes dels estrats inferiors han de suportar unes condicions climàtiques molt més extremes (vent, oscil·lacions tèrmiques) que no pas les comunitats de l'obaga
- La irradiació de la vegetació mediterrània en els costers i solells es veu afavorida pels intensos episodis d'inversió tèrmic, que són habituals a la zona occidental del Segre en la que pot arribar a assolir altituds considerables
- Els terrenys esquistosos predominants a l'est a la zona de la Molina en aquest sector es caracteritzen pel relleu relativament poc accidentat

2.2.2 REGIÓ BOREOALPINA

La *Regió Boreoalpina* o *Àrtico-alpina* es troba a partir dels 2100 metres als obacs i més amunt als solells, equival a l'*estatge alpi* en les serralades de la regió. Dominen en els cims més alts de les serralades: Cadí, Moixeró, Port del Comte, Puigllançada i Tossa d'Alp. En general correspon a un paisatge on regna el clima més fred de la regió, relativament humit, sense cap mes sec. La permanència de la neu i el curt període vegetatiu marca les diferències per a la vegetació d'aquests ambients. El període vegetatiu molt curt impedeix la producció de teixit llenyós cosa que fa que no s'hi estableixin arbres o plantes llenyoses i, en canvi, hi dominin les herbes tendres. Els prats boreoalpins, modelats pel clima més rigorós de la regió, són, doncs, formats per comunitats herbàcies, gespes o rasos.

– PRATS ALPINS

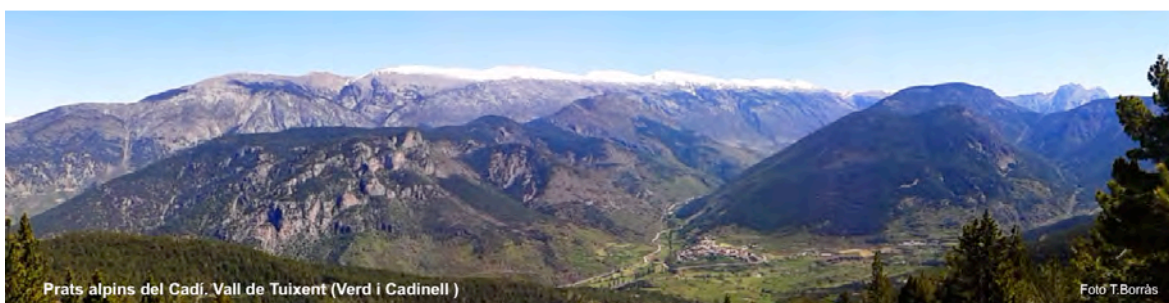
El domini dels prats boreoalpins correspondria a la zona supraforestal dels boscos de pi negre per sobre dels 2100-2400 m. Els substrats rocosos més abundants són els calcaris tret d'alguns indrets prepirinencs on els substrats estan descalcificats i la zona més septentrional de l'àrea d'estudi, a la Cerdanya, on el paisatge es troba sobre rocams granítics com ja s'ha comentat en apartats anteriors. Les comunitats pradenques culminants són molt diverses, variant molt la seva composició florística en funció de la topografia, l'orientació, la pluviositat i el tipus de substrat. No obstant i això a la nostra



regió presenten una notable influència mediterrània. El sector oriental de la regió estudiada, l'eix Tosa d'Alp-Puigllançada, és, com ja es va indicar en l'apartat de fisiografia, un espai de nexa entre la zona pirinenca axial i la prepirinenca, cosa que fa que a les zones culminants d'aquest relleus suaus coexisteixin plantes de distribució boreoalpina de tipus axial amb d'altres de caire més prepirinenc. En el sector oriental esmentat, els espais supraforestals són més planers i els rasos culminants han suportat activitats ramaderes estacionals, la qual cosa fa pensar que el límit superior del bosc es va fer baixar artificialment des de temps passats. En aquests sentit els cims del Cadí es mantenen únicament sotmesos a explotació ramadera atesa la dificultat d'accessos a causa del complicat relleu. La nostra regió inclou tres tipus de *formacions supraforestals* culminants pel que fa al seu significat ecològic i paisatgístic (Soriano, 2001), dels quals un es pot considerar autènticament alpí:

– *Prats alpins veritables*

Hi ha un parell de comunitats que constitueixen el *prats alpins* per excel·lència, densos i ben constituïts. La comunitat climàtica als Pirineus Orientals en les contrades alpines són els *Prats de Festuca airoide* [(*Festuca airoide* (= *F. supina*))] prats força secs, que formen una pastura rasa i densa adaptada a innivacions importants per sobre dels 2200 metres. Es fa als cims de l'eix Cadí Moixeró, Ensija i al conjunt Alp-Puigllançada. La segona comunitat de caire alpí és la *Pastura d'elina*, calcícola i pròpia d'indrets amb períodes d'innivació més curts i sols magres o rocosos per sobre dels 2400 metres. S'hi pot trobar l'elina (*Elyna myosuroides*), la genciana vernal (*Gentiana verna*) i l'oxítrop hallerià (*Oxytropis halleri*).



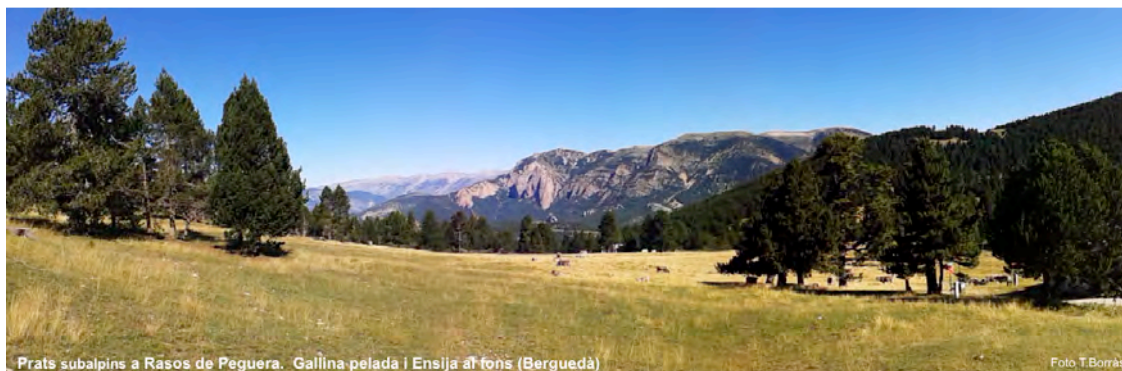
2.2.3 REGIÓ EUROSIBERIANA

Genèricament és una zona relativament humida i plujosa, eminentment forestal, situada immediatament per dessota dels herbeis alpins, originàriament ocupada per una sanefa de boscos, que s'estendrien pel dessota, els quals històricament han estat molt modificats per l'acció antròpica. A la regió pot estendre's des dels 1200-1400 m fins els 1600-1800 m, amb petites variacions. Aquesta foresteria presenta dos tipus de boscúries: les *Formacions de coníferes* a dalt i els *Boscos caducifolis* a la part inferior.

2.2.3.1 FORMACIONS DE CONÍFERES

– PINEDES SUBALPINES

Aquestes boscúries de coníferes, amb pins i avets, forneixen el límit supraforestal. Són arbres de fulles llargues i estretes (*aciculifòlies*), adaptades a la llargs i gèlids període d'innivació i a les dures i rigoroses condicions climàtiques que imperen a l'hivern. A causa de l'acció antròpica, sovint sovintegen les formacions herbàcies secundàries (*prats subalpins*) que ocupen els espais desforestats. A les nostres serralades són equivalents a



Prats subalpins a Rasos de Peguera. Gallina pelada i Ensija al fons (Berguedà)

Foto T.Borràs

l'estatge subalpí. A la regió, aquets paisatges entapissen potencialment els dos vessants de l'eix Cadí-Moixeró-Alp i serralades properes del Port del Comte, Verd, Pedraforca i Ensija-Rasos. Pel que fa als espais forestals subalpins, el pi negre (*Pinus uncinata*) forma el bosc subalpí per excel·lència dels Pirineus i està estès i ben representat per l'estatge subalpí de tots els massissos de la regió on és l'únic arbre que forma boscos per sobre dels 2000 m i també el que sempre constitueix el límit superior del bosc. A la regió els boscos de pi negre està ben representat per tres comunitats, les quals seran descrites més abastament en el capítol 3 (ap. 3121), atesa la rellevància com a hàbitats de cria i fornidors de bancs de llavors en l'etapa estival de la llucareta:

- Domini de les *Pinedes xeròfiles i calcícoles de pi negre (=Pineda de pi negre amb ussona i ginebró)*, pròpies de les solanes de l'alta muntanya de tot el territori prepirinenc en substrats calcaris. Pels solells i vessants intermedis entre 1700 i 2200 metres.



Boscos de pi negre i prats subalpins de la Bofia (Port del Comte)

Foto T.Borràs

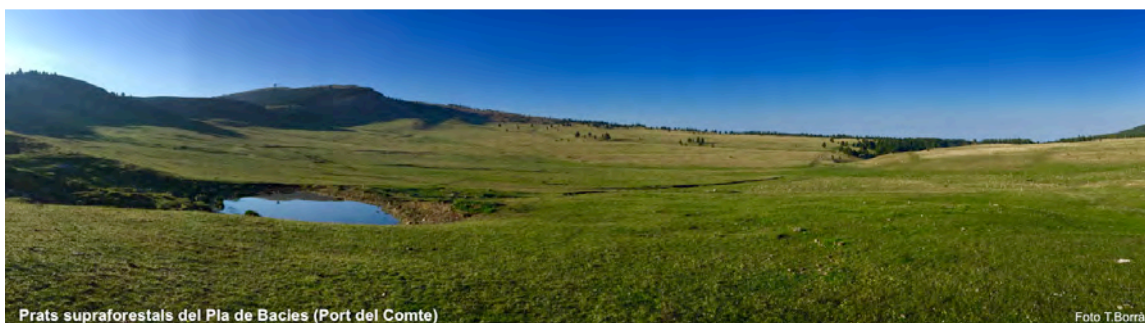
- Les *Pinedes calcícoles de pi negre mesòfiles dels obacs (=Pineda de pi negre amb seslèria)*, constitueixen la vegetació potencial a la Catalunya prepirinenca en indrets ombrívols de la regió en sòls neutres o poc àcids ben desenvolupats. Forma bones extensions a tota les serres prepirinenques de la regió a partir de 1600 metres (obagues del Cadí, del Port del Comte, del Verd, d'Ensija, Pedraforca, Moixeró...), arribant al màxim al Cadí: 2300 m.
- Les *Pinedes acidòfiles amb neret dels obacs, sobre substrats calcaris descalcificats* i en claps on hi ha afloraments de roques àcides. Són rares al sector occidental del Cadí i més presents en els obacs de les serralades a la regió oriental (Tossa d'Alp-Puigllançada) i en claps a d'altres serres (Ensija, Verd, Pedraforca i Cadinell) entre 1700-2200 metres, tret del Port del Comte.

L'altre conífer de la zona és l'avet (*Abies alba*). L'avet creix entre l'estatge montà i el subalpí en vessants obacs, per bé que s'aventuren per les valls continentals i s'enfila en alçada, i es pot barrejar amb altres arbres i no tendeix a formar masses monoespècifiques importants a la regió. Habitualment barrejat amb el faig i el pi roig a l'estatge montà, també ho pot fer en les contrades subalpines amb el pi negre enfilant-se



pels costers dels vessants nord (serra del Cadí i Port del Comte) tot i que aquest és més escàs i normalment resta relegat als indrets més frescals de les parts baixes. Pel que fa a les comunitats, solament són més freqüents l'*Avetosa calcícola* al vessant septentrional del Cadí on forma boscos densos en vessants pendents per sota del bosc de pi negre i també als obacs del Verd i el Pedraforca (1650-1850 m) (Carrillo 2006; Vigo, Soriano, Carreras, Aymerich, Carrillo, Font, Masalles, and Ninot 2003) A l'estatge subalpí hi ha taques al Cadí d'*Avetosa acidòfiles amb neret* sobre substrats silícics per bé que no són pas característiques. Les comunitats més importants d'aves són l'*Avetosa amb boix* pròpia d'ambients calcaris amb el·lèbor verd (*Helleborus viridis*) i herba fetgera (*Anemone hepàtica*) ocupa les fondalades del sector occidental de la Vall de Pi i d'Inglà (Carrillo 2006). Es pot trobar l'*Avetosa amb pulsatilla* a la serra de Verd. Sovint se'l troba a cotes baixes en verals d'obagues amb pi roig (serra de Busa, peus d'Ensija i obaga de Verd) o barrejat amb faig (Gresolet). Com a mínim a la regió han estat descrits cinc dels sis hàbitats presents a Catalunya (Vigo, Carreras, and Ferré 2006), per bé que de forma minoritaris o molt fragmentada. Per una banda sorprèn tanta varietat atès que no és una espècie gaire abundant i que el territori és relativament xic. Tanmateix, aquest fet constitueix un bon indicador de la complexitat paisatgística de la regió i de la seva notable biodiversitat.

La degradació de les comunitats forestals esmentades condueixen a la formació de *comunitats arbustives*. Les landes i els matollars són comunitats ajagudes que toleren molt bé els llargs períodes hivernals cobertes per la neu. Les *ginebreds* o *Matollars de ginebró amb bàlec i boixerola* es fan preferentment sobre substrats silícics o descalcificats



tenint el bàlec (*Cytisus balansae*) i la boixerola (*Arctostaphylos uva-ursi*) com a espècies més representatives. Els *balegars*, amb clar domini del bàlec, es formen preferentment sobre substrat silícic i sòls poc o molt desenvolupats. Les catifes de boixerola, en canvi, es mostren indiferents al substrat i prefereixen els faldars rocosos. En algunes contrades del Cadí-Pedraforca acompanyen als prats subalpins les *boixedes* o matollars de boix (*Buxus sempervirens*). Són representatives les *Boixedes xeròfiles* amb boixerola, sobre substrat calcari. Ates que els substrats silícics són poc freqüents, la comunitat dels *Matollars de neret*,. Tan representatius dels Pirineus axials, estan poc representats a la zona i són més freqüents a l'extrem oriental més silícic (Alp) i molt menys a l'occidental (Ensija). Tenen el neret (*Rhododendron ferrugineum*) i el nabiu (*Vaccinium myrtillus*) com a arbusts més representatius.

– PRATS SUBALPINS

Els *Prats subalpins* serien el resultat de les grans aclarides per les esteses i dels incendis forestals provocats per fer pastures (ja comentats anteriorment en l'apartat dels prats alpins), conjuntament amb les clarianes pròpies dels boscos de pi negre. La majoria de



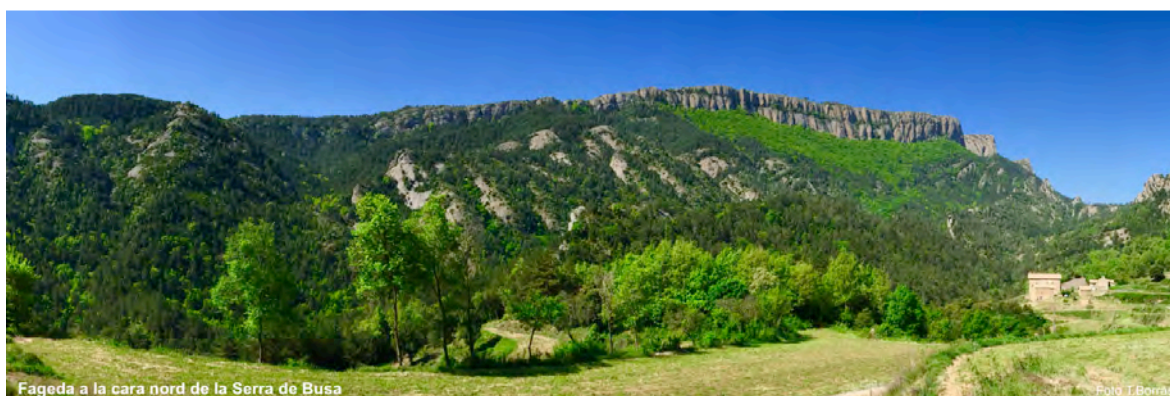
comunitats han estat comentades en l'apartat anterior (vegeu prats serials i pseudoalpins), destacant els prats formats principalment per les comunitats de gramínies camefítiques i hemicriptòfites: *Festuca gautieri*, *Sesleria coerulea*, *Festuca eskia* i descàmpsia (*Deschampsia flexuosa*). Aquests rasos subalpins tenen una importància molt gran en la biologia de la reproducció de la llucareta atès que constitueixen un dels seus bancs de llavors primaverals.

– FORMACIONS HERBÀCIES SUPRAFORESTALS

Amb aspecte de prats, aquestes gespes i rasos acullen comunitats molt variades. Aquestes zones alpines i/o alpinitzades sovint comparteixen l'espai amb les *Landes de bàlec* (balegarars) i els *Matollars de ginebró* (ginebreds).

- *Els prats serials dels boscos subalpins.*

Són els originats per la destrucció del nivell supraforestal de pi negre que es poden estendre fins els cims de les muntanyes. Malauradament els cims de la regió són pregons de llocs amb sòls magres i rocam, per la qual cosa els prats més freqüents són els mesoxeròfils de *Gespa d'ussona*, comunitat xeròfila pròpia de vessants assolellats en indrets calcaris pedregosos i rostos, amb poca innivació. Està molt difosa pel Port del Comte (Bòfia), i el Cadí-Moixeró, amb la característica fisonomia de formacions semicirculars. S'hi troba la ussona (*Festuca gautieri*), la sselèria (*Sesleria coerulea*) i la festuca duríssima (*Festuca indigesta*). Una comunitat de gespes semblant a l'anterior més mesòfila i subalpines són els *Prats de primula gran*, en llocs plans on s'acumula la neu. L'espècie principal és la primula gran (*Primula eliator*). Veure més detalls de les comunitats a l'ap. 31231.



- *Prats pseudoalpins o alpinitzats.*

Poden ser comunitats permanents lligades a les carenes o als indrets propers de l'estatge inferior subalpí, on el rigor del clima impedeix que hi visquin les comunitats llenyoses. Podem trobar també les comunitats dels *Gespets*, amb les seves característiques graonades en mitja lluna que s'enfilen rostos amunt bo i formant unes característiques tofes en forma de mitja lluna, en sòls amb elevada solifluxió que tenen tendència a esguimbar-se. Hi són característics el gesp (*Festuca skia*). També s'hi troben de *Gespes de pèl caní*, que, tot i ser més característiques de l'estatge subalpí, apareixen a la part basal de l'estatge alpí entre els 1800 i els 2300, en zones silicòcoles o més descalcificades. En estacions de treball com els Rasos de Peguera i Prat de Bessies apareixen aquestes gespes de pèl caní. *Gespes de pèl caní amb selí pirinenc*, amb espècies com el pèl caní (*Nardus stricta*), la regalèssia de muntanya (*Trifolium alpinum*) i el selí pirinenc (*Selinum pyrenaicum*). També es pot trobar una altra comunitat de gespes subalpines pròpies d'indrets descalcificats, la *Gespa de pèl caní amb endrèssia* en pendissos suaus del Cadí i



Montgrony, amb l'endrèssia (*Endressia pirenaica*) i la festuca rogenca (*Festuca rubra*) com espècies característiques. Veure més detalls de les comunitats a l'ap.31232

2.2.3.2 ELS BOSCOS CADUCIFOLIS

Les comunitats forestals eurosiberianes formades per *planocaducifolis* o *frondoses* amb fulles planes poden ser caducifòlies o marcescents en funció del grau d'humitat de les contrades que ocupen. A la regió es troben dues comunitats: les *Fagedes* i les *Rouredes seques*, les quals corresponen, respectivament, als paisatges nemorals humits medieuropeus i als ambients eixuts submediterranis.

– PAISATGE MEDIOEUROPEU

Els paisatges medieuropeus serien els equivalents als ambients més plujosos i amb més humitat de la regió eurosiberiana corresponent al país dels boscos caducifolis medieuropeus. Correspondria a una sanefa de *Boscos caducifolis* o *estisilves*, situades per sota de les formacions de coníferes subalpines, i limitant inferiorment per les comunitats esclerofil·les mediterrànies o submediterrànies. Constitueix l'*estatge montà* de les serralades de la regió. Segons l'orientació dels vessants té diferències de límit altitudinal. Als vessants obacs pot anar del 1000 als 1500 metres, mentre que als solells pot abastar entre els 1300 i 1700 m. A Catalunya un del dos tipus de paisatges medieuropeus el de la influència marina, el *Paisatge Atlàntic* (roure pènel), manca a la regió estudiada, atesa la manca d'influència oceànica i solament tenim ben representada la *Fageda*. No obstant, es fan algunes petites arbredes i es troben individus aïllats de roure de fulla gran (*Quercus petrae*), de tendència acidòfila i atlàntica, en indrets humits (Vigo and Carreras 2003; Vigo, Carreras, and Ferré 2006; Vigo, Soriano, Carreras, Aymerich, Carrillo, Font, Masalles, and Ninot 2003). A la regió estudiada, aquest boscos



Boscana de pi roig amb herba blava. Rocaterçana (Berguedà)

Foto T.Borràs

de frondoses són presents als samontans de la cadena prepirinenca, arraulint-se dins les valls on cerquen condicions d'arrecerament i humitat, per bé que està limitada al sector oriental, mancant pràcticament al sector oriental del Port del Comte i Alinyà.

- *Les fagedes (Fagion sylvaticae)*

Les fagedes de la regió formen masses discontinües entre 1000 i 1700 m en vessants obacs, des del Pedraforca fins a Castellar de n'Hug, on constituïrien la vegetació potencial, faltant al Port del Comte, (Vigo et al. 2003). Corresponen majoritàriament a les comunitats *calcícoles amb boix*, podent-se trobar un parell més de comunitats molt fragmentades (*amb el·lèbor verd* i *acidòfila*). El tipus de forest que constitueix la fageda és el que s'anomena una *boscana*, boscúries denses amb molta frondositat a les capçades i sense pràcticament vegetació herbàcia (tret dels geòfits vernal), amb sòls oberts coberts de molses, virosta i fullaraca si estan ben conservats. La majoria de clapes de fageda que resten arraconades a les obagues estan molt aclarides i presenten un estrat arbustiu de



boix que palesa aquest. Les especials condicions climàtiques de molts dels vessants obacs del Berguedà han permès que hi prosperin importants claps de fageda majoritàriament en pendents. La seva ubicació en obagues frescals està associada a valls més o menys tancades i amb boires freqüents (p.e. a la vall del Bastareny, a la baga de Gresolet o a la baga de Busa). Contràriament al que es podria pensar la vessant nord de l'eix Cadí-Moixeró no conté fagedes estructurades, les quals són substituïdes per les avetoses montanes (veure ap. 21111). No obstant, les fagedes sí que es troben en les valls al sud d'aquest eix que són les que recullen les precipitacions i les boires provinents dels aires mediterranis canalitzats per les valls fluvials que són ortogonals a la serralada. Quan aquestes masses cauen a la vessant cerdana generen un efecte semblant al del fogony, per la qual cosa ja no poden mantenir les comunitats forestals higròfiles que hom esperaria trobar (veure esquema de la fig. 24 per il·lustrar el fenomen descrit). A part de l'esmentat boix, es poden trobar altres arbres caducifolis com el bedoll, l'avellaner (*Corylus avellana*), el teix (*Taxus baccata*) i el grèvol (*Ilex aquifolium*) en els vessants de Busa. Aquests indrets obacs de les fagedes han dificultat la humanització d'aquests territoris però no pas el seu aprofitament forestal. L'eliminació dels faigs acostuma a comportar la implantació de pinedes de pi roig. En algunes rouredes de roure martinenc, el faig és una espècie acompanyant.

- *Els bosquets caducifolis*

En indrets pedregosos i frescals i també als solells altimontans de les muntanyes del nord es fan *Tremolades* mesòfiles (*Populus tremula*) i *Avellanoses* (*Corylus avellana*), ambdues comunitats caducifòlies d'afinitat medioeuropea distribuïdes per les serralades de l'eix Cadí-Moixeró (Vigo et al. 2003). Les veritables *Freixenedes* (*Fraxinus excelsior*), molt representatives d'aquest ambient, són rares i més freqüents a les conques del Segre i menys a la conca altra del Llobregat. A la Cerdanya estan molt alterades per la presència del bestiar. Cap occident, a la zona d'Alinyà, els caducifolis resten arraulits als fons de les valls i els barrancs on es concentra la humitat. S'hi poden trobar *Telledes* (*Tilia platyphyllos*) i alguna resta de *Teixeda* (*Taxus baccata*) als peus de vessants rocosos.



- *Les pinedes boreals de pi roig*

El *Pinus sylvestris* està molt ben representat a la regió en els ambients medioeuropeus o eurosiberians. Les grans pinedes de rajolet s'estenen per les muntanyes del nord de la regió i el sector occidental més humit on forma grans masses contínues sovint amb aspecte de boscana ja que els arbusts tenen poca rellevància al sotabosc. Tolera bé condicions continentals i s'enfila a les muntanyes en terrenys no massa pedregosos en alçades compreses entre 900 i 1600 m. preferentment en situacions d'obaga, tret de les



zones més altes on pot trobar-se als vessants de migjorn. Estan acompanyats d'altres espècies com la moixera, boix, ginebró, corner i és molt característica herba blava (*Polygala calcarea*) en les contrades calcàries. A les serres del Port del Comte i Cadí, es troba sovint barrejat amb el pi negre i també amb la pinassa a les obagues. Els grans incendis de la dècada dels noranta, van afectar les poblacions de pi roig però molt menys que les de pinassa. Veure més detalls de les comunitats a l'ap. 3122.

– PAISATGE SUBMEDITERRANI

És un paisatge més eixarreit que les fagedes amb un cert aire d'aridesa ja que correspon a ambients menys humits i amb caràcter més continental, per tant amb més xericitat ambiental. Ocupa aproximadament la franja entre les parts més baixes i els 1300-1500 m. A la regió és el paisatge de les *rovires* o *rouredes seques*, una comunitat forestal típicament submediterrània adaptada, per tant, a suportar els ocasionals períodes de sequedat que presenta el clima del país. Les dues espècies que conformen aquestes rovires són el roure de fulla petita o valencià i el roure martinenc o pubescent, ambdós amb fulles caduques o marcescents les quals fan de transició entre el domini mediterrani, clarament més sec, i el medioeuropeu més humit. També hi és present el roure cerrioide tot i que s'interpreta per alguns autors com un híbrid entre les dues espècies anteriors. Les rouredes estan ben representades a la zona nord oriental del Berguedà, i a la meitat de ponent i estenent-se, potencialment, en una àmplia franja cap el sector sud-occidental (veure fig. 210).



Pinasses a la Ribera Salada (Solsonès)

Foto T.Borràs

- *Les Rouredes de roure martinenc (Buxo sempervirentis-Quercetum pubescentis)*

El roure martinenc o pubescent (*Quercus irenaica* [= *Q. humilis*]) d'afinitat més higròfila i sense quimicitat manifesta pel substrat, està estès pel terç nord-oriental, sense ultrapassar els 1300 metres, distribuït en taques molt estressades per l'acció forestal. Conjuntament amb el roure cerrioide (*Quercus cerrioides*), es presenta en petites taques de rovires pures o barrejades amb pi roig, pinassa o altres caducifolis com l'avellaner, la blada de fulla gran (*Acer opalus* spp. *opalus*), l'auró blanc (*Acer campestre*). Sovint el sotabosc està format per boix i altres arbustos: arç blanc (*Crataegus monogyna*), ginebró (*Juniperus communis*), la ginesta sessilifòlia (*Cytisophyllum sessilifolium*), coronil-la boscana (*Coronilla emerus*), xuclamel xilosti (*Lonicera xylosteum*) i aranyoner (*Prunus spinosa*). És més abundant a la zona nord oriental berguedana, menys xèrica (Aymerich and Santandreu 1998). A occident, Solsonès i Alt Urgell, les estassades l'han substituït pel pi roig, més tolerant a la sequera i també per la pinassa. En resten petits rodals representatius a Odén, Canalda, Cap del Pla, Busa i Sant Llorenç de Morunys. Hi ha alguna taca, més al sud, al Bages, a Montserrat i Sant Llorenç de Munt (Arnold and Ferrer 1980).



Sovint es barreja amb el pi roig, el qual ha substituït en la major part de la seva àrea de distribució potencial, o bé hi ha estat plantat degut al seu benefici més ràpid i rendible en termes forestals. Es pot afirmar, doncs, que el territori del roure actualment està ocupat en gran part per pinedes de pi roig: les *pinedes roviroses* de pi roig (Gràcia and Ordóñez 2011a). Així, moltes de les zones que haurien de ser rouredes han estat sotmeses a una gestió molt intensiva (llenya i carbó) sobrevivint en l'actualitat com petites bosquines o exemplars aïllats enmig de pinedes roviroses en pendents, essent les antigues rouredes adevesades les que més han patit l'acció estassadora històrica, però principalment de la primera meitat del segle XX (Soriano 2004, Guixé 2008). Un aspecte interessant paisatgísticament, és que les rouredes capgiren, amb les alzines o les carrasques, la successió en els estatges en zones d'inversió tèrmica d'arreu de la regió, però especialment a les serralades més meridionals i a les valls dels rius que les travessen, ocupant les zones més baixes i humides i deixant a les heliòfiles alzines l'estrat superior més termòfil i assolellat (veure esquema de la fig. 210b i c). Les clarianes del roure pubescent són cobertes per landes arbustives i pastures.

- *Les Rouredes seques de roure de fulla petita (Viola willkommii-Quercutum fagineae)*
El roure de fulla petita o valencià (*Quercus faginea* Lam. ssp. *faginea*), un roure de fulles marcescents, presenta una distribució molt fragmentada a les zones submediterrànies de les àrees més eixutes de la nostra muntanya mitjana on el poden acompanyar arbustos com el corner (*Amelancher ovalis*), la ginesta sessiliflora (*Cytisus sessilifolius*) i el sanguinyol (*Cornus sanguinea*). A les mateixes contrades el roure de fulla petita és acompanyat per un altre roure marcescent, el roure cerrioide (*Quercus x cerrioides*), un híbrid d'aquest amb el martinenc que s'estén cap les zones del Bages (Arnold and Ferrer 1980). Sovint la pinassa acompanya aquestes rovires o, tal vegada, són pinedes de pinassa amb roures escadussers bo i depenent de les característiques del terreny i de l'acció antròpica. La roureda eixuta de roure de fulla petita i de roure cerrioide davalla cap a contrades més meridionals on pot compartir hàbitat amb el pi blanc. Al sector occident els prats són més magres i els pasturatges més secs, llavors les joncedes ocupen les solanes degradades de les rouredes. Aquest paisatge és ben representat a la meitat sud de la regió, especialment a al sector segàrric oriental. La recuperació dels territoris afectats pels grans incendis forestals de la dècada dels 90 deixa veure la puixant recuperació d'aquestes rouredes seques afavorides per la dificultat de recuperació de les pinedes de pinassa.

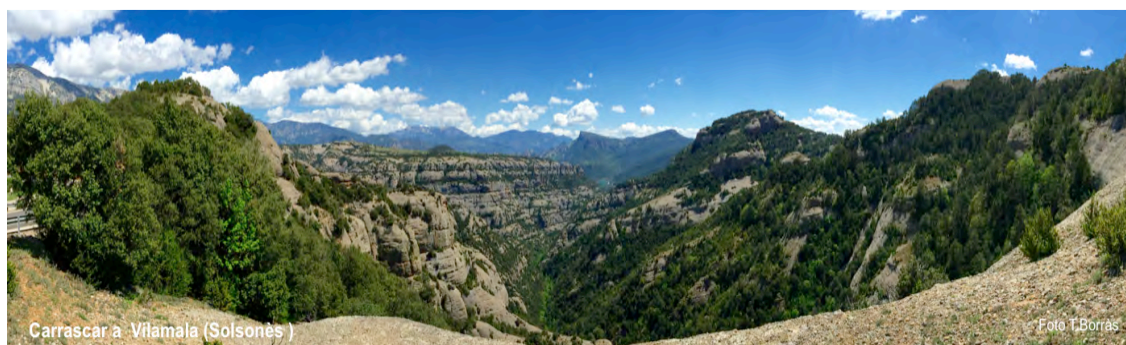
- *Les Pinedes submediterrànies de pinassa*
A la franja central submontana de la regió i especialment en el sector oriental dominen extensos boscos de pinassa (*Pinus nigra* ssp. *salzmannii*) de la varietat *pirenaica*, autòctona de Catalunya. A la regió presenta unes masses molt importants, ocupant àmplies superfícies, i amb molta rellevància en la biologia hivernal de la llucareta. La pinassa està distribuïda sobre substrats bàsicament calcaris arribant fins els 1500 m (XX), òptimament, però, principalment entre els 400 i els 1000 m. en zones submediterrànies o mesomediterrànies, no depassant a la regió la riba esquerra del Llobregat. Com ja s'ha indicat anteriorment (ap. 1212), la distribució actual es discuteix si és o no el reflex de les condicions ambientals idònies (vegetació primitiva teòrica), o bé resultat de les repoblacions per l'aprofitament forestal i de la degradació de les rouredes de *Quercus x cerrioides* per l'acció antròpica, per la qual cosa algunes masses podrien ser considerades pinedes secundàries –anomenades *pinedes roviroses* per Foch (1981)- o bé prats secs (joncedes, llistonars i fenassars) amb la pinassa com espècie dominant. Les millors



formacions boscoses es troben en zones de sòl profund i zones fisiogràficament planes independentment de l'altitud (Gràcia and Ordóñez 2011b; Piqué et al. 2011), tot i mostrar una preferència per les obagues a la regió. Les espècies arbustives que es troben en les pinedes de pinassa són el tortellatge (*Viburnum lantana*), el cirerer de guineu (*Prunus mahaleb*), el corner, el boix, l'arç blanc (*Crataegus monogyna*), el sanguinyol i la coronil-la boscana, moltes de les quals també les trobarem a les rouredes, amb les quals comparteixen oltes espècies. A banda de les poblacions naturals autòctones, com semblen ser les de l'Alt Solsonès de la regió, l'acció antròpica ha tingut molta influència sobre la seva presència a la Catalunya central. Per una banda va ser una espècie molt repoblada al segle XX. Malauradament, recentment la superfície ocupada ha patit una forta davallada (aproximadament del 30%) degut als incendis forestals (GIF) de 1994 i 1998. Al Berguedà occidental ocupa àmplies àrees a la terra baixa, on ha estat afavorit per les actuacions humanes i les reforestacions, amb substitució tant dels alzinars com de les rouredes. Veure més detalls de les comunitats a l'ap. 3222.

- *Les Formacions arbustives, pastures camefítiques i els prats embosquinats*

Formacions arbustives dels ambients de muntanya del massís del Port del Conte i Alinyà poden ser les boixedes. La *Boixeda xeròfila* puja des de la base del massís fins l'estatge subalpí, formant des de comunitats permanents en indrets rocosos a comunitats de substitució de boscos xeròfils. En semblants alçades però en distinta orientació, en bacs i estats intermedis, es fa una boixeda de filiació més higròfila, les *Boixedes mesòfiles amb*



corner. En indrets rocallosos de l'estatge basal del Port del Conte podem trobar les *Garrigues amb boix*, pròpies de solells rocallosos. Als vessants rocosos i als replans de les cingleres orientades al sud, ja sigui en forma de comunitats permanents o substituïdes del carrascar es troba les *Savinoses amb savina* (*Juniperus phoenicea* ssp. *phoenicea*), el corner, el garric i el càdec. També en vessant assolellats i vessants desforestats en espais propis del carrascar trobarem un matollar baix i obert, la *Brolla de romaní i sanguinària blava*, el trobarem, amb romaní, botja groga (*Bupleurum frutescens*), romaní i foixarda (*Globularia alypum*). Cal esmentar els *Argelaguers* que ocupen en les contrades d'antics conreus al faldars i zones de pastura amb sajolida, espígol (*Lavandula angustifolia* ssp. *irenaica*), farigola i civada dels prats (*Avenula pratensis*). Les joncedes amb espígol, els gramenets eixuts o subhumits com les Joncedes (*Aphyllanthion*), amb jonça (*Aphyllanthes monspeliensis*) són *pastures calcícoles emmatades* que tenen una clara afinitat continental. Les *pastures xeròfiles submontanes* (*Xerobromion*) i les *pastures mesòfiles montanes* (*Mesobromion*) acaben de completar el panorama dels prats de la zona montana i submontana de la regió (veure més detalls a l'ap. 3224).

2.2.4 REGIÓ MEDITERRÀNIA

La *Regió Mediterrània* es caracteritza per un estiu sec i un hivern temperat, amb una clara



influència marina, és a dir un bioclima xerotèric. La vegetació és perennifòlia, amb fulles petites i coriàcies (*xeròfits esclerofil·les*). Fisiognòmicament, les formacions esclerofil·les dominants a la regió són *boscoss i bosquines*, essent els alzinars i les rouredes seques la vegetació potencial i les garrigues, màquies i brolles les comunitats transitòries en el procés de successió (Arnold and Ferrer 1980) . La meitat sud i central de la regió d'estudi és el seu domini, tot i que ocupen moltes de les carenes del nord, especialment a les valls amb inversió tèrmica (veure fig. 213). Com ja s'ha comentat en l'apartat anterior, a a les planes interiors s'acusa un cert grau de continentalitat i apaivaga aquesta mediterraneïtat atès que les serralades prelitorals i Montserrat fan de pantalla a la influència marítima i a més, estan sotmeses sovint a fenòmens d'inversió tèrmica a l'hivern.

2.2.4.1 BOSCOS ESCLEROFIL·LES

Els *boscoss esclerofil·les* a la regió estan constituïts pels alzinars i els carrascars, el primer de vocació mediterrània i l'altra més continental ibèrica. Constitueixen la vegetació que dona caràcter fisiognòmic a la terra baixa de la regió i als costers secs de moltes serralades i samontans prepirinencs amb diagrames ombrotèrmic que delaten l'estiu eixut propi del caràcter mediterrani.

– ALZINARS

Els *Alzinars*, comunitats esclerofil·les típiques, dominen a les muntanyes meridionals i també tenen un paper important en la fisonomia dels solells de les primeres serres prepirinenques (Queralt, Picancel, Busa). Al sector sud-oriental més humit a Sant Llorenç de Munt s'hi troba a la part inferior l'anomenat *Alzinar amb marfull (Quercetum ilicis galloprovinciale)* d'ambients d'influència clarament marítima amb el marfull (*Viburnum tinus*), l'arítjol (*Smilax aspera*) i el galzeran (*Ruscus acuelatus*). Una variant, l'anomenat *Alzinar amb boix* apareix al Picancel (600-1000 m) i és molt semblant a l'alzinar muntanyenc prelitoral, però amb domini del boix, però també amb marfull i aladern fals (*Phyllirea latifolia*). Els alzinars del sud (Montserrat i Sant Llorenç de Munt) pertanyen a la subespècie *Quercus ilex ssp. ilex* també anomenada alzina de fulla llarga, formant una comunitat esclerofil·la i sempre verda anomenada *Alzinar muntanyenc (Quercetum mediterraneo-montanum)*, característic de les muntanyes mediterrànies més humides



meridionals. En aquest bosc s'hi podem trobar alguns caducifolis com la blada (*Acer opalus*) i la servera (*Sorbus aria*). En aquestes bosquíries ombrívoles també acompanyen a l'alzina el marfull i altres arbusts com lligabosc (*Lonicera implexa*) i coronil·la boscana (*Coronilla emerus*).

– CARRASCARS

En alguns vessants solells i eixuts de les serres del nord i a moltes contrades del nord-oest es troben els *Carrascars (Quercetum rotundifoliae typicum)*, formacions esclerofil·les de



carrasca o alzina de fulla curta i peluda (*Quercus ilex* ssp. *bellota* [ssp. *rotundifolia*]) molt esteses per les contrades ibèriques. La carrasca, ocupa la meitat oriental de la regió i no passa pas més enllà del Berguedà i el Moianès al límit oriental de la zona d'estudi. Actualment tenen escassa entitat forestal i sovint són semblant a màquies o bé estan molt degradades per l'acció agrícola secular silvopastoral. Formen dues comunitats el *Carrascar amb espina cervina* adaptat al clima sec de les terres de la Catalunya central i occidental amb espina cervina (*Rhamnus saxatilis*), garric o coscoll (*Quercus coccifera*), rogeta (*Rubia peregrina*) i llistó (*Brachypodium retusum*). Fora de la influència de la inversió tèrmica, a molts solells de les serres prepirinenques i samontans prepirinencs del nord es troba el *Carrascar amb boix* (*Quercetum rotundifoliae buxetrosum*), amb elements submediterranis com el marxívol (*Helleborus foetidus*), el boix i el ginebre.

Al sud de la regió, en ambients mediterranis d'estius eixuts, antics dominis de l'alzinar, hi domina el pi blanc (*Pinus halepensis*) que, tot i ser l'espècie que ocupa més superfície a Catalunya, és el pi que menys interès representa en la biologia de la llucareta. Viu molt bé en terrenys calcaris on es troben les seves millors formacions sense mostrar cap preferència clara entre solells i obagues. Els arbustos que l'acompanyen són el garric, el llentiscle (*Pistacia lentiscus*), el bruc d'hivern (*Erica multiflora*), el romaní (*Rosmarinus officinalis*), l'argelaga i l'arboç (*Arbutus unedo*). Sovint ocupa moltes contrades que correspondrien a vegetació originàriament esclerofil·le que l'acció de l'home va rompre per conrear vinyes i que van ser abandonades després de l'episodi de la fil·loxera (Arnold and Ferrer 1980).

2.2.4.2 BOSQUINES ESCLEROFIL·LES

Les bosquines esclerofil·les són comunitats arbustives: garrigues, màquies i brolles. La fisiognomia de la vegetació es pot equiparar a l'estatge *submontà* de les serralades en el nord de la regió.

– MATOLLARS XEROACÀNTICS

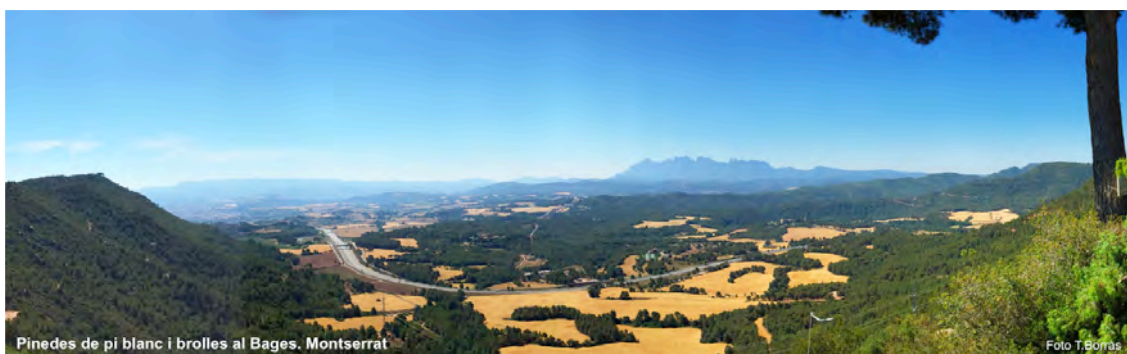
Propis dels ambients oromediterranis, els trobarem a les carenes calcícoles i a les vessants amb sòls esquelètics dels Prepirineus centrals i meridionals. A la regió té un dels seus bastions més septentrionals concretament a la serra de Turp en els crestalls i carenes ventoses. L'element més característic és una planta espinosa d'aspecte pulviniforme, l'eriçó (*Erinacea anthyllis*), a la regió estrictament restringit a la serra esmentada.

– MÀQUIES I GARRIGUES

La degradació d'aquestes boscúries mediterrànies d'alzina i carrasca condueix a la formació de bosquines com màquies, garrigues i brolles. Les Màquies són bosquines formades per arbustos alts. Tres plantes comunes a les màquies del sud de la regió, a banda de les plantes i arbusts com el garric (*Quercus coccifera*), que acostumen a ser presents en l'alzinar, són l'arboç, el marfull o el matabou (*Bupleurum fruticosum*) en indrets d'influència més mediterrània. Acostumen a ser comunitats transitòries molt freqüents a tot el territori mediterrani i submediterrani a rel dels molts incendis que ha sofert la zona. En són un bon exemple les formades a sota el massís de Montserrat i a Súrria i Castellnou de Bages. La *Garriga* és una comunitat densa on predominen els arbusts de fulla esclerofil·le però no tan alts com els de les màquies. El llentiscle, el càdec (*Juniperus oxycedrus*), l'aladern de fulla estreta (*Phillyrea angustifolia*) i el matapoll (*Daphne gnidium*) en són espècies característiques. Tampoc és rar de trobar-hi el pi blanc,



el romaní i la jonça.



– BROLLES I PRATS SECS

Són comunitats esclerofil·les amb menys arbustos i més mates. Exemples en són les brolles calcícoles resseques (*Rosmariono-Ericion*) com la *Brolla de romaní amb bruc d'hivern*, més mediterrània, pròpia de la regió meridional calcària, i la *Brolla de romaní amb sanguinària*, més septentrional i relativament resistent al fred. La brolla de romaní és molt representativa de la regió, amb espècies característiques com la botja blanca (*Dorycnium pentaphyllum*), la botja groga (*Bupleurum fruticosum*), el timó o farigola (*Thymus vulgaris*), la foixarda (*Globularia alypum*), l'espígol (*Lavandula latifolia*), la sanguinària (*Lithospermum fruticosum*), la sempreviva borda (*Helichrysum stoechas*) o el romaní mascle (*Cistus clusii*) (Arnold and Ferrer 1980). En zones de margues guixenques del Pla de Bages s'enriqueix amb el ruac (*Ononis tridentata*). En zones més meridionals del sud-est de la regió en espais descalcificats de Sant Llorenç de Munt, s'hi troben brolles més calcígugues (*Cistion*) amb la gatosa (*Ulex parviflorus*) i amb l'estepa blanca (*Cistus albidus*), la qual arriba a substituir el romaní. El *P.halepensis* sovint és un element arbori més de les brolles seques que hom pot anomenar *brolles arbrades* (Folch 1981) en indrets prou secs i eixuts.

– PRATS SECS

A banda de les comunitats llenyoses esclerofil·les, s'ha d'esmentar les formacions herbàcies que acompanyen a aquestes bosquines, prats secs, Graments, herbassars... Són comunitats d'herbes perennes seques, els anomenats *prats secs*, com els llistonars, els fenassars i les joncedes. Els *Llistonars* amb el llistó, (*Brachypodium retusum*) com a planta dominant, acompanyat sovint del dàctil (*Dactylis glomerata*) i la ruda (*Ruta chalepensis*), forma clapes i no ocupa grans extensions. Els *Fenassars* són prats densos d'herbes perennes com el fenàs (*Brachypodium phoenicoides*) molt freqüents a la meitat meridional de la regió, en la qual es comú trobar-hi escabiosa (*Scabiosa atropurpurea*), pastanaga borda (*Daucus carota*) o fonoll (*Foeniculum vulgare*). Hi és important i representativa la *Jonceda* (*Aphyllanthion*), de filiació més submediterrània amb la jonça com espècie característica sovint acompanyada al sud de la regió pel panical (*Eryngium campestre*), el lliri de Narbona (*Linum narbonense*) i mates com l'argelaga, el timó, l'espígol, la sajolida (*Satureja montana*) i l'espernellac (*Santolina chamaecyparissus*) (Arnold and Ferrer 1980).



Figura 2.14. Paisatges vegetal de l regió habitats per la Ilucareta. De dalt a baix Prats alpins (Coll de Pal), Pastures supraforestals (Cadí), Prats pedregosos supraforestals (Pedró dels Quatre Batlles), Bosc xeròfil de pi negre (Bòfia), Pineda mesòfila de pi negre (Vansa), Avetosa (Pedraforca), Pineda montana de pi roig (Gresolet) i Pinedes submontanes de pinassa (Olius). Fotos de A. Borràs

2.2.5 LA VEGETACIÓ AZONAL

Les dues comunitats que més ens interessin en aquesta descripció bàsicament fisiognòmica i estructural de la vegetació són els *bosc de ribera* i les *comunitats*



nitròfiles ruderals i arvenses. De les primeres es farà una breu descripció i de les ruderals i arvenses (també anomenades *comunitats sinantròpiques*) es dóna una àmplia informació i descripció en el capítol 3. Les comunitats azonals restants (vegetació rupícola, glareícola, de molleres...) no es tracten ja que són poc rellevants en el context de la tesi.

- VERNEDES (*Alnion*)

Es fan en rius de cabal constant i sòl ben desenvolupat principalment a l'estatge submontà. És al riberal del Segre on es troben més desenvolupades. Són pràcticament absents al cardener i rars al Llobregat.

- SARGARS (*Salicion*)

Ascendeixen més amunt que les vernedes pels cursos fluvials i són presents a la majoria de riberals. Sovint s'ho solen aplegar altres arbres de ribera: pollancre (*Populus*), verns, salzes i freixes.

- BOSQUETS DE TELLS I BLADES (*Tilio-Acerion*) Es poden trobar bosquets de *Tilia platyphyllos* i *Acer opalus* en algunes clotades i engorjats de l'alt Llobregat, però són rars i poc extensos.

-PRATS DE DALLA (*Arrhenatherion*)

Els prats de dalla són pastures molt afaïçonats per l'acció antròpica però importants a la fisiognomia del paisatge de la Cerdanya i, en general, a tots els fons de vall pirinencs on han estat tradicionalment emprats per la ramaderia.

2.2.6 L'IMPACTE DE LA INFLUÈNCIA ANTRÒPICA SOBRE LA COBERTA VEGETAL

Pel que fa a l'acció antròpica sobre el paisatge, destacarem aquests punts:

- Es fa difícil destriar entre àrees supraforestals i el veritable estatge alpi, entès aquest com aquella part de l'alta muntanya en que la duresa de les condicions climàtiques impossibilita la pervivència de les comunitats forestals. Les tales i els focs fets històricament pels pastors per ampliar les pastures del bestiar, han fet baixar el límit supraforestal i sovint costa establir una diferenciació entre àrees supraforestals i el veritable estatge alpi, entès com aquell en què la duresa de les condicions climàtiques impossibilita la pervivència de les comunitats forestals
- En èpoques més recents, les instal·lacions d'esports d'hivern i els ressorts del Port del Comte, Rasos, la Molina i la Masella han pres el relleu de la ramaderia com a factor de modelatge i artificialització del paisatge d'alta muntanya de la regió
- L'estatge montà de les fagedes ha estat poc favorable als assentaments humans degut a les condicions climàtiques força dures i històricament ha estat poc habitada. L'activitat humana s'ha limitat a l'explotació forestal i a la ramadera en les pastures derivades de clarianes causades per les artigades i la desforestació
- Contràriament, a les contrades medioeuropees, els paisatges submediterranis (rouredes) han estat més amables per a la implantació de nuclis habitats cosa que ha fet que hagin estat habitats i explotats permanentment des d'èpoques històriques, essent una de les zones de muntanya que ha patit una explotació més intensa.
- Molta vegetació, especialment les rouredes de roure martinenc, desaparegueren de les àrees planes i amb sòls ben estructurats del centre i el nord de la regió degut a l'aprofitament agrícola i ramader a què han estat sotmeses secularment. El seu espai està actualment ocupat per pasturatges i pinedes submediterrànies



- Els carrascars i alzinars de la regió han estat objecte d'exportació secular per obtenir combustibles com llenya i carbó

LLUCARETES MARCADES EN EL PERÍODE 1977-2014			
ZONA DE LA TESI	CAPTURES	MARCATGES	RECUPECIONS/CONTROLS
Zona Sud "Bofia" (8)	12377	8664	3713
Zona Nord "Vansa" (2)	8706	7211	1495
<i>Massís Port Comte, global (10)</i>	21083	15875	5208
Rasos & Ensija (2)	519	412	107
Moixeró & Tossa d'Alp (4)	257	248	9
Serra del Cadí (1)	166	156	10
Cap del Rec (1) [Pirineu]	2876	2576	300
Zona Montana i Submontana (69)	6177	5187	990
<i>Zona Tesi, global (87)</i>	31078	24454	6624
ZONA EXTERNES			
Pirineus Orientals (3)	1032	996	36
Pirineus Centrals (3)	186	185	1
Pirineus Occidentals (6)	306	303	3
<i>Zona Exterior, global (12)</i>	1524	1484	40
MASSISSOS			
<i>Zona Prepirineus (17)</i>	22025	16691	5334
<i>Zona Pirineus (13)</i>	4400	4060	340
<i>Zona montana (69)</i>	6177	5187	990
DADES GLOBAIS (99)	32602	25938	6664

Taula 2.1. Xifres de captures i recaptures pes zones i regions que figuren a la base de dades de l'autor.

- Semblantment ha passat amb els carrascars de la zones planes occidentals, transformats sovint en màquies, matollars i brolles per la pressió silvopastoral. Molts espais han estat ocupats per brolles arbrades de *P.halepensis*, molt afavorides per l'home. Tanmateix, els boscos de pi blanc han ocupat molts indrets antigament ocupats per vinyes a les zones meridionals del Bages, abans de la crisi de la fil·loxera, els quals van sofrir una altra transformació paisatgística important a partir de la segona meitat del segle XX amb l'impacte dels grans, i continuats, incendis forestals
- Els grans incendis forestals (GIF) han tingut un paper molt gran en la davallada de la superfície ocupada per la pinassa, gràcies als dos grans incendis dels 1994 i 1998 que van incinerar bona part del Bages, Solsonès i Berguedà
- Els processos de successió després dels focs forestals han transformat molt espais forestals de pinedes de pinassa i pi blanc en brolles que van recuperant poc a poc les primitives rouredes seques
- La ramaderia ha experimentat un procés regressiu des del segle XX a causa del despoblament rural, baixant el bestiar oví i mantenint-se la cabana de bestiar gros (vaques i cavalls). La pressió de pasturatge boví es manté encara a la Tosa-Puigllançada i és menor al Cadí, Port del Comte i Ensija. Les conseqüències de la baixada de pressió ramadera és la pèrdua de les pastures rases i la reforestació dels actuals prats supraforestals
- En general, a les muntanyes del nord es pot considerar que hi ha un bon estat de

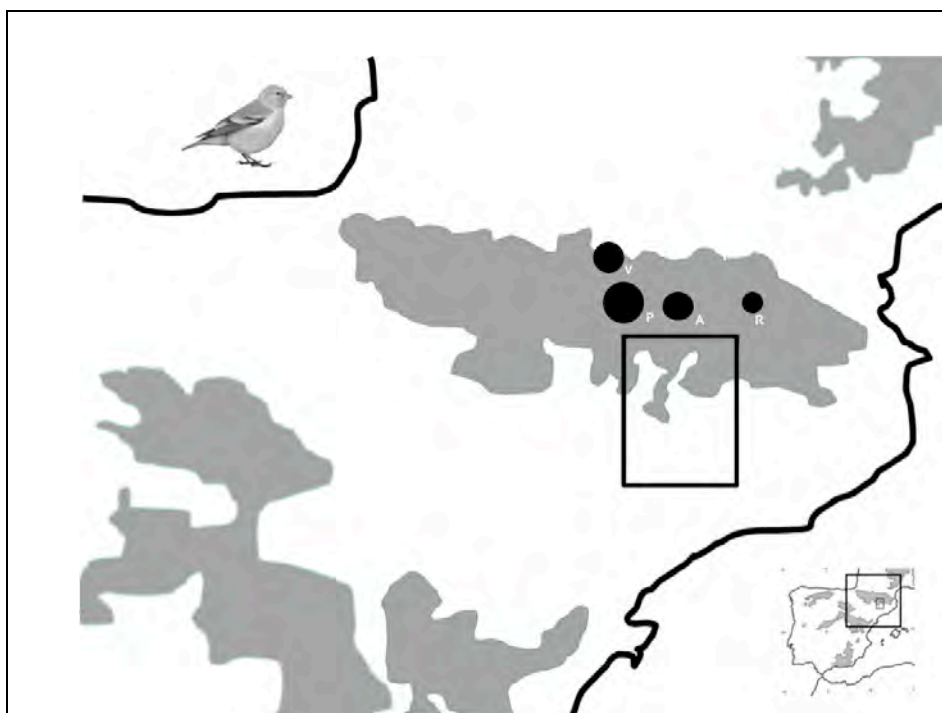


Figura 2.15. Llocs de mostreig exteriors a la zona de la tesi. V: Vall Aran; P: Pallars Sobirà; A: Andorra i R. Ripollès. La mida del cercle està relacionat amb la quantitat de captures a la zona. Original de l'autor

- conservació de la vegetació, conseqüència d'una implantació humana feble i d'uns mètodes d'explotació de la natura (aprofitaments agro-silvo-pastorals) orientats vers la utilització sostenible dels recursos naturals. Les muntanyes del sud han sofert els impactes dels incendis (Montserrat i Sant Llorenç)

2.3 MATERIALS

2.3.1 LA POBLACIÓ DE LLUCARETA

La població de llucareta estudiada a la tesi correspon a la població catalana dels Prepirineus Orientals, en les zones que ocupen en època reproductora a les serres del Cadí, Moixeró Alp i les serres inferiors: Alinyà, Port del Comte, Verd, Costabona, Ensija, Rasos de Peguera, Puigllançada i Catllaràs, en cotes oscil·lants entre 1800 i 2100 m s/m. S'ha mostrejat i marcat llucaretes a unes 17 localitats reproductores repartides per la zona, destacant-ne dues zones principals en el massís del Port del Comte pel nombre de captures i pels estudis fets: La Bòfia (localitat meridional) i la Vansa (localitat septentrional) separades entre elles per uns 5 kilòmetres en línia recta (veure Taula 21). També s'ha mostrejat la localitat pirinenca cerdana de Cap del Rec (1950 m). Per sota dels Prepirineus, als samontans i a la terra baixa, la resta de territori considerat correspon a la zona de dispersió fóra del període de cria estival i d'hivernada de les llucaretes indígenes (i de les hivernats foranies). Inclou la muntanya mitjana i la terra baixa de les comarques del Berguedà, Alt Urgell, Bages i Anoia, principalment, solcades per les tres valls principals: Llobregat, Cardener i Segre (d'est a oest), en cotes compreses entre els 1200 i els 300 m. En aquestes contrades hi ha de l'ordre de 70 localitats on s'ha fet el seguiment puntual de la hivernada i on s'ha dut a terme el trampeig i marcatge dels exemplars hivernants i reproductors oportunistes. En conjunt s'han mostrejat llucaretes en uns 85 punts de la zona. La situació de les localitats es pot veure en la fig. 441.



La base de dades amb que es treballa inclou 32602 registres de llucaretes capturades en el decurs de 38 anys, entre 1977 i 2014 (Aymi and Tomas 1998; Aymi and Tomas 2001;



Aymi and Tomas 2003) . La majoria de captures, el 95%, corresponen a llucaretes trampejades a la zona d'estudi prepirinenca (31000) i solament unes poques, 5% (1500), ho han estat en 12 localitats corresponents a zones exteriors als l'espècie i l'abast dels desplaçaments de la població tractada a la tesi. De les captures efectuades a les zones exteriors, un 32% corresponen al Pallars Sobirà (Massís de l'Orri i Espot) i un 24% la Vall d'Aran(Montardo i Beret). La resta, 34%, es van

Figura 2.16. imatges de les localitats (Fotos A.Borràs)

capturar a les altres tres zones: Andorra (La Rabassa i Pal) i Ripollès (Queralbs i Vallter). Les localitats i zones es poden veure en la fig. 215-216 i las dades en la taula 21. L'evolució de les captures al llarg dels anys es pot seguir en la fig. 211. Les captures inclouen anellaments i controls o recaptures dels individus anellats. L'evolució dels marcatges per anellament es troben en la figura X4. En aquesta figura es representen per cada any, els ocells anellats a l'hivern i a l'estiu. Prepirineus, però sempre en la zona pirinenca catalana. La decisió de trampejar en aquestes localitats externes es va prendre per ajudar a conèixer la mobilitat de l'espècie i l'abast dels desplaçaments de la població tractada a la tesi.

De les captures efectuades a les zones exteriors, un 32% corresponen al Pallars Sobirà (Massís de l'Orri i Espot) i un 24% la Vall d'Aran (Montardo i Beret). La resta, 34%, es van capturar a les altres tres zones: Andorra (La Rabassa i Pal) i Ripollès (Queralbs i Vallter). Les localitats i zones es poden veure en la fig. 215 i las dades en la taula 21. L'evolució de les captures al llarg dels anys es pot seguir en la figs. 217,218,219. Les captures inclouen anellaments i controls o recaptures dels individus anellats. L'evolució dels marcatges per anellament es troben en la figura X4. En aquesta figura es representen per cada any, els ocells anellats a l'hivern i a l'estiu.



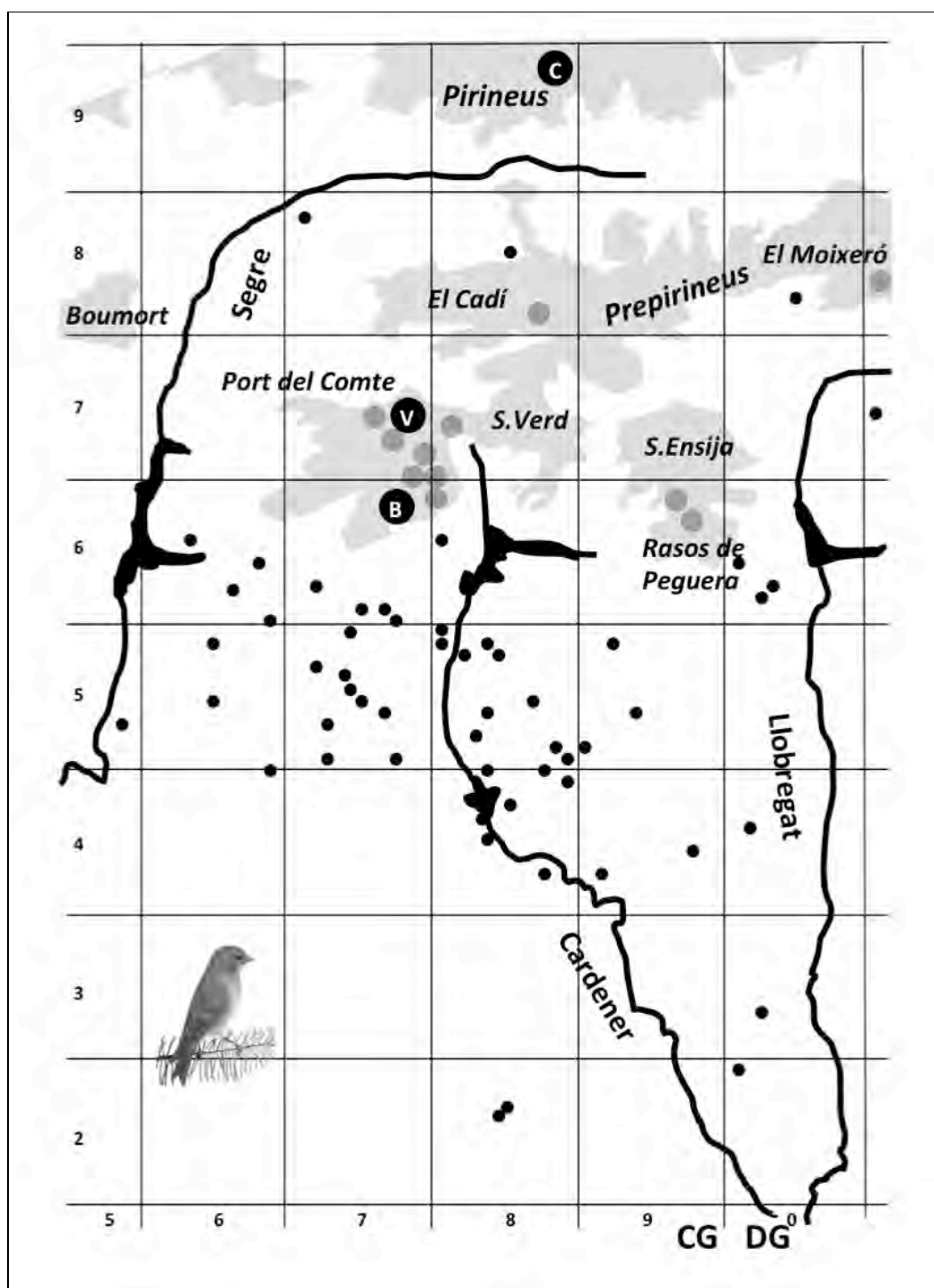


Figura 2.17. Localitats de mostreig i marcatge de les Ilucaretes a la zona d'estudi de la tesi. Les tres principals zones subalpines amb la inicial amb lletres blanques sobre fons negre (Bòfia, Vansa, Cap del Rec). La resta de localitats subalpines marcades amb cercles grisos. Les localitats montanes en cercles negres.

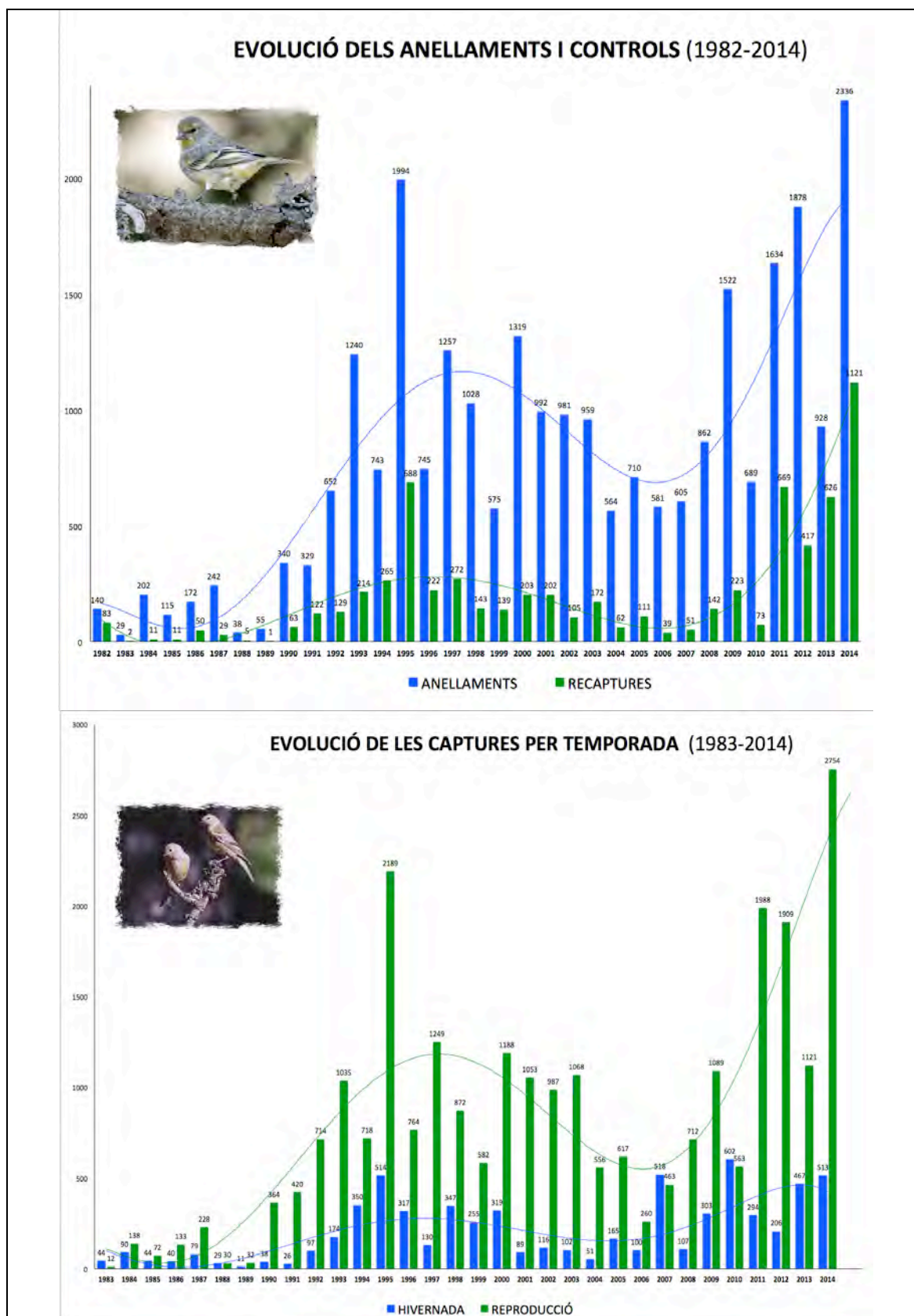


Figura 2.18. Evolució de les captures anuals a la regió (1982/83-2014). A dalt durant la temporada hivernal (desembre-març) i a baix durant la reproductora (abril-setembre). Dades de l'autor

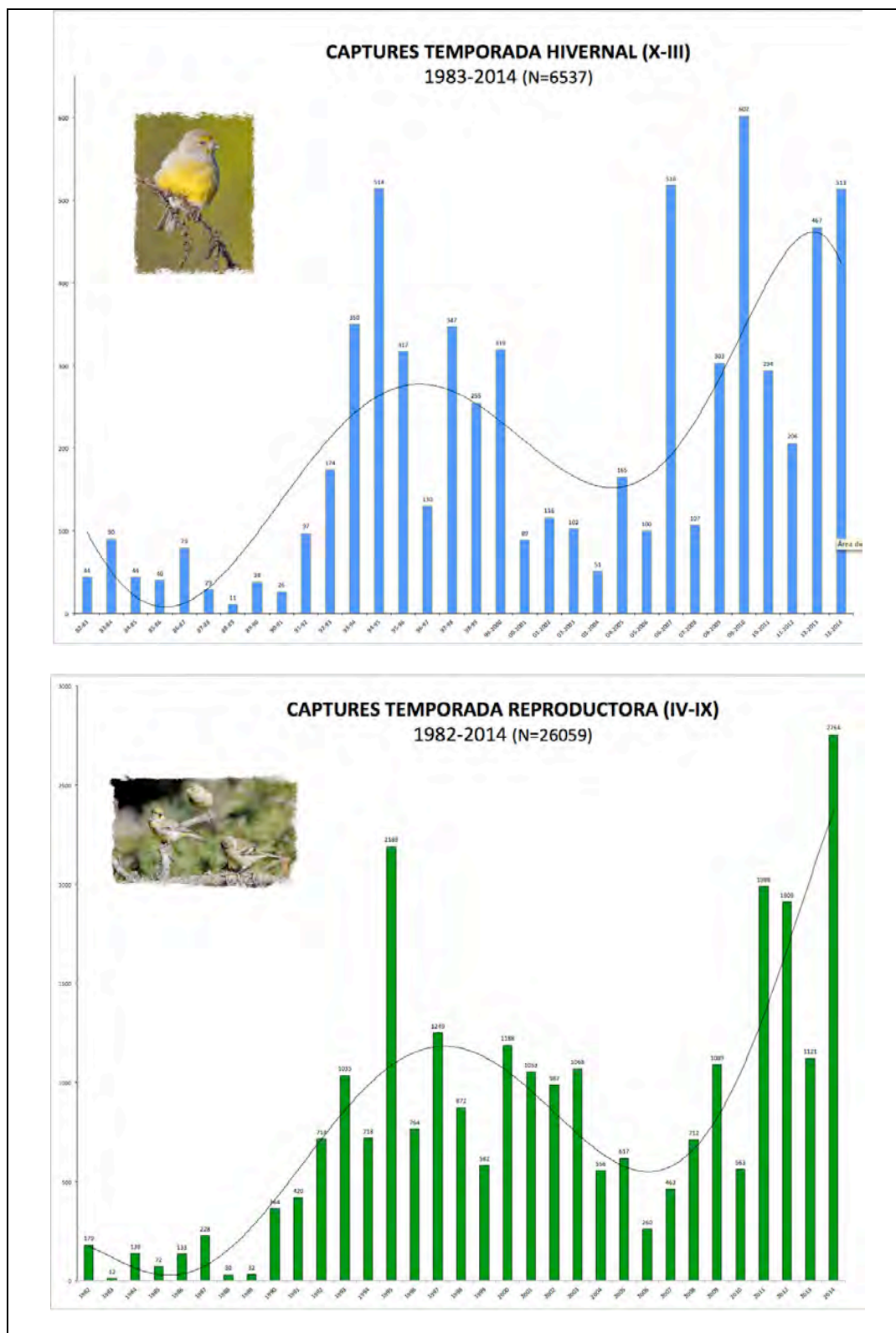


Figura 2.19. Evolució de les captures anuals a la regió (1982/83-2014). A dalt durant la temporada hivernal (desembre-març) i a baix durant la reproductora (abril-setembre). Dades de l'autor



2.4 METODOLOGIA EN EL TREBALL DE CAMP

Tot i la intenció d'esmentar la majoria de metodologies emprades en els articles de referència de la tesi en aquests tres apartats dedicats a la metodologia (2.3, 2.4 i 2.6) es farà èmfasi en els processos i protocols que es duen a terme de forma habitual en la majoria de treballs i que habitualment no són descrits en els articles. La resta de metodologies i protocols que ja estiguin convenientment explicats en els apartats corresponents dels articles, seran únicament esmentats. En general en els estudis d'aus en llibertat, el que s'anomena **treball de camp**, es pot dur a terme, a *grosso modo* per dues vies: estudis de marcatge dels ocells amb captura-recaptura i l'observació a distància, essent els objectius de cadascuna diferents. Tot i que s'han emprat els dos mètodes, en aquesta tesi s'han utilitzat principalment els treballs de captura i marcatge amb les tècniques d'anellament, per estudiar els moviments de la població, supervivència i dinàmica de metapoblacions. Bo i aprofitant que es té l'ocell a la mà, es va aprofitar per prendre biometries i altres dades per a altres treballs com ara els d'alimentació quantitativa, de muda, de condició física, etc. Alhora es podien prendre mostres de materials biològics per estudis posteriors al laboratori (genètics, fisiològics...). Es va fer també, en paral·lel, el seguiment de les aus a distància amb prismàtics i telescopis terrestres (*catatejos*) per tal de complementar altres aspectes com els dels hàbits alimentaris (com i on menja), de l'alimentació qualitativa (què menja), de la selecció d'hàbitat, de reproducció, de seguiment dels estols, de la migració, etc.

2.4.1 TRAMPEIG

Es van utilitzar cinc mètodes o arts de captura per trampejar i capturar llucaretes en llibertat, tot i que els més emprats van ser les xarxes japoneses utilitzades en espais adients i combinades, o no, amb reclams vius.

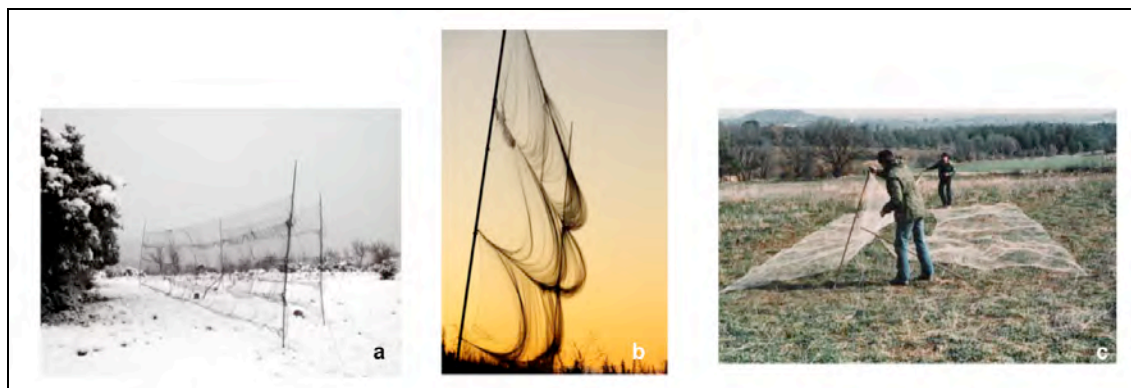


Figura 2.20. Trampeig amb xarxes japoneses (a,b) i amb xarxa de llibre (c) (Fotos de l'autor)

L'ús de les arts de captura depenia de quatre variables:

- de l'època de l'any (reproducció o hivernada)
- del lloc físic on col·locar les arts (prat, ermot, talús, abeurador, paret ...)
- del tipus d'*atractor* per atraure les aus (abeurador, menjadora, herbes, sal ...)
- de l'ús del reclams (gàbia o munta –*cimbel*-)

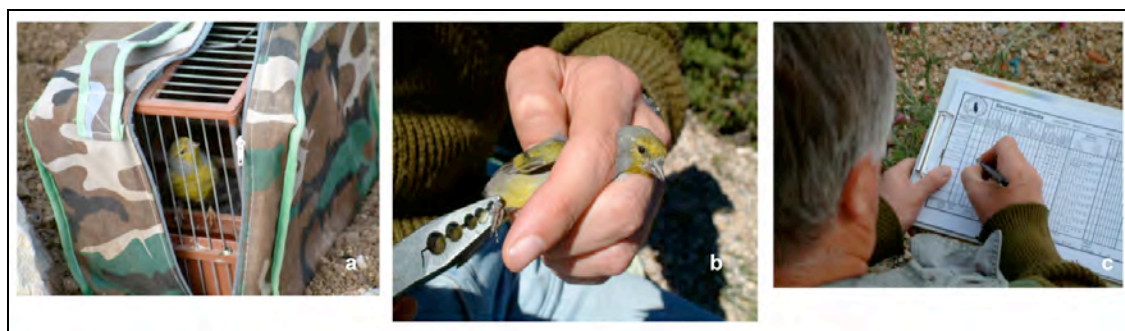


Figura 2.21. (a) Reclams viu. (b) anellant un mascle. (c) Fitxa de camp (Fotos de l'autor i JC Senar)

Un altre tema és l'ús dels *reclams vius*. Un article publicat per l'autor (Borras and Senar 1986) estudia l'efecte de l'ús de reclams en el sexe, l'edat i la condició física de les llucaretes capturades: les femelles en general i els mascles de mala condició física són atrets més fàcilment per les xarxes amb reclams. L'èxit en la captura depèn doncs de la metodologia emprada. El principal mètode de captura emprat han estat les xarxes japoneses (*teles*) seguit per les trampes d'embut, la de Yunick i a molta distància, les xarxes de llibre. Un cop capturats els ocells i convenientment alliberats de l'art de captura, es guardaven en unes *bosses contenidores* de teixit no massa gruixut, amb un cordill que feia de tanca que els permetia que respirin adequadament. Això evitava que es moguessin a causa dels estímuls visuals cosa que els alteraria el plomatge (Pinilla 2000a). Les bosses es guardaven penjades i s'anaven processant per ordre de captura.



Es descriuen tot seguit, els cinc mètodes que s'han emprat alguna vegada en la captura de llucaretes.

- LES XARXES JAPONESES (*Mist nets*)

És el mètode que ha permès fer més captures. No és un mètode selectiu ja que hi pot caure qualsevol ocell. S'han emprat tot l'any i en la majoria de localitats. S'utilitzen combinades especialment amb abeuradors atès que la majoria de localitats són càrstiques i l'aigua dels abeuradors està mol localitzada. Això fa que el biaix abans comentat sigui menor. El principal problema per usar-les va ser el vent. S'utilitzava un nombre variable en cada campanya, en funció de les característiques de la localitat i de les condicions meteorològiques. Es van fer servir habitualment els models de 12 i 16 metres de malla de 16 mm. Ocasionalment es fan servir xarxes de 6 m. Un dels llocs molt habituals de captura a l'estiu són els llocs on les llucaretes van a cercar minerals, els quals actuen de reclam natural (eflorescències de parets, pedres saleres -veure foto superior-, dipòsits de sal prop carreteres, etc.) (fig. 220a i 220b). Molt habitualment s'han emprat en combinació amb reclams vius en gàbia (fig. 221a)



- TRAMPA D'EMBUT (*Funnel trap*)

Trampa de funciona automàtic per la qual cosa no és un mètode selectiu *per se*, (Domènech et al. 2001; Senar et al. 1997). Mentre no s'activa, és a dir que no s'hi posen els embuts, funcionen com una simple menjadora. L'atractor és el menjar: llavor de nap (*Brassica sp.*) ja que la llucareta s'ho menja bé, però no així els *Parus*, pardals i altres ocells, cosa que evita interaccions amb aquestes espècies i fa que sigui gairebé únicament selectiva per a la llucareta (veure fig. 222). Es va utilitzar primer en estacions fixes d'hivernada (500 m.s.m.), tot i que darrerament ha funcionat un model elevat de grans dimensions (120x80x50) amb elevació manual amb politja en una de les estacions subalpines a 2000 m.s.m (fig. 222c). L'avantatge principal ha estat millorar la taxa de recaptura i que es podien fer moltes captures simultànies. Es va fer servir amb reclam a les estacions d'hivernada, i sense a la zona subalpina.

- TRAMPA DE YUNICK

Semblant a la trampa d'embut però és un mètode selectiu atès que s'activa manualment quan l'ornitòleg vol alliberant un ressort amb un a corda (Senar 1988). Precisa d'un reclam viu en gàbia i d'un atractor de menjar (igualmente, *Brassica sp.*). Com que s'ha de tibar d'un cable per tal activar el mecanisme de captura, s'usa en ocasions especials. S'ha utilitzat en estacions d'hivernada (p.e. Sant Ponç). Veure fig. 222a.

- XARXES DE LLIBRE (*Clap nets*)

És selectiva atès que és l'investigador qui decideix quan i com tibar la corda que la tanca (Ceballos et al. 1984; Pinilla 2000a). Consisteix en dues xarxes gruixudes que mitjançant un sistema de tensors i cordes es tiben i es tanquen tot fent un arc. En tots els casos es va condicionar un espai preparat específicament per a muntar-la, tot i que es va improvisar a l'hivern en localitats arvenses, emprant les plantes segetals com atractor. Sempre va implicar l'ús de reclams en gàbia i de *muntres* (en castellà *cimbeles*), que són ocells que porten uns arnesos i s'utilitzen per cridar l'atenció dels ramats que passen. Va ser el mètode que va implica més tècnica. Es va utilitzar a principis dels estudis d'hivernada i escassament en localitats subalpines (Rasos de Peguera). Veure fig. 220c.



Figura 2.22. (a) Trampa de Yunick; (b) Trampa d'embut a zona submontana (c) trampa d'embut amb politja a la zona subalpina (Fotos de l'autor)

- ANELLAMENT DE NIUS

També es van marcar polls en el niu, especialment a l'any 2002 (Förschler et al. 2005) quan es van fer campanyes específiques de reproducció. Per tal d'anellar els polls



dels nius prèviament localitzats i controlats, s'usava un estri especial que consisteix en un pal telescòpic on se li acoblava un mirall a l'extrem. S'encarava el mirall al niu per sobre d'aquest fins a tenir l'angle oportú per veure l'interior del niu i s'observa, amb l'ajuda dels prismàtics, si hi havia polls i si aquests estan en condicions de ser anellats. En cas afirmatiu, es pujava a l'arbre, es baixaven els polls, s'anellaven i es tronaven a dipositar al niu el més ràpidament possible. Veure fig. 226b.

2.4.2 MARCATGE (=ANELLAMENT)

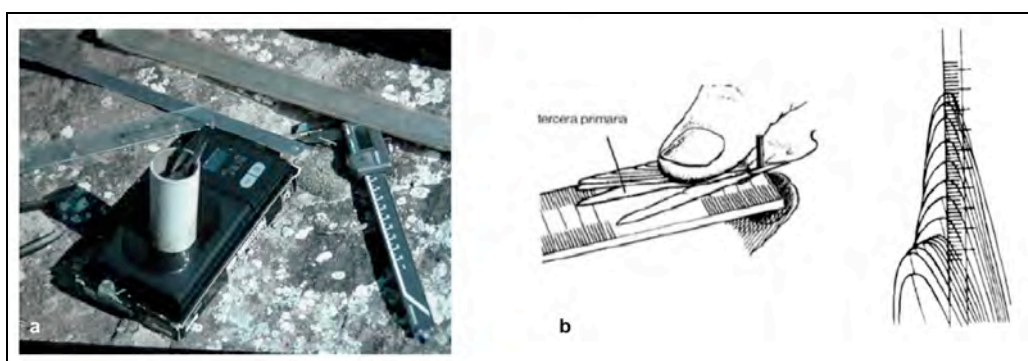


Figura 2.23. (a) Estris d'anellament; (b) mesurant la tercera primària (c) mesurant la punta d'ala (Foto de l'autor i Svensson, 1992)

En el treball de camp, després de la captura de l'ocell es marcava immediatament i tot seguit s'alliberava. Les tècniques de *marcatge* més emprada va ser la de *anellament* (*bird banding*) (Garrido and Pinilla 2000)(fig. 221b), ja que la llucareta, com la majoria dels fringíl·lids, per qüestió de dimensions, no admeten la instal·lació d'aparells de radioseguiment i teledetecció. Es van aplicar dos tipus de marcatge: amb anelles homologades d'alumini i amb anelles de color de plàstic. En la pràctica de marcatge es van seguir els protocols estandarditzats que venen donats per l'EURING (*European Union for Bird Ringing*), l'entitat coordinadora de les activitats d'anellament de tots els països europeus (Garrido and Pinilla 2000; Jenni et al. 1994). El marcatge amb anelles metàl·liques (fig. 221b i 224c) ha estat el més utilitzat, mentre que el de les anelles de colors es va utilitzar solament en la població dels Rasos de Peguera i en alguna campanya d'hivernada per estudiar els moviments de transhumància.

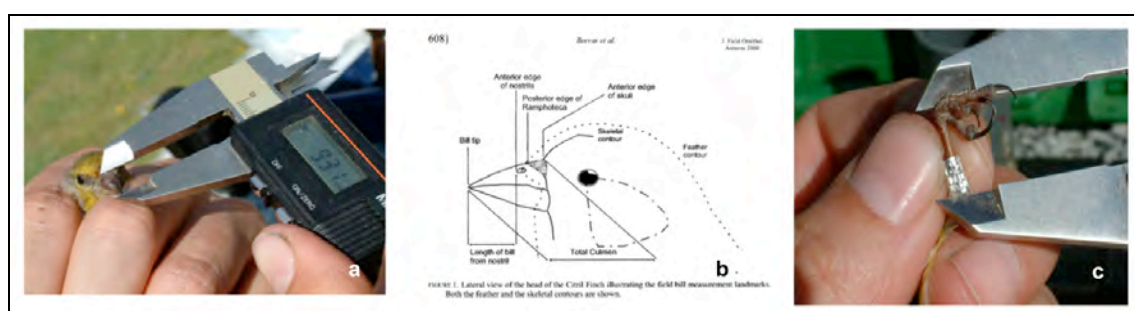


Figura 2.24. Mesurant el bec al calibre digital; (b) Dades del bec (Borràs et al. 1999); (c) Mesurant el tars (Fotos de l'autor)



2.4.3 OBTENCIÓ DE DADES I MOSTRES

Un cop l'ocell ha estat capturat i marcat, existeixen uns protocols estandarditzats per l'ICO i l'Euring (Jenni, Berthold, Peach, and Spina 1994; Jenni and Winkler 1994) pel que fa a les dades, a la codificació de les mateixes i a la presa de biometries (les edats i altres tipus d'informacions obtingudes: muda, greix, etc.), processos tots que es comentaran en el present apartat. Totes les dades s'anoten en una fitxa de camp que es mostra a la fig. 221c.

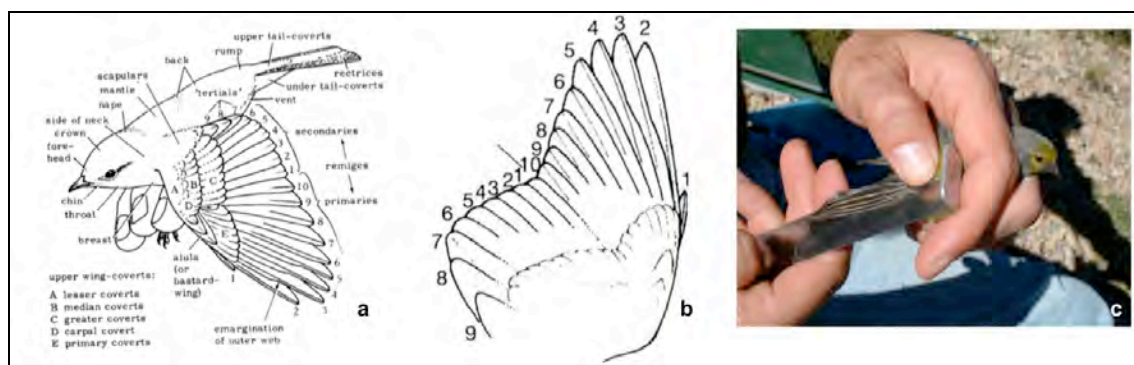


Figura 2.25. (a) Nomenclatura de les plomes de l'ala d'un passeriforme (Svensson 1992); (b) Numeració de les plomes remeres de l'ala (Pnilla, 2000); (c) Mesurant l'ala amb regla (Fotos de l'autor)

2.4.3.1 SEXAT I DATACIÓ

- **Sexe**

Es va determinar d'acord amb Svensson (1992) i Borràs *et al.* (1998). El sexat es va fer mitjançant el criteri de dimorfisme cromàtic de la lliurea, per les diferències en la coloració de les parts dorsals, el pit, el capell i el cap. És va fer possible sexar els joves 3J per la coloració de la lliurea llistada que presenten: els mascles presentaven un to general del plomatge més groguenc i les femelles més grisenc. Per més informació del mètode per a sexar joves volanders consultar bibliografia (Borràs *et al.* 1993)(fig. 230d).

- **Edat**

Per datar els exemplars adults es miren les plomes primàries i l'estat de muda de les cobertores secundàries i les tertials (codis Euring) determinat d'acord amb Svensson (1992) i Jenni & Winkler (1994) i Borràs *et al.* (1998). També es pot tenir en compte, secundàriament, el criteri del grau de degradació dels extrems de les plomes primàries i de les rectrius de la cua: com més vell és l'ocell més arrodonides són a causa del desgast, atès que en els joves són ben punxegudes. Veure fig. 230c, 227b i 230d

2.4.3.2 BIOMETRIES

Prèviament cal dir que es va considerar el criteri de numeració ascendent de les plomes d'Svensson en el seu manual (Jenni and Winkler 1994; Svensson 1992; Winkler and Jenni 1996). Es dona el valor 1 a la primària més petita que és la més externa de l'ala i es segueixen mesurant cap endins, fins la 10a. La secundària més externa està en contacte amb la primària 10a. Fins la 6a. La primera tertial (terciària) seguidament a les secundàries és la T1 i la més interna, en contacte amb el cos de l'ocell és la tercera (T3) (fig. 2.17b).



- **Longitud de l'ala**

Per mesurar la longitud de la l'ala es va seguir el mètode de la corda màxima suggerit per Svensson (1992). Es va utilitzar una regla metàl·lica d'acer inoxidable de 30 cm amb topall d'alumini en angle recte on s'hi feia coincidir l'extrem de l'ala plegada (articulació carpal). Es mesurava la distància de la part externa del carp fins a la punta de la primària més externa. L'ala havia de romandre tancada i paral·lela al cos. S'havien de mantenir pressionades les cobertores primàries per tal d'evitar la curvatura natural de l'ala, mentre al mateix temps s'estirava la punta de l'ala fins que adquirís la seva màxima longitud. La precisió presa d'aquesta mesura ha estat de 0,5 mm. La longitud de l'ala presenta variació entre sexes i edats i està en relació a la mida general de l'ocell i la seva condició física (Borras et al. 1998). Veure fig. 225c.



Figura 2.26. (a) Mirant el contingut d'un niu de *Ilucareta* amb un mirall; (b) pollets al niu (Fotos de l'autor)

- **Biometria del bec**

L'aspecte i forma del bec, que són els paràmetres que interessen, es poden definir mitjançant les seves mesures de longitud, amplada i altura (Borras, Cabrera, Cabrera, and Senar 1998) que són les que es van prendre (fig. 224b). S'usa el calibre digital amb una precisió de 0,1 mm. Hi ha un estudi de l'autor sobre el bec de la llucareta i la significació de les diferents mesures de longitud (Borras et al. 2000)

- **Longitud del bec**

La que és més recomanable d'utilitzar és la de la narina (usada tradicionalment pels ornitòlegs americans) i la que es va prendre. Veure figura 224b.

- **Amplada del bec**

Es segueix el mètode proposat a Svensson (1992). Veure fig. 224b.



Figura 2.27. Presa de mostres de plomes. (a) primàries de les ales i (b) rectrius de la cua. Mostra de mites en una ploma rectriu de *Ilucareta* (c). (Fotos A.Borras)

- **Altura del bec**



Determinada d'acord amb Svensson (1992). Veure fig. 224a i b

- **Longitud del tars**

Determinat d'acord amb Svensson (1992), en la modalitat dels dits plegats: es va mesurar amb el calibre des de la osca de l'articulació intertarsal fins la vora de l'últim escut anterior on els dits divergeixen, bo i plegant-los cap avall. S'usa el calibre digital amb una precisió de 0,1mm. Veure figura 224c. És una mesura esquelètica o estructural molt important per que està correlacionada amb l'estructura esquelètica de l'ocell. El valor és molt similar entre sexes i edats (Borras, Cabrera, Cabrera, and Senar 1998).



Figura 2.28. (a) bufant per veure la placa incubatrius d'una femella; (b) Bufant la zona apterila per veure contingut de llavors del pap; (c) Idem. En b i c es veuen llavors de pi negre (Fotos A.Borràs)

- **Pes (=Massa)**

La massa de l'ocell es prenia amb una balança digital amb una precisió de 0,1 g. L'ocell es disposa en un cilindre de plàstic buit, prèviament tarat, i descobert (fig. 223a). En absència de balança es pot utilitzar un dinamòmetre (coneguda vulgarment com *pesola*) de 20 g. Situant l'ocell dins d'una bossa de plàstic. El pes és un bon estimador de la condició física de l'ocell. Els mascles són més pesats que les femelles i els adults més que els joves (Borras, Cabrera, Cabrera, and Senar 1998).

2.4.3.3 ALTRES DADES

2.4.3.3.1 DADES DE REPRODUCCIÓ

- **ESTAT DE LA PROTUBERÀNCIA CLOACAL**

Quan els mascles estan sexualment actius la regió cloacal presenta la forma d'una protuberància bulbosa. Per tal d'observar-ho solament cal bufar lleugerament i anotar l'estat segons una escala semi-quantitativa de quatre estats .



Figura 2.29. Bosses amb mostres de plomes (a) i d'ungles (b); (c) material per mostrejar sang (Fotos A.Borràs)

- **PRESENÇA I ESTAT DE LA PLACA INCUBATRIU**

En el cas de la llucareta i molts d'altres fringíl·lids, les femelles en època reproductora per covar els ous necessiten transmetre'ls-hi calor, cosa que aconseguen lliurant-se de les



plomes a la zona abdominal i generant una zona anomenada *placa incubatrius* que es posarà en contacte directe amb la closca dels ous. Aquesta zona sense plomes (*aptèria*) es vascularitzarà abundantment i permetrà transmetre el calor necessari per a la incubació. Es fàcilment observable agafant l'ocell adequadament i bufant lleugerament la zona ventral la qual cosa farà que s'obri bé el plumissol i deixi a la vista la placa. Anotarem l'estat en una escala semiquantitativa de quatre graus. Altres autors augmenten l'escala a 7 graus (Clarabuch 2000; Pinilla 2000b)

- PALPAT VENTRAL DELS OUS EN FEMELLES

En l'època reproductora, just quan es captura una femella en el període de posta, és possible esbrinar si està a punt de pondre algun ou ja que aquest es fa ostensible simplement palpant l'espai del ventre tou per sota de la quilla.

2.4.3.3.2 DADES D'ALIMENTACIÓ

- MESURA DEL GREIX

El greix es detectava fàcilment per la coloració groguenca mentre que la carn era vermella. Per estimar convenientment el greix calia posar l'ocell amb l'esquena recolzada a la palma de la mà. Es tirava el cap enrere i es separa lleugerament el coll agafant el bec entre el polze i l'índex, ja que d'aquesta manera l'*espai furcular* quedava convenientment exposat. Amb la mà que no subjectava l'ocell, es separaven les potes cap als costats. Es bufava per tal d'ajudar a separar el plumissol i fer visible la pell. S'estimava la puntuació de la regió furcular (interclavicular) i de l'abdominal donant uns valors segons l'escala de quatre categories (0 a 4). Aquesta mesura permetia codificar la quantitat de reserves de greix que tenia l'ocell, essent un bon estimador de la condició física (fig. 231a).



Figura 2.30. (a) Alliberant ocells de la xarxa japonesa; (b) mascle agafat (c) dimorfisme de mascles (esquerra) i femelles (dreta); (d) dimorfisme dels 3J o joves de l'any; Dues grans cobertores sense mudar -poc pigmentades- en un mascle (e) i sis per mudar en una femella (f) (Fotos de A.Borràs i de J.C.Senar)

- LECTURA VISUAL DEL PAP

En general en els ocells granívors, els aliments ingerits passen del bec cap el pap on romanen un temps abans de ser conduïts al pedrer on seran triturats i seguiran el curs normal de la digestió estomacal i intestinal. En els Fringíl·lids la subfamília dels *Carduelinae* (no pas en la subfamília dels *Fringil·linae*), les llavors ingerides són visibles externament a cop d'ull a dins del pap si hom separa adequadament les plomes de la zona per sobre de la zona lateral del coll a l'àrea de l'ala dreta. Amb un adequat coneixement de les llavors de

les plantes de les que s'alimenta la llucareta, això permetia fer una estimació semiquantitativa de la quantitat de llavors ingerides. Aquesta ha estat una important



eina per conèixer de forma incruenta i quantitativa l'alimentació sense que impliqués pràcticament cap estrès per l'ocell atès que simplement es bufa el plomatge per fer visible la pell de l'esquena.

- LECTURA VISUAL DELS RESIDUS DE LÀTEX AL BEC

Una informació (és una dada no estandarditzada) que permet estimar els hàbits d'alimentació de plantes de la família *Asteraceae*. És especialment interessant en el cas de *Taraxacum officinale*, una planta composta que té un paper important en l'etapa inicial de la primavera subalpina amb llavors d'alta energia (Kendeigh and West 1965). El mètode consisteix en observar el bec i veure els dipòsits de làtex sec que s'hi acumula com a conseqüència de cercar llavors en els capítols florals d'aquestes plantes. És un tipus d'informació indirecte sobre alimentació. S'avalua en una escala semiquantitativa que va de l' 1 al 3.

2.4.3.3.3 DADES DE PLOMES

- MUDA DE LES GRANS COBERTORES

En la llucareta i la resta de fringíl·lids quan els juvenils de primer any (3J) abandonen la lliurea que els és pròpia, la muda de les grans cobertores (GGCC) va en direcció des de les més internes cap l'exterior de l'ala (fig. 225 a i b). Acostumen a quedar-ne de dues a set sense mudar. Aquest nombre de plomes sense mudar és el que s'anotava. Aquestes GGCC no mudades són fàcilment visibles atès que contrasten molt amb les mudades: marges i puntes blanquinoses i lleugerament més desgastades que les noves que són verdes. Els adults després del segon any, presenten totes les GGCC uniformement noves amb marges verds (fig. 230e i f). Alguns subadults o joves de segon any (*Yearlings*) poden mudar-les totes, cosa que podria confondre'ls a cop d'ull amb els adults, però es reconeixen per l'aspecte de les tertials (veure fig.228) (Beauchamp 2003; Rohwer et al. 1980). En aquest cas cal buscar el contrast amb: les cobertores primàries, amb les plomes de l'àlula, amb les terciàries (TT) i secundàries i/o amb les plomes de la cua. A partir d'aquesta informació es podien definir tres tipus de joves de primer any: *Avançats* (ADV), *Intermedis* (INT) i *Retardats* (DEL), segons la combinació de TT i GGCC que es mostra a la taula 2.2. Aquesta informació de la qualitat dels joves va ser útil per interpretar moviments i aspectes de la reproducció oportunista.

- PRESENCIA D'ÀCARS DE LES RECTRIUS (=MITES)

Es recomptaven el nombre d'àcars (*mites*) dels ordres *Psoroptidae* i *Dermanyssoidea* (*Acarina*) que es troben en les plomes de vol dels ocells (rèmiges i rectrius), i que viuen entre les seves bàrbules (Proctor and Owens 2000; Proctor 2003). Amb l'ajuda d'una lupa o a ull nu es recompten els de les R', els de les R'' i de les TT i s'anoten per separat. Aquests àcars afecten al color del plomatge i a la condició física dels ocells (Figuerola et al. 2003; Harper 1999) (fig. 227c).

- PRESENCIA DE DÍPTERS I D'ALTRES PARÀSITS GRANS

Es recullen els dípters de les plomes (*Hippoboscidae*) i altres paràsits, especialment en època de muda i a finals d'estiu. Aquests dípters també afecten a la condició física dels ocells (Senar et al. 1994a) .



- ESTAT DE LA MUDA DE LES PLOMES DE VOL

El període de muda, doncs, és un episodi molt important en el cicle anual de les aus degut a l'esforç energètic que representa i que en alguns casos pot incrementar el

GRAU DE MADURITAT DEL JOVES (Yearlings)		
any	maduresa	estat
000	1	ADV
500	1	ADV
3	1	ADV
3	1	ADV
1	2	INT
1	1	INT
1	0	INT
0	2	INT
0	1	INT
0	0	INT
0	3	DEL
1	3	DEL
2	3	DEL
0	4	DEL
1	4	DEL
2	4	DEL
0	5	DEL
1	5	DEL
2	5	DEL
0	6	DEL
1	6	DEL
2	6	DEL

Taula 2.2 Taula per determinar el grau de maduresa de la muda del plomatge en joves de segon any o yearlings (Original de l'autor)

no afecta a les plomes de vol (remeres i timoneres). Aquesta muda post-juvenil pot durar fins a finals de setembre o entrat l'octubre. Com ja s'ha dit més amunt, hi ha exemplars que estenen la seva muda a totes les GC, a les tertials i a plomes de la cua. La muda postnupcial completa dels adults reproductors resta finalitzada a finals d'octubre. Segons l'ordre de muda de les plomes que l'au fa per tal de minimitzar la pèrdua de funcionalitat del vol, les R' i R'' es muden en sentit invers: les primàries comencen per la més interna (R10) i les secundàries a partir de la més externa (R''1) en el moment en que estiguin acabades de mudar dues o tres R', cosa que fa que els forats causats per la muda de primàries i secundàries no coincideixin (fig. 2.17 i 2.23b).

- FÓRMULA ALAR O GRAU DE PUNXEGUDES DE L'ALA

La forma de l'ala condiona les seves característiques aerodinàmiques. Es va determinar d'acord amb (Jenni and Winkler 1994; Svensson 1992). Es tractava de cercar l'anomenada *punta de l'ala*, és a dir: un cop l'ala està ben plegada, es mira quina és la ploma més llarga que forma l'extrem més punxegut de l'ala. A partir d'aquesta primària més llarga, es mesura la distància, en mm, a cada un dels extrems de la resta de primàries fins la primera secundària més externa. Les ales més punxegudes tenien la punta de l'ala situada en número de primàries més baix i a l'inrevés les ales més arrodonides (fig. 2.15). Les diferents mesures de distàncies de cada ploma a la punta de l'ala son sotmeses a una estandardització estadística respecta a la mida de l'animal (presa com longitud de l'ala), tenint en compte les possibles relacions al·lomètriques (Lleonart et al. 2000). Aquestes dades estandarditzades són posteriorment analitzades amb una *Anàlisi de Components Principals* (PCA), que ens resumeixen el grau d'arrodoniment de l'ala (Senar et al. 1994b). Generalment, les ales més llargues i punxegudes les presenten aquelles espècies de medis oberts o que recorren unes grans distàncies durant la seva migració, mentre que les ales més curtes i arrodonides acostumen a ser característiques de les espècies de medis més tancat o bé més sedentàries (Mönkkönen 1995; Norberg 1990; Norberg 1995). Va ser utilitzat en la discriminació de l'heterogeneïtat ambiental



Figura 2.31. Mirant el greix i la protuberància cloacal en un mascle (a) i mirant l'estat de la muda. (C) Mosques ectoparàsites de les plomes de la família Hippoboscidae dipositades en eppendorfs (Fotos Borràs i J.C. Senar)

entre Bòfia i Vansa (§A5).

2.4.3.4 MOSTRES BIOLÒGIQUES

- MOSTRES DE PARÀSITS

Es referia especialment a les mosques de les plomes. Aquestes es guardaven en alcohol etílic de 70º en un flascó *eppendorf* etiquetades amb llapis amb les dades de l'anella, el sexe, l'edat, la data i la localitat (fig. 231c). Havien de ser classificades per especialistes si es volia tenir més informació-

- MOSTRES DE MENJAR

Si era precís es podia treure una mostra d'aliment del contingut del pap amb la introducció d'un tub de plàstic flexible que s'introduïa per la boca tot i mantenint el coll de l'ocell ben recte. El procés requereix d'una certa habilitat i experiència per part de l'operador i molta cura de cara a l'ocell. Les llavors o fruits es guardaven en alcohol etílic

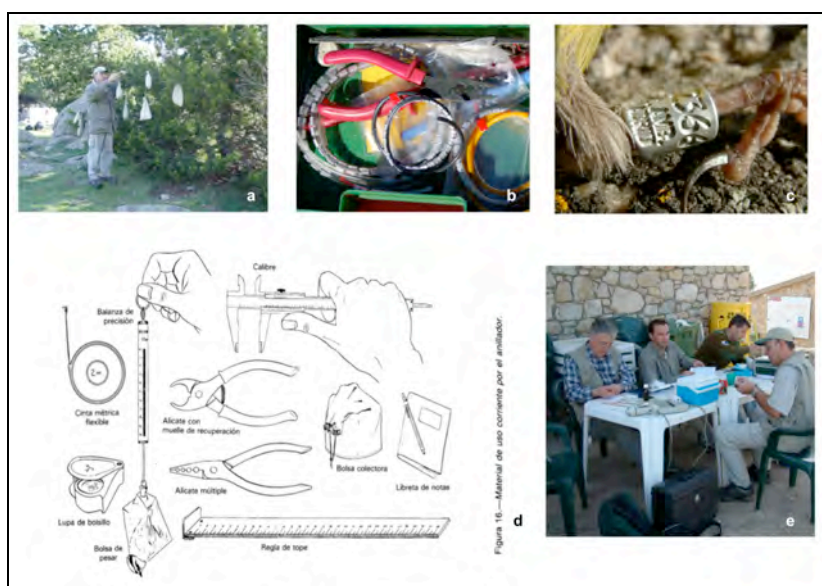


Figura 2.32. (a) Bosses contenidores d'ocells; (b i c) anelles metàl·liques d'alumini; (d) material general per anellar i prendre les biometries bàsiques (Pinilla 2000b); (e) anellant i prenent mostres (Fotos de A.Borràs i de J.C.Senar)

de 70º en un *eppendorf* etiquetat amb llapis, amb les dades de l'anella, el sexe, l'edat, la data i la localitat, a l'espera de classificar-les i determinar l'espècie de planta a la qual pertanyien.

- MOSTRES DE SANG



Recol·lectar mostres de sang es fa per diversos propòsits, tot i que en el cas de la llucareta n'hi ha dos de principals:

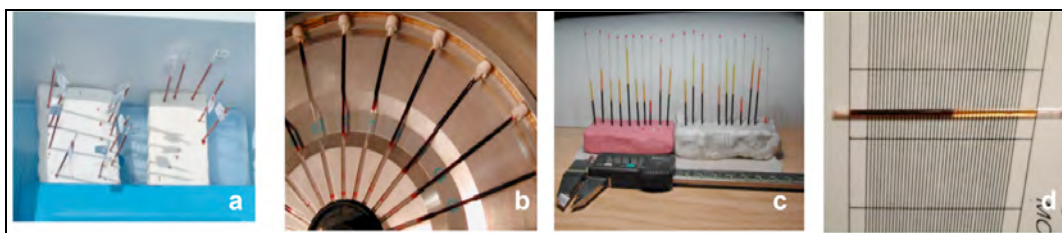


Figura 2.33. Procés per a l'obtenció de l'hematòcrit. (a) capil·lars abans de ser centrifugats; (b) centrifuga de capil·lars; (c) capil·lars ja centrifugats; (d) mesurant el valor de l'hematòcrit amb una escala (Fotos de A.Borràs)

- **Anàlisi d'ADN:** per a temes de genètica de poblacions
- **Anàlisi de l'hematòcrit:** per a temes d'adaptació a l'altura. Els mètodes que es poden usar són els dos que es detallen tot seguit i el de la punció de la vena jugular, que no s'ha usat, de moment, en l'estudi de l'espècie.

– PUNCIÓ ALAR

Primer es col·locava l'ocell adequadament amb el seu dors sobre la palma de la ma i amb la ma dreta obrir l'ala dreta de la llucareta. Amb alcohol i amb l'ajuda d'un cotó es mullava per tal de fer visible la vena alar (fig. 234a). Es fa una punció amb una agulla

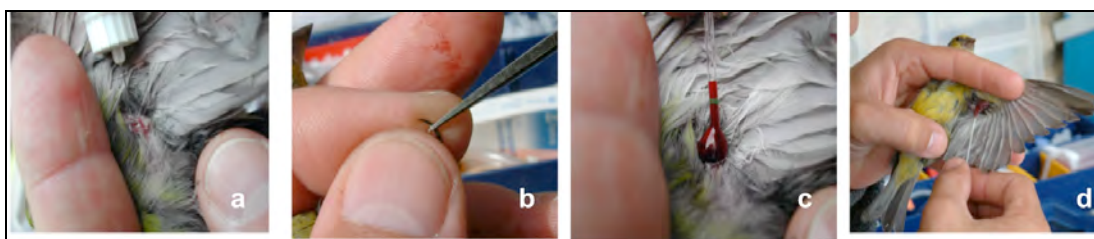


Figura 2.34. Extracció de sang. (a) Punció alar; (b) tallar ungles; recollir la sang amb els capil·lars (c i d) (Fotos de l'autor)

estèril a la vena i s'espera que brolli la sang la qual era recollida amb un tub capil·lar estèril. Sempre es va utilitzar un punxó nou en cada mostra per tal de tenir la seguretat de no contaminar la mostra amb ADN aliè.

- Si era necessària per a l'anàlisi d'ADN, es traspassava a un *ependorf* amb l'ajuda d'un bufador de pera. Posteriorment se li afegiria alcohol etílic absolut (100%). S'etiquetava amb llapis amb les dades de l'anella, el sexe, l'edat, la data i la localitat. Es dipositava en una nevera portàtil per transportar-ho. Es guardava en la nevera del Museu a -30°C fins a ser enviat al laboratori on es processaria.

- Per l'estudi de l'hematòcrit es punxava el tub capil·lar en una resina o plastilina per tal de mantenir-lo bo i dret per l'extrem on havia entrat la sang, mentre s'aguantava tapat per l'extrem oposat amb els dits. Es clavava en una pastilla de plastilina per a transportar-lo en un medi refrigerat. S'etiquetava amb llapis amb les dades de l'anella, el sexe, l'edat, la data i la localitat. Es dipositava en una nevera portàtil per transportar-ho i es processava en el menor temps possible.

– RETALLAR L'UNGLA

Al tallar la part còrnia de l'extrem de l'ungla (fig. 234b) a partir d'un cert lloc, es produeix un sagnat, una quantitat relativament petita de sang, que es pot recollir amb un capil·lar. Aquesta sang s'utilitzarà per a l'anàlisi d'ADN. Es procedeix a etiquetar-la en un *ependorf* i a reservar-la com ja s'ha comentat en el cas de la recollida de sang per a ADN en l'apartat anterior.



2.5 METODOLOGIA EN EL TREBALL DE LABORATORI

2.5.1 ANÀLISI DE L'HEMATÒCRIT

Es duia a terme poc després de recollir la sang en el camp, el més aviat possible. Després de treure el capil·lar de la nevera portàtil amb la que es transportava aquest es centrifuga a 10.000 revolucions en una centrífuga especial de capil·lars durant 10 minuts. Un cop separada la fracció cel·lular inferior del capil·lar i la superior del plasma, es mesura amb un peu de rei digital la fracció sanguínia i la longitud total de la mostra. La relació d'aquestes dues mesures en percentatge constitueix l'hematòcrit. Hi ha un mètode alternatiu de fer-ho, consistent en l'aplicació d'una escala gràfica que subministren els fabricants dels centrifugadors (vegeu figura 233d). El fragment del capil·lar amb sang es pot guardar en un *ependorf* i s'etiqueta per tal d'utilitzar-lo, si cal, en anàlisis d'ADN (fig. 234c). L'anàlisi en el cas del l'hematòcrit, es pot fer en el del *Museu de Ciències Naturals de Barcelona*. Se sap que està relacionat amb la condició física de l'ocell i amb l'altitud (FAIR et al. 2007).



Figura 2.35. Procés de la sang dels capil·lars centrifugats. (a) separant sèrum de fracció cel·lular; (b) recollint el sèrum; (c) ependorfs amb la sang i el sèrum (Fotos de A. Borràs)

2.5.2 ANÀLISIS GENÈTIQUES

Els *ependorfs* que contenen la sang de les llucareta es emmagatzemaven al Museu de Ciències Naturals de Barcelona en un banc de contenidors refrigerats tot esperant ser enviats a la *Universitat d'Uppsala*, on amb el doctor Mats Björklund i el seu equip es van fer les anàlisis corresponents amb col·laboració amb l'equip del *Departament d'Ecologia Evolutiva del Museu de Ciències Naturals de Barcelona, Unitat Associada del CSIC* (Diferenciació local i flux de gens i colls d'ampolla en la història evolutiva de la llucareta). Per els estudis de diferenciació local en presència de flux genètic (§A11), es van estudiar els *microsatèl·lits* de l'ADN mitocondrial dels glòbuls vermells de la llucareta com habitualment s'utilitzen per a treballs de diferenciació genètica (Frankham et al. 2002). Es va extreure ADN de mostres de sang d'aus en llibertat capturades a l'atzar durant 1998 en dues ubicacions (Bòfia i Vansa). Per a més informació dels protocols veure §A11. Per a l'estudi de flux genètic i la història evolutiva de la llucareta, es van utilitzar dos marcadors genètics amb diferents taxes d'evolució: un *marcador mitocondrial* d'evolució ràpida (*ATPasa 6/8*) i un *marcador nuclear* que evoluciona més lentament (02401). Per a l'anàlisi del marcador nuclear 02401, es van agrupar les mostres en quatre grups: les poblacions del nord dels Pirineus, del Pirineu occidental (Navarra), del Pirineu Oriental, i les poblacions espanyoles al sud dels Pirineus. Per a més informació dels protocols veure §A10.

2.5.3 ALTRES ESTUDIS



2.5.3.1 ESTUDIS DE MUDA

Es va utilitzar la metodologia de {Bensch & Grahn 1993 3033 /id} que mitjançant la definició del *valor de muda* i el *forat de muda (raggedness)* com l'espai deixat per la renovació de les plomes el qual s'estima en forma inversa al seu estadi de creixement (veure fig. figura 2.28). S'utilitza el model de regressió lineal del forat de muda sobre les primàries per tal de calcular la velocitat de muda de l'individu. Aquests valors es relacionen amb l'heterogeneïtat ambiental (§A5).

2.5.3.2 ESTUDI DE METAPOBLACIONS I HETEROGENEÏTAT AMBIENTAL

Es van emprar els models de *Cormack-Jolly-Seberg (CJS)* per estudiar la probabilitat de supervivència (ϕ^r_t) dels individus de la Bòfia i de la Vansa (massís del Port del Comte) i la probabilitat de moviment entre les dues zones (ψ^{rs}_t), on r i s representen les zones és la zona i t estima el temps. Es va procedir a analitzar els model CJS i de multi-estats (Brownie et al. 1993) amb el programa *MARK* (White and Burnham 1999). Així es va estimar l'asimetria entre la supervivència (ϕ) de les dues localitats i la diferència també asimètrica entre patrons de moviment entre elles (ψ), tot lligat a l'heterogeneïtat ambiental, cosa que permetia discriminar entre localitats de baixa i localitats d'alta qualitat situades a poca distància en el mateix massís. Tota aquesta informació, va permetre comparar els resultats del model de metapoblació de la llucareta amb els models tradicionals de *Sources and sinks* (Dias 1996; Pulliam 1988), el de *Dispersió lliure* (Fretwell and Lucas 1970) i el de *Dispersió neutre* (Payne 1991) cosa que va permetre definir el nou **model de fonts i cubetes (Sources and Pools)** (§A9).

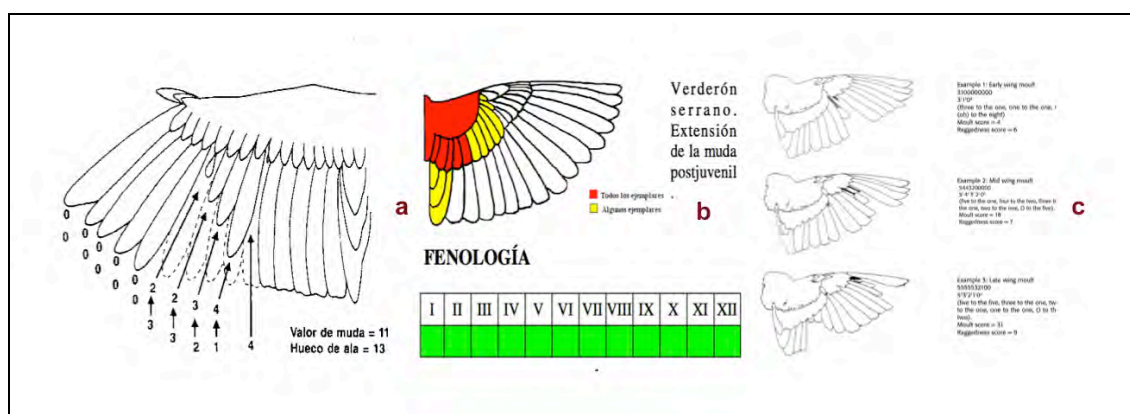


Figura 2.35. (a) Valors de muda de les plomes primàries i càlcul del forat de muda (*raggedness*) (b) Plomes que marquen l'estat de retard o avançat en els subadults de segona any o yearlins (<http://www.ibercajalav.net>). (c) Tres estadis diferents de muda (Bensch and Grahn 1993).

2.5.3.3 MODELS

En el cas de la modelació de la distribució hivernal de la llucareta a Catalunya (Borras et al. 2010), s'ha utilitzat l'*algorisme MaxEnt* (Màxima entropia), especialment dissenyat per a calcular la distribució geogràfica potencial d'una espècie. Combina la intel·ligència artificial amb el principi de màxima entropia (Payne 1991) (Phillips et al. 2006). Els diferents models de la Hivernada ha estat fets en col·laboració amb F. Alba-Sánchez del *Departamento de Botànica de la Universidad de Granada*.

2.6 TRACTAMENT DE LA INFORMACIÓ

- CODIFICACIÓ DELS HÀBITATS, INTRODUCCIÓ TERMINOLÒGICA



Amb la implantació de Natura 2000 endegat per a UE es va proposar un programa especial per disposar d'una classificació normativa dels hàbitats europeus, el *CORINE* (*Coordination of the Information on the Environment*) (Moss in Clutton-Brock et al. 2001), que fou àmpliament acceptat, el qual permetia caracteritzar tots els hàbitats d'Europa i confeccionar un inventari normalitzat dels mateixos. L'adaptació del manual dels hàbitats europeus, *CORINE Biotopes Manual (CBM)* a Catalunya es va dur a terme pel *CERBIV* (*Grup de Geobotànica i Cartografia de la Vegetació del Centre Especial de Recerca de Biodiversitat Vegetal*) de la Universitat de Barcelona en col·laboració amb la Conselleria de Medi Ambient (Carreras 2004; Vigo 2005; Vigo and Carreras 2003; Vigo et al. 2006). Com exemple, dos hàbitats de pinedes de *Pinus uncinata* són: la "*Pinedes de pi negra amb ginebró i ussona*" i la "*Pinedes de pi negra, generalment amb neret*", amb els codis *CORINE* corresponents a cadascuna: 42.425 i 42.413. Per tal d'adaptar la *CBM* al territori català es va crear la *Llista d'Hàbitats de Catalunya (LHC)*, tot catalogant-se al Principat 691 tipus d'hàbitats (Rosell 2010). A la tesi, tot i que es consideraran les codificacions *CBM* pels hàbitats més importants i representatius de la llucareta, s'ha cregut més adient emprar els codis *CHC50* que tot seguit s'expliquen.

Els codis *CHC* fan referència a un aixecament cartogràfic d'un mapa d'un hàbitat de Catalunya (Carreras 2004). Un mapa d'hàbitat del *CHC50* és un mapa temàtic en el qual es representa l'hàbitat a escala 1:50.000. És una eina molt útil per conèixer el territori que ens permet saber quins hàbitats tenim, quina superfície ocupa cadascun, on són, i com es disposen en l'espai (Carreras 2004; Vigo and Carreras 2003; Vigo, Carreras, and Ferré 2006). Es tracta, per tant, d'una eina bàsica per planificar la gestió del territori. En format digital, integrat en un sistema d'informació geogràfica (*SIG*), ens permet poder quantificar molt fàcilment l'afectació de les intervencions que es fan al territori sobre els hàbitats i la coberta vegetal i, eventualment, valorar-ne l'impacte. Les *Unitat de llegenda* de la Cartografia dels Hàbitats de Catalunya (*CHC50*, versió 2008) (Vigo and Carreras 2003) estan jerarquitzades, derivades del *CBM* i més directament de la *LHC*. Es defineixen atenent caràcters fisiognòmics, ecològics i fitocenològics, per aquest mateix ordre. La classificació i l'agrupament jeràrquic de les *unitats de la llegenda* segueix el model de la *LHC* i, per tant, la tipologia establerta pel *CBM*. En el *codi* de les *unitats de la llegenda* figuren les dues primeres xifres de la numeració identificativa utilitzada en la *LHC* (coincident amb la del *CBM*), corresponents als tipus d'hàbitats de segona categoria, i s'hi afegeix una lletra minúscula seguint l'ordre alfabètic (p.e. 42h, 42 f). A cadascun d'aquests codis els hi correspon una representació cartogràfica en un mapa a escala 1:50.000, cosa que ajuda molt a la interpretació (p.e., per als dos hàbitats de pinedes abans esmentats, respectivament, **42h** i **42f**). En el capítol 3 (dels hàbitats), els *codis* de les unitats de llegenda s'inclourà entre claudàtors (i en negreta) al costat del nom normatiu *LHC*: [**42h**] ***Pinedes de pi negra amb ginebró i ussona*** i [**42f**] ***Pinedes de pi negra, generalment amb neret, acidòfiles i mesòfiles, dels obacs pirinencs***. En la tesi ha semblat adient emprar en general els codis de les unitats de llegenda per referir-nos als hàbitats principals, ja que, per una banda estan normalitzats i per l'altra simplifica molt la nomenclatura, bo i reduint la complexitat geobotànica. Tot això sempre i quan no simplifiqui massa ni pugui induir a errors d'interpretació.

Al fer referència a les comunitats vegetals rellevants en la biologia de la llucareta, es definiran els sintaxons inclosos en l'hàbitat donat tot emprant el nom sintaxonòmic



estandarditzat per Vigo & Carrera (2003). Com exemple posem els casos de les anomenades “Pinedes de pi negre amb ginebró i ussona” (42h) a les que els hi correspon l’associació *Cytiso oromediterranei-Arctostaphyletum uvae-ursi* i les “Pinedes de pi negre, generalment amb neret” (42f) que inclouen l’associació *Saxifrago-Rhododretum subass. Pinetosum uncinatae*. Per no entrar en molts detalls de la nomenclatura geobotànica sigmatista en hàbitats on no sigui necessària molta precisió en les comunitats, s’utilitzarà el nom de l’aliança i, si s’escau, d’altres unitats tipològiques com l’ordre o la classe sintaxonòmica (p.e. *Aphyllantion*, *Brometalia*, *Stellarietea*, etc.).

CORINE	CHC50	HIC	ASSOCIACIÓ	Nom normatiu (LHC)
42.425	42h	9430 *	• <i>Cytiso oromediterranei-Arctostaphyletum uvae-ursi</i>	• Boscos de pi negre calcícoles i xeròfiles dels solells pirinencs
42.413	42f	9430	• <i>Saxifrago geranoidis-Rhododendretum ferrugineae subass. pinetosum uncinatae</i>	• Pinedes de pi negre, generalment amb neret, acidòfiles i mesòfiles, dels obacs pirinencs

Taula 2.3. Terminologia de la codificació estandarditzada dels hàbitats

Des del punt de vista de valoració ambiental és important considerar els *Hàbitats d’Interès Comunitari (HIC)* descrits en la *Directiva Hàbitats* (Annex I de la Directiva 97/62/UE). Dels 691 hàbitats descrits per a Catalunya, 94 són d’interès comunitari, representant el 47% dels tipificats per la UE. Cadascun té un nom normatiu (relacionant amb els LHC) i un codi de quatre dígit. Dins dels HIC n’hi ha de qualificats com a *Hàbitats prioritaris*, els quals es reconeixen perquè porten incorporat un asterisc després del codi (p.e. 9430* per a les pinedes de pi negre calcícoles).

• FITXES DE CAMP

Tota la informació que s’anava generat en els diferents processos esmentats en els apartats anteriors, es recollia en *fitxes de camp* dissenyades específicament per a l’estudi de la Ilucareta. Aquestes fitxes complien bàsicament amb els estàndards de l’ICO però adaptades a l’estudi d’aquesta espècie.

• BASES DE DADES D’ANELLAMENT

La informació de les fitxes de camp es passava a bases de dades i a fulls de càlcul pel seu posterior tractament. A partir d’aquestes bases de dades “mare” es generaven altres sistemes de bases de dades específics en funció del què es pretenia analitzar i dels programes que havien de processar les dades.

• CONTROL DE RECUPERACIONS I AUTOCONTROLS D’ANELLAMENT

Els auto-controls i les recuperacions de Ilucaretes marcades tant a la zona d’estudi com fora d’ella, són dades clau en l’estudi de la dinàmica de poblacions i per entendre moviments de transhumància, migració i intercanvis entre elements de parcel·les en estudis de metapoblacions. El seguiment s’ha fet de forma continuada i es van anotant



els autocontrols i les recuperacions de les successives campanyes i les dades d'ocells anellats per altres ornitòlegs o provinents de les poblacions europees. S'ha mantingut un contacte permanent amb l'ICO català i el CM espanyol que són les entitats que centralitzen i controlen aquest tipus de dades.

- **GESTIÓ BIBLIOGRÀFICA**

La gestió de les referències bibliogràfiques s'ha fet amb una base de dades de referències gestionada amb *Reference Manager, Professional Edition (RefMan)*.

- **GESTIÓ DE LES DADES**

En general per treballar amb estadística s'han utilitzat els paquets estadístics per a Windows: *SPSS*, *STATISTICA* i *R*. Parlar aquí en general del tractament estadístic no té massa sentit atès que per a cada tipus de treball i de dades es precisa una prova concreta. L'ús d'un o altre estadístic dependrà del tipus de problema plantejat, del tipus de variables dependents i independents emprades (qualitatives, rankeritzades ...), de la seva distribució (coneguda o no) i de la mida mostral (Senar 2004).





CAPÍTOL 3





HÀBITAT I DISTRIBUCIÓ



- ✚ *La primera condició del paisatge és la capacitat de dir-ho gairebé tot sense expressar una sola paraula.*
KONRAD LORENZ
- ✚ *Sempre trobaràs en els boscos alguna cosa més que en els llibres. Els arbres i les pedres t'ensenyaran coses que mai no podràs aprendre a través dels llavis de cap mestre.*
BERNAT DE CLARAVALL
- ✚ *Lo clot de Moixeró verdós i ombrívol / de sos avets i pins entre les branques / los veu passar, com dues perdius blanques, / de l'estèril Cadí per lo cristall, / on l'estràmpol isard per refrigeri / troba sols, amb lo líquen de l'altura, / les perles de l'aurora i l'aigua pura / de la font del Cristall. / És el Cadí la serralada enorme / ciclòpic mur en forma de muntanya, / que serva el terraplè de la Cerdanya / per on lo Segre va enfondint son lit.*
JACINT VERDAGUER, Cant IV. Lo Pirineu



HÀBITAT I DISTRIBUCIÓ

3 L'HÀBITAT

Com s'ha vist en el capítol 1, l'hàbitat de la llucareta a la península Ibèrica difereix entre poblacions, tot i mantenir alguns trets comuns com ara la importància de les coníferes en l'etapa reproductora per a la majoria de poblacions. L'estructura i composició dels hàbitats ocupats per la llucareta és doncs vital per entendre la dinàmica de la població estudiada a la tesi. L'hàbitat de la llucareta a Catalunya ha estat comentat en publicacions generals però sempre de forma succinta (Borras et al. 2010; Borras and Senar 2003; Borras and Senar 2013; Borras et al. 2005) o parcial (§A1), i mai s'havia analitzat extensament. Aquesta tesi, pensa l'autor, és el marc adequat on fer una anàlisi exhaustiva dels entorns abiòtics i biòtics que conformen el conjunt dels hàbitats de la llucareta al llarg de l'any. En aquest capítol s'analitzarà la selecció d'hàbitats de la població prepirinenca al llarg del seu cicle biològic cercant els trets ambientals fisiognòmics, ecològics i geobotànics de les comunitats vegetals més rellevants de cada hàbitat. Es descriuran les principals comunitats vegetals que conformen cada hàbitat així com la seva distribució de les mateixes a la regió. Alhora, s'estudiaran els patrons de distribució general a la regió i, pel que fa als pins que intervenen en el cicle de la llucareta, a la totalitat de Catalunya. Tota aquesta informació és útil per valorar la llucareta com un *actiu de biodiversitat*, per si mateix i dins dels hàbitats que aquesta ocupa. Dins la perspectiva marc en que es desenvolupa aquest tesi, el *Programa de Doctorat de Recursos Naturals*, s'intentarà caracteritzar la llucareta i els seus hàbitats com importants actius de biodiversitat.

El projecte *CORINE Biotopes* defineix el concepte hàbitat com "segment qualsevol de la biosfera que té unes característiques particulars, és a dir, en el qual s'agrupen l'ambient i les biocenosis" (Vigo 2005a), cosa que es podria interpretar com a concepte més proper al de biòtop que no pas al d'hàbitat, però s'ha d'interpretar "com una mena d'unitat tipològica de la biosfera definida per unes condicions físiques i biològiques" (Vigo 2005; Vigo et al. 2005a; Vigo et al. 2005b). Des d'un punt de vista biològic, en un sentit no tan restringit, l'*hàbitat* s'entén com l'espai que ocupa una espècie en el seu *biòtop*. Aquesta visió fou ampliada per Hutchinson (1979) amb el concepte de *nínxol ecològic* per comprendre la funcionalitat que una espècie juga en el seu ecosistema, la qual s'ubica dins dels intervals tolerables de les variables que afecten l'espècie en un concepte de *nínxol grinnellià* (Telleria, 2012). El definí com el conjunt de condicions -factors i recursos- que permeten a l'espècie desenvolupar unes activitats específiques pròpies que la caracteritzen dins de la comunitat (*nínxol fonamental*), facilitant-l'hi la supervivència, el creixement i la reproducció dins del seu hàbitat. Dins del concepte de nínxol es pot diferenciar el nínxol estructural i el nínxol tròfic. Solament coneixent en detall els trets que caracteritzen les condicions del nínxol, fonamental i les limitacions que li poden suposar les interaccions amb altres espècies, podem entendre la funcionalitat ecològica o el *rol* de l'espècie en el seu ecosistema (el que ho ha definit com a *nínxol realitzat*, Telleria, (2012)). En aquest sentit es posaran en relleu els components del seu nínxol ecològic, uns d'intrínsecs (que



depenen de l'espècie) i d'altres d'extrínsecs (externes o ambientals), que ajudaran a perfilar aquest nínxol realitzat. Alguns dels factors intrínsecs, els aspectes biològics, s'aniran desenvolupant en el decurs del propers capítols i forniran els pilars que definiran el seu cycle vital. Aquest capítol està dedicat a analitzar els factors extrínsecs o marc ambiental del cycle biològic de la llucareta. Un cop determinats aquests, es valorarà el paper que exerceixen les comunitats vegetals com a recurs per a la llucareta. La disponibilitat de recursos i el seu ús són factors clau per al manteniment de poblacions estables, ja que la quantitat i qualitat dels aliments disponibles afecten profundament la

supervivència i el reclutament dels polls (Newton 1989). Els recursos que aporten les comunitats vegetals abasten quatre aspectes principals del cycle vital de la llucareta:

- Llocs d'emplaçament del niu
- Àrees de refugi i ajocament
- Recursos per bastir el niu i llocs on cercar-los
- Espais de campeig on farratjar i explotar els bancs de llavors

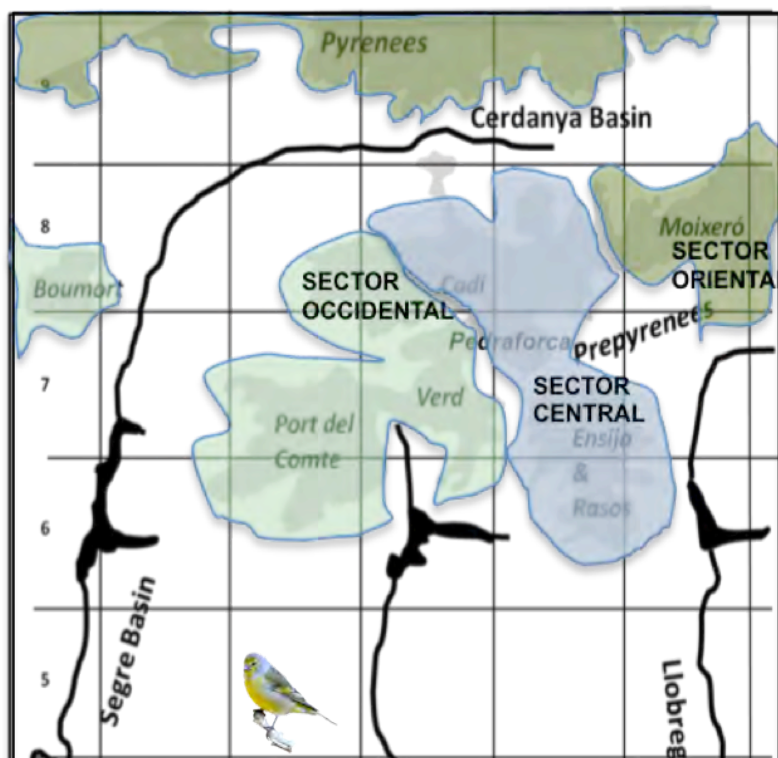


Figura 3.1. Mapa on es mostren els tres sectors de la zona alpino-subalpina de la regió estudiada. Original de l'autor.

Tot en funció del període de l'any considerat. Tot això permetrà singularitzar la llucareta en la seva biocenosi bo i

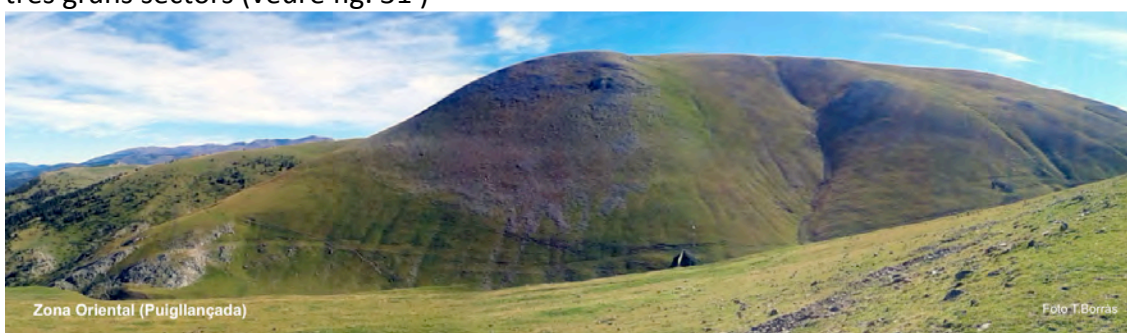
delimitant el seu nínxol ecològic i diferenciar-lo de la resta d'espècies properes amb les que comparteixen l'hàbitat.

A més, en aquest capítol es farà palès l'interès de la població tractada en el conjunt de les poblacions peninsulars de llucareta. Es posarà de relleu que una gran part dels hàbitats de la muntanya prepirinenca on es reproduceix la llucareta són considerats *hàbitats d'interès prioritari* per la Unió Europea. Aquesta consideració és fonamental ja que constitueix un tret identitari d'aquestes poblacions, cosa que les diferencia de la resta de les poblacions ibèriques, i fins i tot, europees. Tot aquests aspectes ambientals representen un valor afegit al que ja li confereix ser pràcticament la única espècie paleàrtica endèmica, una singularitat dins de l'ornitofauna europea. Aquesta avaluació conservacionista permetrà perfilar el rol de la llucareta com a actiu ambiental i valorar el seu paper com a *espècie ombrel·la* (Telleria 2012) dels ambients subalpins.



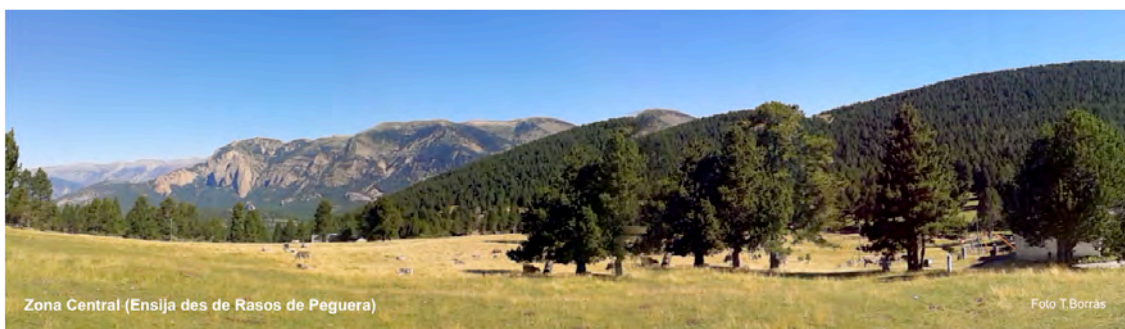
3.1 L'HÀBITAT REPRODUCTOR

Durant l'època favorable del seu cicle vital, la Ilucareta es distribueix a Catalunya exclusivament en els ambients pirinencs i prepirinencs d'alta muntanya, un entorn escàs a Catalunya que representa solament un 4% del territori (Bolos 1976). Cria en les zones forestals de coníferes i campeja en les pastures i rasos subalpins i alpins. Atès que el concepte d'alta muntanya és molt genèric, s'ha de matisar per a l'àmbit geogràfic de la zona d'estudi ja que l'alta muntanya de la regió no és una zona homogènia, ans al contrari és molt complexa. Això es fa patent observant el notable canvi fisonòmicament al llarg de l'eix Port del Comte-Cadí-Tosa d'Alp, resultat de la gran diversitat geomorfològica, topogràfica, geològica i bioclimàtica, la qual ja ha estat comentada i justificada en els apartats anteriors (veure ap. 211). Bo i atenent a les característiques condicionades per tots els factors esmentats, es poden distingir a l'alta muntanya de la regió a grans trets, tres grans sectors (veure fig. 31)



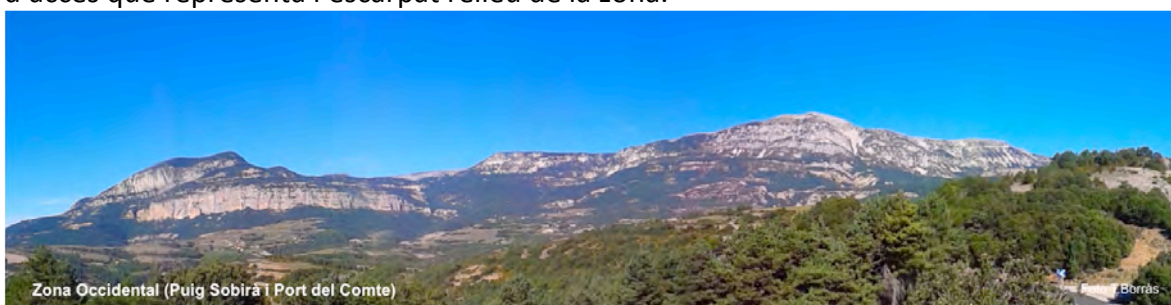
- **SECTOR ORIENTAL**

Aquest conjunt orogràfic prepirinenc connecta per l'est amb la serralada axial pirinenca, essent la influència xèrica mediterrània poc acusada i l'ambient general de caràcter eurosiberià als estatges inferiors de les muntanyes, tot i que existeix un elevat contrast entre els vessants. Concentra els substrats silícics i els sòls descarbonatades més importants de la regió, però amb el relleu calcari dominant característic dels ambients prepirinencs, tot i que a l'extrem oriental ja presenta materials esquistosos i silícics més propers als materials pirinencs. Inclou la serralada del Moixeró, el Puigllançada i la Tosa d'Alp. Dels tres sectors és el que es troba més proper a l'ambient dels pirineus axials. Pel que fa als aspectes biogeogràfics, cal considerar l'alta muntanya d'aquest sector com un nexa entre la serralada axial i les serres prepirinenques (Soriano 1990; Soriano 2001). En aquest sector l'impacte antròpic, ha estat propiciat pel relleu menys rostrat i més suau i acollidor. Ja des de temps antics, els rasos culminants han suportat activitats ramaderes estacionals, cosa que fa pensar que el límit superior del bosc va retrocedir artificialment en temps passats. En èpoques més recents, la presència dels ressorts i estacions d'esports d'hivern de la Molina i la Masella que s'estenen fins al mateix cim de la Tosa d'Alp, han pres el relleu de la ramaderia com a factor principal d'artificialització del paisatge vegetal (Soriano 2001).



- **SECTOR CENTRAL**

Té unes condicions mesòfiles respecte les altres dues regions, malgrat l'acusat caràcter prepirinenc i una clara orientació E-W. La continentalitat no és tan acusada com en el sector occidental i els ambients medioeuropeus són importants als fons de les valls. Els substrats són majoritàriament calcaris, amb afloraments silícics poc rellevants on predominen els sòls bàsics i menys els descarbonatats. Abasta la resta de la serra del Cadí no inclosa en el sector occidental, el Pedraforca, el massís Rasos-Ensija. El Cadí té una fisiografia molt contrastada de vessants amb els costers meridionals de sua pendent i els obacs retallats amb penya-segats, tarteres i esbaldregalls. Els relleus de Ensija i Rasos tenen les parts culminants més suaus amb rasos i pastures on tradicionalment s'hi ha dut a terme activitat ramadera estacional. Tret de l'excursionisme, aquesta àrea no ha estat objecte de massa pressió antròpica ni d'instal·lacions d'esports d'hivern (tret de la petita estació dels Rasos de Peguera, actualment poc activa), en part degut a les dificultats d'accés que representa l'escarpat relleu de la zona.



- **SECTOR OCCIDENTAL**

Sector característic dels Prepirineus Orientals, molt eixut i continental, amb la influència de la mediterraneïtat que li confereix característiques de xericitat importants a una zona amb un contrast estacional molt marcat. Els costers i faldars inferiors de les muntanyes són de caràcter submediterrani. Majoritàriament els substrats són calcinals amb calcàries i conglomerats, i els sòls principalment bàsics i en tot cas, en poc indrets, descalcificats. A banda de l'important grau de continentalitat, la influència de l'element mediterrani té en aquest sector un gran paper i influeix molt, qualitativament i quantitativa, tant a la flora com a la vegetació, especialment als solells. La irradiació de la vegetació mediterrània, que pot arribar a assolir altituds considerables en els costers i solells, es veu afavorida pels intensos episodis d'inversió tèrmica que són habituals a la zona (Soriano and Devis 2004). Els grans contrastos de vegetació que es donen en el sector oriental, observables inclús a petita escala, són menys fàcils de trobar al sector occidental car l'element d'afinitat medioeuropea és menys rellevant i més prevalent que el mediterrani. A banda, ha rebut durant anys una important pressió antròpica amb finalitats ramaderes i forestals. Més recentment un important element modificador del paisatge ha estat la instal·lació de complexos d'esports d'hivern amb pistes d'esquí alpí i nòrdic que ha comportat un



important procés d'urbanització associat. Està integrat per l'extrem occidental del Cadí, les serres del Port del Comte, Turp, Odèn, Querol, Cadinell i Verd.

3.1.1 BIOCLIMA I ECOLOGIA DELS HÀBITATS REPRODUCTORS

3.1.1.1 HÀBITAT SUBALPÍ

A les contrades subalpines que constitueixen l'hàbitat reproductor principal de la llucareta, es donen dos tipus de bioclimes: l'*axeromèric de tendència freda i humida* (en els boscos occidentals) i l'*axèric fred subalpí* (en el sector oriental), aspecte que ja s'ha comentat en l'apartat del clima de la regió (ap. 21132). Tanmateix cal tenir present que altres factors locals (la neu, el vent, l'exposició, l'oscil·lació tèrmica, el grau d'insolació, les boires) juguen un paper important en les condicions microclimàtiques que es donen a la regió que són les causants de la gran diferenciació ambiental.

Com s'ha assenyalat en el mateix capítol (ap. 222) les pinedes subalpines abasten el tram hipsomètric comprès entre els 1600-1800 i els 2100-2400 metres, bo i formant sempre el límit natural del bosc (*timberline*). S'ha de tenir present que les pràctiques forestals i ramaderes seculares a tots els Pirineus, i en les contrades que tracta la tesi especialment, han modificat molt aquesta frontera natural, la qual es troba, en l'actualitat, notablement rebaixada. A les muntanyes *higròteres* de la zona eurosiberiana, com són les de la regió, imperen unes condicions bioclimàtiques caracteritzades per un estiu lleument tèrmic sense l'ocurrència de cap període àrid, cosa que confereix als seus boscos de coníferes un caràcter mesòfil, molt contrastat al dels hàbitats equivalents dels massissos ibèrics, les quals pel seu caràcter de muntanyes *xeròteres*, confereixen un caràcter xeròfil molt més acusat a les seves pinedes (Vigo 1976; Vigo 2005). A tenor de tot el que s'acaba de comentar, se'n desprèn un tret molt rellevant, i és que les condicions de hàbitat subalpí de la zona estudiada, conjuntament amb el de la resta dels hàbitats de la llucareta a Catalunya i del que queda de les seves localitats pirinenques fins arribar als Pirineus navarresos, són els únics hàbitats que presenten unes condicions equivalents als de les contrades alpines centreeuropees. Per tant, es pot considerar que els hàbitats que s'han definit amb aquestes característiques són els únics hàbitats de la llucareta que es poden qualificar com pròpiament subalpins a la península.

3.1.1.2 HÀBITAT MONTÀ

A l'anomenada muntanya mitjana plujosa de la regió l'hi manquen les contrades molt humides proveïdes per les condicions climàtiques oceàniques, car les condicions imperants són les continentals. En les contrades obagues de les grans serres del Port del Comte, Cadí o Moixeró, on previsiblement es podria esperar la presència de caducifolis com el faig i els roures, s'hi fan, en canvi, els pins, tal i com ha estat comentat en el capítol 2 (ap. 221). Les escasses fagedes i rouredes dels ambients medioeuropeus a les serres meridionals de la regió coexisteixen amb les coníferes les quals sovint són dominants en aquestes comunitats. Les coníferes són l'avet i el pi roig, i també la pinassa per bé que aquesta es troba preferentment a la regió submontana, essent més rellevant en el sector occidental. En el territori de les pinedes montanes hi predomina clarament *Pinus sylvestris*, la conífera dominant dels paratges de la muntanya mitjana plujosa de la regió, especialment en el sector oriental. Les pinedes montanes de pi roig es troben en una franja estreta situada per damunt del domini submediterrani dels roures i les carrasques i per sota del domini dels



aciculifolis subalpí, tot i que el pi roig s'hi pot enfil·lar i pot arribar a coexistir amb el pi negre. Les avetoses (*Abies alba*), poc rellevants en l'hàbitat de la llucareta, estant molt localitzades en els indrets més humits i frescals barrejats amb el faig en el sector oriental o amb el pi roig, formant els boscos –paisatgísticament importants– a les obagues del Cadí-Moixeró, on fàcilment es poden enfil·lar cap l'estatge subalpí i cohabitar amb el pi negre (Soriano 1990; Soriano 2001).

3.1.1.3 ELS PRATS SUPRAFORESTALS

Soriano (2001), destaca que hi ha tres tipus de formacions herbàcies per sobre de les bosquíes subalpines que anomena *pastures supraforestals*: les pastures subalpines, els prats alpinitzats i els veritables prats alpins. Com ja s'ha dit, en el capítol 2 (ap. 222) moltes pastures per sobre del límit superior del bosc actual corresponen estrictament a pastures serials dels boscos subalpí. Amb l'abandonament actual de les pràctiques ramaderes d'alta muntanya, els prats es van emmatant progressivament donant lloc a neretars, balegars, ginebreds i landes de bruguerola, bo i depenent dels factors locals i la natura del substrat, les quals inicien el camí de la recuperació forestal de les pastures subalpines a les quals històricament se les va arrabassar els pins. A la zona d'estudi únicament són veritables zones alpines les parts culminants de la zona oriental a la serra del Cadí, la Tosa d'Alp i el Puigllançada, a partir del 2100-2300 metres, segons l'orientació del vessant, fins arribar a les cotes més altes, en els indrets on les condicions ambientals extremes no permeten el desenvolupament dels arbres. Sota una aparença uniforme els prats alpins estan molt diversificats en un mosaic de comunitats vegetals. Altres zones amb claps de vegetació assimilables als dels prats alpins però de distintes comunitats vegetals, els anomenats *prats alpinitzats*, es troben dispersos en els cims del Moixeró, Pedraforca, Port del Comte i Ensija. Són importants com font de recursos tròfics a l'estiu.

3.1.2 DESCRIPCIÓ DELS HÀBITATS REPRODUCTORS



Pineda acidòfila i xeròfila dels solells pirinencs 42g (El Cap del Rec, Lles)

Foto: T. Borràs

3.1.2.1 LES PINEDES SUBALPINES DE PI NEGRE

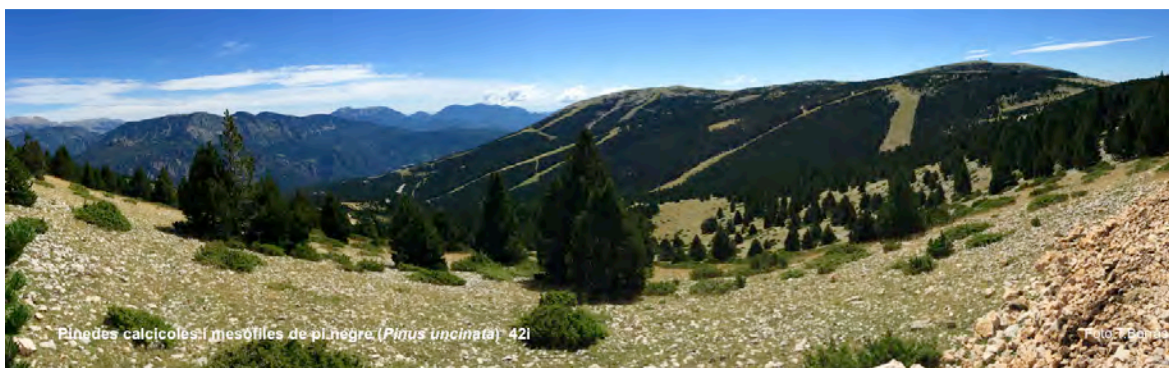
Com ja s'ha comentat, la llucareta es distribueix típicament en ambients de pinedes subalpines en el període reproductor. Els pins són un recurs clau per a la biologia de la llucareta (§A1, §A2, §A8). Així tenen un paper rellevant en tres facetes del nínxol ecològic de la llucareta: com a suport de les estructures del niu i material del mateix, com refugi temporal diürn, com lloc de joca nocturn i com a recurs alimentari amb els seus pinyons. Tot i això, hi ha una notable varietat de formacions de coníferes en l'entorn d'alta muntanya, els trets fitosociològics i geobotànics de les quals, així com la idoneïtat de les



mateixes per a la llucareta seran esbrinats en aquest apartat, dividint la regió en les tres zones descrites més amunt.

- *Zona Oriental*

És el sector que presenta més varietat de comunitats de coníferes, en concret quatre de pi negre i dues de pi roig, que poden ser ocupades per la llucareta, atesa la varietats de substrats, el relleu i la dissimetria dels vessants. Amb tot i això, la llucareta sempre cercarà zones properes a clarianes i vorades de masses denses per instal·lar el niu. En els solells calcaris, des dels 1770-1800 m en amunt, la llucareta ocupa òptimament les *Pinedes xeròfiles de pi negre amb ginebró i ussona* o **Pinedes xeròfiles i calcícoles de pi negre** (*Arctostaphylo uvae-ursi-Pinetum uncinatae* o *Genisto-Arctostaphyletum subass. rhamnetosum alpini*) [42h] en boscos que no formen masses massa contínues les quals no acostumen a ultrapassar els 2100 m quan formen el límit del bosc. Sovint aquestes formacions corresponen a boscos molt esclarissats en roquissars on els pins sovint són elements arbrats de formacions arbustives resultat de la degradació del bosc original (incendis, allaus o llamps), formades per boixerola (*Arctostaphylos uva-ursi*) i ginebró (*Juniperus communis ssp. nana*) als terrenys calcaris i per bàlec (*Genista balansae ssp. europaea*) en espais descalcificats. En indrets rocosos ascendeixen fins el límit subalpí les **pinedes de pi roig (*Pinus sylvestris*), calcícoles i xeròfiles dels Pirineus** (*Primulo columnae-Pinetum sylvestris subass. teucrietosum catalaunicae*) [42m] força esclarissades i seques. En els vessants obacs de substrat calcinal, entre els 1600-2200 m, es pot trobar llucareta en les clarianes de les *Pinedes de pi negre amb flor de vent* o **Pinedes calcícoles i mesòfiles** (*Pulsatillo fontqueri-Pinetum uncinatae*) [42i], les quals formen masses considerables en sòls ben desenvolupats de les obagues en aquest sector i en la majoria d'obagues de les muntanyes calcàries dels tres sectors, on constitueixen la vegetació potencial. Més rares



són en aquest sector les **pinedes de pi negre, acidòfiles i xeròfiles dels solells pirinencs** (*Veronico officinalis-Pinetum sylvestris*) [42g], una pineda acidòfila molt freqüent als Pirineus que no sol ser gaire ombrívola i amb sotabosc dominat pel ginebró el bàlec o la boixerola.

Aquest sector és l'únic que conté terrenys silícics relativament importants tot i que es troben localitzats. Els llargs períodes d'innivació que es donen més en aquest sector que els als altres, provoquen la descarbonatació i la conseqüent acidificació del sòl. En aquests substrats àcids es fa bé una pineda de pi negre representativa dels espais pirinencs axials, la *Pineda de pi negre amb neret* o **Pineda de pi negre acidòfila i mesòfila amb neret dels obacs pirinencs** (*Saxifrago geranoides-Rhododendretum ferrugineae subass. pinetosum uncinatae*) [42f], la qual també es desenvolupa en els substrats descalcificats de les cares nord del Moixeró ben innivades. Algunes de les formacions veïnes amb *Pinus sylvestris* de



la zona altimontana es barregen i forma la **pineda de pi negre i de pi roig amb moltes** (*Hylocomio-Pinetum catalaunicae*) [42l] a l'estatge subalpí inferior. A les zones més elevades, aquest bosc pot esdevenir, de manera natural, poc o molt esclarissat i establir un transit gradual vers els **neretars** (*Saxifrago-Rhododendretum*) [31g]. La pineda de pi negre amb neret és la que més caracteritza el sector oriental ja que si bé que no l'hi és exclusiva, es rara en el central i falta del tot en l'occidental. Vist això, es pot afirmar que, tot i el marcat caràcter calcari del substrat, aquest sector és, entre els tres, el més assimilable a l'hàbitat de la Ilucareta en el Pirineu axial que podem trobar a la Cerdanya (Cap del Rec), els Pallars (L'Orri) o a la Vall d'Aran (Beret).

Per bé que no té massa importància per a la biologia de la Ilucareta degut a la seva ubicació enclotada i el seu caràcter higròfil, cal esmentar en els vessants septentrionals les importants masses de les **Avetoses amb neret** o **Avetoses amb neret** (*Rhododendron ferrugineum*), **acidòfiles, de l'estatge subalpí dels Pirineus** (*Saxifrago-Rhododendretum subass. abietetosum*) [42e] les quals són una variant d'aquesta comunitat de pineda acidòfila en la qual l'avet (*Abies alba*) té un paper rellevant.

- *Zona Central*

Zona amb característiques intermèdies pel que fa a les formacions de pinedes, puix que en té tan de calcícoles com de acidòfiles, per bé que amb un predomini de les primeres. Al tenir una xericitat més moderada i molts espais descalcificats, és donen més les comunitats acidòfiles com la **Pineda de pi negre amb neret** o la **Pineda de pi negre acidòfila i mesòfila amb neret dels obacs pirinencs** (*Saxifrago geranoides-Rhododendretum ferrugineae subass. pinetosum uncinatae*) [42f] en zones d'Ensija i Pedraforca especialment i menys als Rasos i alguna canal del Cadí. Contràriament al sector oriental, on tampoc són gens freqüents, no s'hi troben les pinedes de pi negre, acidòfiles i xeròfiles dels solells pirinencs (*Veronico officinalis-Pinetum sylvestris*) [42g].

Altrament els territoris calcaris presenten les dues pinedes calcícoles típiques dels Prepirineus: al solell **Pinedes xeròfiles de pi negre amb ginebró i ussona** (*Cytiso oromediterranei-Arctostaphyletum uvae-ursi (=Arctostaphylo uvae-ursi-Pinetum uncinatae)*) [42h] i a l'obaga **Pinedes de pi negre amb flor de vent** (*Pulsatillo fontqueri-Pinetum uncinatae*) [42i], essent més abundant i formant masses més denses aquesta



darrera.

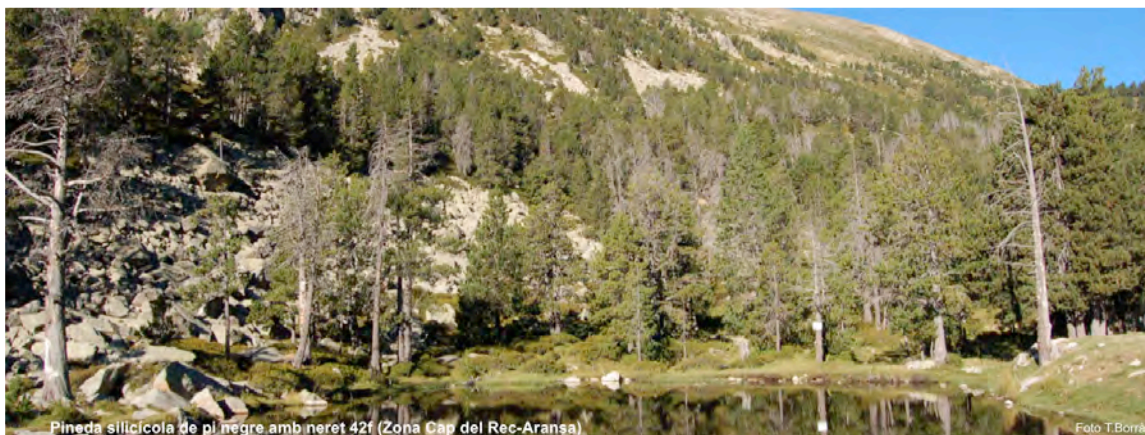
Dues formacions de pi roig acompanyen a les dues pinedes de pi negre calcícoles. Als costers eixuts i pedregosos s'hi enfila En indrets rocosos ascendeixen fins el límit subalpí les **Pinedes seques amb boix i boixerola** o **Pinedes de pi roig (*Pinus sylvestris*), calcícoles i xeròfiles dels Pirineus** (*Primulo columnae-Pinetum sylvestris subass. teucrietosum*



catalaunicae) [42m], mentre que per les bagues es pot barrejar inferiorment amb el pi negre la *Pineda de pi roig amb herba blava (Polygalo calcareae-Pinetum sylvestris)* [42k], que s'enfilen des de l'estatge montà obac.

- *Zona Occidental*

Aquest sector és el que presenta menys diversitat de comunitats de coníferes, en concret quatre de principals, dues de pi negre i dues de pi roig, i alguna taca residual d'una altra de pi negre acidòfila molt rara a la zona, condicionat per la menor varietat de substrats, però tot i així, es ben ostensible la dissimetria de vessants. Tal i com s'ha assenyalat abans, la llucareta sempre cercarà zones properes a clarianes i vorades de masses denses per



instal·lar el niu que en aquest sector és molt de l'espai disponible atesa la morfologia oberta de la majoria de comunitats del sector.

L'estatge subalpí i alpí de les muntanyes occidentals han de suportar una dura climatologia associada a la posició culminant del massís, amb vessants farcides de pedruscalls i rostos rocosos i amb innivació molt irregular i que difícilment es manté tot l'hivern. La pressió antròpica amb finalitats ramaderes i forestals, que ha deixat el paisatge com un mosaic de quatre elements paisatgístics principals: pinedes xeròfiles i pinedes meso-xeròfiles alternades amb pastures, rasos de pasturatge en una matriu rociosa i serrats rocallosos. En aquest panorama, el pi negre ocupa la franja altitudinal entre els 1800 m i el límit natural del bosc, que no acostuma a ultrapassar els 2100 m a causa del substrat rocallós i la manca de sòls adients per a la vegetació arbòria. Els costers assolellats, rocallosos i força xèrics, s'entapissen amb les **pinedes xeròfiles i calcícoles de pi negre** (*Cytiso oromediterranei-Arctostaphyletum uvae-ursi* (= *Arctostaphylo uvae-ursi-Pinetum uncinatae*))[42h] la qual es troba fent mosaics amb pedruscalls i a molts indrets rocosos del territori amb **prats calcícoles i mesoxeròfils d'ussona** (*Festuca gautieri*) de l'alta muntanya pirinenca (*Festucetum scopariae*) [36 n]. Aquestes masses forestals mostren un aspecte empobrit amb sotabosc escàs o molt malmès, degut probablement a la secular explotació ramadera i forestal d'aquestes àrees. Malgrat que són assimilables a les pinedes xeròfiles dels altres dos sectors, és en aquest on assoleix el grau més gran de xerofília, atesa la continentalitat de la zona i unes dures condicions hivernals per tal com el període d'innivació és curt i la vegetació resta molt temps al descobert exposada a grans oscil·lacions tèrmiques. Això propicia que en aquestes contrades predomini la vegetació arbustiva de ginebró (*Arctostaphylos uva-ursi*) i boixerola (*Arctostaphylos uva-ursi*) que en els nivells inferiors més planers amb més sòl s'acompanya de pins esparsos. La *Pineda de pi roig calcícola i xeròfila* també anomenada **pineda de pi roig calcícola i xeròfila dels Pirineus** (*Primulo*



columnae-Pinetum sylvestris subass. teucrietosum catalaunicae) [42m] s'enfila pels faldars solells i els rostos pedregosos fins arribar a barrejar-se amb el pi negre en l'estatge subalpí, formant masses poc denses amb sotabosc pobre i poblat de diferents plantes pradenques cosa que li és favorable a la pastura per la llucareta.

A les obagues tot i que siguin vessants calcaris pedregosos es troben les **pinedes calcícoles i mesòfiles amb soslèria o flor de vent** (*Pulsatillo fontqueri-Pinetum uncinatae*) [42i] com en els de la serra d'Odèn, vessant sud i E. del Port del Comte, l'obaga de l'Arp, Verd, Costafreda, vessants suaus del Cadí i Cadinell, bo i formant masses més extenses i compactes que no pas les de comunitat esmentada anteriorment, tot i que no són denses i tenen un estrat herbaci molt desenvolupat, la qual cosa afavoreix la presència de la llucareta. Aquest hàbitat constitueix el límit superior del bosc a bona part dels Pirineus, cosa que es dona també en els Alps occidentals. Representa la vegetació climàtica dels obacs i àrees poc o molt planeres de l'estatge subalpí dels Prepirineus, que no pas dels Pirineus axials. Ecològicament té un important paper com a fixador de les tarteres i els rocams de pendents variables. A les parts culminants solanes del Cadí i, especialment, del Port del Comte (2100-2300 m), la geomorfologia nival i el substrat rocallós, impedeix la implantació del bosc i únicament preval una vegetació rasa i esclarissada que s'intercala en una matriu rocallosa (Vigo 1976; Vigo et al. 2003). Les pastures seques del *Festucion* [36 n] i del *Bromion erecti* [34d] contribueix a l'estabilització d'aquests substrats i tarteres. A les parts inferiors aquesta pineda de pineda de pi negre fa transició amb boscos montans de pi roig (*Pinus sylvestris*), **calcícoles i mesòfiles, dels obacs de l'estatge montà dels Pirineus**, també coneguda com *Pineda de pi roig amb herba blava* o **Pineda de pi roig calcícoles i mesòfiles dels obacs de l'estatge montà dels Pirineus** (*Polygalo calcareae-Pinetum sylvestris*) [42k] que poden ascendir per l'obaga i barrejar-se amb les comunitats del *Pulsatillo fontqueri-Pinetum uncinatae* [42i] bo i arribant als cims del vessat nord a la zona de la Vansa on cria i pastura la llucareta.

En aquest sector les pinedes acidòfiles no s'hi fan car els substrats silícics són pràcticament absents i solament hi ha clapes de sòls descalcificats en llocs pendents i en els faldars on s'acumula la neu que són els espais on els processos de descarbonatació del substrat són més actius. No obstant això, hi ha alguna taca testimonial a la serra de Verd, al Cadí nord i al Cadinell de *Pineda de pi negre amb neret* o **Pineda de pi negre acidòfila i mesòfila amb neret dels obacs pirinencs** (*Saxifraga geranoides-Rhododendretum ferrugineae subass. pinetosum uncinatae*) [42f], comunitat més representada a la regió oriental que és la que més en presenta.

La densitat mitjana de llucaretes reproductores al Port del Comte és de 2,3 aus/10 ha (Borras & Senar 2003). En els boscos del sector oriental del massís la zona Prat de Botons-Sucre, en boscos de pi negre del sector occidental en la comunitat de pinedes xeròfiles i calcícoles de pi negre *Cytiso oromediterranei-Arctostaphyletum uvae-ursi* (42h), és on s'han trobat les densitats més grans de llucaretes, de 9.4 a 11.7 aus/10 ha (Borras & Senar 2003). Aquestes xifres expliquen la idoneïtat d'aquestes pinedes calcícoles com a hàbitats per a la llucareta. Aquest fet s'explica probablement per la fisiognomia dels boscos, esclarissats i oberts que deixen molts prats subalpins per farratjar. Cal recalcar, que aquesta xifra és la segona més elevada entre les que han estat publicades, solament per



darrera d'unes dades referides al Guadarrama (Borras & Senar 2003) (consultar densitats en cap. 1, taula 13).

3.1.2.2 LES PINEDES MONTANES DE PI ROIG



a intervenció de l'home ha tingut un paper molt important en el desenvolupament del paisatge en el estatge montà de la regió com acabem de veure. Les estesades de les primitives rouredes climàtiques, va afavorir l'extensió de les pinedes de pi roig, alhora que paral·lelament es creaven moltes àrees dedicades a explotacions agropastorals. Actualment, però, aquestes àrees es troben en clara regressió en general a tota la regió i de forma més acusada al vessant cerdà. Aquest fet reverteix una tendència secular, tot propiciant l'expansió actual de les masses forestals que recolonitzen les pastures provinents d'antics espais desforestats. En aquest procés, el pi roig té clar avantatge sobre el roure. A la zona d'estudi el fenomen és més palès sobretot a l'obaga del Moixeró i menys al vessant berguedà (Soriano 2001). Per contra, a la vall de la Molina els boscos de coníferes es troben en certa regressió per raons ben diferents. La degradació i disminució dels boscos es dona com resultat del desenvolupament de les activitats turístiques, que ha comportat l'obertura de nous camins, pistes i la urbanització progressiva d'àrees forestals. Encara que aparentment sigui contradictori, les dues tendències són positives, a curt termini, per a la llucareta ja que les clarianes li amplien els hàbitats i els prats subalpins i els boscos, mentre siguin laxos i no estiguin els arbres atapeïts, també li són favorables. La progressiva reforestació que conduís a boscos denses i poc obertes, a llarg termini, limitaria les opcions d'aprofitament per part de la llucareta.

- *Zona oriental*

Aquest sector té un bon ventall de comunitats de pi roig propiciat per les condicions particularment diverses de la contrada: orografia, substrats i l'especial disposició de les serralades. La disposició de les serralades i l'orientació de les valls, en direcció est-oest, conjuntament amb els forts pendents de molts vessants, causa l'existència de pronunciats contrastos entre la vegetació de solanes i obagues, sovint a pertita escala. La influència de l'element mediterrani conserva una gran importància qualitativa i quantitativa tant pel que fa a la flora com a la vegetació, especialment als solells i a les parts basals, tot i considerant la dominància de les espècies i de les comunitats d'afinitat medioeuropea (Soriano 2001). Al vessant berguedà, les pinedes de pi roig són les formacions forestals més extenses sense menystenir també els boscos de caducifolis de faig als obacs i de roures, principalment als solells, que hi atenyen una gran importància (Vigo et al. 2003). Al vessant cerdà com al costat berguedà, el paisatge vegetal de la muntanya mitjana cerdana es caracteritza pel predomini de les masses forestals d'aciculifolis (*Pinus sylvestris* i *Abies alba*, bàsicament), interrompudes localment per afloraments rocosos i pastures. Aquest fenomen de la manca de planocaducifolis ja ha estat discutit a l'apartat de vegetació (veure ap. 2232). Els caducifolis queden restringits a bosquines d'avellaners i de



freixes i a claps de trèmols als indrets més frescals i humits. La flora i la vegetació d'afinitat mediterrània mostren aquí una dràstica reducció qualitativa i quantitativa en comparació amb el vessant berguedà.

Les pinedes més rellevants a la zona són una parella de pinedes vicariants acidòfiles del *Deschampsio-Pinion* que es fan en els ambients silícics o descalcificats, substrats que a la zona es troben més estesos que en els altres sectors. En el vessant cerdà formen una faixa gairebé contínua, mentre que en el berguedà està interrompuda per clapes de fageda als verals més frescals (Soriano). A l'obaga es fa la *Pineda de pi roig amb molsa* o **pineda acidòfiles i mesòfiles, dels obacs de l'estatge montà (i del submontà) dels Pirineus** (*Hylocomio-Pinetum catalaunicae*) [42i] i localitzada als solells es pot trobar la *Pineda acidòfila i xeròfila de pi roig amb verònica* o **Pineda de pi roig acidòfila i xeròfila, molt seca, dels estatges montà i submontà** (*Veronico officinalis-Pinetum sylvestris*) [42p]. El primer pot contenir avets i es pot estendre entre els 1300 i 1600 a les obagues, mentre el segon ho pot fer pels solells entre 1400 i 1800 m.

Menys importants en els espais calcaris més accidentats de la zona són dues pinedes basòfiles tot i que no són tant abundants com en els altres dos sectors. Es tracta de la *Pineda de pi roig amb herba blava* o **Pineda de pi roig calcícoles i mesòfiles dels obacs de l'estatge montà dels Pirineus** (*Polygalo calcareae-Pinetum sylvestris*) [42k] i la *Pineda seca amb boix i boixerola* o **Pineda de pi roig calcícola i xeròfila dels Pirineus** (*Primulo columnae-Pinetum sylvestris subass. teucrietosum catalaunicae*) [42m], ambdues considerades com a vicariants de vessant. Una pineda de pi roig més pròpia de l'estatge inferior submontà, la **neutrobasòfila i mesòfila, dels Pirineus i de les contrades septentrionals** (*Buxo sempervirentis-Quercetum pubescentis subass. hylocomietosum splendentis i var. Pinus sylvestris*) [42n], pot barrejar-se per la part baixa amb la pineda de pi roig amb herba blava [42i] a les obagues.

- *Zona central*

En aquest sector es troben representades les pinedes calcícoles i alhora les acidòfiles ja que hi ha disponibilitat de sòls carbonatats i descalcificats per ambdós tipus de comunitats, per bé que amb diferent abundància i distribució. Per tant, es troba realment a mig camí dels dos sectors també pel que fa a les comunitats de pi roig. Els trets d'aquestes quatre pinedes són comentats en cadascun dels dos restants apartats en funció de la seva rellevància. Solament s'indiquen els noms de les comunitats i la distribució:

- Calcícoles:

- *Pinedes seques amb boix i boixerola* (*Primulo columnae-Pinetum sylvestris teucrietosum catalaunicae*) [42m].

- *Pineda de pi roig amb herba blava* (*Polygalo calcareae-Pinetum sylvestris*) [42k]

Ambdues comunitats es comporten com vicariants de vessant. Es distribueixen molt bé en tots els sistemes muntanyencs de la regió des de Rasos (on potser no estan tan repartides) fins els vessants abruptes de la baga del Cadí oriental. Són més freqüents i estan més ben repartides a la regió que les pinedes acidòfiles, en part per la major disponibilitat de substrats calcínals que presenta. Aquest fet també es repeteix, semblantment, a la zona



occidental.

○ Acidòfiles:

- *Pineda de pi roig amb molsa (Hylocomio-Pinetum catalaunicae)* [42l]

- *Pineda acidòfila i xeròfila de pi roig amb verònica (Veronico officinalis-Pinetum sylvestris)* [42p]

Contràriament a l'àmplia distribució de les pinedes calcícoles, les acidòfiles manquen pràcticament al Pedraforca i a Rasos-Ensija. Això significa que únicament es distribueixen per la zona de la Tossa d'Alp- Puigllançada-Collada de Toses i les bagues del Cadí, on arriben a formar masses molt extenses, que en el cas de les pinedes seques [42p] arriben fins la riba del Segre a la Cerdanya. Atesa l'altimetria de la regió, hi manquen les "pinedes submontanes neutrobàsòfila i mesòfila, dels Pirineus i de les contrades septentrionals" [42n], que, en canvi, sí es troben en els samontans d'aquestes serres, les quals, però, seran tractades en l'apartat de pinedes submontanes.

- *Zona occidental*

Moltes àrees pirinenques presenten en l'estatge montà boscos mesòfils de planocaducifolis com fagedes, freixenedes i avetoses (veure cal..). El sector occidental, en canvi, es troba cobert principalment per pinedes de pi roig d'afinitat eurosiberiana i boreal, estant els reductes caducifolis (teixos i tells, que no pas faig) arraulits a les fondalades (Soriano and Devis 2004). Aquestes pinedes montanes calcícoles amb sotabosc es troben entre els 1300 i els 1800 m, on hi conviuen plantes submediterrànies amb d'altres d'eurosiberianes, i, fins i tot, algunes de boreoalpines en la part altimontana més elevada. Hi ha tres tipus de pinedes de pi roig, una de xeròfila i dues d'higròfiles:



Pineda de *Pinus sylvestris* calcícoles i xeròfiles. 42m al sector occidental (Solsonès)

Foto: T. Borràs

La *Pinedes seques amb boix i boixerola (Primulo columnae-Pinetum sylvestris teucrietosum catalaunicae)* [42m] constitueixen la vegetació potencial dels solells calcaris.

Semblantment, a les obagues es fa també una comunitat afí a la primera però més higròfila i esciòfila, l'associació *Primulo columnae - Pinetum sylvestris typicum* [42m] que és dominant a les obagues. Altrament, *Pineda de pi roig amb herba blava (Polygalo calcareae-Pinetum sylvestris)* [42k] faria el paper de comunitat vicariant de la primera en ambients més higròfils com les obagues frescals amb sòls més ben estructurats. Aquesta comunitat amb herba blava, ascendeix per les obagues fins a connectar amb els espais subalpins on es fa transició amb la pineda de pi negre amb selsèria o flor de vent [42i]. Acompanyant aquests boscos, sovint talats i molt degradats, trobarem prats montans



(*Mesobromion*), sovint emmatats, i matollars. Al solells són habituals les boixedes (*Berberidion*) i a les obagues es fan mosaics de boixedes i joncedes amb molts elements de filiació mediterrània de l'*Aphyllantion*.

A nivell de la població ibèrica al sud dels Pirineus, tal i com ja s'ha ressenyat al capítol 2 (ap. 112; taula 11 i 12), les comunitats de pi roig sembla tenir un paper rellevant en el



període de cria de la llucareta. No és aquest el cas per a la població pirinenca de llucareta, ja que com argumentarem més endavant, té una acusada preferència per nidificar en les bosquíries subalpines i no pas en les pinedes montanes. El paper de les boscos aciculifolis montans queda relegat, majoritàriament, a hostatjar i nodrir les llucaretes en períodes no reproductors, actuant com a banc de llavors útil en períodes de manca de plantes nutritives hivernals. No totes les pinedes montanes tenen, però, aquest rol, car les més higròfiles i mesòfiles (p.e. les de les obagues) tenen més dificultats per obrir les pinyes amb l'escalfor del sol. Efectivament, les pinedes més xeròfiles o situades a costers i caients més assolellats, obren més aviat les pinyes, essent aquests els indrets preferits i on és més fàcil localitzar les llucaretes. No obstant això, s'han descrit totes les comunitats de pi roig que basteixen la sanefa montana de la regió d'estudi on la llucareta pugui refugiar-se, ajocar-se o farratjar-hi.

3.1.2.3 LES FORMACIONS HERBÀCIES SUPRAFORESTALS



3.1.2.3.1 PRATS SUBALPINS

Aquests prats de l'estatge subalpí, que correspon al domini dels boscos de coníferes, són originats per la destrucció del nivell arbore de les comunitats de pi negre a causa de les activitats agropastorals, tradicionals a l'alta muntanya, que van desforestar els antics boscos per crear pastures d'estiu per als ramats transhumants, fet que ja ha estat



àmpliament comentat en apartats anteriors. Tret de l'auge recent de les instal·lacions esportives, que també els ha afavorit, la tendència actual -també comentada- és la de la reforestació a causa de la regressió de l'activitat ramadera. Aquestes pastures subalpines també s'han anomenat *prats alpinitzats*. Teòricament s'estendrien en una franja compresa entre els 1600-1800 m i els 2200-2300 m, on enllaçarien amb les veritables pastures alpines. Com s'ha comentat, habitualment hi ha un *continuum* entre ambdues formacions pradenques, per la qual cosa aquesta franja de rasos i pastures sovint s'anomenen *pastures supraforestals*. Els tractarem conjuntament sense considerar les zones.

A la zona occidental on les condicions, com ja s'ha comentat anteriorment, són difícils per la vegetació forestal, es poden estendre fins els cims de les muntanyes on fisiognòmicament ocupen els espais dels veritables prats alpins als espais culminants del Cadí i Port del Comte. Els cims de la regió, malauradament, són pregons en sòls magres i rocam, per la qual cosa els prats més freqüents són les pastures calcícoles mesòfiles i



xeròfiles del *Festucion scopariae* (36n). La comunitat més freqüent és la de les **pastures esglaonades de gespa d'ussona (*Festucetum scopariae*) [36n]**, una comunitat xeròfila pròpia de vessants assolats en indrets calcaris i rostos, amb poca innivació. S'hi pot trobar la ussona (*Festuca gautieri*), la soslèria (*Sesleria coerulea*) i la festuca duríssima (*Festuca indigesta*). Està molt difosa pel Port del Comte i el Cadí-Moixeró, amb la característica fisonomia de formacions semicirculars en els indrets pendents. Una altra pastura calcícola d'aquesta aliança que també hi és present és la **pastura alpina amb càrex humil (*Oxytropido amethysteae-Caricetum humilis*) [36n]**, una pastura xeròfila, no sempre densa i seca, molt repartida en els massissos que forma tofes o garlandes

característiques. Aquests prats sovintejats per la llucareta contenen plantes del seu interès com *Thymus vulgaris* i *Lavandula angustifolia*. També es pot pujar fins les cotes alpines. En comes i clotades on la descalcificació és més activa es fan comunitats silicícoles del *Caricetalia curvulae* com els prats de **Prats de pèl caní (*Nardus stricta*) acidòfils i mesòfils de l'alta muntanya pirinenca [36c]** amb comunitats com *Endressio pyrenaicae-Nardetum strictae* i *Alchemillo flabellatae-Nardetum strictae*. Contenen plantes com *Festuca spp.*, *Poa alpina*, *Plantago media* i *Cirsium acaule* de gran interès tròfic per a la llucareta.

Per altra banda, altres comunitats més pròpies de l'estatge montà es poden enfil·lar fins les cotes subalpines. Entre les xerofítiques calcícoles cal destacar les de l'***Ononion striatae***. Cal destacar els **Prats, sovint emmatats, calcícoles i xeròfils, de la muntanya mitjana i de l'estatge subalpí, sobretot als Prepirineus, *Ononido-Anthyllidetum montanae* [34I]**, ben repartida al sector occidental i pròpia de terraprimis i carenes en sòls esquelètics amb una tendència a emmar-se. L'altra comunitat, més rellevant per a la llucareta que l'anterior, pertany al *Xerobromion erecti*. Són els **Prats de margall erecte secs o Prats basòfils i xeròfils, amb *Festuca ovina*, *Avenula iberica*, *Bromus erectus*, *Brachypodium***



phoenicoides, *Seseli montanum*, *Teucrium pyrenaicum* (angelins)..., de l'estatge montà dels Pirineus, amb la comunitat del *Teucrio pyrenaici-Brometum erecti* [34d], més procliu



Prastures mesòfiles, davant, i pastures emmatades de boix al vessant pronunciat, en indrets pendents del Cadi (Costafreda i Cadinell al fons) Foto T.Borràs

als pendents suaus cap els 1600 m. Ambdues comunitats pradenques són sovint pasturades a l'estiu pel bestiar oví, cosa que li aporta nutrients nitrogenats que afavoreixen l'aparició d'elements ruderals. El problema d'aquestes pastures seques de margall és que s'agosten completament a l'estiu, perdent aleshores funcionalitat tròfica per a la Ilucareta. Atès que també, com s'ha dit, es presenta a cotes baixes, aquesta comunitat té més importància en la biologia hivernal de la Ilucareta, per la qual cosa es comentarà més àmpliament en l'ap. 3224.



Pastures acidòfiles dels sector descalcificat oriental, 36i Foto T.Borràs

Entre les pastures mesòfiles, trobem les pastures del *Bromion erecti* (= *Mesobromion*), les quals, no obstant, són típiques del pis montà però que s'enfilen fins el pis subalpí. Es podrien considerar (Soriano--) com prats serials de la destrucció de les pinedes subalpines, pel que es poden considerar també com comunitats secundàries per desforestació. Són bons prats de pastura del bestiar a l'estiu. Aquestes comunitats també apareixen a les zones artigades de les estacions d'esquí les quals han estat originades a l'estassar les pinedes. Aquestes comunitats s'anomenen *Prats de margall erecte humits*, amb nom normatiu **Prats calcícoles i mesòfils, amb *Festuca nigrescens*, *Plantago media* (plantatge), *Galium verum* (espunyidella groga), *Cirsium acaule*...**, de la muntanya mitjana i de l'estatge subalpí dels Pirineus i de les terres properes, *Alchemillo-Festucetum nigrescentis* i *Euphrasio-Plantaginetum mediae* [34b]. Es fan en sòls més profunds, arribant fins els 2000 metres. És un bon espai per pastura de bovins, especialment a la zona occidental de la regió. També s'hi poden enfilars fins a algunes zones planes altimontanes en contacte amb els prats subalpins, els *Prats humits de dall Prats dalladors mesohigròfils i comunitats anàlogues, dels estatges altimontà i subalpí dels Pirineus (Trisetum-Polygonion)* [38d], els quals proveeixen de moltes llavors a la Ilucareta a principis de primavera quan *Taraxacum officinale* fa una enorme floració, el qual pot constituir una important font d'alimentació en l'inici del període de reproducció.



També entre les comunitats montanes que s'enfilen muntanya amunt, en trobem de mesòfiles però pròpies de substrats esquistosos i granítics amb sòls profunds. Es tracta dels **Prats silíceols i mesòfils amb *Agrostis capillaris*, *Festuca nigrescens*, *Anthoxanthum odoratum* (gram d'olor)...**, dels estatges montà i subalpí dels Pirineus, *Chamaespartio-Agrostietum alchemillo* [35b]. Pastura densa, relativament alta i ufanosa que circumstancialment permet ser dallada. Són pasturades activament pel bestiar boví i oví, i més esteses pel la zona oriental de la regió. Moltes de les plantes herbàcies gramínies i graminoides (*Festuca spp.*, *Poa alpina*) i d'altres (*Plantago media*, *Cirsium spp.*) en aquestes pastures i en les zones amb pistes d'esquí són farratjades per les Ilucaretes adultes en el període de cria i pels joves quan surten del niu, per tant tenen un paper molt rellevant en la biologia reproductora de l'espècie. Cal comentar que també poden ser rellevants en els cas de l'estada hivernal en les cotes subalpines quan es donen condicions sense neu, les quals són més aviat excepcionals.

3.1.2.3.2 PRATS ALPINS

Les veritables pastures alpines s'estendrien des dels 2100 -2300 metres segons l'orientació del vessant, i fins arribar a les cotes més altres de les nostres serralades, mostrant el domini dels rasos i les pastures alternades amb roquissars en indrets on els ambients extrems no permeten el desenvolupament dels boscos. No totes les serres tenen aquest estatge, per exemple, la cota, no és present a la serra de Verd ni als Rasos de Peguera. Presenten cotes i vegetació alpina veritable al Cadí, al Pedraforca, a la Tossa d'Alp, el Puigllançada i la serra d'Ensija. Aquests herbeis boreoalpins són d'origen natural, al contrari de molts dels prats subalpins amb els quals es poden confondre i amb els quals tenen continuació en l'entorn que hom anomena supraforestal. Sota una aparença uniforme els prats alpins estan molt diversificats formant un veritable mosaic de comunitats adaptades a les diferents característiques locals del terreny i difícils de destriar per un no expert. Els veritables prats alpins assimilables als dels Pirineus axials es troben únicament a la zona oriental, al Puigllançada i la Tosa d'Alp. La zona central i occidental amb un increment de l'aridesa i continentalitat, per diversitat florística.



Pastures acidòfiles d'alta muntanya amb *Festuca airoides* 36i (Coll de Pal)

Foto T. Borràs

- *Zona oriental*

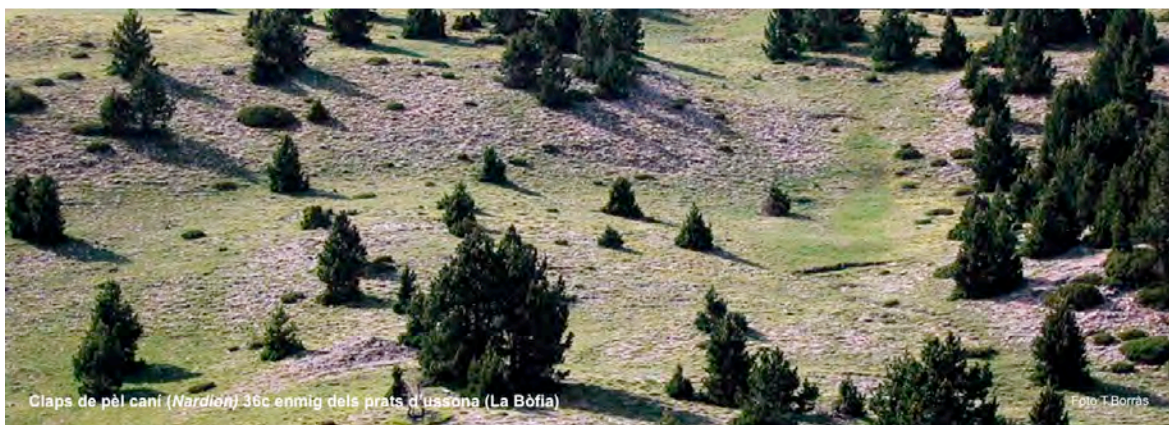
Existeix una sola comunitat pradenca assimilable als prats alpins per excel·lència dels pirineus axial amb molta diversitat florística: les **Pastures acidòfiles de festuca supina** (*Festuca airoides* (= *F. supina*)) o **Prats de *Festuca airoides* acidòfils, de l'alta muntanya pirinenca** (*Hieracio pumili* - *Festucetum supinae*) [36i]. És una comunitat potencial de l'estatge alpí, molt estesa per la serralada axial on ocupa grans superfícies i climàtica als Pirineus Orientals en contrades silíceiques. Són prats acidòfils-neutres, força secs, que formen una pastura rasa i densa adaptada a innivacions importants per sobre dels 2200



metres en llocs poc pendents i comes. Es fa en els cims de la Tosa i el Puigllançada. Només es presenta en claps dispersos al Cadí, Ensija i molt poc al Port del Comte. Sovint fan mosaic amb claps de *Nardion* (36c) en contrades poc pendents i fondalades acompanyant aquest comunitat. A l'estiu es pastura amb ovins i egües cosa que afavoreixen l'aparició d'elements ruderals. És una comunitat rica florísticament i que manté els bancs de llavors aptes per la pastura dels estols de llucaretes que inclouen molt joves de l'any, que contrasta molt amb les comunitats de *Festucion* que en aquestes dates s'han assecat molt.

Cal destacar una comunitat de les denominades *pseudoalpines* que ocupa les zones ventoses i les carenes rocalloses de les parts culminants: la **Pastura calcícola d'elina** (*Oxytropido halleri-Elynetum myosuroidis*) [36m]. Es tracta d'una comunitat de caire alpi, basòfila i pròpia d'indrets amb períodes d'innivació força curts i sols magres o rocosos per sobre dels 2300 metres. És una comunitat pròpia dels llocs culminants i carenes ventoses, molt més pobre florísticament que la anterior. S'hi pot trobar l'elina (*Elyna myosuroides*), la genciana vernal (*Gentiana verna*) i l'oxítrop hallerià (*Oxytopis halleri*). És una comunitat que es pastura per ovelles a l'estiu. Una altra pastura calcícola que també hi és present és la pastura alpina amb càrex humil (*Oxytropido amethysteae-Caricetum humilis*) (36n), una pastura xeròfila, molt repartida en tots els massissos i que també es pot trobar en els ambients subalpins.

Trobem les gespes acidòfiles del *Hieracio-Festucetum* (36i) alternant amb àrees pedregoses i rocalloses de les carenes i llocs exposats. La resta de comunitats que es troben a la zona són pastures xeròfiles i calcícoles com les que trobem als altres dos sectors on són més freqüents i abasten més extensió. En general la resta de comunitats consisteixen en un



Claps de pèl caní (*Nardion*) 36c enmig dels prats d'ussona (La Bòfia)

Foto T.Borràs

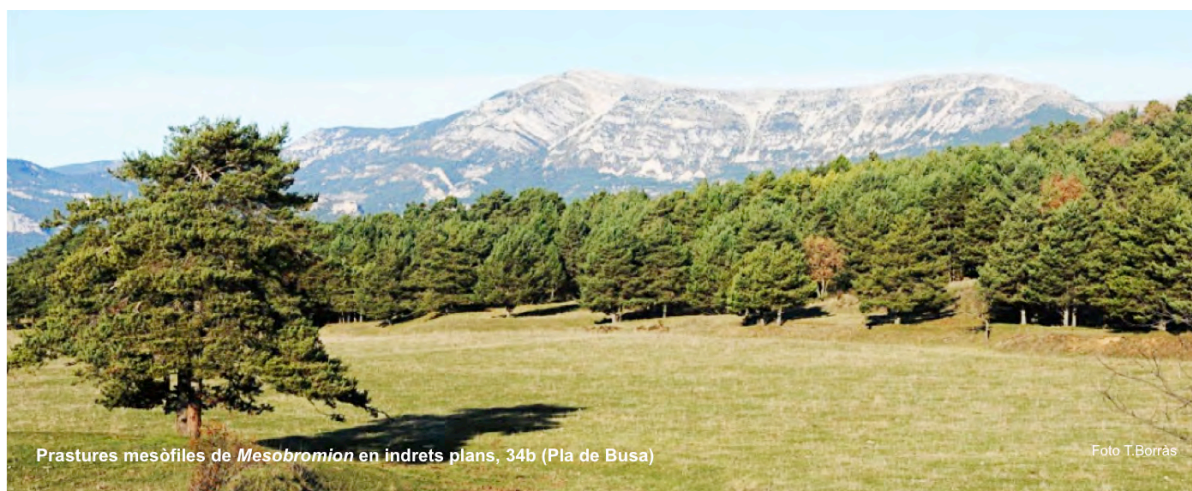
complex de retalls de prats calcícoles del *Festucion scopariae* (36n) conjuntament amb clapes de vegetació rupícola i glareícola, amb dominància de l'una o de les altres segons les característiques locals.

- *Zona central i occidental*

Bona part de les carenes d'aquest sector són formades per roques calcàries. Les plantes rupícoles i pradenques és la vegetació més adaptada a viure en sòls fissurals o poc estables, com ara les del *Festucion scopariae*. A la serra de Cadí, en indrets planers, poc o molt assolellats i de sòl rocosos es desenvolupa l'*Oxytropido amethysteae-Caricetum humilis* (36n). A les parts més elevades, aquesta comunitat alterna amb la pastura d'elina (*Oxytropido-Elynetum*) (36m), que es desenvolupa en colls i carenes, indrets on la neu roman poc temps. En altres indrets de sòl profund, amb períodes d'innivació més llargs i



situats usualment a sotavent de les carenes, es desenvolupen pastures mesòfiles d'*Alchemillo-Festucetum* (36c). També localment les clotades i dolines, més descalcificades, poden dur claps d'*Endressio-Nardetum* (36c) i de rarament de *Festucion supinae* (36i).



Aquestes zones alpines i/o alpinitzades sovint comparteixen l'espai amb les landes de bàlec o *balegarars* i els matollars de ginebró o *ginebredes* i en menys extensió de *neretars*.

Resumint, la llucareta campeja pels rasos alpins, talment com ho fa en les pastures subalpines, a la primavera i preferentment a l'estiu i en el període serotinal. Els joves de l'any es veuen farratjar pels prats alpins de la regió en l'època de la muda. Per la seva varietat florística i per mantenir-se més gerdes a l'estiu, les àrees farratgeres més favorables són les del sector oriental, més frescals i acidòfiles. Per contra, les pastures calcícoles occidentals (p.e Port del Comte) perden valor com a recurs farratger ja que pateixen més l'agostejament quan, ja abans de la canícula, la xericitat estival comença a fer estralls bo i emmusteint i finalment enrossint les pastures.

3.1.2.3.3 HERBEIS SINANTRÒPICS

La majoria de les comunitats de *vegetació sinantròpica* que tot seguit es descriuran i que conformen una part de l'hàbitat estival, es troben disperses o formant mosaics amb els prats i els boscos a l'alta muntanya pirinenca en general. Resulten, però, predictibles per a la llucareta, cosa que facilita el seu rastreig, ja que la seva ubicació està molt lligada a la presència del bestiar. Tenen un paper molt significatiu com a banc de llavors. Mentre unes són consumides per la llucareta al llarg de tot l'estiu, inclosa l'època de cria, ja que són freqüents i estan àmpliament repartides (ruderals), altres ho són principalment en l'etapa post-reproductora i durant la muda (cardassars). S'ampliarà la informació en els capítols 4 i 5.

La *vegetació sinantròpica* o simplement antròpica (Vigo 2005) inclou les comunitats ruderals, segetals, arvenses i calcigals. Es tracta de vegetació azonal adaptada a hàbitats pertorbats per les activitat humanes i del bestiar (per aquest motiu també se l'anomena *zooantròpica*). Prospera més en espais on la pressió antròpica és intensa i on la implantació humana està més consolidada, cosa que explica el tret comú de la nitrofilia. Està formada per plantes pioneres, messegures, ruderals, amb o sense espinescència, algunes adventícies, altres subespontànies, vivaces o anuals i moltes d'elles al·lòctones. En conjunt



són anomenades “*males herbes*”, essent, en general, molt mal considerades en el entorn agrícola, cosa que fa que es dificulti la seva valoració com recurs dels passeriformes, especialment a la tardor-hivern, que és quan s’eliminen, just en el moment més necessari tròficament per a les aus. A l’alta muntanya, les condicions per la seva implantació són propícies atesa l’elevada, i històrica, freqüentació pecuària de la zona, especialment a l’estiu. És típic trobar-les en cledes, pletes, amorriadors i jaces de bestiar i també en els vorals dels camins, espais trepitjats i calcigats, i al voltant de les estacions d’esports d’hivern, i aparcaments, zones habitualment nitrificades. En aquesta categoria s’hi podrien incloure quatre tipus de vegetació diferenciats segons el lloc on es troben: l’arvens (segetal), la ruderal, la calcigal i la viària. Atesa la naturalesa azonal de la vegetació sinantròpica, es fa difícil la seva cartografia i, per tant els mapes *LHC* són tan sols orientatius de la seva distribució geogràfica. Malgrat això, i seguint la tònica emprada amb la resta hàbitats de la vegetació zonal que s’han descrit, es donaran, ni que sigui per orientar a grans trets, els noms dels hàbitats *LHC* i els codis respectius. Per complementar la informació, es facilitaran els noms i el codis *CORINE* que els hi corresponguin. En general les comunitats de l’aquest apartat es poden adscriure a l’hàbitat **Vegetació ruderal no associada a àrees urbanes o industrials [87b]**. Aquests hàbitats, pel que fa a la catalogació dels Hàbitats *CORINE*, estan considerats dins de *Comunitats ruderals de muntanya*, codi: 87.22+.

– VEGETACIÓ SEGETAL I ARVENSE

Hom pot pensar que la *vegetació segetal i arvens* és més pròpia de la terra baixa i no esperaria trobar-ne en les àrees culminants de la regió. No obstant, a la regió s’ha cultivat històricament la patata de llavor de a cotes molt altes, cosa que es veu afavorida per les particulars condicions climàtiques i fisiogràfiques de la zona oriental, ja comentades (muntanya d’Alinyà)(Soriano and Devis 2004; Vigo, Soriano, Carreras, Aymerich, Carrillo, Font, Masalles, and Ninot 2003) . Tot i que aquesta pràctica ha davallat darrerament, encara es troben camps de patates fins a la ratlla dels 2000 m (pla de Bassies), a la part culminant de Port del Comte, amb la consegüent vegetació arvens que l’acompanya. La comunitat *Solano nigri-Polygonetalia convolvuli* (Cl. *Stellarietea*) en seria la més representativa. Plantes pròpies de la part baixa de la regió com els blets (*Chenopodium album*), poden ascendir fins aquestes cotes tan elevades, acompanyant d’altres plantes arvenses que poden subministrar llavors a les llucaretes.



Vegetació ruderal subalpina: *Onopordion acanthii* (Masella)

Foto T.Borràs

– HERBASSARS RUDERALS

En ambients lligats a les activitats pecuàries com jaces, sestadors i cledes -tots ells ambients femats pel bestiar i rics en nitrogen- hom pot trobar els *herbassars ruderals* de l’*Onopordietalia acanthii*. De l’aliança *Rumicion pseudoalpini* hi ha els herbassars de l’associació *Chenopodio boni-henrici-Taraxacetum pyrenaici*, comunitat molt femada pel bestiar, pròpia de l’alta muntanya, amb plantes com el sarró (*Chenopodium bonus-*



henricus), la paradella (*Rumex crispus*) i l'ortiga (*Urtica dioica*) amb abundants llavors que són consumides per la llucareta a l'època estival i serotinal. A les zones dels Pirineus centrals hi ha els esponerosos herbassars de paradella alpina (*Rumex pseudoalpinus*) equivalents de la comunitat esmentada, que són també freqüentats per la llucareta. També és representativa l'aliança *Arction lapae* (ass. *Urtico dioicae-Sambucetum ebuli*) que s'enfila des de les cotes inferiors per les vorades dels camins, amb *Artemisia campestris*.

– HERBASSARS CALCIGATS

El tercer grup de plantes sinantròpiques és el de la *vegetació calcigal* que es fa en espais trepitjats per bestiar com saleres, jaces i abeuradors de bestiar o en espais més antropogènics com estacionaments de vehicles i tota mena d'assentaments humans. Tres aliances calcigals típiques de jaces i abeuradors d'alta muntanya són *Poion supinae* (O. *Plantaginetalia majoris*), *Saginion procumbentis* i *Matricario-Polygonion avicularis* (O. *Polygono-Poetalia*), en las que la llucareta pot trobar-hi plantes com la xicoia (*Taraxacum dissectum*), la poa supina (*Poa supina*), el passacamins (*Polygonum aviculare*) i els plantatges (*Plantago spp.*) de les quals també es nodreix.

– VEGETACIÓ VIÀRIA

Una altra categoria inclou les plantes de la *vegetació viària* la de les vores dels camins. Els herbassars de marge de l'aliança *Dauco-Melilotion* són molt freqüents a la regió. Però les formacions més abundants i significatives per a la llucareta són els cardassars de l'*Onopordietalia acanthii*, els quals s'enfilen des de les zones submontanes per les vores de les pistes i carreteres. Una aliança representativa a la regió oriental és *Onopordio acanthii* amb l'associació *Carduo nutantis-Cirsietum richteriani* molt ben repartida a les parts altes, a prats i camins, amb plantes espinoses com *Carduus defloratus* i *Cirsium eriophorum* les quals actuen en l'etapa serotinal i autumnal com importants reservoris de llavors en un moment en el que la vegetació pradenca està molt agostada.

3.1.3 PREFERÈNCIES D'HÀBITAT DE REPRODUCCIÓ

• Dades de MaxEnt

A partir de dades inèdites de *MaxEnt* (d'un treball en curs de publicació), obtingudes de d'anàlisis de la presència de la llucareta en els mesos de maig a juliol en les quadrícules UTM 50x50 de tota la seva àrea de reproducció a Europa, s'estimarà la preferència d'hàbitat segons els paràmetres meteorològics: precipitació mitjana i rang de precipitació (en ml), i temperatura mitjana i rang de temperatures, de la figura 32. Pel que fa a la precipitació mitjana, la probabilitat de presència de la llucareta augmenta a partir dels 50 ml fins als 125 ml sense tolerar grans variacions. Les xifres de precipitació més elevades correspondrien a localitats dels Alps. A la zona d'estudi, de clima prepirinenc (Martin Vide, 1992) s'estima que l'òptim anual de precipitacions en un interval de 750-1300 ml/any. Pel que fa a les temperatures, l'òptim se situa entre els 8 i 12°C. El clima esmentat de la zona prepirinenca té una mitjana de 9 a 12°C, interval que s'escau dins l'òptim analitzat, el qual està en consonància amb l'interval de precipitacions trobat en l'anàlisi.

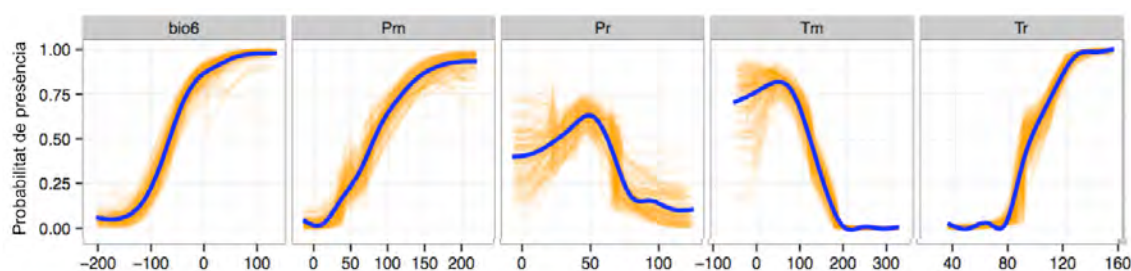


Figura 3.2. Gràfiques dels models MaxEnt de probabilitat de presència de la llucareta a les àrees reproductores europees amb els factors BIO6, Precipitació mitjana (Pm), Rang de precipitació (Pr), Temperatura mitjana (Tm) i rang de temperatures (Tr). Dades inèdites de Francisca Alba.

- *Dades geoclimàtiques*

Geoclimàticament hi ha tres d'aspectes rellevants en la selecció d'hàbitat. En primer lloc, la neu es fon més ràpidament en el sector occidental (Port del Comte) que en l'oriental atesa l'efecte més fort de la continentalitat, cosa que es pot considerar un tret important, ja que també ha estat assenyalat a la Selva Negra per Förschler (2007) com a rellevant per a la selecció de l'hàbitat. En segon lloc, geoclimàticament la regió és rica en biodiversitat, perquè com és sabut (Carrascal and Díaz 2003), en les zones de transició entre tipus climàtics, augmenta la biodiversitat, cosa que es fa molt palès a la regió car és la zona de contacte entre la *Catalunya seca* i la *Catalunya humida* (fig. 23c). Les precipitacions i la xericitat afecten la biodiversitat, ja que l'estrès hídric afecta la productivitat ambiental i la complexitat estructural de les formacions vegetals. La riquesa i varietat de comunitats vegetals que es dona en la zona oriental i la persistència de les mateixes comparades amb les de la zona occidental que suporten més xericitat, fan augmentar el seu valor com a font de recursos tròfics per a la llucareta en l'etapa estival i de tardor. Finalment, cal atendre que pràcticament tots els substrats sobre els que s'assenten la majoria dels hàbitats són calcaris tot i que en algunes contrades es dona la coexistència de les àrees silíciques i les carbonatades. Carrascal & Lobo (2003) assenyalen que la diversitat d'aus és més gran en l'Espanya calcària que en la silícica, tot i que el màxim de diversitat s'assoleix quan es barregen ambdós tipus de terrenys geològics. Tal i com hem indicat aquestes condicions es donen en les nostres muntanyes i la coexistència de substrats es fa molt palesa en la zona oriental. Els autors creuen poder explicar aquest fet com conseqüència de l'heterogeneïtat de formacions vegetals que introdueix la mescla d'ambdós tipus de substrats geològics, cosa que s'ha evidenciat prou bé que succeeix a la regió (especialment a les zones oriental i central de l'àrea estudiada). Malgrat que no s'ha estudiat aquest efecte sobre l'abundància i la densitat de les espècies, tot fa pensar que hi pot haver una relació atesa l'elevada densitat de llucaretes trobada en la població estudiada (taula 13), un aspecte que resta pendent d'esbrinar, però que dona per pensar.

- *Mida de l'herba*

L'activitat de pastura continuada dels ramats de bestiar, a més a més, manté a ratlla l'alçada de les herbes pradenques i els seus rasos, cosa que també beneficia a la llucareta la qual defuig els prats amb les herbes massa altes, un factor important per a la selecció de l'hàbitat, ja que és un fringíl·lid que no li agrada penjar-se acrobàticament de les plantes i tendeix a menjar molt de les herbes directament sense penjar-se i de les llavors caigudes al terra (Newton 1972).

- *La predictibilitat de les llavors*



La predictibilitat de les llavors herbàcies és un tema important per a la selecció de l'hàbitat. Hipotèticament, l'abundància d'un ocell en un hàbitat donat, depèn directament de la composició de l'hàbitat (Newton 1998). Per a la Selva Negra alemanya, s'ha assenyalat que l'abundància de la llucareta depèn directament de tres factors: de la composició de l'hàbitat, de la seva heterogeneïtat i de la disponibilitat de recursos importants (Förschler 2007). Aquests recursos es troben allí en àrees amb una alta porció de vegetació ruderal, rasos d'herba curta i prats, i són importants per la seva predictibilitat (Förschler 2007). La presència, doncs, de vegetació azonal com les *comunitats sinantròpiques* com *Poion*, *Onopordietalia acanthii*, *Polygono-Poelatia*, etc, (veure apartat anterior), soles o immerses en la matriu subalpina de pastures i rasos, augmenten l'heterogeneïtat ambiental i són per a la llucareta un factor definitiu en la selecció de l'hàbitat a nivell microgeogràfic ja que esdevenen recursos tròfics predictibles. Conseqüentment, la selecció de l'hàbitat i l'abundància local de llucaretes està determinada per la disponibilitat d'aquests recursos, d'acord amb la hipòtesi de Newton esmentada anteriorment.

3.2 L'HÀBITAT HIVERNAL

Al finalitzar el període reproductor, i posteriorment el de muda, una bona part de la població de llucareta, especialment els joves, tendeix a abandonar els ambients d'alta muntanya quan els bancs de llavors herbàcies s'estan exhaurint i les condicions ambientals,

AGROSISTEMA	BIODIVERSITAT DE LES ESPÈCIES CONREADES	BIODIVERSITAT ASSOCIADA	INTERES	FACTORS QUE AFAVOREIXEN LA CONSERVACIÓ IN SITU	FACTORS LIMITANTS DE LA CONSERVACIÓ IN SITU
SECÀ DE L'INTERIOR: CEREALS	Poques espècies conreades (ordi bàsicament); moltes varietats millorades	Abundant, sobre tot la fauna	Molt elevat	Les ajudes comunitàries a la producció de cereals	Baixa rendibilitat, envelliment de la població
REGADIU DE L'INTERIOR	Llenyosos de fruita dolça amb moltes varietats foranes: presaguer, nectarina, perera i pomera; Conreus extensius: blat de moro, alfals i blat. Moltes varietats millorades de blat de moro, menys de blat i domini d'un ecotip autòcton d'alfals.	Poc abundant a causa de l'intensivitat del sistema	Reduït	La rendibilitat econòmica del sistema de producció	Pràctiques agronòmiques intenses que podrien originar contaminació ambiental
SISTEMES FARRATGERS: PASTURES I PRATS DE MUNTANYA	S'aprofita la flora existent, el nombre d'espècies es molt elevat	Elevada, la flora coincideix amb les espècies aprofitables	Elevat	Existència d'explotacions de bestiar semi-extensives	Despoblació de les àrees de muntanya, envelliment de la població, desaparició de la transhumància
SISTEMES FARRATGERS: CONREUS DE FARRATGES	Moltes espècies farratgeres, amb predomini de l'alfals. Poques varietats dins de cada espècie	Pel sistema de conreu la flora tendeix a desaparèixer, la fauna es poc important	Reduït	Ramaderia intensiva	Associat a la presència de bestiar
REGADIU DEL LITORAL	Floricultura, moltes espècies hortícoles, varietats millorades	Escassa per l'intensitat del sistema	Mínim	Elevada rendibilitat	Contaminació provocada per les tècniques de conreu molt intenses
DELTA DE L'EBRE: ARRÓS	Poques espècies (arrís i hericòies), ampla gamma de varietats, alguna local	Molt abundant per les característiques del conreu i per la proximitat a un espai protegit	Molt elevat	Adaptació del cultiu a les condicions de l'àrea	Contaminació per les tècniques de conreu
CULTIUS LLENYOSOS DE SECÀ: OLIVERA	Predomina la varietat arbequina que pot considerar-se autòctona	Flora típica de secà. Fauna reduïda	Elevat	Ajuda comunitària a la producció	Despoblament i envelliment de la població
CULTIUS LLENYOSOS DE SECÀ: VINYA	Moltes varietats diferents segons les denominacions d'origen	Reduïdes	Interessant	Existència de denominacions d'origen	Són abastimes intenses, tot i que menys que els hortícoles
CULTIUS LLENYOSOS DE SECÀ: FRUITS SECS	Poques espècies, poques varietats, la majoria local	Similar a l'oliverar	Interessant	Són cultius tradicionals de l'àrea mediterrània	Poca rendibilitat, despoblament i envelliment de la població
CULTIUS LLENYOSOS DE REGADIU: CÍTRICS	Poques espècies, varietats millorades	Reduïdes	Reduït	Rendibilitat	Intensivitat de les pràctiques agràries
RAMADERIA INTENSIVA	Porcí, vací, ovi i cabrum, aus i conills. Poques races de cada espècie, la majoria foranes, algunes associacions defensen i conserven races autòctones	Inexistents	Mínim	Elevada rendibilitat, ajudes comunitàries en alguns sectors	Canvis en el mercat o en la política de subvencions

Taula 3.1. Taula des principals ambients agroforestals de Catalunya, on es ressalten els dos ambients principals que es poden trobar a la regió en requadres vermells (ICHN, 1999). (Baró and Lobo 2007)

la neu especialment, dificulten l'obtenció d'aliment (veure Cap. 5). En època autumnal es poden veure llucaretes de pas a molts indrets del territori, degut principalment a la dispersió dels joves. En anys d'escassetat de neu, i amb condicions meteorològiques prou benignes, poden romandre algunes llucaretes a l'hivern en les àrees d'alta muntanya subalpina, tanmateix considerant la tendència dels joves a la dispersió. En aquestes condicions els pinyons de pi negre són el factor més rellevant per a la permanència en aquest ambient poc favorable. En anys de producció normal o extraordinària de pinyons, es



poden veure llucaretes aprofitant les llavors caigudes sobre la neu o extraient-les directament de les pinyes del pi negre si les condicions meteorològiques han permès la seva obertura en les solanes prepirinenques. La estabilitat i la insolació associada al temps anticiclònic en aquests costers forestals, són la condició *sine qua non* per la permanència de les llucaretes en les contrades subalpines, sovint innivades. En aquestes condicions poden coincidir en aquests indrets altres fringíl·lids com el lluer (*Carduelis spinus*) que també hi aprofiten els pinyons. Aquestes condicions, per exemple, es van constatar a l'hivern de l'any 1989 al massís del Port del Comte. Tanmateix el més habitual és que les condicions meteorològiques no siguin prou favorables i que la major part de la població, si no tota, es vegi obligada a davallar fent petits desplaçaments de caràcter altitudinal, semblants a moviments transhumants, a la recerca de localitats més acollidores en cotes inferiors i en els protegits valls adjunts als massissos que ocupen a l'estiu. Allí les condicions són més temperades cosa que els permet assentar-se i explotar els bancs de llavors que en aquest període tenen assequibles (veure Cap. 5).



3.2.1 BIOCLIMA I ECOLOGIA DELS HÀBITATS HIVERNALS

La preferència d'hàbitat general de la llucareta en les localitats d'hivernada peninsulars, com ja s'ha indicat en el Capítol 1 (ap. 1124), denoten una marcada predilecció pels ambients forestals supramediterranis en els quals la pinassa i el pi roig són presents, acompanyats sovint de savines, roures i alzines. Aquesta selecció de l'hàbitat en funció de les coníferes queda palès a l'observar l'exclusió de la regió mesomediterrània del quadrant sud-occidental peninsular (lusità-extremenya), contrades sense observacions i que no semblen pas hàbitat propici per a la hivernada atesa la fisiognomia vegetal marcadament escleròfil·la i la manca de coníferes submontanes. En els hàbitats supramediterranis, a la tardor i durant el primer període de l'hivern, la llucareta hi pot trobar plantes herbàcies de les comunitats ruderals, arvenses o segetals i altres llavors d'herbes i mates que cerca tot campejant els guarets, ermots, brolles i prats secs dels costers i els indrets assolellats. En la segona fase de l'hivern pot complementar la dieta amb pinyons dels pins submontans i montans, tot depenent dels seus cicles de producció i de si les condicions ambientals són favorables a la seva obertura (Borràs et al., 2003) (veure més detalls a Capítol 4 i 5).

Pel que fa a la regió, considerant que històricament la zona d'hivernada de la llucareta ha estat molt afaïçonada per l'acció antròpica, es pot afirmar que la llucareta sovintreja també



el mosaic agroforestal on els boscanys s'alternen amb conreus, guarets, deixius i ermots, el qual serà comentat més endavant. Fora de l'alta muntanya, les zones montanes, i especialment les submontanes, i fins i tot les zones més baixes d'influència mediterrània del sud de la regió, presenten moltes àrees adients per a la hivernada de la llucareta. La regió submontana està ben representada en una gran part de la meitat nord i la major part del terç oriental de la regió en el que s'anomena zona submediterrània. Aquesta regió compresa entre els 600 i els 1400 metres s'estén a les zones de clima axeromèric submediterrani.



Les principals zones d'hivernada de la llucareta en el sector submediterrani es troben en el l'anomenat territori ausosegàrric (ap. 2112 fig. 23a i b) i en les parts basals dels dos sectors prepirinencs, l'occidental principalment i menys en l'oriental (vegeu fig. 31). Aquesta zona es troba a occident d'una frontera fitogeogràfica molt notable, assenyalada per Vigo (2005), que aniria des de l'Alt Berguedà cap el Lluçanès i als altiplans del Moianès fins la serralada prelitoral a Sant Llorenç de Munt (ap. 221). En aquesta zona ausegàrrica es donen en conjunt unes condicions ambientals xèriques prou adients pels requeriments hivernants de la llucareta. Com s'ha comentat anteriorment, la situació meteorològica anticiclònica que pot facilitar l'estada de les llucaretes als costers prepirinencs a l'hivern, tanmateix condemna les valls i planes adjacents d'una part de la regió al domini de les boires que poden romandre estancades molts dies a les fondalades. Les contrades amb boires molt freqüents o perllongades no són atractives per la llucareta, la qual les defuig per cercar costers i serres assolellades i il·luminades o, simplement, indrets on no es dominin les inversions tèrmiques. Així doncs, a Catalunya, i per tant a la regió, la llucareta mostra un cert grau de termofília i d'heliofília en l'elecció dels indrets d'hivernada. Carrascal (2004) parla dels avantatges de la radiació solar que evitaria tenir despeses de termoregulació als hivernants, la qual cosa afavoriria el seu balanç energètic diari. Les àrees d'hivernada habituals on any rere any es poden localitzar estols de llucareta són els ambients supramediterranis o continentals (submediterranis), ben allunyats dels ambients estrictament litorals on sí que, en canvi, hi poden aparèixer de pas en ambdós passos (§A7).



3.2.2 DESCRIPCIÓ DELS HÀBITATS HIVERNALS

3.2.2.1 EL MOSAIC AGROFORESTAL

L'acció secular de l'home a la mitja muntanya i a la terra baixa de la regió fa que dins de les matrius primigèniament forestals que constituïen la vegetació potencial, l'acció antròpica creés espais oberts agrícoles i pastures tot diversificant-se en un ventall d'hàbitats que van acabar constituint el que hom anomena el *mosaic agroforestal*. Aquest *agrosistemes* són



una constant a la Mediterrània, on abunden les estructures territorials constituïdes per multitud de tesselles agrícoles de conreus mesclades amb boscanys, bosquines, ermots, guarets i els habitatges rurals (Baró and Lobo 2007).

provocat una remodelació del mosaic, amb molts canvis en la composició vegetal i es la configuració en l'espai. Recentment, a escala espacial i temporal, hem assistit a canvis fisiognòmics importants del paisatge agroforestal causats per les modificacions dels patrons d'usos del sòl, els canvis socioeconòmics i pertorbacions diverses (Brotons et al. 2004). En aquest entorn, la matriu boscosa original s'ha anat reduint o transformat en boscanys. Aquestes taques forestals correspon a restes de les primitives rouredes i carrascars i a les pinedes secundàries (no sempre) de pinassa o pi roig. A banda, altres elements conformen aquest embullat de tesselles, que s'estenen per les planes agrícoles i els turons, costers que les rodegen en els samontans prepirinencs. Així, les parts agrícoles com sembrats, rostolls, erms, deixius o guarets, conviuen amb les pastures de margall (*Mesobromion* i *Xerobromion*) a les seves àrees marginals, les quals s'alternen amb brolles (*Rosmarino-Ericion*) que s'enfilen pels costers assolellats mentre els pradells secs i emmatats (*Aphyllanthion*) que ocupen les zones desforestades, formen pastures eixarreïdes o s'endinsen dins les pinedes montanes per formar-hi el sotabosc. A les contrades més humides i montanes en els fons de vall s'hi fan les formacions del prats de dalla (*Arrhenatherion*) les quals substitueixen els sembrats en el paper de tesselles (Vigo 2011). Entre aquestes diverses formacions es mantenen uns contactes, els *ecotons*, que Aquests mosaic mediterrani no ha estat pas un paisatge estàtic en el temps ja que les pertorbacions naturals i els processos de successió l'han anat afaiçonant. La constant pressió humana, modulada pels canvis en les pràctiques agrícoles i ramaderes han són comunitats formades majoritàriament per mates espinoses i lianes, les anomenades *bardisses* (*Rubo-Corarietum* i *Pruno-Rubion*). També fan una tasca equivalent a les



Mosaic Agroforestal, estiu (Castelltallat)

Foto T.Borràs

bardisses les *tanques arbrades* formades per freixes (*Fraxinus*), salzes (*Salix*), oms (*Ulmus*) i pollancre (*Populus*) al voltant de les tesselles, les quals, a més, ajuden molt a augmentar la biodiversitat d'aquest mosaic agroforestal i són molt útils per a la resta de l'avifauna que el visita i els mamífers residents. En aquest context paisatgístic podem generalitzar i dir que la llucareta utilitza a l'hivern principalment dos dels agrosistemes considerats en la taula 31 (ICHN, 1999): el *secà cerealista de l'interior* i els *sistemes farratgers de pastures i prats de muntanya* (que es representen en algunes imatges).

Històricament el mosaic agroforestal ha tingut un paper molt rellevant en la hivernada dels ocells granívors (fringíl·lids, emberízids i ploceïds) ja que les comunitats de plantes cultivades i les sinantròpiques que alberga són altament significatives en el manteniment dels petits ocells en el període més crític del seu cicle vital. La permanència d'aquest espai és, doncs, vital per a la supervivència de les poblacions dels granívors hivernants que s'hi concentren, que, molt sovint, apleguen moltes poblacions de migrats europeus (Borràs and Senar 2013; Borràs et al. 2011). Els canvis d'usos del sòl (Aymerich and Santandreu 1998; Baró and Lobo 2007) que inclouen el despoblament de les àrees rurals i l'envelliment de la població rural, són factors importants que poden provocar molts desequilibris de cara a la conservació dels agrosistemes. Per una banda, aquest pot ser el cas, al nord de la regió, dels prats submontans prepirinencs, susceptibles d'emmar-se i convertir-se en brolles -



Boscana de pi rajolet (Castellar de la Ribera)

Foto T.Borràs

com a camí



cap a la regeneració forestal- a causa de l'abandonament de la ramaderia. Altrament, al sector submediterrani, que és el que aquí ens incumbeix, també estan molt amenaçades les zones de mitja muntanya i de secà amb un mosaic de conreus de cereals d'hivern, oliveres, arbres de fruiters, etc. on l'agricultura ha esdevingut poc rendible. La *Política Agrària Comuna (PAC)* és un factor clau per mantenir la diversitat de tots els agrosistemes, fins i tot els menys productius, ja que en conjunt tenen una elevada importància



ambiental, especialment durant l'hivern. A més a més, aquesta permetria la conservació de la diversitat biològica i el manteniment de moltes espècies d'aquests hàbitats que estan en franca decadència (Concepción and Díaz 2013; Naveso 1996; Telleria et al. 2008) alhora que afavoriria el manteniment de determinats processos ecològics essencials actualment en davallada (rotació de cultius, rostolls, guarets, etc.).

3.2.2.2 LES PINEDES SUBMEDITERRÀNIES

L'hàbitat de la llucareta a la zona submontana correspon als dos grans dominis de coníferes: el *domini de la pinassa*, més xèric, estès àmpliament a la zona occidental i el *domini del pi roig*, més higròfil menys ampli a la regió (que no pas a Catalunya), bo i limitat al sector nord-oriental.

-Domini de les pinedes de pinassa submontanes

Fitosociològicament els boscos de pinassa, considerats vegetació potencial d'una part de les comarques del Berguedà i Solsonès, corresponen a les anomenades **Pinedes de pinassa (*Pinus nigra* subsp. *salzmannii*) dels Prepirineus, el territori ausosegàrric i les muntanyes mediterrànies septentrionals (*Lonicero xylostei-Pinetum salzmannii*) [42t]**. La comunitat de pinassa es troba òptimament en els espais calcaris i margosos de l'ambient submediterrani fred i continental, tolerant bé el dèficit hídric estival i els hiverns amb freds rigorosos, condicions que són poc aptes pel *P.sylvestris* que s'arrauleix a les fondalades. A la Catalunya central, les pinedes de pinassa es fan més termòfiles i aleshores es poden trobar en els solells calcaris, associades als carrascars (*Quercion ilicis*) entre els 550 i els 750 m, on es poden sovint barrejar amb el pi blanc (*Pinus halepensis*). Aquestes contrades són també propícies per trobar-hi llucaretes, especialment quan les pinasses obren les pinyes a finals d'hivern i s'hi pot endegar una reproducció oportunista (vegeu capítol 44). La majoria d'aquestes pinedes provenen de repoblacions i corresponen a l'hàbitat **42v, pinedes de pinassa (*Pinus nigra* subsp. *salzmannii*), o repoblacions, sense sotabosc forestal**, alguns dels quals procedeixen de repoblacions efectuades a la primera meitat del s. XX. Per a la distribució d'aquesta comunitat veure mapes de l'ap. 33 (fig. 37). Per tenir més informació de la seva importància en la biologia de la llucareta veure l'ap. 44.



Pràcticament tota la superfície ocupada per la pinassa a la zona submontana pot ser visitada per la llucareta on hi pot passar una part de l'hivern a partir dels mesos de desembre-gener tot depenent de la productivitat dels seus cons. Són zones de joca i descans els boscanys entre sembrats cerealistes, deixius, guarets i ermots. També sovinteja les vores de les pistes forestals, les clarianes ocasionades per les tales i rompudes, amb prats secs (*Xerobromion*) i joncedes (*Aphyllantion*). Habitualment se la pot trobar explotant els pinyons de masses forestals més denses, sempre freqüentment especialment els marges i les clarianes de la foresteria.

-Domini de les pinedes de pi roig submontanes

L'hàbitat de la llucareta en pi roig comparat amb el de la pinassa del mateix pis submontà, són boscos més frescals ja que precisen d'un bioclima humit fred de tipus continental. Els boscos ocupen les zones orientals amb menys influència mediterrània i continental que recorden per l'aspecte el paisatge de la zona eurosiberiana. La comunitat principal és la de **Boscos de pi roig (*Pinus sylvestris*), neutrobasòfils i mesòfils, dels Pirineus i de les contrades septentrionals (*Buxo sempervirentis-Quercetum pubescentis subass. hylacomietosum splendidis i var. Pinus sylvestris*) [42n]**, afí a les rouredes submediterrànies del *Quercion pubescenti-sessiliflorae*. Els requeriments hídrics estan per sobre dels 600 mm, amb mínims estivals no inferiors als 200 mm, cosa que exclou la seva distribució en el territori occidental més xèric. Tolera tant bé els substrats silícics com els calcaris, cosa que fa que també es trobi formant part important de les comunitats montanes. Moltes d'aquestes rouredes són de caràcter secundari considerades pinedes roviroses. En algunes contrades obagues es pot barrejar amb la part inferior de la **pinada montana de de pi roig amb herba blava (*Polygalo calcareae-Pinetum sylvestris*) [42k]** que es distribueix per damunt d'aquesta (Davi 2004). Per a la distribució d'aquesta comunitat veure mapes de l'ap. 33 (fig. 37) i per a la descripció l'ap. 2232.



Boscos de pi roig neutrobasòfils 42n (Guixers)

Foto T.Borràs

Talment com passa amb les pinedes de pinassa, el banc de llavors que significa el conjunt de pinyes de les pinedes de pi roig en els hiverns d'anys apropiats, representa un recurs molt valuós per a la llucareta. A més a més, l'aspecte habitual de *boscana* d'aquestes pinedes, amb un sotabosc escàs de boix i fàcils de transitar, facilita el campeig de la llucareta a la recerca dels pinyons alats que han caigut de les pinyes. També cerca aquests pinyons en els espais oberts, les clarianes i les vorades de camins. En altres serralades peninsulars, també ha estat reportat aquest paper subministrador de llavors del pi roig en anys d'elevada producció de cons (Sánchez, 1991). Contràriament, però, al que passa amb la pinassa, les pinedes de pi roig no són escollides habitualment com a hàbitats de cria per



a la reproducció oportunista. Ocorre similarment al que ja s'ha comentat més amunt amb les pinedes de pi roig montanes. Sorprèn, tanmateix, que aquestes dues pinedes de pi roig tinguin una certa rellevància en altres poblacions peninsulars, tant la zona occidental pirinenca (Alonso and Arizaga 2004; Saiz-Villoria et al. 2002) com en altres de diferents serralades ibèriques (Potti 1985; Potti et al. 2005; Sánchez 1991; Tellería and Potti 1987), on poden assolir unes elevades densitats (Borràs&Senar 2013). Això dóna peu a pensar dues coses, per una banda que si no hi ha pi negre, atesos els requeriments ambientals i la tendència oròfila de la conífera, la llucareta tria el pi roig com a substitut a la primavera-estiu. Per l'altra, que la pinassa és un element clau per a la biologia de l'espècie hivernal-primaveral, cosa que es posa en evidència a la nostra regió quan els dos pins es troben junts en una localitat, i el més seleccionant per la llucareta és la pinassa §A1,(Borràs and Senar 2013).

3.2.2.3 VEGETACIÓ SINANTRÒPICA

S'ha vist que a l'hàbitat reproductor de la muntanya prepirinenca, la vegetació sinantròpica estava molt determinada per la presència del bestiar. Això serà menys rellevant a les cotes inferiors, on la vegetació azonal està molt condicionada per la implantació humana, que hi està més consolidada, i per les pràctiques agrícoles. La pertorbació ambiental causada per la petjada antròpica queda ben manifesta amb la diversificació de la vegetació sinantròpica: arvense, segetal, calcigal, ruderal i viària, que es troba present arreu, tan en cultius, deixius i rostolls, com en estructures tan diverses com camins, xarxes viàries, edificacions, corrals, sestadors, runams, etc. Aquest grup de plantes –algunes, no pas totes– són importants per alimentar a la llucareta i a molts altres fringíl·lids a l'hivern (§A1, §A2, §A8). Tanmateix la importància i rellevància que representa aquest tipus de vegetació com a banc de llavors es comenta àmpliament en el Capítol 5.



Vegetació ruderal submontana amb *Chenopodium album* (Olius, al fons Port del Coma)

Foto: J. Borràs

La presència i distribució de la vegetació sinantròpica a l'abast dels ocells, a partir de la tardor, no és sempre predictable ja que està condicionada per factors tan diversos com la PAC, la política antiincendis, la legislació autonòmica vigent, les decisions dels propietaris agrícoles, el mercat, etc. Aquesta impredecibilitat obliga a la llucareta a rastrejar el territori -l'agrosistema- a la recerca d'aquesta vegetació escampada en mosaic, tasca que no sempre l'hi resulta fàcil, ja que a més de l'acció antròpica comentada, també interacciona la meteorologia. Això es veu compensat, en part, per l'abundància relativa del recurs. Solament recalcar que aquest recurs és molt important especialment a la tardor i a la primera part de l'hivern, però que va perdent protagonisme a mesura que arriba el període



fred hivernal ni les llavors cauen (Capítol 5). En el període hivernal més rigorós, la predictibilitat dels recursos que utilitzarà la llucareta, els pins montans i submontans, també és incerta, atesa l'oscil·lació dels cicles d'anyivoria i de la variació entre zones tal com s'ha vist en l'apartat anterior (es pot consultar, a més, l'ap. 44). Menjar a l'hivern, doncs, no és una tasca fàcil (§A2).

Tal i com ja s'ha dit en l'apartat 31233, per la condició d'azonal que té la vegetació sinantròpica és fa difícil la seva cartografia. Generalitzant, es pot dir que en conjunt, correspon a set grans tipus hàbitats de les LHC: *Conreus herbacis intensius* [82a], *Conreus herbacis extensius de regadiu* [82b], *Conreus herbacis extensius de secà* [82c], *Conreus abandonats* [87a], *Fruiterars alts, predominantment de secà* [83a], *Àrees urbanes i industrials, inclosa la vegetació ruderal associada* [86a] i *Vegetació ruderal no associada a àrees urbanes o industrials* [87b], per bé que se'n podria considerar algun altre. Tal i com s'ha fet en el capítol anterior, es donaran per a cada comunitat, a més dels noms i codis LHC, els noms i el codis CORINE que inclouen.



3.2.2.3.1 COMUNITATS SEGETALS I ARVENSES

- A diferència d'altres fringíl·lids com ara *Fringilla coelebs* que sovint visita cultius a la recerca de les llavors sembrades, la llucareta tal com fan *S.serinus*, *C.carduelis* i *C.cannabina* visiten els sembrats i camps a la recerca dels bancs de llavors subministrats per les "males herbes" que constitueixen la *vegetació segetal i arvense* que acompanya a les plantes que es cultiven en els camps. Aquesta vegetació està formada per herbes nitròfiles anuals de caràcter fortament antropòfil, algunes amb clara vocació mediterrània i d'altres cosmopolites. L'anomenada *vegetació segetal o messeguera i arvense* inclou les plantes dels cultius de cereals (segetals o messegueres) i les dels horts, regadius i fruiterars així com els herbeis que colonitzen els espais ruderalitzats, pertorbats i nitrificats per l'alteració antròpica i del bestiar (arvenses i ruderals). La superfície de conreus, fruiterars, horts, deixius, rostolls, guarets, etc., és comparativament més extensa a la terra baixa i a la mitja muntanya que no pas a l'alta muntanya, amb la qual cosa la vegetació segetal, arvense i ruderal associada tindrà un important paper com banc de llavors assequible en el difícil període hivernal per a la llucareta.

– HÀBITATS ARVENSES DE SECÀ

L'ordre *Centaureetalia cyani* (= *Secalietalia*) aplega les comunitats arvenses dels conreus farratgers i sembrats dels terrenys calcaris que no precisen de regatge. Està



àmpliament distribuït pels espais poc inclinats de la mitja muntanya i els samontans prepirinencs. Destaca especialment la presència dels blets (*Chenopodium spp.*) que tenen molta importància per sedimentar els estols de llucareta en el període de pas i en la hivernada. Inclou l'aliança *Diplotaxion erucoides* que constitueix l'estrat herbaci dels camps de fruiters de secà (ametllers, etc.) de les zones més meridionals mediterrànies i de les valls prepirinenques, on la llucareta pot trobar-se de pas barrejada amb altres fringíl·lids (*S.serinus*, principalment). Espècies com les ravenisses (*Diplotaxis erucoides*, *Capsella bursa-pastoris* i *Erucastrum nasturtifolium*) són característiques d'aquest ambient arvense i consumides per fringíl·lids, com el gafarró (*Serinus serinus*). Aquesta comunitat es poden adscriure a dos hàbitats: **Conreus herbacis extensius de secà [82c]** i **Fruiterars alts, predominantment de secà [83a]**. Els codis CORINE respectivament, són: 82.32+ i 82.33+, *Conreus extensius de secà de terra baixa i de mitja muntanya*, i 83.11 i 83.14, *camp d'oliveres i camps d'ametllers*.

Els *guarets* i els *rostolls* resultants de segar els sembrats, són colonitzats immediatament per moltes espècies ruderals i arvenses, les llavors de les quals poden fixar en la localitat els estols durant períodes de l'hivern. Algunes d'elles són: *Chenopodium spp.*, *Amaranthus spp.*, *Verbena officinalis*, *Amaranthus spp.*, *Stellaria media* o *Setaria viridis*. Altres plantes més emmatades con *Inula viscosa* i *Artemisia campestris*, més llenyoses, colonitzen aquests guarets i rostolls quan són desatesos o abandonats i aleshores inicien les etapes de la successió cap a les brolles. Cal dir (veure apartat 3225) que en aquesta etapa de recuperació de la vegetació llenyosa, la llucareta també hi pot trobar recursos tròfics en la part central i final de l'hivern. També cal comentar que degut a les polítiques agràries a l'ús, aquests espais ruderals cada són cop menys freqüents i, per tant, difícils de rastrejar, cosa clarament negativa per la hivernada de la llucareta, tema el qual es tractarà més endavant (capítols 8, 9). Tot i la seva gran diversitat, alguns dels rostolls i guarets es podrien incloure en l'hàbitat estandarditzat dels *Sembrats de secà de la Catalunya interior*, els quals pertanyen al LCH **Conreus herbacis extensius de secà [82c]** (codi CORINE 82.32+, *Conreus herbacis extensius de secà de terra baixa*)

– HÀBITATS ARVENSES DE REGADIU

L'ordre *Solano nigri-Polygonetalia convolvuli*, inclou les males herbes de les àrees humides, les irrigades i les hortes. L'aliança *Panico setarion* abasta les males herbes dels conreus de regadiu de les valls properes als Prepirineus, les quals poden ser freqüentades també per la llucareta en el període de dispersió post nupcial, tot i que la preferència d'hàbitat sinantròpic no és tant pels indrets de regadiu com pels de sacà. N'és un exemple l'associació *Euphorbio nutantis-Digitalietum sanguinalis* molt estesa a tot Catalunya per les àrees agrícoles de la terra baixa (camps de blat de moro) amb característiques espècies arvenses dels gèneres *Amaranthus*, *Rumex* o *Setaria*. Aquestes comunitats es poden adscriure a l'hàbitat **Conreus herbacis extensius de regadiu o de contrades molt plujoses [82b]** (codi CORINE 87.31+, *Conreus herbacis extensius de sòls humits*) i amb menor rellevància els hàbitats de zones litorals com **Conreus herbacis intensius [82a2]** (codi CORINE 82.12, *Conreus herbacis intensius disposats en mosaics*).

No obstant, hi ha el cas dels petits horts no intensius dels voltants dels masos del territori interior ausosegàrric de mitja muntanya, que sí que són visitats habitualment per les llucaretes durant la tardor i primera part de l'hivern. Per les petites dimensions i la seva



distribució en mosaic, pot representar un problema de localització per part de la llucareta la qual cosa l'hi implicaria una certa capacitat de rastreig. No obstant això, a la vall del Cardener (Navès), a la regió d'estudi, s'ha comprovat la fidelitat dels hivernants a àrees rurals amb horts de petites dimensions any rere any (§A6). S'hi poden trobar un ampli ventall de plantes típicament nitròfiles en aquests indrets summament adobats com els passacamins (*Polygonum spp.*), els marxants (*Amaranthus spp.*), el lletsons (*Sonchus spp.*), les panissoles (*Setaria spp.*), el xenixell (*Senecio vulgaris*), la filamaria (*Erodium malacoides*) o les paradelles (*Rumex spp.*). Totes aquestes plantes nitròfiles tenen la facultat de fixar els estol en la primera etapa del període hivernal.

3.2.2.3.2 COMUNITATS RUDERALS I DE PLANTES PIONERES

Aquestes comunitats són summament importants en l'etapa hivernal de la llucareta, ja que constitueixen una font abundant i predictable de llavors durant la tardor i la primera part de l'hivern. En destaquen dues, una de ruderal i arvense, els *bleterars ruderals* (classe *Stellarietea*) i l'altra pròpia de plantes pioneres dels vorals de camins, solars, deixius i guarets, l'*herbassar d'olivarda* (classe *Artemisietea*) (Folch 1981).

Una de les comunitats més rellevants en la hivernada de la llucareta són els *bleterars ruderals*, de l'aliança *Chenopodion muralis*, vegetació ruderal i viària que ocupa les zones més aviat planes, de caràcter submediterrani-mediterrani formades per teròfits que en condicions òptimes poden ocupar grans extensions i assolir talles molt grans de fins 1,5 metres. En ocasions semblen tenir caràcter segetal atès que es fan també en hortes i sembrats de farratges. Les planters dominants són el gènere *Chenopodium*, com *C.album*, *C.vulvaria*, etc. Tot i que la freqüència d'aparició dels bleterars varia anualment, sempre poc o molt són presents en alguna contrada. El problema, aleshores, és el del rastreig i localització dels verals per part de la llucaretes. Altres plantes interessants per a la llucareta que poden acompanyar-les són: herba de cadenera (*Stellaria media*), marxant (*Amaranthus retroflexus*), artemisia (*Artemisia campestris*) i agrella (*Rumex crispus*). Els bleterars de l'aliança *Chenopodion muralis*, es poden encabir en la llista d'hàbitats LHC com **Àrees urbanes i industrials, inclosa la vegetació ruderal associada [86a]** (codi CORINE 87.21+, *Comunitats ruderals de terra baixa*).



Vegetació segetal i arvense mediterrània *Inulo-Oryzopsietum miliaceae* (Sant Fruitós de Bages)

Foto: T.Barba

Una comunitat molt freqüent formada per plantes pioneres que colonitza les vores de camins, solars, talussos, terrenys remoguts i també els camps abandonats, deixius i guarets és la dels *matollars d'olivarda dels camps abandonats*, (*Inulo-Oryzopsietum miliaceae*).



A banda d'altres fringíl·lids, com ara *C. carduelis*, *C. spinus* i *C. cannabina*, és una comunitat molt utilitzada per la llucareta a la terra baixa, on està molt estesa. La olivarda (*Inula viscosa*) és una composta dominant, la qual produeix una gran quantitat d'aquenís que, en ser transportats amb els vil·lans pel vent, formen al caure acumulacions de llavors, les quals són consumides en el terra pels estols de llucaretes. Habitualment, les llavors també són agafades directament de la planta. S'hi poden trobar altres plantes com la xicoia (*Cichorium intybus*), el lletsó fi (*Sonchus tenerrimus*), la verbena (*Verbena officinalis*), els plantatges (*Plantago spp.*), el gram negre (*Potentilla reptans*) i la filamaria (*Erodium malacoides*) les quals complementen la dieta hiemal de la llucareta. Els matollars d'olivarda no pateixen importants oscil·lacions anuals, per la qual cosa és un recurs important sempre a mà. Pertanyen a l'hàbitat **Conreus abandonats [87a]** (codi CORINE 32.4A3, *Matollars d'olivarda dels camps abandonats..., de terra baixa*). Aquesta comunitat forma sovint una sanefa viària en espais de nova urbanització, camins, polígons industrials, etc, per la qual cosa participa del qualificatiu de comunitat viària.

Altres comunitats de marges de camins a les àrees montanes i submontanes d'hivernada són els *ortigars* de muntanya mitjana amb dues associacions: *Urtico dioicae-Sambucetum ebuli* i *Artico minoris-Urticetum dioicae*. Contenen *Urtica dioica* i *Artemisia campestris* com espècies rellevants. També s'hi podrien incloure aquí els herbeis eixuts d'indrets oberts i assolellats, de prop de cases i camins, pertanyents a l'aliança *Sisymbrium officinalis* com p.e. l'associació *Hordeetum murini* amb nombroses plantes anuals (teròfits), com el boixac de camp (*Calendula arvenses*) i ortigues (*Urtica spp.*), les quals poden ser visitades ocasionalment per les llucaretes.

Els *cardassars* a les zones submontanes de l'aliança *Onopordion acanthii* com l'associació *Onopordetum acanthii*, amb plantes compostes anuals o bianuals, de bràctees vulnerants (tipus "card") molt utilitzades, però, pels fringíl·lids. Conté plantes compostes del tipus "card" com la cardalloba (*Onopordium acanthium*) i el cardot (*Carduus tenuiflorus*), molt del gust d'altres fringíl·lids com *C. spinus*, *C. carduelis*, i *C. cannabina*. Comparades amb els bleterars, el problema és la disponibilitat, ja que no sempre tenen la mateixa freqüència d'aparició (algunes són bianuals). Tots aquests herbeis es poden encabir en l'hàbitat **Àrees urbanes i industrials, inclosa la vegetació ruderal associada [86a]** (codis CORINE 87.21+, *Comunitats ruderals de terra baixa* i 87.22+, *Comunitats ruderals de muntanya*).



Joncades i prats sovint emmatats *Aphyllantion 34n* (Bages)

Foto T.Borras

3.2.2.3.3 COMUNITATS VIÀRIES I CALCIGALS

La vegetació de llocs urbans i viaris de la terra baixa són colonitzats per vegetació de talla escassa i sotmesa a calcigament continuat. Es pot afirmar que la vegetació viària-calcigal és omnipresent en la majoria de camins i estructures viàries. A més a més dels darrers casos esmentats al final de l'apartat anterior es tracta de comunitats formades per teròfits de



caràcter zooantròpic i cosmopolita, és a dir transportats per homes i animals i d'àmplia difusió, per la qual cosa es poden trobar tant a la terra baixa com a la muntanya. Les comunitats pertanyen a l'ordre *Polygono-Poetalia* semblantment a com les que han estat descrites en l'apartat 31233. A banda del passacamins (*Polygonum aviculare*), altres plantes viàries d'interès per a la llucareta que també s'hi poden trobar, encara que no són pròpiament calcigals, són *Inula viscosa* i *Artemisia campestris*, ambdues consumides per la llucareta al principi i finals d'hivern, respectivament.



Les joncedes (*Aphyllanthion*) i les brolles colonitzen els bancals abandonats. A dalt carrasques (*Coscollola*)

Foto T Borràs

3.2.2.4 FORMACIONS HERBÀCIES SEQUES

A diferència de la majoria de fringíl·lids, la llucareta fora de l'època de cria es pot trobar sovintejant els herbassars esclarits, els pradells i els prats emmatats dels vessants i els samontans prepirinencs assolellats amb la condició que no siguin comunitats atapeïdes (veure apartat 323). Apart dels *prats humits de dall*, s'inclouen tres tipus d'hàbitats: les *pastures mesòfiles montanes* (*Mesobromion*), les *pastures xeròfiles submontanes* (*Xerobromion*) i l'altre són els *gramenets secs mediterranis* (*Aphyllanthion*) (Vigo 2011).

– PASTURES MESÒFILES MONTANES

Hi ha dues formacions de pradells i pastures seques que destaquen en el paisatge de la Catalunya interior i que parcialment ja han estat comentades en l'apartat 31231. Per una banda, a les zones montanes, tenim els prats mesòfils calcícoles del *Bromion erecti* (= *Mesobromion*) situat entre els 700 i els 1500 m però que pot arribar fins les cotes subalpines en les zones menys seques (Soriano 2001, Vigo 1984). Al sector montà i submontà de la zona oriental amb una pluviositat més elevada, forma moltes de les pastures al voltant dels boscos de *Pinus sylvestris*. Es tracta de l'hàbitat anomenat: **Prats de margall erecte humits o Prats calcícoles i mesòfils, amb *Festuca nigrescens*, *Plantago media* (plantatge), *Galium verum* (espunyidella groga), *Cirsium acaule*...**, de la muntanya mitjana i de l'estatge subalpí dels Pirineus i de les terres properes [34b]. Aquests ambients no són massa rellevants en l'hàbitat hivernal a la zona oriental que és la més freqüentada per la llucareta, però poden acollir llucaretes en l'etapa serotinal i durant a dispersió postnupcial.

També en pendents meridionals amb espais assolellats resultants de la degradació de pinedes i alzinars, espais lliures de boires i del grat de les llucaretes a l'hivern, s'hi poden fer *prats emmatats de gavó estriat* (ass. *Ononido striatae-Anthyllidetum montanae*) amb espècies que poden ser pasturades per ells com la *Lavandula angustifolia*. Estan adscrits a l'hàbitat: **Prats, sovint emmatats, d'*Ononis striata*, *Anthyllis montana*, *Globularia cordifolia***



(lluqueta)..., calcícoles i xeròfils, de la muntanya mitjana i de l'estatge subalpí, sobretot als Prepirineus [34l].

En els fons de vall, sovint propers a cursos fluvials (valls del Segre i d'altres indrets de l'alt Llobregat i Cardener), hi ha unes formacions herbàcies molt particulars, els *Prats de dall de l'estatge submontà i montà* equiparable a l'hàbitat **Prats dalladors amb fromental** (*Arrhenatherum elatius*), **dels estatges submontà i montà, principalment dels Pirineus [38b]**. Contenen plantes que poden ser font d'aliment per a la llucareta com *Rumex acetosa*, *R. crispus*, *Stellaria media* i *Taraxacum officinale*. El problema pels ocells és que en el període hivernal, si els prats són dallats resulten improductius des dels punt de vista tròfic.

– PASTURES XERÒFILES SUBMONTANES

La comunitat dels prats xeròfils (*Xerobromion*) s'anomena *Prats de margall erecte secs* adscrita a l'hàbitat **Prats basòfils i xeròfils, amb *Festuca ovina*, *Avenula iberica*, *Bromus erectus*, *Brachypodium phoenicoides*, *Seseli montanum*, *Teucrium pyrenaicum* (angelins)..., de l'estatge montà dels Pirineu [34d]**. Una associació característica d'aquest hàbitat és *Teucrio pyrenaici-Brometum erecti* que conté plantes com l'angelins (*Teucrium pyrenaicum*) de la qual se n'alimenta la llucareta. Són prats eixuts que tenen moltes mates com la *Satureja montana* o *Artemisia campestris* la qual cosa fa que aquests prats emmatats siguin més atractius tròficament per a les llucaretes. Són comunitats generalment secundàries que es mantenen gràcies al pasturatge continuat a que són sotmeses ja que altrament derivarien cap a comunitats serials de regeneració de les rouredes o carrascars. Formen part del mosaic forestal en l'espai dedicat a les pastures o bo i franquejant els boscanys o les grans masses de *Pinus nigra* als sector centreoriental. Es poden enfilars pels costers solells fins els 1600 m al Port del Comte i fins els 1700 m als Rasos (Vives 1964).

– GRAMENETS EMBOSQUINATS

Les *joncedes* (*Aphyllanthion*) són pastures seques de caràcter xerofític i calcícola d'afinitat submediterrània. Per la tendència a emmatar-se hom les qualifica sovint com *gramenets embosquinats*. A la regió hi ha diverses associacions, totes elles incloses en l'hàbitat **Joncedes i prats, sovint emmatats, d'*Aphyllanthes monspeliensis* –i timonedes associades–, calcícoles, de la muntanya mitjana poc plujosa i de terra baixa [34n]**. Al Solsonès són molt habituals en els llindars de boscos, conjuntament amb boixedes del país del roure i en les pinedes secundàries de *P. nigra* i *P. sylvestris* on formen el sotabosc.

A part de la jonça (*Aphyllanthes monspeliensis*) i l'argelaga (*Genista scorpius*) i ginestell (*Genista cinerea*), que formen la part camefítica més vistent de la comunitat, s'hi troben espècies d'interès tròfic per a la llucareta com *Thymus vulgaris*, *Santolina chamaecyparissus*, *Satureja montana* o *Lavandula angustifolia*, les llavors de quals poden ser consumides durant l'hivern. De comunitats de Jonceda cal ressenyar tres associacions d'interès per a la llucareta:

- *Jonceda amb timó* (*Brachypodio phoenicoidis-Aphyllanthetum mosnpeleensis*)
- *Jonceda amb plantatge mitjà* (*Plantagini mediae-Aphyllanthetum mosnpeleensis*)
- *Jonceda d'espígol ginestell* (*Aphyllantho mosnpeleensis-Lavanduletum pyrenaicae*).



3.2.2.5 BROLLES

Les comunitats subarbastives o brolles, tenen importància a la zona d'hivernada de Catalunya central ja que les plantes que formen les brolles, concretament les mates o subarbusts, són un complement en la dieta de la llucareta i esdevenen un aliment peculiar en aquest període tal i com es comenta en l'apartat d'alimentació (veure 552). A més d'aparèixer com comunitats secundàries o que ocupen espais desforestats o marginals dels boscos submediterranis i mediterranis de la regió, acostumen a formar el sotabosc o estrat arbustiu (subarbastiu) de les pinedes submontanes de pinassa i de les mediterrànies de pi blanc. Com es comentarà més endavant, en destaquen dues associacions molt característiques de la regió, les quals s'han assignat a l'hàbitat LHC: **Brolles de romaní (*Rosmarinus officinalis*) –i timonedes-, amb foixarda (*Globularia alypum*), bufalaga (*Thymelaea tinctoria*)...**, calcícoles, de terra baixa [32u].

Tabla 2. Estimación heurística de la contribución relativa de las variables ambientales para los modelos 1 y 2 de MaxEnt. Las variables utilizadas en los modelos incluyen la presencia/ausencia de bosques puros (cuando una especie dada constituye > 70% del número total de árboles) de: (i) *Pinus nigra*; (ii) *P. sylvestris*; (iii) *P. uncinata*; (iv) presencia / ausencia de bosques de coníferas mixtos (incluyendo estos tres pinos y árboles caducifolios). Porcentajes de cubierta del suelo por (v) cubierta leñosa y (vi) cubierta herbácea. Variables topoclimáticas predictivas incluyendo: (vii) precipitación anual, Pann; (viii) precipitación del mes más seco, Pmin; (ix) precipitación del mes más húmedo, Pmax; (x) radiación solar anual máxima, Rmax; (xi) radiación solar mínima, Rmin; (xii) temperatura máxima del mes más cálido, Tmax; (xiii) temperatura mínima del mes más frío, Tmin; (xiv) temperatura anual, Tann; (xv) exposición topográfica; y (xvi) Índice topográfico de humedad, TWI).

Model 1		Model 2	
Variable	Percent contribution	Variable	Percent contribution
Mixed conifer forest	50.6	Tann	45.7
MODIS tree	18.9	Pmin	29.8
Pnigra	14.9	Tmin	8.0
Psylvestris	14.0	Rmin	4.4
Puncinata	1.2	Tmax	4.3
MODIS herb	0.3	Pmax	2.1
		Rmax	1.7
		Mixed conifer forest	1.6
		Psylvestris	0.8
		Pnigra	0.6
		Pann	0.4
		MODIS herb	0.3
		MODIS tree	0.1
		TWI	0
		Topographic exposure	0
		Puncinata	0

Taula 3.2. Models MaxEnt per a la hivernada de la llucareta en §A1

latifolia) i la farigola (*Thymus vulgaris*). Les conegudes com a *brolles arbrades* (Folch, 1984) no són res més que les brolles de romaní acabades de definir però que estan poblades amb *Pinus halepensis* com un element més (arbori, això sí), d'aquesta comunitat que és molt característic de la zona meridional de la regió, la qual és freqüentada a l'hivern per la llucareta. En els indrets assolellats on prospera la brolla, s'hi pot trobar hivernant la llucareta, la qual s'alimenta de les llavors dels seus camèfits com ara *Santolina chamaecyparissus* i *Satureja montana*.

-La *Brolla de romaní i bruc d'hivern amb sanguinària* (ass. *Rosmarino officinalis-Lihospermetum fruticosi*). És relativament resistent al fred, cosa que li permet distribuir-se pels samontans meridionals prepirinencs i enfilar-se pels costers desforestats fins als 1200 m. Aquests indrets són espais freqüentats per la llucareta a l'hivern. En aquestes contrades de la Catalunya interior, la manca de influència mediterrània fa que no s'hi trobi el bruc

-La *Brolla de romaní i bruc d'hivern amb bufalaga tintòria* (ass. *Erico-Thymelaeetum tinctoriae*). Està distribuïda al sud de la regió d'influència clarament mediterrània, sense arribar als samontans prepirinencs, bo i estenent-se des de la Plana de Bages i els seus costers fins la serralada litoral on és substituïda per les *brolles de romaní i bruc d'hivern amb esteperola* pràcticament absents a la regió d'estudi (Arnold & Ferrer 1980). A banda de la bufalaga (*Thymelaea tinctoria*), s'hi fan espècies com el barballó (*Lavandula*



d'hivern (*Erica multiflora*) i en canvi, pren més rellevància la sanguinària (*Lithospermum fruticosum*). També s'hi troba la jonça (*Aphyllanthes monspeliensis*).

3.2.3 PREFERÈNCIES D'HÀBITAT A L'HIVERN

- *Models de MaxEnt*

Es disposa de dos tipus de models *MaxEnt* de l'estudi de la hivernada de la llucareta a

Catalunya utilitzades en §A1 (figures 3.3 i 3.4) i recollits en la taula 3.2. Es primer model tracta de variables biòtiques referides a la vegetació i el segon a variables meteorològiques: temperatures i precipitacions. Els models donen la probabilitat de torbar llucaretes a l'hivern en zones boscoses amb cobertura inferior al 30%. A més, quanta més proporció de coníferes tinguin les quadrícules UTM més presència de llucareta. També augmenta la probabilitat d'hivernada quanta més proporció de pinedes de pinassa i pi roig tinguin les quadrícules. Pel que fa al pi negre, la probabilitat de trobar llucaretes és inversament proporcional a la presència de pi negre, la qual cosa s'interpreta com que a l'hivern ja han abandonat les àrees de muntanya on es fa el pi negre. La presència de cobertura herbàcia és determinant per trobar la llucareta, però la probabilitat de presència decreix per sobre d'una cobertura del 75%, per tant les comunitats denses de gran cobertura i densitat herbàcia (com p.e. fenassars,

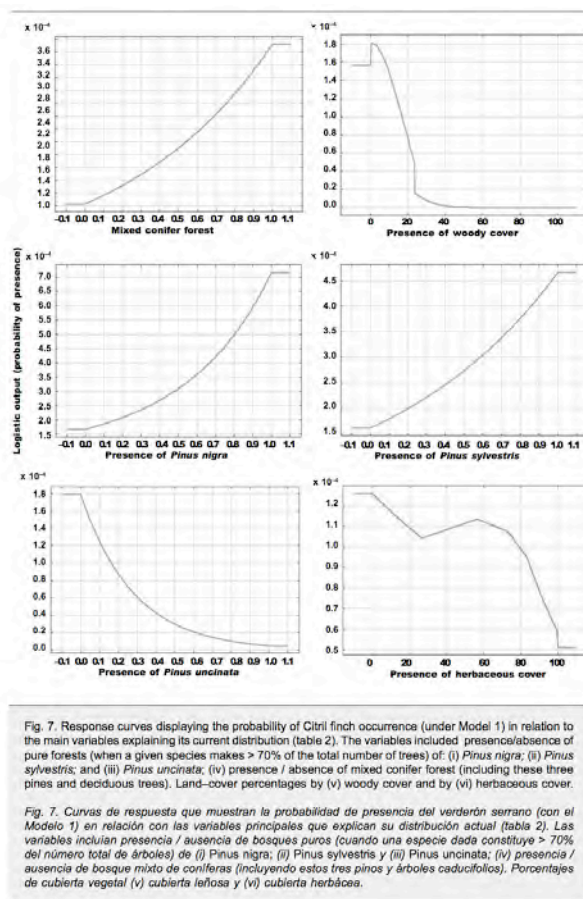


Figura 3.3. Models MaxEnt per a la hivernada de la llucareta en §A1

llistonars) no són hàbitats propicis a l'hivern.

- *Heterogeneïtat*

L'heterogeneïtat de les comunitats azonals sinantròpiques disperses per les tesselles i ecotonies que constitueix el mosaic agroforestal de la mitja muntanya i la terra baixa són un factor decisiu per fixar les poblacions on passa l'hivern la llucareta, a banda de tenir una importància cabdal per la supervivència de l'espècie (§A1, §A2). Ocupen gran varietat d'espais: guarets, rostolls, deixius, vores de camins, carreteres, talussos, terraplens, jaces de bestiar, estacionaments, etc., la qual cosa es congruent amb un espai d'estructura tessellada amb molta heterogeneïtat ambiental. Aquestes comunitats ruderals, arvenses i viàries (definides en els apartats anterior), amb una cobertura de l'espai no superior al



75% (referida a QUTM) adquireixen un protagonisme tròfic durant la tardor i a la primera part de l'hivern, fins desembre o gener, depenent força de les condicions meteorològiques. Se sap que cal considerar la mida de les tesselles i el seu aïllament relatiu en un hàbitat fragmentat ja que té un efecte important sobre la presència de determinades espècies (Diaz *et al.*, 1998, Brotons & Herrando, 2001, Santos *et al.* 2002).

En boscos, s'estima que la mida mínima favorable del fragment és de 25 ha per algunes espècies d'aus forestals (Diaz *et al.*, 1998

- *Detectabilitat i capacitat de rastreig*

És conegut el fet que la disponibilitat de bancs de llavors afecta la presència de bones concentracions d'aus granívores en comparació a altres localitats i hàbitats on aquests recursos són més escassos o inexistents, però no està clar que les poblacions d'aus a l'hivern tinguin la capacitat de rastrejar les variacions espacials d'aliment (Carrascal & Lobo, 2013, Telleria *et al.* 1988). S'ha observat que alguns verals de vegetació ruderal potencialment útils dins la matriu agroforestal no són utilitzats a l'hivern, cosa que es podria relacionar amb la manca de capacitat de rastreig, i especialment si aquests són fragments petits com ja s'ha indicat en l'apartat anterior.

- *Les pinedes submontanes*

El boscos submontans de pinassa (**42t**), especialment, i els de pi roig (**42n**) són hàbitats rellevants per a la llucareta en la segona etapa de l'hivern atesa la seva importància com a subministradors de pinyons en aquesta dura etapa del cicle vital. A la mitja muntanya o fins i tot en indrets de la terra baixa (Bages), els boscanys, les vorades de bosc i els llindars d'aquests amb els conreus en espais on el bosc no superi el 30% de la superfície (referida a QUTM), formen l'entrellat del mosaic agroforestal de muntanya mitjana on la llucareta sobreviu a l'hivern. Les pinasses estan més distribuïdes al sector occidental de la regió, el més eixut i continental, al contrari que els boscos de pi roig que ho fan en la zona oriental més humida. Això facilita avançar l'obertura de les pinyes al sector occidental ocupat per la pinassa, cosa que li permet a la llucareta l'accessibilitat als pinyons a la segona etapa de l'hivern.

3.3 CARTOGRAFIA DELS HÀBITATS ZONALS

3.3.1 CARTOGRAFIA DELS HÀBITATS PRINCIPALS

Aquest apartat permet tenir una referència gràfica per ubicar geogràficament els diferents hàbitats referits en els apartats anteriors. Els mapes s'han classificat en tres categories: pinedes, prats i pastures i brolles. Dins des dos primers grups els hàbitats s'han agrupat per estatges. Complementa la informació una taula per a cada conjunt de mapes, en la que es recullen els principals trets i atributs de cada comunitat. Cada taula té set apartats. El primer, la capçalera, té el codi de la *Unitat de llegenda* de la *Cartografia dels Hàbitats de Catalunya a escala 1:50.000 (CHC50, versió 2008)* (Vigo & Carreras 2003) i el codi principal *CORINE* que inclou. La segona porta el nom o noms de les associacions o aliances principals incloses en la LHC i les categories sintaxonòmiques superiors (Ordres, classes...).

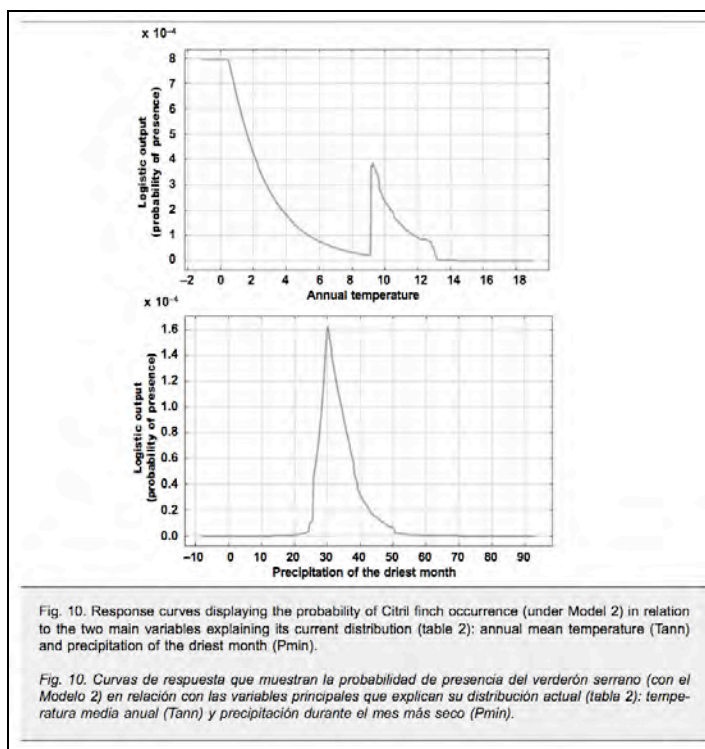
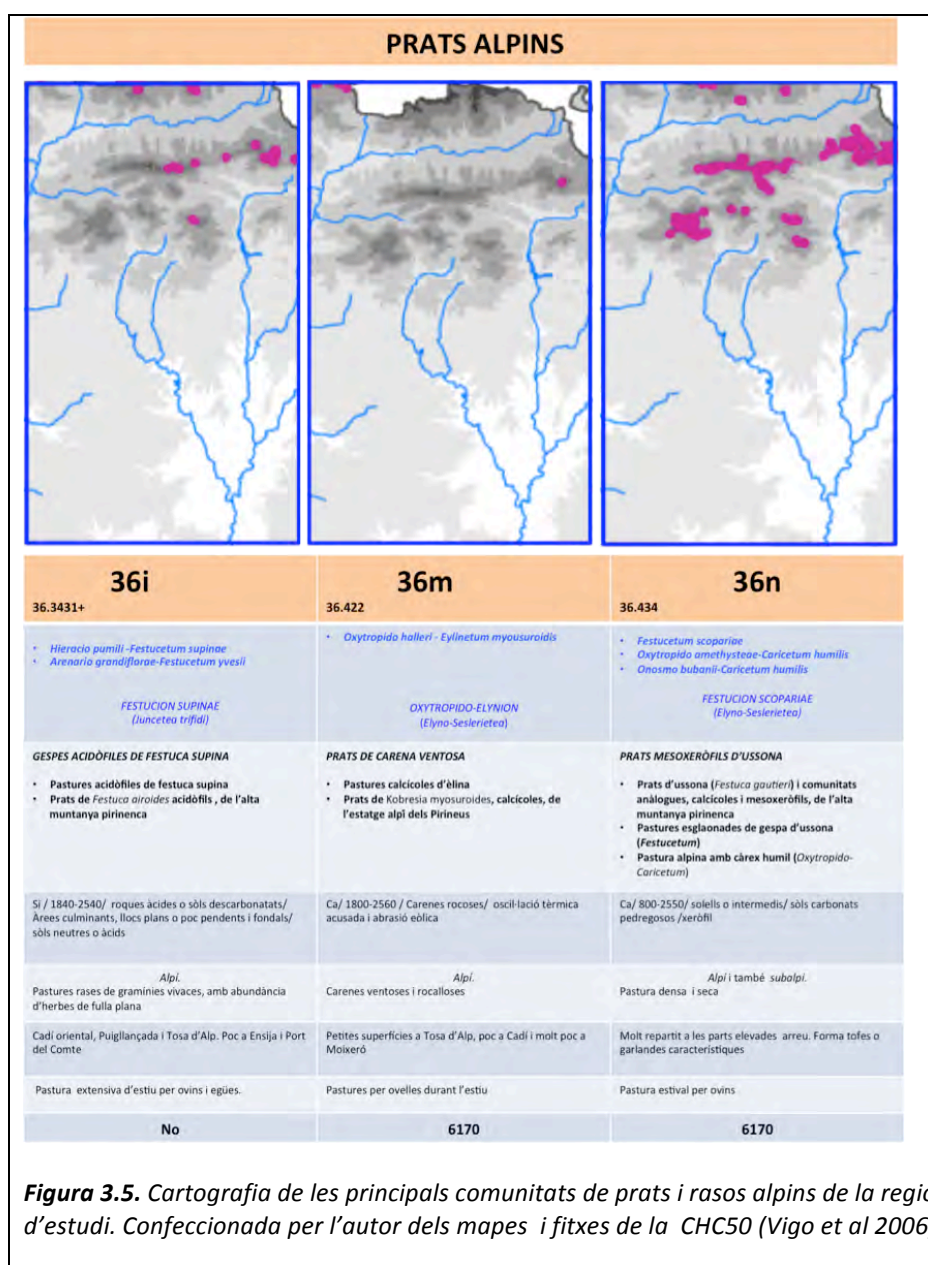


Figura 3.4. Models MaxEnt per a la hivernada de la llucareta en §A1

La tercera inclou el nom o nom estàndard de la comunitat i les denominacions normalitzades recollides en el *Manual dels Hàbitats de Catalunya*. La quarta recull dades fonamentals del biòtop de la comunitat: tipus de substrat, alçada, ubicació principal, vessant, etc. A la cinquena, l'estatge on es troba i la fisiognomia de la comunitat vegetal. A la sexta i la setena es troben informacions variades referides a la comunitat com la seva localització a la zona, l'ús que en fa l'home, la regeneració de la comunitat i les altres formacions vegetals amb que es relaciona, etc. La darrera inclou un aspecte important per tal de valorar la importància ecològica de l'hàbitat: el codi corresponent, si és que el té, com a *Hàbitat d'Interès Comunitari (HIC)* i especialment dins d'aquests els qualificats com a *Hàbitats prioritaris*. En conjunt hi ha tres blocs de mapes i taules de les pinedes, tres més de prats i pastures i una de brolles i joncedes, que es troben entre les figures 35 a 38 i taula 33.



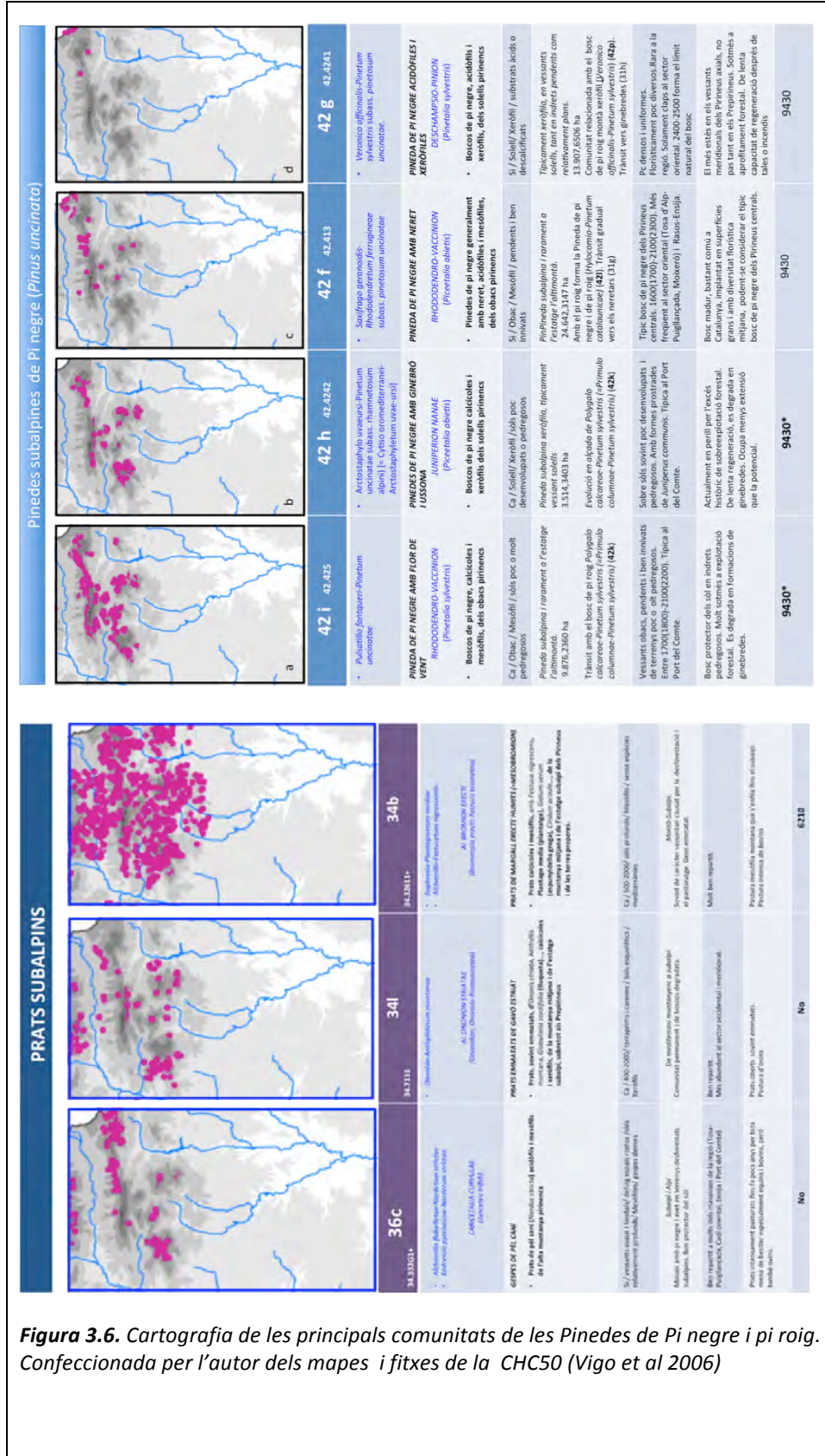


Figura 3.6. Cartografia de les principals comunitats de les Pinedes de Pi negre i pi roig. Confeccionada per l'autor dels mapes i fitxes de la CHC50 (Vigo et al 2006)



3.3.2 CARTOGRAFIA DELS HÀBITATS DE CONÍFERES

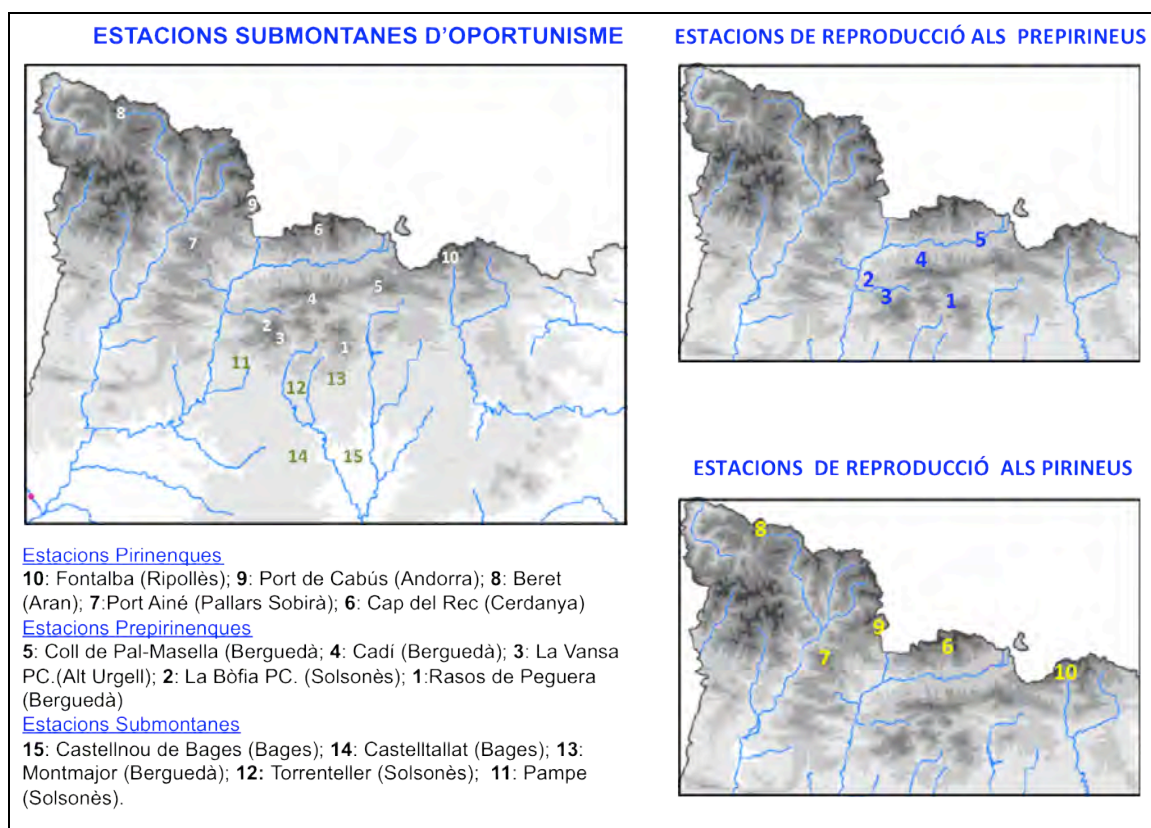


Figura 3.9. Estacions de referència on s'ha mostregat i pres informació per confeccionar la taula 3.4 i els ma de tipologia de les coníferes de la figura 3.11 i 6.3. Original de l'autor.

L'autor va considerar que era necessària una cartografia de les principals coníferes d'interès per a la llucareta, amb la voluntat de que pugues ser útil per treure l'entrellat sobre la distribució de l'espècie, tant a la regió com a la resta de Catalunya. Com que no es va trobar cap d'adient, se'n va generar una. Així, es va elaborar un mapa de la distribució pel nord de Catalunya de les comunitats naturals (no repoblades) de les tres espècies de coníferes d'interès per a la llucareta: pi negre, pi roig i pinassa. Els elements utilitzats en la síntesi cartogràfica van estar dos, per una banda les característiques bioclimàtiques, de substrats i vessants ocupades, i els estatges de vegetació on es trobaven en cada territori considerat (veure 211). A més, es va considerar la informació cartogràfica de la vegetació continguda en els mapes i les fitxes de les *Unitats de llegenda* de la *Cartografia dels Hàbitats de Catalunya a escala 1:50.000, CHC50*, versió 2008, (Vigo & Carreras 2003), les quals han estat recollides parcialment en els mapes de l'apartat anterior (veure fig. 36 i fig. 37). Es confeccionen dues taules (34) a partir de tota aquesta informació i les observacions fetes en els 15 punts de mostreig (fig. 39). En la primera taula es mostra la distribució de les comunitats de coníferes segons els seus atributs de substrat i d'orientació en què es poden consultar a la figura 3.6 i 3.7. També es consideren les principals comunitats arbustives subalpines (31h i 31g), les quals estan relacionades amb la successió de les comunitats de coníferes i les avetoses, tot i ser poc rellevants per a la llucareta. La següent taula agrupa les comunitats per afinitats en tipologies de coníferes que es passaran posteriorment a cartografiar. Ajuntant la informació s'aconsegueix una representació cartogràfica de cinc tipologies d'hàbitats formats per les tres espècies de pins. Cada hàbitat està ubicat en un entorn orogràfic, amb un substrat determinat, relacionat amb un



estatge o domini de vegetació que presenta unes característiques bioclimàtiques determinades, que, en conjunt, l'hi donen els trets que el caracteritzen. La figura 311 mostra el mapa amb la distribució de les cinc tipologies de coníferes resultants.

S'han definit cinc àrees de coníferes corresponents cadascuna a una tipologia de coníferes a les quals se les hi ha atribuït un nom i un codi, estan caracteritzades cada àrea per una o dues unitats LHC de pinedes. Cada comunitat es troba en un substrat i unes geografia determinada. Els codis CHC50 de les comunitats importants que defineix cada àrea de coníferes estan indicades amb negreta, així com els seus nom. S'han anomenat i definit de la següent manera:

Unitats de llegenda de la Cartografia dels Hàbitats de Catalunya (CHC50): Coníferes										
Calcícoles			Silícícoles			Solell		Obac		
Subalpines	Montanes	Submontanes	Subalpines	Montanes	Submontanes	Calcari	Silici	Calcari	Silici	
42h 42i	-	-	42f 42g 31g (31h) (42b) (42e)	(42l)	-	42h	-	42i	42f 42g 42i 31g (31h) (42b) (42e)	
-	42k 42m 43a	42n	-	42l (-42a) 42b 42e 42ag	42p	42m	42p	42k 42n 42ag	42l 43a 42b 42ag (-42a)	
42h 42i 42d	42l 31h 42c (43a)	-	42f 42g (31g) 42b	-	-	42h 31h	-	42l 42c 42d (42ag)	42f 42g 42i (31g) 42b (43a) (42ag)	
-	-	42t 42v	-	-	-	-	-	42t 42v	-	
-	42k 42m	42n	-	-	42p	42m	42p	42k 42n	42l	

42	PI NEGRE				PI ROIG				PINASSA	
	f	g	h	i	k	l	m	n	p	t
AX	x	x	x	x	-	x	-	-	-	-
MO	-	-	-	-	x	x	x	x	x	x
CAL	x	x	x	x	-	x	-	-	-	-
PS	-	-	-	-	x	x	x	x	x	-
PN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x

	Pinedes	Avetoses
AX	42f 42g 42h 42i 42l	(42j) (42e)
MO	42k 42l 42m 42n 42p	42a 42b 42c 42d 42g 43a
CAL	42f 42g 42h 42i 42l	42b 42c 42d (42a) (42ag)
PS	42f 42v	no
PN	42x 42l 42m 42n 42p	no

AX: pinedes subalpines de *P. uncinata* dels Pirineus axials
MO: pinedes montanes i altimontanes occidentals de *P. sylvestris*
CAL: pinedes calcícoles de *P. uncinata* dels Prepirineus
PS: pinedes submontanes orientals de *P. sylvestris*
PN: pinedes submontanes de *P. nigra*

Taula 3.4. A la primera taula es mostra informació de les estacions de referència on s'ha mostregat amb la distribució de les comunitats de coníferes segons els seus atributs de substrat i d'orientació que es poden consultar a la figura 3.6 i 3.7. Entre parèntesi les comunitats menys rellevants. En negreta les més rellevants cada cel·la. La següent taula agrupa les comunitats en 5 tipologies de coníferes que es cartografien en la figura 3.10. A sota a l'esquerra els codis i els noms de les tipologies definides. A la dreta el conjunt de comunitats CHC50 que engloba cada tipologia (en negreta les més rellevants). Original de l'autor

- **PINEDES SUBALPINES DE PINUS UNCINATA DELS PIRINEUS AXIALS (AX)**

Tipologia que inclou comunitats del bioclima subalpí típicament acidòfiles i higròteres, situades en un entorn principalment silícic del Pirineu axial central, de les quals són característiques. Es troba des de la Vall d'Aran fins el Ripollès, passant per la Ribagorça, els Pallars, Andorra i la Cerdanya. Les principals unitats, que caracteritzen l'hàbitat, són les pinedes acidòfiles **42f, Pineda de pi negra amb neret** i **42g, Pineda de pi negra acidòfiles i xeròfiles** de les obagues i els solells pirinencs axials, respectivament. Amb menor rellevància, ocupant les zones calcàries minoritàries dins dels seu àmbit geogràfic, s'hi troben les calcícoles 42h i 42i. Acompanyant al pi negre en cotes inferiors altimontanes s'hi troba la comunitat de pi roig acidòfila i dels obacs: 42l. Les pinedes de pi negre estan relacionades amb dues comunitats montanes de pi roig: 42k i 42p. Les avetoses que s'hi



poden trobar són 42b i 42e, ocupant superfícies molt reduïdes. Les formacions arbustives principals corresponen als neretars (31g) i amb menys rellevància a les ginebredes (31h).

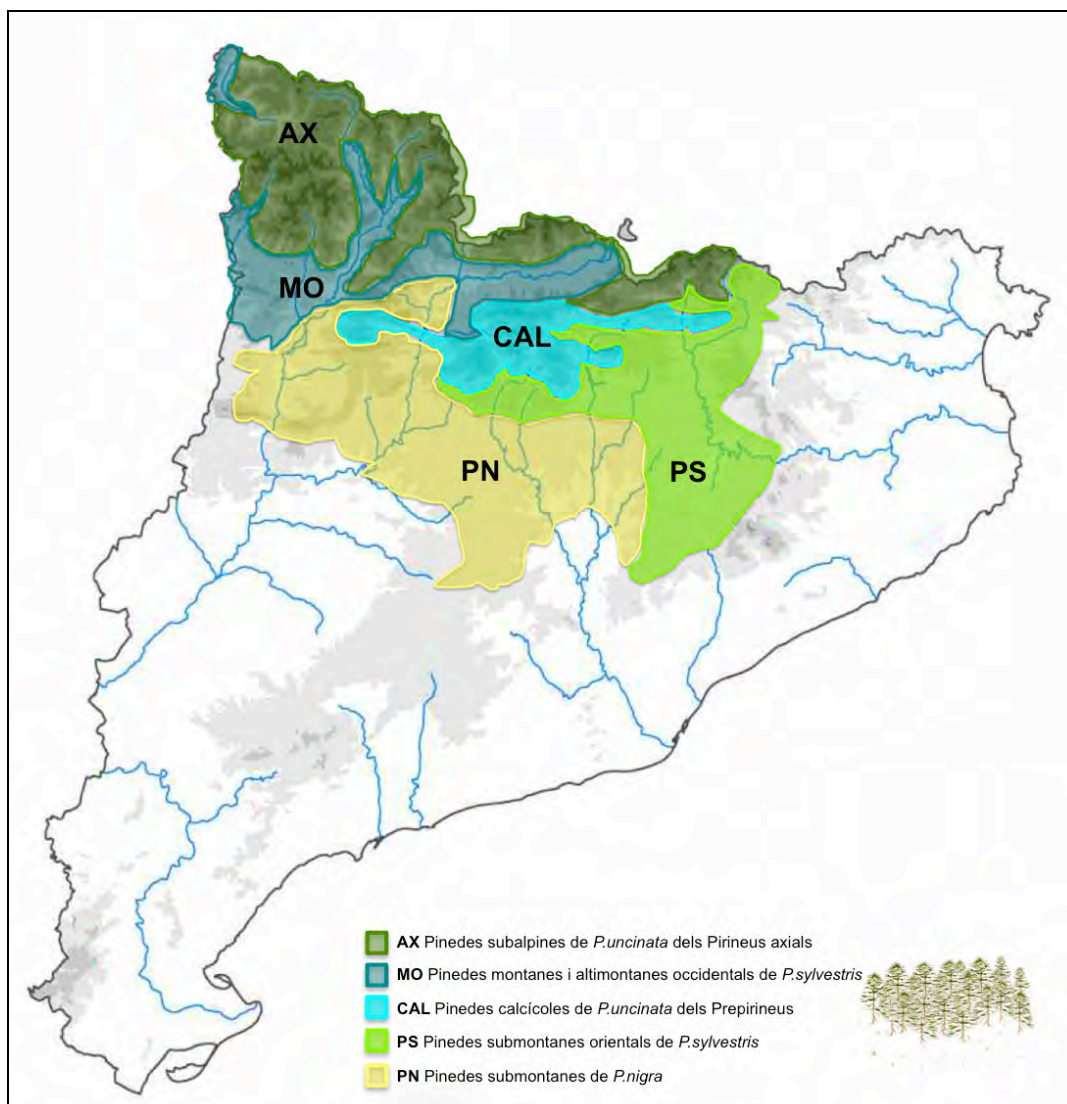


Figura 3.10. Cartografia de la distribució de les cinc tipologies de boscos de coníferes a partir de les dades dels mostrejos en els punts de la figura 3.9, la taula 3.4 i dels mapes generals CHC50 (taules 3.6 i 3.7). Original de l'autor.

- **PINEDES MONTANES I ALTIMONTANES OCCIDENTALS DE PINUS SYLVESTRIS (MO)**

Tipologia formada majoritàriament per pinedes de pi roig de l'estatge montà dels Pirineus centrals de l'estatge montà i les valls occidentals. S'estén per les falques i samontans dels Pirineus orientals centrals a l'estatge altimontà i montà a les valls del Garona, Noguera Ribagorçana, Noguera Pallaresa i Segre a la Cerdanya. Conté dos tipus principals de pinedes montanes: unes de xeròfiles als solells sobre substrats àcids, corresponents a la unitat **42p (Pinedes acidòfiles i xeròfiles de pi roig)**, i altres de mesòfiles als obacs calcínals de la unitat **42k (Pinedes de pi roig amb herba blava)**. També s'hi poden trobar acompanyant les altres comunitats de pi roig la silicícola 42l i la calcícola 42m. S'hi poden trobar diverses taques de cinc tipus diferents de comunitats d'abetoses: 42a 42b 42e 42ag 43a.



- **PINEDES CALCÍCOLES DE PINUS UNCINATA DELS PREPIRINEUS (CAL)**

Tipologia que inclou les pinedes subalpines de pi negre calcícoles o basòfiles dels Prepirineus orientals catalans, esteses en les serres del Boumort, Cadí, Moixeró, Port del Comte i Moixeró. Les principals unitats, que caracteritzen l'hàbitat, són les dues pinedes calcícoles **42h** i **42i**, les **Pinedes de pi negre amb ginebró i ussona** i les **Pineda de pi negre amb flor de vent** respectivament. Ambdues pinedes són característiques respectivament dels solells i les obagues prepirinenques. A l'extrem oriental es poden barrejar, en indrets descalcificats, amb les unitats 42f i 42g més pròpies d'ambients silícics, juntament amb pinedes de pi roig de 42l. Aquesta tipologia palesa la continentalitat d'aquestes serres.

- **PINEDES SUBMONTANES ORIENTALS DE PINUS SYLVESTRIS (PS)**

Tipologia dominada per les pinedes de pi roig a l'est a l'àmbit de la Catalunya Humida, que presenta el màxim pluviomètric de la regió. La comunitat principal i majoritària és la unitat **42n** corresponent a **pinedes submontanes i basòfiles de la Catalunya oriental** de les contrades humides que s'enfilen cap l'estatge montà. La unitat 42k es troba en les contrades montanes més elevades. Localment, a les zones més assolellades i seques s'hi poden trobar les pinedes de pi roig 42m, també calcícoles, els anomenats *Boscós de pi roig neutrobasofils orientals dels pirineus*. No s'hi fan avetoses a la regió. Als indrets descalcificats o més àcids de les muntanyes del nord s'hi troba la unitat 42p, la qual ocupa gairebé en exclusivitat el límit sud d'aquest hàbitat a la zona de Collsacabra i les Guillerries, al nord del Montseny. Cal esmentar la gran superfície de pinedes de pi rajolet no natural corresponents majoritàriament a repoblacions (42r), les quals no obstant poden ser tròficament útils a la llucareta.

- **PINEDES SUBMONTANES DE PINUS NIGRA (PN)**

Tipologia formada per pinedes submediterrànies de pinassa dels ambients continentals de la zona occidental i de la Catalunya central. Inclou hàbitats més eixuts o xèrics que l'anterior tipologia, de la qual es mostraria vicariant. Amb clara vocació submontana, s'estén pels samontans dels Prepirineus, i davalla cap la Catalunya central submediterrània per les valls del Cardener fins poc més enllà de la del Llobregat cap les serres de Castelltallat al Bages i cap l'Anoia. La comunitat clarament majoritària és la de les pinedes de **42t**, els **Boscós de pinassa dels Prepirineus i el territori ausosegàrric**. On la mediterraneïtat es comença a mostrar, a la zona meridional, es barreja amb el pi blanc. Cal comentar que a la zona hi ha moltes hectàrees corresponents a pinedes de pinassa repoblades (42v) les quals són també un recurs tròfic important per a la llucareta.

- **LES AVETOSSES (sense codi)**

No tenen cap paper rellevant com a hàbitat de cria per a la llucareta per les raons abans esmentades. No obstant això poden tenir importància en localitats on es barregen amb el pi negre al pis subalpí i altimontà (Pallars i Vall d'Aran i Ripollès). Tal vegada poden ser emprades per refugiar-s'hi i especialment a la primavera es poden veure llucaretes als llindars de les avetoses aprofitant les llavors de les herbàcies els rasos i les pastures que les circumden (especialment *Taraxacum*, ob. per.). A la regió d'estudi ja ha estat comentat que no són molt rellevants en el paisatge (veure 223) tret del Cadí i el Pedraforca però en contrades gens òptimes per a la llucareta.



3.4 VALORACIÓ DE L'HÀBITAT DE LA LLUCARETA

Atès que la descripció general de cada hàbitat de la zona estudiada dels Prepirineus orientals ja ha estat àmpliament tractada en el seu paràgraf, en aquest apartat s'aïllaran i es discutiran els trets més rellevants que afecten la selecció dels hàbitats, focalitzant-t'ho, de forma puntualitzada, en dues vessants: l'ecològica i la de valoració ambiental dels hàbitats i dividint els aspectes estival i hivernals.

3.4.1 ELS ASPECTES ECOLÒGICS

Es fa una recapitulació per posar de manifest els aspectes ecològics més rellevants que condicionen els hàbitats de la llucareta a l'estiu i a l'hivern.

3.4.1.1 HÀBITATS D'ESTIU

- *Els aspectes geoclimàtics de la regió*
Geoclimàticament hi ha un parell d'aspectes rellevants comentats en l'apartat 313. En primer lloc, la transició Catalunya seca vs Catalunya humida que es dona a la regió permet una gran biodiversitat de comunitats vegetals, cosa que assegura un banc de llavors per a la llucareta fins i tot en condicions de xericitat estival. Per altra banda, la biodiversitat avifaunística, a banda de l'efecte de la transició geoclimàtica abans esmentada, es veu afavorida per la prevalença dels substrats calcaris i la barreja d'aquests amb els silícics, cosa que, com s'ha apuntat anteriorment, pot afavorir l'alta densitat de llucaretes que presenta la població estudiada
- *La importància de les pinedes a la regió*
La zona d'estudi de l'eix Port del Comte-Cadí-Moixeró-Tossa d'Alp, és un espai particularment ric en coníferes, concretament hi ha comunitats de tres espècies, que s'estenen per ambdues vessants de l'eix, en detriment de les frondoses que resten arraulides al fons de les valls i amb un marcat contrast amb les immediates serres del migjorn, on les vessants obagues són cobertes per planifolis. Així, la llucareta troba comparativament més pinedes on establir-se en ambdues vessants, comparativament amb altres massissos catalans en els que es manté aquesta dissimetria florística. Tot i que és conegut el fet que les masses monòtones de pins tenen un efecte negatiu sobre la diversitat ornítica, també es sabut que aquesta pot estar compensada per la fragmentació dels bosc, la presència de prats i l'addició de herbeis sinantròpics cosa que, en conjunt, contribueix a incrementar-la (Carrascal & Lobo, 2003)
- *El paper del pi negre*
El pi negre (*Pinus uncinata*), juga, macrogeogràficament, un paper determinant en l'elecció d'hàbitat i, conseqüentment, en la distribució de la població estudiada. Aquest fet és concordant amb la marcada tendència oròfila i la manifesta preferència pels boscos de coníferes que mostra la llucareta al llarg del seu areal, cosa ja argumentada en capítols anteriors. El pi negre, juga un doble paper en el nínxol de l'espècie: com a recurs estructural i com a recurs tròfic. A començaments del període reproductor ambdós aspectes es donen simultàniament, ja que per una banda actua en un paper important com a suport exclusiu dels nius i per l'altra, com font important de subministrant llavors per pujar els polls
- *Les pinedes calcícoles de pi negre*
Dins dels ambients forestals, els hàbitats reproductors més rellevants són dos tipus de pinedes: *Pineda de pi negre amb flor de vent, o amb soslèria (42i-42.425)* i les *Pinedes de pi negre amb ginebró i ussona (42h-42.4242)*, essent ambdues calcícoles i xeròfiles,



ben repartides i representades als Prepirineus, les quals a la regió es reparteixen en el sector occidental. Són els boscos que concentren més efectius de llucaretes a la regió, tant en el vessant solell com en l'obac. La idoneïtat de l'hàbitat ve referendada pel fet que és on es donen les densitats més elevades de llucaretes reproductores a la zona estudiada i una de les densitats més altes de la península i d'Europa (veure taula 13 i §A4, Borràs & Senar 13). Aquests boscos són triats fisiognòmicament per la llucareta al tractar-se de forests força oberts, esclarissats i vorejats o immersos en una matriu de pastures subalpines rases principalment de *Festucion*, *Mesobromion* o *Bromion erecti*. Com ja s'ha assenyalat en l'apartat 313, la continentalitat d'aquest sector occidental de la regió fa la neu es fongui més ràpidament que a l'extrem oriental, considerat com un tret important per a la selecció de l'hàbitat

- *El paper estival de les pinedes de pi roig*
Les formacions de pi roig (*Pinus sylvestris*) no són seleccionades habitualment com a hàbitat reproductor, tret de les altimontanes, com la *Pineda de pi roig amb herba blava* (42k-42561) les quals es troben en contacte amb les subalpines de pi negre, especialment en la vessant obaga. El seu paper és fonamentalment tròfic, tot i que, com s'ha dit, la llucareta hi pot fer niu en les zones on coincideix amb el pi negre (veure ap. 35 i Capítol 5). Cal ressaltar aquí la peculiaritat de la població estudiada respecte les poblacions ibèriques i dels Pirineus centrals i Occidentals, en les quals, utilitzen el pi roig com a espècie vicariant. Al sistema Central i Sistema Ibèric pel fet de no tenir pràcticament pi negre a les seves serralades (solament al Sistema Ibèric Nord i en poca quantitat), les masses de pi roig són molt importants en la biologia reproductora de la llucareta, essent utilitzat aquest pi tant a nivell estructural com tròfic (en el sentit que s'ha donat a aquests termes en els apartats anteriors). Pedrocchi (1997) comenta que la llucareta no va començar a nidificar en pinedes de pi roig als Pirineus fins la dècada dels setanta del segle XX, just quan coincideix amb l'expansió de l'espècie per la península ibèrica (veure cap. 7)
- *La influència antròpica afaiçonadora de l'entorn subalpi*
La pressió històrica humana sobre els boscos per raons pecuàries i d'obtenció de fusta (veure Capítol 2) és, sens dubte, la responsable de l'afaiçonament actual de l'àrea prepirinenca estudiada, la qual confereix heterogeneïtat a la zona subalpina. En els hàbitats reproductors de la regió, han proliferat en els darrers decennis les pistes d'esquí i les infraestructures i edificacions relacionades amb els esports d'hivern, amb el resultat final de la fragmentació dels boscos originals. Això ha potenciant l'efecte *marge* modificant ostensiblement la superfície de llindar forestal assequible per a la pasturatge de la llucareta. La ramaderia ha modificat l'estrat herbaci, enriquint-lo amb espècies nitròfiles i calcigals i, alhora, manté les pastures rases. Així s'ha vist augmentat el llindar del bosc i la biomassa herbàcia disponible, essent ambdós factors favorables per a la llucareta. Efectivament, la utilització de les pistes d'esquí i els rasos supraforestals com a pastures estivals, condiciona la presència de comunitats ruderals i pioneres de marcat caràcter nitròfil, constituint tot plegat un mosaic heterogeni amb els prats naturals i els boscanys de pi negre. A la creixent humanització d'aquests ambients subalpins i alpins, més accentuada recentment (incursions de vehicles 4x4, excursionisme, esquí, raquetisme...), se l'hi han afegit estructures com estacionaments, refugis, talussos, terraplens, viaranyes i camins en els que s'hi instal·la la vegetació viària i calcigal, la qual forma també part d'aquest mosaic antropogènic esmentat. Carrascal & Lobo (2003) han assenyalat de "la degradació ambiental conseqüència de les activitats



humanes pot influir positivament sobre la diversitat i abundància de les aus” cosa que podem relacionar amb el que acabem de comentar

- *La importància dels rasos i prats subalpins curts*
La presència de gespes i rasos subalpins (vegetació curta i paniculada) al voltant de les àrees forestals de nidificació, està correlacionada amb l'èxit reproductor dels nius situats en aquestes àrees, com ja estat discutit anteriorment. L'activitat de pastura continuada del bestiar, manté a ratlla l'alçada dels seus rasos, cosa que també beneficia a la llucareta (veure apartat 313). La llucareta, doncs, necessita d'espais oberts amb rasos curts
- *La predictibilitat de les llavors*
La predictibilitat de les llavors herbàcies està molt relacionada amb la presència de vegetació sinantròpica i la seva relació amb la ramaderia, i alhora lligada amb el tema de l'heterogeneïtat ambiental el qual és un tema important per a la selecció de l'hàbitat, cosa que ja ha estat comentada en l'apartat 313. Ja s'ha comentat que no totes les comunitats són igualment predictibles d'un any per l'altre.

3.4.1.2 HÀBITATS D'HIVERN

- *El paper de l'espai*
Les àrees ocupades a l'hivern per la llucareta tendeixen a evitar les zones de molta humitat i poca radiació solar, cosa que s'evidencia al fer amb uns quants transectes a la recerca d'estols hivernants. En les àrees de clima fred amb major radiació solar durant l'hivern, les aus tenen menors despeses de termoregulació durant el dia, cosa que afavoreix el seu balanç energètic diari (Carrascal 2003). Tot això explica el rebuig a les àrees d'inversió tèrmica freqüent especialment quan el condicions anticiclòniques hivernals aquestes queden cobertes de boira i explica la tendència a aplegar-se els estols en costers i vessants assolellades
- *El paper de la pinassa*
El boscos submontans de pinassa (*Pinus nigra ssp salzmannii*), *Pinedes de pinassa (Pinus nigra subsp. salzmannii) dels Prepirineus, el territori ausosegàrric i les muntanyes mediterrànies septentrionals (42t-42.632)*. Constitueixen una mena de *buffer range* per dessota de la *core area* que forma el pi negre. Ambdues pinedes són les més rellevants en l'hàbitat de la llucareta, per bé que en èpoques diferents. Els boscanys, les vorades de bosc i els ecotons que formen amb els conreus de la mitja muntanya o fins i tot en indrets de la terra baixa (Bages) formen part de l'entrellat del mosaic agroforestal, la *matriu forestal* del mosaic, on la llucareta passa l'hivern lluny dels espais de cria subalpins. Semblantment al que s'ha comentat pel pi negre, el paper en el nínxol hivernal de la pinassa és doble, un rol tròfic (molt rellevant) de subministrar pinyons en un dels períodes més difícils com és la segona part de la hivernada i, el rol més estructural d'acollir, aixoplugar i servir de zona de joca, sestadors i dormidors pels estols. En aquest sentit el bosc de pinassa té més rellevància que l'equivalent submuntà de pi roig. Les pinasses estan més distribuïdes al sector occidental de la zona, més eixut i continental, al contrari que els boscos de pi roig que ho fan en la zona oriental més humida, fet que facilita avançar l'obertura de les pinyes de la pinassa cosa que dóna accessibilitat abans als pinyons a la llucareta. Fins i tot en determinades circumstàncies, la disponibilitats vernal de pinyons de pinassa pot esperonar que una part de la població intenti una cria vernal de caràcter oportunista en aquest hàbitat submuntà.
- *El paper hivernal de les pinedes de pi roig*



Com ja s'ha esmentat anteriorment, els boscos de pi roig submontans de la comunitat de *Boscos de pi roig neutrobasòfils i mesòfils, dels Pirineus i de les contrades septentrionals* (42n-42.5922+), poden tenir un rellevant paper tròfic a la primavera però no pas reproductor en el context de la cria oportunista (veure ap. 46). La resta de tipologies montanes de boscos de pi roig (42m,42p,42l) són emprades principalment com a bancs de llavors (pinyons i herbes de l'estrat herbaci de les boscanes) en els períodes hivernal i vernal, sense arribar a tenir un protagonisme destacat en la reproducció oportunista (veure ap. 46). No s'ha de menystenir el paper que tenen, com a sestadors, dormidors, refugi i lloc d'aixopluc tant pels individus com pels estols

- *El mosaic agroforestal*

L'hàbitat hivernal per excel·lència és el mosaic agroforestal de la mitja muntanya i la terra baixa central, format per boscos fragmentats de pinassa i pi roig amb una cobertura de quadrícula no superior al 30% i comunitats sinantròpiques diverses amb no gaire cobertura de l'espai, en el qual la vegetació nitròfila, calcigal i viària pren rellevància a la primera part de l'hivern i les llavors dels pins submontans a la segona mitat com a fonts d'aliment. A l'hivern, en el mosaic agroforestal, la vegetació azonal condiona i fixa microgeogràficament la presència dels estols de llucareta durant la tardor. Comparades les comunitats sinantròpiques amb les equivalents subalpines, les montanes són més diverses, abundants en biomassa i ocupen més varietat d'espais: guarets, rostolls, deixius, vores de camins i carreteres, talussos, terraplens, jaces de bestiar, estacionaments, etc., la qual cosa es congruent en un espai d'estructura tessel·lada amb molta heterogeneïtat ambiental. Tot i que no s'ha estudiat per la llucareta, cal considerar que la mida dels fragments de les pinedes (boscanys) i els seu aïllament, té un efecte més important fins i tot que la pròpia estructura de la vegetació sobre la presència de determinades espècies (Carrascal 2004). També cal considerar la capacitat de rastreig de la llucareta a la recerca de verals de vegetació sinantròpica i si la mida d'aquest influeix en la seva detectabilitat, atès, que com ja s'ha comentat, algunes tessel·les de vegetació ruderal útil dins la matriu agroforestal no són mai utilitzades a l'hivern (Carrascal 2004; Santos and Tellería 1985; Tellería, Ramírez, Galarza, Carbonell, Pérez-Tris, and Santos 2008; Tellería and Santos 1985; Tellería and Santos 1986; Tellería et al. 1988).

- *La cria oportunista*

Les masses de pinassa i pi roig, depenent dels anys i de la productivitat de les dues espècies, permeten explicar macrogeogràficament la fidelitat d'aquests estols a les grans zones d'hivernada en l'etapa més crua d'hivern (§A1, §A2, §A6, §A7) atès el rol alimentari que aquestes coníferes duen a terme a finals d'aquest període (veure Capítol 5), i la possibilitat d'endegar processos oportunistes en anys favorables (informació ampliada a l'ap. 44).

3.4.1.3 SINTETITZANT

Finalment, en un intent de sintetitzar, es poden fer les següents afirmacions:

- Els hàbitats amb pins són fonamentals per explicar la biologia de l'espècie, especialment els pins oròfils, concretament el *pi negre*, la qual cosa suposa una clara diferenciació amb les poblacions ibèriques. Permeten explicar especialment el procés reproductor.



- La *pinassa* com a hàbitat té un paper molt rellevant en la biologia hivernal de l'espècie sempre i quan siguin laxes i/o fragmentades. També tenen un paper molt rellevant en la *reproducció oportunista* en les localitats submontanes de l'època vernal
- Els hàbitats amb *pinedes de pi roig* no tenen, a la regió, rellevància en l'hàbitat reproductor, al contrari del que succeeix en les poblacions dels Pirineus occidentals i les ibèriques, però sí que juguen un rol tròfic i de protecció i refugi dels estols molt important fora de l'època de cria
- Malgrat ser un fringíl·lid forestal, les *plantes herbàcies* són indispensables en els seus hàbitats, especialment la presència de rasos curts a l'estiu i de comunitats sinantròpiques a la tardor-hivern les comunitats de les quals han de ser obertes i no tenir massa cobertura del sòl, deixant espai perquè les llucaretes hi pasturin
- Tot i el *caràcter forestal* de la llucareta, els hàbitats en mosaic i els marges del bosc, són els hàbitats favorables tan a l'estiu com a l'hivern. Es pot afirmar, doncs, que té una certa preferència pels ambients en mosaic i que, tot i ser clarament una espècie forestal, és una espècie de marge forestal que defuig les grans masses forestals contínues i compactes, i precisa de rasos oberts a l'entorn
- En el període reproductor el *mosaic subalpí* és difús, atès que les tesselles són poc ostensibles macrogeogràficament parlant i hi domina clarament la matriu forestal, fortament afectada per l'acció antròpica i pecuària. Tanmateix el *mosaic agroforestal* hivernal és més identificable macrogeogràficament atesa la notorietat de l'*efecte tessel·la* ocasionat pels conreus
- Ambdós hàbitats en mosaic tenen en comú una *matriu forestal* amb el factor comú del paper rellevant de les coníferes, la qual, com s'ha dit, és més patent, macrogeogràficament i a la mateixa escala, en el mosaic subalpí i que en l'agroforestal on es mostra més difusa, tot i que, en ambdós casos, són un component de l'hàbitat amb un rol molt important
- Les comunitats azonals *sinantròpiques* o herbeis ruderals i arvenses, juguen un rol tròfic molt rellevant en els dos mosaics, tot i tenir poca "visibilitat" a escala macrogeogràfica (recordar que són vegetacióazonal). Les comunitats *sinantròpiques montanes* són més diversificades que les equivalents subalpines, ocupant més varietat d'espais atesa la seva estructura tessel·lada que li confereix més heterogeneïtat, mentre que la pastura extensiva afavoreix la dispersió de la vegetació ruderal i nitròfila arreu de la zona subalpina
- En els hàbitats subalpins, les comunitats forestals de pi negre són importants per l'elecció de l'hàbitat, i les azonals sinantròpiques determinen localment l'abundància de la llucareta
- A l'hivern, en els hàbitats del mosaic agroforestal, la vegetacióazonal condiona i fixa microgeogràficament la presència dels *estols de llucareta* durant la tardor
- Les zones de costers i vessants assolellades són molt freqüentades atès que afavoreixen menors despeses de termoregulació i són més favorables pel seu balanç energètic diari
- La presència dels hàbitats submontans de *pinassa* i *pi roig*, permeten explicar macrogeogràficament la fidelitat dels estols a les grans zones d'hivernada, tot depenent dels anys i de la productivitat dels pins (§A1, §A2, §A6, §A7), aportant per a aquests forests un pes important en el rol alimentari a finals d'hivern precisament quan les condicions són més crues i dificultoses (veure capítols 4 i 5).



3.4.2 ELS ASPECTES CONSERVACIONISTES

Tal i com s'ha dit en l'introducció, es pretén posar en evidència que la llucareta és un recurs de biodiversitat. A banda d'uns trets que li confereixen els atributs propis de l'espècie (dels quals ja se n'ha parlat en apartats anteriors) també s'hi afegixen atributs que li confereixen els hàbitats que ocupa. Efectivament, bona part dels hàbitats on es troba la llucareta a la regió formen part dels ecosistemes sensibles i valorats a nivell ambiental per la UE com a *hàbitats d'interès comunitari (HIC)* i en alguns casos *hàbitats d'interès prioritari (*)*. A més a més, aquests mateixos hàbitats, alhora, singularitzen i diferencien la població estudiada de les restants poblacions pirinenques i, per descomptat, de les ibèriques. La informació dels hàbitats d'interès es recull en la taula 35, el la que figuren els codis *HIC* i els noms de les comunitats vegetals que formen aquests hàbitats, agrupats pels codis *CHC50*. En total inclou 16 comunitats vegetals integrades en aquests 7 hàbitats d'interès comunitari, 3 de les quals són d'interès prioritari i corresponen a boscos de coníferes. Es poden també consultar les figures 12X, 35, 36, 37, 38 i Taula 33,m per tal d'obtenir més informació de cada una les comunitats d'interès amb els seus mapes de distribució per a la regió.



– PINEDES DE PI NEGRE

- El pi negre (*Pinus uncinata* Ramond ex DC.), l'espècie més important en la biologia de la llucareta, és una conífera endèmica europea que forma els boscos culminants dels Pirineus ocupats en el període reproductor. Totes les comunitats constitueixen *hàbitats d'interès comunitari (HIC)* amb codificació **9430**.
- Les pinedes on la llucareta assoleix unes densitats més elevades, que són les pinedes calcícoles dels ambients menys plujosos i continentals del sector occidental, són ambdues considerades *hàbitats d'interès prioritari* per la UE, ambdues amb la codificació **9430***. Són la *pineda de pi negre amb flor de vent (42i)* i les *pinedes de pi negre amb ginebró i ussona (42h)*. La segona d'aquestes comunitats (42h) és molt sensible ambientalment i està catalogada com amenaçada amb categoria 3 (VVAA, 2011).

– PINEDES DE PINASSA

- Les pinedes de pinassa (*Pinus nigra* Arn. ssp. *salzmannii* (Dunal) Franco) de la varietat *pirenaica*, són també considerades un hàbitat *d'interès prioritari* per la UE (**9430***): *Pinedes de pinassa (Pinus nigra subsp. salzmannii) dels Prepirineus, el territori ausosegàrric i les muntanyes mediterrànies septentrionals (Lonicero xylostei-Pinetum salzmannii) (42t-42.632)*. La pinassa és una espècie de pi molt antiga i un endemisme de les valls pirinenques de clima continental que mereix un interès especial de conservació per part de la UE. Cal esmentar, tot i que estigui fóra de l'àmbit de la tesi, que existeix una variant de pineda de pinassa que no ha estat fins ara esmentada els boscos de pinassa (*Pinus nigra subsp. salzmannii) de les muntanyes meridionals (de Prades i el Montsant al Priorat) (42t-42.637+)*, molt relacionades amb les poblacions de pinasses del Sistema Ibèric, la qual s'esmenta ja que la llucareta hi pot també dur a terme ocasionalment la reproducció oportunista.



HÀBITATS D'INTERÈS COMUNITARI i/o D'INTERÈS PRIORITARI (*)	HÀBITATS DE CONÍFERES 	HÀBITATS D'INTERÈS COMUNITARI i/o D'INTERÈS PRIORITARI (*)	HÀBITATS D'HERBÀCIES 
9430 *	<ul style="list-style-type: none"> 42i : <i>Pulsatillo fontqueri</i>-<i>Pinetum uncinatae</i> (42.425) (Al. <i>Rhododendro-Vaccin</i>ion) 42h : <i>Arctostaphylo uvaeursi</i>-<i>Pinetum uncinatae</i> subass. <i>ramnetosum alpinu</i> [= <i>Cytis</i>o oromediterraneu]-<i>Arctostaphyletum uvae-ursi</i> (42.4242) (Al. <i>Juniperion nanae</i>) 	6170	<ul style="list-style-type: none"> 36m : <i>Oxytropido halleri</i> - <i>Elynetum myosuroidis</i> (36.422) (Al. <i>Oxytropido-Elyny</i>ion) 36n : <i>Festucetum scopariae</i> (36.434) <i>Oxytropida amethysteae</i>-<i>Caricetum humilis</i> <i>Onosmo bubanii</i>-<i>Caricetum humilis</i> (Al. <i>Festucian scopariae</i>)
9430	<ul style="list-style-type: none"> 42f : <i>Saxifraga geranoidis</i>-<i>Rhododendretum ferrugineae</i> subass. <i>pinetosum uncinatae</i> (42.413) (Al. <i>Rhododendro-Vaccin</i>ion) 42g : <i>Veronico officinalis</i>-<i>Pinetum sylvestris</i> subass. <i>pinetosum uncinatae</i>. (42.4241) (Al. <i>Deschampsio-pinenion</i>) 	6210	<ul style="list-style-type: none"> 34b : <i>Euphrasio-Plantaginatum mediae</i> (34.32611+) <i>Alchemillo-Festucetum nigrescentis</i> (Al. <i>Bromion erecti</i>) 34d : <i>Teucrium pyrenaici</i>-<i>Brometum erecti</i> (34.33261+) <i>Lino viscosi</i>-<i>Brometum erecti</i> (Al. <i>Xerobromion erecti</i>)
9530 *	<ul style="list-style-type: none"> 42t : <i>Lonicera xylostei</i>-<i>Pinetum salzmanni</i> (42.632) (Al. <i>Quercion pubescenti-sessiliflorae</i>) 	6510	<ul style="list-style-type: none"> 38b : <i>Rhinantha-Trisetetum</i> (38.23) <i>Tragopogo-Lolietum</i> (Al. <i>Arrhenatherion</i>)
		6520	<ul style="list-style-type: none"> 38d : <i>Trisetum-Polygonion</i> (38.3) (Al. <i>Arrhenatherion</i>)

Taules 3.5. Hàbitats d'interès comunitari rellevants en la biologia de la *Ilucareta* a la zona prepirinenca

- Com ja s'ha indicat, a més a més de possibilitar la supervivència hivernal, la presència de les pinedes de pinassa possibiliten, com ja s'ha dit, la realització de la cria oportunista vernal, la qual cosa és un tret gairebé únic i exclusiu de les poblacions ibèriques de *Ilucareta*. Les pinedes de pinassa tenen un paper similar en la biologia hivernal de les poblacions de *Ilucaretos* hivernants als Sud de França a la zona de la Provença a ambdós costats del Roine (Marki & Adamek 2013) tot i que aquelles masses no són tan extenses com les de la regió d'estudi. Tampoc hi ha bibliografia que expliqui si es dona la reproducció oportunista en aquell sector, cosa que permetria tenir una referència més pels hàbitats de pinassa de la regió d'estudi. El significat biològic d'aquesta reproducció es dona en l'apartat 44.
 - Atès que al menys una part dels migrats hivernants a Catalunya són extra-pirineus (veure apartat 43), i que molts ho fan a la regió, cal considerar la importància ecològica de les pinasses i el valor ambiental que aquestes representen pel conjunt de la població europea.
- PRATS I RASOS
- Dels onze hàbitats herbacis i arboris més rellevants a la zona prepirinenca en el període reproductor sis estan considerats com *Hàbitats d'Interès Comunitari (HIC)* atesa la seva condició de comunitats calcícoles de reduïda distribució a Europa (veure taula 34). Els dos hàbitats del codi **6170** són prats calcícoles d'ambients xeròfils i rocosos de l'ambient subalpí i alpí: *Prats d'ussona (Festuca gautieri)* i comunitats anàlogues, calcícoles i mesoxeròfils, de l'alta muntanya pirinenca (**36n**) i *Pastures calcícoles d'èlina o Prats de Kobresia myosuroides, calcícoles, de l'estatge alpí dels Pirineus (36m)*. Les altres dues comunitats del codi **6210** són pastures calcícoles, mesòfiles i xeròfiles, distribuïdes des de l'ambient submontà fins al subalpí: *Prats calcícoles i mesòfils, amb Festuca nigrescens, Plantago media (plantatge), Galium verum (espunyidella groga), Cirsium acaule...*, de la muntanya mitjana i de l'estatge subalpí dels Pirineus i de les terres properes (**34b**) i *Prats basòfils i xeròfils, amb Festuca ovina, Avenula iberica, Bromus erectus, Brachypodium phoenicoides, Seseli montanum, Teucrium pyrenaicum (angelins)...*, de l'estatge montà dels Pirineus (**34d**). Els altres dos hàbitats corresponen a prats de dall: el **6510**, els *Prats dalladors amb fromental (Arrhenatherum elatius)*, dels estatsges submontà i montà, principalment dels Pirineus (**38b**), de més rellevància fora



de l'època de cria i el 6520: Prats dalladors mesohigròfils i comunitats anàlogues, dels estatges altimontà i subalpí dels Pirineus (38d), més rellevants a la primavera.

LA DISTRIBUCIÓ

3.5 DISTRIBUCIÓ ESTIVAL

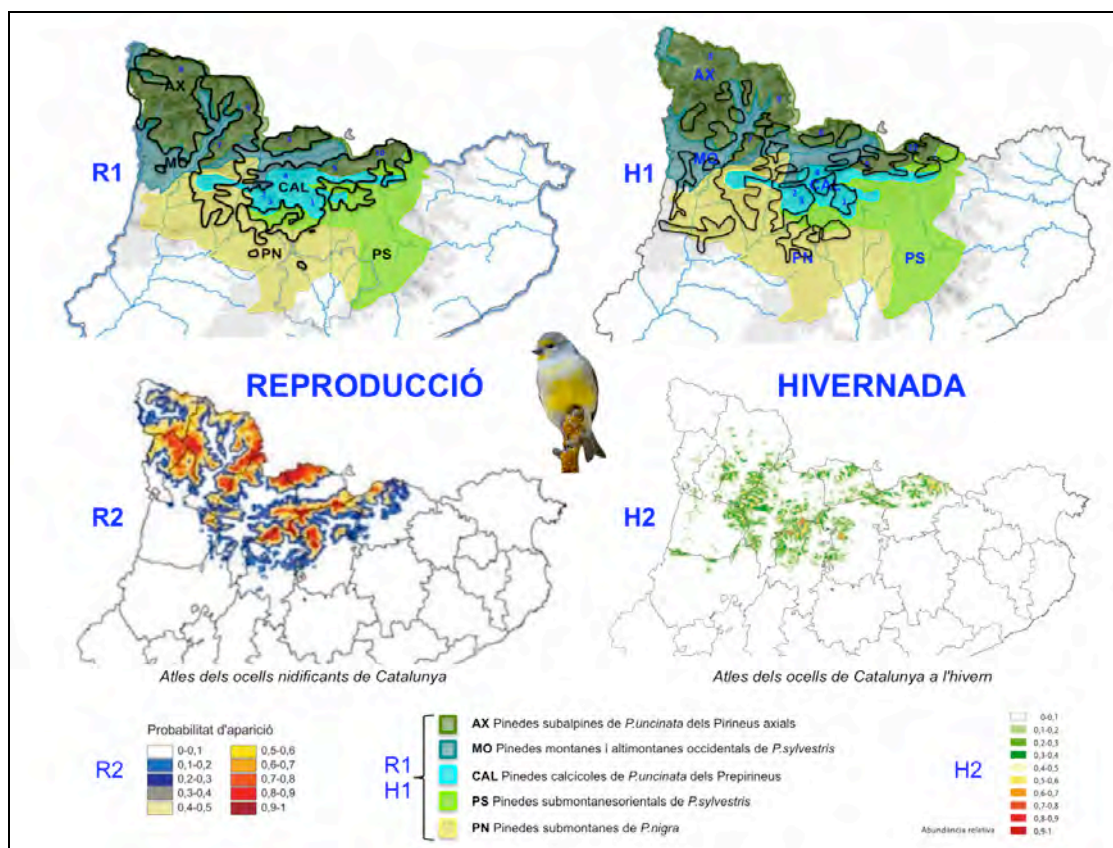


Figura 3.12. Comparació de la distribució hivernal (H2) i la distribució en període reproductor (R2) amb els mapes de tipologies de coníferes. H1 i R1 mostren la superposició d'ambdues cartografies. Original de l'autor, basada en els mapes de Borràs et al. 2011 i Borràs et al. 2003.

En l'apartat 313 es fa esment als paràmetres que determinen les preferències de l'hàbitat de reproducció a Catalunya, que situen a la llucareta distribuïda clarament en hàbitats de la zona subalpina. L'objectiu d'aquest apartat és relacionar la distribució geogràfica de la llucareta basada en el mapa de l'Atlas dels ocells nidificants de Catalunya en el període 1999-2002 (2003) amb el de les tipologies de coníferes (fig. 311), de l'apartat 341 per tal d'intentar treure conclusions a nivell regional i territorial. El mapa de reproducció de la llucareta contingut de l'Atlas actualment és el mapa més fiable que pot trobar-se de la seva distribució. No obstant, hi ha alguns inconvenients. En primer lloc, les dades s'han mostrejat en un període curt, de quatre anys, (Borràs et al. 2010). A més a més, cal tenir present que l'ocurrència de la cria oportunista, o itinerant, pot modificar d'un any per l'altre l'àrea de reproducció. En els pins montans de la zona submontana-montana (pinassa i pi roig), la variabilitat del fenomen d'anyivoria condiciona la disponibilitat de llavors i, consegüentment, la cria oportunista. Així, segons quan es dona aquest fenomen augmenten les localitats amb



presència reproductora a les zones submontanes i montanes meridionals del mapa considerat, fet que fa variar de forma ostensible l'areal.

La superposició dels dos mapes mostra diversos aspectes a considerar:

- L'areal de reproducció està localitzada a la zona pirinenca catalana central i oriental
- L'areal de reproducció està ubicat a la zona de distribució natural dels pins a Catalunya
- L'areal reproductor de la llucareta coincideix majoritàriament amb les zones **AX** i **CAL**, que corresponen a la distribució del pi negre a la zona pirinenca axial i la dels Prepirineus calcaris.
- Els hàbitats montans i submontans del pi roig (**PO** i **PS**) no presenten pràcticament cap zona reproductora

A la zona de la pinassa (**PN**) hi ha algunes àrees de reproducció que corresponen a les zones on la llucareta practica l'oportunisme (veure fig 44) i per tant, són una part

- variable de l'areal, ja que existeix una *zona potencial* de cria oportunista que abasta la pràctica totalitat de la zona **PN**.

La informació que se'n després d'aquesta comparació no fa res més que referendar a nivell macrogeogràfic el que ha estat comentat, a nivell d'hàbitat, a nivell microgeogràfic en els apartats anteriors. Es pot concloure, doncs, la gran importància del pi negre i la poca rellevància del pi roig en l'hàbitat reproductor i en la distribució estival de la llucareta i la importància de la pinassa com a possible zona de cria oportunista. Tot això fa que existeixi una veritable *àrea buffer*, la zona de distribució de la pinassa, la qual pot actuar com escenari de possibles situacions de cria oportunista.

3.6 DISTRIBUCIÓ HIVERNAL

Les variables meteorològiques que determinen la distribució geogràfica, segons els dos models de *MaxEnt* les que l'expliquen (veure §A1), són la temperatura mitjana anual i la precipitació del mes més sec. La zona tèrmica més òptima està entre els 8º i 13º, i la precipitació del mes més sec és de l'ordre de 30 ml. Altrament en aquest article també es comenta la importància de la presència de la matriu boscosa en les zones d'hivernada de la llucareta, atès que necessita espais amb cobertura inferior al 30%. Per tant es pot afirmar que rebutja per hivernar les àrees molt humides i fredes, amb boscos continus i atapeïts. Paral·lelament a com s'ha fet en l'apartat anterior, l'objectiu del present apartat és cercar pautes de la distribució hivernal en l'àmbit geogràfic que siguin apreciables cartogràficament, i si és possible relacionar-ho amb la vegetació. S'utilitzen les dades del mapa de *l'Atlas dels ocells de Catalunya a l'hivern* en el període 2006-2009. Això pot suposar un biaix ja que l'areal que s'utilitzarà correspon a un període molt curt de prospecció i sotmès a diferents variables que poden influir els resultats (com es comentarà més endavant), però que segons considera l'autor, és l'únic areal d'hivernada disponible, tot i que segurament l'areal real és un xic més ampli (§A1). La superposició del mapa de distribució *l'Atlas* amb el mapa de la figura 312, ens mostra quatre aspectes de la hivernada de la llucareta relacionats amb la vegetació:

- Les llucaretes abandonen les àrees més elevades (**AX**) a l'arribar l'hivern. En les zones pirinenques solament poden romandre a l'hivern si la neu és absent i les condicions meteorològiques benignes, i ho faria en costers assolellats prop de les pinedes de pi negre i pi roig altimontà. Les àrees prepirinenques on davalla habitualment són els costers montans-submontans assolellats i les valls arrecerades properes



- La zona principal d'hivernada correspon al domini de la pinassa (**PN**) que són els boscos submontans majoritaris del sector occidental ausosegàrric, conjuntament amb l'agrosistema associat en les zones amb més presència agrícola
- La zona del pi roig montanes (**MO**), més freda i humida, presenta poques zones d'hivernada
- La zona submontana oriental, amb domini del pi roig (**PS**) no és tan freqüentada per la llucareta, atesa la seva humitat elevada i més baixes temperatures, comparades amb les de pinassa (PN). No obstant, tot depèn de la fructificació relativa pinassa/pi roig de l'any considerat.

A banda, també es poden treure conclusions geogràfiques relacionades amb les preferències d'hàbitat comentades en els capítols anteriors:

- Des del punt de vista fisiogràfic, l'areal hivernal es distribueix per les zones del territori ausosegàrric i dels Prepirineus centrals i orientals de marcat caràcter continental, zona amb variables meteorològiques coincidents amb les donades a l'apartat 313
- En aquestes àrees la llucareta defuig les comarques planes occidentals de la depressió de l'Ebre on les boires són més persistents, cosa que podria afectar negativament el seu balanç energètic diari, tal i com s'ha argumentat en l'apartat 341
- Altrament, les zones més orientals del Principat, l'anomenada Catalunya Humida (per sobre de la isohieta dels 600 ml) tampoc és idònia per a la llucareta, cosa que es pot relacionar amb la major presència d'espècies frondoses caducifòlies i alzinars en aquetes contrades llevantines, en detriment de les coníferes
- Tot i que hi ha registres de llucaretes a les zones litorals i prelitorals, el mapa d'atles no nostra cap zona d'hivernada en aquestes contrades de marcat caràcter mediterrani, per la qual cosa es pot presumir que aquestes àrees són utilitzades únicament en el pas i l'erratisme tardoral.

Els mapes obtinguts pel *mètode atles* són els més reals que hom pot disposar però també presenten problemes i inconvenients, la qual cosa fa que s'hagi de tenir precaució en l'ús d'aquestes dades. Hi ha un seguit de factors microgeogràfics que poden influir en la concreció dels mapes de distribució hivernal en la llucareta. Aquests són de molt diversa índole com ara els lligats a la distribució dels conreus i els rostolls, l'afectació de les subvencions en la política agrària que determina la presència i abundància de determinats sembrats, les disposicions i normatives de la PAC que afecten l'existència dels guarets, erms i deixius, els relacionats amb els focs forestals estivals i les circumstàncies meteorològiques que s'han donat durant el període de prospecció. Tots aquests factors poden tenir influència en la quantitat i qualitat de localitats adients per a la llucareta a l'hivern i això pot afectar la seva detectabilitat i presència. La productivitat dels pins montans, especialment de la pinassa, també és un factor clau a considerar (l'àrea *buffer* esmentada en l'apartat anterior). Altrament, l'arribada o no de migrants extra europeus (lligat o no a les inclemències meteorològiques a l'Europa central) pot influir en la presència no habitual de migrants en determinades contrades a l'hivern.







CAPÍTOL 4



Masle de Ilucareta a finals d'estiu al Port del Comte. Foto A. Borràs



EL CICLE BIOLÒGIC



✚ *La veritat sorgeix de les coses més simples*
GREGOR MENDEL

✚ *El que és important no és el que mires, sinó el que veus.*
HENRY DAVID THOREAU



1 EL CICLE BIOLÒGIC DE LA LLUCARETA

4.1 PARÀMETRES DE LA REPRODUCCIÓ SUBALPINA

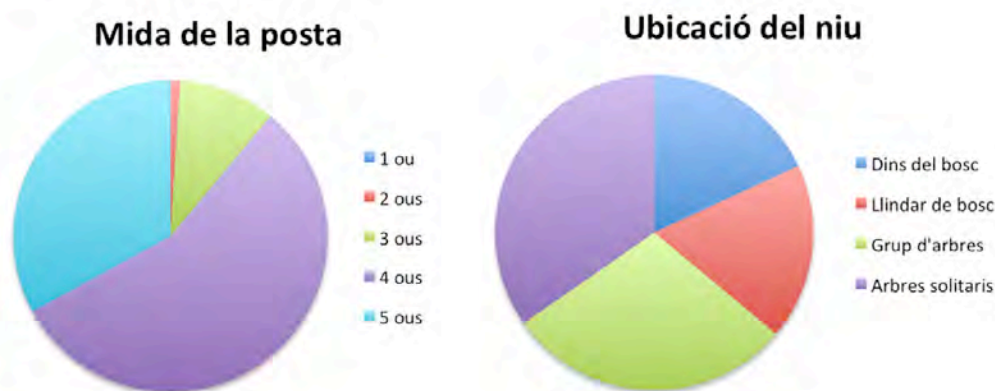


Figura 4.1 . La figura mostra la distribució de les mides de les postes analitzades i les ubicacions dels nius ($n=72$) a l'estudi de la reproducció de la llucareta al massís del Port del Comte . Elaborat per l'autor partir de §A3.

El període reproductor és un període clau dintre del cicle biològic d'una espècie. Es descriuen els paràmetres que afecten la cria en les zones subalpines considerades com a típiques àrees de reproducció de l'espècie, ja que la descripció de l'hàbitat ja ha estat efectuada en el capítol 3. La llucareta es reproduïx en la franja subalpina compresa entre els 1800 i els 2100 m. La població de llucaretes que acull la zona és notable, ja que es calcula que solament al massís del Port del Comte hi ha entre 1200 i 2400 parelles reproductores (§A4). Es conegut que la llucareta tendeix a criar de forma *semi-colonial* (Cramp and Perrins 1994), cosa que vol dir que apareix en grupets aïllats, de 5 a 25 parelles, que ocupen un espai determinat i deixen àmplies zones, aparentment òptimes, totalment desocupades (§A4).

	$F_{1,212}$	P
Locality	13.21	< 0.001
Age	4.35	0.04
Sex	0.13	0.72
Locality \times Age	0.51	0.48
Locality \times Sex	0.01	0.92
Age \times Sex	0.05	0.82
Locality \times Age \times Sex	0.03	0.87

Taula 4.1. ANOVA de tres vies sobre la variació de la velocitat de muda de la llucareta segons localitat (Bòfia vs. Vansa), edat (adults vs. juvenils) i sexe. De § A5.

Les dades dels paràmetres reproductius de la llucareta es basen en un total de 72 nius actius trobats a la zona d'estudi del massís del Port del Comte (§A3 & §A4), un espai representatiu de les poblacions prepirinenques, durant els mesos d'abril a juny de la temporada 2002. No hi va haver diferència significativa en la distància al niu proper del niu d'una parella amb la parella veïna en les localitats estudiades, per la qual cosa segueix el mateix esquema reproductor que la majoria de poblacions estudiades. Tampoc es va trobar diferència entre localitats reproductores (tret de diferències puntuals no significatives) dins del massís pel que fa a la distància dels nius als llocs amb implantació de recursos alimentaris importants (com *Taraxacum officinale*, pinedes de *Pinus uncinata* o pastures i altres fonts d'herbes) cosa que estandarditza igualment les poblacions estudiades al massís.



L'activitat de construcció dels nius va mostrar dos pics. Un primer a meitats d'abril (16/04 al 20/04) i el segon a finals de maig (26/05 a 30/05) (§A3) (Figura 41). El període de reproducció de l'espècie a la zona subalpina es pot definir per tant entre principis d'abril a principis de juny.

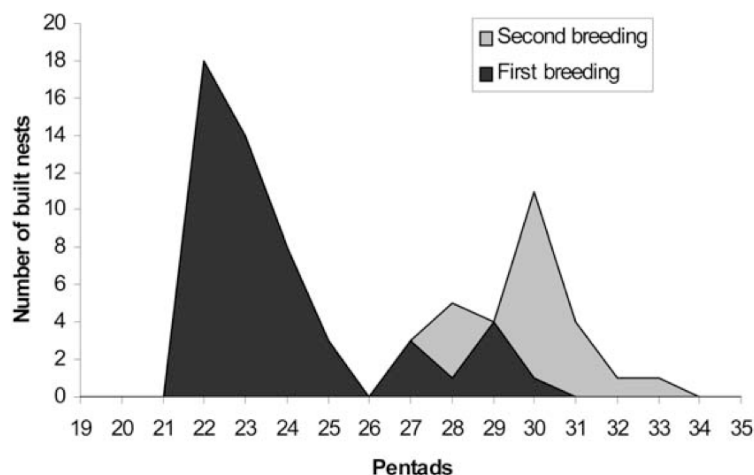


Figura 4.2. La figura mostra la distribució de les dates d'inici de la construcció del niu en primeres i segones postes de *Ilucareta* al Port del Comte ($n=72$). Les segones postes a partir del 26 de maig es van assignar per observació directa de femelles que construïen nius a la vegada que païxen pollets en un altre niu o per nius construïts molt a prop del niu on havien volat els pollets. Elaborat per l'autor a partir de §A3.

La major part dels nius es van situar en zones de boscos laxes (81%, $n=72$), ja fossin en arbres solitaris, petits grupets d'arbres (tipus boscanys o boscos fragmentats), o arbres situats en el llindar del bosc. Tan sols una petita part dels nius (19%, $n=72$) es van situar dins del bosc, mai en boscos molt esponerosos (Fig. 41) (§A3). Els nius es construïen en els pins a 7,7 m d'alçada de mitjana ($n=62$) en espais amb pendent de 13,4º de mitjana ($n=62$). El Pi negre (*Pinus uncinata*) va ser l'espècie majoritàriament escollida per situar el niu (91%, $n=89$), per be que una petita part dels nius es van construir sobre Pi roig (*Pinus sylvestris*) (9%, $n=8$) (§A3). La mida mitjana de la posta va ser 4,2 ous (SE=0,7, $n=46$), i el major percentatge de postes van estar formades per 4 ous (Figura 41) (§A3). El 56% dels ous van descloure amb èxit, i el nombre de nius en que van envolar va ser del 55% (§A3). El nombre de nius malmesos va ser del 41% ($n=56$). D'aquests, 13 van ser depredats, vuit van abandonar per condicions meteorològiques adverses, i uns altres vuit ho van ser per raons desconegudes (§A3).

4.2 MUDA

A causa d'una reducció associada a la superfície alar, la muda normalment deteriora la capacitat de vol i augmenta el risc de depredació (Sneddon and Swaddle 1999; Swaddle et al. 1999; Swaddle and Witter 1997; Swaddle et al. 1996), per tant, és lògic esperar que les aus augmentin la seva velocitat de muda per tal de reduir la durada de la mateixa, cosa que facilita la reducció de costos energètics a part de reduir la vulnerabilitat davant dels depredadors.



INICI DE LA MUDA DE LES PLOMES PRIMÀRIES					
	n	a	b	Dies des de 1 Juny (ee)	Inici de muda
Masclles	1208	4,07	0,076	53,3 (13,1)	24 July
Femelles	773	4,59	0,086	53,1 (11,6)	24 July
Juvenils 1er any	1189	4,56	0,088	52,1 (11,4)	23 July
Adults	783	4,09	0,076	53,5 (13,1)	24 July

Taula 4.2. Moment d'inici de la muda de les primàries primari segons sexe i edat (juvenils de 1er any vs adults). Proves de comparació, localitat: $P = 0,24$, el sexe: $P = 0,73$, edat: $P = 0,01$. N : grandària de la mostra, a : intercepció i b : pendent per al model de regressió relativa presència / absència de la muda per a cada au al nombre de dies des de l'1 de juny, d'acord amb Rothery & Newton (2002). De §A5.

i a §A5) mostra que els adults de llucareta muden més ràpidament que els juvenils de primer any (5 o yearlings) (Taula 42). No es va detectar cap efecte del sexe sobre la muda. L'efecte de la localitat sí que va afectar significativament la muda, en les dues localitats considerades (Vansa i Bòfia), tema que serà tractat en el capítol 6 (ap. 65). La data d'inici de la muda principal no diferia ni entre sexes ni entre localitats (Taula 42). No obstant això, de mitjana, els ocells d'un any van començar la muda 1,4 dies abans que els adults (Taula 42). Els juvenils de primer any van acabar la muda de les primària 13,6 dies més tard que els adults. Tampoc es van trobar diferències entre els sexes.

FINALITZACIÓ DE LA MUDA DE LES PLOMES PRIMÀRIES					
	n	a	b	Dies des de 1 Juny (ee)	Inici de muda
Total	454	8,34	-0,065	129,9 (15,4)	8 Octubre
Masclle	219	9,29	-0,072	129,8 (14,0)	8 Octubre
Femelles	231	8,45	-0,066	129,5 (15,2)	7 Octubre
Juvenil 1er any	144	8,3	-0,059	140,3 (16,9)	19 Octubre
Adults	299	10,35	-0,082	126,7 (12,2)	5 Octubre

Taula 4.3. Moment de finalització de la muda de les plomes primàries i segons sexe i edat (juvenils de 1er any vs adults). Proves de comparació, el sexe: $P = 0,35$, edat: $p < 0,0001$. N : grandària de la mostra, a : intercepció i b : pendent per al model de regressió relativa presència / absència de la muda per a cada au al nombre de dies des de l'1 de juny, segons (Rothery and Newton 2002). De §A5.

poden reunir-se en àrees especials per a la muda (Ellegren and Staav 1990; Young 1991). A la regió prepirinenca estudiada aquestes àrees es troben en zones on, a banda de la vegetació pradenca, la vegetació sinantròpica -i lligada al bestiar- és molt abundant i donen una elevada quantitat de llavors en la temporada serotinal. Així els sestadors de bestiar, les vorades de les pistes forestals, els herbassars calcigals, alguns prats pasturats, etc., són espais on es troben les comunitats que subministren les plantes que alimenten els ocells durant la muda. Les comunitats principals són: els cardassars de l'*Onopordietalia acanthii* (*Cirsium*, *Carduus*, *Onopordum*) i els herbassars nitrogenats i calcigats lligats al bestiar *Chenopodio boni-henrici-Taraxacetum pyrenaici*, (*Rumex*, *Chenopodium bonus-*

Se suposa que en un ocell la durada de la muda i velocitat en que aquesta es duu a terme, reflecteix la seva condició física (Jenni and Winkler 1994). Ja que la condició física d'un ocell es relaciona amb la qualitat del seu hàbitat (Wiens 1989), podríem, per tant, fer la predicció que les aus que ocupen hàbitats de diferent qualitat han de diferir en la velocitat a la que muden les seves plomes. Aplicant la metodologia de Bensch & Grahn (1993) del model de regressió linear del forat de muda sobre les primàries (comentat a l'apartat 23 del capítol material i mètodes

Les aus seleccionen àrees òptimes on mudar, amb menjar de qualitat, amb menys depredadors, etc., i allí s'hi concentren per passar el període de muda. Aquestes àrees de muda són hàbitats de bona qualitat on les òptimes condicions permeten augmentar la velocitat de la muda i així reduir la durada d'aquest període energèticament tant exigent (Walsberg 1983a; Walsberg 1983b).

Aquest fenomen és ben conegut en oques, ànecs i limícoles (Jehl 1990; Kjellén 1994; Salomonsen 1968), tot i que, últimament, s'estan trobant més casos de passeriformes migradors de llarga distància que també



henricus), *Arction lapae* (*Urtica*), *Poion supinae* (*Taraxacum dissectum*, *Poa supina*, *Polygonum aviculare*). Per ampliar informació veure els apartats 3223 i 561, referits, respectivament, a l'hàbitat i a l'alimentació.

Ref.	Anillo	Fecha	Localidad reproductora	Localización	Fecha	Localidad invernada	Localización	Km/Dir.
1	506825	11/07/1993	Sitgeses (Girona)	42 23 N 02 18 E	29/02/1992	Lladurs (Lleida)	4204 N 01 29 E	78 ENE
2	641964	20/05/1995	Chamaloc, Sarthe (Francia)	44 48 N 05 23 E	13/11/1993	Solsona (Lleida)	41 59 N 01 25 E	440 NNE
3	4429564	29/03/2003	Vallon de Combeau (Francia)	44 44 N 05 33 E	14/12/2003	Solsona (Lleida)	41 59 N 01 31 E	445 OSO
4	913199	11/04/1999	Bigüezal (Navarra)	42 40 N 01 08 O	26/02/2000	Olius (Lleida)	42 04 N 01 34 E	234 ONO
5	980773	25/07/1999	Isoba (Navarra)	45 58 N 00 48 O	07/12/1999	Lladurs (Lleida)	4204 N 01 29 E	212 ONO
6	444781	25/06/1959	Coll Bretolet (Suïça)	46 09 N 06 47 E	25/10/1959	Sallent (Barcelona)	41 49 N 01 53 E	625 SO
7	N745471	10/07/2011	Montgarrí, Vall d'Aran (Lleida)	42 45 N 00 59 E	03/10/2009	Oden (Lleida)	42 12 N 01 31 E	79 NNO
8	N309684	29/07/2006	Queralbs (Girona)	42 22 N 02 09 E	28/10/2006	Lladurs (Lleida)	4304 N 01 29 E	65 ENE
9	DN3175	08/07/2007	Beret, Vall d'Aran (Lleida)	42 45 N 00 58 E	31/01/2009	Lladurs (Lleida)	4404 N 01 29 E	91 NNE
10	FN4363	09/08/2008	Rialp (Lleida)	42 25 N 01 12 E	25/10/2008	Lladurs (Lleida)	4504 N 01 29 E	53 NNE
11	AF8819	24/03/2002	Bigüezal (Navarra)	42 41 N 01 10 O	11/10/2003	Lles (Girona)	42 25 N 01 40 E	238 ESE
12	L498782	30/07/2002	Oden (Lleida)	42 12 N 01 31 E	20/01/2005	Cutor (Málaga)	36 51 N 04 13 O	759 SO
13	480455	28/06/1991	Oden (Lleida)	43 12 N 01 31 E	10/12/2000	San Martín de la Vega (Madrid)	40 14 N 03 33 O	467 OSO
14	N165870	11/06/2005	Oden (Lleida)	42 00 N 01 40 E	21/01/2006	Carcedilla (Madrid)	40 45 N 04 03 O	523 O
15	ER3560	28/03/2009	Navés (Lleida)	41 59 N 01 39 E	03/07/2009	Rialp (Lleida)	42 25 N 01 12 E	52 NNO
16	KE8518	24/07/2010	Queralbs (Girona)	42 22 N 02 09 E	29/12/2010	Montizan (Jaén)	38 23 N 03 06 O	627 OSO
17	—	07/07/1969	La Liguria (Italia)	—	23/01/1971	Provincia de Valencia	—	946 SO
18	EH3366	12/07/2009	Villoslada de Cameros (Rioja)	42 04 N 02 41 O	21/01/2007	El Escorial (Madrid)	40 35 N 04 05 O	203 NE
19	288257	30/03/2002	Bigüezal (Navarra)	42 41 N 01 10 O	11/02/2001	Valdecabras (Cuenca)	40 09 N 02 02 O	291 NNE
20	FJ5715	23/05/2010	Villoslada (Rioja)	42 04 N 02 41 O	08/03/2008	Roscafria (Madrid)	40 51 N 03 53 O	168 NE
21	P89472	20/07/1987	Vinuesa (Soria)	41 57 N 02 46 O	12/11/1983	Revenga (Segovia)	40 50 N 04 05 O	166 SO
22	N165870	11/06/2005	Tuixán (Lleida)	46 12 N 01 31 E	21/01/2006	Navacerrada (Madrid)	40 45 N 04 03 O	523 SO
23	Z24710	14/04/2007	Bigüezal (Navarra)	42 40 N 01 08 O	06/03/2010	Montpel (Lleida)	42 05 N 01 23 E	220 NO

Taula 4.4. La taula els desplaçaments de les llucaretes entre les seves àrees de cria i les d'hivernada. Només s'han tabulat els moviments de més de 50 km. Per a cada individu s'indica la data, la localitat i la localització de la captura realitzada en àrea i/o data típica de cria i de la captura d'aquest mateix individu realitzada en àrea i/o data típica d'hivernada. Es proporciona també la distància entre les dues localitats i la direcció de la recaptura. La Referència es correspon amb els ocells anellats i recapturats marcadets en les figures 431-434. De Borràs, A., Cabrera, J., Colomé, X., & Senar, J.C. (2012)

4.3 DESPLAÇAMENTS

4.3.1 ELS MOVIMENTS MIGRATORIS

Tradicionalment la llucareta s'havia considerat com un migrant altitudinal i de curta distància (Cramp & Perrins 1994; Glutz & Bauer 1997). La majoria d'autors suggerien que la major part dels efectius hivernaven a altituds mitjanes (> 1.000m msnm), per bé que les fortes nevades podrien forçar les llucaretes a establir-se de forma temporal a menors altituds (Cramp and Perrins 1994; Dejonghe 1991; Glutz and Bauer 1997; Märki 1976). Les primeres dades sobre els moviments de l'espècie bo i acabada la reproducció procedien dels estudis realitzats a l'Europa central (Crousaz and Lebreton 1963). Aquests mostraven com les llucaretes reproductores dels Alps abandonaven les muntanyes per hivernar al cantó suís de Valais al sud-oest de la serralada i amb menys freqüència en el vessant oposat del Jura i Alps del nord. De forma més regular que a Suïssa, la hivernada també tenia lloc en zones de mitja muntanya del sud de França, principalment en les Cévennes i en la vora occidental dels Alps del Vercors a Muntanyes de Vaucluse i al sud de Mont Ventoux (Bezzel and Brandl 1988; Cramp and Perrins 1994; Crousaz and Lebreton 1963; Dejonghe 1991; Glutz and Bauer 1997; Zink and Bairlein 1995). No obstant això, val la pena assenyalar també aquí que a l'hivern 1959-1960 es va detectar als Alps francesos uns importants moviments de llucaretes (Crousaz & Lebreton 1963), que van ser posteriorment detectats del 9 al 20 de gener al sud-est de França, a Var, com un veritable moviment irruptiu (Bourrillon 1961). En el mateix hivern es van capturar diversos exemplars de llucareta a la Serra de Collserola, a Barcelona (Balcells, 1961). Estudis més recents a la Península confirmen que si bé una bona part de la població realitza a l'hivern moviments altitudinals (Borràs et al. 2011a), una part dels efectius pot realitzar importants moviments de centenars de quilòmetres (Borràs et al. 2005a; Borràs and Senar 2013), §A10. Dades



procedents d'anelladors italians mostren com l'espècie pot, efectivament, realitzar moviments migratoris quan arriba l'hivern (Fornasari et al. 1998), la qual cosa confirma la visió proposada anys enrere per Crousaz & Lebreton (1963) (veure Fig. 43, # 17).

Els mapes probabilístics del primer *Atlas de las Aves en Invierno en España 2007-2010* (Borras & Senar, 2013) suggereixen tres àrees principals d'hivernada de l'espècie a Iberia: la Catalunya Central, el Sistema Ibèric sud i el Sistema Ibèric nord. Atenent a les recuperacions d'ocells anellats (veure després), a aquestes àrees els hauríem d'afegir la zona del Sistema Central i la del Sistema Bètic (fig. 3). A Espanya s'han anellat fins a 2011 gairebé 23.000 llucaretes (dades *Centro de Migración*). L'esforç de diferents grups d'anellament, alguns dels quals s'han especialitzat en anys recents en aquesta espècie, ha conduït a obtenir 37 recuperacions de més de 50 km. Aquestes dades, (cedides pel *Centro de Migración*), amplien el que ja se sabia (Borras et al. 2010) sobre els moviments de les llucaretes a la Península. En primer lloc, l'anàlisi de recuperacions evidencia la presència de desplaçaments importants. D'una banda està clara l'arribada d'efectius de fora de la península Ibèrica però que passen l'hivern a les dues principals zones d'hivernada de l'espècie, a la zona oriental del quadrant nord-est d'Espanya (fig. 45). Disposem de 4 dades de recaptures (fig. 43a i 43b), més una altra recaptura d'una llucareta helvètica a Barcelona, segons Bernis (Bernis and Bernis 1963), de la dècada dels 60 del s. XX que, aparentment, s'ha perdut (sic).

Dins de la Península, hi ha zones que semblen aglutinar aus procedents d'un ampli ventall de zones reproductores. A la Catalunya Central, per exemple, els nostres estudis han evidenciat que en aquesta regió poden passar l'hivern poblacions procedents de tot el Pirineu (10 recuperacions. fig. 43a, Taula 44 (§A1). Part d'aquests moviments, que recullen aus dels Pirineus occidentals (Alonso and Arizaga 2004), poden respondre al típic replegament d'oest a aquest que es dona en diverses espècies alpines i subalpines (p.e. el pardal d'ala blanca, *Montifringilla nivalis*), que troben en les contrades hivernals dels Pirineus orientals i en el seu mosaic agroforestal subjacent, unes condicions més benignes (Purroy 1997; Roig and Fernández 2011). A la zona atlàntica del País Basc i Navarra, com a conseqüència d'aquests moviments, la llucareta és absent a l'hivern (Alonso and Arizaga 2004; Noval 1976), cosa menys freqüent en les poblacions pirinenques centrals i orientals, com es veurà més endavant. Alhora, és important destacar que alguns efectius de la població reproductora dels Prepirineus efectua importants desplaçaments cap a l'oest i sud-oest (fig. 43b). Aquest patró de desplaçament hivernal sembla típic de la resta de poblacions peninsulars, com mostren clarament les cinc recuperacions de la Figura 43b (taula 44).

Alguns desplaçaments intrapeninsulars superen en longitud als desplaçaments d'algunes de les recuperacions del Nord dels Pirineus. En aquest sentit cal destacar, per la rellevància de la distància recorreguda, el cas de dos hivernants (taula 44): un és la recuperació entre Lleida i Màlaga, de 759 km. (# 12 a la Fig. 43a), i un altre, l'ocorreguda entre Girona i Jaén, de 627 km. (# 16 a la Fig. 43b). No obstant això, s'ha de matisar que malgrat els importants moviments ja descrits, la major part de recuperacions assenyalen que els moviments de les llucaretes a l'hivern, són altitudinals (Borras et al. 2011). Aquests moviments, que habitualment han estat classificats com de *transhumants* són sovint conseqüència de la innivació i del rigor hivernal a les cotes alpines i subalpines els quals limiten i dificulten en



gran mesura l'accés als aliments. D'aquesta manera, en anys amb escassa innivació, una part de la població pot romandre durant l'hivern a les seves zones reproductores, sempre i quan la producció de pinyes del pi negre sigui abundant i la meteorologia ho permeti.

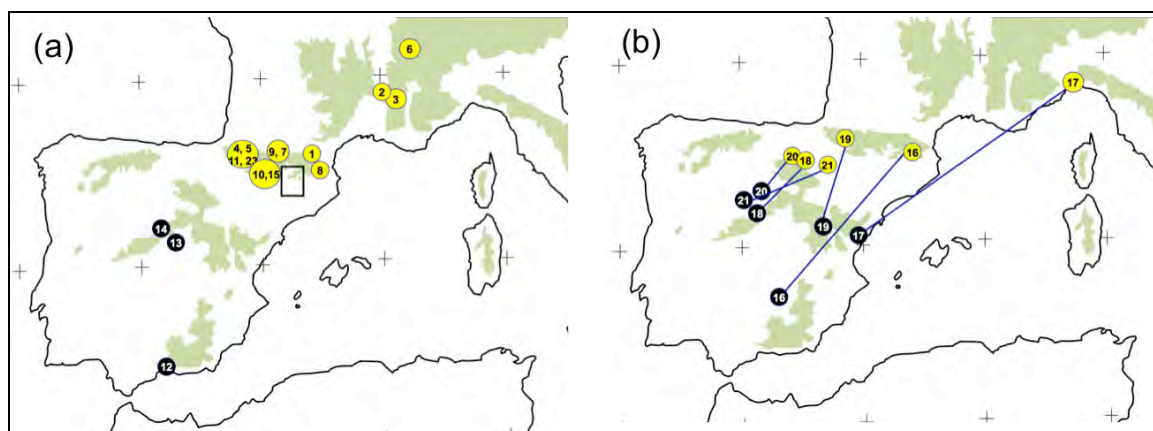


Figura 4.3. El mapa (a) mostra l'origen de les llucaretes capturats a l'hivern en l'àrea d'estudi prepirinenca (marcada com un rectangle). Els números foscos sobre fons groc indiquen la localitat reproductora dels individus que a l'hivern es capturen o recapturen a la nostra zona d'estudi, dins del rectangle. Els tres números clars amb fons negre indiquen la zona d'hivernada a la qual es van desplaçar els individus capturats en època de reproducció des de la nostra zona d'estudi (zona de les muntanyes marcades en verd dins del rectangle). Els números indicats corresponen als de la taula 431. El mapa (b) mostra els desplaçaments de les llucaretes ibèriques que hivernen dins de la Península. Es representa, a més, el moviment d'un individu (núm. 17) capturat a Itàlia i recapturat hivernant al Llevant ibèric. Aquests desplaçaments vénen marcats amb una línia que uneix els dos punts que representen a cada individu. Els números foscos sobre fons groc mostren la localització de cada individu dins el període reproductor o en àrees reproductores. Els nombres blancs sobre fons negre indiquen la zona d'hivernada a la qual es desplacen els individus capturats en època de reproducció. Les àrees i línies de contorn en verd clar, indiquen la superfície per sobre de la corba de nivell dels 1.500 msnm., que assenyalen els grans massissos muntanyosos. Figures publicades a Borràs et al. 2012(2013).

4.3.2 LA HIVERNADA, UN PERÍODE DE TROBADA ENTRE DIFERENTS POBLACIONS

Durant el període d'hivernada, les llucaretes pirinenques es troben en àrees relativament estretes de zones d'altura mitjana (300-1200 m s/m), molt sovint a la base de les altes muntanyes, on també es reuneixen amb altres aus de poblacions exteriors (§A6). Pel que fa als desplaçaments migratoris que porten les aus a hivernar als espais esmentats, hi ha des de desplaçaments de curta distància des dels massissos de la zona als espais samontans inferiors (semblants al que es diuen transhumàncies), fins a veritables desplaçaments migratoris de llucaretes europees. Dels tres patrons comuns de desplaçaments migratoris que s'han descrit, és la *migració telescòpica* la que concentra els migrants a la zona d'hivernada (fig. 43a), cosa que resulta especialment interessant atès que les poblacions que són *al·lopàtriques* durant l'estiu es converteixen en *simpàtriques* a l'hivern. Aquesta barreja de les poblacions a través d'un esdeveniment migratori (solapament de les àrees d'hivernada) ha estat anomenat *sinhiemia* (contrari a *al·lohiemia*) (Bernis 1966; Salomonsen 1955). La comprensió de la connectivitat és rellevant per respondre a les preguntes relatives a l'ecologia i a l'estructura genètica de les poblacions, així com per a la seva conservació (Boulet and Norris 2006; Marra et al. 2006; Webster and Marra 2005). La *connectivitat*, doncs, és conceptualment d'especial interès en les espècies que s'ajunten a l'hivern (Newton 2008).



La distribució a l'hivern mostra un panorama molt relacionat i semblant al de les àrees de cria, ja que gran part de les casernes d'hivernada es troben a les zones de baixa altitud situades prop dels massissos on es reproduïxen a l'estiu (fig. 45) (Borràs et al. 2011; §A6). Les zones d'hivernada són àrees de matriu forestal amb espais oberts agrícoles amb comunitats de plantes nitròfiles (arvenses, segetals i ruderals) i zones amb erms i matolls baixos en les que s'alimenten en la primera part de l'hivern (§A8). Localment prefereix ambients assolellats i lliures de boira, en els quals es reuneixen en petits bàndols de conducta molt discreta i de difícil detecció (en la zona ausosegàrrica) (§A1). Aquests aspectes s'amplien el l'apartat 32. Les zones d'hivernada a la Catalunya interior estan molt relacionades amb la presència en l'entrellat agroforestal de coníferes, fonamentalment de pinassa i també de pi roig tal i com mostra la figura 44 (§A10).

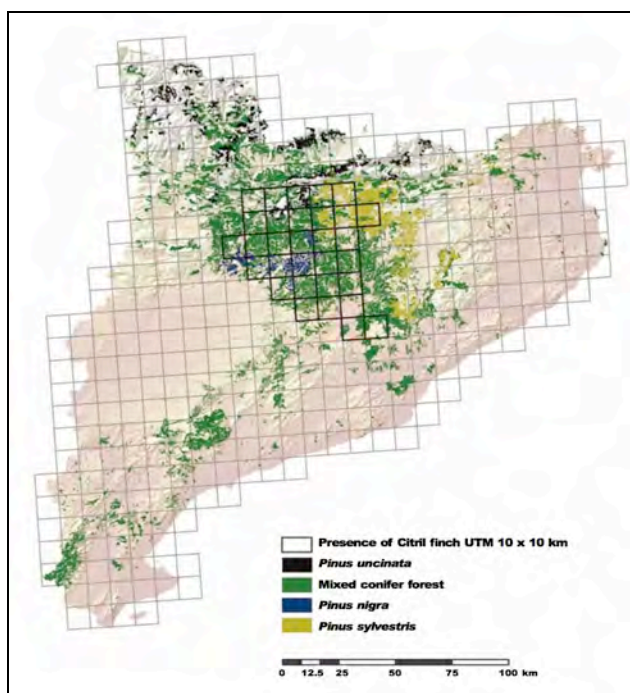


Figura 4.4. La llucareta i els pins a l'hivern. Distribució dels boscos de coníferes i mixtos purs de pinassa i de pi roig a Catalunya. Els quadrats amb línies negres són els reticles UTM de 10 x 10 quilòmetres en els que es va detectar la presència del llucareta a l'hivern (més de 5 observacions) durant el Període 1972-2009. De §A1.

Aquestes zones actuen com a refugis hiemals on coexisteixen les poblacions hivernants peninsulars amb les de migradors transpirinencs (Borràs et al. 2005a; §A1). Les dades de l'últim atlas ibèric esmentat van descobrir, addicionalment, altres zones d'hivernada allunyades de les àrees habituals de cria, com són la regió mesomediterrània bètica i



gaditana, i la zona montana càntabro-atlàntica (veure fig. 45), les quals s'han conegut gràcies a les recuperacions dels ocells anellats. Les dades d'anellament mostren que en aquestes zones d'hivernada es reuneixen un gran nombre d'individus procedents de poblacions diferents, compartint àrees de campeig relativament petites (Borràs et al. 2005; §A1; §A6). Per dades d'anellament se sap que els animals mostren, a més, una important



fidelitat interanual a les seves zones d'hivernada (§A6) (veure apartat 722). El període de la hivernada adquireix una importància cabdal ja que com succeeix en altres espècies de

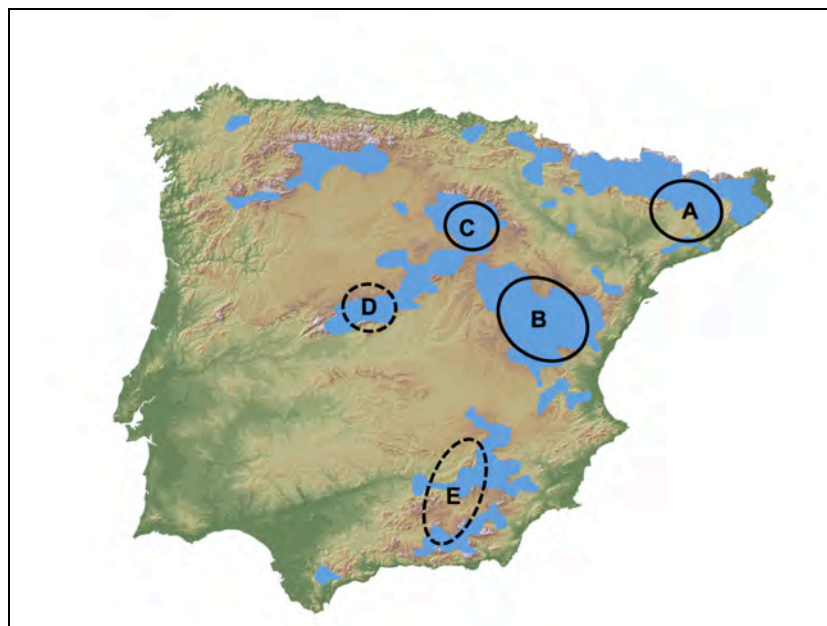


Figura 4.5. El mapa mostra la distribució de les zones d'hivernada de la *Ilucareta* a la Península Ibèrica, marcades en blau. Figura basada en l'atles espanyol d'aus hivernants (Borràs & Senar, 2013) més les dades d'anellament de l'autor. Es detallen els nuclis principals d'hivernada: (A) Catalunya central, (B) Sistema ibèric nord, (C) Sistema ibèric sud, (D) Sistema Central, (E) Serres Bètiques. Els nuclis A i B se situen bàsicament en zones amb abundància de pinassa, els nuclis C, D i E en zones de pi roig. Figura publicada en Borràs et al. 2012(2013).

carduelins, la *Ilucareta* s'hi aparella (§A6; §A2). A més, a més, se sap que anys amb elevada collita de pinyons, algunes pinedes montanes i submontanes peninsulars (Sánchez 1991) són visitats amb més freqüència per les *Ilucaretas*. Recentment també s'ha reportat més enllà dels Pirineus, el consum hivernal de *P. nigra* a la Provença (Märki and Adamek 2013).

Cal comentar un altre aspecte que es discutirà en altres apartats. A causa que ja estarn formades les parelles, en els anys d'elevada productivitat de cons, l'espècie pot tenir en aquestes contrades de la hivernada una reproducció oportunista, com es detallarà en el següent apartat.

4.4 REPRODUCCIÓ OPORTUNISTA

4.4.1 DIFERENTS MODELS DE REPRODUCCIÓ

El període reproductiu és bàsic per entendre la biologia d'una espècie, i l'èxit reproductiu que comporta és l'eina que utilitzem per fer una aproximació de l'eficàcia biològica d'un individu o d'una espècie (Carranza 1994). En la majoria de les espècies de la zona temperada, les condicions ambientals favorables per a les activitats de la cria es donen únicament durant una estació específica de l'any. El període reproductiu està limitat per les característiques últimes i properes de l'entorn. El calendari de la temporada de reproducció ve determinat pel *fotoperíode*. Així, el moment exacte de l'anomenada *finestra de reproducció (breeding window)* es determinat per quatre factors com són: el fotoperíode mínim o "longitud crítica del dia", el desenvolupament de la foto-refractorietat, la integració dels diversos senyals ambientals com poden ser l'aliment, la temperatura, la



pluja, etc. i les interaccions del comportament (Hahn et al. 1997). En la majoria d'ocells de la zona temperada, aquests paràmetres determinen que l'inici de la temporada de cria sigui a la primavera. No obstant això, es poden trobar diversos exemples de flexibilitat temporal en els reproductors estacionals de la zona temperada que mostren les activitats de cria fora de la finestra de reproducció normal. A la regió és conegut el cas de *Loxia curvirostra* que ajusta la finestra de reproducció a la tardor-hivern d'acord amb la maduració i disponibilitat de les llavors dels pins (Borras and Senar 2003a; Borras et al. 2005c; Borras et al. 2011b).

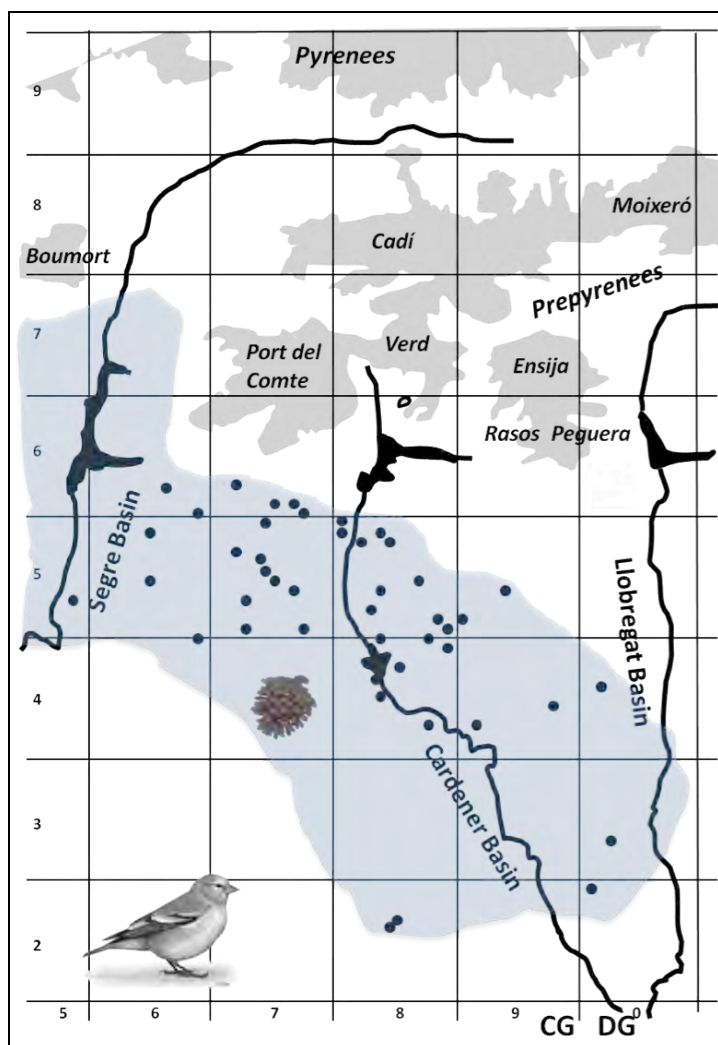


Figura. 4.6. El mapa mostra la zona on es produeix la reproducció oportunista de la llucareta, la qual coincideix, a grans trets amb la distribució de la pinassa a la zona ausosegàrrica. Els puntets negres corresponen a les localitats de mostreig. Original de l'autor

Alguns menjadors de llavors com el passerell golanegre (*Carduelis flammea*) i el lluer (*Carduelis spinus*) a Europa, i el *Quelea quelea* a Àfrica, poden dur a terme un model de cria anomenada *reproducció itinerant*. Aquesta consisteix a efectuar niuades successives dins del mateix període reproductor en diferents indrets del seu areal que poden estar situats entre ells a vegades a centenars de quilòmetres de distància, atès que aprofiten la disponibilitat fenològica successiva de les llavors en localitats situades a diferents latituds (Jaeger et al. 1986; Peiponen 1957). De forma similar, el canari (*Serinus canarius*) a les Madeira, fa una reproducció oportunista no lligada al fotoperíode, ja que reaccionen, amb independència de la durada del dia, a condicions ambientals favorables com la disponibilitat d'aliment. Així, les fortes pluges de primavera els obren una finestra de reproducció

ja que l'augment de la biomassa de vegetació herbàcia esperona que les femelles duguin a terme un episodi reproductor que els autors han qualificat com de *reproducció oportunista estacional* (Leitner et al. 2003) (Leitner et al. 2003). Altres aus com la guatlla (*Coturnix coturnix*) practiquen una variant d'aquesta reproducció itinerant, que consisteix en reproduir-se en sembrats de cereals de localitats successives en la mateixa estació tot seguint la maduració dels mateixos en latitud o alçada (Rodríguez-Teijeiro et al. 2009) .

En aquest capítol s'analitzarà un tipus de cria prevernal que efectua la llucareta alguns anys a la zona submontana a primavera, la qual difereix també de la considerada com a típica



reproducció subalpina. Aquesta reproducció qualificada com d'oportunista (Borras & Senar 1991), presenta alguns paral·lelismes amb els fenòmens de reproducció lligats a recursos fluctuants estacionals que s'acaben de comentar.



Imatge aèria del Mosaic Agroforestal amb pinasses i conreus cerealístes (Solsonès)

Foto: Google Earth-ICC

4.4.2 L'ANOMENADA REPRODUCCIÓ OPORTUNISTA

En els anys de gran producció de pinyes de la pinassa, la llucareta realitza una primera posta en contrades submontanes de la Catalunya interior. Posteriorment, desapareixen d'aquestes zones baixes per traslladar-se a localitats subalpines, on realitzen una segona posta. Aquest episodi del cicle vital de la llucareta, qualificada com a *reproducció oportunista* (Borras and Senar 1991), es pot descriure per quatre components bàsics: a) ocorre en un període reproductor més primerenc que la típica reproducció subalpina (prevernal); b) es fa precisament fora de la zona subalpina, a cotes més baixes; c) està condicionada per unes circumstàncies de gran disponibilitat d'aliment a les pinedes submontanes; d) es donen unes condicions meteorològiques favorables al procés. No obstant i això, hi ha restriccions, circumstàncies i trets que afecten aquest episodi i que cal analitzar més detingudament. El fet reproductor abasta el període comprés entre els mesos de febrer i maig, bo i depenent de certs trets ambientals, especialment de la meteorologia. Al gener, i fins i tot abans, les diferents

manifestacions de zel com els vols nupcials i els cants insistents dels mascles són molt




Típica localitat submontana de pinassa (*Pinus nigra*) al Solsonès (42t) formant un mosaic agroforestal amb conreus cerealístes (Lladurs)

Foto: T. Borras

freqüents en els estols que vagaregen per les contrades montanes i submontanes, gràcies a que les parelles ja s'han format en aquestes cotes baixes durant la hivernada (§A1, §A6). La construcció del niu pot començar fins i tot al febrer, depenent força de la meteorologia (veure Taula 48). La sortida dels polls pot ser ja a principis d'abril, però habitualment és més tard (veure Taula 48). Els joves de l'any, i molt

pocs adults, poden romandre a la zona de cria fins mitjans o final de maig i no per gaire més temps (excepcionalment fins principis de juny) atès que les circumstàncies favorables que han permès la reproducció ja s'han esvaït molt en aquestes dates. Aleshores és quan ascendeixen cap les contrades subalpines per reunir-se amb el gruix de la població que està en ple procés de reproducció estàndard.



	S	O	N	D	G	F	M	A	M	J	J	A
<i>Pinus uncinata</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
<i>Pinus sylvestris</i>			■	■	■	■	■	■	■	■	■	
<i>Pinus nigra</i>			■	■	■	■	■	■	■	■		

Maduració
 Maduració i Inici dispersió
 Dispersió

Taula 4.5. Taula que mostra en forma de calendari la fenologia de la maduració i la dispersió dels pinyons dels tres pins més importants a la biologia de la llucareta. Elaboració pròpia a partir de dades de (Gràcia & Ordóñez 2011a; Gràcia & Ordóñez 2011b; Gràcia & Ordóñez 2012)

Les cotes on es duu a terme l'oportunitat oscil·len entre els 450 i els 1300 m en les contrades submontanes de caràcter especialment submediterrani i, fins i tot, en algunes de mediterrànies (fig. 48). El fenomen és més habitual, i ha estat estudiat, en localitats compreses entre els 600 i els 1100 msnm, en les comarques de la Noguera, Alt Urgell, Solsonès, Anoia, Segarra, Berguedà i Bages principalment. Pel que sembla, tot i que no s'hi ha estudiat, també es pot donar ocasionalment a l'extrem sud de Catalunya, en contacte amb el Maestrat, en pinedes de pinassa i pi roig, ja als contraforts orientals del Sistema Ibèric (Borras & Senar 2003b; Borras et al. 2005b; Pedrocchi 1997).

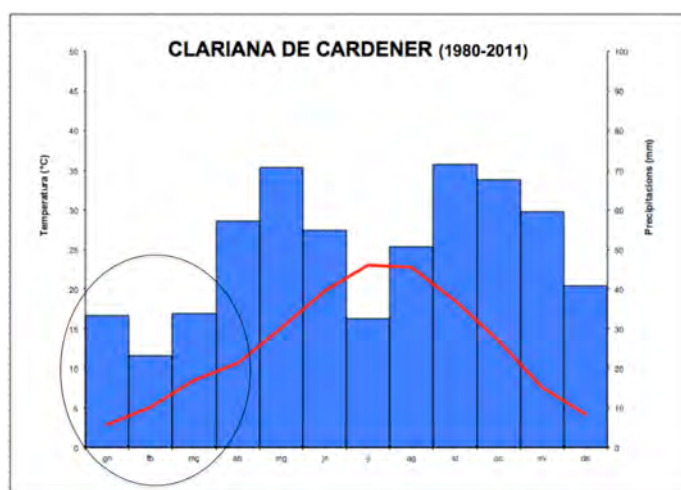


Figura 4.7. Climatograma de Riner (Solsonès) amb dades de 1980 a 2012, de la sèrie meteorològica de J. Cabot. El cercle assenyalava el període més sec que s'escau a finals d'hivern-primavera. De l'autor a partir de les dades de J. Cabot.

S'han de donar dues condicions per tal que aquest episodi sigui possible, una abiòtica, relacionada amb el clima i la meteorologia, i l'altra biòtica en la que estan implicats els pins submontans. Pel que fa a la primera, cal destacar el fet de que en els mesos de gener a març es donen unes condicions climàtiques anticiclòniques d'estabilitat atmosfèrica, que resten reflectides en el diagrama ombrotèrmic de Clariana de Cardener (fig. 47) situada al Solsonès a uns 600 msnm.

Aquest mostra que en els tres primer mesos de l'any, just quan es desencadena el període oportunista, les precipitacions són molt baixes (al mateix nivell del mes més sec que és el juliol), les quals conjuntament amb un bon nivell d'insolació d'aquests dies serens, dona tres mesos de dies generalment clars i lluminosos. Aquestes condicions de baixa humitat i elevada insolació, pròpies de les zones continentals submediterrànies, afavoreixen l'obertura de les bràctees de les pinyes (Kerr et al. 2008; Tapias et al. 2001). Això ocasiona la consegüent disseminació anemocòria de les llavors alades dels pins, cosa que genera una veritable "pluja de pinyons" (*seed rain*) a les localitats submontanes recobertes de pinedes, la qual esperona les llucaretes per dur a terme la niuada. Comença a principis de gener i es perllonga durant dos i fins a tres mesos (Ordóñez 2004). Aquesta estabilitat anticiclònica està sotmesa a uns cicles d'oscil·lació atmosfèrica relacionats amb el complex fenomen de la



NAO (*North Atlantic Oscillation*) que condiona la dinàmica meteorològica de bona part de l'hemisferi nord i governa l'entrada de perturbacions per l'oest peninsular, a causa de la fixació d'un potent anticicló a la zona de les Açores (Gordo et al. 2011).

RECUPERACIÓ SUBALPINA D'OCELLS REPRODUCTORS DEL SUBMONTÀ (YEARLINGS I ADULTS)						
ID	Lloc	Data	Sexe	Edat	Lloc de cria	Data de cria
097377	La Figuera, Castellnou de Bages	28/03/86	M	Y Del	La Bòfia, P.C.	06/09/86
225538	Pampe, C. de la Ribera	05/02/00	M	Ad	La Vansa, P.C.	20/05/00
590186	Sant Ponç, Clariana	03/03/93	F	Y Adv	La Vansa, P.C.	31/07/93
590327	Cirera, Lladurs	04/03/93	M	Ad	La Bòfia, P.C.	15/06/93
643902	Les Veces, Navès	29/04/95	M	Ad	La Vansa, P.C.	04/06/95
AC0861	Pampe, C. de la Ribera	06/02/00	M	Ad	La Bòfia, P.C.	06/07/00
L153036	Biosca, Castelltal	18/04/98	M	Y Adv	Cap del Rec (Cerdanya)	22/08/98
N162990	Pampe, C. de la Ribera	16/04/05	M	Y Del	Cap del Rec (Cerdanya)	30/09/05
ER3560	Les Veces, Navès	28/03/09	M	Ad	Portainé (Pallars Sobirà)	03/07/09
FN4217	Les Veces, Navès	04/04/09	M	Y Del	La Bòfia, P.C.	24/10/09
N558098	Sant Ponç, Clariana	21/04/07	F	Y Del	La Vansa, P.C.	09/05/07
HV3398	Les Veces, Navès	09/04/11	M	Ad	La Vansa, P.C.	12/07/11
1204578	Torrenteller, Lladurs	03/05/14	M	Y Del	La Bòfia, P.C.	12/07/14
1204747	Torrenteller, Lladurs	16/03/14	M	Y Del	Rasos de Peguera	25/07/14
1238967	Torrenteller, Lladurs	22/02/14	M	Y Del	La Bòfia, P.C.	04/05/14
1239143	Torrenteller, Lladurs	05/04/14	F	Y Del	Sangoneres, P.C.	06/07/14
1239234	Cap del Pla, Lladurs	27/04/14	M	Y Del	La Bòfia, P.C.	25/10/14
ML6064	Peà, Navès	19/04/14	M	Ad	La Bòfia, P.C.	26/07/14

Taula 4.6. Dades de recuperació d'ocells anellats que confirmen el desplaçament dels individus oportunistes cap a la zona subalpina. Original de l'autor.

que l'aparició de condicions meteorològiques adverses que facin augmentar la humitat ambiental (habituals en situacions de NAO negatives) com pluja, nevades glaçades o boires i onades de fred sobtades, dificulten l'obertura de les bràctees o fan que les pinyes es tanquin o els hi costi d'obrir, cosa que frena la pluja de pinyons i causa un problema a les Ilucaretes ja que elles no tenen recursos mecànics per obrir les pinyes. Les fases positiva i negativa de la NAO són recurrents, però s'alternen sense tenir un patró fix. A més a més, les precipitacions, si són intenses, poden malmetre o reduir el banc de pinyons dipositats en el sòl que són l'alternativa a les pinyes si aquestes romanen tancades. Si aquestes condicions

La situació coneguda com oscil·lació positiva o NAO positiva, té com a conseqüència un temps sec i unes temperatures suaus a l'Europa meridional i, contràriament, pluges i temperatures no massa fredes a l'Europa occidental. Les situacions NAO positives, doncs, són condicions de d'estabilitat a la nostra regió, i per tant, la cria oportunista troba les millors circumstàncies per fer-se efectiva (§A1). Cal dir

adverses es donen molts dies o es reiteren en el temps, malmeten l'intent de cria, com s'ha pogut comprovar mitjançant anellament al capturar els reproductors i comprovar les plaques incubatrius.

MOVIMENT DE GRUPS DEL PERÍODE OPORTUNISTA AL SUBALPÍ						
ID	Lloc	Data	Sexe	Edat	Lloc de cria	Data de cria
N162973	Pampe, C. de la Ribera	02/04/05	F	Y Del	Cap del Rec, Cerdanya	30/09/05
N162975	Pampe, C. de la Ribera	02/04/05	M	Ad	Cap del Rec, Cerdanya	30/09/05
N162974	Pampe, C. de la Ribera	02/04/05	F	Ad	Cap del Rec, Cerdanya	30/09/05
590185	Sant Ponç, Clariana	03/03/93	M	Y Adv	La Bòfia, P.C.	15/06/93
590194	Sant Ponç, Clariana	03/03/93	F	Ad	La Bòfia, P.C.	15/06/93

PARELLES DEL PERÍODE OPORTUNISTA RECUPERADES AL SUBALPÍ						
ID	Lloc	Data	Sexe	Edat	Lloc de cria	Data de cria
N162973	Pampe, C. de la Ribera	02/04/05	F	Y Del	Cap del Rec, Cerdanya	30/09/05
N162975	Pampe, C. de la Ribera	02/04/05	M	Ad	Cap del Rec, Cerdanya	30/09/05

Taula 4.7. Moviment dels estols o grups d'individus (a dalt) i de parelles (a baix) de la zona oportunista a la subalpina. Original de l'autor.

submediterrànies prepirinenques, juga un paper clau en l'ecologia de la Ilucareta com un recurs tròfic primaveral (període gener-abril) (veure apartats 3222 i 5312), però tanmateix són els veritables protagonistes i esperonadors de la reproducció oportunista. Els dos pins són coníferes no *seròtines* (Ceballos and Ruiz de la Torre 1971; Ruiz

La segona circumstància que s'ha de donar per tal de fer efectiva la reproducció oportunista té a veure amb la dinàmica dels pins. Ja s'ha comentat que l'extensa zona ocupada pels pins submontans, *P.nigra* i *P.sylvestris* a les zones



JOVES NASCUTS EN PERÍODE OPORTUNISTA RECUPERATS AL SUBALPI				
Identificador	Lloc i altitud (m)	Data de naixement	Lloc	Data de recuperació
559142	Montpol, Lladurs	16/05/93	La Molina	25/06/93
559154	Montpol, Lladurs	16/05/93	La Molina	25/06/93
717490	Les Veces, Navès	01/04/95	La Bòfia, P.C.	22/06/95
L153325	Torrenteller, Lladurs	01/04/00	La Vansa, P.C.	27/05/00
2685134	Les Veces, Navès	07/05/95	L'Estivella, P.C.	19/08/95
DF4080	Pampe, C. de la Ribera	29/05/05	La Vansa, P.C.	11/06/05

DADES DE NIUS EN EL PERÍODE OPORTUNISTA				
Data	Any	Lloc i altitud (m)	Observacions	Comentaris
30.3	1984	Castellnou de Bages (600m)	Un niu en construcció	el niu és abandonat poc després
Abril	1992	Castelltallat (880 m)	Un niu amb polls	
1.05	1992	Castelltallat (880 m)	volen 4 polls	
4.04	1995	Montmajor, 800 m.	Un adult peix polls a un niu	
13.03	1996	Montmajor, 800 m.	Un niu a mig fer	el 22.03 el niu és acabat
28.02	1998	Montmajor, 800 m.	Una parella comença a fer el niu	el 4.03 el niu és acabat.
13.03	1998	Montmajor, 800 m.	La femella encara cova el niu anterior	
13.03	1998	Montmajor, 800 m.	Una femella comença a construir un niu	

Taula 4.8. Dades fenològiques del naixement de joves i de la construcció de nius en cria oportunista. Original de l'autor.

de la Torre 2006), tret que també comparteixen amb el pi negre. Això vol dir que les pinyes els hi cauen un cop han alliberat els seus pinyons, deixant l'arbre sense pinyes ni pinyons a partir de l'estiu. La pluja de pinyons en una situació d'estabilitat de la NAO positiva significa per a les llucaretes un recurs molt abundant, però alhora temporal i amb data de caducitat. Un veritable banc de pinyons fàcil de localitzar, el qual està a l'abast tant en els arbres com en el sòl del bosc i

en els camins forestals.

L'obertura de les pinyes es dona lleugerament abans en la pinassa que en el pi roig, atès que aquesta es troba en les contrades orientals on succeeixen els fenòmens meteorològics abans descrits, i que estan sotmeses a més radiació solar. El pi roig més aviat es troba en les obagues o en la zona oriental molt més humida, tot i que, en teoria, la fenologia de l'obertura és molt similar (veure taula 45). Cal comentar que les dades de la taula són orientatives i estan sotmeses a factors que poden causar molta variació interanual i entre les espècies, i fins i tot entre les localitats (Gràcia and Ordóñez 2011a; Gràcia and Ordóñez 2011b; Gràcia and Ordóñez 2012). Les àrees més continentals i xèriques del sector occidental de la regió són òptimes per a la pinassa la qual ocupa grans extensions de la

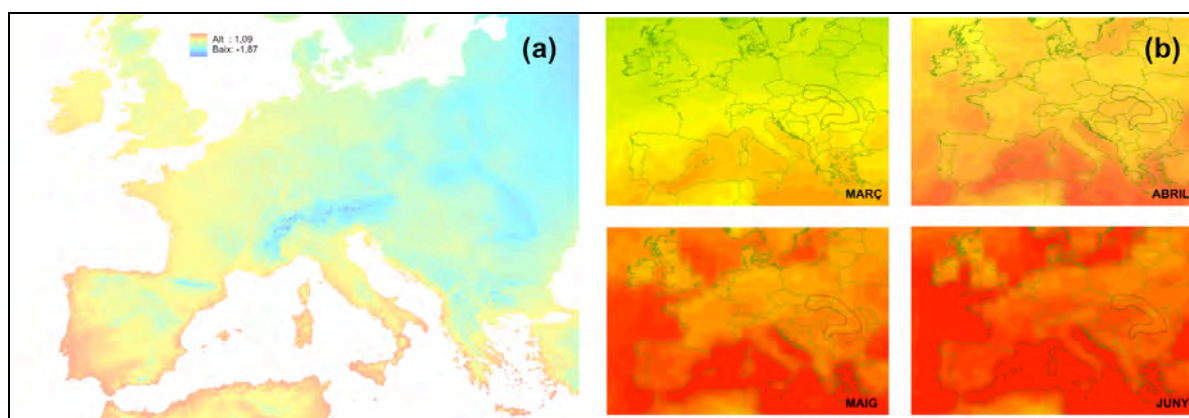


Figura 4.8. (a) Representació a Europa del del BIO6 o temperatura mínima del mes més fred a Europa. (b) Radiació solar mensual (Kw) a Europa per mesos, de març a juny (font: Observatori de la NASA). Cartografies de F. Alba-Sánchez.

munyana mitjana amb formacions naturals i en masses repoblades (veure capítol 3 i fig. 49). En aquestes zones aussegàrriques és on el fenomen de la reproducció oportunista es dona més abastament i amb més regularitat (fig. 49).



En les pinedes submontanes i montanes, però, la producció de cons és variable en el temps, per la qual cosa aquest banc de llavors es pot considerar un *recurs fluctuant*. La pinassa, fa pulsos de reproducció de forma variable, periòdica i sincrònica com conseqüència de fenòmens funcionals i evolutius (Torres Montesinos 2007), presentant collites excepcionals seguides d'altres amb nul·la producció, fenomen que es coneix com *anyivoria* (anomenat “veceria” o *mast fruiting*). La bibliografia diu que les grans produccions de pinyons es donen cada tres o quatre anys, bo i depenent de les condicions meteorològiques (p.e. disponibilitat

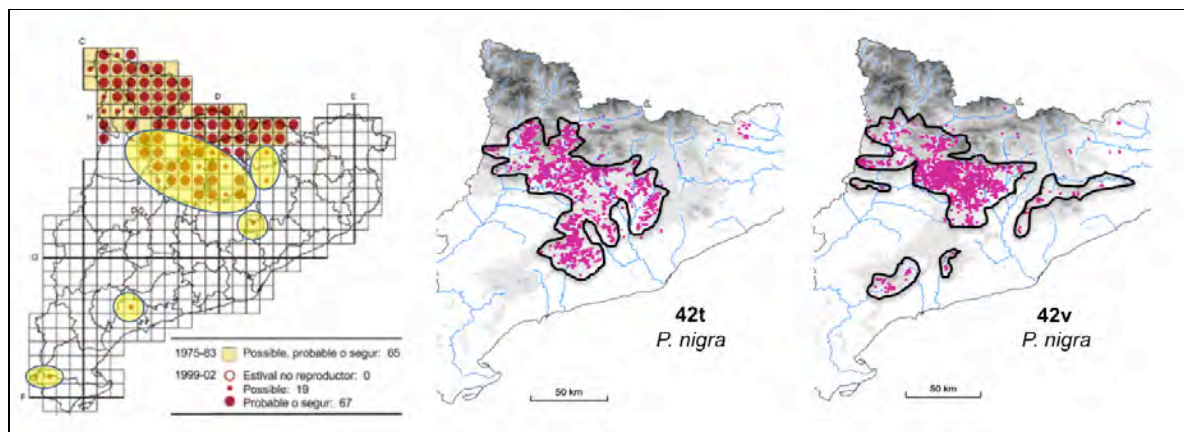
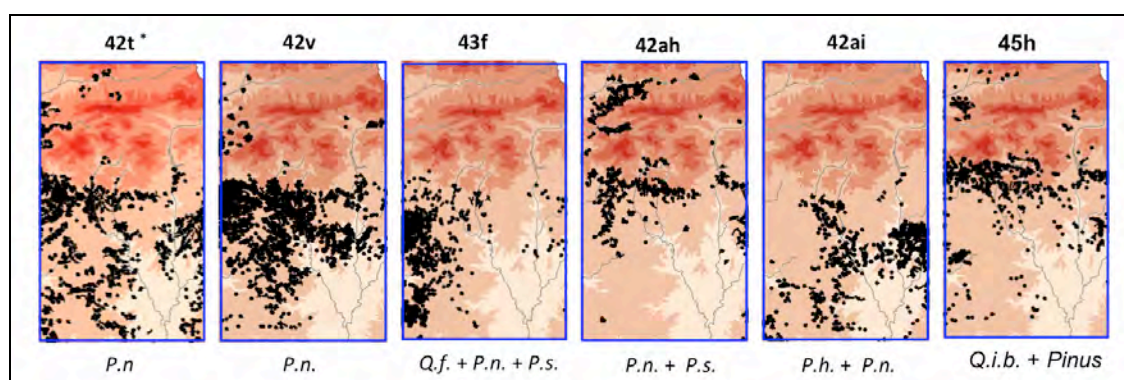


Figura 4.9. Esquerra: mapa de l’atlas dels ocells nidificants de Catalunya 1999-2002, on es ressalten en groc les àrees de cria oportunista. Els mapes de centre i de la dreta, mostren les superfícies a Catalunya ocupades per les comunitats de pinassa naturals (42t) i les de les zones repoblades (42v).

d’aigua en els anys anteriors) i dels recursos disponibles i dels acumulats (Ceballos & Ruiz 1979, Borràs & Senar 1991, Kerr et al. 2008). A

la zona, en 34 anys en què s’han pres registres (entre 1982 i el 2015) hi han hagut 19 episodis de gran producció, cosa que dóna una mitjana de 1,8 anys entre períodes (veure també fig. 413), una xifra més petita que la referida per la bibliografia (Borràs et al. 1996).



Taula 4.10. mapes de la regió en què es mostren els sis hàbitats amb pins de la Cartografia dels Hàbitats de Catalunya (CHC50, versió 2) amb el seu codi de les unitats de llegenda on es possible la cria oportunista. De dreta a esquerra hi ha més probabilitat d’ocurrència. Tots tenen en comú la presència de pins submontans i especialment *Pinus nigra* (de Vigo et al. 2005). Llegenda: P.n es refereix a *Pinus nigra*; P.s a *Pinus sylvestris*; Q.f a *Quercus faginea* i Q.i.b a *Quercus ilex ssp ballota*.

La producció no afecta per igual o uniformement a totes les masses boscoses d’una regió. Sembla ser, però, que segueix uns certs patrons a nivell peninsular (Ceballos& Ruiz 1979). L’*anyivoria* afecta molt més el banc de pinyons del *P.nigra* que no pas el del *P.sylvestris* el



qual té una producció més regular i no es mostra tan asincrònic. La reproducció oportunista, doncs, no és un fenomen ni regular ni predictable a llarg termini. A banda del que ja s'ha comentat, la diferència de mida dels pinyons també juga el seu paper probablement, en la preferència de la llucareta per la pinassa respecte del pi roig, ja que aquests són comparativament més grans. En anys amb poca o nul·la producció de pinyons, s'ha comprovat que aquesta reproducció oportunista no es duu a terme (Borràs&Senar 1991). L'ocurrència i l'abast geogràfic d'aquest comportament oportunista dependrà, doncs, de la productivitat dels pins i especialment de la pinassa. En anys de gran productivitat el fenomen es pot donar en àrees molt àmplies de Catalunya i la llucareta pot aparèixer criant en contrades força atípiques i en cotes molt baixes (450 m p.e. a Castellnou de Bages). També ho pot fer en espais boscosos on la pinassa es barreja amb el pi blanc i altres espècies termòfiles en indrets amb marcada influència mediterrània continental (veure comunitats de fig. 410).

La disponibilitat *ad libitum* de pinyons permet engegar els mecanismes de la reproducció en les femelles atès que la composició d'aquests presenten una elevada proporció de proteïnes plàstiques, necessàries i indispensables per a la formació dels ous i pel correcte desenvolupament dels pollets (Nethersole-Thompson 1975; Pulliainen 1974a; Pulliainen 1974b). Les espècies que depenen molt dels pins, com el trencapinyes (*Loxia curvirostra*) són capaces de pujar el polls exclusivament amb pinyons i aquest és també el cas de la llucareta. Cal esmentar que una altra espècie congènere, *S.serinus*, també pot pujar els seus polls únicament amb llavors d'una planta herbàcia, una crucífera, la *Diplotaxis virgata*, que també té un important contingut proteic (Valera et al. 2005). Per contra, altres espècies granívores, han d'obtenir aquestes proteïnes vitals dels insectes, els quals representen una proporció insignificant en la dieta de la llucareta (Förschler 2007b). Se sap, per evidències de captura-recaptura, que, un cop acabada la reproducció a les localitats oportunistes, estols d'ocells es desplacen plegats cap a les zones reproductores subalpines (taula 47). També amb la mateixa metodologia s'ha constatat que els joves nascuts a les localitats d'oportunisme es dirigeixen cap les contrades subalpines un cop acabat l'episodi reproductor de les cotes submontanes (taula 47). El fet que l'oportunisme s'iniciï tan aviat, a finals d'hivern, dóna un marge de temps idoni per una segona niuada a les regions subalpines que tradicionalment s'han tingut com les zones típiques de reproducció per a l'espècie.

	Gr.llib.	X ² Ass.Parcial	p Ass.Parcial	X ² Ass.Marginal	p Ass.Marginal
1 Localitat	1	246,2	0,00	246,2	0,00
2 Any	2	736,8	0,00	736,8	0,00
3 Edat	1	65,9	0,00	65,9	0,00
4 Sexe	1	75,5	0,00	75,5	0,00
12 Loc x Any	2	196,1	0,00	202,9	0,00
13 Loc x Edat	1	13,4	0,00	21,6	0,00
14 Loc x Sexe	1	12,2	0,00	9,7	0,00
23 Any x Age	2	30,8	0,00	39,9	0,00
24 Any x Sexe	2	3,5	0,17	1,9	0,39
34 Edat x Sexe	1	0,5	0,48	0,2	0,66
123 Loc Any Edat	2	2,9	0,23	2,8	0,25
124	2	0,4	0,82	0,4	0,84
134	1	0,0	0,92	0,0	0,98
234	2	0,8	0,67	0,7	0,72

	Submontà	Subalpí
Juvenils (Y)	93 (125) [50%]	194 (403) [31%]
Adults (Ad)	92 (67) [50%]	425 (216) [69%]
Mascles	106 (66) [55%]	422 (221) [68%]
Femelles	86 (119) [45%]	197 (398) [32%]

Taula 4.9. Anàlisi loglineal de taules multifactorials de contingència, on s'analitza la variació en la proporció de edats i sexes respecte la localitat, distingint entre localitats montanes i subalpines. Es proporcionen tant associacions parcials com marginals i els valors de la X² i la p. Esquerra: Resultats de les anàlisis loglineals de taules multifactorials de contingència on es mostra l'associació entre el factor Localitat (montà vs. subalpí) i l'edat i sexe dels individus capturats. Es pot observar com les localitats oportunistes montanes presenten una major proporció de juvenils i femelles.



A la Península Ibèrica, aquest fenomen ha estat descrit en àrees peninsulars no mediterrànies. S'ha descrit succintament en boscos de pi roig als Pirineus aragonesos (Pedrocchi 1998) i esporàdicament en boscos de pinassa al Sistema Ibèric (García-Rua 1974). Va ser a la Catalunya central on es va documentar per primera vegada (Borràs&Senar, 1991) però sense explicar els protagonistes ni el possible significat, cosa que sí que s'aborda en aquesta tesi, ja que penso que té una importància capital per a la biologia de la llucareta.

No obstant i això, aquest fenomen reproductiu constitueix un fet que ha passat força desapercbut i al qual caldria dedicar més esforç de recerca. A Europa és un fenomen poc conegut i no ha estat descrit a les poblacions transpirenèniques de llucareta. Dades escadusseres de reproduccions primerenques als Alps (Glutz von Blotzheim 1962; Glutz and Bauer 1997; Jouard 1930) és el que s'indica a la bibliografia, sense que se sàpiga amb seguretat si segueixen la mateixa dinàmica que es descriu per a les poblacions ibèriques. Se sap també que a Europa, en anys de gran producció de llavors de *Picea abies*, la llucareta fa cries primerenques i esporàdiques en cotes més baixes i ascendeix a cotes més altes on torna a reproduir-se de nou en la *Picea* (H.Märki, com. per.). També s'han citat reproduccions primerenques de la espècie propera, la *Serinus corsicana*, en cotes baixes a nivell de la costa a les illes de Capraia i Còrsega també en boscos de pinassa per fer posteriorment una

	Gr.llib.	X ² Ass.Parcial	p Ass.Parcial	X ² Ass.Marginal	p Ass.Marginal
1 Localitat	1	15,7	0,00	15,7	0,00
2 Any	2	83,0	0,00	83,0	0,00
3 Edat	1	12,4	0,00	12,4	0,00
4 Sexe	1	83,8	0,00	83,8	0,00
12 Loc x Any	2	37,8	0,00	34,9	0,00
13 Loc x Edat	1	2,0	0,15	3,2	0,08
14 Loc x Sex	1	5,7	0,02	3,8	0,05
23 Any x Age	2	0,1	0,93	2,0	0,37
24 Any x Sex	2	38,3	0,00	37,1	0,00
34 Edat x Sex	1	3,7	0,05	6,6	0,01
123 Loc Any Edat	2	0,2	0,89	0,1	0,96
124	2	1,8	0,40	1,7	0,44
134	1	0,4	0,54	0,3	0,58
234	2	0,4	0,81	0,2	0,89

	Submontà	Subalpí
Retardats (Del)	59 (54) [92 %]	94 (99) [79 %]
Avançats (Av)	5 (10,5) [8 %]	25 (19,5) [21 %]

Taula 4.10 Anàlisi loglineal de taules multifactorials de contingència, on s'analiza la variació en la proporció de joves segons el grau de maduresa del plomatge: avançats (Av) i retardats (Del).

segona posta a les cotes més altes (Förschler and Kalko 2006). El fenomen és molt similar al que es realitza al continent.

Una possible raó per la qual la reproducció oportunista no ha estat descrita a Europa és que a latituds més altes, l'estabilitat meteorològica és més circumstancial i tant la temperatura com la intensitat de la radiació solar és menor en les dates que ocorre aquí el fenomen oportunista. Això, a banda de les inclemències meteorològiques que són més patents en les altes latituds, dificulta l'obertura de les pinyes, cosa que es pot deduir observant els mapes de la representació de la variació de la radiació solar i del BIO6 o temperatura mínima del mes més fred a Europa (veure fig. 48a per a la Radiació i 48b per a la BIO6). Òbviament les latituds més altes representen un inconvenient per realitzar l'oportunisme ja que es retarda molt l'esclat de les pinyes a l'hivern per raons tèrmiques a cotes baixes, i alhora escurça el lapse que discorre entre aquest fet i la, pròpiament, etapa reproductora en cotes més elevades. A les latituds ibèriques aquest interval és molt més dilatat que a Centreeuropa i possibilita, si més no, que es pugui intentar la reproducció. Tanmateix la pinassa que és la clau per endegar el procés oportunista, no és molt abundant a la resta d'Europa, i això explicaria per si sol que l'oportunisme tal i com s'ha estat descrit pugui difícilment produir-se



fora dels Pirineus. França, la zona de la Provença, podria ser l'excepció, però no es tenen notícies de si realment fenomen s'ha produït.

Efectivament, al sud-est de França, a l'est del Roine, hi ha formacions de pinassa de la mateixa subespècie que la catalana (*P.nigra ssp. salzmannii*), i se sap que la llucareta hi passa l'hivern i se n'alimenta (Märki & Adamek 2014), aspecte aquest que és fonamental per tal que es pugui iniciar l'episodi de cria. A més a més, a les adjacents zones subalpines dels Alps, s'hi troben importants poblacions de *Pinus uncinata*, de forma anàloga a la situació que es presenta als Pirineus catalans. Aquest aspecte, penso, pot ser decisiu pel procés de forma semblant a com succeeix a Catalunya. A la resta de zones europees amb pinasses (d'altres subespècies), com en els Alps dinàrics de la costa adriàtica, no es tenen registres de presència hivernal de la llucareta, cosa que, ja d'entrada, dificultaria el procés oportunista.

4.4.3 QUI FA LA REPRODUCCIÓ OPORTUNISTA?

Un punt important d'aquest episodi reproductor, es que no el fa tota la població en bloc, ja que part de la població (com ja s'ha suggerit al parlar dels individus filopàtrics) puja cap a les àrees subalpines. Per desentrellar quins són els protagonistes d'aquest comportament reproductor, es van analitzar les dades de mostrejos simultanis de llucaretes reproductores en el mateix any a cotes oportunistes submontanes i a cotes subalpines. Es parteix de l'assumpció de que els individus de primer any son de pitjor qualitat que els adults, com han demostrat diferents estudis que comparen l'habilitat per trobar menjar (Desrochers 1992;

Shealer and Burger 1995; Smith and Metcalfe 1997) o pel color del plomatge (del Val et al. 2010; Pagani-Nuñez and Senar 2012), entre les dues classes d'edat. Tanmateix, s'assumeix que els individus que presenten un retard en la muda de les plomes grans cobertores i les terciàries (individus *retardats*) son de pitjor qualitat que els individus que les han mudat o individus *avançats* de més qualitat (veure taula 22), com han demostrat altres treballs on s'analitzen qüestions de dominància o de condició física (López et al. 2005; Senar 2004; Senar et al. 1998).

Esbrinar la variació entre la proporció de edats i de sexes respecte la localitat es fa amb unes *anàlisis loglinears* de taules multifactorials de contingència, distingint entre localitats montanes i subalpines (taules 49 i 410). S'inclou també com a variable independent el factor any, per estandarditzar sobre el seu possible efecte. S'han considerat en l'anàlisi els anys 1993, 1995 i 2005, que van ser anys oportunistes anyívors amb molta producció de pinyons. Les llucaretes van ser capturades durant els mesos de abril i maig, dates en què una part de

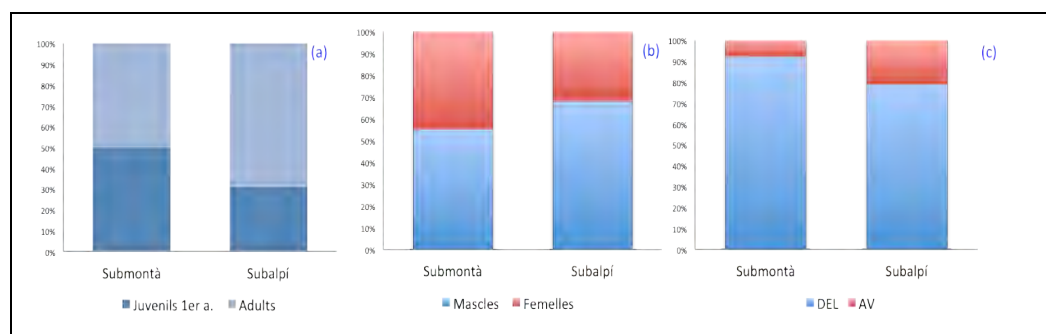


Figura 4.11. Composició d'edats, sexes i maduració del plomatge (dels joves de primer any) de les poblacions reproductores oportunistes submontanes i subalpines.



la població es localitza a àrees submontanes i l'altra a les subalpines. La mida mostral és de N=804 exemplars. Es pot observar que existeix una associació significativa entre edat i

localitat (taula 49), cosa que ens indica que les localitats oportunistes montanes tenen una composició d'edats diferent que les localitats subalpines (veure figura 49a). Existeix també

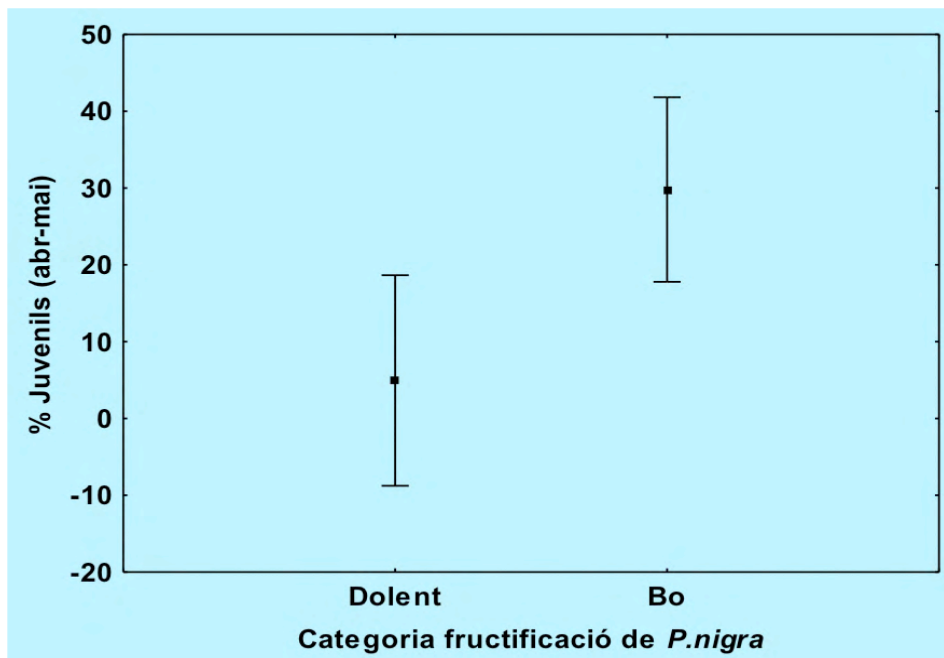


Figura. 4.12. Productivitat de joves (3J) segons l'any de producció de pinyons de *Pinus nigra*, estimada segons les captures anuals. Original de l'autor.

una associació entre localitat i sexe, el que indica que les localitats oportunistes montanes tenen també una composició de sexes diferent que les localitats subalpines (fig. 49b).

Les localitats oportunistes submontanes presenten una major proporció de juvenils i de femelles que les subalpines. Els resultats mostren que hi ha diferència significativa en la proporció d'edats, de forma que els joves de primer any eren significativament més freqüents a les localitats oportunistes que a les subalpines (fig. 49a). D'entre els joves, els que tenen pitjor condició física (retardats) eren els més freqüents a les zones submontanes oportunistes (fig. 49c). Això ens mostra que aquest episodi oportunista incumbeix especialment els joves de menor condició física.

Poden ser diverses les raons que expliquin perquè l'oportunisme és practicat més freqüentment pels individus joves de baixa qualitat (retardats). Per una banda, els adults presenten una major filopàtria a la zona en la que ja hi han criat la primera vegada (§A9). Això podria propiciar que aquests adults, a l'acabar l'hivern, es dirigeixin directament cap a les zones reproductores subalpines, on ja han realitzat una primera cria exitosa. Els joves, en canvi, s'han dispersat des de les seves zones natal, però encara no tenen una zona reproductora fixada (§A9). A més a més, els joves tenen tres handicaps respecte els adults: Per una banda desconeixen molt més les zones natal de reproducció que els adults. A l'arribar a les zones subalpines, els joves tindrien més problemes per aconseguir bons espais on reproduir-se ja que aquests estarien copats pels adults residents. A més a més, l'adaptació al canvi d'alçada que suposa el viatge des de les cotes submontanes a les subalpines comporta un canvi d'hematòcrit, la regulació del qual implica un cost metabòlic



que han d'assumir tots els que puguen (§A7). En aquest sentit els joves amb menys condició física tenen molts més costos respecte els adults.

En anys de gran producció de pinyes, a l'acabar l'hivern, als joves de llucareta de baixa qualitat que es troben hivernant a les contrades submontanes se'ls planteja un escenari de recursos fàcils i abundants (pluja de pinyons), sense greu competència, amb baixos costos de farratjar i unes condicions meteorològiques òptimes. Per aquest joves pot representar un futur incert si ascendeixen a les cotes subalpines on els espais de qualitat poden estar ja ocupats, i a més a més, han d'invertir en costos metabòlics importants en l'adaptació de

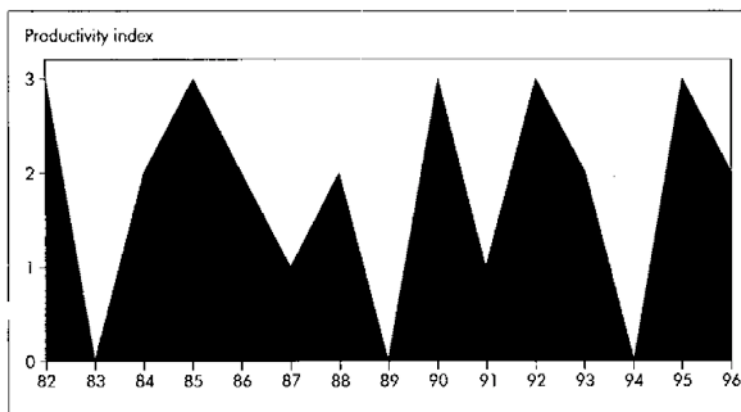


Fig. 1. Productivity index of the Black Pine in the study area, from 1982 to 1996. 0: no cones, anywhere (i.e.: productivity crash); 1: some cones, in just a few areas; 2: high fructification, but just locally abundant; 3: general high fructification.

Figura. 4.13. Productivitat de *Pinus nigra ssp spallanzanii* a la zona d'estudi de 1982 a 1996. De Borrás, Cabrera & Cabrera, 1996.

segon risc està relacionat amb l'estabilitat meteorològica la qual pot canviar radicalment d'un dia per l'altra i ocasionar episodis d'humitat i de tempestes fortes i sobtades que tanquen les pinyes i poden eliminar els pinyons del terra, cosa que donaria problemes per consumir la cria. Per tant es tracta d'una oportunitat no exempta de problemes en la que els menys dotats fan el millor que poden dins de les circumstàncies menys bones.

4.4.4 SINGULARITAT DE LA REPRODUCCIÓ OPORTUNISTA

Dos aspectes a discutir. En primer lloc, pel que fa a la qualificació d'aquest episodi primerenc de reproducció de la llucareta, les anàlisis apunten que es pot qualificar com d'oportunista, si atenem a que solament implica a una part de la població la qual aprofita l'oportunitat d'uns recursos localment abundants per a realitzar una primera cria lluny de les àrees habituals. El fenomen seria equiparable al que fan els lluers, els quals, en anys d'irrupció, poden realitzar una primera cria a latituds baixes tot aprofitant l'abundor de pinyons (p.e. Pirineus) per desplaçar-se després a les latituds nòrdiques habituals (p.e. Escandinàvia) (Payevsky 1994). Tanmateix, l'episodi oportunista no sembla pas una reproducció itinerant com les que efectuen *C.coturnix* o *Q.quelea*, ja que en aquestes espècies la realitzen la majoria dels individus de la població, mentre que en la llucareta incumbeix solament a una part de la mateixa, els juvenils de baixa condició física. Pel paral·lelisme amb l'episodi reproductor del canari de les Madeira (Leitner et al. 2003), la reproducció oportunista prevernal de la llucareta podria ser considerada com una *reproducció oportunista estacional* lligada als pins.



L'altra aspecte a discutir és el significat d'aquest comportament oportunista dins de la biologia de l'espècie. Aparentment, aquest episodi reproductor actuaria com un mecanisme que donaria opció de reproduir-se als joves de baixa qualitat, una part de la població que està en desavantatge. No obstant això, suposa una aposta molt arriscada en la que s'ha de considerar la incertesa en l'èxit reproductor a causa dels impredecibles factors meteorològics. Analitzant, recentment, altres aspectes com la *supervivència* i la *taxa de reclutament*, s'ha trobat que el reclutament de joves que s'incorporen a la població és molt més elevat (30%) en els anys amb períodes oportunistes (amb bona producció de pinyons de *P.nigra*) que no pas en anys no oportunistes (5%). Tot això considerat independentment del paper de la productivitat del pi negre (també molt important) a les zones subalpines en el reclutament de joves, com es veurà en el capítol 8. Per tant, es pot afirmar que el paper de la pinassa no és secundari i que la reproducció oportunista pot tenir un paper rellevant en la taxa de reclutament de l'espècie i un important paper en la demografia tota de les poblacions subalpines de l'espècie.

Altrament, autors com Leitner *et al.* (2013) apunten la hipòtesi que les espècies del gènere *Serinus* tenen una certa prevalença a una reacció oportunista en els ambients canviants cosa que afavoriria l'explotació de nous hàbitats o fins i tot es podria considerar un mecanisme d'expansió de les espècies del gènere.

4.5 ESQUEMATITZANT EL CICLE BIOLÒGIC

El cicle anual biològic de la llucareta a Iberia, amb base a la informació publicada de l'espècie (§A4, §A8, §A11, Borràs *et al.* 2003b; Borràs & Junyent, 1993; Borràs & Senar, 1991; Borràs & Senar, 2003;), flueix al llarg de quatre fases, incloses en 4 quadrants (fig. 415) determinats per la intersecció de dos eixos o components principals que sorgeixen de les anàlisis d'AFC de la dieta en l'apartat 52 (fig. 415).

- L'eix vertical és un *eix tròfic* que separa les dues mitats del cicle en funció de la composició principal de la dieta: herbàcia/arbòria, segons el que es comentarà abastament en el capítol 5
- L'eix horitzontal és un *eix altitudinal*, és a dir separa el dos tipus de territoris altimètrics on transcorre el cicle, o zones en què habita la llucareta: la subalpina (*oròfila*) i la submontana (*montana*)
- Com ja s'ha esmentat, el cicle es configura en quatre quadrants com a resultat de l'encreuament dels dos eixos. Els quadrants s'anomenen amb la lletra Q seguida d'una xifra numerada en sentit antihorari, començant amb el número 1 pel quadrant superior de la dreta. Els dos quadrants superiors corresponen al *període reproductor subalpí* i els dos inferiors al *període post-reproductor*
- Els dos quadrants de la dreta fan referència als *període dels pins* en el qual les coníferes prenen el protagonisme en la biologia de la llucareta, mentre que els dos de l'esquerra marquen el *període herbaci*, en el qual la vegetació tendra de prats, pastures i herbassars és vital en la biologia tròfica de la llucareta.

En cada quadrant es mostren els atributs corresponents a tres conceptes que caracteritzen l'etapa. Són els següents:

- El calendari anual es pot dividir en sis *períodes fenològics* en funció dels esdeveniments biològics que es van succeint (Blondel, 1969): *Prevernal* (febrer-març), *Vernal* (abril-



maig), *Estival* (juny-juliol), *Serotinal* (agost-setembre), *Autumnal* (octubre-novembre) i *Hivernal* (desembre-gener)

- Els *processos biològics* entesos com els principals esdeveniments que es succeeixen seqüencialment al llarg de l'any en la vida de la Ilucareta, han estat tractats en aquest capítol de la tesi en els seus apartats: muda, migració i transhumància, hivernada, aparellament i reproducció
- En el requadres es destaquen els *recursos vegetals* genèrics o fonts principals d'alimentació que constitueixen els recursos més utilitzats en cada quadrant (prats, pinedes, comunitats ruderals i comunitats arvenses). En la figura 414 es representen quatre dels principals recursos de la Ilucareta.

Les fletxes assenyalen l'ordre en que es va succeint el desenvolupament del cicle. Habitualment, els tres quadrants, de Q1 a Q3, escenifiquen perfectament el normal desenvolupament del cicle vital de la majoria de les espècies. En la Ilucareta el seu *caràcter oportunista* possibilita un quart quadrant, el Q4, en el qual es duu a terme una reproducció ocasional aprofitant la fructificació dels pins, aspecte aquest que li confereix singularitat al cicle.

Pel que fa a cada quadrant:

- **QUADRANT 1**

En el *període vernal*, que es desenvolupa en l'ambient subalpí (etapa oròfila), la Ilucareta es reproduïx en els boscos de coníferes subalpins oberts amb abundants prats. L'espècie passa per una etapa tròficament més especialitzada, basant la seva dieta en el pinyons que obtenen de *Pinus uncinata* i, en algunes contrades de *Pinus sylvestris*. Complementa el panorama tròfic amb el campeig pels prats rasos subalpins a la recerca de llavors de plantes herbàcies, desatacant especialment, *Taraxacum officinale* i en els sestadors i indrets ruderalitzats on cerca herbàcies nitròfiles pròpies de les comunitats sinantròpiques *Carduus* sp. i *Chenopodium bonus-henricus* (§A8)

- **QUADRANT 2**



Figura 4.14. En la figura es mostren quatre de les fonts d'alimentació més rellevants en el cicle de la Ilucareta segons §A8. D'esquerra a dreta i de dalt a baix: Amaranthus sp. (Q3); Pinyons de Pinus uncinata a la neu (Q1); Chenopodium album (Q3) i vil·lans de Taraxacum officinale (Q4). Fotos A.Borràs.



En el període serotinal (etapa oròfila), a finals de l'estiu, les Ilucaretes es dispersen per sobre la línia d'arbres, en els prats supraforestals, prats alpins i matollars associats, alimentant-se

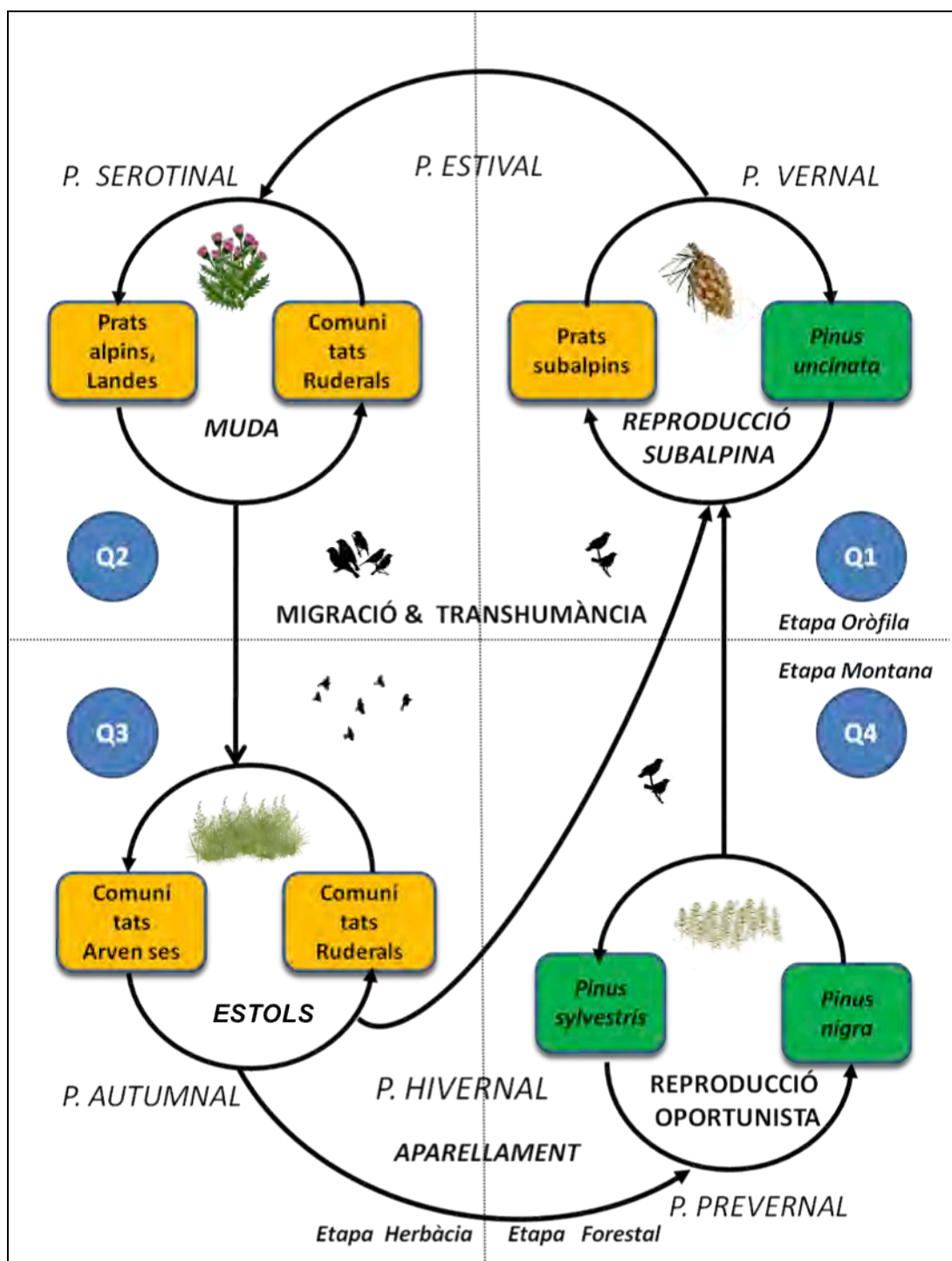


Figura 4.15. En la figura es mostra un esquema del cicle vital de la població prepirinenca de Ilucareta amb dos eixos que delimiten quatre quadrants. Original de l'autor (en §A1) i (Borras et al. 2003a, 2003b, 2005b; Borras & Junyent 1993; Borràs & Senar, 1991, 2003;. Forschler et al. 2005)

d'una gran varietat de plantes de les pastures rases i de la vegetació sinantròpica amb plantes nitròfiles vinculades amb el bestiar (per exemple, *Polygonum aviculare* i *C. bonus-henricus*); alguns individus, principalment aus juvenils de l'any (3J), poden passar a alimentar-se de les comunitats de plantes ruderals (*Asteraceae* com per exemple *Cirsium*

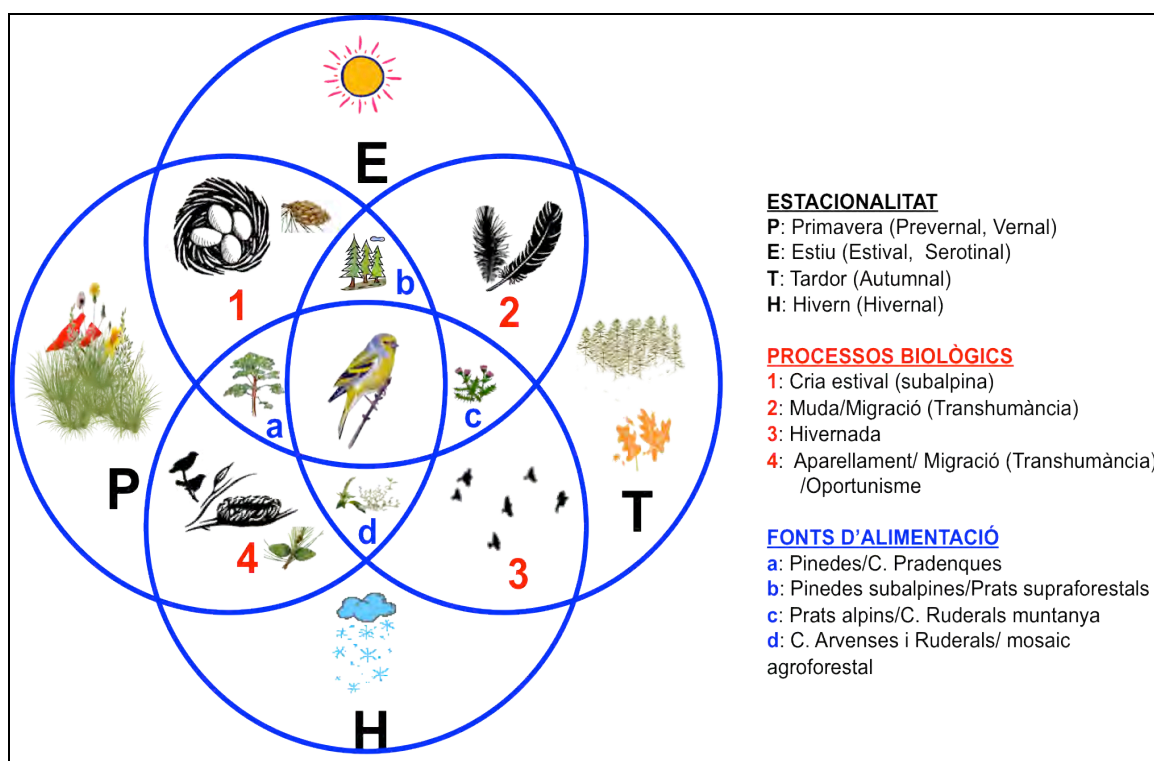


Figura 4.16. En la figura es mostra un esquema del cicle vital de la població prepirinenca de *Ilucareta* amb dos eixos que delimiten quatre quadrants. Original de l'autor (§A1)(Borras et al. 2003; Borras and Junyent 1993; Borras and Senar 1991; Borras and Senar 2003b; Borras, Senar, Cabrera, and Cabrera 2005b; Förschler et al. 2005).

eriphorum, *Onopordum sp.*, *Carduus sp.*). Aquest aspecte poc representant un desplaçament especialment des de la zona occidental (més seca i eixuta) cap a zones més orientals o fins i tot a altres massissos axials pirinencs menys eixuts i més reverdits a l'estiu. En aquest període es duu a terme un procés fonamental en la vida post-nupcial de les aus: s'inicia el procés de la muda del plomatge

• QUADRANT 3

A la tardor, quan han finalitzat les condicions òptimes estivals, l'assequibilitat dels recursos es va fent difícil a l'alta muntanya a mesura que transcorren els dies i, a més, les condicions climàtiques també esdevenen més rigoroses i en qualsevol moment pot aparèixer la neu per acabar de complicar el panorama. Aleshores és quan les aus es veuen sovint obligades a traslladar-se a altituds muntanes i submuntanes més baixes (de 1500 a 300 m). En aquest període les *Ilucaretes* campen per les comunitats ruderals i arvenses, i també per camps, rostolls i guarets, del mosaic agroforestal. Pel que fa a la dieta, aquesta és una etapa que es pot qualificar de poc especialitzada en la que consumeixen plantes ruderals i arvenses molt comunes com per exemple *Inula viscosa*, *Chenopodium sp.*, *Amaranthus sp.* etc. (§A8).

La disponibilitat de les llavors de les plantes herbàcies es van reduint a mesura que avança la tardor. A l'entrar l'hivern, els recursos herbàcics ja s'han exhaurit molt, especialment si les condicions meteorològiques de la tardor han estat dures i les pluges han sovintejat, cosa que ha fet caure moltes llavors de les plantes. Llavors és quan les *Ilucaretes* poden canviar la dieta cap als recursos forestals que van prenent importància, ja que comencen a nodrir-se dels pinyons de les primeres pinyes obertes en els dies assolellats. Un esdeveniment molt



important que es dona durant aquest període en les contrades de la mitja muntanya és l'entrada en zel i el procés d'aparellament, el qual té lloc dins dels estols hivernants (§A1).

- **QUADRANT 4**

Aquest període es desenvolupa en l'ambient montà es caracteritza per una especialització tròfica en els recursos forestals: els pinyons de les espècies de coníferes montanes i submontanes com *P.sylvestris* i *Pinus nigra*, ja que en aquest període els pinyons ja són madurs i la major insolació i altura del sol a l'horitzó fan que es comencin a obrir els cons per tal de procedir a la dispersió anemocòria (§A1, §A8). Habitualment, i especialment si les condicions de l'alta muntanya són encara adverses, les llucaretes visiten en aquest període els boscos submontans i montans de *P.sylvestris* atès que aquests són més regulars en la producció de pinyons que no pas els de pinassa (Ruiz de la Torre 2006). Els anys en què en el període prevernal la fructificació de la pinassa hagi estat molt abundant i les condicions meteorològiques estables, la llucareta pot involucrar-se en un procés de cria en aquestes àrees de coníferes de cotes baixes (Borras & Senar 1991), en l'anomenada reproducció oportunista. En general, en les poblacions de llucaretes europees (tret de les del sistema ibèric amb pinassa) no s'ha descrit aquest episodi i el quart quadrant (Q4) no és present. Solament a la zona de la Provença es dona el fet de l'aprofitament dels pins submontans en aquest període, però sense que tingui lloc la reproducció oportunista (si més no ha estat reportada), per la qual aquest quadrant Q4 es pot considerar una singularitat de la població ibèrica i especialment de la prepirinenca. Altrament, a l'acabar l'hivern, i en absència de producció de pinyons, la llucareta es mou de nou cap a les zones subalpines (Q1) bo i tancant el cicle.

Una altra forma d'expressar gràficament el cicle biològic és en forma d'un *diagrama de Venn* (fig. 416). El diagrama de Venn referit al cicle biològic de la llucareta, es forma per la intersecció dels quatre cercles que representen els respectius períodes del cicle (o *estacionalitat*), cosa que determina 8 espais d'intersecció. Quatre d'aquests espais es poden interpretar com els *processos biològics* principals del cicle (cria, muda, hivernada i aparellament) i els altres quatre com les *fonts d'alimentació* principals (pinedes submontanes, pinedes subalpines, prats alpins i vegetació arvenses/ruderal). L'estacionalitat s'interpreta amb els següents codis : *P* (primavera), *E* (estiu), *T* (tardor) i *H* (hivern). Els codis dels processos biològics són 1 (cria estival subalpina), 2 (muda i migració), 3 (hivernada) i 4 (aparellament/oportunisme/ migració). Els codis de les fonts d'alimentació són *a* (pinedes submontanes/comunitats pradenques), *b* (pinedes subalpines/Prats supraforestals), *c* (prats alpins/comunitats ruderals) i *d* (comunitats ruderals i arvenses/mosaic agroforestal). Contràriament a l'altre esquema del cicle de quadrants, el de Venn funciona en sentit horari.





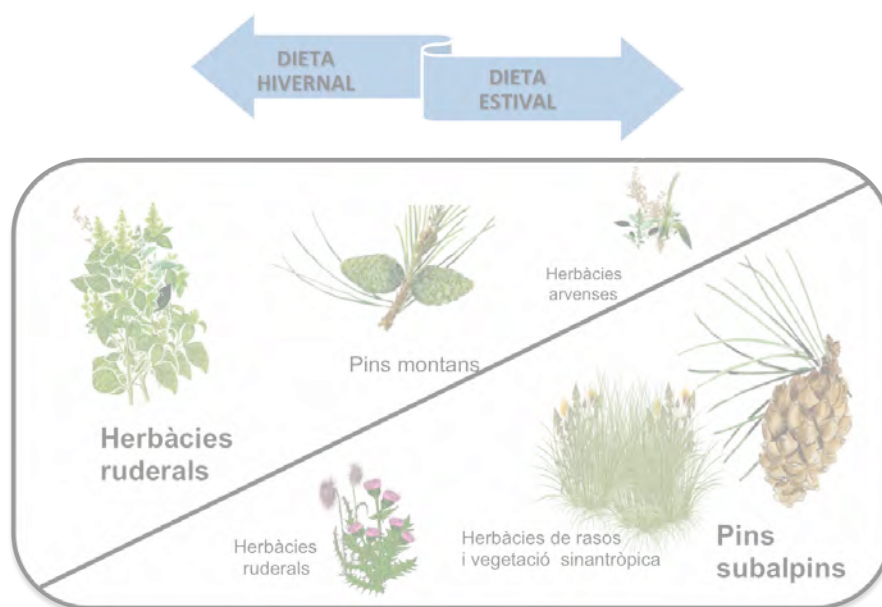
CAPÍTOL 5



Ilucaretes menjant Chenopodium album (a dalt) i P.nigra (a baix). Fotos A.Borràs



RECURSOS TRÒFICS



✚ *El gran llibre, sempre obert, i que hem de fer un esforç per llegir, és el de la Naturalesa*

ANTONI GAUDÍ

✚ *Pare, si no hi ha pins, no es fan pinyons, ni cucs, ni ocells. On no hi ha flors, no es fan abelles, cera ni mel*

JOAN MANUEL SERRAT, "Pare"



5 UTILITZACIÓ DELS RECURSOS TRÒFICS

5.1. EL PAPER DE L'ALIMENTACIÓ EN EL CICLE VITAL

La disponibilitat estacional de l'aliment també és molt rellevant en les espècies migradores o transhumants atès que les fonts i la disponibilitat canvia en funció de la localitat on té lloc la hivernada i la reproducció. La disponibilitat i assequibilitat dels aliments varia molt en funció de l'ecosistema considerat, la localitat i l'estació. El canvi és omnipresent en les muntanyes de les latituds temperades, on la incidència de les estacions és molt notable. La variació estacional dels recursos tròfics, doncs, afecta més, com és lògic de suposar, a les latituds temperades, que és el cas de la llucareta. El fotoperíode és la variable clau a considerar en aquest sentit, a banda de l'important paper que juga també en la regulació hormonal i en la reproducció. Aconseguir aliment és més fàcil en les èpoques de més hores

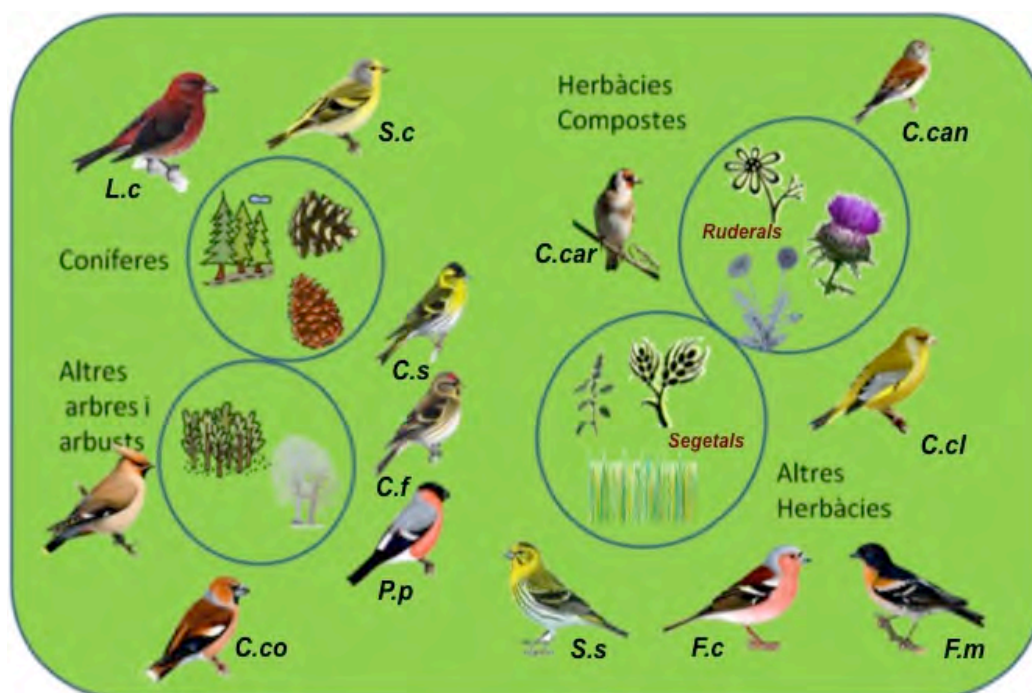


Figura 5.1. Esquema on es resumeixen les preferències alimentàries dels diferents fringíl·lids que es comen en el text i que permet situar a la llucareta. Llegenda: L.c.: *Loxia curvirostra*; S.c.: *Serinus citrinella*; C.co: *Coccothraustes*; C.s: *Carduelis spinus*; C.f.: *Carduelis flammea*; P.p.: *Pyrrhula pyrrhula*; S.s.: *Serinus serinus*; C.car: *C. carduelis*; **C.can**: *Carduelis cannabina*; C.cl: *Carduelis chloris*; F.c.: *Fringilla coelebs*; F.m.: *Fringilla montifringilla*. La figura de l'ampelis (*Bombycilla garrulus*), que no és un fringíl·lid, es posa de referència. Elaboració pròpia.

de llum, és a dir a la primavera i a l'estiu, moment en què les condicions són òptimes per a la majoria de plantes i animals i, consegüentment, les llavors i els artròpodes estan més a l'abast dels ocells. A les latituds septentrionals i a muntanya, a l'hivern les condicions són molt adverses: a banda de les baixes temperatures, l'aliment solament és assequible en l'estreta franja horària de les hores amb llum. A més a més, les aus han de passar moltes hores en repòs a la nit aguantant baixes temperatures i consumint de les



reserves, per la qual cosa és vital obtenir prèviament aliment de qualitat en el breu període de temps que significa el dia solar i assimilar-lo el més aviat possible per mantenir l'intens metabolisme que caracteritza les aus, cosa que possibilita la temperatura corporal constant. La ingesta diürna d'aliment, a banda de satisfer aquestes necessitats, també ha de possibilitar mantenir un mínim de reserves energètiques que garanteixi la supervivència (Carrascal et al. 2012; Villén et al. 2014).

La dieta és molt diferent en cada grup d'ocells considerat i existeixen molts exemples dels dos extrems nutritius: els estenòfags i els eurifags (Welty 2001). En el cas que ens ocupa dels fringíl·lids (clarament fitòfags), aquests són majoritàriament menjadors de llavors, però també poden nodrir-se de fruits, poncelles i borrons (veure Fig. 5.1). Els gèneres *Carduelis* i *Serinus*, estan més especialitzats en menjar llavors de plantes herbàcies i mates les quals poden treure de les tiges de la pròpia planta o bé obtenir de les que li cauen al terra, ja sigui peonant pel sòl o penjant-se dels branquillons. En aquest grup com a mínim tres espècies (*Carduelis carduelis*, *Carduelis spinus* i *Carduelis citrinella*) poden també nodrir-se de llavors que obtenen estacionalment d'arbres. Poden explotar els petits cons del vern (*Alnus glutinosa*) i les pinyes obertes de coníferes (principalment *Pinus nigra*, *Pinus sylvestris* i *Pinus mugo*). Altres espècies d'arbres també poden ser explotades ocasionalment (*Betula* i ocasionalment *Pinus halepensis*). En aquest context, la llucareta és un fringíl·lid carduelí, que a diferència d'altres integrants del gènere *Carduelis* no és perxaire (adaptar a penjar-se de les branques) tot i que pren hàbilment les llavors de les tiges herbàcies i dels cons oberts dels pins. Molt sovint obté en el sòl les llavors i els pinyons que han caigut de les plantes, per la qual cosa sovint se'l veu peonar pel terra.

5.2. ANÀLISI DE LA DIETA DE LA LLUCARETA

L'estudi detallat de l'alimentació és vital per entendre la biologia de qualsevol espècie sigui quin sigui l'objectiu del treball. Un estudi acurat de la dieta ha de ser qualitatiu i alhora quantitatiu. També ha de contemplar tot el ventall del cicle anual, per tal que es posin de manifest tots els requeriments tròfics essencials. La dieta ben coneguda ens informa molt millor de l'ús que una espècie fa del territori i dels seus recursos, ens pot explicar moviments, dinàmiques poblacionals i altres aspectes de la biologia que d'una altra manera no es podrien elucidar o que ens passarien per alt. La composició de la dieta en el cas de la llucareta es pot fer per dues vies: observació en el camp (qualitativa) i reconeixement visual del pap dels ocells i/o extracció de mostres (quantitativa) (veure Cap. 3 per a més detalls i §A19), ambdues emprades en aquest apartat. No es consideren les anàlisis estomacals que atès que s'ha treballat amb cadàvers o sacrificar l'animal. En els fringíl·lids carduelins l'aliment és retingut en el pap després de ser pelat pel bec per desproveir les llavors de les cobertes exteriors dures, per després passar-les al pedrer on són triturades. Amb l'ocell a la mà, es pot fer un reconeixement visual quan els aliments estan retinguts en el pap simplement separant les plomes i mirant a través de la pell que transparenta en la *zona aptèria escapular*, cosa que permet fer un estudi qualitatiu i quantitatiu de les darreres llavors ingerides. Aquest mètode permet una quantificació imparcial de la dieta en comparació amb una col·lecció de llavors estàndard, sense haver de sacrificar l'ocell (Newton 1972). En els moixons fringíl·lins no es pot fer aquest reconeixement del pap ja que aquest no és visible. Per observació directa en el camp també s'obté una informació qualitativa de les plantes que consumeix la llucareta en cada



estació. L'objectiu d'aquest capítol és quantificar la dieta de la llucareta que habita els Pirineus mitjançant inspecció visual del coll, on el menjar s'emmagatzema inalterat.

La bibliografia general fins que es va fer l'estudi, en què es basa aquest capítol (§ A8), contemplava que la dieta de la llucareta comprenia principalment llavors de plantes herbàcies a l'estiu. Durant l'hivern i la primavera, les llavors del pi negre (*Pinus uncinata*) consideraven que eren també un recurs d'importància (Cramp and Perrins 1994; Förschler 2001a; Förschler 2001b; Genard and Lescourret 1986; Glutz and Bauer 1997; Newton 1972). Altres autors, també prèviament, també vam suggerir pel a les poblacions del sud-oest d'Europa (especialment la península ibèrica) la importància de les llavors de la pinassa (*Pinus nigra*) en la dieta, principalment durant el període d'hivern i primavera (Borras and Senar 1991). Encara que els estudis quantitius de la dieta fets amb mètodes d'observació en la serralada oriental estaven disponibles sobretot per a la primavera (Förschler 2000; Förschler 2001a; Förschler 2001b; Glutz and Bauer 1997; Sabel 1965), no es trobaven disponibles per a les poblacions occidentals, tot i la importància d'aquestes dades per entendre la dinàmica dels moviments de la població de llucareta. La informació sobre les aus hivernants era encara més escassa, anecdòtica i basada en dades d'observacions ocasionals (Crousaz and Lebreton 1963; Märki 1976; Praz and Oggier 1973). El treball referit (§ A8) va ser el primer que contemplava una anàlisi quantitativa de la dieta. Aquesta manca inicial de treballs quantitius era deguda a la poca quantitat de llucaretes capturades i anellades en les poblacions transpirinenques. Recentment uns quants treballs han ampliat la informació de l'alimentació de la llucareta a Europa, per bé que s'han basat únicament amb dades d'observació, sense captura ni observació en mà del ocells (Förschler 2001a; Förschler 2001b; Förschler 2007a; Förschler 2007b; Märki 1976; Märki and Adamek 2013).



L'obtenció de dades quantitatives mitjançant la "lectura" del pap es va fer en 8.777 llucaretes capturades en 49 localitats de la zona d'estudi entre els anys 1977 i 2000, de les quals 3.394 van donar resultats positius en la lectura. Per a l'obtenció de dades qualitatives complementaries es van analitzar unes 500 observacions d'aus menjant en llibertat. En cas de dubte en les observacions, per tal de determinar les plantes consumides, es procedia a recollir-ne una mostra posteriorment a l'observació (). Durant l'estiu es prenia nota de la presència d'un material sec o de textura gomosa que era present en la coberta del bec. Es tracta de les restes de làtex. Es quantificava amb una escala (ap. 24332). La presència del làtex estava relacionat amb la ingesta de *Taraxacum*



officinale, una planta asteràcia, molt rellevant en la dieta de la llucareta, que es diposita al bec quan piquen els capítols de les inflorescències per extreure les llavors. Al assecat-se el làtex, forma una capa fosca, la qual cosa és un indicador de la ingesta d'aquesta asteràcia.

El tipus d'aliments s'han classificat en sis categories. Aquest criteri obeeix a les observacions realitzades a través de la lectura del pap. Quatre categories corresponen a espècies herbàcies i dues a coníferes.

- HERBÀCIES:
 - *Taraxacum officinale* [Asteraceae]
 - *Cirsium* sp. (*C. vulgare*, *C. eryophorum*, *Carduus* sp.) [Asteraceae]
 - *Chenopodium* sp. (*C. album*, *C. bonus-enricus*) [Chenopodiaceae]
 - Herbes ("herbs"). Categoria genèrica de plantes herbàcies (majoritàriament teròfits i hemicriptòfits, no determinats). Un llistat mostra les espècies herbàcies determinades per mitjà de l'observació en el camp (§ A19). Inclou 53 espècies incloses en 22 famílies. Veure taula 51
- CONÍFERES [Pinaceae]:
 - *Pinus nigra* spp. *salzmannii* – *Pinus sylvestris*.
 - *Pinus mugo*

Els resultats expressats en percentatge de cada tipus d'aliment segons els mesos es mostren en la fig. 52. Una interacció significativa va aparèixer entre els diferents mesos de l'any i el tipus de llavors ingerides per la llucareta ($X^2 = 7629.10$, $df = 55$, $p < 0,001$). Es palesa, doncs, la variació anual de la composició de la dieta i la interacció entre els diferents mesos de l'any i els tipus de llavors ingerides. La figura 5.2 resumeix la fenologia en la utilització de les llavors. (§A8).

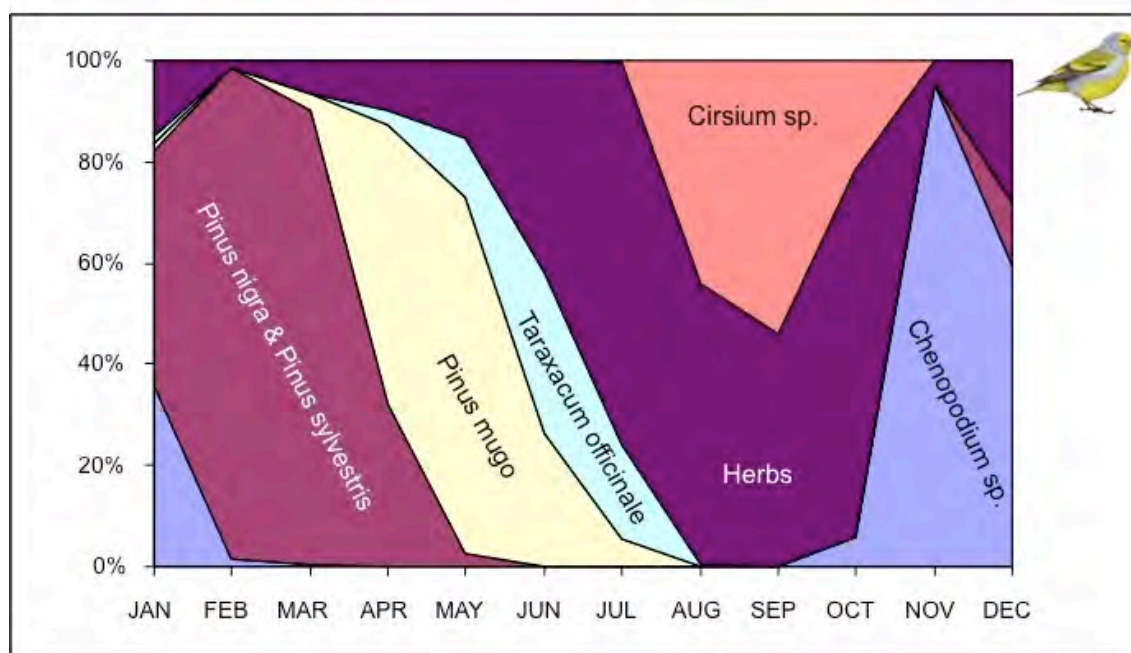


Figura 5.2. Variació anual de la composició de la dieta de *Serinus citrinella* segons § A19



L'anàlisi factorial de correspondències (AFC) relaciona les diferents llavors i els mesos de l'any, cosa que permet establir un clar patró fenològic en la dieta de la llucareta. El primer eix, que va absorbir el 34% de la variància, es va distingir el període de novembre a abril, període en el qual quan les aus es queden en destinacions montanes i el període de maig a octubre en el que resideixen a les zones subalpines i alpines. El segon eix, que absorbeix un 30% addicional de la variància, distingeix entre llavors arbòries i herbàcies. Els resultats mostrats a la figura 5.3 es poden resumir en dos eixos, als quals anomenarem *Eix altimètric* i *Eix herbaci-arbori* o *Florístic*.

Sobre la base dels eixos de l'AFC, es poden distingir, a grans trets, tres *períodes* principals en la dieta de la llucareta (fig. 5.4):

- El *període arvense*, comprèn de novembre a gener, quan l'ocell basa la seva alimentació en llavors de plantes segetals i ruderals en o a la vora de camps agrícoles i camins. Principalment de *Chenopodium sp.* (blets)
- El *període arbori*, va de febrer a maig, quan els ocells es concentren en les llavors de les espècies de pins (*Pinus*).
- El *període pratense-ruderal*, comprèn de juny a octubre, quan l'au s'alimenta de diverses herbes de gespes i pastures com ara *Taraxacum officinale* (xicoia) sobretot al juny. També en comunitats ruderals subalpines, principalment l'agost-setembre, destacant *Cirsium eriophorum* (cardigassa)

DIET AND MONTHS: CORRESPONDENCE ANALYSIS. TWO AXIS

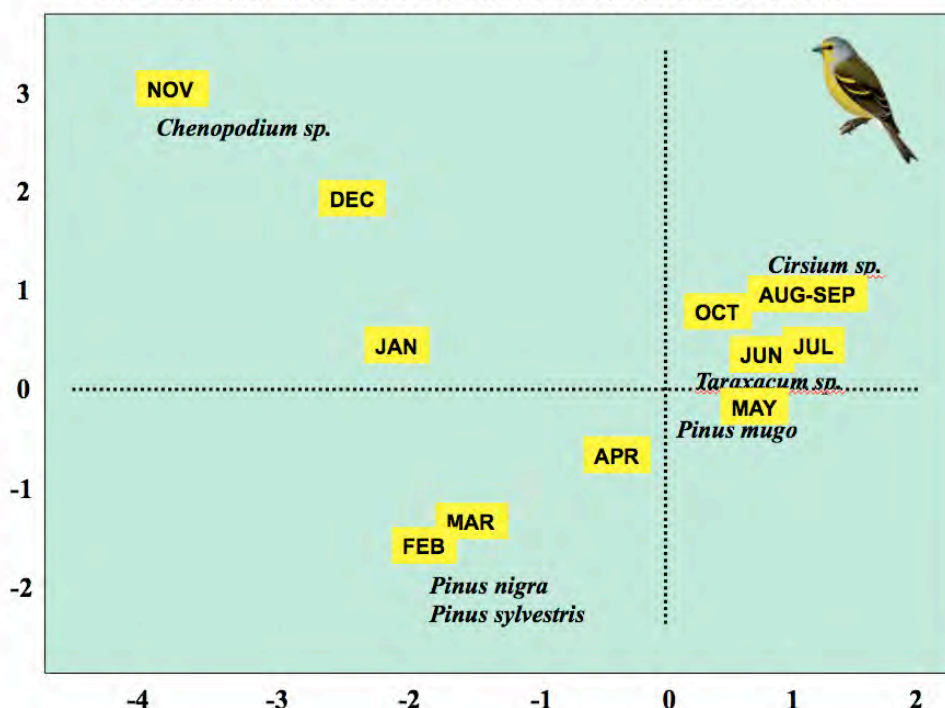


Figura 5.3. Eixos principals en l'AFC de la dieta de la llucareta (§ A19). La referència P.mugo vol dir *Pinus uncinata*.

Cada un dels eixos determina dues *etapes* de la nutrició de la llucareta. Aquestes etapes alhora, ens permeten redefinir i afinar els quatre períodes anteriors:

- Eix *Altimètric* (fig. 5.5)



- *Etapa Montana*
 - Període Arvense
 - Període Arbori montà
- *Etapa Subalpina*
 - Període Arbori subalpí
 - Pradenc ruderal
- Eix Herbaci-arbori o eix florístic (fig. 5.6)
 - *Etapa Herbàcia*
 - Període Arvense ruderal
 - Període Pradenc
 - *Etapa Arbòria*
 - Període Arbori de Coníferes
 -

Tot seguit es passarà a analitzar el significat dels períodes de cada etapa en el marc del cicle anual de la llucareta.

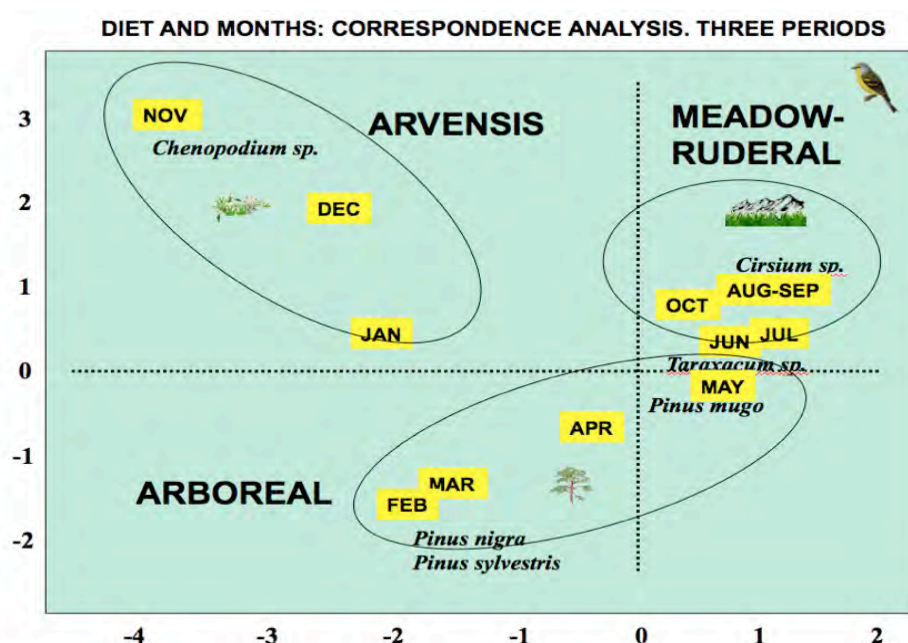


Figura 5.4. Períodes en la dieta de la llucareta a partir de la l'AFC (§ A19). La referència P.mugo vol dir *Pinus uncinata*.

5.3. EIX ALTIMÈTRIC

El component hipsomètric divideix la dieta de la llucareta en dues etapes definides per la variació en l'assentament en altura de les poblacions segons les estacions i és de vital importància per entendre l'alimentació de la llucareta (Fig. 5.5).

5.3.1. ETAPA MONTANA

Cobreix, a grans trets, la hivernada de l'espècie. Aquesta etapa comença amb la dispersió juvenil dels joves i la davallada de la resta de la població vers les terres allunyades dels cims pirinencs a partir de l'octubre-novembre, depenent de les condicions meteorològiques. Es dona en les zones montanes amb condicions meteorològiques i climàtiques més benignes i favorables a la supervivència, lluny de les àrees de



reproducció subalpines aleshores habitualment nevades, fredes i amb escassos o nuls recursos tròfics. A la zona d'estudi, les zones montanes del Solsonès, Alt Urgell, Berguedà i Bages, a la falda del Prepirineu i a les serres de la Catalunya central, amb marcat caràcter submediterrani, són l'escenari on es desenvolupa aquesta etapa montana. Aquesta etapa inclou dos dels períodes abans definits per l'AFC: el període arvens, enterament, i l'arbori parcialment (montà). Aquesta etapa pot incloure, si determinades circumstàncies ho possibiliten la reproducció oportunista o itinerant (veure cap. 2d) en la segona etapa, en els boscos de pinassa.

5.3.1.1. PERÍODE ARVENSE

A les zones montanes de les faldes prepirinenques i a les valls arrecerades d'aquestes

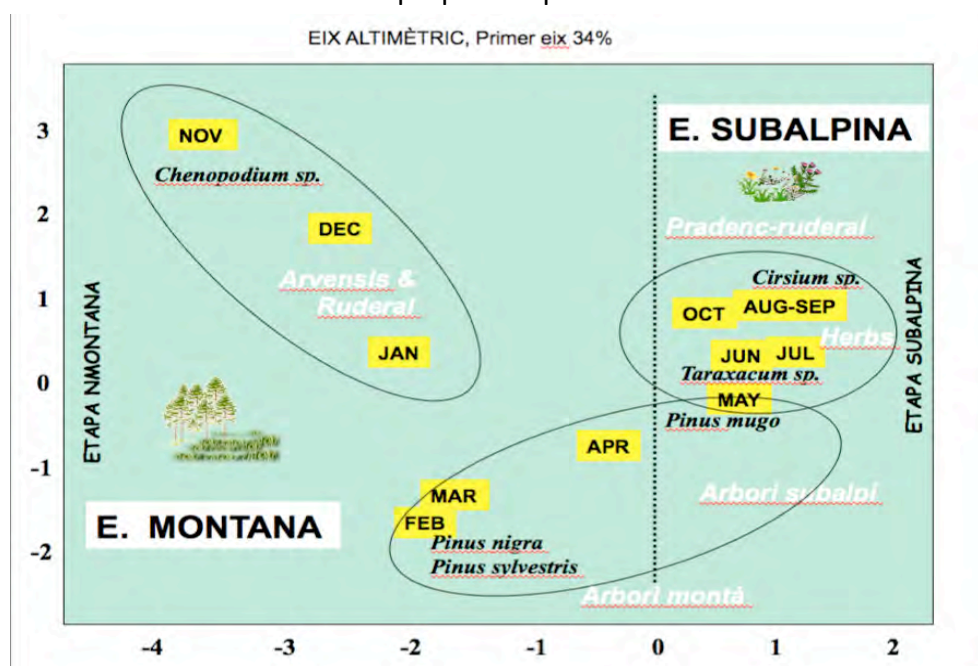
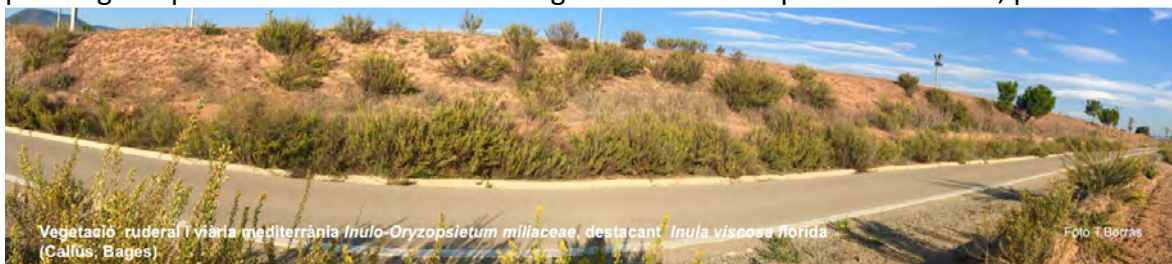


Figura 5.5. Eix altimètric de la dieta de la *Ilucareta* a partir de la l'AFC (§ A19). La referència P.mugo vol dir *Pinus uncinata*.

contrades es troba disponible un *banc de llavors* clau per la supervivència hivernal de l'espècie. Aquest està constituït per plantes herbàcies del voltant dels camins, els conreus i els assentaments rurals. Les plantes que constitueixen aquestes comunitats tenen com a principal requeriment ecològic sols amb un elevat contingut de nitrogen per la qual cosa se les qualifica en conjunt de plantes ruderals i arvenses. A la taula 5.1 es poden veure alguns exemples d'aquestes plantes. La zona més favorable per trobar recursos és la constituïda pels conreus, erms, rostolls i guarets combinats amb masses boscoses de *Pinus nigra* i les bosquines que forma aquest pi amb les espècies de roure *Quercus humilis* i *Quercus faginea*, les quals constitueixen un potent *mosaic agroforestal* (§A1) Aquest hàbitat fortament humanitzat i que està molt influït, any rere any, per l'acció antròpica, hostatja, a més a més, una bona població de passeriformes migradors i hivernants que s'aprofiten d'aquest important reservori de llavors. Espècies molt rellevants en aquest context són *Chenopodium album*, *Amaranthus retroflexus* i *Inula (Ditricchia) viscosa*.



Les llavors són consumides directament de la planta o bé són obtingudes del terra a mesura que aquestes cauen de forma natural o per causa dels temporals i el vent. El banc de llavors es manté fins el desembre tot i que depenent de la meteorologia es pot perllongar aquest reservori fins el mes de gener. A mesura que això succeeix, prenen més



Vegetació ruderal i viària mediterrània *Inula-Oryzopsisietum millaceae*, destacant *Inula viscosa* florida (Callús, Bages)

Foto: T. Borràs

rellevància altres espècies herbàcies o mates amb més component llenyós que es troben en pastures seques, brolles, joncedes i vores de camins. Tres espècies destacables en aquest sentit són *Santolina chamaecyparissus*, *Satureja montana* i *Artemisia campestris*.

5.3.1.2. PERÍODE ARBORI MONTÀ

La llucareta depèn principalment de gener a maig de les llavors dels pins de la zona montana (400-1400 m.) com la seva principal font d'alimentació (70-100%): de gener a abril principalment de *P.nigra* i en menor mesura també de *P.sylvestris*. A partir de desembre-gener quan el banc de llavors de les plantes arvenses es redueix, les pinyes dels pins montans esmentats, comencen a obrir-se com a conseqüència de l'escalfament més notori del sol i l'allargament del fotoperíode, posant un l'abast l'altre banc de llavors: els pinyons. La disseminació per via anemocòria d'aquests pins també anomenada "pluja de llavors" (*seed rain*) fa que una part molt important de pinyons són consumits en el sòl per un munt d'espècies (i no pas totes elles d'ocells) abans que puguin germinar (Gràcia and Ordóñez 2011a; Gràcia and Ordóñez 2011b). En els arbres, no obstant, aquest preuat recurs no està a l'abast de totes les espècies puix les hi cal una morfologia de bec adient per poder extraure les ales del pinyonets de l'interior de la pinya i arrossegar-lo per tenir-lo a l'abast. Altres espècies de fringíl·lids com *Carduelis spinus* i *Carduelis carduelis* poden també explotar aquest recurs, a banda, clar, de *Loxia curvirostra* l'única espècie veritablement especialista en coníferes del territori ibèric. A l'ensem d'obtenir-lo dels cons, la llucareta també el pot aconseguir fàcilment del banc de pinyons del sòl. Aquest període pot arribar fins l'abril, com a molt tard el maig, essent el punt àlgid els mes de març, període en el qual a la regió les condicions meteorològiques acostumen a ser idònies per a la pluja de pinyons (veure més detalls al cap. 4 referit a la reproducció oportunista).

Per tant, tenim que els boscos de pins montans i especialment els submontans de *P.nigra* són un element clau per la supervivència hivernal de la llucareta per dues raons essencials: les hostatgen i les alimenten en aquest període tan crític del cicle de qualsevol ocell. A la península ibèrica s'han posat de relleu, a banda de la zona esmentada anteriorment de l'àrea d'estudi, quatre nuclis estables més de concentració de l'espècie a l'hivern (Borràs and Senar 2013; Borràs et al. 2011) Es troben en zones de mosaic agroforestal, on *P.nigra* en primer lloc i amb menor rellevància *P.sylvestris*, tenen un paper clau en la concentració d'importants efectius poblacionals (§A1, §A6). Dos dels nuclis estan en el Sistema Ibèric, un en el Sistema Central i un altra en el Sistema Bètic (veure ap. 43).



5.3.2. ETAPA SUBALPINA

Aquesta etapa inclou el període reproductor i l'etapa de la muda de l'espècie. Aquesta etapa comença amb l'arribada dels adults residents als boscos subalpins de reproducció de *Pinus uncinata* i posteriorment la resta de població i els joves que s'han reproduït durant la cria oportunista en els boscos montans de *P.nigra*. Cap a agost i setembre la població es segrega. Mentre que alguns adults i reproductors divaguen cap a les zones de pastures i gespes alpines (Pirineus axials) o supraforestals (Prepirineus), altres passen el període de muda en les comunitats sinantròpiques subalpines (ruderals i calcigades). Per tant aquesta etapa es desenvolupa en les zones de muntanya subalpina i alpina en condicions meteorològiques i climàtiques benignes totalment favorable a la supervivència i amb recursos suficients com per alimentar els joves de l'any i mantenir les costoses despeses de la muda. Aquesta etapa inclou dos dels períodes abans definits per l'AFC: parcialment el període arbori (subalpí), i enterament el pradenc-ruderal.

5.3.2.1. PERÍODE ARBORI SUBALPÍ

El cicle de dispersió dels pinyons del *P.uncinata* ha començat el gener (Gracia & Ordoñez, 2012) i cap a abril i maig la pluja de pinyons està ben activa i les pinyes obertes permeten alimentar fàcilment les llucaretes. Part de la població de llucareta, els adults més filopàtrics, abans mes d'abril poden ocupar els boscos subalpins si les condicions meteorològiques no són rigoroses i les condicions de llum i sol són adients, just quan el rigor hivernal ja remet i la neu comença a deixar espai pel rebrot dels prats subalpins. Aquest període pot durar fins el maig-juny, amb probables diferències entre vessants que farien que s'allargués més en el vessant nord. També aquesta dinàmica afecta *P.sylvestris* en les contrades on es barreja amb el pi negre per la línia inferior de la cota subalpina. Això succeeix especialment en la cara nord de la zona d'estudi del Port del Comte (Vansa) i gens als vessants meridionals. Es pot dir, doncs, que és un bon període per tenir pinyons a l'abast. Arribats a maig, aquest període es cavalca amb el pradenc-ruderal, atès que aquesta època encara amb pinyons, és quan comença la producció de llavors per part de plantes pradenques, entre les qual destaquen els lletsons (*Taraxacum officinale*) al juny, un aliment molt nutritiu pels polls (Kendeigh and West 1965).

5.3.2.2. PERÍODE PRADENC-RUDERAL

Durant el període de reproducció, a banda de *Taraxacum officinale*, moltes altres plantes pradenques de les pastures subalpines i zones properes a les pistes d'esquí i corriols serveixen d'aliment als polls com ara *Plantago media*, *Festuca scoparia*, *Poa annua*, *Capsella bursa-pasturis* o *Thymus serpyllus* per indicar-ne solament algunes. A partir del juliol algunes pastures s'agosten amb les rigoroses temperatures d'estiu, especialment a algunes pastures xeròfiles dels vessants meridionals dels Prepirineus. És aleshores quan, s'afegeixen al llistat plantes més ruderals i calcigals que estan plenes de llavors. Aquest és un altre banc de llavors que es pot explotar fins setembre-octubre. Algunes de les plantes que tenen protagonisme són: *Polygomon aviculare*, *Cirsium eriophorum*, *Cirsium vulgare*, *Carduus carlinoides* Aquest banc és especialment explotat pels estols de joves de l'any (3J) aliment essencial per afrontar la crucial etapa de la muda del plomatge.

Resumint, direm que les fonts d'aliment de la llucareta que marca les etapes de l'eix altimètric són majoritàriament plantes herbàcies molt diverses, tot i que en l'època de



cria (ja sigui oportunista o subalpina) l'espècie es mostra especialista en la utilització dels pinyons dels pins i especialment del *P.nigra* i *P.uncinata*, en menor mesura *P.sylvestris*, essent aquestes coníferes un recurs indispensable per garantir l'èxit de la reproducció.

5.4. EIX FLORÍSTIC (= HERBACI-ARBORI)

El component que es pot qualificar com "florístic" en la composició de la dieta que marca el segon eix de l'AFC, divideix la dieta de la llucareta en dues etapes definides per la variació en el tipus de recurs vegetal emprat: les plantes herbàcies i les llavors dels arbres. Aquest eix posa en relleu la importància de les coníferes en la dieta de l'espècie en el període reproductor (fig. 5.6).

5.4.1. ETAPA HERBÀCIA

Com s'ha vist en l'apartat anterior, del sis grups de llavors que hem vist que són utilitzats en forma més o menys seqüencial al llarg de l'any per la llucareta, quatre corresponen a plantes herbàcies.

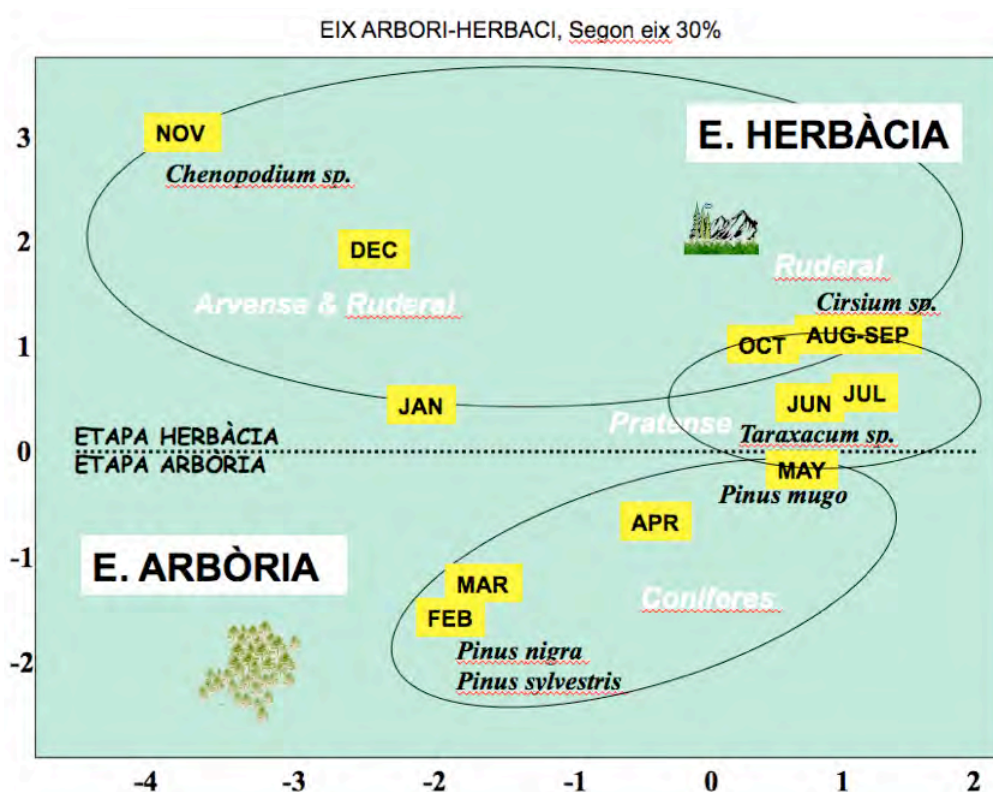


Figura 5.6. Eix arbori-herbaci de la dieta de la llucareta a partir de l'AFC (§ A19). La referència *P.mugo* vol dir *Pinus uncinata*.

5.4.1.1. PERÍODE ARVENSE-RUDERAL

Dos d'aquests grups de llavors corresponen a plantes nitròfiles (asteràcies, quenopodiàcies, poligonàcies principalment). Les trobarem en d'ambients humanitzats i vores de camins (ruderals), en espais trepitjats pel bestiar o els automòbils (calcigals), o en les zones de conreus, rostolls i guarets (segetals), jugant totes un paper important en dos aspectes del cicle vital de la llucareta: la hivernada (terra baixa i zona montana) i la muda (zona subalpina).



El blet *Chenopodium album* pot representar el 90% de la dieta dels hivernants durant el mes de novembre tant en comunitats ruderals com en arvenses.

Les plantes ruderals a la terra baixa i zones montanes (p.e. *Chenopodium album*, *Amaranthus retroflexus*, *Inula viscosa*) juguen un rol molt important la primera etapa de la hivernada, fins desembre-gener, quan aquest grup comença ja a exhaurir-se.

Els estols juvenils a finals d'estiu, època en la que estan mudant, aprofiten uns recursos que són abundant de forma local i no predictable. Es tracta dels cards (*Cirsium eriophorum*, *Cirsium vulgare*, *Carduus carlinoides*) i afins (*Chenopodium bonus-henricus*) que ressegueixen els vorals dels camins, prats i espais freqüentats per ramats. La presència d'aquestes comunitats de plantes punxoses no són constants any rere any ja que acostumen a ser espècies de floració bianual. Poden constituir el 45% de la dieta de l'espècie el setembre-octubre. Paral·lelament, en espais on jauen els ramats, en aparcaments, en camins i vora ressorts d'esquí, es troben les plantes del tipus ruderal anomenades calcigals (*Polygonum aviculare* i *Plantago major*). Aquestes complementen l'assortit de llavors a l'abast de les llucaretes en el període serotinal i autumnal i són més predictibles.

El tercer grup de llavors, que no inclou plantes nitròfiles, és principalment utilitzat a la segona fase de l'hivern i com a tret més rellevant és que està format per plantes amb una important càrrega d'olis essencials (asteràcies i labiades). La predilecció per aquest grup de plantes singularitza tròficament la llucareta, com es veurà més endavant, atès que això li permet evitar la competència amb altres fringíl·lids amb qui comparteix les localitats d'hivernada, els quals les rebutgen o no senten inclinació a consumir-les.

5.4.1.2. PERÍODE PRADENC ESTIVAL

Les plantes pradenques dels prats subalpins i de les pistes d'esquí i altres formacions herbàcies juguen un paper important com a complement en la dieta de pinyons de la llucareta a l'etapa reproductora subalpina. Aquest és un grup de teròfits i hemicriptòfits que no està disponible fins que el mantell de neu s'ha fos. Tal i com s'ha indicat anteriorment (apartat 5.3.2.1), l'hemicriptòfit xicoia, *Taraxacum officinale* constitueix al juny un nutrient molt important per nodrir els pollets nidícoles de la llucareta (30% de la dieta). El relativament afilat bec de la llucareta permet obrir els capítols de l'asteràcia per tal d'obtenir els preuades cípsels (aquenis). En aquest procés, el bec queda impregnat del làtex que traspua la planta. Aquest làtex dipositat es solidifica i, en la iteració del procés, es va formant una làmina molt ostensible que, en créixer, fàcilment pot esdevenir un pegat gomós. En les dades recollides amb l'ocell a la mà es recollia a questa informació (veure material i mètodes). Cal assenyalar que en el consum d'aquesta font important d'aliment, existeix una dissimetria pel que fa a les vessants considerades.

La proporció esperada de consum de llavors de *Taraxacum* a Bòfia és menor que l'esperada i a Vansa és més elevada, (§A8.). Així podem afirmar que als vessants meridionals més xèrics (Bòfia) les llucaretes residents ingereixen menys llavors de *Taraxacum* invertint-se el fenomen al vessant més septentrional (Vansa) on la ingesta de



llavors *Taraxacum* és més gran. Pel que fa a la ingesta d'herbes diverses dels prats (taula de § A19), el fenomen s'inverteix i als vessants sud es consumeixen més herbes de les previstes mentre que a les vessants nord se'n consumeixen menys. També cal considerar que algunes de les plantes pradenques poden també contenir olis essencials (p.e. *Thymus serpyllus*, *Teucrium pyrenaicum* i *Lavandula angustifolia*) per bé que, deixant de banda el fet, es continuen considerant pradenques per la localització i la temporalitat.



5.4.2. ETAPA ARBÒRIA. LA IMPORTÀNCIA DE LES CONÍFERES

Les llavors de les coníferes com s'ha vist en l'apartat anterior, formen dos dels grups de llavors utilitzats com a font principal i clau en l'època reproductora, tant a les cotes montanes (reproducció oportunista) com a les subalpines. Algunes espècies arbòries, a més a més dels pins ibèrics considerats en el treball, s'han citat en la dieta de la llucareta per autors centreeuropeus. Destacarem tres casos. En primer lloc el cas de l'avet roig (*Picea abies*), citat en els mesos d'octubre a desembre a la Selva Negra. El segon cas és el consum ocasional de *Sorbus aucuparia* a la primavera (abril). També hi ha força observacions de Sabel (1956) i Förschler (2007b) sobre el consum de fruits de les dues espècies de bedoll (*B. pendula* i *B. pubescentis*) a finals d'estiu i a inicis de la tardor. Tret del valor de l'avet roig com a possible recurs a l'hivern, els demés casos no són gaire rellevants. Totes aquestes dades de les poblacions alemanyes corresponen a observacions efectuades a ocells menjant, no pas quantitatives. L'estructura del bec fa que la disponibilitat de les llavors dels pins, un potent recurs alimentari, no estigui sempre a l'abast de la llucareta. Aquest elevat grau d'especialització en els fringíl·lids solament l'han assolit en les espècies del gènere *Loxia* i *Pinicola* en l'hemisferi nord, per l'extraordinària adaptació del bec, creuat i decurvat, que els permet separar les potents escates de les pinyes.

Als Pirineus, la llucareta depèn principalment de les llavors de pi, en el període de febrer a maig, com la seva principal font d'alimentació (70-100%): de gener a abril de *P. nigra* (principalment) i *P. sylvestris*, quan l'espècie habita en zones montanes, i de maig a juny, de *P. uncinata*, quan l'espècie ocupa àrees subalpines (1700-2200 m). També a la Selva Negra, la dieta de la llucareta a les zones de cria (900-1100 m) consta de desembre a juny de les llavors de *P. uncinata* que es converteixen en la principal font d'aliment (70-90% de les observacions) entre abril-maig (Förschler 2001a; Förschler 2001b). Les dades de la Selva Negra corresponen a observacions efectuades en ocells menjant, no pas a ocells capturats i revisats del pap. En la taula 5.1 es mostren els trets de les tres espècies de pi que tenen importància en el cicle vital de la llucareta.



Els pinyons de les coníferes solament són assequibles per a la llucareta en un determinat període de l'any, just quan les condicions meteorològiques són benignes i el sol escalfa suficientment com per obrir el cons i produir una pluja de pinyons (*seed rain*). La llucareta, doncs, tot i mostrar una certa especialització en els pins, es veu obligada, quan els pinyons no els té a l'abast, a complementar la dieta amb un ventall de plantes herbàcies força diverses que obté tant en les zones montanes i submontanes, com en els rasos i herbeis alpins i subalpins dels massissos pirinencs i prepirinencs. Es va quantificar la ingesta de pinyons (al pap) en els ocells en funció de l'estat de fructificació del pi (dolenta, mitjana o bona). La importància de *P. uncinata* en la dieta es mostra en la fig. 57. Podem afirmar, doncs, que *Pinus uncinata* té un paper clau per entendre la biologia reproductora de l'espècie.

ESPÈCIES DE CONÍFERES RELLEVANTS									
	Pinya					Pinyó			
	Color	Escates	Long.	Ampl.	Pes mg	Color	Long.	Amp.	Ala long.
<i>Pinus uncinata</i>	Brunes llustroses, asimètriques	Escut ganxut notori	20-70	20-30	8	Brunes negres	4-5	4-6	10-14 X 4-6
<i>Pinus nigra</i>	Brunes vermelloses	Escut pla. Romboidal o pentagonal. Solitàries o vertical-lades	50-80	25-40	14-17	Gris fosc	5-8	3-4	15-20
<i>Pinus sylvestris</i>	Brunes vermelloses. No són ben simètriques	Escut prominent. Escates mucronades	40-60	20-35	4-8	Bru fosc o grisenc	3-5	2-3	12-17 X 5-7

Taula 5.1. Trets morfològics característiques i diferencials de les tres espècies de coníferes més rellevants en la dieta de la llucareta. Elaboració pròpia a partir de Gracia & Ordoñez, 2012, 2011a, 2011 Ruiz de la Torre, 2006, Ceballos & Ruiz de la Torre, 1971

5.5. ELS BANCS DE LLAVORS

Atès que el canvi és un tret omnipresent en les latituds temperades, de la mateixa manera variaran els recursos de què disposarà la llucareta al llarg de l'any. Un cop vistos tots els aspectes relacionats amb els eixos de l'AFC, es fa un intent d'esquematzar quines són les sis fonts principals d'alimentació de la llucareta al llarg de l'any en els períodes i etapes abans definides. Les espècies de plantes que constitueixin reservoris útils de llavors per a la llucareta, s'agrupen en *Bancs de llavors* (BLL), els quals es mostren esquematitzats en la taula 5.3.

Un banc de llavors es defineix com el conjunt de plantes amb requeriments ecològics semblants, que en un període, o interval temporal determinat, disposen d'un reservori de llavors o de fruits útil i assequibles per a la llucareta. Pel que fa als requeriments ecològics, aquestes plantes pertanyen majoritàriament, a un tipus fisiognòmic semblants, assimilables a les formes de Raunkiaer (Font-Quer 1979), tot i que sistemàticament poden pertànyer a famílies ben diferents. Per a cada banc es destaquen les principals comunitats LHC que conformen aquests bancs bo i indicant els codis normalitzats CHC50 segons figuren en el capítol 3.



Cada banc està ubicat i té la seva rellevància en un dels dos entorns geogràfics definits en el cicle vital de la llucareta: el subalpí o de muntanya i el montà o de la terra baixa, i estan relacionats amb els dos esdeveniments més importants del cicle vital, respectivament, la cria i la hivernada. Els banc pot ser, en el temps, predictable si la producció o collita de llavors és regular (no sotmesa p.e. l'anyivoria) o més o menys constant any rere any. Un altre aspecte a considerar és la localització o ubicació del banc en l'espai, que pot ser de localització fixa o bé variable en l'espai i el temps. Tots aquests factors donen les característiques a cada grup que conferiran la importància o rellevància dins del cicle vital. Els atributs resumits de cada banc i el paper que desenvolupa cadascun d'ells en el cicle de la llucareta, es troben esquematitzats en les taules 53 i 54 i en la figures 58 i 510.

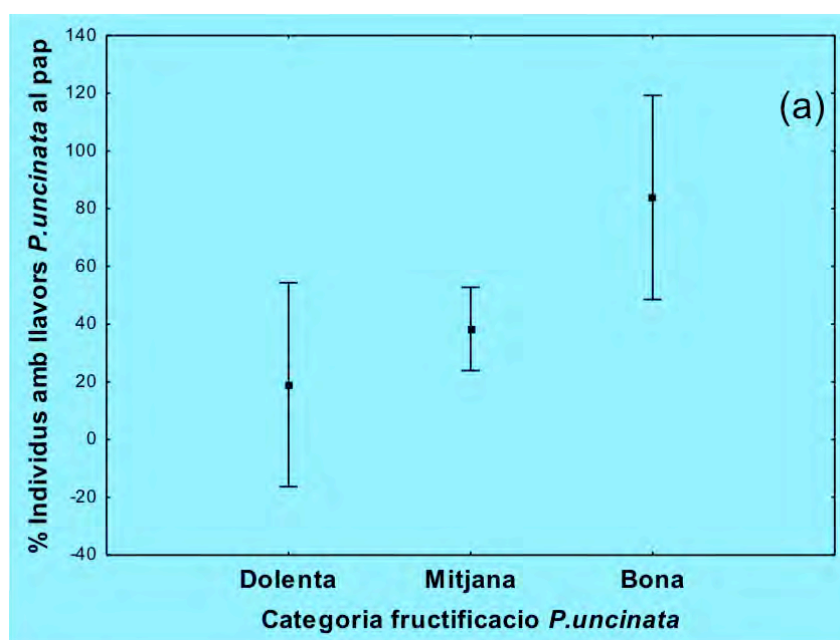


Figura 5.7. Ingesta de pinyons (llegits al pap) en funció de la fructificació del pi: dolenta, mitjana o bona. Dades inèdites originals de l'autor.

5.5.1. BANC SUBMONTÀ ARVENSE I RUDERAL (*BLL1*)

Definides ecològicament pels hàbitats on es troben, generalment fornit per plantes *sinantròpiques*. Són plantes generalment teròfites, i per tant anuals amb un important requeriment ecològic: es tracta de plantes marcadament nitròfiles, és a dir que requereixen de sòls amb un elevat contingut de nitrogen. Aquestes condicions es solen donar a les vores dels camins transitats per animals i persones (*plantes ruderals* dels marges dels camins) o en els conreus adobats (*plantes segetals*, aplicades especialment a les que acompanyen conreus de cereals) o en rostolls i guarets (*plantes arvenses*, com a denominació genèrica) i espais calcigats. Tot i la importància que tenen en la primera etapa hivernal, no són predictibles en l'espai ja que necessiten prèviament que en el lloc de germinació de la llavor hi hagi hagut moviments de terra o tragar de bestiar, aspectes ambdós, que el fan poc predictable. El principal problema d'aquest banc és que la tendència actual és a llaurar els camps i a no deixar massa guarets (es llauran els rostolls), amb la qual cosa una part important del banc de llavors (les arvenses i les segetals) pot desaparèixer en els indrets de la terra baixa i en els ambients samontans on



s'aplica aquesta pràctica. Les famílies que més es troben representades en el grup són les Asteràcies (cards i altres compostes amb punxes) i quenopodiàcies o amarantàcies (blets i amarants): *Chenopodium album*, *Inula (=Dittrichia) viscosa*, *Setaria viridis*, *Amaranthus retroflexus*, *Verbena officinalis*. Les comunitats LHC que conformen aquest banc de llavors amb els seus codis CHC50 són: 82a2, 82b, 82c, 83a, 86a, 87a, tot i que cal considerar que es tracta de comunitats azonals.

5.5.2. BANC DE CAMÈFITS MONTANS (BLL2)

Com el nom del grup indica -camèfits- es tracta de plantes més o menys lignificades - sempre presents- però amb força tiges tendres que es renoven anualment. Moltes d'aquestes plantes es troben en brolles, prats secs, erms, joncedes o pastures xeròfiles, fins i tot vora de corriols i caminois. També es troben en comunitats afectades pel foc, que es troben en etapes inicials de regeneració. Aquest grup és més predictable que l'anterior atès que, pel fet de ser camèfit, es troben sempre en el mateix indret. Un tret que les singularitza és que moltes d'elles contenen essències i altres olis i terpens que sintetitzen com a defensa natural de les parts tendres per evitar el consum dels herbívors. Formen part d'aquest grup moltes asteràcies (*Artemisia campestris* i *Santolina chamaecyparissus*) i lamiàcies (*Thymus vulgaris* i *Lavandula latifolia*). Constitueixen un recurs força predictable ja que la seva ubicació és fixa, al tractar-se de camèfits, i no tenen d'anyivoria. Constitueixen un banc poc explotat per la resta de fringíl·lids (, Borràs & Senar 2012) cosa que per una banda singularitza la dieta de la llucareta i per l'altra evita la competència amb altres granívors hivernants. Constitueix un bon complement a la dieta hivernal en espais pobres d'hivernada, però assolellats, com són les brolles i els erms, on la resta de fringíl·lids habitualment no les consumeixen. Les comunitats LHC que conformen aquest banc de llavors amb els seus codis CHC50 són: 34b, 34d, 34l, 34n i 32u.

5.5.3. BANC DELS PINS MONTANS (BLL3)

Aquest és un banc de llavors constituït pels cons madurs dels pins montans (*Pinus nigra* i *Pinus sylvestris*) que habiten per sota de l'estatge subalpí i formen grans masses als samontans prepirinencs a les comarques del Solsonès, Alt Urgell i Berguedà. Com ja s'ha comentat en els apartats anteriors, els pins són un recurs important per passar la segona part de l'hivern atès que el banc BLL1 és exhaurit i que aquestes llavors són molt més energètiques que les d'aquell banc. A més a més, a finals de l'hivern meteorològic, els seus nutritius pinyons possibiliten la reproducció oportunista (veure apartat 44).

Tot i que donada una localitat, sempre hi ha alguns pins que tenen alguna pinya (pins grans), solament es dona aquest episodi en les ocasions que hi ha una superproducció de pinyons en massa atès el caràcter anyívor d'aquests pins. De les dues espècies de pins, la que pateix més l'asincronisme de la productivitat és *P.nigra*, essent *P.sylvestris* més regular però també anys de baixa producció però no tan acusats. Tampoc tots els verals o indrets tenen, en un any donat, produccions uniformes, cosa que dificulta més la predictibilitat del banc. Aquest banc és, per tant, un recurs no predictable anualment. Tant el paper de recurs tròfic hivernal com el de nutrient bàsic de la reproducció oportunista depenen de les condicions meteorològiques les quals són les que possibiliten que les pinyes es mantinguin obertes i posin a l'abast els pinyons per a les llucaretes (veure apartat 44).



En la taula 5.5 es mostra el paper de cada banc de llavors en el cicle anual de la llucareta. Les comunitats LHC que conformen aquest banc de llavors amb els seus codis CHC50 són: 42t i 42v per la pinassa i 42l, 42p, 42k 42n i 42m pel pi roig (taules 53 i 54).

5.5.4. BANC DELS PINS SUBALPINS (BLL4)

Aquest és un banc de llavors constituït pels cons madurs dels pins subalpins: *Pinus mugo* especialment i *Pinus sylvestris* en menor grau i en algunes contrades, a les obagues. *P. uncinata* forma masses significatives en el paisatge dels massissos del Cadi, Verd, Pedraforca, Port del Comte, Penyes Altes-Moixeró, Alp, Ensija i Rasos de Peguera, per sobre dels 1600m. Al contrari dels pins de BLL3, els cons del *P. uncinata* tenen una producció força regular d'un any a l'altra i també en l'espai, sense fenòmens d'anyivoria i, per tant, són predictibles en l'espai i el temps, cosa que garanteix a la llucareta una font fiable de recursos per afrontar la cria.

PLANTES RELLEVANTS EN LA DIETA DE LA LLUCARETA				
PASTURES SUBALPINES	COMUNITATS RUDERALS (arbrats)	COMUNITATS ARVENSES I SEGETALS (secorubs)	COMUNITATS CALCÍCADES (espais herbals)	ERMES, JUNYEDDES, BROLLES I PASTURES XEROFÍLES
<i>officinale</i> - <i>Plantago lanceolata</i> - <i>Festuca scoparia</i> - <i>Capsella bursa pasturis</i> - <i>Ornithogalum</i> - <i>Teucrium pyrenaicum</i>	- <i>Chenopodium album</i> - <i>Chenopodium bonus-henricus</i> - <i>Cirsium eryophorum</i> - <i>Cirsium vulgare</i> - <i>Urtica dioica</i> - <i>Carduus carlinoides</i> - <i>Inula viscosa</i> - <i>Setaria viridis</i>	- <i>Chenopodium album</i> - <i>Amaranthus retroflexus</i> - <i>Verbena officinalis</i>	- <i>Polygonum aviculare</i> - <i>Urtica dioica</i> - <i>Plantago major</i> - <i>Poa annua</i> - <i>Lolium perenne</i> - <i>Potentilla reptans</i> - <i>Taraxacum dissectum</i>	- <i>Santolina chamaecyparissus</i> - <i>Thymus vulgaris</i> - <i>Thymus serpyllum</i> - <i>Lavandula latifolia</i> - <i>Lavandula angustifolia</i> - <i>Satureja montana</i>
(1) - <i>Alchemilla conjuncta</i> - <i>Anthoxanthum odoratum</i> - <i>Teucrium scorodonia</i> - <i>Filipendula ulmària</i>	(3) - <i>Chenopodium rubrum</i> - <i>Solanum nigrum</i> - <i>Sedum montanum</i> - <i>Melilotus albus</i> - <i>Rumex acetosa</i>	(3) - <i>Stellaria sp.</i> - <i>Senecio sp.</i>		(1) <i>Artemisia absintium</i> (3) - <i>Artemisia vulgaris</i>
(2) - <i>Tussilago fàrfara</i>				
(4) - <i>Carex pilulifera</i> - <i>Stella graminea</i> - <i>Leontodon hispidus</i> - <i>Arnica montana</i>	(4) - <i>Rumex acetosella</i> - <i>Rumex alpinus</i>			
(5) - <i>Alopecurus pratensis</i> - <i>Dactylis glomerata</i> - <i>Gentiana lutea</i> - <i>Hieracium lachenalii</i> - <i>Hypochoeris radicata</i> - <i>Leontodon helveticus</i> - <i>Sanguisorba officinalis</i> - <i>Matricaria discoidea</i> - <i>Potentilla erecta</i> - <i>Ranunculus aconitifolius</i> - <i>Ranunculus polyanthemus</i> - <i>Poa pratensis</i> - <i>Hypochoeris radicata</i> - <i>Potentilla erecta</i> - <i>Phleum pratense</i>				

Taula 5.2. Algunes de les plantes herbàcies més representatives en la dieta de la llucareta a la zona d'el classificades pels requeriments ecològics. A les caselles inferiors algunes de les plantes més citades per poblacions extra pirinenques: (1) Praz & Ogier, 1973 (2) Förschler 2007 (3) Förschler 2001 (4,5) Förschler Elaboració pròpia a partir de dades personals i bibliografia

Si a més considerem la important aportació de principis immediats dels pinyons i minerals, especialment el 25-35% de proteïnes (Nergiz and Dönmez 2004) , ens trobem davant un recurs clau per afrontar amb garantia la cria dels polls. El paper de *P. sylvestris* és més secundari atès que sí que pot presentar una certa manca de productivitat alguns



anys, tot i que està lluny de la pinassa del banc BLL3. Realment, la impressió que dóna és que si el recurs dels pinyons estessin a l'abast de la llucareta al llarg de tot l'any, aquesta seria una fidel consumidora especialista, tal i com ho és *Loxia curvirostra*, el qual amb les seves especialitzades mandíbules les pot explotar tot l'any. Estacionalment el fenomen de la pluja de pinyons es dona de gener a abril en el pi negre (amb variació anual), època en la que el banc de llavors té més rellevància. Les comunitats LHC que conformen aquest banc de llavors, amb els seus codis CHC50 del pi negre són 42h, 42i, 42f, 42g, i del pi roig 42l, 42m, 42k. Vegeu taula 54 per veure les plantes de cada banc (taules 53 i 54).

BANCS DE LLAVORS						
Trets característics						
CODI BANC	NOM DEL BANC	ESP AIS	CODI CHC50 LHC	TEMPORALITAT, LOCALITZACIÓ, TIPUS BIOLÒGICS	PREDICTIBILITAT	PLANTES
BLL1	ARVENSE- RUDERAL MONTANES ARVENSE- RUDERAL	Submontà	82a2, 82b, 82c, 83a, 86a, 87a i comunitats azonals	Anual. Variable. Teròfits i hemicriptòfits (camèfits).	No	- <i>Chenopodium album</i> - <i>Amaranthus retroflexus</i> - <i>Verbena officinalis</i> - <i>Inula viscosa</i>
BLL2	CAMÈTIFS MONTANS BROLLES I PRATS SECS	Montà-Submontà	34b, 34d, 34i 34n, 32u	Anual. Fixa. Camèfits	No	- <i>Santolina chamaecyparissus</i> - <i>Thymus vulgaris</i> - <i>Lavandula latifolia</i> - <i>Artemisia campestris</i> - <i>Saturaja montana</i>
BLL3	PINS MONTANS PINASSA/ PI ROIG	Submontà-Montà	42i, 42v / 42l, 42p, 42k, 42n, 42m	Anyivoria. Fixa. Macrofaneròfits perennifolis	No	- <i>Pinus nigra</i> ssp. <i>salzmannii</i> - <i>Pinus sylvestris</i>
BLL4	PINS SUBALPINS PI NEGRE I PI ROIG	Subalpi	42h, 42i, 42g, 42f / 42l, 42m, 42k	Anual. Fixa. Macrofaneròfits perennifolis	Si	- <i>Pinus uncinata</i> - <i>Pinus sylvestris</i>
BLL5	PRATS COMUNITATS PRADENQUES	Alpi / Subalpi / Montà	36i, 36n, 36m / 34b, 35b, 36c, 38b, 38d / 34d, 34i, 35b	Anual. Fixa. Teròfits, hemicriptòfits i camèfits	Si	- <i>Taraxacum officinale</i> - <i>Plantago lanceolata</i> - <i>Festuca gautieri</i> - <i>Poa annua</i> - <i>Teucrium pyrenaicum</i>
BLL6	RUDERALS SUBALPINES SESTADORS, COMUNITATS RUDERALS I CALCIGADES	Subalpi-Alpi	87b i comunitats azonals	Bianualitat. Variable. Teròfits i hemicriptòfits	No	- <i>Cirsium eryophorum</i> - <i>Cirsium vulgare</i> - <i>Carduus carlinoides</i> - <i>Chenopodium bonus-henricus</i> - <i>Polygonum aviculare</i> - <i>Plantago major</i>

Taula 5.3. Classificació de les fonts principals d'aliments de la llucareta agrupades en BANCS DE LLAVORS segons dades basades en §A1, § A19, comentades en el text. Elaboració pròpia.

5.5.5. BANC DELS PRATS MUNTANYENCs (BLL5)

Aquest és un banc de llavors constituït per les plantes de les pastures subalpines i prats de les àrees muntanyenques alpines i les supraforestals. Els espais més elevats de les serres del Cadi, Alp, Moixeró, Port del Compte, Ensija i Verd, tenen prats alpins o alpinitzats assimilables, mentre que moltes pastures subalpines són conseqüència d'un procés històric de pastura estival de ramats ovins i vacuns (veure Cap. 3a). Les plantes que constitueixen aquestes comunitats d'importància estacional per la llucareta són teròfits, hemicriptòfits i herbes rizomatoses que constitueixen varietat geobotànica de pastures i gespes, majoritàriament instal·lades en substrats calcaris o com a molt descalcificats. Aquest banc té importància pel subministrament de llavors en dos moments fenològicament diferents. Per una banda el moment més important correspon



a finals de primavera i començament d'estiu en les contrades subalpines quan plantes rellevants com *Taraxacum officinale* constitueixen una font important d'aliment, i a l'abast tan per adults com per polls. D'altres plantes pradenques menys rellevants complementen la dieta en aquest període (*Plantago lanceolata*, *Festuca scoparia* i *Poa annua*). Per altra banda, durant el període d'estiu que segueix a la reproducció, o etapa seròtina, en les contrades pròpiament alpines de la zona oriental (veure 1142), algunes de les plantes d'aquest banc poden servir d'aliment a una part de la població. Fora de la regió, en espais del Pirineu axial, en les contrades alpines –fonamentalment silíciques– (p.e. Vall d'Aran, Núria, Setcases, Vall de Boí, Andorra) es poden localitzar estols de llucaretes farratjant a ple estiu en els prats alpins típics. Els tres grans grups de comunitats LHC que conformen aquest banc de llavors, amb els seus codis CHC50, són: les alpines 36i, 36n i 36m; les subalpines 34b, 35b, 36c, 38b i 38d, i les montanes 34d, 34l i 35b (taules 53 i 54).

5.5.6. BANC RUDERAL SUBALPÍ (BLL6)

Aquest banc de llavors el formen plantes nitròfiles que són pròpies d'espais sovintejats per bestiar en les zones subalpines i alpines de la regió: pletes, vores de camins i també aparcaments de vehicles i zones d'esquí, ressorts i refugis, etc. Té una certa equivalència o vicariància temporal amb el banc BLL1, atesa la naturalesa i els requeriments ecològics de les plantes que el componen, per tant parlarem igualment aquí de plantes ruderals i calcigals, però no pas d'arvenses ni de segetals. Espècies rellevants són plantes asteràcies, punxoses i algunes bianuals amb un component important ruderal, com *Cirsium eriophorum*, *Cirsium vulgare* i *Carduus carlinoides*. I d'altres més pròpies d'indrets freqüentats pels ramats: *Chenopodium bonus-henricus* i *Urtica dioica*, ambdues clarament nitròfiles. En espais calcigals o trepitjats, ja sigui per ramats o vehicles, plantes com *Polygonum aviculare* o *Plantago major* desenvolupen un paper important a l'estiu. Els cards i similars, són recursos no predictibles atès que algunes espècies són bianuals, de forma que hi ha anys amb molta abundància i repartiment general i d'altres que gairebé falten a les zones subalpines. Les altres plantes constitueixen recursos més constants. Aquestes plantes herbàcies tenen un paper important en l'etapa seròtina o de finals d'estiu, època en la qual es comença l'important procés de muda. Les comunitats subalpines de cards i asteràcies punxoses.

5.6 DISCUSSIÓ

5.6.1 LA DIETA EN EL PERÍODE REPRODUCTOR

A la zona estudiada prepirinenca i a la resta dels Pirineus, com s'ha vist anteriorment, l'espècie depèn principalment des de finals de l'hivern fins a primavera (de febrer a maig) dels bancs de llavors dels pins com la seva principal font d'alimentació. Així de gener a abril ho fa principalment de la pinassa i en menor mesura del pi roig (BLL3) quan l'espècie hiverna en zones montanes i/o de la terra baixa, lluny dels inhòspits cims muntanyencs.

De maig a juny, un cop la pràctica totalitat de la població ja ha retornat als boscos subalpins, es nodreix dels pinyons de *P. uncinata* (BLL4). A la Selva Negra, la dieta de llucareta a les zones de cria (900-1100m) es basa, de desembre a juny, amb les llavors de pi negre, el qual es converteix, també, en la principal font d'aliment (70-90 % de les observacions) en els mesos d'abril-maig (Förschler, 2000, Förschler, 2001a). En aquest mesos, si les condicions meteorològiques es fan adverses i sobrevenen nevades, les



Ilucaretes de la Selva Negra es traslladen a altituds més baixes (500 - 800m), per cercar les llavors de *Teucrium scorodonia* (Förschler, 2000, Förschler, 2001b), una lamiàcia hemcriptòfita pròpia dels substrats silícics, molt rara a la nostra zona i més freqüent a les poblacions atlàntiques.

ruderals, són molt aprofitades pels joves de l'any (3J). Les comunitats que conformen aquest banc de llavors són azonal i únicament es podrien assimilar al codi *CHC50 87b* (taules 53 i 54).

PAPER DELS BANCS DE LLAVORS En relació amb el cicle anual				
ESTACIÓ	BANC DE LLAVORS	LLOC	PROCÉS BIOLÒGIC	PLANTEG
TARDOR	ARVENSE- RUDERAL MONTANES [BLL1] ARVENSE- RUDERAL	SUBMONTÀ	HIVERNADA	- <i>Chenopodium album</i> - <i>Amaranthus retroflexus</i> - <i>Verbena officinalis</i> - <i>Dittrichia viscosa</i>
HIVERN (Hivernal i Prevernal)	CAMÈTIFS MONTANS [BLL2] BROLLES I PRATS SECS		REPRODUCCIÓ OPORTUNISTA	- <i>Santolina chamaecyparissus</i> - <i>Thymus vulgaris</i> - <i>Lavandula latifolia</i> - <i>Artemisia campestris</i>
PRIMAVERA (Vernal)	PINS MONTANS [BLL3] PINASSA/ PI ROIG		- <i>Pinus nigra ssp salzmannii</i> - <i>Pinus sylvestris</i>	
	PINS SUBALPINS [BLL4] PI NEGRE / PI ROIG	REPRODUCCIÓ SUBALPINA	- <i>Pinus uncinata</i> - <i>Pinus sylvestris</i>	
ESTIU (Estival i Sertinal)	PRATS [BLL5] COMUNITATS PRADENQUES	SUBALPÍ	MUDA	- <i>Taraxacum officinale</i> - <i>Plantago lanceolata</i> - <i>Festuca scoparia</i> - <i>Poa annua</i> <i>Teucrium pyrenaicum</i>
	RUDERALS SUBALPINES [BLL6] COMUNITATS RUDERALS I CALCIGALS		HIVERNADA	- <i>Cirsium eryophorum</i> - <i>Cirsium vulgare</i> - <i>Carduus carlinoides</i> - <i>C. bonus-henricus</i> - <i>Polygonum aviculare</i> - <i>Plantago major</i>
TARDOR (Autumnal)		MONTÀ		

Taula 5.4. Paper dels bancs de llavors (BLL) en el cicle biològic de la Ilucareta. Segons dades basades en § A1, § A19, comentades en el text. Elaboració pròpia.

Als Pirineus, l'espècie pot romandre , excepcionalment, durant hiverns molt suaus (sense neu) a les zones de cria subalpines, alimentant-se de la “pluja de pinyons” de pi negre que aleshores els són assequibles a les pinyes i al sòl. Solen estar acompanyada d'altres espècies de fringíl·lids com *C.spinus* (p.e. a Bòfia el 1989).



En general, però, el més habitual (com veurem més endavant) es trobar la llucareta a altituds més baixes en les zones montanes (o a la terra baixa), on el mosaic agroforestal amb pinassa i pi roig l'hostatgen, li donen refugi i al final de l'hivern li poden subministrar aliment, la qual cosa constitueix una aposta molt més segura que la dels cims nevats.

El *P.uncinata* és una font d'aliment clau per a la llucareta, tant als Pirineus com a la Selva Negra (Borràs, 1983, Borràs & Junyent, 1993, Förschler 2000, Förschler 2001). Les llavors d'altres coníferes d'Europa Central, com l'avet roig o pícea (*Picea abies*) i l'avet comú (*Abies alba*), no poden ser utilitzades per la llucareta com a font fixa d'aliment ja que l'alliberament dels pinyons és a l'hivern, que és quan la capa de neu dificulta la permanència de les llucaretes en les àrees alpines (H. Marki, com. per.). Això pot ser, en part, la raó per la qual algunes publicacions de caràcter general subestimessin la utilitat de les llavors de les coníferes per a la llucareta (Cramp & Perrins 1994, Newton 1972). A les zones pirinenques, no hi ha boscos naturals de *Picea abies*, però sí que hi ha *Abies alba*. Una raó, per la qual l'espècie tampoc ocupa les avetoses, a banda del tema ja exposat de les llavors, és que aquestes bosquíries són molt ombrívols i de capçades molt denses cosa que no entra gens dins dels requisits ambientals de l'espècie que defuig aquestes bosquíries higròfiles i fosques a canvi de les vessants meridionals assolellades i lliures de boires. Dit d'una altra manera pel que fa als boscos la llucareta es mostra més heliòfila que no pas esciòfila, alhora que també més termòfila que no pas higròfila.



Estols de llucareta menjant *Chenopodium album* en un bleterar a l'hivern (Lladurs, Solsonès)

Foto T.Borràs

Un aspecte molt important a destacar de *P.uncinata* és el paper predictable del seu banc de llavors (BLL4), el qual, en conjunt, és pràcticament constant any rere any (Senar et al. 1993, Clouet 1990), si més no comparada amb les altres coníferes, car també té fluctuacions però no pas tan acusades com per exemple les de la pinassa. Aquesta confiança en un recurs fiable és un factor clau per tenir un bon èxit reproductor. Com ja s'ha comentat, no passa el mateix amb la predictibilitat dels bancs de llavors de pinassa i pi roig (BLL3). Aquest és el paper clau que duu a terme el pi negre en la biologia de l'espècie. Aquest rol, també ha estat estudiat i posat en evidència en la biologia del trencapinyes (Senar et al. 1993).



5.6.2 LA DIETA EN LA HIVERNADA

Els recursos alimentaris que la llucareta utilitza a l'hivern, especialment a la primera mitat, són menys específics que els del període reproductor, per la qual cosa podem afirmar que es mostra menys especialitzada que a l'estiu. No obstant i això, unes plantes

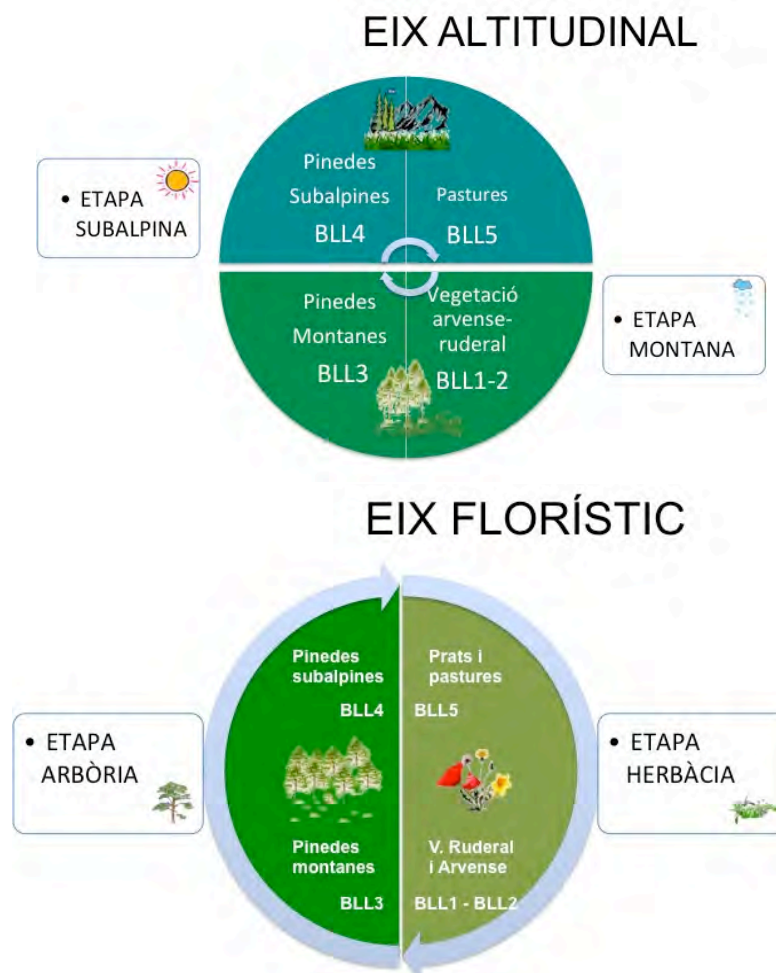


Figura 5.9. Paper dels bancs de llavors (§A8) i els dos eixos de l'AFC: altitudinal i florístic en el cicle vital de la llucareta. Elaboració pròpia.

clau es troben a cada regió que els permet afrontar les dures condicions hivernals amb una certa garantia. A la regió d'estudi i a la resta de la península, *Chenopodium sp.* juga un paper molt important en la primera part de l'hivern. A La Selva Negra *Teucrium scorodonia* duu a terme aquest rol. Més recentment Marki & Adamek (2013) ha assenyalat també el paper d'aquesta lamiàcia com a sustentadora de les poblacions hivernants europees de la zona a l'oest del Rhoine (França) també en terrenys silícics (boscos de castanyers -*Castanea sativa*-).

A la segona part de l'hivern, quan els banc de llavors de les plantes ruderals, segetals i arvenses s'han esvaït, els pins agafen protagonisme si la productivitat és alta. Suposant que els primers mesos de l'any tenen l'estabilitat anticiclònica habitual d'aquest període i a més existeix una situació NAO positiva, les pinyes es comencen a obrir i el rebost de pinyons comença a estar a l'abast (Borràs & Senar, 1991, §A1). Això compensa la



davallada de llavors dels bancs de plantes herbàcies. Posteriorment cap a febrer ja comença la pluja de pinyons, estant aleshores també disponibles en el terra. Els dos pins *P.nigra* i *P.sylvestris*, com ja s'ha assenyalat abans, són les espècies claus en el procés. Tot i que a la nostra regió i a Cazorra i Segura, *P.nigra* té més protagonisme, en zones de l'Alto Tajo i el Sistema Central, és *P.sylvestris* qui desenvolupa aquest paper de reservori (Sánchez 1991).

Cal comentar que el banc anomenat de camèfits (*BLL2*), també té un paper rellevant a l'hivern com a complementari dels bancs de plantes arvenses (*BLL1*), especialment si aquestes escassegen o els reservoris s'han exhaurit. També permet a estolets romandre en contrades assolellades i lliures de boira evitant així la competència amb la resta de fringíl·lids (especialment passerells, cadernereres i lluers), que d'entrada ja no gaudeixen tant d'aquest recursos rics en olis essencials i terpens.

PLANTES CLAU EN LA DIETA DE LA LLUCARETA		
Població	Període reproductor	Període d'hivernada
PREPIRINEUS CATALANS	<i>Pinus uncinata</i> , <i>Taraxacum officinale</i> , <i>Cirsium</i> spp.	<i>Chenopodium album</i> / <i>Pinus sylvestris</i> / <i>Pinus nigra</i>
POBLACIONS CENTROEUROPEES (Selva Negra i Suïssa)	<i>Pinus uncinata</i> , <i>Taraxacum officinale</i> , <i>Rumex acetosa</i> , <i>Anthoxanthum odoratum</i>	<i>Teucrium scorodonia</i> / <i>Pinus sylvestris</i> / <i>Pinus nigra</i> /
POBLACIÓ FRANCESA (Cevennes i Massís Central)	<i>Pinus uncinata</i>	<i>Teucrium scorodonia</i>

Taula 5.4. Especialització de la llucareta en unes poques espècies clau de plantes i la seva rellevància en la dieta segons els dos grans períodes del cicle anual. Dades recollides en les tres poblacions de les quals es tenen referències. Elaboració pròpia.

5.6.3 ESPECIALISTA O GENERALISTA?

La llucareta al segle XX estava generalment considerada a l'Europa central com un ocell granívor no especialitzat que s'alimentava de forma oportunista sobre una gran varietat de plantes, amb una preferència clara per les gramínies (Cramp & Perrins 1994; Glutz i Bauer, 1997; Marki 1976, Newton 1972), encara que en certs períodes (per exemple a l'hivern) podia dependre de només unes poques espècies de llavors (Glutz i Bauer, 1997).

Dades posteriors de la Selva Negra alemanya, però, suggerien, contràriament, que la llucareta normalment estava especialitzada en unes poques espècies clau (*Pinus uncinata*, *Teucrium scorodonia*, *Taraxacum officinale*, *Rumex acetosa*, *Anthoxanthum odoratum*), i que durant certs períodes i, de manera oportunista, podia ampliar el ventall de plantes (Förschler, 2000, Förschler, 2001a; Förschler, 2001b, Förschler, 2007). Cal dir que totes les evidències comentades fins el moment estaven basades en dades observacionals i no existia cap lectura de pap ni anàlisis estomacals. Les dades aportades dels Pirineus (§A8) i posteriorment les de la hivernada (§A1,) permeten mitjançant dades



obtingudes d'ocells en mà, i d'una anàlisi quantitativa molt afinada (AFC), situar la llucareta al llarg de l'any en l'escenari generalista-especialista. Es mostra especialista en pins sempre i quan aquests disposin de pinyons a l'abast. Especialment en *P. uncinata* a l'estiu (període vernal-estival) i en *P. nigra* a l'hivern- primavera (període prevernal). El *P. uncinata* resulta un recurs més fiable i previsible que *P. nigra* atès que no té anyivoria i es mostra força més regular en la producció de llavors.

Durant la reproducció, *Taraxacum officinale* és un recurs herbaci molt valuós, a l'estiu. A l'etapa serotinal campeja pels cardassars on troba espècies clau com *Cirsium eriophorum*, el qual és consumit especialment en l'etapa de la muda. En el període autumnal i durant la primera part de l'hivernal, es mostra generalista, consumint un bon ventall de plantes herbàcies de la vegetació sinantròpica, bo i destacant per seu important paper *Chenopodium album*. Si la temporada no és anyívora en la pinassa, és el *P. sylvestris* un recurs alternatiu degut a que la seva fructificació és relativament regular. Un recurs peculiar emprat en aquesta etapa generalista són els camèfits i subarbusts de les brolles i prats emmatats com les joncedes: *Santolina*, *Artemisia*, *Lavanda*, *Satureja*. Aquestes contenen substàncies volàtils i olis essencials. Es resumeix en l'esquema de la fig. 58, 59 i 510.

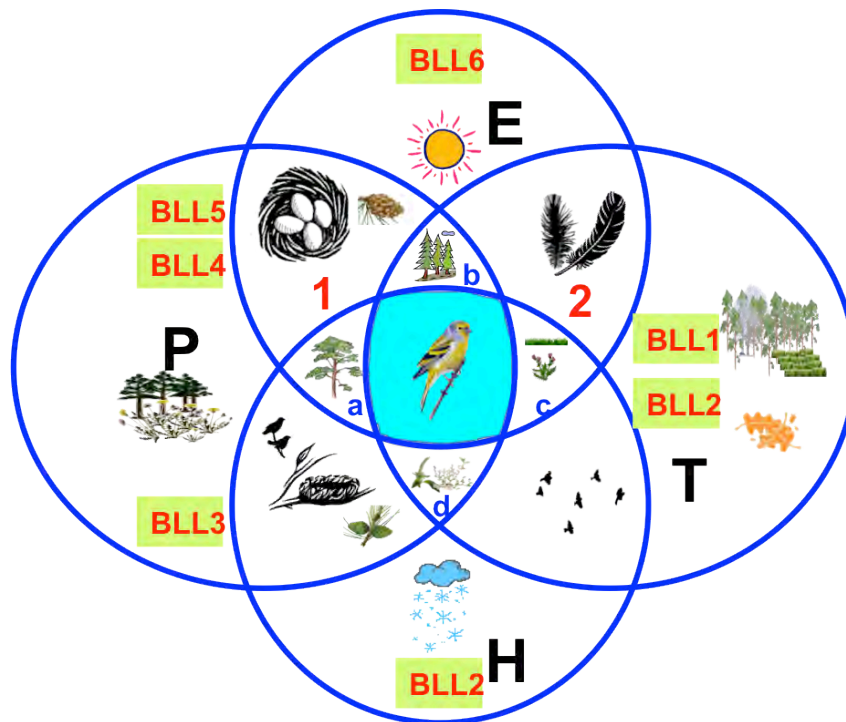
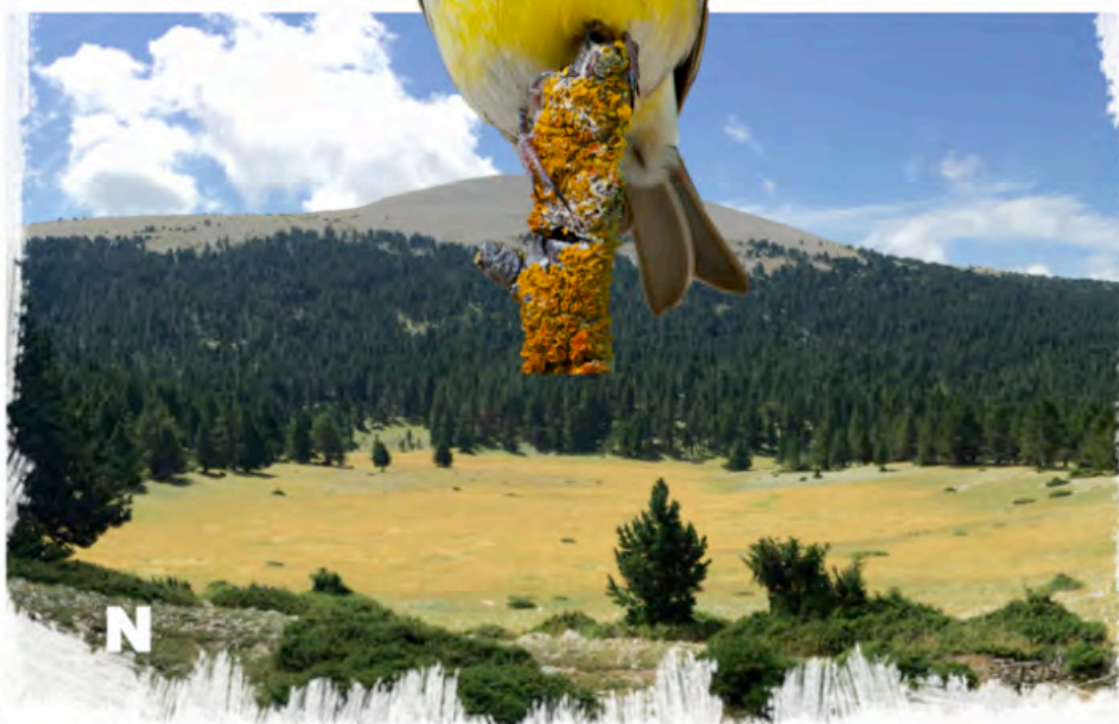


Figura 5.10. Importància dels bancs de llavors en el cicle vital de la llucareta, situats en el diagrama de Venn esmentat en l'apartat 45 (fig. 416). Elaboració pròpia.





CAPÍTOL 6



Heterogeneïtat del massís del Port del Comte: vessants sud (Bòfia) i nord (Vansa). Fotos A.Borràs



ÚS DE L'ESPAI: HETEROGENEÏTAT AMBIENTAL I EFECTE VESSANT



✚ *Si vols obtenir resultats diferents, no facis sempre el mateix*
ALBERT EINSTEIN

✚ *La natura no fa res en va*
ARISTÒTIL



6 ÚS DE L'ESPAI: HETEROGENEÏTAT AMBIENTAL I EFECTE VESSANT

6.1 ESCALES D'HETEROGENEÏTAT AMBIENTAL

En el capítol 1, queda patent que hi ha un factor comú en els hàbitats dels diferents nuclis de la població espanyola de Ilucareta: les coníferes com a comunitat vegetal preferent de cria. No obstant i això, macrogeogràficament s'observen contrastos entre aquests hàbitats dels diferents nuclis reproductors: poblacions pirinenques en boscos de pi negre,

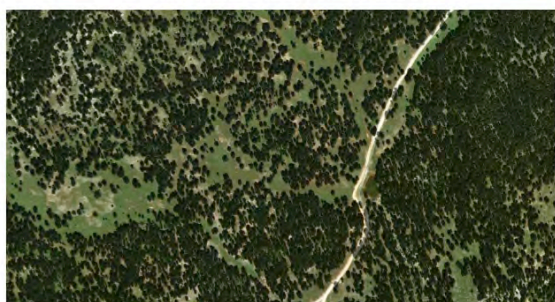
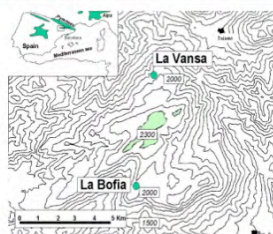
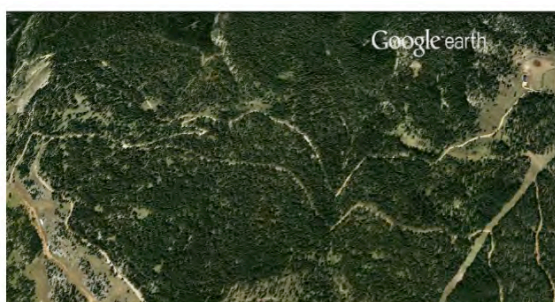


Figura 6.1. Es situen en el mapa topogràfic les localitats de la Bòfia i la Vansa esmentades en el text. Una foto de satèl·lit acompanya cada localitat (Google Earth i ICC) cosa que permet percebre la diferent estructura del bosc de *Pinus uncinata*.

poblacions navarreses en pinedes humides de pi roig, poblacions del Sistema Central i Sistema Ibèric en poblacions de pi roig més xeròfiles, poblacions de Sierra Nevada en boscos relictos i de repoblació de pi roig, poblacions de Cazorla en boscos de pinassa... fins arribar als nuclis bascos i cantàbrics situats en boscos de repoblació de pi insigne, rodejats de formacions caducifòlies (bedollars i fagedes). Per tant, es palès que existeix una certa heterogeneïtat ambiental en la població ibèrica a nivell macrogeogràfic. La figura 63 indica, mitjançant perfils de cada vessant, l'heterogeneïtat d'hàbitats de coníferes a Catalunya expressat en forma de codis CHC50. De forma anàloga, també hi ha heterogeneïtat més enllà dels Pirineus, car s'ha comentat la diferència en la notable diversitat d'espècies de coníferes que forneixen les formacions subalpines dels Alps i, per contra,

l'escassetat que hi trobem en les serralades peninsulars. La pregunta que cal fer és si aquesta heterogeneïtat es dona també microgeogràficament, és a dir, a nivell local, com senyalen alguns



avinent estudiant la biologia de les seves poblacions. Per tal d'escatir-ho, s'han estudiat dues localitats: Bòfia i Vansa (veure fig. 61, fig. 63a i fig. 63e), situades cadascuna a una de les dues vessants del mateix massís, el Port del Comte (respectivament sud i nord) separades entre elles per uns 5 km en línia recta (veure ap. 24 i dues imatges que



acompanyen). Com ja s'ha explicat en l'apartat 211, les condicions ambientals d'aquestes localitats estan sotmeses principalment a la interacció de dos factors: per una banda de les condicions que els hi confereix l'alçada i la situació a la serralada prepirinenca, i per l'altra, l'acusada influència continental a les cares nord i de la Mediterrània a les sud (Gutiérrez 1991), cosa que singularitza molt el massís del Port del Comte i que, especialment en el nostre cas, provoca unes acusades diferències bioclimàtiques entre vessants, al qual s'ha anomenat *efecte vessant* i, consegüentment, un acusat contrast en els hàbitats situats a la cara nord i els ubicats a la cara sud.

La hipòtesi a contrastar és que els hàbitats situats a cada vessant tindran diferent qualitat i que això es pot fer palès mitjançant l'estudi dels paràmetres de les poblacions de llucaretes indígenes de cada hàbitat. En el capítol 3 ja s'han descrit les diferències en l'estructura de la vegetació entre ambdues vessants. Si més no, les diferències en la qualitat de l'hàbitat repercuteixen en la distribució dels individus i en l'èxit reproductor dels mateixos (Newton 1998). S'intentarà en aquest apartat donar llum a aquestes qüestions. Es donaran resultats de l'heterogeneïtat ambiental detectada a partir de cinc aspectes de la biologia de les poblacions de llucareta del Port del Comte: composició i estructura de la vegetació, reproducció, alimentació, muda, condició física i supervivència.



6.2 HETEROGENEÏTAT I COMPOSICIÓ I ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓ

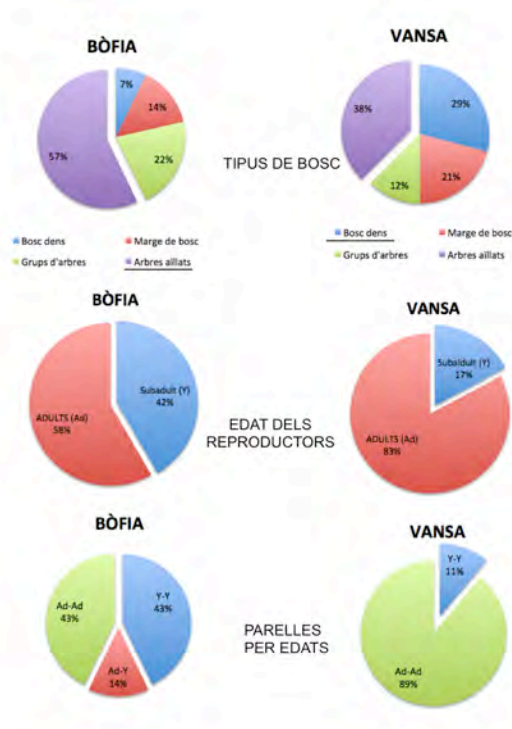
El primer aspecte és la comparació de la composició dels dos hàbitats fortament influïda per la dissimetria bioclimàtica entre vessants. Es comentarà breument atès que ja ha estat àmpliament descrit en el capítol 3. La localitat de la Bòfia (2060 m) està formada per boscos calcícoles i heliòfils de *P. uncinata* que és l'espècie dominant per sobre dels 1900 m. Es troba formant masses esclarissades i disperses que deixen molts arbres solitaris i clapes de



bosc amb moltes pastures rases de prat subalpí enmig. La comunitat dominant és la comunitat 42h (*Arctostaphylo uvae-ursi*-*Pinetum uncinatae* o *Cytisio oromediterranei*-*Arctostaphyletum uvae-ursi*), sovint amb més dominància del ginebró a mesura que el sòl es fa escàs i ascendim en alçada. Per sota als vessants meridional es troben boscos de *P.sylvestris* de la comunitat 42m (*Primulo columnae*-*Pinetum sylvestris*).

Els boscos de pi negre estan en contacte amb matollars de ginebró 31g que sovint provenen de la degradació dels boscos de pi negre. Altrament, la localitat de la Vansa (1975 m) té masses més compactes i uniformes de *P.uncinata*, mai tan fragmentades com a la Bòfia (veure fotografies) que, no obstant, poden deixar àmplies zones amb rasos subalpins com conseqüència de l'activitat ramadera (p.e. Prat Llong i l'Arp), que es mostren més esponerosos que a la Bòfia. La comunitat dominant és la 42i (*Pulsatillo fontqueri*-*Pinetum uncinatae*), més mesòfila que l'anterior. A les cotes

Figura 6.2. Resumeix els resultats de §A3, pel que fa a les variables en què difereixen Bòfia i Vansa l'estructura del bosc on es construeix el niu, l'edat dels ells ocells reproductors i les edats dels components de la parella reproductora.



inferiors, aquesta comunitat de pi negre es barreja amb formacions de *P.sylvestris* que s'enfilen des dels ambients altimontans. El pi roig és més freqüent i abundant que a la Bòfia, atès el seu caràcter més higròfil. La comunitat mesòfila de pi roig és la 42k (*Polygalo calcareae*-*Pinetum sylvestris*). En conjunt, els boscos eren més pendents a la Bòfia que a la Vansa, on les zones planes són més abundants.

6.3 HETEROGENEÏTAT I REPRODUCCIÓ

En els aspectes lligats a la cria, existeixen diferències entre les dues localitats del massís del Port del Comte pel que fa: als paràmetres reproducció, a l'èxit reproductor, a la densitat i a la fenologia. Com es veurà, l'èxit reproductor en conjunt, i la qualitat de l'hàbitat, és més elevada en Vansa que en Bòfia.

6.3.1 PARÀMETRES DE LA REPRODUCCIÓ

En total es van estudiar i controlar 46 nius (§A4). La majoria dels nius van estat construïts en *Pinus uncinata*, solament un petit nombre es van trobar en *Pinus sylvestris* (4% a Vansa i 15% a la cara est) (§A3). Els nius de la Bòfia estaven situats a més altura, probablement per evitar la depredació (7,4 vs. 8,2 m). Cercant la menor accessibilitat, els nius menys vulnerables eren construïts a les branques més externes o prop del tronc en els arbres més alts. A la Bòfia els nius estaven més distanciat entre si que no pas a la Vansa. També a la Bòfia els nius es trobaven en espais amb més pendent que no pas a la Vansa (13,1° vs



10,6°)). A la Bòfia els nius estaven significativament situats més a prop de camins i pistes que a la Vansa, atès que això significava accedir a fonts de vegetació herbàcia pròpia

Site	La Bofia (n = 12)	La Vansa (n = 19)	Site	La Bofia	La Vansa
Facing	South	North	Facing	South	North
Successful nests	3 (25%)	10 (52.6%)	Clutch size (n = 46)	3.9 ± 0.6 (n = 12)	4.2 ± 0.7 (n = 13)
Uncontrollable nests	0 (0%)	3 (15.8%)	Hatching success (n = 46)	0.4 ± 0.5 (n = 12)	0.7 ± 0.3 (n = 13)
Nest loss by predation	5 (41.7%)	2 (10.5%)	Breeding success (n = 46)	0.3 ± 0.5 (n = 12)	0.6 ± 0.3 (n = 13)
Nest loss by weather	3 (25%)	1 (5.3%)	Nesting success (n = 56)	0.21 ± 0.41 (n = 14)	0.67 ± 0.47 (n = 15)
Nest loss by unknown reasons	1 (8.3%)	3 (15.8%)			

Taula 6.1. Resultats de l'anàlisi Kruskal-Walis-Anova de les diferències en els paràmetres d'èxit reproductor entre Bòfia i Vansa (dreta). Dades dels nius de *Ilucareta* en ambdues localitats (esquerra). De l'article §A4.

d'aquests indrets (es discutirà més endavant). La taula 61 resumeix els resultats de l'§A3, pel que fa a la comparativa de tres variables importants: l'estructura del bosc on es construeix el niu, l'edat dels ocells reproductors i les edats dels components de la parella reproductora. A la Bòfia la majoria de nius es van trobar en arbres aïllats i en taques de bosc, en contrast amb la Vansa on nidificaven principalment en boscos més tancats i molt poc en bosquets aïllats. La composició per edats dels reproductors mostra una proporció de subadults (*yearlings*) molt més elevada a la Bòfia. Tanmateix les parelles formades entre adults eren majoritàries a la Vansa, on les formades per subadults, més inexperts, només arribaven a l'onze per cent.

6.3.2 ÈXIT REPRODUCTOR

A les taules 62 i 63 es mostren els resultats de les diferències en els paràmetres reproductors de l'article §A4 referits a 31 nius estudiats. La mida de la posta tendeix a ser més petita a la Bòfia, tot i que no significativament. La pèrdua de niuades per depredació, especialment per atacs de *Garrulus glandarius*, (Förschler 2002), és més elevada a la Bòfia, atès que els còrvids efectuen més pressió de depredació en els marges de les taques forestals i en àrees obertes que no pas en zones de bosc més tancat, com ara la Vansa. Aquesta és una tendència, ja que no es va mostrar significativa. Bòfia i Vansa difereixen significativament en els tres paràmetres importants: l'èxit d'eclosió dels ous, l'èxit reproductor i la taxa d'envol dels polls (taula 61. Veure paràmetres de significació en l'article). En els tres casos la Vansa surt clarament beneficiada respecte la Bòfia, per la qual cosa es pot afirmar que és una localitat de més qualitat ja que els reproductors tenen més èxit que a la Bòfia en tots els paràmetres considerats.

6.3.3 DENSITAT

Un altre aspecte a considerar és la densitat de la població. En Borràs&Senar (2003), els hàbitats de bona qualitat del vessant nord i el vessant est concentren entre 12 i 15 parelles /10 ha, mentre que els de mala qualitat del sud poden ser de l'ordre de 2-4 parelles/10ha o fins i tot menors. Per estandarditzar les dades i poder-les comparar les de la taula 13, direm que el Port del Comte presenta una densitat mitjana de 2,3 aus/10ha, la qual és equiparable a la de molts sectors dels Pirineus axials i del Sistema Central. Ara bé, la densitat dels hàbitats de qualitat és molt elevada, de les més elevades de la Península, i fins i tot d'Europa (Borràs&Senar, 2003), amb xifres que oscil·len entre 9,4 i 11,7 aus/10ha. Com es pot comprovar, la heterogeneïtat i l'efecte vessant és tan acusat que afecta la



capacitat de carga de reproductors a cada hàbitat.

6.3.4 PARÀMETRES FENOLOÒGICS

Hi ha una diferència significativa en les dates en què s'endega la construcció del primer niu entre ambdues localitats. A la Bòfia construeixen el niu més aviat, de l'ordre de dues pèntades (10 dies abans). Sabem que, la neu es fon més ràpidament en el vessant meridional, cosa que es pot considerar un tret rellevant per a la selecció de la Bòfia. Altres raons podríem cercar-les en la menor disponibilitat de menjar a la Bòfia respecte de la Vansa, com es discutirà més endavant. Altrament, no s'ha de menystenir la diferència d'elevació (retard fenològic) i l'alta proporció de subadults que crien a la Bòfia. Cal destacar que la presència de segones postes fou observada a la Bòfia. Molt probablement es pot atribuir a les inclemències atmosfèriques, nevades tardanes especialment, durant la primavera en què es va fer l'estudi, les quals van ocasionar moltes pèrdues de primeres postes. Cal assenyalar que també es van comparar els paràmetres en altres localitat de la zona oriental (Prat de Botons, Resort del Port del Comte i Rasa de la Bòfia) (taula 63)(§A3 i §A4). Els resultats mostren que, en general, els hàbitats de les àrees orientals mostren més similitud amb la Vansa i, per tant, són de més qualitat que la Bòfia, cosa que encara ressalta més el paper de la Bòfia com a hàbitat de mala qualitat.

	<i>Pinus uncinata</i>	<i>Taraxacum officinale</i>	Herbes dels rasos	<i>Cirsium eriophorum</i>	Total
BÒFIA	145 (23%)	87 (14%)	315 (50%)	80 (13%)	627
VANSA	720 (35%)	339 (16%)	857 (41%)	155 (7%)	2071

Taula 6.2. Resultats de l'anàlisi de la composició de la dieta entre Bòfia i Vansa (dreta). De l'article §A8.

6.4 HETEROGENEÏTAT I ALIMENTACIÓ

Es pot plantejar si l'heterogeneïtat ambiental possibilitaria per a la llucareta, d'entrada, la disponibilitat de més fonts d'aliments que no pas un hàbitat estrictament uniforme. Anem a discutir aquesta qüestió focalitzada en la Vansa i la Bòfia. En el capítol 3, ja s'ha comentat abastament tres aspectes destacats de l'alimentació: el paper que juguen el pins, la importància de les plantes dels rasos subalpins i alpins i el paper rellevant de les plantes nitròfiles i les comunitats sinantròpiques en la biologia de l'espècie. La Bòfia té un bosc dominant de pi negre esclarissat que deixa enmig espai pels prats rasos subalpins, conseqüència de la intensa i secular acció dels pasturatges. L'acció de l'home i la presència continuada del bestiar genera un ventall de comunitats sinantròpiques que contribueixen a enriquir el ventall d'aliments disponibles per a la llucareta, tal i com s'ha apuntat en l'apartat anterior. A més (§A9, §A8), es conegut que a la Vansa, on la proporció de pins és més gran, la dieta és significativament més rica en pinyons (35%) que a la Bòfia (23%), on fonamentalment es basa en plantes herbàcies dels rasos curts (50% de la dieta). Cal tenir present que parlar de la major qualitat de la Vansa, implica que, a part de tenir més abundància de *P. uncinata* en l'hàbitat, també hi ha presents *P. sylvestris*, dels pinyons del qual també es pot nodrir (§A8), per la qual cosa en conjunt direm que el banc de llavors BLL4 és més abundant i de més qualitat en la Vansa que en la Bòfia.



Vansa, més tendres, els quals poden oferir encara llavors a les llucaretes. Algunes de les plantes ruderals, dels sestadors, de les pletes, dels espais calcigats pels ramats, les plantes de les zones viàries, etc., per sort per a les llucaretes (bancs BLL6), és quan arriben al moment de granar (cards i altres plantes plenes d'espines), constituint un recurs fàcil i assequible especialment pels joves de l'any (3J).

Tot i que no ha estat publicat, recents anàlisis fetes sobre l'estructura d'edats de les dues poblacions estudiades, mostra que dels joves de segon any o subadults (Y) els joves retardats (Del), són significativament més abundants a la Bòfia que a la Vansa. Aquets ocells són menys eficients en l'ús dels recursos i, per tant, tenen menor condició física (veure ap. 44), cosa que palesa les dificultats per completar la muda en aquesta localitat, confirmant-se un cop més, que la Bòfia és un hàbitat de baixa qualitat.

6.6 HETEROGENEÏTAT I CONDICIÓN FÍSICA

L'estimació de la condició física es va fer amb la *massa corporal* (pes) i el nivell de *greix* acumulat a la zona ventral i la interclavicular (§A9). Les llucaretes a La Vansa van mostrar una massa corporal superior més gran que les de la Bòfia (Vansa: $12,70 \pm SE0.02$, $N = 2115$,

VARIABLES	BÒFIA	VANSA
Comunitat de pi negre dominant	42h	42i
Comunitats de pi roig	42m	42k
Altura del niu	baixos (7,4)	alts (8,2)
Pendent del terreny on es troba el niu	més pendent	més pla
Distància entre nius	més distanciats	més propers
Distància dels camins i pistes	prop	més lluny
Estructura del bosc on es fan els nius	arbres aïllats	bosc més dens
Estructura d'edats dels reproductors	més subadults (42%)	més adults (83%)
Estructura d'edats de les parelles	Molts <i>yearlings</i> (43%)	Majoritàriament adults (89%)
Mida de la posta	petita (3,9)	més gran (4,2)
Èxit en l'eclosió	més petit (0,4)	més gran (0,7)
Èxit reproductor	petit (0,3)	molt més gran (0,6)
Taxa d'envol	molt menor (0,21)	més gran (0,67)
Densitat de parelles reproductores	entre 2 i 4 parelles/10ha	entre 12 i 15 parelles /10 ha
Densitat d'ocells	2 aus/10ha o menor	Entre 9,4 i 11,7 aus/10ha
Bastiment del primer niu	molt aviat (10 dies abans)	més retard
% Pinyons (<i>Pinus</i>) a la dieta	menys (23%)	més (40%)
% <i>Taraxacum officinale</i> a la dieta	Inferior (14%)	superior (16%)
% Herbes a la dieta	més (50%)	menys (41%)
% <i>Cirsium eryophorum</i> a la dieta	molt (13%)	poc (7%)
Punts d'aigua	escassos	freqüents
Velocitat de muda	baixa	alta
Proporció de <i>yearlings</i> retardats a la població	alta	baixa
Massa corporal	inferior	superior
Greix acumulat	més quantitat	menys quantitat
Supervivència (ϕ) dels joves	més petita (0,28)	més gran (0,34)
Supervivència (ϕ) dels adults	més petita (0,35)	més gran (0,42)

Taula 6.4. Resum de les principals variables que afecten l'heterogeneïtat (De §A3, §A4, §A8 i §A9).

La Bòfia: $12,56 \pm SE0.02$, $N = 1505$; ANOVA de Tres Vies: Localitat $F_{1,3612} = 10.15$, $P < 0,001$; Edat $F_{1,3612} = 18.58$, $P < 0,001$; Sexe $F_{1,3612} = 82.29$, $P < 0,001$; totes les interaccions $p > 0,14$), i una puntuació més alta en greix (Vansa mitjana: 1,0, màx./mín.: 3/0, $N = 2102$, Bòfia 0,5, màx./mín.: 2/0, $N = 1,295$; test de Mann-Whitney, $Z = 2,76$, $p < 0,01$). No es va trobar diferències en distribució de sexes ni l'edat de entre les dues localitats (Localitat x Edat: $X^2 = 1,36$, $P = 0,24$; Localitat x Sexe; $X^2 = 0,00$, $P = 1,00$; Localitat x Edat x Sexe: $X^2 = 0,03$, $P = 0,86$).



Atès que els ocells de La Vansa van tenir major puntuació en massa i greix corporal que els de La Bòfia, això suggereix que la Vansa es un lloc de major qualitat que la Bòfia.

6.7 HETEROGENEÏTAT I SUPERVIVÈNCIA

En l'estudi de supervivència es van analitzar les dades de 5674 Ilucaretes de la Bòfia i la Vansa, incloent les captures i recaptures entre l'1 d'abril i el 30 d'octubre. Les Ilucaretes de la localitat d'alta qualitat (la Vansa) van mostrar majors taxes de supervivència que la de baixa qualitat (La Bòfia) (adults Vansa: $\phi = 0,42 \pm 0,04$, els juvenils $\phi = 0,34 \pm 0,05$; adults Bòfia: $\phi = 0,35 \pm 0,04$, juvenils: $\phi = 0,28 \pm 0,05$, essent ϕ és la probabilitat de supervivència).

En les anàlisis es van incloure les variables ambientals en les anàlisis, en un esforç per veure si aquests factors podrien millorar les anàlisis. Es van utilitzar covariants com la productivitat de pi, la temperatura i la precipitació, sense resultats clars. Dels predictors ambientals, tant la precipitació com la temperatura apareix positivament relacionades amb la supervivència, encara que els intervals de confiança són amples en tots els casos, per la qual cosa no es van considerar. Aquests resultats, tot i que suggereixen un efecte d'aquests factors, per tant no són conclouents.

6.8 ADAPTACIÓ LOCAL

Especialment a la zona occidental de la regió (ap. 31) és on les condicions de continentalitat i de mediterraneïtat comporten una manifesta xericitat (Port del Comte i Alinyà). La conjunció d'ambdós efectes causa un contrast molt acusat en les condicions bioclimàtiques dels vessants, ja de per si prou antagòniques, cosa que s'ha anomenat *efecte vessant*. L'efecte vessant comporta una diferència important en la composició florística i, consegüentment, en les comunitats vegetals que les entapissen. Els *Pinus uncinata* són més abundants i formen masses més compactes i ufanoses en el vessant obac (42i), mentre que en el solell, estan més dispersos i es mostren més eixarreïts (42h). La productivitat també és més gran en el vessant obac que en el solell. A l'ensem, les comunitats de *Pinus sylvestris*, arriben a coincidir amb el pi negre en el vessant nord (42i), mentre que resten més arraulits a les zones inferiors en el vessant sud (42m) lloc on les condicions els són massa eixutes. Les comunitats herbàcies també es distribueixen seguint aquest patró, fent que als vessants ombrívols del nord la diversitat florística és més gran, mentre que al sud la coberta herbàcia és molt més uniforme *Festucion* (36n). La xericitat del vessant solell fa que les pastures s'assequin relativament més de pressa i que es mantinguin més esponeroses en el sector obac, en el qual els estols que hi pasturen poden disposar de llavors durant més temps a l'estiu. Molts autors (Carrascal and Díaz 2003) han assenyalat l'estrès hídric que pateixen les aus en el decurs del període reproductor. En els hàbitats dels sectors solells les aus estaran, per tant, sotmeses a més estrès hídric. Però això no és pas tot, ja que existeix una estreta relació entre la humitat i la productivitat primària en els ambients boscosos, per la qual cosa és d'esperar una producció més alta de pinyons en els hàbitats de les cares obagues que no pas en els dels costers solells (Mooney and Kummerow 1981; Van Wilgenburg et al. 2001; Welsh and Loughheed 1996). Tots aquests factors diferencials constitueixen el que s'ha anomenat *efecte vessant*. L'efecte vessant condiciona l'estructura de l'hàbitat, els tipus de recurs tròfic dominant, l'estrès hídric i la productivitat dels pins, cosa que dona peu a parlar pròpiament d'hàbitats de major qualitat (vessant N) i hàbitats de menor qualitat ambiental (vessant S). A més, com ja s'ha comentat anteriorment, la taxa de depredadors és més alta en els vessants solells. La diferència en l'alimentació és un factor clau, i alhora limitant, ja que condicionarà el *fitness*



i l'èxit reproductiu de les llucaretes que s'assenten en cada vessant. La morfologia condiona l'accessibilitat a un recurs alimentari per la qual cosa la diferencia dels recursos entre vessants marcarà també diferències morfològiques a les poblacions de cada vessant.

L'existència d'heterogeneïtat ambiental és comú en molts entorns. Afecta la majoria de les espècies de la comunitat, les quals poden respondre amb un grau menor o major de plasticitat fenotípica. Les poblacions de llucaretes del Port del Comte han respost a aquesta heterogeneïtat ambiental adaptant-se morfològicament i també genèticament (§A19). Per tant, és un fet excepcional que cal ressenyar en la població estudiada. Aquest fet diferencial té molt a veure amb la dieta de la llucareta que sabem que oscil·la entre dos extrems: els pins i les herbes (cap. 5). La plasticitat cap a les herbes l'ha portat a adaptar-se a les localitats de menor qualitat dels vessants solells, mentre que la possibilitat d'una dieta més rica en pinyons l'ha adaptat als estreps més obacs del nord.

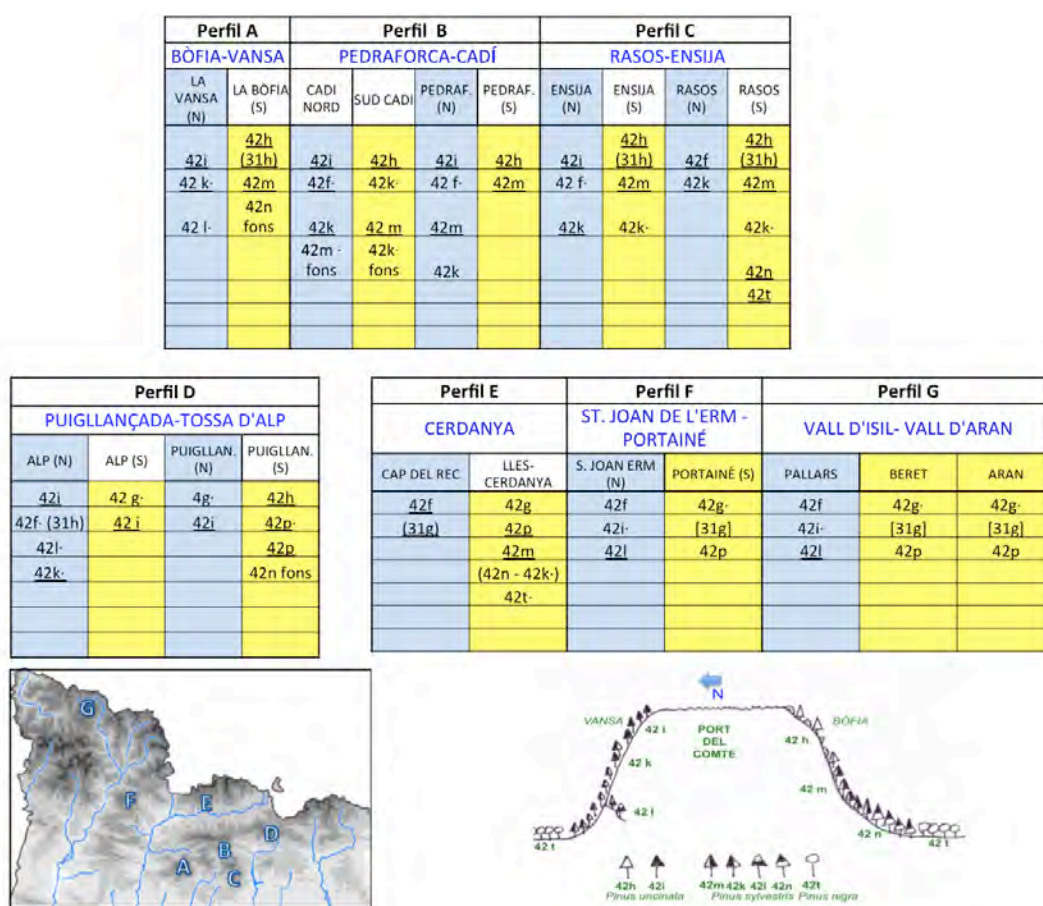


Figura 6.3. Perfils dels dos vessants (colors diferents) amb els principals hàbitats CHC50 a set localitats on cria la llucareta (b). Els codis CHC subratllats són els més representatius i els que porten · són rars. Quatre seccions de la zona d'estudi del Prepirineu oriental (a i b). Tres seccions dels Pirineus (c). Perfil dibuixat de les dues localitats de referència al Port del Comte: Bòfia i Vansa (e). Originals de l'autor. Gràfica relacionada amb la taula 3.4.





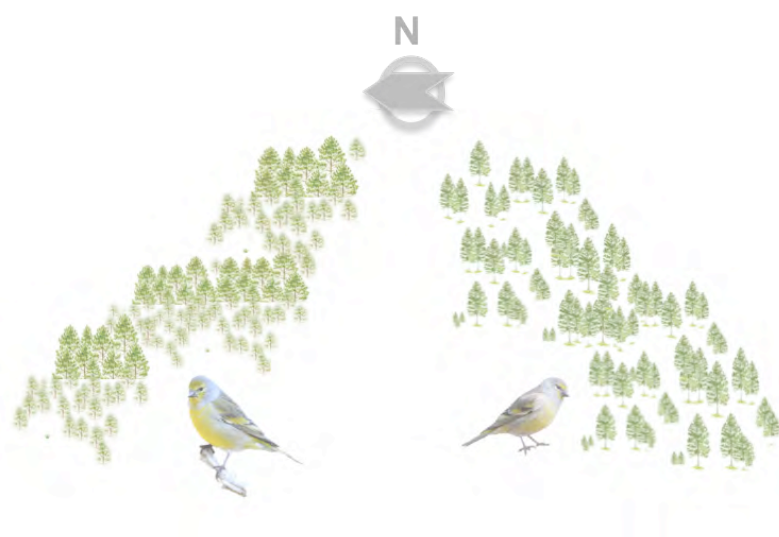


CAPÍTOL 7





METAPOBLACIONS



✚ *Sense dubte no hi ha progrés*
CHARLES DARWIN

✚ *Qui té paciència, obtindrà el que desitja.*
BENJAMIN FRANKLIN



7 ÚS DE L'ESPAI: DISTRIBUCIÓ EN METAPOBLACIONS

7.1 PATRONS MACROGEOGRÀFICS

7.1.1 DIFERENCIACIÓ ENTRE SUBPOBLACIONS EUROPEES: ESTUDI GENÈTIC

Les dades d'aquest apartat estan resumides de l'article §A10 on consten totes les referències bibliogràfiques i la metodologia detallada. Es va estudiar la diferenciació genètica i els canvis poblacionals de la llucareta, mostrejada en 13 nuclis de la seva àrea de distribució (veure fig. 71 de §A10), usant marcadors genètics, assumint diferents taxes d'evolució (veure capítol 252). Es va trobar una diferència significativa entre les principals àrees. Així les poblacions al nord dels Pirineus (Alps, el Mont Ventoux, Selva Negra) en general van mostrar un menor nombre d'haplotips i considerablement menys nucleòtids i menys diversitat genètica que les poblacions de la Península Ibèrica. Sorprenentment, es troba molt poca variabilitat genètica en el marcador mitocondrial lligat a l'evolució ràpida, cosa que argumentaria un esdeveniment d'un potent coll d'ampolla (*bottleneck*) relativament recent en la història de la població de llucareta. Considerant conjuntament amb la baixa variabilitat genètica, això probablement reflectiria una expansió demogràfica i espacial ràpida i relativament recent després d'un esdeveniment massiu de coll d'ampolla. Aquest coll d'ampolla podria ser el resultat de les perturbacions ambientals o una escombrada selectiva, o una combinació de totes dues causes.

La llucareta durant els inicis de l'Holocè probablement estava àmpliament distribuïda com a resultat de la ràpida expansió post-glacial des del seu hàbitat principal. Un recent coll d'ampolla podria estar vinculat possiblement a la ràpida pèrdua de boscos de pi que va succeir durant l'anomenat "*òptim climàtic*" de l'Holocè Mitjà, que ha estat ben documentat per la Península Ibèrica aproximadament 5900 -6300 BP. Hipotèticament, l'espècie va quedar restringida durant aquest temps a un petit nucli a la Península Ibèrica (podria ben bé tractar-se dels Pirineus), on els pins van ser capaços de persistir per, posteriorment, tornar a expandir-se en el retorn de les condicions favorables. L'expansió de les pinedes cap al nord va permetre a la llucareta recolonitzar les regions transpirinenques de les Cevennes, el Massís Central francès, els Alps, i les serres adjacents: Jura, Selva Negra i Vosges. Addicional, l'expansió podria haver estat impulsada per l'augment de les activitats antropogèniques en l'Holocè tardà, que, segons alguns autors, són conegudes per afavorir l'expansió dels pins. En aquell moment, molts dels vessants més alts de les muntanyes europees, originalment cobertes en gran part per caducifolis i boscos mixtes, van ser desforestats per l'activitat antròpica i, posteriorment utilitzades com a deveses de pastura. Tot això va ser la causa que davallés considerablement el límit de la línia d'arbres (*timberline*) i va donar lloc a l'augment potencial de l'hàbitat típic de la llucareta: una combinació de boscos de pins dispersos i prats rasos, sobretot en les serres més baixes d'Europa central (Jura, Cevennes, Massís Central, Selva Negra i Vosges). Si aquest escenari és correcte, les àrees al nord i sud dels Pirineus van ser colonitzades més recentment que el massís. Al segle passat es va demostrar en el gafarró (*Serinus serinus*), com es va produir una sobtada expansió cap al nord de les seves poblacions al donar-se determinades condicions que l'afavorien (Mayr 1926).



Les dades del marcador nuclear indicaven que les diferents poblacions de *Ilucareta* havien estat i/o es connectaven principalment en direcció nord-sud, cosa que probablement reflecteix la ruta principal d'expansió de l'espècie. Aquesta via hipotètica porta des dels Pirineus orientals cap al nord sobre el Massís Central Francès/Cévennes cap als Alps i pel

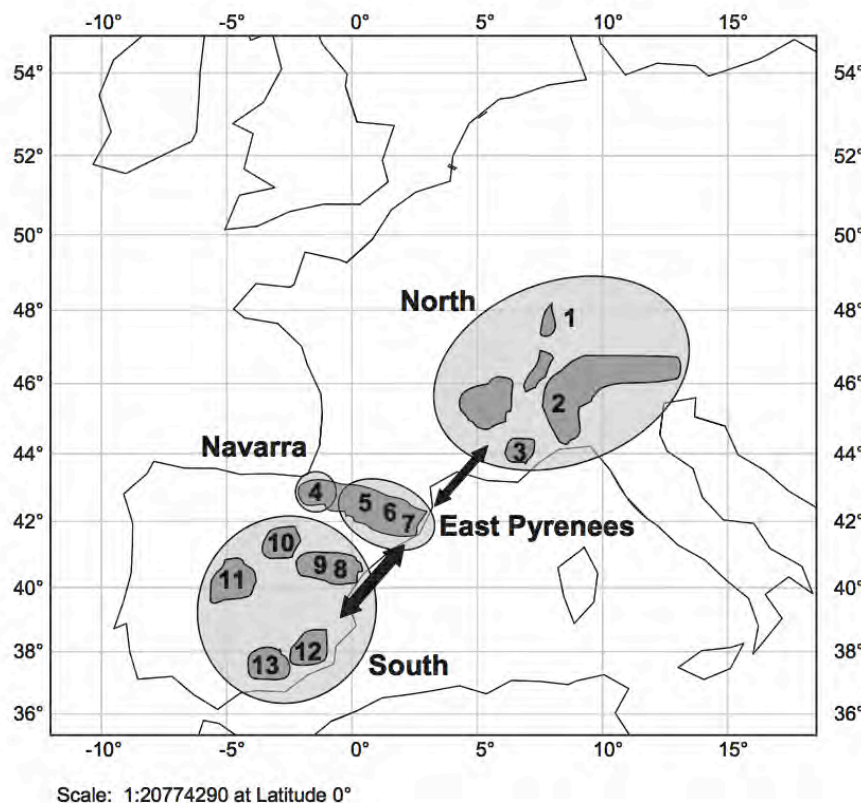


Figura 7.1. Localitats de mostreig de les poblacions de *Ilucareta* i intercanvi de poblacions. Les xifres en negreta corresponen a les 13 localitats mostrejades, agrupades en quatre nuclis ressaltats en negreta i majúscules. Les tres del nord dels Pirineus "North" (1, Schliffkopf, Selva Negra, N = 14; 2, Col de Bretolet, N = 22, Alps; 3, el Mont Ventoux, Provença, N = 20); La del Pirineu occidental "NAVARRA" (4, Navarra, Pirineus occidentals, N = 22); Les tres dels Pirineus Orientals "EAST PYRENEES" (5, Val d'Aran, Pirineus Centrals, N = 19; 6, Cap del Rec, Pirineus Orientals, N = 5, 7, Port del Comte, Prepirineu català, N = 29). Les poblacions ibèriques al sud dels Pirineus "SOUTH" (8, Serra de Gúdar, N = 22; 9, Serra d'Albarracín, N = 1; 10, Serra de Neila, N = 12; 11, Serra de Guadarrama, N = 22; 12, Serra de Cazorra i Segura, N = 10; 13 Sierra Nevada, N = 2). Les zones grises mostren el patró de distribució dispersa de les poblacions parcialment aïllades de *Ilucareta*. Les fletxes negres indiquen els principals eixos hipotètics d'intercanvi de poblacions comentats en §A10, els quals reflecteix també les principals rutes migratòries i les probables vies d'expansió de l'espècie. De l'article (§A10)

sud cap a les muntanyes ibèriques del centre i sud (fig. 71). Probablement, aquest patró està reflectint la ruta principal del corrent migratori actual de l'espècie, que porta des dels Alps sobre el Massís Central / Cévennes i la Provença (Mont Ventoux) als Pirineus Orientals (veure fig. 43b). Per la taxa de migració, les estimacions més altes en els nostres models han estat trobades en els Pirineus Orientals, al Sud i, en menor mesura, al revés, cosa que indica que les dues àrees estan estretament relacionats, probablement a través de la dispersió regular entre aquestes poblacions. Les dades mostren un aïllament genètic de les aus a Navarra respecte les altres poblacions, que podria explicar-se en part per la seva posició allunyada d'aquesta principal via d'expansió i de la ruta migratòria principal.



L'intercanvi d'aquesta població segueix sobretot una direcció oest-est, un moviment que es reflecteix en les dades de recuperacions recents d'aus anellades (Borras et al. 2005a; Borras et al. 2012). No obstant això, la diferenciació genètica de la població de Navarra no pot ser explicada solament per l'hàbit migratori recent, perquè la variació en el marcador nuclear probablement reflecteix esdeveniments més antics i no es coneix pas el rang de moviments de l'espècie en el passat. La biogeografia històrica de l'hàbitat principal de l'espècie podria donar més pistes. Dissortadament, la ubicació de les poblacions d'origen glacial de pi negre (complex *P.mugo-P.uncinata*), que és la principal font d'aliment i d'hàbitat de les Ilucaretes, és poc coneguda perquè el pol·len de *P.uncinata* és molt similar al dels pins més comuns com *P.nigra* i *P.sylvestris*, i per tant els registres palinològics poques vegades distingeixen aquestes tres espècies. Troballes de pol·len fòssil i restes de troncs de pi negre i de pi roig indiquen poblacions d'aquests coníferes a les glaceres de la Serralada Cantàbrica atlàntica, la costa portuguesa, el Sistema Ibèric, l'est d'Espanya, i el Sistema Bètic. Bo i combinant les dades paleoambientals, el modelat de la vegetació i les dades genètiques, es suggereixen almenys tres llocs de *refugi* per als *P.sylvestris* (i *P.uncinata*) de la població durant l'últim *màxim glacial*: a Catalunya, al nord-oest i al sud-est d'Espanya. En conseqüència, alguns autors modelen la distribució potencial dels *P.uncinata* durant l'últim màxim glacial, indicant un gran refugi al llarg de la cadena dels Pirineus i diversos refugis petits a les muntanyes del nord-oest d'Espanya i l'est d'Espanya. Assumint que l'espècie es van refugiar en dos llocs aïllats, això contribuiria a explicar la diferenciació, encara detectable en l'ADN nuclear, entre els ocells de Navarra i els de les altres poblacions.

Ref	Anilla	F. anillament	Localidad anillamiento	Localización	Edad (EURING)	F. recuperació	Localidad recuperación	Localización	Km/Dir.
24	N745450	03/10/2009	Odén (Lleida)	42 09 N 01 31 E	3	09/04/2011	Gudar (Teruel)	40 26 N 00 41 O	231 O
25	L038356	31/08/1996	Tuixén (Lleida)	42 12 N 01 31 E	3	07/04/1997	Sierra Urbión (Soria)	41 55 N 02 46 O	359 OSO
26	L013709	23/06/1997	Tuixén (Lleida)	43 12 N 01 31 E	3J	14/06/1998	Sierra Uztarrotz (Navarra)	42 54 N 00 56 O	228 ONO
27	AT2344	24/08/2002	Tuixén (Lleida)	44 12 N 01 31 E	3J	18/04/2003	Sierra Uztarrotz (Navarra)	42 54 N 00 56 O	224 ONO
28	L070480	22/05/1997	Tuixén (Lleida)	45 12 N 01 31 E	5	02/05/1999	Bigüezal (Navarra)	42 40 N 01 08 O	231 ONO
29	L153412	13/04/2000	Tuixén (Lleida)	46 12 N 01 31 E	5	17/03/2002	Bigüezal (Navarra)	42 40 N 01 08 O	231 ONO
30	L498597	07/06/2003	Iles (Lleida)	42 25 N 01 40 E	6	20/03/2004	Bigüezal (Navarra)	42 40 N 01 08 O	236 ONO
31	KE8717	11/09/2010	Tuixén (Lleida)	42 12 N 01 31 E	3	05/03/2011	Bigüezal (Navarra)	42 40 N 01 10 O	258 ONO
32	DM5339	10/07/2007	Gudar (Teruel)	40 26 N 0 43 O	4	21/04/2008	Riveira (Pontevedra)	42 33 N 09 01 O	732 ONO
33	DM5321	01/07/2007	Gudar (Teruel)	41 26 N 00 43 O	3	08/05/2008	Sant Julià de Lòria (Andorra)	42 28 N 01 30 O	290 NE
34	Z24723	21/04/2007	Bigüezal (Navarra)	42 41 N 01 08 O	4	06/06/2010	Nogueruelas (Teruel)	40 15 N 00 36 O	274 NNE
35	FJ5715	08/03/2008	Rascafría (Madrid)	40 51 N 03 53 O	5	23/05/2010	Villoslada de Cameros (La Rioja)	42 04 N 02 41 O	168 NE
36	N745699	01/08/2009	Queralbs (Girona)	42 22 N 02 10 E	3J	05/07/2010	Rialp (Lleida)	42 25 N 01 12 E	79 ONO
37	N550007	03/07/2009	Rialp (Lleida)	42 25 N 01 12 E	3J	23/06/2010	Tuixén (Lleida)	42 12 N 01 31 E	58 SO

Taula 7.1. La taula mostra els desplaçaments de les Ilucaretes en dispersió natal (p.e. que neixen en una localitat i es reproduïxen en una altra) o reproductora (p.e. que un any es reproduïxen en una localitat i un altre any en una altra). Només s'han tabulat els moviments de més de 50 km, exemplificant el potencial de dispersió de l'espècie. Per a cada individu s'indica la data, la localitat i la localització de la captura d'anellament i de la recuperació. Es proporciona també la distància entre les dues localitats i la direcció de moviment de dispersió. La Referència es correspon amb els ocells anellats i recuperades marcades en les figures 431-434. (Borràs, A., et al., 2012)

7.1.2 DISPERSIÓ ENTRE METAPOBLACIONS

7.1.2.1 MOVIMENTS D'INDIVIDUS

El fet que hi hagi intercanvi d'individus entre els nuclis que constitueixen les subpoblacions és una de les característiques essencials que defineixen una metapoblació (Hanski 1999). En un típic sistema de metapoblacions, els intercanvis d'individus són necessaris pel manteniment de les àrees *embornal* (Hanski 1999). Per tant és molt important documentar, amb dades de captura-recaptura amb anellament l'intercanvi entre les subpoblacions i les àrees *font* (Borràs & Senar 2012). Una part important dels moviments dispersius obtinguts per les recuperacions d'aus anellades a Iberia està fornit



per individus originaris dels Pirineus (*àrea font*) que es dirigeixen a pràcticament tots els massissos muntanyencs peninsulars (*àrees embornal*) (taula. 71, fig. 72). Únicament falten recuperacions cap a la zona del sistema Bètic per completar tot el ventall d'intercanvis possibles amb l'àrea font. El conjunt de les recuperacions mostra altres moviments interessants, per exemple entre Terol i Andorra (taula 71, fig. 73), els quals evidencien que algunes d'aquestes zones poden també emetre dispersors a la inversa, cap al Pirineu, aspecte contemplat en teoria de metapoblacions. Així mateix, hi ha moviments de molta envergadura, com el que es va detectar entre Gúdar (Terol) i Riveira (Pontevedra), de 732 km, i el moviment entre Ligúria (Itàlia) i València, de 946 km (Spina and Volponi 2008)) que posen clarament de manifest el gran *potencial dispersor* de l'espècie (fig. 42b). Aquests moviments esmentats constitueixen els desplaçaments més llargs de *Ilucareta* registrats a Europa.

Malgrat aquest gran potencial dispersor, les recuperacions efectuades (fig. 43b i taula 44), corroboren, la baixa taxa d'intercanvi entre les poblacions ibèriques i les transpirinenques (§A10), tot i que a hivern puguin arribar al nostre país exemplars d'aquestes poblacions

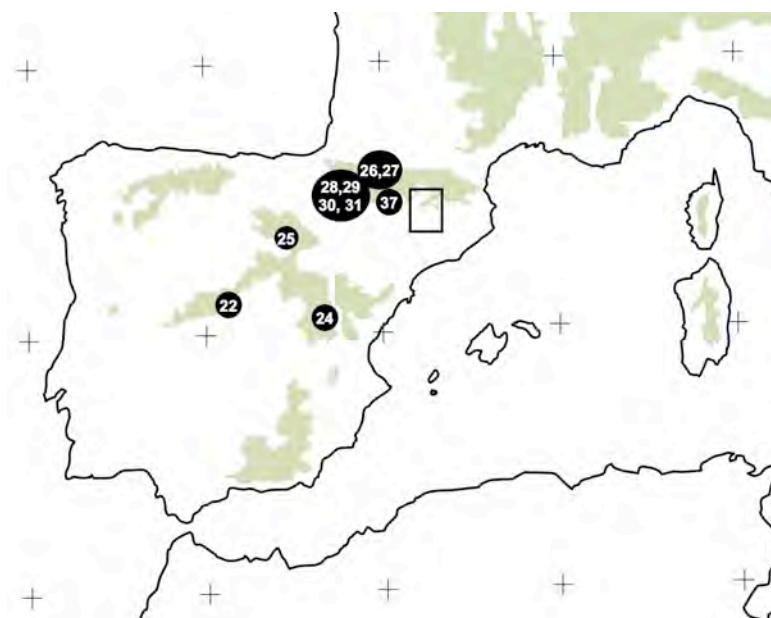


Figura 7.2. Dispersió natal i reproductora de les *Ilucaretes* capturats en la nostra àrea d'estudi prepirinenca (marcada com un rectangle). Els nombres blancs sobre fons fosc indiquen la localitat reproductora a la qual es dispersen els individus que prèviament havien nascut o s'havien reproduït a la zona d'estudi prepirinenca (muntanyes marcades en verd dins del rectangle). Les àrees i línies de contorn en verd clar, indiquen la superfície per sobre de la corba de nivell dels 1.500 msnm, que assenyalen els grans massissos muntanyencs. (Borràs et al, 2012)

més septentrionals tal i com se n'ha tingut constància gràcies a l'esforç de marcatge fet els darrers anys a Espanya pels anelladors (Borràs, Blache, Cabrera, Cabrera, and Senar 2005a; Borràs, Cabrera, Colome, and Senar 2012). La població dels Pirineus és la que presenta una major densitat d'individus (Borràs and Senar 2003) (Borràs & Senar 2003) i aquesta població emet un nombre important de dispersors cap a les poblacions ibèriques més meridionals. Aquesta zona pirinenca podria per tant considerar-se, en el marc de la Península Ibèrica, com una "font", dins el *model font-embornal* (Dias 1996; Pulliam 1988). Per contra, les poblacions ibèriques semblen intercanviar molt pocs individus amb les poblacions transpirinenques (§A10). En un típic sistema de metapoblacions, l'intercanvi d'individus és necessari per al manteniment de les àrees embornal (Hanski 1999).



Cal assenyalar que la majoria de moviments dispersius han estat protagonitzats per individus juvenils (Taula 71), mentre que els adults presenten una forta *filopàtria* (Senar et al. 2002). Les dades de recuperacions d'ocells anellats confirmen que en aquest fringíl·lid carduelí, els individus que es dispersen tant poden ser indistintament mascles com femelles, un fet definitiu per referendar el caràcter oportunista, ja que és sabut que aquest és un patró típic de les espècies amb dinàmiques oportunistes (Senar 2002).

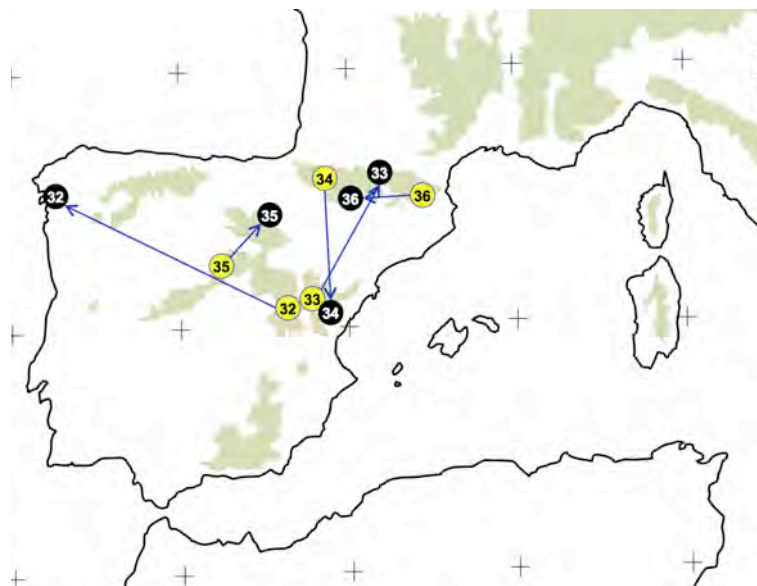


Figura 7.3. Dispersió natal i reproductora de les llucaretes dins de la Península. Aquests desplaçaments vénen marcats amb una fletxa que uneix els dos punts que representen a cada individu i indica el sentit i direcció de cada moviment, en dues estacions reproductores diferents. Els números corresponen als de la taula 2. Les àrees i línies de contorn en verd clar, indiquen la superfície per sobre de la corba de nivell dels 1.500 msnm, que assenyalen els grans massissos muntanyosos. (Borràs & Senar, 2012)

7.1.2.2 FLUX GENÈTIC

Una de les característiques particulars que diferencien les metapoblacions és que ha d'existir *intercanvi genètic* entre les seves subpoblacions (Hanski 1999; Herrera 2015). Les dades a nivell europeu (§A10) de què es disposen que aquest és el cas per a la població prepirinenca de llucareta estudiada. La població indígena dels Pirineus és la més important d'Europa ja que concentra el 80% de la població mundial (Baccetti and Märki 1997), a banda de ser, a més a més, la que presenta una major densitat d'individus reproductors (Borràs & Senar, 2003). Les dades de flux genètic en l'esquema general suggereixen que aquesta població emet un nombre important de *dispersors* cap a les poblacions ibèriques més meridionals. Aquesta informació genètica, confirmarien, doncs, la població del Pirineus com una zona "font", dins el model *font-embornal* de metapoblacions clàssic de Pulliam (Dias 1996; Pulliam 1988). Les poblacions peninsulars (§A10, §A11, Borràs et al. 2012), sembla que intercanvien molt pocs individus amb les poblacions transpirinenques, per tant, la manca de flux genètic que comporta podria ajudar a explicar que aquestes poblacions extra-pirinenques estiguin en regressió (Förschler & Dorka 2010). Altrament, la presència d'un important flux genètic entre les poblacions ibèriques, com ja s'ha vist que succeeix, afavoreix les poblacions del sud d'Espanya les quals es mantenen i estan simultàniament en expansió.



Sintetitzant, es pot afirmar que els patrons descrits de flux genètic són semblants als que ens ofereixen les dades d'anellament, destacant la baixa taxa d'intercanvi, en individus, i per tant, en gens, entre les poblacions ibèriques i les transpirinenques malgrat el gran potencial dispersor que té l'espècie.

7.1.3 METAPOBLACIONS: COLONITZACIONS, EXTINCIONS I RECOLONITZACIONS

7.1.3.1 LES POBLACIONS IBÈRIQUES

Les metapoblacions presenten, per definició, processos de colonització, extinció i recolonització (Hanski 1999) i la història de la llucareta a la Península ibèrica ens mostra un escenari que suggereix que aquest també sembla ser el cas de la dinàmica de les poblacions de la llucareta. Estudiarem la informació existent de colonitzacions, extincions i recolonitzacions trobats a la bibliografia

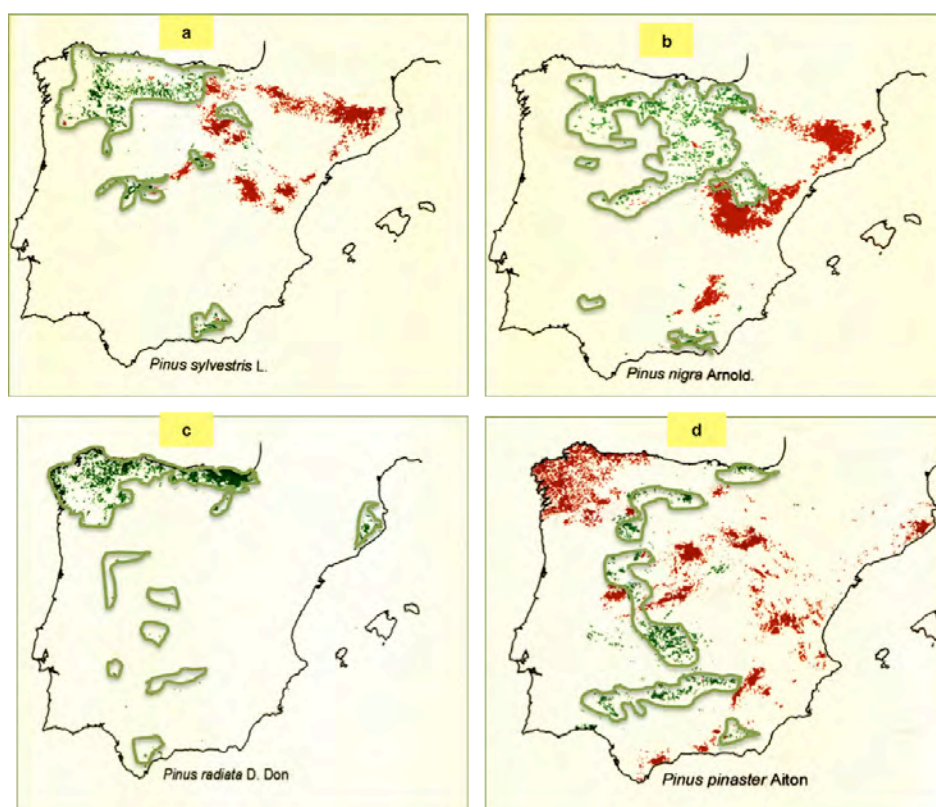


Figura 7.4. Mapes que mostren les àrees naturals i les repoblades (en cercles) de les quatre espècies de coníferes que tenen més rellevància per explicar el procés expansiu de la llucareta a Iberia. Elaborat per l'autor a partir dels mapes de Ruiz de la Torre, 2006.

- **Colonitzacions**

La primera colonització documentada de noves zones a partir de les àrees pirinenques (*core area*), té lloc a la dècada dels seixanta del segle XX, quan es troben llucaretes ocupant les fagedes del vessant cantàbric (Elósegui 1965; Elósegui 1966) i a Guipúscoa (Carrascal 1998; Noval 1967). A finals dels anys setanta, l'espècie colonitza les serres de l'oest cantàbric més enllà d'Astúries (Noval 1967). El braç d'expansió s'estén cap a l'oest i sud peninsular en els noranta, on arriba a les Muntanyes de Lleó i serres de l'oest cantàbric a Galícia (Aierbe et al. 2001; Pedrocchi 1997; Ramos 2004; Saiz-Villoria et al. 2002), a Gredos, a l'oest del Guadarrama, i al sud-est a les Serres Bètiques (Cazorla) (Pedrocchi 1997); A principis del 2000, aquestes poblacions es donen ja com estables



(Borras and Senar 2003; Borras et al. 2005b) (fig. 75). Aquesta expansió probablement està relacionada amb la reforestació de *Pinus sylvestris* que des de principis dels 40 va tenir lloc a Espanya (Borras and Senar 2003; Casals et al. 2005)(fig. 74)

- *Extincions*

Existeixen un parell de processos d'extinció documentats. Un nucli sembla que ocupava les Illes Balears (Mallorca i Formentera) (Noval 1976). Se sap que l'espècie es va documentar com a nidificant en els anys 20 a l'illa de Mallorca (Escandell 1997), però la majoria de les informacions posteriors la donen com extingida (Borràs & Senar 2003; Pedrocchi 1997). L'altre cas d'extinció documentada el trobem a Sierra Nevada. L'espècie sembla que era comuna en aquesta zona, on la consideraven sedentària des de mitjans del s.XIX (Geroudet 1972; Jourdain 1936; López-Seoane 1861; Saez-Royuela 1954; Saunders 1871). No se sap amb certesa, però sembla que aquest nucli es va extingir a mitjan segle XX (Saez-Royuela 1954). Sobre aquest cas hi ha una certa controvèrsia.

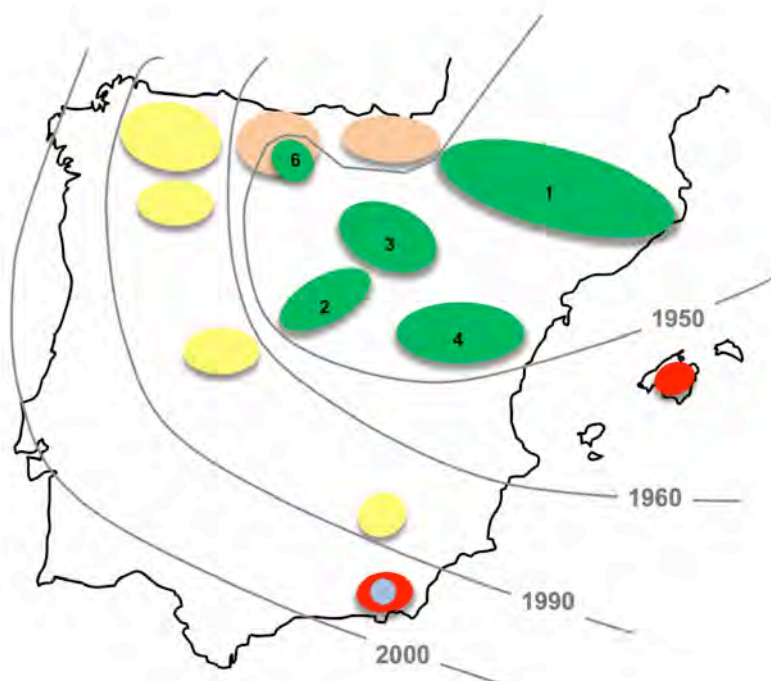


Figura 7.5. Mapa de les poblacions ibèriques en què es mostren les isolínies que mostren la hipòtesi d'expansió radial de la *Ilucareta* a la Península Ibèrica des de la segona meitat del segle XX. Les poblacions corresponen a les mateixes que apareixen a la figura 12 (numerades: 1-6)). En verd es representa possible nucli central de dispersió ("core area"), les numerades. Les diferents ones expansives component SW es representen successivament en rosa, groc i blau. Les zones marcades en verm representen poblacions que en algun moment es van extingir (veure text), i en blau la població de Sierra Nevada que ha estat recolonitzada en temps recents. De Borràs & Senar 2012.

- *Recolonitzacions*

Sierra Nevada, però, és també un bon exemple de recolonització, ja que diverses dades recents confirmen que aquesta zona ha estat recolonitzada a partir de principis de 2000 (Borras and Senar 2003; Märki et al. 2012). Moltes de les ressenyes de les noves àrees colonitzades (Aierbe, Olano, and Vázquez 2001; Carrascal 1998; Garcia 2015), parlen de la predilecció de l'espècie per bosquets de pins de repoblació, especialment pi de Monterrey, pi roig, pinastre i pinassa (fig. 74). Es pot comprovar com existeix un acoblament entre les àrees colonitzades recentment al NW d'Iberia i les zones de



re població de *P.sylvestris* i *P.radiata* de la fig. 74. Tanmateix, les àrees replantades amb *P.sylvestris* i *P.nigra* del SE peninsular se superposen a les colonitzacions i recolonitzacions de la llucareta a les serres bètiques del NE d'Andalusia. Alguns autors com Förschler (2007) apunten la hipòtesi, que relaciona la recolonització de zones de Sierra Nevada a Granada amb l'època en què els boscos repoblats de *P.sylvestris* van assolir el grau de maturitat. No obstant, cal considerar que la subespècie *P.sylvestris* ssp. *nevadensis* és endèmica de les muntanyes de Baza i Sierra Nevada, i constitueix el relict més meridional del pi roig (Ceballos and Ruiz de la Torre 1971), cosa que podria ser el factor clau de la presència antiga de l'espècie en el massís.

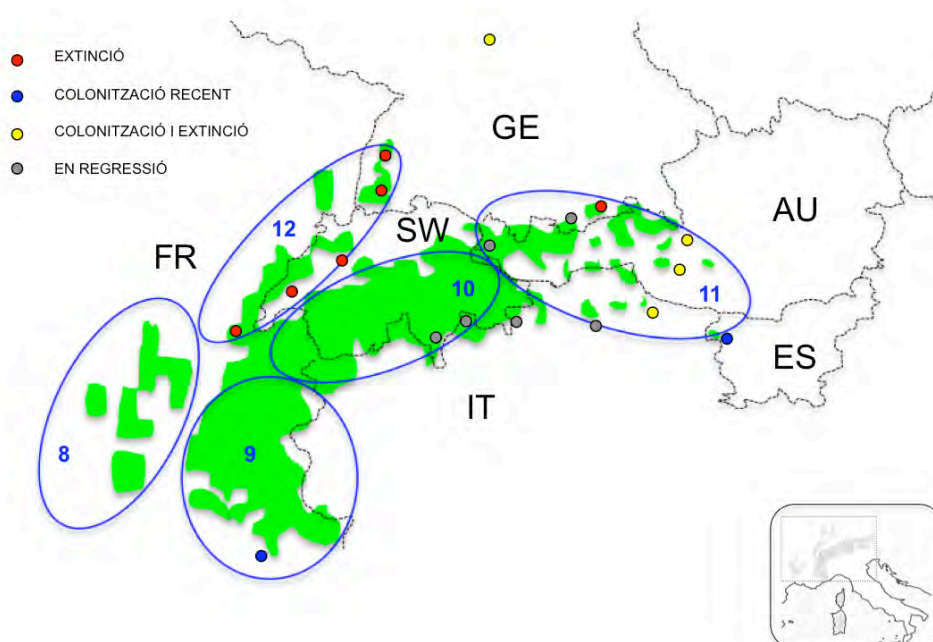


Figura 7.6. Mapa de les poblacions extra-pirinenques de llucareta en el què es mostren els cinc nuclis poblacionals numerats segons es comenta en l'apartat 11. La zona central alpina (9-10) actuarà com l'àrea font ("core area") i les zones perifèriques (8-11-12 i Alemanya Central) com a zones embornal. Els diferents processos d'extinció, colonització, colonització i extinció es localitzen amb cercles de colors segons la llegenda. Les lletres majúscules representen els països (FR França, SW Suïssa, IT Itàlia, GE Alemanya, AU Àustria i ES Eslovènia), que estan separats per una línia discontinua. Mapa de l'autor basat amb les dades de l'apartat 1111, Benoit & Märki. 2003 i Die Vögel der Schweiz; Schweizerische Vogelwarte Sempach - Swiss Bird Index SBI.

7.1.3.2 LES POBLACIONS EUROPEES

En les poblacions situades al nord dels Pirineus es perceben patrons similars als descrits per a la península Ibèrica. D'aquesta manera, mentre les poblacions de diverses zones d'Alemanya semblaven estar en franca regressió en els anys vuitanta, en altres sectors l'espècie augmentava (Bezzel and Brandl 1988; Cramp and Perrins 1994).

Així mateix, des del seu centre de distribució als Alps centrals, la llucareta apareixia freqüentment com divagant al centre d'Alemanya i a països més allunyats com Finlàndia, Polònia i Bèlgica (Lindholm 1995; Lontkowski 1980a; Lontkowski 1980b; Vandevyre 2005), arribant a colonitzar per l'est Eslovènia en els anys 90 (Cramp & Perrins 1994) en una



població aïllada que sembla que es manté estable tot i ser molt petita (muntanyes del Triglav). La dinàmica de metapoblacions actuaria com un sistema de font-embornals, en el que la zona central alpina (nuclis 9-10, fig.12), la que té les densitats més elevades, actuaria com l'àrea font (*core area*) i les zones perifèriques (nuclis 8-11-12 i Alemanya central) com a àrees embornal (veure fig. 76).

Les poblacions europees, transpirenques, tanmateix, serien subconjunts de la metapoblació global de l'espècie al continent, tal i com es pot interpretar de les dades de flux genètic argumentades en l'apartat anterior. En un altre ordre de coses, hi ha dos grans diferències entre aquestes poblacions europees i les ibèriques. La primera rau en la

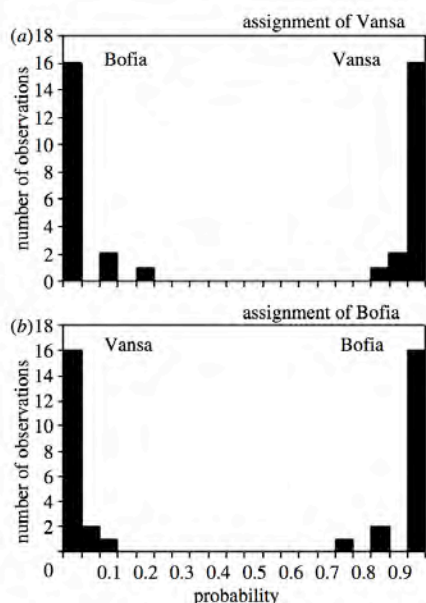


Figura 7.7. La probabilitat d'assignació d'un individu capturat en una localitat a cadascuna de les dues localitats. (a) L'assignació a Vansa. (b) L'assignació a Bòfia. El text en les xifres es refereix al lloc on van ser capturats els individus de (SA11).

baixa quantitat i densitat de llucaretes dels hàbitats europeus i, alhora, l'elevat grau de dispersió entre les semicolònies que componen els seus nuclis poblacionals bo i comparat amb les llucaretes ibèriques, i especialment, amb les pirinenques (H.Märki, com. per.). L'altra diferència rau en la dificultat extraordinàriament de localitzar els nuclis reproductors en l'enormitat dels massissos alpins. Evidentment, això dificulta el marcatge dels individus cosa que impossibilita conèixer amb exactitud la dinàmica poblacional d'aquests nuclis. Conseqüentment el nombre d'anellaments i marcatges, és molt baix i, especialment, és molt minsa la taxa de recaptures en el conjunt d'Europa, molt per sota de la de les poblacions ibèriques. Serien necessaris més treballs per tal

d'aportar llum sobre aquests canvis demogràfics que s'han exposat, els quals ajudarien a definir si aquests obeeixen a una dinàmica de metapoblacions *sensu stricto*, com es defensa en aquest tesi (veure apartat 711), o bé simplement obeeixen a processos d'expansió i regressió, que és el que acostuma a defensar algun ornitòleg centroeuropeu.

7.1.3.3 - EL PAPER DELS PINS SUBMONTANS

La zona exterior als nuclis reproductors prepirinencs té un paper molt important en la biologia de l'espècie. En el capítol 3 es comenten els hàbitats hivernals, entre els quals destaca el mosaic agroforestal. Aquest agrosistema està constituït per una matriu forestal de pins especialment submontans i montans (*P.sylvestris* i *P.nigra*) tessel·lats amb els espais oberts agrícoles. Hi ha dos aspectes a considerar. Sabem de la importància que tenen en el manteniment dels estols d'hivernants (paper d'alberg). Així, tot i que no es tenen dades numèriques, poden acollir bona part de la població prepirinenca just en el moment en què els espais subalpins pràcticament resten buits. A banda, que, a més, s'hi apleguen força llucaretes ibèriques i europees (Borras, Blache, Cabrera, Cabrera, and Senar



2005a). L'altre aspecte és el paper que l'agrosistema té com *espai emissor* de joves nascuts en el període de reproducció oportunista a finals d'hivern i en el període prevernal. Un cop finalitzat aquest episodi els joves de l'any es dispersen cap les localitats subalpines tal i com confirmen les dades d'anellament (ap. 44). Els ambients submontans de pinassa, tenen, doncs, una influència quantitativa sobre la demografia de la llucareta, atès que els joves allí nascuts, s'afegeixen al que ho han fet en l'estatge subalpí (*reclutament de joves*). Les foresteries de pinassa tenen una forta influència, doncs, en la demografia i en la dinàmica de poblacions de la llucareta. Cal considerar que, mentre el primer d'aquests rols (*alberg*) es du a terme cada any calendari, el segon (*reclutador*) solament succeeix cada any que esdevé una gran producció de pinyons (èpoques d'anyivoria).

7.2 PATRONS MICROGEOGRÀFICS

7.2.1 HETEROGENEÏTAT AMBIENTAL I ADAPTACIÓ LOCAL

És habitual pensar en Biologia Evolutiva que teòricament el flux de gens pot impedir la diferenciació genètica entre les poblacions (Mayr 1963). En el treball §A11, es va trobar una forta diferenciació genètica i morfològica en poblacions a una escala geogràfica molt petita (menys de 5 km) en poblacions de llucareta, un ocell de gran mobilitat en el que la dispersió està ben documentada. Proves d'assignació genètica a poblacions, van revelar

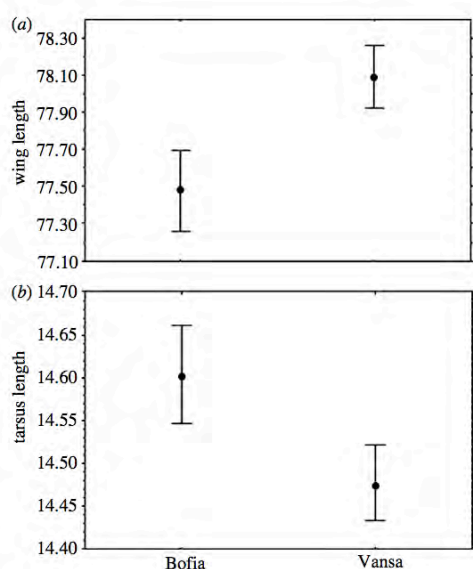


Figura 7.8. Longitud de l'ala (a) i longitud del tars (b) de les llucaretes comparant Bòfia i Vansa. Valors estandarditzats per sexe, edat i variacions anuals amb una ANOVA factorial (De l'article §A11).

que les aus capturades en una àrea es van assignar genèticament a la mateixa àrea amb una probabilitat molt alta, tot i el flux de gens present. Les poblacions també van ser morfològicament diferenciades. Es van estudiar dues poblacions, Bòfia i Vansa, que diferien significativament en la taxa de supervivència, l'èxit de reproducció i la massa corporal, i on també hi havia dispersió substancial entre les poblacions (§A9). Això significava que les poblacions de llucareta passaven una part important de l'any en simpatria (hivernada), però divergeixen només en termes d'elecció de l'hàbitat de reproducció. La llucareta és, per tant, una espècie model ideal per a l'estudi de la divergència amb el flux de gens, ja que els períodes de selecció i flux de gens (de cria) són els mateixos.

7.2.1.1 DIFERENCIACIÓ GENÈTICA

Es va trobar una deficiència d'heterozigosis en Vansa i en Bòfia, que, i tot i que deferien, aquesta no era significativa. A Vansa es van trobar tres *loci* que diferien de les expectatives del models de Hardy-Weinberg, mentre que per a Bòfia se'n van trobar dos. Les taxes de flux de gens van ser baixes entre les dues poblacions basades en simulacions fetes utilitzant BAYESASS i MIGRATE (§A11). En conjunt, això significa que el flux de gens pot estimar-se al voltant de cinc a deu ocells per cada generació en cada direcció, assumint una taxa de mutació de 10^{-3} . La major part de la variació genètica es va trobar dins dels individus



(62,9%), però un 9,4% es va trobar entre les poblacions, la qual cosa va ser molt significativa. Els diferents programes d'assignació de població classifiquen tots els individus a la seva població original a un grau molt gran, amb el nombre d'individus classificats

correctament que oscil·len entre 73,6 i 78,9%. Els resultats de STRUCTURE mostren que les aus de Vansa van ser assignades a Vansa amb una probabilitat molt alta, i, amb una probabilitat molt alta es van també assignar les aus de Bòfia a Bòfia (figura 76(§A11)).

7.2.1.2 DIFERENCIACIÓ MORFOLÒGICA

Estudis morfològics mostren diferències significatives entre les ambdues localitats (§A11). Les Ilucaretes diferien significativament en la morfologia havent-se estandarditzat pel sexe, l'edat i l'any en una ANOVA factorial (Lambda Wilks =0.96, $df=2,925$, $p < 0.001$). Les Ilucaretes de Bòfia tenien el tars més llarg i més curtes les ales que les de Vansa (longitud de l'ala: $F_{1,2243}=44.92$, $p < 0.001$, longitud del tars: $F_{1,2243}=17.97$, $p < 0,001$). Cal assenyalar que, tot i que les diferències en biometria entre localitats eren petites, les diferències entre localitats van ser en direccions oposades: la longitud de l'ala va ser més gran a La Vansa,

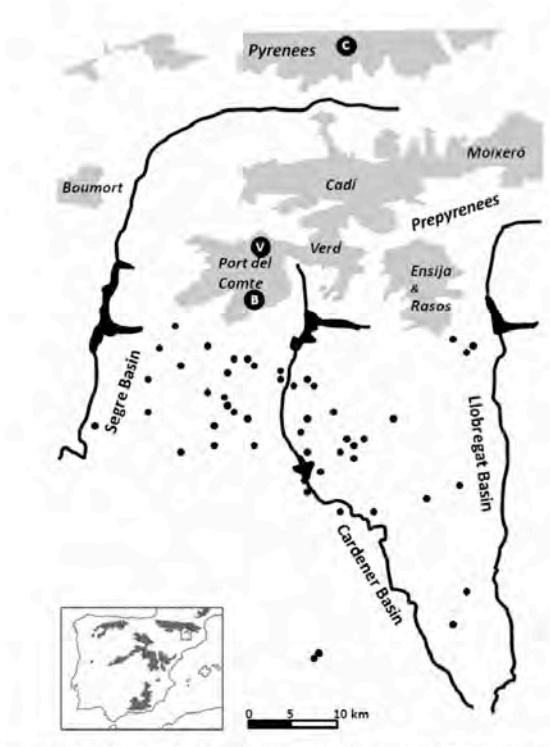


Figura 7.9. Àrea d'estudi de la hivernada on es mostren les tres conques fluvials i les localitats de mostreig hivernals i les subalpines (C: Cap del Rec, V: Vansa i Bòfia). (De l'article §A6).

mentre la longitud del tars va ser més gran a Bòfia (fig. 78)

7.2.1.3 DIFERENCIACIÓ I ADAPTACIÓ LOCAL

Els resultats van mostrar que hi havia diferenciació genètica significativa i substancial entre Vansa i Bòfia. Aquest resultat es basava en una varietat de mètodes i per tant es podia considerar que el resultat eren prou robustos. Això demostra que, tot i la curta distància, els moviments ben documentats i el flux de gens entre les localitats (§A9), encara es poden produir diferències genètiques fortes. A més de les diferències en les freqüències al·lèliques, sabem que hi ha diferències morfològiques (Senar et al. 2002). Saber si aquestes es basen en diferències genètiques, o són només el resultat de la *plasticitat*, no es coneix de moment. Això és consistent amb les diferències en l'estructura de l'ecologia tròfica i l'estructura de l'hàbitat entre les dues localitats. Els ocells de Bòfia tenen els tarsos més llargs i les ales més curtes que els ocells de Vansa. Això és consistent amb les diferències en l'ecologia alimentària i l'estructura de l'hàbitat entre les dues localitats. Les Ilucaretes de Vansa, les quals depenen més sovint dels pinyons obtinguts directament dels cons bo i penjats de les branques, tenien el tars més curts que les Ilucaretes de Bòfia, que s'alimenten preferentment en les pastures rases i, per tant, peonen més pel terra (§A9). Això és concordant amb l'opinió general que les espècies terrestres tenen el tars més llarg que les que es penegen dels arbres (Moreno and Carrascal 1993; Newton 1967). El fet que les Ilucaretes de Bòfia tinguessin les ales més curtes podia estar relacionat amb la



presència més gran de depredadors aeris (còrvids i rapinyaires, especialment *Accipiter nisus* i *A.gentilis*) (§A4 i observació personal), atès que les ales més curtes permeten una millor maniobrabilitat i, per tant, pot representar un tret adaptatiu (Alatalo et al. 1984; Leisler and Winkler 1985; Rayner 1988).

Aquests resultats suggereixen que, fins i tot quan es produeixen selecció i flux de gens al mateix temps, la divergència morfològica i genètica encara pot esdevenir. El grau de *divergència genètica* va ser alt i els resultats de les proves d'assignació mostren que els individus podien ser assignats genèticament amb precisió a la població on van ser capturats. Podria tractar-se de *dispersió dependent del fenotip*, de manera que els individus que s'enfronten a un medi ambient dolent són més propensos a dispersar-se que altres cosa que, aleshores, podria actuar per promoure les diferències (Postma and Van Noordwijk 2005). Veure l'ap. 724 per ampliar el tema de la *dispersió dependent del fenotip*.

Table 1. Partial association χ^2 values of the log-linear three-factorial independence test between the variables Fidelity to river basins used to winter [recapture in the same river basin versus in another basin], River Basin (West, Central and East) and Year (within versus between winter recapture).

	χ^2	d.f.	P
Fidelity	269.55	1	0.00
Basin	99.33	2	0.00
Year	206.46	1	0.00
Fidelity × Basin	11.71	2	0.00
Fidelity × Year	15.19	1	0.00
Basin × Year	3.79	2	0.15
Fidelity × Basin × Year	8.90	2	0.01

Table 2. Contingency tables relating the recaptures obtained in the same or a different river basin in relation to (1) whether the recapture was obtained within the same winter or between winters and (2) the river basin (East, Central or West) in which the birds were recaptured. Expected frequencies within parentheses.

	Same basin	Change of basin
(1)		
Within the same winter	263 (256)	11 (18)
Between winters	25 (32)	9 (2)
(2)		
East basin	39 (42)	6 (3)
Central basin	181 (173)	4 (12)
West basin	67 (72)	10 (5)

Table 3. Partial association χ^2 values of the log-linear three-factorial independence test between the variables Fidelity to winter localities (recapture in the same locality vs. in another locality), River Basin (West, Central and East) and Year (within vs. between winter recapture).

	χ^2	d.f.	P
Fidelity	101.20	1	0.00
Basin	99.33	2	0.00
Year	206.46	1	0.00
Fidelity × Basin	46.74	2	0.00
Fidelity × Year	41.40	1	0.00
Basin × Year	5.41	2	0.07
Fidelity × Basin × Year	4.55	2	0.15

Table 4. Contingency tables relating the recaptures obtained in the same or a different locality in relation to (1) whether the recapture was obtained within the same winter or between winters and (2) the river basin (East, Central or West) in which the bird was recaptured. Expected frequencies within parentheses.

	Same locality	Change in locality
(1)		
Within the same winter	231 (214)	43 (60)
Between winters	10 (27)	24 (7)
(2)		
East basin	29 (35)	16 (10)
Central basin	169 (145)	16 (40)
West basin	42 (60)	35 (17)

Table 5. Distribution of Citril Finch recoveries at the three wintering river basins according to the alpine mountain range where they were trapped. $\chi^2_2 = 5.03$, $P = 0.08$. Percentage of birds trapped at each basin for birds from the different alpine localities is provided for easier comparison.

Alpine localities	Wintering river basin		
	West	Central	East
Cap del Rec	17 (81%)	3 (14%)	1 (5%)
Port del Comte	51 (55%)	36 (39%)	6 (6%)

Table 6. Distribution of number of recoveries of Citril Finches obtained within the West and Central wintering river basins from birds marked at the two localities (Bofia and Vansa) within the Port del Comte Mountain at the Pyrenees. $\chi^2_1 = 0.19$, $P = 0.66$. Percentages within parentheses.

Alpine localities	Wintering river basin	
	West	Central
Bofia	23 (66%)	12 (34%)
Vansa	20 (61%)	13 (39%)

Taula 7.2. Taules de les anàlisis de l'article §A6, referides al text.

7.2.2 HIVERNADA SIMPÀTRICA O AL·LOPÀTRICA?

Els objectius d'aquest apartat són analitzar la fidelitat de la llucareta al lloc hivernada i determinar el grau en què les aus de diferents subpoblacions conviuen en les mateixes àrees d'hivern (§A6). És àmpliament reconegut en les espècies que efectuen desplaçaments migratoris, que els factors que es donen en les àrees d'hivernada i els esdeveniments que hi ocorren poden afectar els processos subsegüents del flux de gens, l'adaptació local i dinàmica de la població a les zones de cria (Marra et al. 2006; Webster and Marra 2005). Aquests efectes són altament dependents dels nivells de connectivitat entre els diferents subpoblacions a través dels patrons de migració (Marra, Norris, Haig, Webster, and Royle 2006). Atès que diverses subpoblacions al·lopàtriques poden compartir el mateix hàbitat durant l'últim període d'aparellament hivernal (ap. 43), això sembla que possibilitaria àmplies oportunitats pel flux de gens. En aquest escenari sorgeix la pregunta de com les diferents subpoblacions poden mantenir els patrons d'adaptació local que s'han trobat en les localitats de cria (§A6).



Per a les anàlisis de connectivitat i fidelitat a les àrees d'hivernada es van considerar 238 recuperacions d'un total de 12648 ocells anellats entre juny i novembre a les zones subalpines de Cap del Rec i Port del Comte (que inclou Bòfia i Vansa). Es van analitzar 2386 ocells anellats a zones de la Catalunya central en 49 localitats, entre els mesos d'octubre i abril (fig. 78). L'àrea d'hivernada es va dividir en les tres conques naturals dels tres rius de la regió que són paral·leles entre elles (veure mateixa fig.79). L'estudi de taules de contingència contingudes en §A6 (veure taula 72), mostra els següents resultats.



Figure 2. Map displaying the origin of birds recovered in the study wintering area. The contour lines refer to 1500 m asl. Crosses show the grid of 500 × 500 km. Dots with numbers refer to the origin localities of birds recovered in the winter range. Details of the origin localities, as well as distance and direction of movement, are provided. 1, Isaba (Navarra) (212 km west-northwest); 2, Biüezal (Navarra) (228 km west-northwest); 3, Bigüezal (Navarra) (234 km west-northwest); 4, Beret, Val d'Aran (Lleida) (91 km north-northeast); 5, Rialp (Lleida) (53 km north-northeast); 6, Setcases (Girona) (78 km east-northeast); 7, Queralbs (Girona) (65 km east-northeast); 8, Chamaloc, Sarthe (France) (440 km north-northeast); 9, Vallon de Combeau (France) (445 km west-southwest); 10, Coll Bretolet (Switzerland) (625 km southwest).

Figura 7.10. Mapa que mostra l'origen dels ocells recuperats en l'àrea d'estudi hivernal. (De l'article §A6)

7.2.2.1 FIDELITAT A LES CONQUES D'HIVERNADA

Les aus de la conca central (Cardener) mostraven més fidelitat (*site fidelity*) a la localitat (98%) que les de les altres dues conques (87%). Un altre aspecte és que, al llarg de l'hivern, les llucaretes eren fidels a les seves conca d'hivernada en un 96%, però aquest valor disminuïa (74%) si es consideraven els moviments entre hiverns. La fidelitat a la conca d'hivernada disminuïa significativament a les conques hidrogràfiques en direcció de l'Est (80%) cap a l'Oest (67%), mantenint la conca central amb valors intermedis (73%).

7.2.2.2 FIDELITAT A LES LOCALITATS D'HIVERNADA

Es va intentar avaluar la fidelitat a les àrees d'hivernada independentment de la conca on es localitzaven. Per tant, es va comparar el nombre de recaptures dins de la mateixa localitat amb recaptures en una altra localitat, que denoten un canvi de localització, però no pas necessàriament de conca. Les aus de la conca central (riu Cardener) van ser més fidels (91%) a la localitat d'hivernada que les de les altres dues conques (Llobregat el 64%; riu Segre 55%). Les llucaretes eren fidels majorment a la localitat on van estar hivernant (85%), tot i que aquest valor es reduïa lleugerament (71%) quan es consideraven els



de diferents poblacions, cosa que *a priori* podria afavorir un important flux genètic entre aquestes poblacions (§A10). Per definició, aquesta barreja de poblacions hauria d'erosionar la capacitat d'*adaptació local* que té l'espècie, (§A9). S'ha vist que les poblacions reproductores de llucareta mostren forts patrons locals de diferenciació genètica i morfològica (§A11). No obstant això, tot i que, per exemple les llucaretes de Bòfia i de Vansa comparteixen la mateixa zona d'hivernada, i que allí s'aparellen (§A10), les seves poblacions continuen mantenint-se diferenciades (§A11).

En aquest escenari, doncs, una pregunta que sorgeix és com es manté aquesta diferenciació, ja que la cohabitació de les diferents subpoblacions durant el període de formació de la parella a l'hivern ofereix àmplies oportunitats per al flux de gens? Una possibilitat és que les aus de diferents àrees de cria podrien entrar en condicions d'aparellament en diferents dates de la primavera. Tanmateix, això és poc probable, ja que les aus de diferents localitats de cria comparteixen les mateixes condicions tròfiques i el mateix fotoperíode durant tot l'hivern, de manera que no hi ha cap raó aparent que pugui explicar fàcilment les diferències en l'època d'aparellament. Alternativament, i recolzat pel fet que els ramats de fringíl·lids formats en les localitats de cria originals poden romandre junts en les àrees d'hivernada (Wilson 2006) i com suggereixen les dades pròpies d'anellament (veure taula 47), es pot apuntar que les aus van desenvolupar una preferència en l'aparellament per les aus "conegudes". Aquesta proposta es coneix com la *hipòtesi de la familiaritat*, per la qual les llucaretes haurien de preferir aparellar-se amb els individus que els són socialment més familiars o "coneguts", que per definició són els individus del seu estol i, per tant, de la seva zona natal subalpina (§A6; Borràs et al. 2012). Els individus de la Bòfia haurien de formar estol amb els ocells de la Bòfia i els de Vansa amb els de Vansa, de manera que a l'hora d'apariar-se hi ha més probabilitat que ho facin amb els individus de la seva zona ja que els resulten més familiars (d'aquí el nom de *familiaritat*). Així, l'estructura del ramat, molt important, afavoriria l'aparellament amb individus de la mateixa subpoblació de cria, cosa que reduiria el flux genètic i permetria mantenir l'adaptació local. Encara que això contrasta amb una opinió que fou àmpliament acceptada que proposava que els animals evitarien aparellament amb individus coneguts amb la finalitat de disminuir el risc d'endogàmia (Kelley et al. 1999). De fet, una revisió recent sobre les pressions selectives que guien l'adaptació local i l'especiació, proposa que l'elecció de parella en moltes espècies és més endogàmica (en aquest sentit) del que s'havia cregut fins a la data (Joly 2011) i de fet es veu afavorida en espècies monògames en les que la valoració del company és important (Cheetham et al. 2008). El proper pas seria comprovar aquesta preferència de forma experimental.

7.3 DISPERSIÓ ASIMÈTRICA EN DINÀMICA DE FONTS I CUBETES

S'ha vist que els ocells de Vansa tenen una major puntuació en massa i greix corporal que els de Bòfia, el que suggereix que Vansa (vessant N) és un lloc de major qualitat que Bòfia (vessant S). Mitjançant anàlisis amb enfocament metapoblacional i l'ús de models d'estat múltiple (§A9), es va trobar, a banda de diferències en supervivència (veure ap. 7121), un model de *dispersió asimètrica* entre les poblacions dels dos vessants del Port del Comte (Bòfia i Vansa). La dispersió era més alta en aus juvenils que en adultes. Les taxes de moviments de les llucaretes juvenils des de la localitat de baixa qualitat, Bòfia, a la de major qualitat, Vansa, era superior (de Bòfia a Vansa: $\psi=0,38 \pm 0,10$) i era més alta que a la



inversa (de Vansa a Bòfia: $\psi=0,09 \pm 0,03$). Tenim, a més, com és generalment acceptat (Greenwood and Harvey 1982), que la dispersió afecta principalment a les aus juvenils, mostrant els adults alts nivells de fidelitat als llocs de cria (*filopàtria*). No es va detectar cap biaix sexual pel que fa a la dispersió, la qual cosa és consistent amb els hàbits de cria oportunista que tenen les llucaretes (Borras and Senar 1991) (i ap. 44), per a la qual cosa cal espera que cap dels sexes es beneficiï. També es van considerar els factors específics com la meteorologia i les taxes de fructificació de *Pinus* com a possibles factors predictors de la mortalitat global i dels patrons de dispersió. Els resultats no van permetre establir conclusions sòlides sobre l'impacte d'aquests factors sobre les taxes de moviment, probablement degut a la migrada mida mostral amb que es van les anàlisis.

Els patrons de moviment entre localitats trobats en la llucareta documenten un nou model per a la dispersió d'espècies entre hàbitats de distinta qualitat. Això contrasta amb el model habitualment acceptat de "fonts i embornals" (Pulliam 1988; Dias 1996), en el que el moviment es dona a la inversa, des dels hàbitats d'alta als de baixa qualitat, i també del model tradicional de "*Distribució Lliure Ideal*", en el que hi ha una dispersió equilibrada entre hàbitats de qualitat diferent. La presència d'una variació morfològica i de *pool genètic* superior en els hàbitats de bona localitat (§A8 i observacions personals) suggereix que la llucareta no s'ajusta clarament al model de *Distribució Lliure Ideal*. Per tant es proposa un nou model de dispersió, anomenat de "*fonts i cubetes*", en què els animals es dispersen de forma consistent de les localitats de baixa a les d'alta qualitat. També se sap que la probabilitat de dispersió trobada no va variar entre anys, i que la localitat de bona qualitat manté una supervivència constant més gran que la de baixa qualitat .

7.4 DISPERSIÓ DEPENDENT DEL FENOTIP

Les anàlisis que apareixen en aquest apartat són inèdites i s'afegeixen a la tesi encara per publicar. L'autor creu que són necessàries per comprendre el funcionament de la dispersió del model de fonts i cubetes. Ja s'han publicat articles en la mateixa línia però referits a altres espècies.

TAULA 71a. Mitjanes, desviació standard, i mida mostral dels diferents grups per la longitud de l'ala.

Group	Juveniles			Adults		
	x	SD	N	x	SD	N
Bòfia	76.67	2.00	199	77.02	2.23	325
Vansa	77.56	1.88	130	77.85	2.19	534
Bòfia→Vansa	77.18	2.25	42	77.44	2.06	16
Vansa→Bòfia	77.00	1.28	22	77.24	1.76	39

TAULA 71b. Resultats del test d'assignació. Els valors reportats són els log-likelihoods per a cada assignació

Comparison	Log(L) Bòfia	Log(L) Vansa	χ^2	P
Bòfia→Vansa (ala juv)	-46.20	-63.43	34.47	< 0.001
Vansa→Bòfia (ala juv)	-19.88	-26.91	14.03	< 0.001
Bòfia→Vansa (ala ad)	-15.61	-20.35	9.47	0.0021
Vansa→Bòfia (ala ad)	-18.43	-24.20	11.55	<0.001

Taula 7.1. Taules de l'anàlisi de la dispersió dependent del fenotip. (Dades inèdites)



Es va escollir dues mostres de llucaretes, una de Bòfia marcades en l'interval de 1986 fins a 1999, i una altra de Vansa, marcades entre 1991 i 1999. Es van capturar un total de 5674 individus i es van obtenir 1383 recaptures (Vansa 3038/668, Bòfia 2636/715). Es va anotar el sexe i l'edat i es va mesurar el pes, l'ala, el tars, la cua i la llargada i l'alçada del bec de cada ocell (Borras et al. 1998).

Es van comparar les aus que es movien. En totes les comparacions, les aus que es van mouen entre localitats es van comparar amb les aus que no es movien. Per tant, els ocells que passaven de Bòfia a Vansa es comparaven tant als residents de Vansa com als residents de Bòfia. Cada individu es comparava amb la distribució de les aus en cada població i la probabilitat de pertinença a cada població es va calcular com a puntuació $= (z - x) / SD$, on z és el valor de l'individu, x i SD són la mitjana i la desviació estàndard de la població, respectivament. Aquesta puntuació es va comparar amb una distribució normal estàndard per obtenir la probabilitat de veure un individu determinat, donada la distribució de la població (el valor de probabilitat per a aquest individu). Llavors la probabilitat total (L) es va obtenir multiplicant totes les probabilitats individuals, o en realitat sumant la log-comparision per aconseguir $\log(L)$. La prova es fa mitjançant l'establiment $X^2 = -2 (\log(L1) - \log(L2))$ i es compara respecte a una distribució de chi-quadrat amb un grau de llibertat.

Els dispersors juvenils tenien una longitud d'ala que va ser significativament més similar a la població Bòfia independentment del seu origen (Taula 2, 3). Això significa que les aus que es desplaçaven de Bòfia a Vansa ho van fer malgrat ser més similar a les aus de la Bòfia, però també les aus que es movien de Vansa a Bòfia eren més similars a les aus de Bòfia. No obstant això, el tipus d'aus que es movien eren diferents: a Bòfia els individus que es traslladaven a Vansa eren més grans que la mitjana, mentre que els individus amb ales més petites que la mitjana es movien de Vansa a Bòfia (Taula 2). En els adults, independentment de la direcció de la dispersió, les aus dispersants van ser més similars a les aus de Bòfia en la longitud de l'ala (Taula 2, 3). El mateix patró va aparèixer pels juvenils; els individus amb ales més grans que la mitjana va passar de Bòfia a Vansa, mentre que el contrari era cert per als que es desplacen de Vansa a Bòfia (Taula 2).

Les dades mostren que la dispersió no va ser a l'atzar, sinó condicionada respecte al fenotip dels individus dispersants. Les aus que es dispersaven des de Bòfia eren més similars a les aus de Vansa que els de la població d'on van marxar, i les aus que es dispersaven de Vansa eren més similars a la població de Bòfia que a la població de Vansa.

Els resultats també suggereixen que la dispersió és el resultat d'una elecció activa on els individus que no tenen aptitud prou alta en un hàbitat es dispersen a un altre hàbitat, resultats que són consistents amb alguns models i dades relatives a la dispersió en hàbitats fragmentats (Doncaster et al. 1997; McPeck and Holt 1992). En altres paraules, els individus trien activament el seu règim selectiu d'una manera interactiva en lloc de ser víctimes passives de la mateixa (Björklund 1994; Lewontin 1983; Sultan and Spencer 2002; Sultan 1987). Això és recolzat pel fet que la dispersió és clarament *dependent del fenotip*. Els individus que es dispersen són més similars en la longitud de l'ala a la població a la que es traslladen que no pas a la població de la que provenen. El concepte de la dispersió dependent del fenotip es troba rarament a



la bibliografia (però veure (Fleischer et al. 1984; Grant et al. 2001; Verhulst et al. 1997)) i en general no es tracta en els treballs teòrics (Clobert et al. 2002; Edelaar et al. 2008).





CAPÍTOL 8



Juvenils de llucareta a finals d'estiu, començant en procés de canvi de lliurea de 3J a Yearling. Foto A.Borràs



FACTORS LIMITANTS



- ✚ *El dubte és la mare dels descobriments*
AMBROSE BIERCE
- ✚ *Qui troba un perquè, aguanta gairebé qualsevol com*
FRIERICH NIETZSCH
- ✚ *No n'hi ha prou amb saber, cal també aplicar. No és suficient voler, cal també fer.*
JOHANN WOLFGANG GOETHE



8 FACTORS LIMITANTS EN LES POBLACIONS DE LLUCARETA

8.1 SUPERVIVÈNCIA I FACTORS AMBIENTALS

8.1.1 ESPERANÇA DE VIDA

Les dades sobre l'esperança de vida de la llucareta són escasses i totes estan basades en l'anellament i les recaptures. L'esperança de vida empírica es pot estimar pel temps transcorregut entre la captura i la recuperació. Segons la bibliografia, el temps la xifra màxima és de 5 anys i 8 mesos. La base de dades amb que es basa la tesi té 4 ocells que ultrapassin aquest període (veure taula 81). Un ocell anellat a la Bòfia i controlat a San Martín de la Vega, Madrid (467 Km, OSO) ostenta el rècord de més temps amb 9 anys i 6 mesos, seguit del control d'un ocell hivernant a la regió controlat, també en un altre hivern, amb 7 anys i 6 mesos d'interval. L'esperança de vida calculada amb els models de Brownie (Borràs and Senar 1987) s'estima en 1,64 anys (veure taula 81). La vida mitjana, és a dir el període necessari per que la població nascuda en un any x es redueixi a la meitat, és de 1,13 anys.

ANELLA	ANYS PASSATS	LOCALITAT ANELLAMENT	DATAT-SEXAT	DATA	LOCALITAT RECUPERACIÓ	DATAT-SEXAT	DATA
162505	5a. 11m.	Bòfia	3J	18/08/87	Vansa	G,F	17/07/93
717211	5a. 11m.	Vansa	5,M	11/06/94	Vansa	G,M	20/05/00
L842424	7a. 6m.	Pampe	5,M	26/03/05	Navès	G,M	17/11/12
480455	9a. 6m.	Bòfia	5,M	28/06/91	S.Martin de la Vega	G,M	10/12/00

Taula 8.1 Taula que recull els controls més llargs continguts en la base de dades utilitzada en la tesi. Original de l'autor.

8.1.2 Supervivència

La primera vegada que es va estudiar la supervivència en la llucareta, es va fer estimant-la amb els models de Brownie (taula 82), en una mostra de 413 llucaretes de la zona de Rasos de Peguera i Cadí capturades entre 1977 i 1984, (Borràs & Senar 1987). El model acceptat (taxa de recaptura i de supervivència variable entre anys) va donar una taxa de supervivència del 54% ($54 \pm 15,26$). En general els autors assenyalen que la taxa de supervivència en els joves dels passeriformes és una quarta parts menor que la dels adults, cosa que també sembla que es dona en els fringíl·lids. En l'article referit, es compara la supervivència de la llucareta amb la d'altres fringíl·lids, sent molt semblant a la del lluer, el verdum i el pinsà. És clarament superior a la de la cadenera i el passerell.

En l'article §A9 (veure fig. 79), es calcula la supervivència de joves i adults per a les dues localitats de Bòfia i Vansa. Com era d'esperar, la dels adults era més elevada que la dels joves ($\phi=0,42$ màxima per adults vs. $\phi=0,28$ mínima per juvenils) (Borràs & Senar, 1987). Un altre aspecte és que hi ha una diferència significativa entre les localitats, també pel que fa a les edats (en adults: $\phi=0,42$ per Vansa i $\phi=0,35$ per Bòfia). Es van considerar variables meteorològiques i les taxes de fructificació de *Pinus nigra* i *Pinus sylvestris*, com



Pel que fa a la reproducció subalpina, la influència de *P. uncinata* en l'èxit reproductor queda prou reflectit en la figura 57. Una altra forma d'estimar la influència de *Pinus uncinata* en l'èxit reproductor de la llucareta és relacionar la producció de pinyes amb la productivitat dels joves (3J) nascuts a l'any, paràmetre aquest, que està correlacionat amb la taxa de reclutament, la qual és més complexa d'avaluar ja que es necessiten moltes recaptures i de molts anys. En primer lloc (fig. 82a) hi ha una correlació molt gran entre el consum dels pinyons estimats per la lectura dels paps. Com més pinyons mengen els adults, més joves es recluten a la població. La importància dels pinyons a la dieta es confirma, quan es mostra com la proporció de joves (3J) nascuts creix a l'augmentar la productivitat dels pins (si la fructificació del pi es: dolenta, mitjana o bona), quedant palès que en anys de màxima productivitat de pinyes pràcticament es duplica el nombre de joves (fig. 82b).

Els pins són, doncs, un factor limitants de primer ordre, que determina la distribució de l'espècie a nivell peninsular. El *Pinus uncinata* és clau en la selecció de l'hàbitat així com en la qualitat del mateix. A banda, cal considerar l'important rol que té *P. uncinata* en els aspectes tròfic (cap. 5), aspecte aquest destacat per a totes les poblacions d'Europa. En contrades peninsulars extra pirinenques on el *P. uncinata* no és present, a més a més, determina la distribució de les poblacions de llucaretes, tant a la regió (les més estables i nombroses) com a la resta del Pirineu. Es podria inferir que és l'element clau que dona el caràcter específic de les poblacions estudiades i una variable molt important en la qualitat dels hàbitats.

L'efecte de la fructificació dels pins sobre l'èxit reproductor no solament afecta al període de reproducció subalpina, ja que en èpoques oportunistes es repeteix l'escenari. Semblantment al que succeeix a la zona subalpina amb el pi negre, l'èxit reproductor, estimat igualment com el nombre de 3J que es capturen a la població, augmenta a l'augmentar la productivitat de *Pinus nigra* tal i com es pot comprovar en la figura 82c, en la que es mostra com a altes produccions en anys oportunistes es dispara la proporció de joves totals de la població. Aquest aspecte és crucial ja que potencia el paper de la reproducció oportunista com un element demogràfic a tenir present en l'èxit reproductor global de l'espècie i situa aquest episodi com una baula important i característica del cicle de la llucareta de la població prepirinenca (veure també apartat 44). Els resultats mostren la importància clau dels pinyons en la dieta de la llucareta durant el període reproductor, tan a la zona subalpina amb el pi negre, com a la submontana amb la pinassa: a més fructificació dels pins, més productivitat de joves de llucareta. El reclutament de joves de l'any (3J) té, sens cap mena de dubte un gran impacte en l'increment de la població.

Els resultats mostren la importància clau dels pinyons en la dieta de la llucareta durant el període reproductor, tan a la zona subalpina amb el pi negre, com a la submontana amb la pinassa: a més fructificació del pins, més productivitat de joves. Això sens dubte té un gran impacte en l'increment de la població ja que, com s'ha dit, està molt relacionat amb el reclutament de joves de l'any (3J).



Un factor limitant d'abast global pot també tenir efecte en el procés oportunista. Es tracta de la NAO (Oscil·lació de l'Atlàntic Nord), un índex que mesura la diferència de pressió entre els centres d'altres pressions de les Açores i els de les baixes d'Islàndia (Gordo et al. 2011). Entre altres qüestions, afecta la mobilitat dels anticiclons atlàntics (el de les Açores) i pot empitjorar les condicions meteorològiques en anys d'anyivoria, que necessiten de molta estabilitat. Així, en episodis anomenat de NAO negativa, l'anticicló es retira de la península ibèrica i dona pas a una successió de sistemes frontals que inestabilitzen les condicions necessàries per l'oportunisme. Aleshores, les pluges són més freqüents impedit l'obertura de les pinyes o, tal vegada, provocant que es tanquin. Aquest mecanisme d'obertura de les pinyes lligat a la humitat ambiental és un handicap per la llucareta en l'episodi oportunista. Hem estat testimonis de com aquest fenomen ha malmès intents de cria i hem comprovat com les plaques incubatrius de les femelles desapareixien després de dies d'inestabilitat en les zones d'oportunisme. Això fa palès un aspecte molt important de la dinàmica oportunista, que hi ha uns paràmetres que s'han de donar simultàniament i que són factors limitants en la reproducció oportunista. Aquests factors són: l'aparellament previ a l'hivern, l'anyivoria, el període anual (prevernal), el període òptim (febrer-abril), l'estabilitat (anticicló) i el lloc adient (territori ausosegàrric). Si algun d'aquests paràmetres falla, el procés pot entrar en crisi o no s'arriba a donar, com és el cas de la NAO abans comentat. Els requisits esmentats permeten entendre la dificultat de que aquest fenomen es doni en les poblacions europees.

En un altre ordre de coses, atesa la importància de les coníferes en el cicle biològic i la distribució de la llucareta, cal considerar si el canvi climàtic pot tenir efecte sobre els boscos de pins i si podria influir en el futur de les poblacions de llucareta. Cal comentar al respecte un treball de Santiesteban et al. (2012), que estudia els *Pinus contorta* a les Muntanyes Rocalloses, i troba que la producció de pinyes pot disminuir amb l'augment de la temperatura anual, que està relacionat amb el canvi ocasionat per l'escalfament global. Així, els cons s'obren prematurament a causa de condicions cada vegada més caloroses a l'estiu, bo i alliberant-se massa aviat els pinyons fent que disminueixi la disponibilitat de llavors a posteriori, cosa que té conseqüències greus sobre la supervivència dels trencapinyes d'aquestes pinedes de les quals depenen molt estretament. Les espècies del gènere *Loxia* són especialistes en les llavors de pins, tal com ho és la llucareta, però molt més especialitzades.

Els efectes del canvi climàtic poden ser molts i diferents tal i com es comentarà en els capítols 9 i 10, però vull destacar aquí l'efecte de l'escalfament global en la supervivència de les pinasses. Autors com Hódar et al (2003) assenyalen que l'augment de temperatures afavoreixen els paràsits defoliadors com l'eruga processionària (*Thaumetopoea pityocampa*) cosa que repercutiria en el creixement i els paràmetres reproductors dels boscos. La pinassa especialment estaria molt afectada per l'efecte defoliador de les erugues que conjuntament amb l'estrès hídric que és molt perjudicial, ocasionaria una reducció molt notable de la seva productivitat, cosa que afectaria notablement la disponibilitat de pinyons per a la llucareta tant a l'hivern com en el període de reproducció oportunista.



8.3 RECURSOS TRÒFICS

8.3.1 A L'ESTIU

Com ja s'ha comentat en els capítols 3 i 5, la llucareta consumeix pinyons de pi negre i plantes herbacis especialment a l'estiu. La fructificació del pi no és tan oscil·lant com la pinassa i no està sotmesa a cicles d'anyivoria, per la qual cosa és un recurs predictable. No obstant i això, ates que la precipitació és el principal determinant de la productivitat primària a la regió mediterrània (Mooney & Kummerow 1981), la humitat pot afectar la

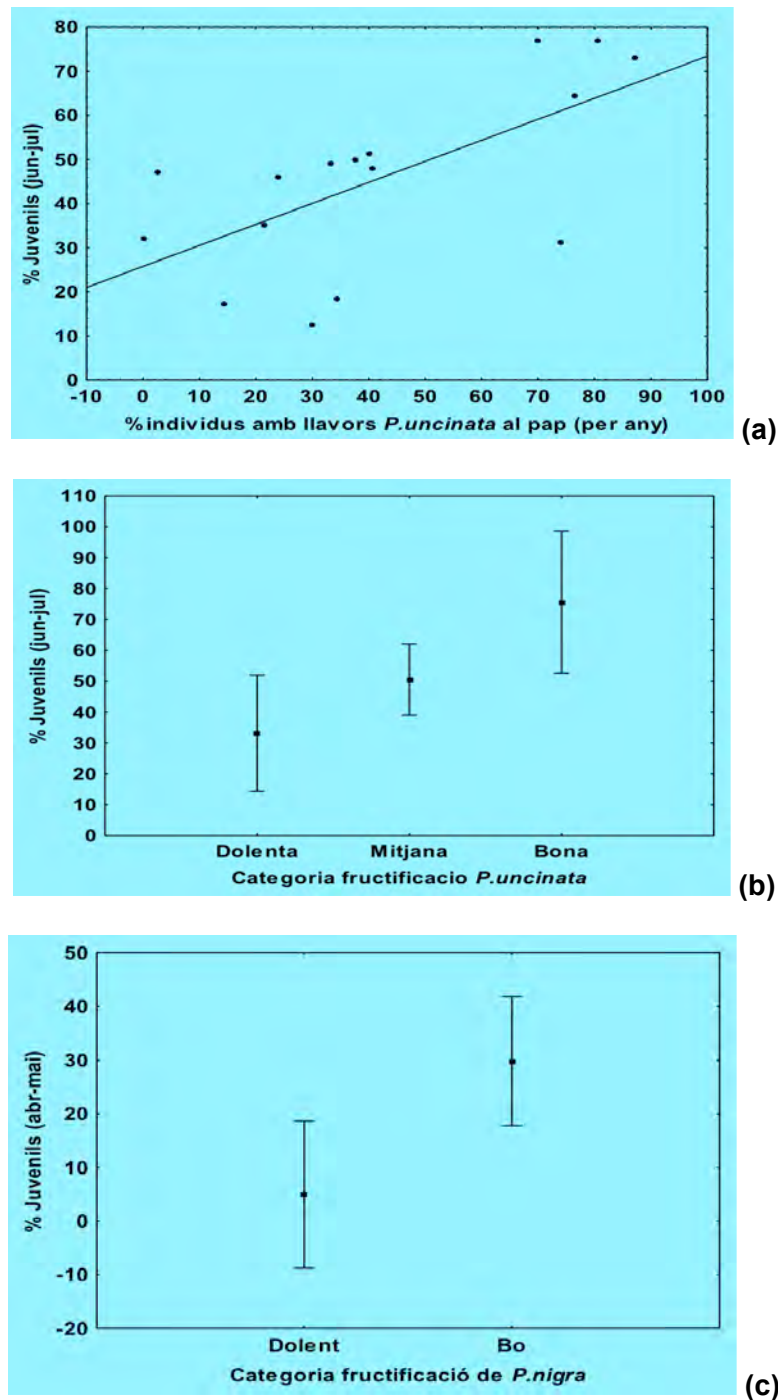


Figura 8.2. Gràfiques que il·lustren la relació de l'èxit reproductiu de la llucareta amb les coníferes (*Pinus uncinata* i *Pinus nigra*). Originals de l'autor.



productivitat ambiental de les formacions boscoses (Welsh 1996, Van Wilgenburg et al 2001). En aquest sentit en els hàbitats situats en la cara S, com p.e. Bòfia, cal esperar una productivitat menor dels pins, cosa que és consistent amb la baixa qualitat d'aquest hàbitat comparat amb la Vansa.

Entre els recursos herbàcies, els prats són vitals per a la llucareta, que no tolera els prats d'herbes altes i prefereix pasturar en pastures rases. L'origen d'aquestes pastures subalpines ha estat conseqüència d'una intensa activitat silvopastoral, com ja s'ha comentat en el cap. 3. El manteniment dels rasos també depèn de la prevalença de la ramaderia d'estiu. Per tant, l'activitat antròpica, té una altre cop rellevància. Alhora, la ramaderia és fonamental per mantenir algunes de les formacions sinantròpiques (nitròfiles), especialment per ser el factor que aporta els compostos nitrogenats que les mantenen.

8.3.2 A L'HIVERN

Com ja s'ha assenyalat en els capítols anteriors, les llucaretes mostren un espectre tròfic més diversificat en l'etapa hivernal, i tot i ser molt versàtils en la tria dels recursos herbàcis, també poden aparèixer factors limitants. Els factors limitants en la primera etapa atenyen a les comunitats sinantròpiques. En primer terme, cal considerar la predictibilitat dels recursos. Tot i que moltes de les plantes d'aquestes comunitats són anuals (bleterars), algunes d'elles tenen cicles bianuals (cardassars), per la qual cosa això pot influir en la quantitat natural de recursos disponibles en un any donat. Sortosament, algunes comunitats són de fructificació més regular (olivarda), i poden compensar les fluctuacions. Altrament, i com a factor més rellevant, és l'acció de l'home la que pot limitar els recursos herbàcis o fins i tot eliminar-los. Les pràctiques agrícoles que llauren els rostolls de forma que no permeten que aparegui la vegetació segetal i arvense, conjuntament amb la pràctica de no deixar guarets i d'eliminar les "males herbes" dels marges dels camps i dels camins, constitueixen els factors més negatius pels estols de llucaretes hivernants (§A1).

A la segona part de l'hivern, quan les granes i fruits de les comunitats sinantròpiques estan exhaurits, són els pins submontans els que aporten els recursos tròfics per a la supervivència. Aquest recurs no és predictable degut als cicles de producció als que estan sotmeses les coníferes (Ceballos and Ruiz de la Torre 1971; Ruiz de la Torre 2006). Els factors limitants són en la pinassa l'anyivoria (que està relacionada amb les condicions meteorològiques dels anys anteriors). El pi roig, com ja s'ha indicat, té una fructificació més regular. Un recurs secundari però que permet apaivagar la manca de pinyons sempre són les comunitats subarbustives de les brolles i prats emmatats que encara mantenen granes (*Satureja*, *Santolina*) en aquesta etapa (§A1).







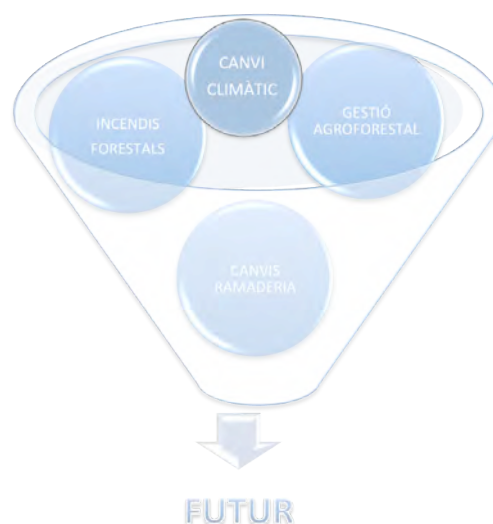
CAPÍTOL 9



Pineda de pinassa a l'hivern. Ribera salada (Solsonès). Foto A.Borràs



INTERACCIÓ ANTRÒPICA I CONSERVACIÓ



- ✚ *La idea de què la humanitat té una responsabilitat davant el conjunt de la naturalesa és un concepte ètic que sembla haver sorgit sorprenentment massa tard.*
ERNST MAYR
- ✚ *Una zebra no necessita córrer més que una lleona, sinó més que les altres zebres*
JORGE WAGENSBERG
- ✚ *Si estires alguna cosa en la naturalesa, veus que està lligat a tot el demés*
JOHN MUIR



9 INTERACCIÓ ANTRÒPICA I CONSERVACIÓ

Fins que Darwin va publicar la seva teoria de l'evolució, el paradigma amb què es regia la humanitat era el judeocristià del Gènesis-28 *“Sigueu fecunds i multipliqueu-vos, ompliu la terra i domineu-la; sotmeteu els peixos del mar, els ocells del cel i totes les bestioles que s'arrossegueu per terra”*. Tot i que amb el temps, veus autoritzades ho van intentar, no van aconseguir trencar el paradigma. Va ser Aldo Leopold qui va defensar la necessitat d'un canvi ètic en el camp de la gestió: *“Fa un segle que Darwin ens va donar la primera Informació sobre l'origen de la espècie. Sabem ara alguna cosa desconegut pels moltes generacions del passat: que els homes som companys d'altres criatures en l'odissea de l'evolució”*. D'aquesta manera la gestió de les espècies va deixar de ser un recurs interessant per nosaltres simplement pels beneficis que ens aportava. Actualment és la *Biologia de la conservació* la que, bo i integrant i fusionant diferents aproximacions. Així s'apleguen en aquesta disciplina els naturalistes i dels gestors en la lluita contra la desaparició de les espècies per una banda, amb els ecòlegs i els investigadors per l'altra. Fa 30 anys que la Biologia de la Conservació relaciona els canvis ambientals generats per l'home amb la dificultat de les espècies per afrontar-los mitjançant els mecanismes evolutius.

9.1 LA LLUCARETA I L'HOME, UNA RELACIÓ D'OPORTUNISME

La llucareta és un d'aquells exemples que a un li agrada tenir a mà quan pretén explicar les interaccions entre home i medi, o això és el que pensa l'autor i que intentarà explicar en aquest apartat, tot cercant relacions de causa-efecte entre la interacció antròpica i la capacitat d'adaptació (i l'oportunisme) de la llucareta. Efectivament, en aquesta interacció que afectarà la dinàmica dels boscos i de les pastures hi juguen dos elements, l'home (actor), generador dels canvis produïts, i la llucareta reaccionant-t'hi (efector). Per part de l'home, les polítiques de gestió i aprofitament de boscos i pastures al llarg del temps, han conduït a un canvi en els ecosistemes (canvi d'usos del sòl). Per part de la llucareta, destacar el seu caràcter oportunista, el qual l'ha portat a aprofitar al màxim els canvis que l'afavorien, però també, rebent les conseqüències negatives d'aquests impactes antropogènics en el medi. Com veurem hi ha, doncs, una relació estreta entre aquestes dinàmiques socials i humanes i la dinàmica poblacional de la llucareta.

Probablement, com ha quedat palès en l'apartat, la població de la tesi és la que té més importància, ambientalment parlant, entre les poblacions pirinenques (i de la resta del territori ibèric) atès el grau de protecció que tenen les comunitats vegetals que configuren els seus hàbitats. Això tipifica la població i li confereix un valor afegit com actiu de biodiversitat i, alhora, permet diferencia-la de la resta de poblacions de la península. Aquestes qüestions haurien de fer reflexionar sobre la conveniència de canviar el grau de protecció de l'espècie en la legislació vigent.

9.1.1 DINÀMICA FORESTAL

Els boscos són sistemes naturals dinàmics que canvien com a conseqüència de processos naturals i de la seva interacció amb l'home, són, per tant, un reflex dels canvis



socioeconòmics d'una regió. Afortunadament, la relació de l'avifauna boscana amb la petjada de l'home en els entorns forestals comença avui dia a interessar els estudiosos (Gil-Tena et al. 2009; Gil-Tena et al. 2010; Gil-Tena et al. 2008).

9.1.1.1 DESFORESTACIÓ

L'acció antròpica actua des de temps històrics. Els primers pobladors de la prehistòria, actuant a les solanes de moltes muntanyes han deixat seqüeles (matollars i arbres aïllats) que encara es noten en el paisatge forestal català (Casals et al. 2005). Autors com Parés & Guisan (1981) consideren com factors clau de la desforestació a Catalunya, entre altres, la ramaderia, el desenvolupament de l'agricultura extensiva, la construcció naval, els usos tradicionals de la fusta, el carboneig i la revolució industrial. La desforestació i la consegüent degradació produïda pel pasturatge ha tingut conseqüències des de molt enrere, deixant vessants molt malmesos o erosionats al nord de la regió estudiada (Montserrat and Soriano 1997). A l'alta muntanya els incendis reiterats es feien per aconseguir pastures d'estiu, que com a conseqüència van aclarir molt els boscos subalpins, alhora que expandien els rasos d'herba curta pel bestiar (veure ap. 3113, 31231). Altres accions humanes de tals i desforestacions de zones montanes i submontanes van ocórrer al país, de forma molt intensa i indiscriminada, des del segle XVIII al XIX, ja fos artigant per obtenir pastures, cercant fusta (alzinars i rouredes) per a la ferreria -la farga catalana- o per a la Marina (avets i roures). Els grans troncs eren transportats pel Segre cap Tortosa pel raiers (Montserrat & Soriano 1997). Més recentment, en el s. XX, l'aprofitament de les masses forestals es va veure afavorit per les infraestructures, com camins i pistes, que van posar a l'abast de la maquinària zones dels forests que durant segles no havien estat explotades. Recentment,

Tabla 41. Principales especies utilizadas en las repoblaciones forestales, 1940-1970

	Barcelona	Girona	Lleida	Tarragona	Cataluña
<i>Pinus sylvestris</i>	811	425	11.219	934	13.389
<i>Pinus uncinata</i>	179	371	3.969		4.519
<i>Pinus pinea</i>		103			103
<i>Pinus halepensis</i>	194	3.048	5.186	6.797	15.225
<i>P. laricio</i>	359	111	12.546	1.920	14.936
<i>Pinus pinaster</i>	3	860	775	1.260	2.898
<i>Pinus radiata</i>		15			15
Otras coníferas	40	84	58	304	486
Chopos	34	22	612	25	693
Otras frondosas		30			30
	1.620	5.069	34.365	11.240	52.294

Fuente: Elaboración propia a partir de Abelló de la Torre, 1988.

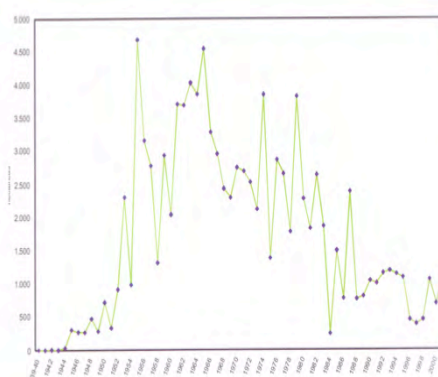


Figura 9.2. Taula i gràfica que mostren el procés de repoblació a Catalunya entre els anys 1940 i 1970. De Casals 2005.

Herrera (2015), estima que es perd una mitjana anual de 130.000 Km² de bosc amb finalitats ramaderes i agrícoles entre 200 i 2005. Actualment, tot i que sembla que darrerament s'ha atenuat, s'estima que la pèrdua mundial del bosc és de 50.000 km²/any (Rosell 2010).

9.1.1.2 REFORESTACIÓ

El que hem anomenat dinàmica temporal dels ecosistemes, ha conduït a canvis que comporten dinàmiques inesperades. Així, mentre en la resta del planeta els boscos estan en regressió a nivells alarmants: 130.000 km² entre 2000 i 2005, amb finalitats ramaderes) (Herrera 2015). En alguns sectors com a Catalunya la tendència està invertida ja que en els



darrers trenta anys, el bosc s'ha estat expandint. A la província de Lleida, entre 1945 i 1999 es va estendre 45.000 ha, especialment a favor de *P.nigra* i *P.sylvestris*, que en part han (Roig et al. 2001) ocupat els espais deixats per *Abies alba*, la única conífera que ha retrocedit en superfície (Roig, Alcázar, and Martínez 2001). El *Pinus uncinata* ha disminuït lleugerament a favors dels prats subalpins. Aquests canvis a favor de la massa forestal, no han estat pas per obra d'accions efectuades des del món de la conservació, com es podria pensar, sinó com a conseqüència de dinàmiques socials i econòmiques, raons que en el seu moment van també causar la desforestació, però que aquest cas han actuat en sentit invers (Rosell 2010) (Rosell 2010). La causes de l'expansió de la forestia són les repoblacions del segle XX i les causades pels canvis en les dinàmiques socials.

Pel que fa al primer aspecte, al segle XX es van donar períodes de repoblació forestal importants del territori. L'episodi més gran de repoblació de la "postguerra" (*Plan general para la repoblación forestal de España*) ocupà des de 1940 fins 1970 (Casals, Pardo, Xalabarder, Postigo, and Gil 2005). Les espècies més emprades, per aquest ordre, van ser *P.halepensis*, *P.nigra* i *P.sylvestris*. Les pinasses van representar 14.963 ha de les 52.294 ha totals amb què es van repoblar a Catalunya (el 30%), de les quals un 84% es van plantar a la província de Lleida (Casals et al. 2005). Vegeu les dades a la fig.3. L'augment de la superfície de pinasses a la zona de Castelltallat, a principis del s. XX, està relacionat amb el desenvolupament del ferrocarril Manresa-Lleida. Es van estesar les extenses rouredes de la serra (per obtenir travesses per a les vies), cosa que va afavorir que es plantessin pinasses per obtenir pals per a la xarxa elèctrica que acompanyava la línia fèrria. En conseqüència, el boscos de pinassa van augmentar considerablement la seva superfície a la zona submediterrània de la regió. Després de la política de reforestació del 1940-70, la recolonització de moltes àrees per la pinassa va ser espontània.

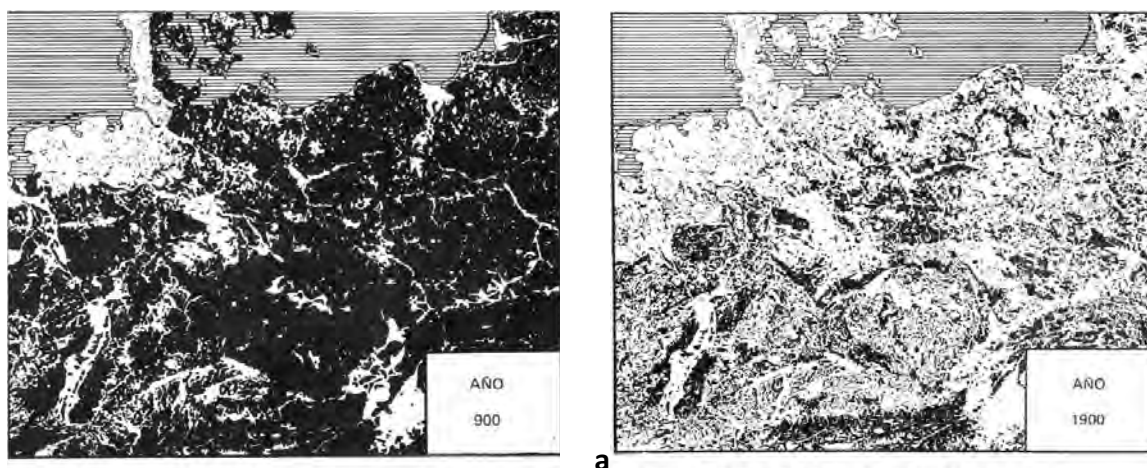


Fig. 9.3. Fragmentació dels boscos a centroeuropa entre l'any 900 (dreta) i 1900 (esquerra) De Dorst (1972)

Pel que fa a la resta de la península, en l'apartat 713 es comenta com les superfícies repoblades amb coníferes van suposar un espai de colonització potencial per la llucareta. És evident que amb el pas del temps molts d'aquests espais reforestats, quan les pinedes van estar desenvolupades, van estar ocupades seguint la dinàmica de colonització pròpia de les metapoblacions de llucareta, cosa que ha contribuït a l'expansió de l'espècie cap el SW que



s'ha comentat en anteriors capítols.

La segona causa, la lligada a les dinàmiques socials, correspon a l'etapa del despoblament de l'àmbit rural en els darrers quaranta anys. Va comportar un canvi d'usos dels sòl i de les pràctiques productives tradicionals amb la consegüent pèrdua de la ramaderia de pasturatge i conreus. Al s. XIX, molts boscos les zones muntanes i submuntanes de la regió eren conreus de vinya acompanyats d'un mosaic agroforestal d'alzines i roures. La plaga de la fil·loxera destruï les vinyes, cosa que va possibilitar la reforestació dels conreus. En aquell temps i durant bona part del s XX els alzinars i les rouredes s'aprofitaven per obtenir carbó (carboneig). L'abandonament del carboneig a la segona meitat del s. XX, a conseqüència de la introducció dels combustibles fòssils, coincidí amb l'abandonament dels conreus marginals a moltes zones de la regió, ja que la mecanització de les tasques agrícoles els feia poc rendibles. Les conseqüències van ser l'expansió dels boscos de coníferes, especialment dels de pi blanc i pinassa. En els darrers trenta anys, a les zones de muntanya del nord al Berguedà i Solsonès, hi ha hagut una expansió significativa dels boscos de pi roig i pi negre als Pirineus Orientals estant molt relacionades amb l'abandonament de les terres de cultiu. Aquest procés no s'ha produït d'una manera homogènia, i ha estat més fort en els vessants baixos orientats al nord, tot i que també hi ha una influència significativa d'alguns dels indicadors socioeconòmics (Améztegui et al. 2010). El bosc de coníferes (*P.sylvestris* i *P.uncinata*) ha progressat també quan la intensitat del pasturatge s'ha fet menys intensa o ha cessat, envaint moltes pastures i prats de muntanya. Estudis fets al Parc Natural de Sant Maurici (Carrillo et al. 2010), han constatat la reforestació per *Pinus uncinata*, tot i que lenta però significativa, dels prats de l'estatge subalpí. Un altre efecte detectat als Pirineus axials ha estat que la tendència dels boscos de pi negre és a densificar-se (Puente et al. 2011). Améztegui & Brotons (2010), assenyalen que els canvis en els usos del sòl tenen una major influència en l'expansió dels boscos subalpins que el canvi climàtic.



Figura 9.4. Fotos de la zona del Cim d'Estela a la zona de Rasos de Peguera preses entre 1976 (esquerra) i aproximadament 2004, on s'aprecia el procés de reforestació especialment del *Pinus sylvestris*. Observar especialment la part inferior esquerra i la superior dreta. Fotos R. Els Roures, Castellar del Riu.

El mateix va passar amb molts conreus de zones de muntanya que van ser abandonats (veure fig. 93). Des de començaments del s. XX, al massís d'Alinyà i Port del Comte, es van anar abandonant els tradicionals conreus de patates d'altura que arribaven fins a 2000 m (Pla de Bacies), considerats els conreus més alts de Catalunya (ap. 31231). Segur que aquests espais devien ser una bona font de plantes segetals i ruderals per a la Ilucareta a l'estiu. Hi ha altres hàbitats no forestals d'interès especialment a l'hivern per a la Ilucareta



que també mostren importants regressions a causa de la reforestació. Un dels que pateixen aquesta tendència regressiva són els prats basòfils i xeròfils de l'estatge montà dels Pirineus (ap. 3224). L'abandonament del pasturatge provoca la ràpida recolonització del bosc. Totes aquestes pastures seques s'han originat i/o mantingut per la tradicional activitat del pasturatge d'ovelles. En aquest cas, la causa també té arrel econòmica i social: la reducció de les pràctiques de pastura d'ovins que, a banda de ser una activitat productiva, era clau per conservar els espais oberts que allotgen riques comunitats vegetals i mantenen una bona biodiversitat faunística. En el nostre cas aquestes comunitats alimenten a la llucareta principalment a la segona meitat de l'hivern (BLL2).

Cal reflexionar en el que va dir fa més de 50 anys Edward Salisbury, un botànic australià: “*Si els paisatges oberts són antropogènics, aleshores, on vivien totes les espècies d'aquest espai oberts abans de l'arribada de l'home?* La resposta no és fàcil, però el que si podem dir és que la llucareta ho va resoldre amb la seva plasticitat.

9.1.2 CANVI CLIMÀTIC

Amb el canvi de segle, molts treballs han posat sobre la taula la problemàtica de l'escalfament global o canvi climàtic i com aquesta afecta multitud d'aspectes del medi ambient (Hughes 2000; McCarty 2001). El canvi climàtic també té efectes sobre les masses forestals. Així, zones andines de l'Equador (Chimborazo) es va constatar que, en un interval de 210 anys, la vegetació s'ha desplaçat 500 m cap amunt de mitjana (Morueta-Holme et al. 2015). A Catalunya també és conegut que el límit superior del bosc es veu influït per l'escalfament global, com es demostra en treballs fets al Montseny (Julio Camarero and Gutiérrez 2007; Peñuelas and Boada 2003; Peñuelas et al. 2007). Aquest, doncs, per bé que no ha estat encara molt estudiat, és un element més que pot fer estendre el bosc en altura i modificar la complexa frontera del *timberline*. També s'ha parlat de com pot influir l'escalfament global en la disminució de la innivació a l'alta muntanya, cosa que repercutiria en el manteniment de les àrees d'esquí actuals. Més endavant es comentarà (ap. 913) com el canvi climàtic pot jugar un important paper en les masses boscoses submontanes. Per una banda, poden ser responsables d'augmentar la intensitat i la freqüència dels incendis forestals, i molt especialment facilitar les condicions dels GIF (*grans incendis forestals*) tot posant en perill les masses de pinassa (Gil-Tena et al. 2013). En la fig. 95 es transcriuen les gràfiques de l'article de Gil-Tena et al. (2013). amb el model MEDFIRE dissenyat per analitzar a curt i mitjà termini la interacció entre el paisatge i el règim d'incendis per a les masses de *P. nigra* a Catalunya. Es contempen tres escenaris un de referència i dos d'augment de temperatura. Com es pot comprovar les perspectives són molt poc esperançadores per a la pinassa. A més a més, s'hauria d'afegir l'estrès hídric que pot causar el canvi climàtic en el mantell vegetal, al qual és molt sensible la pinassa, cosa que, a banda de dificultar la productivitat de pinyes i la viabilitat de les seves poblacions i les de la llucareta, dificultaria la regeneració dels boscos afectats pels incendis (Ordóñez 2004; Ordóñez and Retana 2004; Retana et al. 2002). Altrament, existeixen diferents indicis (Santisteban et al. 2012) que semblen apuntar que les perturbacions tèrmiques ocasionades pel canvi climàtic poden afectar la productivitat dels boscos de coníferes i la maduració dels seus cons, cosa que pot repercutir negativament es les poblacions de llucareta de la regió i també a la resta de poblacions ibèriques, ja que totes depenen dels pinyons en el període reproductor.



A banda de tot el que s'ha comentat, alguns treballs han fet una predicció a llarg termini de com quedarien afectades les espècies europees pel canvi climàtic (Huntley et al. 2006; Huntley et al. 2007) Els models estableixen quedaria modificada la seva distribució (Huntley, Collingham, Rhys E.G., Hilton, Rhabek, and Willis 2006) . Aquests models preveuen un fort declivi de les poblacions franceses i alpines, i també de les pirinenques durant el S. XXI, arribant pràcticament a l'extinció a finals de segle. Els models no són del tot fiables i poden tenir deficiències, per tant, s'han de prendre aquestes prediccions amb molta precaució. Tanmateix són un toc d'atenció i una alerta per prendre precaucions respecte l'escalfament global.

9.1.3 POLÍTIQUES AGRÀRIES

A banda de brolles, ermots i comunitats ruderals (cap. 32), a l'hivern, els deixius, rostolls i guarets, propis de l'agricultura extensiva, com ja s'ha indicat (ap. 54), són elements importants en la biologia de la llucareta. La persistència en el període hivernal d'aquests ambients ocasionals en la matriu agroambiental o agroforestal, conjuntament, amb els ecotons i la resta de comunitats sinantròpiques, són d'importància cabdal per hostatjar i agranar els estols hivernants de llucareta. La intensificació de l'agricultura en les últimes dècades ha produït notables canvis en els usos tradicionals del sòl i en els agrosistemes del país, que ha vist com es reduïen els guarets tradicionals i la rotació de cultius, molt especialment quan es passava de cultius de secà als de regadiu.

A banda, molts rostolls són actualment llaurats molt ràpidament privant a les llucaretes de moltes de les plantes segetals i arvenses de les que s'alimentaven a l'hivern. Després dels grans incendis del 1994 i 1998, el temor a la propagació del foc pels rostolls, va fer que aquests es llauressin després de segar-los de forma que grans extensions van quedar lliures de plantes sinantròpiques durant la tardor i hivern. La PAC (*Política Agraria Comuna*, de la UE) es considera l'eina adequada per i posar remei als excessos associats a la intensificació de l'agricultura i frenar la pèrdua de biodiversitat, tot i el recels i les controvèrsies que provoca en molts experts algunes de les seves mesures agroambientals (Concepción and Díaz 2013; Morales et al. 2013).

9.1.4 INCENDIS FORESTALS

En la dècada dels 50-60 del s. XX, l'èxode del món rural va comportar l'abandonament dels cultius i l'èxode del món rural, cosa que va repercutir en la gestió tradicional del bosc, especialment en les àrees pirinenques i prepirinenques (Casals, Pardo, Xalabarder, Postigo, and Gil 2005). Això va ocasionar un canvi en la regulació dels usos i recursos del bosc, cosa que els va fer perdre valor. Molts dels productes forestals usats fins llavors (llenya i carbó) van ser substituïts, cosa que va fer que hi hagués menys intervenció humana en la cura i la gestió dels forests. Els anys de repoblació forestal abans esmentat, van trencar la fragmentació històrica que tenia el bosc a Catalunya per tendir a homogeneïtzar-lo. Els boscos fins a la dècada dels 70-80 van anar acumulant, doncs, molta biomassa cosa que va afavorir la continuïtat del combustible al bosc. Aquests es va anar transformant en un bosc amb alta densitat d'arbres i amb continuïtat vertical, cosa que facilitava la propagació del foc. Això va propiciar l'augment de la freqüència dels incendis, el període de retorn entre focs, i la intensitat del règim de foc, cosa que va abonar l'aparició dels focs de capçada. Efectivament, en les darreres dècades dels s. XX, el percentatge de superfície afectada pels



incendis en zones submediterrànies, aparentment menys proclius als incendis que les mediterrànies, va augmentar del 26 % als anys setanta fins el 36 % en la dècada dels noranta (Terrades et al. 2004). Aquest fenomen va tenir conseqüències greus, ja que va afectar especialment la pinassa, un pi que no rebrota i que no té mecanismes de regeneració aptes per fer front a les grans perturbacions (Espelta et al. 2002; Lucas-Borja et al. 2010; Ordóñez 2004).

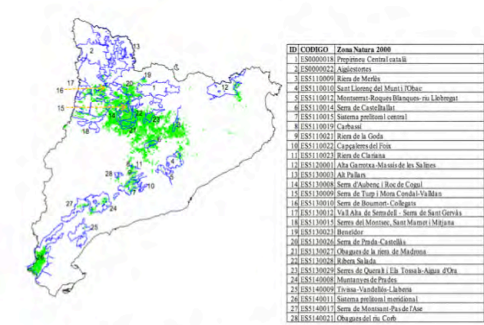


Figura 1. Distribución de la superficie del pino laricina (en verde) en el año 2000 a partir de la cual se lleva a cabo la modelización de la distribución de la especie mediante el modelo MEDFIRE. En color azul se delimitan las zonas de la Red Natura 2000 en las cuales se incluyen los Pinares (sub)mediterráneos de pinos negros endémicos (hábitat CORINE 9530). ID: identificador de la zona Natura 2000 en el mapa.

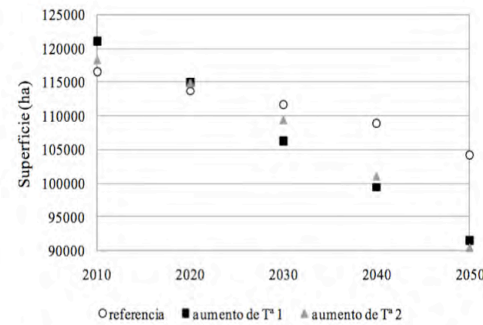


Figura 2. Variación temporal promedio de la superficie de pino laricina en Cataluña según las predicciones del modelo MEDFIRE para los tres escenarios de cambio climático

Figura 9.5. Esquemes de l'article de Gil-Tena (2013) on es modelitza la connectivitat de *Pinus nigra*. A la dreta la distribució actual i els espais on es troba dins de la Red Natura 2000. A la dreta el model MEDFIRE amb els resultats per tres escenaris diferents de canvi climàtic (un de referència i dos d'augment de temperatura).

Per altra banda, el canvi climàtic agreuja el problema dels incendis forestals ja que condueix a un augment de períodes amb altes temperatures i amb d'humitat relativa més baixa (Carnicer et al. 2014; Flannigan et al. 2009; Lloret 2004). A més, cal considerar altres variables com la hiperfreqüentació del bosc amb finalitats d'oci, les infraestructures viàries que faciliten l'accés al bosc i la urbanització descontrolada. Tots aquests aspectes multifactorials, propicien l'aparició dels focs d'alta intensitat, els anomenats focs de tercera i quarta generació o GIF (*grans incendis forestals*) (Flannigan, Krawchuk, de Groot, Wotton, and Gowman 2009; Lloret 2004; Rifà and Castellnou 2007). Els grans incendis a Catalunya en el període 1975-2001 són els responsables de més del 40 % de la superfície forestal cremada encara que representen solament són 2 % del total de focs produïts (Terrades et al. 2004). Bons exemples d'aquesta situació van ser els grans incendis forestals de l'any 1994 al Nord del Bages i Baix Berguedà (12.507 ha) i el de 1998 al Solsonès (7.418 ha), que van destruir en conjunt més del 30 % de l'àrea total ocupada per la pinassa a Catalunya (Terrades et al. 2004). Tal com han constatat diferents estudis, la regeneració d'aquesta espècie després dels incendis ha estat pràcticament nul·la, cosa que ha produït un important canvi en la composició dels boscos i del paisatge forestal de la zona submontana de la regió (Espelta et al. 2002). La pinassa, de gran importància en el cicle vital de la llucareta, presenta molts problemes de regeneració postincendi atès que no produeix pinyes seròtines, dispersa les llavors a finals d'hiverns i els pinyons tenen molta depredació (Ordóñez 2004; Ordóñez and Retana 2004; Retana, Espelta, Habrouk, Ordóñez, and de Solà-Morales 2002). El risc dels incendis forestals per a les poblacions de llucareta ja va ser alertat per Pedrocchi (1997), destacat especialment per a les poblacions més meridionals i oromediterrànies, que segons les seves paraules "*pueden sufrir drásticas reducciones*". Però cal advertir que a la nostra regió d'estudi la llucareta està igualment amenaçada pels incendis forestals.



Estudis sobre el futur de l'espècie a mitjà termini basats en el model MEDFIRE, auguren uns escenaris molt pessimistes, fins i tot per les masses de pinassa situades dins de la Xarxa Natura 2000 (Gil-Tena, De Cáceres, Aquillué, Regos, Villero, Saura, and Brotons 2013). En aquesta línia apuntes altres treballs (Araújo et al. 2011). Dues gràfiques interessants i il·lustratives del que s'ha dit es troben en la figura 95.

9.1.5 LA INTERACCIÓ HOME-LLUCARETA

9.1.4.1 ASPECTES POSITIUS: OPORTUNISME EN ACCIÓ

Des de que fa uns 7000 anys l'home va introduir l'agricultura, es van anar degradant les masses boscoses originals. Segons Fagan, B. (2008), en els 500 d. de C., un 80% de la superfície d'Europa occidental i central estava encara coberta de boscos (fig. 93). En arribar a l'any 1200, al voltant de la meitat d'aquesta superfície romania intacte. La major part de la tal d'aquesta àrea es va tallar en el Període Càlid Medieval (MWP) de l'any 900 al 1200 (Fagan 2008). Entre els segles XII i mitjans del XIV la desforestació a Europa va ser molt intensa. A mesura que l'home artigava, talava, i estassava els boscos, el medi es tornava més favorable a la llucareta. Aquestes pràctiques silvopastorals l'afavorien clarament per dues raons: una perquè augmentava la superfície de marge o vora del bosc que constituïa la zona de confort de nidificació de l'espècie, i l'altra, per l'augment consegüent de la superfície de prats i clarianes. Aquest darrer fet no hagués estat suficient si aquests prats no haguessin sigut objecte del pasturatge del bestiar oví, boví o equí, els qual el transformaven i el mantenien com a pastures rases, cosa que la beneficiaven al ser la llucareta una espècie a la que no li és grat penjar-se acrobàticament de les herbes i en canvi abelleix peonar per pedres i prats bo i cercant llavors. En els darrers decennis es va començar a prendre consciència de l'important paper dels boscos i de la necessitat del seu manteniment, i comença a ser reconegut per estaments oficials com el *European Environment Agency* (Condé and Richard 2008). El mateix organisme alerta sobre la vulnerabilitat de les zones alpines i subalpines, advertint que es caracteritzen per una baixa productivitat, taxa de resposta lenta i aïllament geogràfic. Darrerament, l'impacte humà causat pel canvi dels usos del sòl, el turisme, el transport i la hiperfreqüentació, són les causes de la fragmentació dels biòtops que afecten negativament moltes espècies i a la biodiversitat en conjunt d'aquest ecosistemes muntanyosos. La llucareta, no obstant, sembla haver-s'hi adaptat molt millor que altres espècies d'aquest entorn. Direm que la llucareta es mostrava *oportunist*a per tal com aprofitava les circumstàncies que li brindaven l'espai i els recursos generats (Borràs et al, 2004). Com ja s'ha comentat en apartats anteriors l'aparició de la ramaderia que pasturava per aquests prats afaiçonats pels pastors, va tenir ocasió d'aparició de nous ambients abans no existents, o que eren escassos. Aquests espais nitròfils eren els sestadors, les pletes, les jaces i els amorriadors, on ràpidament s'instal·laven les plantes nitròfiles de les comunitats sinantròpiques on llucareta podia farratjar (BLL6, ap.31233). S'ha discutit el paper que poden tenir aquestes comunitats com a fixadors de les petites colònies de cria, ates el rol que representen com font de recursos fàcils i predictibles. Prop d'aquests espais es trobaven sovint (tot i que força repartits en l'espai) les *pedres saleres* pel bestiar, les quals constitueixen també importants punts de reclam on s'apleguen ocells de tot l'entorn per compartir amb vaques i cavalls els escassos i rars minerals (Na, K, Ca) dels ambients alpins, que l'aigua i les pluges es cuiden de dissoldre i endur-se muntana avall i, que afortunadament pels herbívors, els pastors retornen en forma de sals minerals. Ramats de bestiar i llucaretes (amb altres ocells granívors de l'hàbitat com picapinyes i passerells) comparteixen ambdós el fet de ser fitòfags d'ambients molt rentats per les precipitacions,



cosa que els genera un dèficit de ions en l'alimentació que han de cercar on sigui (parets d'edificacions, refugis, afloraments rocosos, etc.). Les instal·lacions viàries i les pistes també tenen un paper generador de comunitats nitròfiles, calcigades, viàries i ruderals (cap. 3), punts importants també on trobar aliment assequible. Com es pot comprovar s'estableix una estreta relació de les llucaretes i el bestiar amb l'estructura de l'hàbitat. Això segur que va permetre ampliar l'antic areal de l'espècie, atesa la durada i la intensitat del procés silvopastoral.

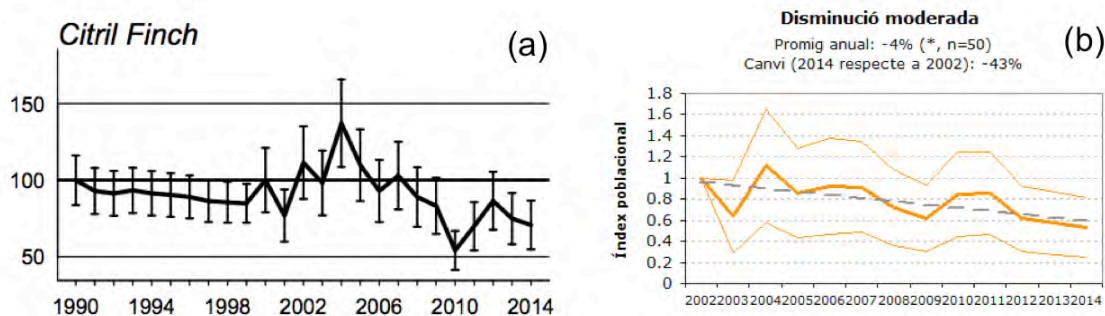


Figura 9.6. (a) Evolució de la població de llucareta segons el Swiss Bird Index de Vogelwarte entre els anys 1990 i 2014. Gràfica del SIOC, on s'aprecia una disminució moderada dels 2002 al 2014 (<http://www.sioc.cat>).

Les interaccions antròpiques que en el segle XX van afavorir a la llucareta, es tractaran en el capítol 10. Es discutirà especialment el paper que han tingut factors com: la pluja àcida a Europa, la proliferació de les pistes d'esquí i dels esports d'hivern a tot el continent i el paper que ha jugat la important reforestació de la postguerra a la península ibèrica.

9.1.4.2 ASPECTES NEGATIUS: FRENADA A L'OPORTUNISME?

El panorama per a la llucareta ha anat canviant en el decurs dels darrers anys, atesos canvis socioeconòmics que comporten canvis en els usos del sòl, cosa que ha alterat moltes pràctiques tradicionals agropecuàries i silvopastorals amb resultats no massa beneficiosos per la llucareta. Es fa evident una tendència regressiva tant en les poblacions suïsses com en les catalanes (fig. 96), que no són res més que la continuació del procés que ja va estat apuntat a la Selva Negra a principis del s. XXI (Förschler 2007; Förschler 2006; Förschler and Dorka 2010). Les informacions de SIOC (<http://www.sioc.cat>) per a Catalunya posen en alerta: disminució del 4% anual i el que és més greu: 43% de disminució dels seus efectius entre el 2002 i el 2014. Les dades són realment preocupants. A més, s'ha afegit un canvi progressiu que s'ha anat incrementant amb el pas dels temps, el canvi climàtic. Tot i l'oportunisme demostrat, es comença a veure un límit en la seva plasticitat ecològica. Destacarem el trets més rellevants, els quals seran discutits en el següent capítol:

- El tractament agressiu de les pistes d'esquí que disminueix la vegetació de les pistes (Laiolo and Rolando 2005; Rolando et al. 2007)
- Els canvis en les pràctiques silvopastorals en zones d'alta muntanya que tendeixen a disminuir l'activitat ramadera i la reducció col·lateral dels prats subalpins que comporta al recuperar-se la superfície forestal (§A1, Förschler 2006)



- Els incendis forestals, especialment en les zones submontanes de pinassa i pi roig, ateses les dificultats de regeneració de la pinassa i els perills que suposa el canvi climàtic (§A1, Förschler 2006, Borràs et al. 2011, Borràs et al. 2013).
- La reducció dels espais amb vegetació ruderal en les contrades d'hivernada: guarets, deixius, rostolls i l'eliminació de la vegetació sinantròpica en marges de conreus i de camins usant plaguicides (§A1, Borràs et al 2005, Borràs et al 2005, Borràs et al 2011, Borràs et al. 2013)

Tots aquests aspectes més recents d'origen antròpic que han afectat, afecten o poden afectar en un futur la població de llucareta seran discutits en el proper capítol.

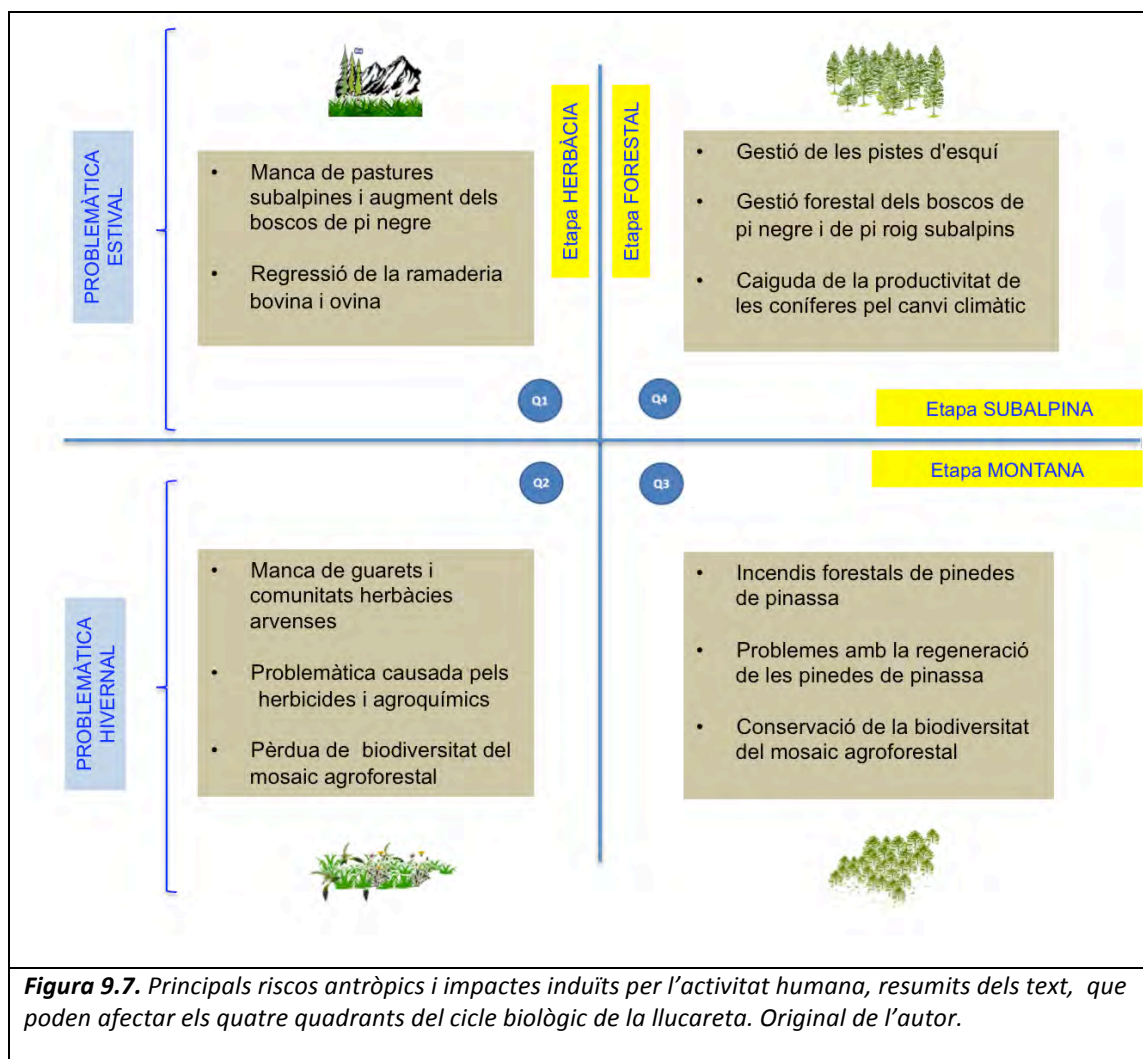
9.2 INTERACCIÓ ANTRÒPICA EN EL MARC DEL CICLE BIOLÒGIC

En base a l'esquema del cicle biològic (fig. 412), es resumeixen totes les amenaces principals, esmentades en els apartats anteriors, d'origen antròpic ja siguin riscos per activitats fetes per l'home i riscos induïts per impactes humans en el medi, que poden suposar un perill per a les poblacions de llucareta, tot assignant-les als quatre quadrants corresponents del cicle (fig. 94).

- *Quadrant 1:*
 - Manca de pastures subalpines a causa de l'augment del bosc de pi negre que es regenera i recupera l'espai perdut anys enrere a favor de les pastures, per manca d'activitat silvopastoral
 - Paper futur de la ramaderia bovina i ovina, en els recursos ruderals i arvenses. Es troben en clara regressió, tant a la muntanya subalpina com a la montana i submontana (ovina). En gran mesura eren responsables de mantenir els rasos i l'herba curta que és l'estat òptim per a la llucareta
- *Quadrant 2:*
 - Manca de guarets, deixius, rostolls i, en general, comunitats herbàcies arvenses i segetals que són la font natural d'alimentació de la llucareta.
 - Problemàtica dels herbicides i agroquímics llançats per combatre les plantes segetals i arvenses de les comunitats sinantròpiques
 - Eliminació de la vegetació ruderal de marges de camps, camins i cunetes. Comporta pèrdua general de biodiversitat a l'aplicar agroquímics.
- *Quadrant 3:*
 - Greu incidència dels grans incendis forestals (GIF) als boscos submontans, especialment els de pinasses (42t, 42v), i en menor mesura els de pi roig (42n)
 - Problemes amb la regeneració dels boscos de pinassa després dels GIF
 - Conservació de la biodiversitat del mosaic agroforestal, per les mateixes raons que en el quadrant anterior.
- *Quadrant 3:*
 - Gestió agressiva de les pistes d'esquí que eliminen la vegetació herbàcia o en dificulten el creixement
 - Caiguda de la productivitat de les coníferes pel canvi climàtic



- Gestió forestal dels boscos de pi negre i de pi roig subalpins



9.3 HÀBITATS SINGULARS D'INTERÈS PER A LA CONSERVACIÓ

La llucareta, un endemisme europeu, es troba ocupant comunitats forestals de dos pins endèmics de l'oest de la Mediterrània, el pi negre i la pinassa, amb el valor afegit de ser de relíquies del terciari. En aquest apartat es raona el valor ambiental d'aquestes comunitats i es descriuen les comunitats herbàcies que juntament amb les pinedes es consideren *hàbitats d'interès comunitari*, i algunes *hàbitats d'interès prioritari*. Hàbitats i espècies s'han de gestionar de forma que s'afavoreixin els seus valors naturals, els seus processos ecològics i, en conseqüència els béns i serveis ambientals que se'n deriven (Gràcia and Ordóñez 2012). Considerarem la llucareta com un actiu de biodiversitat pels trets propis d'endemisme i restricció geogràfica, ja que té una distribució estrictament europea i lligada a les zones muntanyenques de l'arc central i els massissos sud-occidentals, per la qual cosa presenta un elevat valor biogeogràfic. Però també s'han d'afegir els atributs donats pels hàbitats singulars que ocupa. Bona part dels hàbitats on cria la llucareta a la nostra regió formen part dels ecosistemes considerats sensibles per la UE considerats per la *Directiva Hàbitats* com a *zones especials de conservació a Europa (ZEC)*, inclosos en la *Red Natura 2000*. Valorats a nivell ambiental com a *hàbitats d'interès comunitari (HIC)*, i en alguns casos, com



a *hàbitats d'interès prioritari*. Cal fixar les mesures necessàries per al restabliment o manteniment de l'estat de conservació favorable d'aquests hàbitats i les espècies de flora i fauna d'interès comunitari que suporten.

Aquests hàbitats caracteritzen a la nostra població de llucaretes dels Prepirineus orientals diferenciant-la de les restants poblacions pirinenques i singularitzant-la en el conjunt de les ibèriques. La informació dels hàbitats d'interès es recull en la taula 35, que inclou 16 comunitats vegetals integrades en aquests 7 hàbitats d'interès comunitari, 3 de les quals són d'interès prioritari, totes corresponents a boscos de coníferes sobre substrat calcari de distribució molt restringida (endèmics).

9.3.1 PINEDES DE PI NEGRE

El pi negre (*Pinus uncinata*), és una espècie de pi endèmic d'Europa distribuït per Pirineus, Alps occidentals, amb algunes poblacions als Alps i Sistema Ibèric (Costa, 1997). Les comunitats de pi negre més abundants i repartides pels nostres Prepirineus constitueixen *hàbitats d'interès comunitari (HIC)* amb codificació **9430** (Directiva Hàbitats). De les quatre comunitats HIC de pi negre, dues no són considerades d'interès prioritari: 42f i 42g. La **42f** (LHC: 42.413), els *boscos de pi negre amb neret acidòfils i mesòfils, dels obacs pirinencs*, està poc representada a la zona oriental més higròfila i poc a la central. La **42g** (LHC: 42.4241), els *boscos de pi negre acidòfils i xeròfils*, és més escassa a l'eix Cadí- Moixeró i solament és més habitual a la Cerdanya. Les pinedes on la llucareta assoleix unes densitats més elevades dins de la serralada pirinenca, són les dues pinedes calcícoles que estan considerades *hàbitats d'interès prioritari* per la UE, ambdues amb la codificació **9430***. Autors com Camarero (2009), assenyalen que a banda protegir els boscos de pi negre dels Prepirineus Orientals per raons del substrat calcari, caldria també protegir-lo simplement pel fet de la situació tan a prop del Mediterrani i, per tant, estar molt amenaçat pel canvi climàtic. Aquesta apreciació és important per tal com es tracta d'hàbitats amb escassa resiliència.

- *Pineda de pi negre amb flor de vent 42i* (LHC: 42.425) Més amenaçada que la següent. Pròpia de llocs xèrics i assolellats. Veure mapa a la regió en la fig. 36.
- *Pinedes de pi negre amb ginebró i ussona 42h* (LHC: 42.4242). Molt sensible ambientalment i està catalogada com amenaçada (amb categoria 3 sobre 3). Més mesòfila que l'anterior. Veure mapa a la regió en la fig. 36.

9.3.2 PINEDES DE PINASSA

Les pinedes endèmiques de pinassa (*Pinus nigra* ssp. *salzmannii*) de la varietat *pirenaica*, són també considerades un hàbitat *d'interès prioritari* per la UE (**9430***). La pinassa és una relíquia del Terciari i, per tant, un endemisme mediterrani (ibero-occità). Ha estat declarat hàbitats que precisa de requeriments específics en mesures de conservació per la *Convention on Conservation of European Wildlife and Natural Habitats* (resolució 4/1996). A les inadequades pràctiques agrícoles i de sobrepastura, malauradament se les hi ha afegir en els darrers decennis l'increment dels focs forestals, especialment els grans focs o GIF.

- *Pinedes de pinassa (Pinus nigra subsp. salzmannii) dels Prepirineus, el territori ausosegàrric i les muntanyes mediterrànies septentrionals (Lonicerò xylostei-Pinetum salzmannii) (42t)* (LHC: 42.632). Veure mapa a la regió en la fig. 37.



9.3.3 PRATS, RASOS I PASTURES

De les onze comunitats herbàcies i arbustives més rellevants de la zona prepirinenca en el període reproductor, sis estan considerats com *Hàbitats d'Interès Comunitari (HIC)* atesa la seva condició de comunitats calcícoles de reduïda distribució a Europa (veure taula 34).

- Els dos hàbitats del codi **6170** són prats calcícoles d'ambients xeròfils i rocosos de l'ambient subalpí i alpí: *Prats d'ussona (Festuca gautieri) i comunitats anàlogues, calcícoles i mesoxeròfils, de l'alta muntanya pirinenca (36n)* (LHC:36.434) i *Pastures calcícoles d'èlina o Prats de Kobresia myosuroides, calcícoles, de l'estatge alpí dels Pirineus (36m)* (LHC:36.422). Veure mapes a la regió en la fig. 35.
- Les dues comunitats del codi **6210** són pastures calcícoles, mesòfiles i xeròfiles, distribuïdes des de l'ambient submontà fins al subalpí: *Prats calcícoles i mesòfils, amb Festuca nigrescens, Plantago media (plantatge), Galium verum (espunyidella groga), Cirsium acaule...*, de la muntanya mitjana i de l'estatge subalpí dels Pirineus i de les terres properes (**34b**) (LHC:34.32611+) i *Prats basòfils i xeròfils, amb Festuca ovina, Avenula iberica, Bromus erectus, Brachypodium phoenicoides, Seseli montanum, Teucrium pyrenaicum (angelins)...*, de l'estatge montà dels Pirineus (**34d**) (LHC:34.332G1+). Veure els mapes de les comunitats a la regió en les fig. 36 i fig. 38 respectivament.
- Els altres dos hàbitats corresponen a prats de dall: el **6510**, els *Prats dalladors amb fromental (Arrhenatherum elatius)*, dels estatges submontà i montà, principalment dels Pirineus (**38b**) (LHC:38.23), de més rellevància a la primavera. El **6520** inclou: *Prats dalladors mesohigròfils i comunitats anàlogues, dels estatges altimontà i subalpí dels Pirineus (38d)* (LHC:38.3), molt escasa a la regió. Veure mapes a la regió en la fig. 38.

Pel que fa al seu rol en el cicle vital de la llucareta: a les zones subalpinas del domini del pi negre, destaquen les pastures mesòfiles del *Mesobromion* del codi **34b** en els ambients mesòfils. Les pastures seques del *Festucion* del codi **36n** estan molt esteses en els vessants solells i els cims pedregosos del sector occidental. Aquestes dues pastures són emprades per la llucareta per farratjar (cap. 3). A la zona submediterrània del domini de la pinassa, les pastures seques molt emmatades són prats xeròfils del *Xerobromion*, del codi **34d**, usades per farratjar principalment a l'hivern i també a la primavera. A l'estatge alpí en destaca les pastures poc esteses de comunitat **36m** pròpia de les carenes rocoses de la zona oriental, on la llucareta hi pastura a l'estiu i la tardor. Els prats de dalla dels estatges submontà i montà del codi **38b** canvien molt d'aspecte al llarg de l'any i a primavera quan està curull de *Taraxacum* adquireix més rellevància en el cicle de la llucareta.

9.4 LA SITUACIÓ LEGAL DE LA LLUCARETA

A nivell global, la UICN (Stattersfield et al. 2000) considera a la llucareta *least concern* o de preocupació menor. Les tendències mundials de la població no s'han quantificat, però l'espècie no es creu que s'apropi als llindars per al criteri de disminució de la població de la *Llista Vermella* de la UICN, és a dir, la disminució de més del 30% en un període de deu anys o en tres generacions. Veure també: BirdLife International (2004) Species factsheet: *Serinus citrinella*. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 10/13/2004.

A Espanya, tenim el *Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas*. El *Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial* inclou les



espècies protegides. Dins del llistat el *Catálogo Español de Especies Amenazada* i inclou les espècies vulnerables o en perill d'extinció (veure ap. 121). La llucareta està considerada espècie “*De interès especial*”. En l'Annex IV de la llei prèvia 42/2007, de 13 de desembre, se la considera *Espècie objecte de mesures de conservació especials quant al seu hàbitat*.

A Catalunya la legislació que regula actualment la protecció dels animals és el *Decret Legislatiu 2/2008, de 20 de juny*. Contempla quatre categories de protecció, que van de la A (major protecció) a la D (menor protecció) (veure ap. 121). La situació de la llucareta segons aquest decret és d'*Espècie protegida* Categoria D. Comentar que dels onze fringíl·lids inclosos en la llei, deu tenen categoria D i solament un, el durbec (*Coccothraustes*) té la categoria C. La llei catalana protegeix més fringíl·lids que l'espanyola: 11 contra 9.

9.5 EL ROL DE LA LLUCARETA COM A BIOINDICADOR

Telleria (2015), comenta que si les espècies responen sensiblement als canvis ambientals, és possible utilitzar-les com indicadors de la salut ambiental dels sistemes ecològics en els que viuen. Les llucaretetes estudiades, com a resposta a l'heterogeneïtat ambiental presenten adaptació local i les que habiten els dos tipus d'hàbitat (de major i de menor qualitat) es diferencien morfològicament, com ja s'ha argumentat en el cap. 6. Es pot afirmar, doncs, que les llucaretetes de la població dels Prepirineus orientals poden actual com a bioindicador de la qualitat de l'hàbitat. Aquesta afirmació és vàlida per les poblacions prepirinenques que presenten l'efecte vessant i el contrast de qualitat entre vessants.

Des d'una altra perspectiva, se li podria assignar un altre paper de bioindicador, el d'*espècie ombrel·la* (Branton and Richardson 2011; Ozaki et al. 2006; Tellería 2015), tanmateix aquest paper habitualment s'assigni a espècies grans que ocupen àmplies superfícies (Branton and Richardson 2011; Ozaki, Isono, Kawahara, Iida, Udo, and Ukuyama 2006). Consisteix en un rol de representació dels atributs que tenen moltes de les espècies que viuen en l'ecosistema de l'espècie indicadora. En gestió ambiental es prenen les espècies ombrel·la de referència perquè elles “engloben” sota el seu paraigües, els atributs de moltes més, de manera que si les protegim a elles, estem protegint a moltes altres. A aquest efecte se l'ha denominat *efecte paraigües*. La llucareta, molt lligada a aquests ambients (filopàtria), i ben adaptada localment, és un bon candidat per representar l'ecosistema calcari subalpí dels Prepirineus orientals, que abasta les comunitats singulars que s'han definit en l'apartat anterior (hàbitats HIC). El paper d'espècie ombrel·la per part de la llucareta podria ser útil per definir àrees de conservació per a les pinedes calcícoles i totes les comunitats herbàcies que comparteixen l'entorn subalpí.

Recentment s'ha pogut demostrar amb l'anàlisi de les dades de biometria d'una sèrie temporal llarga, que la llucareta prepirinenca ha modificat sensiblement la seva morfologia com a resposta a les variacions causades pel canvi climàtic, per la qual cosa se la pot considerar també una espècie *bioindicadora del canvi climàtic* (veure el recent treball de Björklund et al. (2015), en el qual l'autor de la tesi també hi participa com autor).

9.6 MESURES DE CONSERVACIÓ

La *Comissió europea sobre l'economia dels ecosistemes i la diversitat (TEEB)*, va dir el 2009 “*We cannot manage what we do not measure*”, tot intentant justificar i prioritzar els criteris



objectius en la gestió de les espècies. En aquesta línia, donada una zona subalpina a gestionar habitada per la llucareta, s'hauria de tenir present l'heterogeneïtat espacial i l'estructura en metapoblacions de l'espècie. Així, s'haurien de considerar aspectes com la qualitat dels hàbitats presents i els nivells d'intercanvi amb les poblacions veïnes. Altrament dit, s'hauria de conèixer quina connectivitat tindrien les poblacions a gestionar amb les subpoblacions de l'entorn, per tal d'evitar extincions i/o facilitar recolonitzacions i intercanvis. Aquestes consideracions, basades en criteris objectius, i per tant mesurables tal i com proposa la *TEEB*, permetrien aportar valors elements per a una gestió objectiva tant dels hàbitats com de les espècies.

Un altre tema a considerar en un escenari de protecció és la presència del binomi pi negre-pinassa que es dona a la regió estudiada, i que tal vegada no es dona a la resta de la península en aquestes condicions. Considerant les conseqüències que té en la dinàmica poblacional de la llucareta, cal prioritzar que ha d'existir connectivitat entre les àrees subalpines a protegir i els boscos de pinassa submontans. El manteniment dels boscos de pinassa del sector aussegàrric és vital per a la conservació de la totalitat de la població de llucareta de la regió pirinenca atesa la importància que representa el fenomen de la reproducció oportunista. Aquest aspecte es discutirà més abastament en el capítol següent.

Finalment, observant la gràfica de l'evolució de la població de llucareta de la figura 96b, es veu que la situació a Catalunya es troba en els llindars de perillositat establerts per la UICN, cosa que fa pensar en considerar noves mesures de protecció legal. Aquest aspecte es tractarà en el capítol de la discussió.







CAPÍTOL 10



Extensió de pinasses submontanes a la zona aussegàrrica del Solsonès. Fotos A.Borràs



DISCUSSIÓ GENERAL



basat en Life-Pinassa i foto A.Borràs

✚ *La ciència serà sempre una recerca, mai un descobriment real. És un viatge, mai una arribada.*

KARL POPPER

✚ *El veritable viatge cap el descobriment no consisteix en veure paisatges nous, sinó en veure'ls amb ulls nous*

MARCEL PROUST



10 DISCUSSIÓ GENERAL

Hi ha tres nivells de discussió. Un primer és de caràcter ecològic, un segon referit a la interacció antròpica i un tercer de caràcter ambientalista. Respecte a l'ecologia de la llucareta, es discutiran els següents aspectes: distribució, hàbitat, alimentació, heterogeneïtat ambiental, metapoblacions i factors limitants. La figura 91 resumeix en un esquema d'engranatges com els diferents aspectes estan interconnectats. En els aspectes antròpics, es discutirà fins a quin punt el caràcter oportunista de la llucareta i la seva plasticitat ecològica, li permet adaptar-se a les transformacions que històricament l'home ha causat en els canvis d'usos del sòl i en la gestió dels recursos. Finalment, des de el punt de vista ambientalista, es discutiran els aspectes referits als hàbitats singulars que ocupa la llucareta i el seu significat com a *actiu de biodiversitat* i la necessitat de revisar el seu estatus de protecció.

10.1 TRETS SINGULARS DE LA POBLACIÓ DE LLUCARETA PREPIRINENCA

10.1.1 DISTRIBUCIÓ

En la majoria de serres pirinenques es dóna una dissimetria florística, amb els vessants obacs coberts per planocaducifolis (Bolós et al. 1998; Vigo 1976). La zona d'estudi de l'eix Port del Comte-Cadí-Moixeró-Tossa d'Alp, és un espai particularment ric en coníferes, concretament hi ha comunitats de quatre espècies: pi negre, pi roig, pinassa i avet, les quals ocupen totes dues vessants sense deixar pràcticament espai pels caducifolis a les cares obagues, ocupades per avets i pi roig (Vigo 1995; Vigo et al. 2003). Aquesta és una característica molt particular d'aquestes serralades, les quals són molt favorables com hàbitats per a la llucareta, que com es sabut és una espècie que sent especial predilecció pels ambients de coníferes (Pedrocchi 1997; Potti 1985; Purroy 1974; Telleria 1987). Aquest aspecte diferencial de les serralades de la regió, pot jugar un paper important en les altes densitats de llucareta que presenten aquests forests. Tot i que és conegut el fet que les masses monòtones de pins tenen un efecte negatiu sobre la diversitat ornítica, també es sabut que aquesta pot estar compensada per la fragmentació dels bosc, la presència de prats i l'addició de herbes sinantròpics cosa que, en conjunt, contribueix a incrementar-la (Carrascal and Lobo 2003).

L'àrea reproductora de la llucareta coincideix majoritàriament amb les zones de distribució del pi negre als Prepirineus Orientals (en cotes altes) i als Pirineus (en cotes més baixes) (AX i CAL de la fig. 310), constituint la *core range* de l'espècie a Catalunya (Baccetti and Märki 1997; Borrás and Senar 2003; Borrás et al. 2005b). Els boscos de pi roig no tenen rellevància com a zona reproductora si no és a la zona de contacte amb el pi negre (Borrás et al. 2012; Borrás and Senar 2003). Per sota d'aquesta *core range* de pi negre, la zona de la pinassa (PN), representen una *buffer range* ja que, en funció de la producció de cons, aquesta àrea forma part de la zona reproductora de l'espècie al donar-s'hi l'episodi de la reproducció oportunista (Borrás and Senar 1991) (veure fig. 310).



L'àreal de l'espècie, doncs, té la particularitat de tenir una part variable interanual, en funció de d'anyivoria de la pinassa (§A1). Es pot dir, doncs, que existeix una *zona potencial* de cria oportunista que abasta la pràctica totalitat de la zona *PN* (fig. 310 i fig.102), i que pot variar d'any a any amb la fructificació de la pinassa. Aquest aspecte té interès de cara a confeccionar i interpretar els mapes regionals en els projectes *atles* de les aus reproductores.

Aquest panorama plantejat de zones amb pins i cotes elevades que s'ha descrit pels Pirineus en general, contrasta amb les zones ocupades del Sistema Ibèric septentrional, on *Pinus sylvestris* és l'arbre més important tot i que també pot trobar-se prop de *P.pinaster*, (Telleria et al. 1999). Les poblacions basques difereixen molt en cotes i en composició florística a les descrites a la tesi. Nien a cotes inferiors al 700 m en fagedes i zones caducifòlies (Alvarez 1998; Elósegui 1965; Elósegui 1966; Elósegui 1985; Zuberogoitia 1996). A Catalunya, les zones equivalents, les orientals del Principat, amb presència de frondoses caducifòlies i alzinars (la Catalunya Humida) no són gens idònies ni per criar ni per hivernar (Borras, Senar, Cabrera, and Cabrera 2005b). Alguns autors havien arribat a generalitzar aquests boscos de frondoses com a hàbitat estàndard de l'espècie per la península (Telleria, Asensio, and Diaz 1999), cosa que amb la publicació dels darrers atles s'ha aclarit (Borras, Senar, Cabrera, and Cabrera 2005b). Recentment, també, alguns autors posen en dubte la viabilitat d'aquestes poblacions al oest de Navarra, ja que probablement són solament utilitzades per ocells de pas o bé com zones per farratjar (Alonso and Arizaga 2004; Borras, Cabrera, Colome, and Senar 2012). Resumint, els fets permeten concloure que els patrons de distribució de la llucareta als Pirineus son més semblants a la de les llucaretes alpines (Cramp and Perrins 1994), estant igualment lligats a la distribució de les coníferes.

Habitualment les llucaretes abandonen les àrees més elevades (*AX* i *CAL*, fig. 310) a l'arribar l'hivern. En les zones de cria pirinenques solament poden romandre a l'hivern si la neu és absent i les condicions meteorològiques són benignes. Resideixen aleshores en costers assolellats prop de les pinedes de pi negre i de les de pi roig altimontà on hi ha menys problemes de termoregulació (Carrascal et al. 2012). Les àrees prepirinenques on davalla habitualment són preferentment els costers montans i submontans assolellats i les properes valls arrecerades (§A1). Les contrades subalpines oromediterrànies i altimontanes s'han referit com a zones d'hivernada del centre peninsular (Carrascal et al. 2002). El mateix Carrascal pel centre d'Espanya esmenta que les pinedes de *P.sylvestris* també són l'hàbitat hivernal de la llucareta. A la nostra regió la zona de les pinedes de roig montanes (*MO* fig. 310), freda i humida, presenta poques àrees d'hivernada. Tampoc la zona submontana oriental, amb domini del pi roig (*PS* fig. 310), la més equivalent a l'esmentada del sistema Ibèric, és tan freqüentada per la llucareta a la primera part de l'hivern, atesa la seva humitat elevada i les temperatures més baixes. La zona principal d'hivernada, i que marca diferència amb les zones del centre i nord d'Espanya (tret de la zona sud del sistema Ibèric), correspon al domini de la pinassa, principalment dels sector ausosegàrric (*PN*, fig. 310), que hem anomenat anteriorment com *buffer range*. Aquests forests són els boscos submontans majoritaris en el sector occidental i poden formar masses continues força extenses. Solament la zona del Sistema Ibèric guanya amb extensió aquesta enorme taca de pinasses (Ruiz de la Torre 2006). Tot i que se sap que hivernen a la zona dels pinars ibèrics, malauradament no hi ha cap publicació. Les



pinedes de pinassa formen la matriu forestal de l'agrosistema associat a les zones amb més presència agrícola, el que anomenem *mosaic agroforestal* (§A1). La permanència dels estols en aquestes contrades del mosaic agroforestal dependrà de la fructificació relativa pinassa/pi roig de l'any considerat. Els diferents aspectes que relacionen la distribució de la llucareta respecte als possibles recursos serà discutits a l'apartat sobre recursos limitants.

10.1.2 HÀBITATS

L'anàlisi de les variables clau que determinen l'hàbitat de reproducció de l'espècie (cap. 3) s'han d'analitzar tenint en consideració tant una aproximació macrogeogràfica com una de microgeogràfica. Macrogeogràficament, la zona de cria presenta un òptim anual de precipitacions que es troba en un interval de 750-1300 ml/any, i unes temperatures entre 9 a 12°C (Borras and Senar 2003; Borras, Senar, Cabrera, and Cabrera 2005b; Engler et al. 2014). Microgeogràficament, les pastures i el mosaic subalpí tenen molta rellevància (Förschler 2007a). La predictibilitat de les llavors herbàcies és un tema clau per a la selecció de l'hàbitat. La presència de vegetació azonal com les *comunitats sinantròpiques* (*Poion*, *Onopordietalia acanthii*, *Polygono-Poelatia*, etc.), soles o immerses en la matriu subalpina de pastures i rasos, augmenten l'*heterogeneïtat ambiental* i són un factor definitiu en la selecció de l'hàbitat a nivell microgeogràfic ja que esdevenen recursos tròfics predictibles (Förschler 2007a). L'activitat de pastura continuada dels ramats de bestiar manté a ratlla l'alçada de les herbes pradenques, un altre factor important per a la selecció de l'hàbitat (Förschler and Dorka 2010), alhora que és un factor de primer ordre per la permanència de les comunitats nitròfiles.

L'anàlisi de les variables claus que determinen l'hàbitat d'hivernada de la llucareta a Catalunya (cap. 3) mostra que la probabilitat de trobar llucaretes a l'hivern augmenta en zones boscoses amb cobertura inferior al 30%, el que assenyala que la llucareta necessita també de boscos oberts a l'hivern (§A1). La composició d'aquesta massa boscosa es també important, de manera que a més proporció de coníferes a les quadrícules UTM estudiades, més presència de llucareta (§A1). Quanta més proporció de pinedes de pinassa i de pi roig tinguin les quadrícules, més augmenta la probabilitat d'hivernada (§A1). La probabilitat de trobar llucaretes a l'hivern és inversament proporcional a la presència del pi negre, la qual cosa s'interpreta com que a l'hivern ja han abandonat les àrees de muntanya subalpina. La presència de cobertura herbàcia és determinant per trobar la llucareta. Així, la probabilitat de presència decreix per sobre d'una cobertura del 75%. Les comunitats ruderals, arvenses i viàries (definides en el cap. 3), amb poca cobertura de l'espai (referida a QUTM), l'hi són també favorables. Per tant les comunitats denses de gran cobertura i densitat herbàcia (com p.e. fenassars, llistonars) no són hàbitats propicis a l'hivern. Un cop analitzades les variables, queda clar que el territori adient per la hivernada a Catalunya de la llucareta, concorda amb el territori ausosegàrric.

Una característica rellevant per afavorir l'assentament de la llucareta es la presència de mosaics (Förschler 2007a), entesos com la unió de diferents comunitats vegetals dintre de una matriu forestal (capítol 3). En el període reproductor el *mosaic subalpí* es pot definir com un mosaic difús, atès que les tessel·les són poc ostensibles macrogeogràficament parlant i hi domina clarament la matriu forestal. Tanmateix el *mosaic agroforestal* hivernal és més identificable macrogeogràficament atesa la notorietat de l'*efecte tessel·la* ocasionat pels conreus. Ambdós hàbitats en mosaic tenen en comú una *matriu forestal*



amb un paper molt rellevant de les coníferes, el pi negre en el mosaic subalpí, i la pinassa en el mosaic agroforestal. Les comunitats azonals sinantròpiques juguen un rol tròfic molt rellevant en els dos mosaics, tot i tenir poca “visibilitat” a escala de paisatge (recordar que són vegetació azonal). Les sinantròpiques montanes són comunitats més diversificades que ocupen més varietat d’espais degut a que l’estructura tessel·lada li confereix més heterogeneïtat. En canvi la pastura extensiva de la zona subalpina afavoreix la dispersió de la vegetació ruderal i nitròfila arreu, bo i constituint el que hem anomenat mosaic difús.

Les comunitats forestals i herbàcies juguen diferents papers en la biologia reproductiva. Així en els hàbitats subalpins, les comunitats forestals de pi negre juguen el seu rol en l’*elecció de l’hàbitat*, i les azonals sinantròpiques determinen localment l’abundància de la llucareta (Förschler 2007a). Els resultats trobats en aquesta tesi son equiparables als trobats per les poblacions de llucareta a la Selva Negra (Förschler 2001a; Förschler 2002; Förschler 2007a). A la resta d’Espanya, al no estar representat el pi negre, el seu rol l’assumeix el pi roig (Telleria, Asensio, and Diaz 1999), com ja s’ha comentat en l’apartat anterior.

A la hivernada, la presència dels estols de llucareta durant la tardor en els hàbitats del mosaic agroforestal, els *fixa microgeogràficament* la vegetació azonal a la primera etapa d’octubre a desembre (§A1). A l’hivern, quan les comunitats sinantròpiques han exhaurit la grana, les zones de costers i vessants assolellats són molt freqüentats per les llucaretes ja que garanteixen menors despeses de termoregulació i són més favorables al seu balanç energètic diari (Carrascal, Villén-Pérez, and Seoane 2012) alhora que encara tenen bancs de llavors en les mates i subarbustos (§A1, (Borras *et al.* 2011).

10.1.3 RECURSOS TRÒFICS

Pel que fa als recursos tròfics, existeixen trets rellevants que singularitzen la dieta de la llucareta al llarg del seu cicle alimentari (capítol 5). En primer lloc, tots els recursos utilitzats al llarg del cicle biològic es poden agrupar en diferents bancs de llavors (taula 53 i 55, i fig. 510 i fig. 59.). Els bancs més importants de llavors el constitueixen les coníferes (BLL4, BLL3). En relació a les coníferes, en totes les poblacions estudiades, la llucareta es manifesta com un especialista en *P. uncinata* durant una part del període de cria. Això es especialment així en les poblacions pirinenques i les dels Alps i Selva Negra (Förschler 2001a; Förschler 2007b), tal com s’ha argumentat en l’apartat anterior. A la resta de la Península Ibèrica el pi més consumit és el *P. sylvestris*, seguit del *P. nigra*. Malgrat aquestes variacions, podem considerar que el pi negre constitueix un banc de llavors vital per a l’espècie (BLL4), cosa que, com ja s’ha dit, a més, condiona la seva distribució geogràfica.

Pel que fa a la pinassa (BLL3), aquest es un recurs molt rellevant en la biologia tròfica de l’espècie a l’hivern (§A1, §A8). Com ja hem esmentat, Sistema Ibèric, es l’altre gran nucli de pinasses de la Península, el més gran (Ceballos and Ruiz de la Torre 1971; Ruiz de la Torre 2006). Tret d’aquests indrets peninsulars, en les zones transpirinenques, la pinassa (*Pinus nigra* ssp. *salzmannii* var. *salzmannii*) es troba solament a la Provença, a l’est del Roine (Märki and Adamek 2013). En tots els nuclis on es troba la pinassa constitueix un element tròfic de molta importància. En el sector ausosegàrric de la regió estudiada, el rol tròfic de la pinassa, fixa alhora els estols hivernants al territori, jugant un paper rellevant



en l'aparellament, que té lloc en aquestes períodes i en aquestes contrades (§A1, §A8). Alhora, la pinassa és el factor clau que esperona la que s'ha anomenat *cria oportunista* (Borras and Senar 1991) duta a terme en anys d'*anyivoria* ("años veceros" o "*mast fruiting*"). Tret del territori català, solament es coneix *cria oportunista* al sistema ibèric (García-Rua 1974). Tanmateix, manca més bibliografia i informació al respecte d'aquest fet que s'hi ha esmentat en una sola ocasió. És més que probable que aquest episodi sigui més habitual, però deu haver passat desapercbut, en les grans masses de pinassa del Sistema Ibèric en les que, malauradament, l'activitat ornitològica no és molt gran. Les condicions meteorològiques de final d'hivern a les contrades submediterrànies són molt propícies per l'obertura de les pinyes ja que el febrer i març són mesos secs i assolellats (fig. 47), cosa que facilita que les pinyes es mantinguin obertes prou temps (de vegades des de gener) com per esperonar a les llucaretes a iniciar el procés reproductor (ap.44). Aquestes condicions pràcticament no es donen enlloc més dins de la zona de distribució de la llucareta als samontans pirenaics, la qual cosa podria ser un altre dels factors claus que afavoreixen la presència de llucaretes a les nostres contrades, en les quals, com s'ha comprovat per dades d'anellament, s'apleguen llucaretes de totes les contrades pirinenques (mapa fig. 710) (§A1).

En la població reproductora submontana la proporció d'ocells de l'any (codi 5 o "yearlings") és molt alta, i especialment es tracta d'individus amb muda retardada (ap. 44). Els adults, molt filopàtrics (§A6), i pugen aviat a les localitats subalpines mentre que una bona proporció dels *yearlings* es mantenen a les cotes submediterrànies, on s'estalvien els costos metabòlics del canvi d'altitud (§A7). La fructificació del pi roig és més regular que la de la pinassa ((Ceballos and Ruiz de la Torre 1971; Ruiz de la Torre 2006) §A1, §A8), cosa que tròficament pot compensar els anys de baixa o nul·la fructificació de la pinassa a finals de l'hivern, però no serveix per esperonar la *cria oportunista*. La llucareta prefereix molt més la pinassa per dur a terme l'oportunisme pel fet de que es troba en sectors més continentals que són més assolellats i secs, i on les pinyes s'obren més fàcilment i la pluja de pinyons (la *seed rain*) comença més aviat. Ara pot tenir sentit l'afirmació s'ha dit que la llucareta prefereix espais sense boira on passar l'hivern. Evidentment, aquests espais, especialment a la segona part de l'hivern, són on les pinasses han d'obrir les pinyes i lliurar els pinyons, i això precisa d'insolació i baixa humitat. Aquestes no són pas condicions que es donin en les planes interiors sotmeses a processos d'inversió tèrmica. Per contra, els samontans i costers de les serres del territori ausossegàrric són idònies en aquest sentit. El pi roig ocupa contrades més higròfiles, on les pinyes tardaran més a obrir-se, cosa que fa que la llucareta triï la pinassa abans que el pi roig. A banda, els pinyons de pinassa, a banda de ser molt nutritius, són més grans que els del pi roig (Ceballos and Ruiz de la Torre 1971; Ruiz de la Torre 2006).

La *cria prevernal* a les pinedes de pinassa, la *cria oportunista*, és un aspecte molt important en la biologia de la llucareta, i de conseqüències molt rellevants. Primer possibilita que un grup d'individus de la població tinguin opció de reproduir-se en uns contrades amb menjar abundant i sense haver de competir pels espais de cria. Això genera un estoc de joves (3J) que en altres condicions no s'haurien afegit a la població. Addicionar a la població aquest estoc de joves nascut a les contrades submontanes (*reclutament*), millora, en conjunt, la demografia de l'espècie i tal vegada és molt probablement una de les causes que fa que la nostra regió sigui exportadora de llucaretes



a la resta de la Península (*zona font*). Aquesta hipòtesi explicaria com la nostra zona és un centre emissor de joves colonitzadors (especialment joves de l'any), tal i com confirmen les dades d'anellament (fig. 72, ap.712). Un darrer aspecte a considerar són els dos rols que té, en la biologia de la llucareta, el mosaic agroforestal amb matriu de pinasses de la zona ausosegàrrica. El primer rol és el d'*alberg* de les poblacions a l'hivern, que es du a terme cada any calendari. El segon rol es de *reclutador* de joves, però aquest solament succeeix cada any que esdevé una gran producció de pinyons durant les èpoques d'anyivoria (cada dos o tres anys).

La reproducció oportunista esdevé singular i alhora característica de la zona prepirinenca. Quins paràmetres fan que això sigui així? Pel que sembla (ap.44) la insolació en el sector occidental del mediterrani, ajudat del grau de continentalitat de les zones ocupades per la pinassa, en són els factors determinants. Els mapes de les figures 48 (BIO6) i 49 (insolació) ajuden a comprendre el procés que s'explica en l'ap. 44. Tres mesos abans de les dates habituals de cria en la zona subalpina, en el sector ausosegàrric es donen les condicions idònies de temperatura, baixa humitat i insolació que permeten l'obertura de les pinyes i la pluja de pinyons (*seed rain*). Atès que l'aparellament ja ha tingut lloc en aquestes contrades (§A5, §A6), això dóna un marge de tres mesos a la població per intentar la reproducció, si les condicions meteorològiques ho permeten i la NAO positiva (*North Atlantic Oscillation*) (Gordo et al. 2011) així ho facilita. Difícilment a la resta d'Europa les llucaretes tenen aquest marge de temps que hem comentat (veure les figures 48 i 49), a banda de la manca del recurs essencial com és la pinassa. Solament a les mediterrànies illes de Capraia i Còrsega, l'espècie propera *S.corsicana* fa un fenomen anàleg (Förschler and Kalko 2006), en unes condicions meteorològiques i ambientals molt semblants i, evidentment, en boscos de pinassa (*Pinus nigra* ssp. *laricio*). Cal remarcar, per tant, la importància de la dicotomia del pi negre (*core area*) en els nivells subalpins i la pinassa (*buffer range*) a les zones samontanes submediterrànies, ja que és un potent tàndem que té importants repercussions en el cicle biològic i en la dinàmica de les poblacions de llucareta. Aquesta ubicació en binomi de les dos espècies de coníferes i les conseqüències que té en la hivernada i la reproducció oportunista, és un tret que diferencia la població dels Prepirineus orientals de la resta de nuclis poblacionals i que, possiblement, condiona que la llucareta sigui clarament més nombrosa en aquestes contrades.

Considerarem també, en un altre ordre de coses, el que diuen autors com Leitner *et al.* (2003), que apunten la hipòtesi de que les espècies del gènere *Serinus* tenen una certa prevalença a una reacció oportunista en els ambients canviants, cosa que afavoriria l'explotació de nous hàbitats o fins i tot es podria considerar un mecanisme d'expansió de les espècies del gènere.

Pel que fa a les espècies herbàcies, la llucareta es mostra especialitzada en algunes espècies clau en determinats moments del cicle ecològic, que varien segons la població considerada. Les plantes clau són: a la primavera i estiu gènere *Taraxacum* (*T.officinale* i *T. dissectum*), a la tardor *Cirsium* spp. i a l'hivern *Chenopodium album* (fig. 52, §A1, §A8). A Centreeuropa, la llucareta també presenta uns períodes d'especialització en plantes herbàcies, i *Taraxacum* spp., té també un paper molt rellevant (Förschler 2001a; Förschler 2007b). Convé aquí remarcar l'important paper a centreeuropea de *Teucrium scorodonia* (Förschler 2001a; Förschler 2001b; Förschler 2007b), una espècie lateatlàntica



que contrasta amb la seva baixa utilització a la Península (si més no, cap treball l'ha citat). La diferència rau en les necessitats de substrat d'aquesta planta, que són bàsicament silíciques i també en els requeriments d'humitat. En les poblacions de llucareta franceses, a l'est del riu Roine, el substrat calcari dominant afavoreix el *Pinus nigra*, mentre que al oest, els substrats silícics són idonis per *Teucrium scorodonia*, i això marca que la dieta de la llucareta sigui diferent en els dos vessants de la conca (Märki and Adamek 2013). Malgrat que no existeix informació sobre la dieta de la llucareta als Pirineus occidentals penso que el *Teucrium scorodonia* pot ser important en la seva dieta, donada la naturalesa silícica d'aquells trams axials. Talment pot ocórrer a les contrades recentment envaïdes per la llucareta, de la cornisa cantàbrica, on *T. scorodonia* és freqüent.

Les plantes ruderals nitròfiles pròpies de sestadors, jaces, amorriadors, camins i comunitats calcigades (p.e. cards, *Chenopodium bonus-henricus* i plantes afins del banc BLL6) tenen molta rellevància en l'època de muda de la llucareta en els períodes serotinal i autumnal. Són les habituals àrees de campeig dels joves en aquesta etapa crucial del cicle.

L'heterogeneïtat de les comunitats azonals sinantròpiques (BLL1) disperses per les tesselles i ecotonies que constitueix el mosaic agroforestal de la mitja muntanya i la terra baixa, són un factor decisiu per fixar les poblacions on passa la primera part de la hivernada la llucareta i tenen una importància cabdal per la supervivència de l'espècie d'octubre a desembre. Ocupen gran varietat d'espais: guarets, rostolls, deixius, vores de camins, carreteres, talussos, terraplens, jaces de bestiar, estacionaments, etc. Aquesta diversitat és congruent amb un espai d'estructura tessel·lada amb molta heterogeneïtat ambiental.

El tercer banc de llavors important (BLL2) està format per les mates o subarbusts de les brolles i els prats secs dels vessants assolellats que ella freqüenta (*Xerobromion*, *Aphyllantion*, *Rosmarino Ericion*), espais on té poca competència amb els altres granívors atès el tipus de planta que hi consumeix. Aquest banc de llavors l'utilitza a l'hivern, quan roman en contrades meridionals -més tèrmiques i xèriques- o en valls resguardades on tolera millor el rigor hivernal. Són especialment rellevants quan en l'entrellat agroforestal la pinassa no ha fructificat massivament (temporades no anyívores). Comparant amb els altres fringíl·lids, consumeix moltes plantes labiades (p.e. *Satureja*) i asteràcies (p.e. *Santolina*) que contenen força quantitat de substàncies terpèniques i olis essencials. Això probablement li pot servir per evitar la competència interespecífica en el difícil episodi del període hivernal, que no agraden massa a molts passeriformes. La predilecció per les plantes riques en compostos volàtils també es fa palesa durant l'etapa subalpina quan consumeix labiades riques en essències (BLL2 i BLL5, p.e. *Thymus serpyllum*, *Lavanda latifolia*, *Teucrium pyrenaicum*). Märki & Adamek (2013) assenyalen, de forma concordant en aquest sentit, una important utilització de les *Lavanda* i les plantes segetals associades als seus cultius en la Provença.

A la literatura existeix certa discussió que fa a la dieta sobre si la espècie es especialista o generalista pel (Borras *et al.* 2003; Förschler 2001a; Förschler 2007b). Les dades d'aquesta tesi demostren que el grau d'especialització depèn del període de l'any, d'aquí que l'haguem anomenada en alguns capítols una *espècie plàstica*. Així, la llucareta es mostra més *especialista* a començaments de l'estiu (més pins) que al hivern (i la tardor), quan



assoleix un comportament tròficament més *generalista* (més herbes). El component arbori-herbaci és un dels eixos que apareixen en l'anàlisi factorial de correspondències (fig. 53, §A8) alhora que marca un dels dos eixos que defineixen els quadrants del seu cicle vital (fig. 414, ap. 43). No obstant, sempre que els pins donin opcions, la llucareta les aprofita, com ens ho mostra en l'oportunitisme reproductor, una manifestació més de la seva plasticitat, que es comentarà en l'apartat 10.2.

10.1.4 HETEROGENEÏTAT AMBIENTAL

Fisiognòmicament es molt conegut el fet que els vessants pirinencs mostren un important contrast entre les cares nord i sud (Gutiérrez 1991). Això encara és més acusat als Prepirineus orientals, on existeix un important gradient de continentalitat que augmenta de est a oest (cap. 3). Tot plegat genera una important heterogeneïtat ambiental, que en aquesta tesi s'ha anomenat *efecte vessant*. Aquest efecte es més acusat a l'extrem occidental de l'eix (Port del Comte), on la continentalitat és més marcada, i on l'efecte de la mediterraneïtat és més pales per l'influència de les conques fluvials, perpendiculars a l'eix. De fet, Spitz (1977) ja parla d'un gradient de xericitat (lligat a la continentalitat) en els Pirineus orientals francesos que permet extrapolar aquest efecte a una regió molt més ampla. Tanmateix, sembla improbable que aquest efecte de gradient de continentalitat es manifesti en els Pirineus centrals i Occidentals, de marcada influència atlàntica.

Des del punt de vista de la llucareta, els trets bioclimàtics i la vegetació dels vessants permeten, a nivell de paisatge, diferenciar localitats de *bona* i de *mala qualitat*. Les localitats situades als vessants nord del massís (i per extensió les situades al vessant est) del Port del Comte tenen una major qualitat ambiental que les situades a la cara sud, tenint les poblacions de llucareta que les habiten una millor condició física i posseint major taxa de supervivència (cap. 6). A la taula 66 es resumeixen tots els paràmetres que s'han trobat com a indicadors de l'heterogeneïtat ambiental causada per l'efecte vessant a nivell microgeogràfic, que inclou diferències d'èxit reproductor, de velocitat de muda, de densitat de població i de dieta, entre d'altres.

Un dels punts més interessants que aporta aquesta tesi, es que les llucaretes s'han adaptat a les peculiaritats locals de cada vessant, de forma que ocells de la cara nord i sud difereixen en morfologia i fins i tot s'han diferenciat genèticament (§A11). De fet, aquesta adaptació local pot compensar el fet, aparentment pejoratiu, d'estar en un hàbitat de menor qualitat, de manera que pels individus adaptats a aquestes zones, les localitats de baixa qualitat, no son pas tan "dolentes". Això ve referendat per les altes densitats d'ocells, també en aquestes zones de baixa qualitat (Borras and Senar 2003).

Sorprèn que en una espècie tan oportunista i plàstica, prevalguin mecanismes conservadors de l'adaptació local. Això és encara més palès si considerem que la simpatria a les àrees d'hivernada, on té lloc l'apariament i que acull a molt diferents poblacions que comparteixen l'espai (Borras et al. 2005a; Borras, Cabrera, Colome, and Senar 2012), podria comportar un important flux genètic que hauria d'erosionar els patrons de adaptació local (cap. 7; §A6). Treballs recents mostren que en moltes espècies les femelles prefereixen aparellar-se amb individus que els son coneguts. Es el que s'ha anomenat *aparellament concordant per familiaritat* (Bateson 1983; Cheetham et al. 2008; Joly 2011; Senar et al. 1990; Shields 1982; Szulkin et al. 2013). S'ha de matissar que el terme "familiar" (*familiarity* en anglès) es refereix a un individu conegut, que et resulta familiar, i no pas a un individu amb qui et relaciones genèticament (anomenat en anglès



relative). Aquest factor de *familiaritat*, permeten conciliar aquests aspectes aparentment contradictoris. Si assumim que els individus de una mateixa localitat reproductora es mantenen junts en estols (grups socials concordants), tal i com passa amb varies espècies de fringíl·lids propers a la llucareta (p.e. lluer, lluer americà, passerell de gola negra)(Senar et al. 2015; Wilson 2006), la propensió a aparellar-se amb els individus coneguts portaria a que els ocells s'aparellarien amb ocells de les seves mateixes localitats, preservant d'aquesta manera l'adaptació local.

Una explicació alternativa i no exclouent del procés d'adaptació local que caracteritza a les llucaretes, seria l'anomenada dispersió *dependent del fenotip* (Edelaar et al. 2008). Aquest procés proposa que els ocells tendrien a dispersar-se cap a les localitats per on estan millor preadaptats, i podria concloure en els patrons de adaptació local que trobem actualment. Així, els ocells de mida petita de Bòfia anirien cap a la Vansa i a l'inrevés. Aquesta hipòtesi hauria, però, de ser testada per la llucareta.

Es desconeix fins a quin punt, el que hem anomenat efecte vessant, pot ser vàlid per a la resta de nuclis poblacionals de la zona prepirinenca estudiada, i per extensió, a la resta de poblacions pirinenques. No obstant, el fet que en l'anàlisi de la dieta es consideressin diverses localitats del Pirineu oriental, i s'associessin o al pi negre o a les herbes, depenent de si estaven a vessants nord o sud, suporta aquesta generalització (§A8). En qualsevol cas, aquesta diferenciació entre vessants es probablement més acusada a la part més occidental dels Prepirineus, degut als efectes de continentalitat esmentats anteriorment.

Un altre punt obert a discussió, es fins a quin punt aquest efecte vessant afecta a altres espècies. En el cas per exemple del Picapinyes (*Loxia curvirostra*), un especialista estricte en l'explotació dels pins, no s'ha trobat diferenciació entre ocells de Bòfia i Vansa (dades inèdites); probablement, a aquesta espècie tant li dona a quin vessant es troba, ja que a als dos hi ha suficients pins, i amb el seu potent bec especialitzat en l'obertura de les pinyes, no ha de tenir cap dificultat i per tant no trobarà diferències entre ambdues localitats. En el cas dels ocells insectívors, malgrat que és molt probable que hi ha diferències en la composició específica en la dieta de les dues comunitats (nord i sud), probablement pot trobar els recursos tròfics que necessita, independentment de la seva classificació taxonòmica. El cas de la llucareta pot ser diferent. La llucareta mostra una marcada dualitat tròfica (versatilitat) en l'ús de pins o herbes. Es ja conegut que aquests dos recursos condicionen uns requeriments morfològics diferents: per menjar herbes a terra calen tarsos llargs, i per menjar pinyons de les pinyes, han de ser curts (Moreno and Carrascal 1993; Newton 1967). La utilització diferencial d'aquests dos recursos segons vessants, marca uns requeriments morfològics als que s'hi arriba per adaptació local (Senar et al. 2006). Crec per tant, que els patrons de adaptació trobats son força típics de la llucareta i no es poden generalitzar a altres espècies de l'ecosistema prepirinenc.

10.1.5 METAPOBLACIONS

La distribució de la llucareta es mostra molt fragmentada en taques que corresponen als espais d'alta muntanya dels principals massissos europees, separats entre elles, en una distribució típica de metapoblacions (Borras, Cabrera, Colome, and Senar 2012). L'estudi genètic d'aquestes poblacions ha demostrat que s'han originat després d'un episodi de coll d'ampolla, probablement a l'òptim climàtic de l'Holocè mitja (cap. 7, §A10). La zona



dels Pirineus va actuar molt probablement com un dels refugis de les poblacions residuals de llucareta, a partir del qual es va expandir, cap el nord i el sud, bo i colonitzant els nuclis coneguts avui dia. La variabilitat genètica més pobre d'aquests nuclis així sembla confirmar-ho (§A10). La població navarresa (molt escassa), és una singularitat ja que sembla que va quedar aïllada a l'oest dels Pirineus i solament intercanvia actualment individus i gens amb el Pirineu oriental. L'escàs flux genètic detectat entre els Pirineus i els nuclis transpirinencs, està referendat per les dades aportades per l'anellament (Borras, Cabrera, Colome, and Senar 2012). Els diferents processos expansius van donar lloc a la distribució actual de la llucareta en 12 nuclis poblacionals (cap. 1, fig 12).

La dinàmica en l'espai d'aquestes diferents subpoblacions s'ha d'analitzar tenint en consideració tant una aproximació macrogeogràfica com microgeogràfica. Des de un punt de vista macrogeogràfic, la llucareta té una dinàmica típica de metapoblacions, amb model clàssic de fonts-embornals (Pulliam, 1988; Dias, 1996), amb processos expansius, extincions i recolonitzacions (cap. 7).

La hipòtesi que es proposa en la tesi per explicar el procés expansiu detectat a Ibèria passada la dècada dels 50 del s. XX, és que molt probablement estigui relacionat amb la intensa repoblació de coníferes duta a terme a la postguerra entre els anys 1940 i 1970 (fig. 74)(Casals et al. 2005; Pares and Guisán 1981). Quan els pins van assolir una certa talla i la capacitat de produir pinyons, estaven en condicions d'acollir dispersors des de les àrees font. En aquest procés expansiu, els Pirineus i la nostra zona prepirinenca, tenen un paper rellevant com centres dispersors o *àrea font*, alhora que les àrees ibèriques actuen com *àrees embornal*. Els adults mostren molta *filopàtria*, és a dir fidelitat interanual a les zones on s'han reproduït. Els joves, per contra, ho són molt menys, tal i com ho mostren les dades d'anellament (Borras, Cabrera, Colome, and Senar 2012)(§A11). Aquest atribut és clau per explicar la dinàmica expansiva de la llucareta, car els joves tenen un paper cabdal en el *potencial dispersor* de l'espècie.

A nivell microgeogràfic, els hàbitats de millor qualitat (cares N, E i espais més obacs) emeten menys elements dispersors que els de mala qualitat (solells i vessants sud). Per contra, els hàbitats de bona qualitat reben més individus que les àrees pitjors. Com ja s'ha comentat (ap. 72), aquest intercanvi asimètric caracteritza, conjuntament amb la diferència de supervivència, el nou model descrit per la llucareta, el *model de fonts i cubetes* ("*sources and pools*") (§A11). Els hàbitats de més alta qualitat actuen com una reserva de *variabilitat genètica*. Aquestes dinàmiques es poden mantenir a causa de la gran abundància i l'estabilitat de la productivitat del pi negre, una de les seves principals fonts d'aliments en aquests entorns, i que permet que les aus no assoleixin la capacitat de càrrega de l'hàbitat. En aquest model, els joves, són els que tenen menor supervivència i els que més es dispersen (§A11). La dispersió *dependent del fenotip* (Edelaar, Siepielski, and Clobert 2008), comentada anteriorment, podria conduir a augmentar la migració asimètrica entre localitats, altrament típica de l'espècie (§A11).

Les dades d'anellament i les bibliogràfiques, com s'ha comentat anteriorment, constaten que els grups de les semicolònies es mouen junts i passen totes les etapes del cicle anual plegats i són filopàtrics (§A6), aspectes que donen robustesa al model de fonts i cubetes, malgrat la llucareta no sigui sedentària tot l'any. Talment com s'ha comentat en l'apartat de l'adaptació local, la persistència dels grups en la hivernada simpàtrica, fomenten el



mecanisme de familiaritat i eviten el flux genètic en els aparellaments. Però també cal considerar un altre conseqüència del mecanisme de l'aparellament concordant, que té que veure amb les poblacions a nivell macrogeogràfic. En efecte, la *connectivitat* de poblacions que s'estableix en les àrees d'hivernada simpàtrica (§A6), també afecta a individus de les poblacions transpirinenques, i pel mateix mecanisme de la familiaritat evita que entre aquestes i les peninsulars s'estableixi flux genètic. L'aparellament concordant, doncs, esdevé un arma de doble tall. Aquest fet reforça l'estancament a que estan sotmesos aquests nuclis reproductors europeus, cosa que abona la hipòtesi de l'aïllament d'aquestes poblacions que, sense cap altre mecanisme d'intercanvi genètic poden entrar en decadència, sense menystenir altres possibles causes derivades de la interacció antròpica (es comenta en l'apartat 102). Aquests pot ser el cas de les poblacions del nucli 12F, de les serres del Jura, Vosgues i Selva Negra, alguns dels quals han desaparegut o estan en procés de fer-ho.

10.1.6 FACTORS LIMITANTS

Els pins són un factor limitant de primer ordre. El *Pinus uncinata* és clau en l'alimentació subalpina i en la determinació de la qualitat de l'hàbitat com ja s'ha discutit anteriorment (§A8). El manteniment d'aquests espais de qualitat es veu garantit per la dominància del pi negre, un recurs bàsic, estable i amb poques fluctuacions, i per tant predictable (Génard and Lescourret 1987; Senar et al. 1993). A més, determina la distribució de les poblacions de llucaretes pirinenques, tant a la regió (les més estables i nombroses) com a la resta del Pirineu (Borras and Senar 2003; Borras, Senar, Cabrera, and Cabrera 2005b). Es podria inferir que és l'element clau que dona el caràcter específic de les poblacions estudiades, i de les pirinenques per extensió, amb un paper decisiu per determinar la qualitat dels hàbitats. A banda, és un tret diferencial entre les poblacions pirinenques i les de la resta de la península. Fins a la dècada dels 70 del s. XX, no es coneixien assentaments de llucaretes en boscos de pi roig (Pedrocchi 1997), restant restringides a les pinedes de pi negre, ni que fossin residuals com les navarreses (Purroy 1974). Per altra banda, ja s'ha indicat (apartat anterior i cap. 7, ap. 713) que l'expansió de l'espècie, sembla estar relacionada amb el repoblament de grans extensions de coníferes entre els anys 40 i 70. Una qüestió que queda pendent és saber si aquests nous nuclis colonitzats en el procés expansiu són hàbitats de gaire qualitat ja que les coníferes que s'hi troben són *Pinus sylvestris* i *Pinus nigra*. Acceptant l'argument del pi negre abans comentat, el més probable és que siguin hàbitats de qualitat molt menor que els pirinencs. Al nord de la península, tot i colonitzar espais de repoblació de coníferes com *Pinus radiata* i *Pinus pinaster* (coníferes de natural rares en aquelles latituds dominades pels caducifolis), sembla que l'alimentació està molt basada en plantes herbàcies (Alvarez 1998; Garcia 2015; Saiz-Villoria et al. 2002). Per inferència amb el que sabem del Port del Comte, aquests individus haurien de tenir un *fitness* menor que els de les comparativament més bones localitats del nostre massís.

Al seu torn, la pinassa pot esdevenir un factor limitant a l'hivern, atès el rol que té en la distribució i el manteniment de la població hivernal (§A1). Tanmateix, mentre que les pinedes de pi negre són relativament estables en la producció de pinyons, les de pinassa són més fluctuants, seguint uns cicles d'anyivoria (Borras et al. 1996; Ceballos and Ruiz de la Torre 1971; Ruiz de la Torre 2006), malgrat que la producció de cons en ambdós pins està molt lligada a les condicions meteorològiques que la poden afectar (Ruiz de la Torre 2006). La variabilitat de producció de cons de la pinassa no hauria de representar una



dificultat per a la llucareta a l'hivern, ja que el seu manifest caràcter oportunista li permet aprofitar amb eficiència els recursos disponibles dels *Pinus sylvestris*, quan la pinassa presenta una baixa o nul·la fructificació. Això és degut, com ja s'ha assenyalat anteriorment, a que els *Pinus sylvestris* montans i especialment els submontans (42n), presenten sempre una fructificació més regular que la pinassa (Ceballos and Ruiz de la Torre 1971; Ruiz de la Torre 2006).

Un factor limitant d'abast global pot també tenir efecte en el procés oportunista. Es tracta de la NAO (Oscil·lació de l'Atlàntic Nord). Entre altres qüestions, afecta la mobilitat dels anticiclons atlàntics (de les Açores) i pot empitjorar les condicions meteorològiques en anys d'anyivoria, malmeten el procés que necessiten de molta estabilitat (Gordo,



Figura 10.1. Esquema dels diferents nivells de complexitat lligats a la biologia de la llucareta. Original de l'autor.

Barriocanal, and Robson 2011). Així, en episodis anomenat de NAO negativa, l'anticicló es retira de la península ibèrica i dóna pas a una successió de sistemes frontals que inestabilitzen les condicions necessàries per l'oportunisme. Aleshores, les pluges són més freqüents impedit l'obertura de les pinyes o, tal vegada, provocant que es tanquin. Aquest mecanisme d'obertura de les pinyes lligat a la humitat ambiental (Kerr *et al.* 2008) és un handicap per la llucareta en l'episodi oportunista. Hem estat testimonis de com aquest fenomen ha malmès intents de cria i hem comprovat com les plaques incubatrius de les femelles migraven després de dies d'inestabilitat en les zones d'oportunisme. Això fa

palès un aspecte molt important de l'oportunisme: els factors limitants del procés. Aquests són: l'aparellament previ a l'hivern, l'anyivoria, el període anual (prevernal), el període òptim (febrer-abril), l'estabilitat atmosfèrica (anticicló) i el lloc adient (territori ausosegàrric). Si algun d'aquests paràmetres falla, el procés pot entrar en crisi o simplement no es dóna. En un apartat anterior s'han discutit les raons de l'absència d'aquest fenomen a Europa. Els requisits esmentats permeten entendre la dificultat que suposa per les poblacions centreeuropees dur a terme aquest episodi.

A les cotes subalpines, un altre factor limitant pot estar relacionat amb altres *fluctuacions meteorològiques*, especialment la sequera. Aquesta, per raons òbvies, és més acusada en els vessants meridionals. Com s'ha vist al cap. 8, la supervivència a l'etapa de cria, sembla estar influïda per les *precipitacions* del més de juny. Així, la manca de pluges primaverals pot afectar la productivitat dels rasos i dels herbeis (Huxman *et al.* 2004; Mooney and Kummerow 1981), que són un factor clau en la dieta de les llucaretes dels hàbitats de baixa qualitat, en els quals les llucaretes poden veure disminuir la seva supervivència per manca de recursos tròfics. Molt probablement, les àrees de baixa qualitat corren el risc d'extingir-se més fàcilment que les de bona, especialment si les circumstàncies esdevenen molt adverses o les fluctuacions són molt acusades.



Un darrer aspecte a considerar és que el model de metapoblacions de fonts i cubetes ha de tenir fortes implicacions pels models de gestió que es puguin proposar en les poblacions de llucaretes. Així, en l'elecció d'espais per a la conservació de la llucareta s'haurien de valorar dos aspectes. En primer lloc, considerar l'heterogeneïtat ambiental dels espais a seleccionar per avaluar el nivell de qualitat dels fragments i el *fitness* de la població que contenen. En segon lloc, si més no per a la població dels Prepirineus, procurar al màxim el manteniment de la matriu de pinedes de pinassa del mosaic agroforestal on la població hivernarà, així com una política de manteniment de rostolls, deixius i guarets d'una superfície que permetés el manteniment dels estols amb un mínim de garanties de supervivència (Borras and Senar 2003; Borras and Senar 2013; Borras, Senar, Cabrera, and Cabrera 2005b; Borras, Senar, Cabrera, and Cabrera 2011).

10.2 LA INTERACCIÓ HOME-LLUCARETA.

La suposada expansió registrada a l'Europa central que va tenir lloc al segle XX, referida per Cramp & Perrins (1994), es va atribuir a dos factors ambientals d'origen antropogènic. El primer va ser l'alta incidència de la pluja àcida transfronterera sobre els boscos de coníferes, especialment de *Picea abies*. La deposició àcida va afectar molt aquests boscos centreeuropeus (Cramp and Perrins 1994; Förchler 2007a; Förchler 2006; Förchler and Dorka 2010), provocant una intensa desforestació i un important aclariment dels boscos existents, mentre que a la península ibèrica no va tenir cap impacte. L'altre factor que influï a Europa va ser l'auge de l'esquí alpí que va ocasionar l'obertura de les masses compactes i l'aclariment dels boscos, cosa que va modificar el paisatge subalpí augmentant els marges de bosc i posant a l'abast de les llucaretes noves pastures rases. Sens dubte, això va augmentar significativament l'hàbitat potencial de l'espècie. A Catalunya, des de finals dels 60 del s. XX, l'aparició de l'esquí va prendre el relleu al pasturatge com a principal element afaiçonador dels ambients d'alta muntanya (cap. 3)(Soriano 1990; Soriano 2001). També a la regió prepirinenca la proliferació de pistes i ressorts va canviar la fisiognomia de les zones alpines i subalpines (La Molina, Port del Comte i Alp).

Encara que resulti paradoxal, l'expansió de les masses boscoses a partir de la dècada dels 40 del s. XX, com ja s'ha comentat anteriorment (ap. 713), va aplanar el camí per una futura expansió en la dècada dels 60 cap a les contrades ibèriques. Si el que beneficia a les llucaretes és l'aclariment dels boscos i la creació de clarianes i prats de pastures, com és que una reforestació les pugui també beneficiar? La resposta a la paradoxa és doble. En primer lloc, la repoblació va augmentar la superfície de pinedes a la zona submontana, concretament a la zona submediterrània on es van plantar moltes pinasses (15.000 ha), principalment a Lleida (Casals et al. 2005) (fig. 102b). Això va permetre ampliar l'àrea natural de la pinassa a Catalunya, el que hem anomenat al començament del capítol la *buffer range* (veure fig. 10.2). Aquesta és la zona òptima per fer la reproducció oportunista, aspecte aquest d'importància cabdal per entendre el potencial dispersor de l'espècie com es comentarà més endavant. L'altra vessant de la repoblació penso que té que veure amb el procés expansiu. Així, atès que la repoblació es va fer a tota la península i les principals espècies plantades van ser coníferes, la superfície ocupada per aquestes va augmentar molt notablement a la península. Es van crear nous espais amb *P.nigra* i *P.sylvestris* als principals massissos ibèrics: Sistema Central, Ibèric i Bètic (vegeu mapes de la fig. 74). Això, a priori, hauria d'haver afavorit l'assentament en aquestes àrees



re poblades, convertint-les fàcilment en àrees embornals. Els colonitzadors probablement eren individus que provenien de la zona font pirinenca-prepirinenca (§A10), i per tant el més segur és que haguessin nascut en zones de pinedes. La familiarització amb els pins sens dubte facilitaria la seva instal·lació en les àrees embornal. De fet, el factor *familiaritat amb l'habitat* en la selecció de noves localitat de cria ha estat assenyalat per diversos autors (Piper 2011). Queda resolta aquesta paradoxa aparent, de com una reforestació pot ajudar a una espècie que es beneficia sempre de les tales i les estassades. El cert és que la llucareta s'acaba beneficiant un cop més d'un cavi d'ús del sòl, evidentment, antropogènic. Malgrat tot, en el panorama actual, no tots els canvis són favorables per a la llucareta i s'han començat a reportar retrocessos areals i desaparicions de poblacions que s'atribueixen a pràctiques antròpiques (Förschler 2007a). La plasticitat de la llucareta sembla que també té un límit. En el decurs dels darrers anys, s'han succeït uns canvis socioeconòmics que, a l'ensem han portat a canvis en els usos del sòl, cosa que ha alterat moltes pràctiques tradicionals agropecuàries i silvopastorals amb resultats no massa beneficiosos per la llucareta. A continuació es tractaran aquests canvis en relació als diferents nivells del territori.

– ZONA SUBALPINA I ALPINA

A les zones subalpines, la pèrdua de pastures tradicionals per la davallada de les activitats pastorals i la disminució de la pressió de pasturatge comporta un procés de reforestació associada (Camarero and Gutiérrez 2007; Devis 2004; Soriano 1990; Soriano 2001). Tot i ser un procés lent, no afavoreix pas la llucareta: boscos més densos, menys pastures rases i en menys quantitat. La desaparició del bestiar també influiria negativament sobre les comunicats ruderals que perdrien superfície o fins i tot desapareixerien de molts indrets atès el seu lligam amb els ramats (Förschler and Dorka 2010). Aquest fets podrien veure apaivagats, en part, per la proliferació de noves pistes d'esquí, sempre i quan el canvi climàtic permeti innivació suficient per mantenir-les actives. En cas contrari el procés de davallada de la ramaderia i la reforestació del pi negre es giraria en contra de la llucareta. Un altre factor negatiu per la llucareta es les "noves" gestions de les pistes d'esquí, que eliminen la coberta vegetal per afavorir l'assentament de la neu. Aquest factor negatiu ja va ser comentat a finals del segle XX a la zona de Baviera i més recentment ha estat documentat també a altres indrets dels Alps (Bezzel and Brandl 1988; Laiolo and Rolando 2005; Rolando et al. 2007).

– ZONA OPORTUNISTA

A les zones submontanes, els incendis forestals han acabat pràcticament amb un terç de la superfície de pinasses submediterrànies (Terrades et al. 2004). Les hectàrees que resten estan exposades perillosament a futurs incendis, (Espelta et al. 2002; Gil-Tena et al. 2013). Sens dubte això pot acabar repercutint en la reproducció oportunista i de retruc en de dinàmica de les seves poblacions, cosa que fa temps es va com ja fa tems que es va pronosticar (Borras and Senar 2003; Borras, Senar, Cabrera, and Cabrera 2005b) Ara bé, resta encara superfície disponible a les regions properes (veure figs. 49 i 410). Tanmateix el boscos de pinassa estan molt amenaçats pel canvi climàtic (Araújo et al. 2011; Gil-Tena, De Cáceres, Aquillué, REGOS, VILLERO, Saura, and Brotons 2013; Martínez-Vilalta et al. 2012; Ordóñez 2004) de manera que si no es prenen mesures en el futur, la pinassa com a espècie es veurà molt compromesa. Actualment, atents a aquesta necessitat, s'està gestant per part de *Dept. De Medi Natural i Biodiversitat*, el projecte



europèu LIFE+PINASSA (LIFE13 NAT/ES/000724) que pretén millorar de manera significativa la capacitat d'adaptació i de resistència al canvi climàtic dels boscos de pinassa, cofinançat pel DARP i MA. La notable davallada de la llucareta a Catalunya en l'interval entre el 2002 i 2014 (-43%) (ap. 9142, fig. 95), fa reflexionar i preguntar-se si hi pot haver alguna relació entre l'enorme pèrdua de superfície de pinasses (30% de la superfície de pinassa de Catalunya entre 1994 i 1998) i aquest decrement tant notable dels efectius de llucareta. De moment no hi ha dades que ho puguin referendar.

– ZONA D'HIVERNADA

Les perspectives d'anys enrere amb grans superfícies de pinassa i un mosaic agroforestal submediterrani amb rostolls, deixius i guarets abundants, eren un escenari òptim per la llucareta, i especialment predictable, aspecte aquest que ha empitjorat notablement en els darrers anys. En part va ser degut al temor que van causar els grans focs forestals del 1994 i 1998, cosa que va impulsar a llaurar els camps segats per eliminar així el perill de propagació del foc pels rostolls (Borras and Senar 2003; Borras and Senar 2013; Borras, Senar, Cabrera, and Cabrera 2005b; Borras, Senar, Cabrera, and Cabrera 2011). Les amenaces en aquest ambient submontà i de terra baixa, amb molta rellevància en l'etapa hivernal, afecten també els estols d'altres fringíl·lids i espècies de petits passeriformes europeus que venen a passar l'hivern a les contrades del mosaic agroforestal de la regió, bo i cercant les grans de plantes ruderals i arvenses (Borras and Senar 2013; Borras, Senar, Cabrera, and Cabrera 2011). Com ja s'ha indicat, la tendència a llaurar els rostolls i a no deixar guarets dificulta que els esbarts de passeriformes es sedentaritzin i es veuen obligats a divagar per les contrades de la Catalunya interior o a seguir un periple incert a la recerca de recursos. Això, a part de dificultar l'alimentació, provoca una despesa afegida en els desplaçaments. A més, s'ha d'afegir la pràctica de llançar insecticides i agroquímics diversos (p.e. glifosato) als rostolls i camps per tal de combatre les "males herbes" que no són més que les plantes segetals i arvenses que es mengen els passeriformes que hem comentat. A més d'eliminar la font de suport alimentari de les llucaretes, pot, de retruc intoxicar-les. Si a l'eliminació dels guarets i els deixius s'afegeix que malauradament no sigui any de producció de pinyes, el panorama encara és més ineluctable. Solament el *P.sylvestris*, per la seva regular fructificació, pot resoldre parcialment aquesta situació. Altrament, si la situació és molt greu i les condicions meteorològiques no són favorables a l'obertura de les pinyes, obligarà les llucaretes a abandonar la regió a partir del gener, quan les herbes ja han perdut la grana (§A1, Borràs et al. 2011, Borràs et al. 2012). Una altra pràctica perversa per a la llucareta i els seus companys en els quarters d'hivernada, és la tendència a eliminar vores de camps i ecotonies en aquests mosaics. Sens dubte és negatiu en general per a la comunitat sencera de vertebrats que s'hi allotgen cosa que ocasiona, amés, una pèrdua de biodiversitat

– ZONES PENINSULARS

Pel que fa a les àrees peninsulars, la llucareta aparentment, s'expandeix per les noves àrees de repoblacions de coníferes peninsulars, tot i que falta veure quan temps durarà i fins a on arribarà aquest procés colonitzador. De moment sembla que s'ha atrevit a colonitzar àrees amb caducifolis, sempre i quan la vegetació herbàcia el proveeixi de recursos, especialment a la regió cantàbrica occidental, on ha arribat a criar fins a Galícia (veure taula 13) (Ramos 2004; Vázquez 2004). A les contrades silíciques del nord-oest



peninsular, plantes allí abundants com *Teucrium scorodonia*, una planta clau a l'ecologia tròfica de les poblacions europees, (taula 54), poden facilitar l'assentament dels colonitzadors (veure efecte a Europa en Förschler (2001b)) i mitigar, tròficament parlant, l'absència dels recursos que no les hi poden oferir els pins.

Un aspecte interessant a discutir és preveure quines conseqüències tindria una probable tendència demogràfica a la baixa de les àrees font prepirinenques. Presumiblement es podria frenar la dinàmica expansiva cap les àrees embornal ibèriques del nord-oest i el sud-est peninsular. Preveure que passaria després amb aquests nuclis ibèrics allunyats de la zona font és especular però no les hi auguraria massa futur. La hipòtesi per explicar el mecanisme que conduiria a l'extinció d'aquests nuclis té que veure amb el lligam dels ocells que realitzen l'expansió i les zones de pinassa de la zona *buffer*. Es podria considerar que molts dels ocells que inicien el procés expansiu des de les zones pirinenques, que són majoritàriament joves, surten dels "excedents anuals de joves" de la població subalpina que pot generar, en part, el procés oportunista. El reclutament de joves (3J) que ofereix la cria oportunista esdevé un valor afegit de les poblacions pirinenques amb àrees amb pinassa als samontans. Això representa que aquesta àrea prepirinenca hauria de ser més productiva que les de la resta de la península en les que no s'ha detectat la cria oportunista. D'aquest contingent de població "excedentària" prepirinenca sortirien les llucaretes protagonistes del procés colonitzador. Si les zones de pinassa, que estan en clara amenaça (tal i com s'ha vist en l'apartat anterior) es veuen més malmeses pels incendis i es compleixen les amenaces derivades del canvi climàtic amb problemes amb la fructificació dels pins (Santisteban et al. 2012) i agreujament de la sequera i aridesa estival (Araújo, Alagador, Cabeza, Nogués-Bravo, and Thuiller 2011; Candel-Pérez et al. 2012; Tisca Oliver 2007), es dificultaria la cria oportunista cosa que podria disminuir molt els contingents de joves reclutats. La predicció apuntaria a una frenada del procés expansiu. Sigui com sigui l'esdevenir de la pinassa, el que es posa de relleu és la importància d'aquest pi en la dinàmica de l'espècie, no sols a les àrees prepirinenques i pirinenques (àrea font), sinó també possiblement a moltes de la península (àrees embornal).

– POBLACIONS EXTRAPIRINENQUES

En l'actualitat, com ja s'ha comentat en l'ap. 713, alguns nuclis de les poblacions transpirinenques es troben en fase de regressió (Bezzel and Brandl 1988; Fonderflick et al. 2010; Förschler and Dorka 2010) i §A10. Veure també l'ap. 1111. El *Swiss Bird Index* de *Vogelwarte* referides als darrers 24 anys (fig. 95) també semblen anar en aquesta direcció. Les extincions en nuclis o fragments allunyats de les àrea font són processos indeslligables de la dinàmica de les metapoblacions com ja s'ha comentat abastament en capítols anteriors. Aquest podia ser el cas, aparentment, dels nuclis de Vosgues, Selva Negra i Jura, tots marginals i allunyats de la zona dels Alps que actuaria com àrea font. Ara bé, sembla que les dades de l'índex, computades en la totalitat del territori suís, i la constància de la davallada, apunten a una regressió que afectaria al conjunt de la població suïssa de la llucareta. Cal considerar és el que s'ha apuntat al parlar de metapoblacions anteriorment (1015). Els nuclis transpirinencs estan aïllats genèticament de les àrees pirinenques que són el focus dispersor de flux genètic. Això vol dir que aquestes poblacions, amb cert aïllament genètic de la resta de poblacions, poden ser més proclius a extingir-se. Aquesta típica característica de les metapoblacions, però, no ha



estat mai considerada ni esmentada pels autors centreeuropeus que pronostiquen el futur de la llucareta (Förschler 2007a; Förschler 2006; Förschler and Dorka 2010). Altres explicacions s'han de cercar fóra de les que es deriven de la teoria de metapoblacions. Aquestes podrien apuntar a causes antropogèniques.

Per una banda cal considerar dues de les causes més destacades d'aquest procés de regressió antropogènica. El primer es refereix a l'abandonament de la ramaderia tradicional, amb la desaparició dels prats de pastures rases, que es transformen en pastures d'herbes altes i en prats dalladors, cosa que va aparellada a la creixent progressió de la massa arbòria. L'altra qüestió és l'agressiva gestió "moderna" de les pistes d'esquí alpines que comporten la desaparició de pastures (Rolando et al. 2007, Caprio et al. 2011). Paradoxalment, l'acció antròpica va afavorir la llucareta en els anys 80 a centreeuropa, i, ara, la mateixa acció de l'home, però amb altres pràctiques totalment diferents, l'està perjudicant.

10.3 HÀBITATS SINGULARS D'INTERÈS COMUNITARI I CONSERVACIÓ

La llucareta, un endemisme europeu, habita a la regió en comunitats forestals formades per pins també endèmics de l'oest de la Mediterrània, el pi negre i la pinassa. El tàndem de pins relictos del terciari, tenen un important valor ecològic i de biodiversitat. Per tant, podríem dir que estem davant d'una zona plena de material ambientalment sensible, tant pel que fa a les llucaretes com als pins que forneixen els seus hàbitats. Es discutirà el valor ambiental d'aquestes comunitats forestals i de les comunitats herbàcies que juntament amb les pinedes es consideren *hàbitats protegits*. Considerarem la llucareta com un *actiu de biodiversitat* pels trets propis d'endemisme i d'espècie amb una restricció geogràfica acusada. No obstant, també s'hi han d'afegir els atributs donats pels hàbitats singulars que ocupa. Bona part dels hàbitats on cria la llucareta a la nostra regió formen part dels ecosistemes considerats sensibles per la UE i valorats a nivell ambiental com a *hàbitats d'interès comunitari*, i en alguns casos, com a *hàbitats d'interès prioritari*. Aquests hàbitats caracteritzen a la nostra població dels Prepirineus orientals diferenciant-la de les restants poblacions pirinenques i singularitzant-la en el conjunt de les ibèriques. La informació dels hàbitats d'interès que tenen relació amb el cicle vital de la llucareta, es recullen en la taula 35, que inclou 16 comunitats vegetals integrades en 7 hàbitats d'interès comunitari. Tres dels quals són d'interès prioritari, tots corresponents a boscos de coníferes calcícoles de distribució molt restringida. Veurem com els *HIC* formen part dels hàbitats del cicle vital de la llucareta:

- ELS HÀBITATS DE BONA QUALITAT:

Zones reproductores de la cara N o cara E. Contenen pastures mesòfiles del *Mesobromion* del **34b** que acompanyen les pinedes de pi negre mesòfiles del **42i**. Aquestes formacions de l'aliança *Rhododendro-Vaccinion* són més compactes i estructurades. En conjunt són hàbitats més verds a l'estiu i més productius i de producció força regular

- ELS HÀBITATS DE BAIXA QUALITAT:

Zones reproductores de la cara S. Alberguen pastures seques de l'aliança *Festucion* del **36n** que constitueixen els prats subalpins enmig de les pinedes xeròfiles de pi negre del **42h**, de l'aliança *Juniperion nanae*. Aquests boscos esdevenen sovint comunitats de *Juniperus communis* ssp. *nana* amb alguns pins escampats, i són molt menys productius i



menys regulars. Si l'estiu esdevé càlid, agosteixen ràpidament i deixen veure un paisatge molt eixarreit.

- Les zones de pinassa submediterrànies:

On es dona la hivernada i la reproducció oportunista. Presenten prats xeròfils de l'aliança *Xerobromion*, **34d**, constituint pastures sovint emmatades, on campegen les llucaretes a l'hivern i durant el període prevernal. Aquestes poden acompanyar les comunitats de pinassa del **42t** que són susceptibles d'anyivoria.

- Altres comunitats:

A l'estatge alpí en destaca les pastures poc esteses de comunitat **36m** pròpia de les carenes rocoses de la zona oriental, on la llucareta hi pastura a l'estiu i a la tardor. Els prats de dalla dels estatges submontà i montà del codi **38b** canvien molt d'aspecte al llarg de l'any i a primavera quan està curull de *Taraxacum officinale* adquireix més rellevància en el cicle de la llucareta.

Malgrat que, en el context de la heterogeneïtat ambiental, els hàbitats es considerin de més o menys qualitat, observem que tots els ambients rellevants en el cicle de la llucareta tenen el valor afegit d'estar constituïts per comunitats catalogades com comunitats vegetals d'*interès comunitari*. Això ja és suficient per remarcar l'elevat valor ambiental de les poblacions estudiades, tant a nivell de l'espècie, com dels seus hàbitats i espècies vegetals. Això crec que és suficient per plantejar-se considerar la llucareta i els seus hàbitats amb uns altres ulls proteccionistes. Caldria repensar el seu valor ambiental i ecològic i plantejar si calen fer plans de conservació o de gestió de les seves poblacions, que, per altra banda, estan en declivi. A més a més, també caldria considerar si la categoria de protecció actual és l'adient, i en tot cas plantejar-se si cal elevar-la.

10.4 CONSIDERACIONS FINALS

El permanent canvi de les pràctiques agroforestals ha incrementat, sens dubte, l'impacte de les activitats de l'home sobre el medi, canviant els usos del sòl i la coberta vegetal alhora que ha propiciat la fragmentació del territori i dels hàbitats de les espècies. No totes les espècies han sabut adaptar-s'hi i, o bé s'han extingit o han estat arraconades a zones marginals. Per contra, la llucareta ha mostrat una manifesta plasticitat a l'hora d'adaptar-se històricament als medis modificats i, a grans trets, n'ha sabut treure rendiment sortint-ne, en general, beneficiada. El cert és que la llucareta és un bon exemple de com poden afectar les diferents pràctiques en la gestió humana dels recursos naturals sobre les espècies i com aquestes reaccionen. Tanmateix, els impactes humans sobre el medi poden afavorir o perjudicar fins i tot a espècies que no són residents a la zona de l'impacte. Aquest seria el cas dels impactes en les àrees d'hivernada que afecten a poblacions allunyades centenars de quilòmetres. Però malgrat la plasticitat manifestada històricament per la llucareta, existeixen fonamentades raons per pensar que la *interacció antròpica* en l'estructura dels seus hàbitats pot ocasionar problemes en el futur a les poblacions ibèriques. Conèixer aquests aspectes pot ajudar, en un futur, a planificar estratègies de llarg abast per a la protecció de certes espècies aparentment alienes al lloc dels impactes antròpics i que es pot veure també greument afectades en el temps i en l'espai. El canvi i la transformació del paisatge de la mà de l'home ha continuat i s'ha intensificat. Pel que sembla actualment, les coses no li són tan favorables per la llucareta, ja que s'albira que haurà d'afrontar un període de dificultats que ja han començat a



afectar les poblacions centreeuropees. S'han de fer polítiques de prevenció dels grans incendis forestals, del manteniment dels boscos de pinassa (p.e. projecte *LIFE+NPinassa*) i tenir cura de tots els efectes derivats del canvi climàtic, així com de la política agroforestal i les pràctiques silvopastorals que afecten l'alta muntanya. La *PAC* hauria de contemplar la pràctica de manteniment de guarets i deixius pensant en la hivernada dels passeriformes. Caldrà revisar periòdicament l'estat de les seves poblacions i avaluar la seva vulnerabilitat. S'ha de veure si aquesta plasticitat que tant l'ha beneficiat, és suficient per afrontar un seguit de canvis antròpics greus que ja han començat a afectar les poblacions europees (com s'ha discutit en l'ap. 102) Un cop vist el paper que ha tingut l'activitat antròpica en el passat, s'ha d'avaluar quin pot tenir en el futur de l'espècie a curt i a mitjà termini. Solament així es pot avaluar si hi ha necessitat de fer plans de gestió i si cal prendre mesures i actuacions de caràcter preventiu, tant en les àrees de reproducció com en les d'hivernada.

De la llucareta hem considerat aspectes d'interès com el procés d'adaptació local, el paper com a bioindicador i els models de metapoblacions a nivell macrogeogràfic. Hem valorat el conjunt tan sensible ambientalment com és el de les muntanyes calcàries on es distribueix, amb molts hàbitats d'interès comunitari i el paper dels boscos endèmics de pinassa en la seva biologia, que és molt difícil de deslligar dels boscos de pi negre. Hem vist el paper que té com element font en el model de fonts-embornals i com això pot tenir un paper cabdal en el procés expansiu dels nuclis de la península ibèrica. A més estem assistint a un procés de davallada poblacional, lent, però que apunta a que es pot agreujar en poques dècades. Vist això, cal plantejar si el seu estatus de protecció que té actualment és l'adequat. La opinió personal és que resulta clarament insuficient i que caldria passar-la a una categoria de protecció superior (per exemple de *D* passar-la a *C*). Això permetria contemplar la confecció de plans de recuperació per aturar les amenaces. Malauradament les espècies dels nivells tròfics inferiors de la cadena tenen poc "ganxo" per atreure l'atenció dels gestors que se senten més atrets pels depredadors i les espècies dels nivells superiors que, per altra banda, són més conegudes per la gent. Des d'aquí es vol, per tant, cridar l'atenció de que les espècies petites poden ser molt grans, i tant interessants com qualsevol altre espècie.







CONCLUSIONS



Masle adult de llucareta a finals d'estiu. Foto A.Borràs



✚ Sense emoció no hi ha projecte
EDUARD PUNSET



CONCLUSIONS

- La dinàmica d'ocupació de l'espai de la llucareta és el típic de les **metapoblacions**, amb una distribució fragmentada ja que està lligada als principals massissos europeus. Aquesta distribució, però, com en d'altres metapoblacions, es dinàmica, amb colonitzacions, extincions i recolonitzacions. D'aquesta manera, a la península ibèrica, i des de la dècada del 50 del s. XX, la llucareta ha iniciat un procés expansiu cap la cornisa cantàbrica i els massissos Bètic, Ibèric i Central. Aquest procés sembla estar molt relacionat amb la repoblació *forestal de la* postguerra feta en el període 1940-1970. Al mateix temps, les poblacions centreeuropees semblen estar patint una regressió
- Les dades genètiques suggereixen que les poblacions dels Pirineus-Prepirineus juguen el paper de **zona font**, de la que es nodreixen les poblacions del resta de la Península. L'intercanvi amb les poblacions transpirinenques es, per contra, molt petit, el que pot agreujar la seva regressió
- A la regió estudiada dels Prepirineus orientals i, per extensió, la de la totalitat de Catalunya, la **distribució de la llucareta** a l'època reproductora coincideix pràcticament amb la **distribució del pi negre**. Aquest aspecte apropa la població estudiada a moltes poblacions alpines i europees i la diferencia clarament de la resta de poblacions reproductores ibèriques. En aquesta època la llucareta requereix, a més, de prats i pastures rases enmig dels boscos de pi negre. Així mateix, les comunitats ruderals (camins, jaces i sestadors de bestiar) semblen tenir un paper important per assentar les semicolònies reproductores
- En períodes hivernals la llucareta cerca **espais submediterranis**, eixuts i lliures de boira, a l'interior de Catalunya. Són preferentment els mosaic agroforestal i els espais forestals de la **zona ausosegàrrica**, amb pins submontans, especialment pinassa. En la primera part del període hivernal cerca més els espais agroforestals amb vegetació sinantròpica (ruderal, arvense, calcigal, etc.) en rostolls, guarets i deixius. La segona part de l'hivern, quan els bancs de llavors herbàcies s'han exhaurit, cerca els espais forestals i els boscanys submontans romanent en els llindars d'aquests forests.
- Es pot dir que els espais òptims per a la llucareta al llarg de l'any són **els ambients en mosaic**. Aquets tenen dos elements: els pins (pi negre a dalt i pinassa a baix) i, bo i intercalades entre els fragments de bosc, i les comunitats vegetals de prats i de vegetació sinantròpica. El mosaic de l'estatge subalpí és poc perceptible i s'ha anomenat mosaic difús, mentre que els mosaics montans i submontans, són més ostensibles per l'efecte de les tessel·les
- Pel que fa a la dieta, sempre que hi ha pinyons a disposició se n'alimenta. En l'escenari especialista-generalista, es mostra **especialista** en *Pinus uncinata* a començaments de l'etapa de cria, però també pot ingerir herbes dels rasos curts i comunitats ruderals destacant pel seu valor nutricional *Taraxacum officinale*. Posteriorment, de l'estiu a la tardor és mostra més **generalista**, consumint moltes



espècies herbàcies dels rasos i sinantròpiques. Si la producció de *Pinus nigra* és elevada torna a consumir pinyons a la segona etapa de l'hivern. Un tret rellevant és que sent predilecció per espècies herbàcies que tenen llavors amb olis essencials i compostos volàtils (asteràcies i labiades) aspecte aquest que la caracteritza entre els fringíl·lids. El **binomi tròfic** pins-herbes és fonamental per entendre l'adaptació a l'heterogeneïtat ambiental

- Els anàlisis AFC que sintetitzen els **patrons de la dieta** mostren que hi ha dos eixos principals que determinen el cycle biològic de la llucareta: l'eix de zona (subalpí/montà) i l'eix l'alimentació (arbori/herbaci). L'encreuament d'aquests dos eixos, fa que el seu cycle biològic es caracteritzi per presentar quatre fases (quadrants). Tres d'elles són constants en la majoria de fringíl·lids (reproducció, muda i hivernada) i la quarta, la de la reproducció oportunista, és peculiar i singularitza la població estudiada
- L'**efecte vessant** (continentalitat i mediterraneïtat acusada a cotes alpines-subalpines) determina un contrast molt acusat entre les cares solells i les obagues dels massissos occidentals de la zona, cosa que genera molta **heterogeneïtat ambiental**. La dualitat de la llucareta de poder consumir pinyons i/o herbàcies, li permet aprofitar de forma diferencial la diversitat ambiental present en aquests medis subalpins. En els vessants S, eixarreïts i forestalment oberts, consumeix més herbàcies que pinyons. La productivitat dels pins aquí és més migrada que en els espais obacs. En les cares nord, forestalment més tancades i productives, consumeix més pinyons
- Aquests espais tan contrastats en els aspectes fisiogràfics i geobotànics, donen lloc a dos tipus d'hàbitats: de bona qualitat (N) i de baixa qualitat (S). L'heterogeneïtat es tradueix, a més a més d'una dissimilitud en l'alimentació, en diferències en diverses variables com l'èxit reproductor, la velocitat de muda, la supervivència i d'altres. Aquesta contrastada variació entre **hàbitats de diferent qualitat** no consisteix solament en una simple plasticitat fenotípica, sinó que s'ha comprovat que la llucareta presenta adaptació local, amb diferenciació morfològica i genètica, que es manté en el temps.
- Entre aquests hàbitats s'estableix una dinàmica d'intercanvi asimètric, especialment dels individus joves, que van significativament més des de les àrees de menor qualitat (àrees cubeta) a les d'alta qualitat (àrees font), en una dinàmica nova anomenada de **fonts i cubetes**, estudiada i definida per primera vegada en aquesta població. Aquest mecanisme d'intercanvi està probablement relacionat amb el procés d'adaptació local que caracteritza a les llucaretes, mitjançant l'anomenada **dispersió dependent del fenotip**. Aquest mecanisme proposa que els ocells tendirien a dispersar-se cap a les localitats per on estan millor preadaptats (per exemple, els individus de major longitud de l'ala de les àrees de baixa qualitat es traslladarien als hàbitats de bona qualitat i a l'inrevés). Aquest mecanisme permetria que es mantinguessin els dos tipus d'hàbitats sempre i quan no actuessin factors limitants de forma paroxismal
- A la regió estudiada, la hivernada té generalment lloc en les zones samontanes properes als massissos on nia. Les dades d'anellament mostren que la llucareta presenta molta **filopàtria per les àrees d'hivernada**, tant dins del mateix any com entre anys. Les diferents subpoblacions poden compartir la mateixa àrea d'hivernada (simpatria). A més, en els quaters d'hivernada catalans hi ha



connectivitat (*sinhiemia*) amb llucaretes de diverses poblacions peninsulars i fins i tot extrapirinenques

- A la hivernada, que és el període quan s'aparellen dins dels estols, la cohesió dels estols de les diferents semicolònies, juntament amb el **mecanisme de la familiaritat** (aparellament concordant entre individus coneguts), impedeix el flux genètic entre els estols, cosa que permet mantenir l'adaptació local. Com a arma de doble tall, l'aparellament concordant o familiaritat, alhora que, per una banda ajuda a mantenir l'adaptació local, per l'altra evita també el flux genètic amb les poblacions europees en els quaters hivernals, contribuint així al seu aïllament genètic.
- Un altre període de gran importància dintre del cicle biològic de la llucareta es la **reproducció oportunista** en els boscos submediterranis de pinassa. En el període prevernal de la zona ausosegàrrica lliure de boires i molt assolellada (*buffer range*), s'han de complir unes condicions per tal que es doni l'oportunisme: anyivoria, estabilitat atmosfèrica i situació NAO positiva
- Els principals protagonistes de l'episodi de cria oportunista són els **individus de primer any** de plomatge retardat, i per tant, són individus de menor qualitat. Els pinyons *ad libitum* són un recurs proteínic molt valuós que els estimulen a niar a partir de febrer i que els hi permet pujar els polls sense problemes. Posteriorment (al maig) les parelles reproductores i els joves nascuts aleshores es dirigeixen a la zona subalpina, deixant totalment buides d'efectius les pinedes submontanes
- La reproducció oportunista en cotes baixes, permet aportar un nombre significatiu de joves de l'any a la població subalpina. El **reclutament dels joves** nascuts a la pinassa representa un increment substancial de la població. La causa d'aquest superàvit de joves i el propi superàvit, és un fenomen demogràfic gairebé exclusiu de la població prepirinenca
- Hipotèticament es podria establir que aquest superàvit de joves podria nodrir el front d'**individus dispersors** cap a les zones ibèriques recentment colonitzades. Les recuperacions d'aus anellades donarien suport a aquest supòsit. Una predicció d'aquesta hipòtesi és que un estancament o davallada en la població prepirinenca, podria aturar el procés colonitzador, i el flux genètic, deixant els nuclis colonitzats del SW ibèric aïllats i en condicions d'extingir-se, atès que es tracta de la dinàmica pròpia de metapoblacions
- La llucareta és una espècie oportunista que es mostra especialista quan convé (pinyons) i generalista si cal (ermots), demostrant una **gran plasticitat** que s'ha fet patent en l'ocupació dels hàbitats que l'home ha anat generant com conseqüència dels canvis en els usos del sòl i els canvis socioeconòmics. Hi ha, doncs, una relació estreta entre aquestes dinàmiques socials i humanes i la dinàmica poblacional de la llucareta. Tanmateix l'impacte antròpic actualment és tan gran que es plantegen dubtes sobre si la plasticitat ecològica de la llucareta podrà capejar-lo i treure-l'hi profit, altrament els problemes poden ser molt greus. L'home, malauradament, té la última paraula
- El panorama per a la llucareta ha anat canviant en el decurs dels darrers anys. Els canvis socioeconòmics comporten canvis en els usos del sòl i dels recursos, cosa que altera moltes pràctiques tradicionals agropecuàries i silvopastorals. Pel que sembla a zones europees, els resultats no han estat massa beneficiosos per la llucareta. Es fa evident una **tendència regressiva** tant en les poblacions suïsses com en les catalanes, que ja van estar detectades a Baviera i la Selva Negra a finals del s. XX i



principis del s. XXI, respectivament. Tot i l'oportunisme demostrat, es comença a veure un límit en la seva plasticitat ecològica.

- Les **principals amenaces** que en un futur poden fer vulnerables les poblacions de llucaretes són: el tractament agressiu de les pistes d'esquí; els canvis en les pràctiques silvopastorals en zones d'alta muntanya que tendeixen a disminuir l'activitat ramadera i el manteniment dels rasos de pastura; la recuperació de la superfície forestal a causa de reducció col·lateral dels prats subalpins; l'augment de la intensitat i freqüència dels incendis forestals, especialment en les zones submontanes del *buffer range* de pinassa i pi roig; la reducció dels espais amb vegetació ruderal en les contrades d'hivernada: guarets, deixius, rostolls i l'eliminació de la vegetació sinantròpica en marges de conreus i camins amb plaguicides. Finalment el canvi climàtic pot tenir conseqüències en la reforestació dels prats, en la maduració primerenca de les pinyes i en l'augment de la freqüència i intensitat dels focs, cosa que ho agreuja tot
- Viu, hiverna, s'alimenta, i es reproduïx en pinedes calcàries, que estan considerades per la *Directiva Hàbitats* com a *zones especials de conservació a Europa (ZEC)*, inclosos en la *Red Natura 2000*, i valorats a Catalunya també com a hàbitats (*HIC*). Aquests hàbitats ocupats per la llucareta, posseeixen, doncs, un **elevat valor de biodiversitat ambiental**. Per tant tenim que dos valors de biodiversitat convergeixen en la població de llucaretes estudiada, el de l'espècie i el del seus hàbitats, els quals, ambientalment, es potencien mútuament. Són raons suficients *per se* per considerar la llucareta prepirinenca com un recurs de biodiversitat o un actiu de biodiversitat que, a més, podria representar un paper rellevant com **espècie umbel·la** representativa dels boscos de coníferes calcaris (com es veurà més endavant).
- Donada una zona a gestionar habitada per la llucareta, s'haurien de considerar aspectes de la qualitat dels hàbitats considerats i els nivells d'intercanvi amb les poblacions veïnes. Altrament dit, s'ha de valorar la qualitat de la zona, és a dir, l'heterogeneïtat ambiental, i saber quina connectivitat tindrien les poblacions a gestionar amb les subpoblacions de l'entorn, per tal d'evitar extincions i/o facilitar recolonitzacions i intercanvis. Aquestes consideracions permetrien aportar valors quantitius com elements objectius per a una **correcta gestió**
- Un altre aspecte molt rellevant en un escenari de gestió, és que qualsevol pla d'actuació sobre les poblacions prepirinenques obligatòriament hauria de preveure la necessitat de contemplar els boscos de pinassa del *buffer range* inferior samontà
- Es pot considerar una **espècie indicadora** de la qualitat de l'hàbitat, per tal com la seva morfologia (i altres aspectes) canvia en funció de la heterogeneïtat de l'hàbitat. Concretant es pot considerar que és una *espècie umbel·la* dels espais forestals calcaris, ja que pot ser emprada com indicadora de la salut ambiental del sistema ecològic en el qual viu. Les espècies umbel·la tenen uns requeriments ambientals que engloben les d'aquelles espècies amb les que comparteixen el territori. En el recent treball sobre la variació de la longitud de l'ala causada per l'escalfament global ha reforçat el rol d'espècie bioindicadora, en aquest cas del **canvi climàtic**
- D'acord amb el que s'ha dit en l'apartat anterior, l'autor pensa que s'hauria de **revisar la categoria de protecció** de l'espècie, que en la legislació catalana (*Decret Legislatiu 2/2008*) en la que té la categoria *D*, actualment la més baixa de les



quatre existents. Considerada com *espècie d'interès especial* en el *Catálogo Español de Especies Amenazadas, 139/2011*. Caldria veure si considerant la caiguda global de la població catalana experimentada en els darrers anys, que augura la seva vulnerabilitat, seria adequat pujar-la de categoria, cosa que permetria fer plans de gestió per millorar la supervivència. Es podria considerar la possibilitat de valorar-la com *vulnerable*, atès el valor intrínsec com *espècie ombrel·la* dels sensibles ambients forestals calcaris.

- El problema de canviar la categoria de la llucareta rau en què al ser una espècie del nivell tròfic inferior de la cadena alimentària -consumidora d'herbes i pinyons- no té tant poder de "seducció ambiental" com les espècies dels nivells més elevats -les depredadores, que són sempre més escasses i que tenen més "ganxo" de cara a l'opinió pública. Però aquí s'està parlant de dades objectives: valoració ambiental i valoració ecològica, ja que és de primer ordre considerar que posseïm les poblacions més importants de l'espècie, amb elevada variabilitat genètica i poder de dispersar elements cap a altres zones peninsulars. Aquests són elements suficients, pensa l'autor, per considerar la població de llucareta pirinenca una **reserva genètica** a conservar i a l'espècie considerar-la com un **actiu de biodiversitat**.





RESUM

LES METAPOBLACIONS DE LLUCARETA (*SERINUS CITRINELLA*) DELS PREPIRINEUS ORIENTALS. VALORACIÓ ECOLÒGICA I BASES PER A LA SEVA GESTIÓ

Durant molt de temps s'ha considerat a *Serinus citrinella* una espècie lligada exclusivament als ambients forestal d'alta muntanya on es reproduïa, amb una distribució fragmentada i lligada als ambients alpins i subalpins dels massissos sud-paleàrtics. Es considerava no migradora i que era poc mòbil, realitzant únicament desplaçaments verticals de curt recorregut per fugir de les inclemències meteorològiques hivernals. Durant molt de temps es va considerar que els nuclis principals de l'espècie es radicaven a les zones alpines centroeuropees cosa que progressivament es va anar reconsiderant fins donar el merescut protagonisme demogràfic a les poblacions ibèriques i especialment a les pirinenques. Les dades aportades a la tesi canvien molts d'aquests conceptes previs esmentats. Es donen a conèixer nous treballs sobre la biologia i l'ecologia de l'espècie que permeten contemplar amb una altra perspectiva la seva dinàmica de poblacions. El model proposat d'ús de l'espai a nivell macrogeogràfic és el de la teoria de metapoblacions, que permet entendre millor la situació actual de la seva fragmentada població. També en la perspectiva microgeogràfica de l'ús de l'espai, es planteja l'adaptació local als ambients heterogenis subalpins on es reproduïx des d'una perspectiva evolutiva. Resumint, es pretén donar una visió més dinàmica que s'aproximi més a la realitat de l'espècie. En altres paraules, la tesi no es limita a analitzar únicament l'escenari sinó a buscar els perquè d'aquest. Això ha de permetre enfocar més nítidament l'esdevenir de l'espècie en una perspectiva de futur. La base teòrica aportada en aquesta tesi hauria de permetre disposar d'elements objectius que possibilitessin afrontar una òptima gestió de l'espècie i dels seus hàbitats.

La llucareta és una espècie de passeriforme singular en la fauna europea, amb molt interès biogeogràfic ja que és un ocell endèmic amb distribució restringida als massissos muntanyencs del centre i sud-oest d'Europa. La població de llucaretes estudiada a la tesi té com marc de referència els Prepirineus orientals: l'eix Port del Comte- Cadí-Moixeró- Tosa d'Alp. La regió és una zona molt interessant biogeogràficament per tal com és una zona de confluència dels Pirineus axial silícic amb els Prepirineus calcaris. Té una orografia i una disposició del relleu molt particular, essent un veritable punt de trobada de influències i tendències diverses (alta muntanya, mediterraneïtat, continentalitat...). Les condicions bioclimàtiques són molt diverses i molt acusats els contrastos, cosa que genera una elevada complexitat i heterogeneïtat ambiental la qual propicia una gran riquesa de comunitats i, en conjunt, una gran biodiversitat.

Malgrat els interessants aspectes de la llucareta esmentats anteriorment, que sembla que haurien d'haver atret l'interès dels ornitòlegs, la informació que es va generar sobre la llucareta fins finals del segle



XX no va ser gaire abundosa. Això en part va ser degut al fet de què es tractava d'una espècie de distribució muntanyenca, cosa que dificultava el seu estudi atesa la dificultat d'accedir a moltes localitats reproductores. La principal informació de l'espècie estava continguda en el *Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa*, i es referia a aspectes generals de la seva biologia reproductora. A partir del anys 80 es van començar a marcar llucaretetes, especialment a Catalunya, amb l'objectiu de conèixer els seus moviments. Al canviar el segle XXI, es van començar a recollir els fruits dels esforços dels anellaments de l'anterior etapa, cosa que va facilitar el coneixement d'aspectes com la dispersió postgenerativa i els intercanvis entre nuclis poblacionals. Posteriorment, els nous atlas d'ocells reproductors, van filar més prim en els aspectes de la distribució, tant a Catalunya com a la resta d'Espanya. Es van publicar treballs que van aportar llum sobre aspectes diversos com la biologia reproductora, alimentació, biometria i moviments de la població. En els darrers deu anys, en el període en què s'ha preparat la tesi, és quan s'ha fet un salt qualitatiu més important en el coneixement d'aspectes rellevants de la seva biologia, especialment de la població prepirinenca estudiada en aquesta tesi: hivernades simpàtriques, metapoblacions, adaptació local, moviments, etc.

La tesi es va planificar en base als onze articles de referència que figuren a la relació del final d'aquest introducció, a més d'algunes dades inèdites que son claus per entendre alguns dels aspectes tractats en aquesta tesi. Els objectius de la tesi varen ser: i) Aprofundir sobre la biologia de la llucareta en els aspectes reproductors, tròfics, muda i selecció del hàbitat. Aquesta informació es bàsica per poder interpretar altres processos més complexos. ii) Analitzar la dinàmica de la espècie des de una perspectiva evolutiva, tot lligada a l'heterogeneïtat ambiental i els processos d'adaptació local. iii) Estudiar la dinàmica de poblacions de la llucareta sota la perspectiva de la teoria de metapoblacions, ja que aquesta informació pot ser clau per interpretar molts dels patrons trobats. iv) Anàlisi dels factors limitants. Finalment, integrar tots aquests coneixements per donar resposta a les problemàtiques ambientals tant de l'espècie com del seus hàbitats.

Els principals resultats de la tesi es poden resumir en set punts. Dins de la biologia de l'espècie, cal ressaltar la **importància dels pins**. La distribució de l'espècie a Catalunya està íntimament lligada a la del pi negre (*Pinus uncinata*). Aquest pi també està molt relacionat amb la dieta en l'etapa de cria i en la biologia de la reproducció. Durant l'hivern, un altre pi, la pinassa (*Pinus nigra*), agafa el relleu, essent altament rellevant per explicar la hivernada, la reproducció oportunista i el reclutament de joves. Un altre aspecte rellevant dins de la biologia de l'espècie rau en l'interès i la singularitat del procés de **reproducció oportunista** del qual la primera aportació bibliogràfica la va fer l'autor de la tesi a 1991. Des d'aquell treball descriptiu no s'havia publicat res més. El binomi del pi negre (on criar) al pis subalpí i les pinedes de pinassa (on hivernar i fer oportunisme) als samontans prepirinencs (*buffer range*) és una disposició única a la península que aporta molts avantatges a la població prepirinenca. En la tesi s'aporta molta llum sobre aspectes gens estudiats del procés oportunista com quina és la fracció de la població que la duu a terme (joves de muda retardada), quins són els factors que la limitem (NAO, meteorologia) i les conseqüències demogràfiques per a la població subalpina (augment del reclutament de joves). A més, es parla del probable efecte que té l'estoc de joves afegit pel procés oportunista als efectius subalpins, en el procés expansiu de l'espècie a la península.

Un segon aspecte important de la tesi rau en l'**heterogeneïtat ambiental**. En la zona estudiada, la coincidència de la continentalitat accentuada, la influència de la mediterraneïtat i l'ambient alpí causa una molt important heterogeneïtat ambiental. Les espècies generalment responen a aquesta variabilitat local amb plasticitat fenotípica. El cas de la llucareta és rellevant ja que s'ha trobat **adaptació local**, morfològica i genètica, en dues localitats properes situades a relativament poca distància (5 quilometres) que manifesten molta heterogeneïtat o asimetria ambiental pel fet d'estar situades en els dos vessants del massís. Es discuteix a la tesi aquest efecte generador d'heterogeneïtat que s'ha anomenat **efecte vessant**, que és el causant de l'existència d'hàbitats de diferent qualitat: de bona qualitat (vessant N) i de menor qualitat (vessant S). Es discuteixen els mecanismes de la *familiaritat* que permeten mantenir l'adaptació local en una espècie que passa l'hivern en simpatria, bo i barrejada amb ocells de moltes altres localitats. El mecanisme de la familiaritat o d'aparellament concordant, en aquesta situació del tot favorable al flux genètic, permet l'aparellament entre individus coneguts i evitar així el flux genètic que diluiria l'adaptació local.

Pel que fa a la dinàmica de poblacions de l'espècie, els resultats d'aquesta tesi suporten que aquestes es comporten com a **metapoblacions**. A nivell macrogeogràfic, les diferents subpoblacions estan separades però alhora interconnectades. L'anàlisi històrica d'aquestes poblacions mostra que s'han anat expandint, extingint i recolonitzant. Les dades genètiques expliquen, a més, l'actual distribució fragmentada a Europa després d'un episodi de coll d'ampolla holocènic. A nivell microgeogràfic les dades mostren que la llucareta



s'aparta del model clàssic de *sources and sinks*, i permeten definir un nou model de fonts-cubetes (**sources and pools**). Aquest proposa un intercanvi també asimètric entre hàbitats de diferent qualitat, però en el que el flux de llucaretes passa de les àrees de baixa qualitat a les de bona qualitat.

Dins de l'anàlisi de les problemàtiques ambientals de la espècie, s'emfatitza que la llucareta històricament ha mostrat una **plasticitat ecològica** que l'ha portat a aprofitar-se de les transformacions antròpiques del paisatge causades pels canvis d'usos del sòl i dels recursos i que sovint l'ha beneficiada. Es discuteix i s'avalua el paper que ha tingut l'activitat antròpica en el passat, comentant el paper de la desforestació i la reforestació en la dinàmica expansiva de l'espècie. La versatilitat que ha mostrat bo i adaptant-se a molts dels canvis que l'home ha realitzat històricament en el medi, és un fenomen de plasticitat ecològica molt notable. Aquest fenomen, sovint anomenat oportunisme, és un tret característic d'aquest fringíl·lid, que com es veurà, fins ara l'ha beneficiat molt.

Un altre punt d'interès que realitza la tesi dins de l'estudi de la problemàtica ambiental, és plantejar la **vulnerabilitat de les poblacions** estudiades i conèixer quines amenaces en el futur hipotequen les etapes del seu cicle biològic. Es discuteix si la plasticitat demostrada històricament, serà suficient per afrontar un seguit de canvis antròpics, com el canvi climàtic, els incendis forestals i els canvis agroforestals i silvopastorals, els quals ja han començat a afectar les poblacions europees. S'avalua la necessitat de planificar en el futur possibles plans de gestió i si caldrà prendre mesures i actuacions de caràcter preventiu, tant en les àrees de reproducció de pi negre com en les d'hivernada de pinassa. Com deia Goethe, "No n'hi ha prou en saber, cal també aplicar...", de manera que a partir del coneixement adquirit en aquesta tesi sobre la dinàmica dels pins i les metapoblacions, es puguin prendre mesures i/o establir pautes objectives en el cas d'hipotètics plans de gestió. Cal també considerar que qualsevol perill greu que l'afecti o hipotequi el futur de les poblacions prepirinenques, podria tenir greus conseqüències per a la globalitat de la població ibèrica. Conèixer quin és l'estat de la població dels Prepirineus orientals és rellevant atès que és la més nombrosa i la que actua com a font de dispersió en el procés de colonització d'Ibèria.

Finalment s'ha de caracteritzar la llucareta com un **actiu de diversitat**, per les característiques intrínseques de l'espècie i alhora per les característiques dels hàbitats singulars on habita: boscos calcaris de pi negre i pinassa considerats hàbitats d'interès prioritari per la UE. És a dir, valorar la llucareta i els seus hàbitats com a recursos de biodiversitat i saber quina problemàtica pot afectar les seves poblacions. Es discuteix el rol que se li pot atribuir com a *espècie ombrel·la* dels boscos calcaris prepirinencs. En base el que s'ha dit en el punt anterior, en funció del futur que sembla que podria amenaçar-la, es poden fer consideracions sobre el seu estatus proteccionista i la conveniència de revisar-lo. Es discuteixen quins aspectes s'han de considerar en el cas de redactar plans de gestió i/o de conservació o fer actuacions per mantenir o protegir l'espècie, tot sota la llum de les característiques anteriorment estudiades. En tot cas, si es considerés la protecció de la llucareta, s'hauria de considerar la protecció aparellada dels boscos de pi negre on n'hi ha, amb la de les pinedes de pinassa submontanes on hiverna i efectua la reproducció oportunista. Des d'aquí, per tant, es vol cridar l'atenció de que les espècies petites poden ser molt grans, i tant interessants com qualsevol altre espècie.

SUMMARY

CITRIL FINCH (SERINUS CITRINELLA) METAPOPULATIONS FROM ORIENTAL PREPYRENEES. ECOLOGICAL EVALUATION AND IMPLICATIONS FOR THE CONSERVATION AND THE MANAGEMENT OF THE SPECIES.

The Citril finch has been considered for a long time as a species linked to forested high mountainous areas. It was considered as non-migratory and with short-range movements, just to avoid bad weather conditions. For a long time it was considered that the more important citril finch nucleus were on alpine centre European areas. The data presented in this Thesis changes most of these views. Data shows that the Pyrenean population is the core area of the species, where it is more abundant and from where many birds disperse no colonize new areas in the SW of Spain. Data shows that some individuals can disperse or migrate long distances of several hundreds of kilometers. That the species follows a metapopulation dynamics, with colonizations, extinctions and recolonizations. That it can adapt locally, from a morphological and genetic point of view, to landscape variation and habitat heterogeneity. All this new data allows not only to analyze the ecology of the species but also to understand why. This allows to better forecast the evolution of the citril



finch in the near future and provides us with objective elements and tools to better manage their populations.

The Citril Finch is a passerine specie unique in European fauna, with great biogeographic interest because it is an *endemic* bird with limited distribution in the mountains of Central massif, Cevennes, Alps, Jura, Vosgues, Black Forest, Pyrenees Cantabrians and southwest mountains of Europe. Citril finch population studied in the thesis is located in eastern Pyrenees region: the axis of Port-Conde Cadi Moixeró-Tosa d'Alp. The region is a very interesting from a biogeographical point of view as it is a convergence zone between axial silicic Pyrenees with calcareous Prepyrenees. This region has a unique orography and topography with a very particular relief, being a real meeting point for diverse influences and trends (high mountains, mediterranean influence, continental influence, etcetera). The bioclimatic conditions are very diverse and with accused contrasts, which generates a highly complex and heterogeneous environment which fosters a wealth of communities and, overall, a great biodiversity.

Despite the interesting aspects of Citril Finch mentioned above, it seems that it should had raised interest among ornithologists; however the information gathered on this finch until the late twentieth century was very scarce. Probably, it was partly due to the fact that in being a mountain species, it hampered its study due to the difficulty of accessing many breeding localities. The main information source for such species was contained in the "*Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa*", and referred to general aspects of reproductive biology. During the '80s Citril Finch, began to be ringed especially in Catalonia, with the initial aim of getting information on their movements. When changing the century, previous ringing campaigns begun to provide reliable information, which facilitated the understanding of issues such as post-generative dispersal and exchanges among populations. Later, the "*New Atlas of Breeding Birds*", went into depth in distributional aspects, both in Catalonia and in the rest of Spain. First scientific studies were published, which shed the light on various aspects such as reproductive biology, feeding, biometry and population movements. During the last decade, the period in which the present thesis has been prepared, it is when there has been a qualitative step-forward in the knowledge of relevant aspects of its biology. In particular, for the Prepyrenees population studied in this thesis, a much deeper knowledge has been gathered on: diet, breeding ecology, sympatric wintering, opportunistic breeding, metapopulation dynamics, local adaptation, and movements.

The present thesis was structured based on the eleven referent articles listed in the end of this introduction. Furthermore the document contains some unpublished complementary data, key to understand the different issues addressed in the thesis. The objectives of the thesis were: i) Deepening into the biology of the Citril Finch in reproductive, and trophic aspects, habitat selection and moult. This information is essential for interpreting other more complex processes. ii) To analyze the dynamics of species from an evolutionary perspective, all linked to the environmental heterogeneity and the processes of local adaptation. iii) To study the population dynamics of the Citril Finch from the perspective of metapopulation theory, as this information can be key to interpret many of the patterns found. iv) To analyse the limiting factors. Finally, this knowledge will be integrated to address environmental issues both for the species and its habitat.

The main results of the thesis can be summarized in seven points. Within the biology of the species it is important to highlight the importance of pines. The distribution of the species in Catalonia is closely linked to the black pine (*Pinus uncinata*). This pine has also been closely related to diet during the breeding stage and the reproductive biology. During the winter, another pine, the black pine (*Pinus nigra*) takes over, being highly relevant to explain wintering, reproduction and recruitment of young opportunists. Another relevant aspect in the biology of the specie is about the interesting and uniqueness opportunist reproduction process, which was firstly reported by the author of the thesis in 1991. Since that initial report, no further information had been published. The tandem of the *Pinus uncinata* (to breeding) in the subalpine forests and the *Pinus nigra* (to breed opportunistically and winter) in the Prepyrenean foothills (buffer range), is a unique combination of habitats only available on the Iberian peninsula, which brings many benefits to the Pyrenees population. During the thesis a special emphasis has been put on aspects related to the *opportunistic breeding*, analyzing which fraction of the population carries out the opportunistic process (yearling birds with delayed plumage maturation), which are the factors that limit it (NAO, weather) and the consequences of this process for the subalpine population in demographics terms (increased recruitment of young individuals). Also, it is considered the likely effect of the stock of new young produced during the opportunist bout on the Citril Finch expansion process over the Peninsula.

A second important aspect of this thesis lies in the environmental heterogeneity. In the study area, the coincidence of the marked continental weather, the influence of the mediterranean and the alpine weather entail a very significant environmental heterogeneity. The species generally responds to local variability with phenotypic plasticity. However, the case of Citril Finch is relevant because *local adaptation*



has also been reported. Morphological and genetic local-adaptation in two nearby locations, situated relatively close (five kilometers), hence showed a lot of environmental heterogeneity or asymmetry because of being located in different sides of the same massif. We discuss the term *slope effect* that has been pointed out as heterogeneity generator. This side effect is the cause of the existence of habitats of different quality: good quality (north side) and lower quality (south side). We discuss mechanisms that allow familiarity between flock companions to keep local adaptation in a species that overwinters in sympatric, mixed with birds from many other locations. The mechanism of *social familiarity* or assortative mating, in this situation quite favorable for gene flow, allows mating among known individuals and prevents gene flow that would otherwise dilute local adaptation.

Regarding to the population dynamics of the species, the results obtained during this thesis support that they act as *metapopulations*. From a macrogeographic perspective, different subpopulations are separated in space but simultaneously interconnected. The historical analysis demonstrates that these populations have undergone several cycles of expansion, extinction and recolonization. Genetic data supports the idea of a bottleneck episode during the Holocene period, which could explain the current fragmented distribution of the species in Europe. At a microgeographic level, data shows that Citril Finch departs from the classic model of *sources-and-sinks*, and can be more related to a new model named *sources-and-pools*. This model suggests an asymmetric exchange among habitats of different quality, but in which Citril Finches flow from low to high quality areas.

Within the analysis of the environmental issues related to the Citril Finch, it is emphasized that the species has historically shown an ecological plasticity that has allowed it to take advantage of anthropogenic landscape changes caused by changes in land and resource uses. Often, the Citril Finch has been benefited from these alterations. It is discussed and evaluated the role of human activity in the past, discussing the role of deforestation and reforestation in the expansion dynamics of the species. The versatility of the Citril Finch, shown by adapting to many of the changes that humanity has done historically in the environment, is a remarkable ecological-plasticity phenomenon. This, often called opportunism, is a hallmark of this finch, as further described, that has highly so far benefited the species.

Another point of interest of the present thesis in the study of environmental issues is related to the vulnerability of the studied populations as well as knowing which are the future threats to the different steps in their biological cycle. It is discussed if the historically proven plasticity will be sufficient to face a series of man-made changes, such as climate change, wildfires, grazing and silvicultural activities changes and agroforestry changes, which have already begun to affect Citril Finch European populations. The need to plan for future possible management actions is evaluated. Also, it is considered if it will be necessary to take preventive measures and actions, both in the pine areas of reproduction and wintering. As Goethe said, "*Knowing is not enough; we must apply. Willing is not enough; we must do*"; hence, from the knowledge gained in this thesis on Citril Finch metapopulation dynamics linked to pines, measures can be taken in consideration, and/or set guidelines in the case of hypothetical management plans. We must also consider that any serious danger which affects or mortgage the future of the Prepyrenees populations could have serious consequences for the whole of the Iberian population. Knowing the status of the population in the eastern Prepyrenees is relevant because it is the largest in the world and acts as a source of dispersion in the process of colonization of the Iberian peninsula.

Finally, the Citril Finch is characterized as a diversity asset because of the intrinsic characteristics of the species as well as by the characteristics of the unique habitats in which habits: calcareous pinewoods of mountain pine and black pines. These are considered as priority habitats for the EU. So and summarising, the Citril Finch and its habitats and biodiversity resources should all be correctly assessed to know what problems may affect their populations. It is discussed the role that can be attributed to the Citril Finch as an umbrella species in the Prepyrenean limestone forest. Based on what it has been stated before, depending on possible future threats, some considerations on their protectionist status can be done as well as considering the possibility to review it. Different aspects that have to be considered in the case of draft management plans and/or conservation measures to maintain or protect the species are mentioned, in light of the characteristics previously studied. In any case, when considering the protection of Citril Finch, one should also take into account the parallel protection of the related pinewoods where it breeds, and the submontaneous pinewoods where it winters and breeds opportunistically. Taking into account the information gathered during this thesis, one wants to stress that small species such as the Citril Finch can be also very large, and therefore, should collect our interest..







BIBLIOGRAFIA



Hàbitat típic de la llucareta als Pirineus axials: bosc esclarissat de pi negre amb neret. Zona de Pruedo amb el Montarto (Val d'Aran). Foto A.Borràs



- Affre, G. and L. Affre 1980. Distribution altitudinale des oiseaux dans l'Est des Pyrénées françaises. *L'Oiseau et la RFO* 50:1-22.
- Aierbe, T., M. Olano, and J. Vázquez 2001. Atlas de las aves nidificantes de Gipuzkoa. *Munibe* 5:138.
- Alatalo, R. V., L. Gustafsson, and A. Lundberg 1984. Why do young passerine birds have shorter wings than older birds? *Ibis* 126:410-415.
- Alonso, D. and J. Arizaga 2004. El verderón serrano (*Serinus citrinella*) en Navarra: parámetros fenológicos y movimientos migratorios. *Munibe* 55:95-112.
- Alvarez, J. 1998. Vertebrados continentales: situación actual en la Comunidad Autónoma del País Vasco. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco.
- Améztegui, A., L. Brotons, and L. Coll 2010. Land-use changes as major drivers of mountain pine (*Pinus uncinata* Ram.) expansion in the Pyrenees. *Global Ecology and Biogeography* 19:632-641.
- Araújo, M. B., D. Alagador, M. Cabeza, D. Nogués-Bravo, and W. Thuiller 2011. Climate change threatens European conservation areas. *Ecol. Letters* 14:484-492.
- Arnaiz-Villena, A., M. Alvarez-Tejado, V. Ruíz del Valle, C. García de la Torre, P. Varela, M. J. Recio, S. Ferre, and J. Martínez-Laso 1998. Phylogeny and rapid Northern and Southern Hemisphere speciation of goldfinches during the Miocene and Pliocene Epochs. *CMLS, Cell. Mol. Life Sci.* 54:1031-1041.
- Arnold, E. and R. Ferrer 1980. Introducció al paisatge vegetal del Bages. Pp. 47-136 in *El Bages. Aproximació al medi natural i humà de la comarca (Anonymous,)*. Montblanc-Martín, Centre Excursionista Comarca de Bages, Granollers.
- Aymerich, P. and J. Santandreu 1998. Fauna del Berguedà, First ed. *Ambit de Recerques del Berguedà*, Berga.
- Aymi, R. and X. Tomas 1998. Activitats del Grup Català d'Anellament durant el període 1994-1996. *Butlletí del GCA* 57:141.
- Aymi, R. and X. Tomas 2001. Activitats del Grupo Català d'Anellament durant el període 1997-1999. *Butlletí del GCA* 18:45-155.
- Aymi, R. and X. Tomas 2003. Balanç de les activitats d'anellament científic d'ocells realitzades per l'Institut Català d'Ornitologia durant el període 2000-2002. *Revista Catalana d'Ornitologia* 20:28-115.
- Baccetti, N. and H. Märki 1997. Citril Finch. P. 711 in *The EBCC atlas of European breeding birds* (W. J. M. Hagemeijer and M. J. Blair, Eds.). T. & A.D. Poyser, London.
- Baró, F. and A. Lobo 2007. Proposta de planificació del mosaic agroforestal del Parc Natural de Sant Llorenç del Munt i l'Obac. Institut de Ciència Ambiental (ICTA), Universitat Autònoma de Barcelona.
- Bateson, P. 1983. Optimal Outbreeding. Pp. 257-277 in *Mate Choice* (P. Bateson, Ed.). Cambridge University Press, Cambridge.
- Bauer, H. G. and P. Berthold 1997. *Die Brutvogel Mitteleuropas. Bestand Gefährdung*. Wiesbaden. AULA-Verlag.
- Beauchamp, G. 2003. Delayed maturation in birds in relation to social foraging and breeding competition. *Evol. Ecol. Res.* 5:589-596.
- Bensch, S. and M. Grahn 1993. A new method for estimating individual speed of molt. *Condor* 95:305-315.
- Bernis, F. 1955. An ecological view of Spain Avifauna with reference to Nordic and Alpine birds. Pp. 417-423 (Anonymous,). Basel.
- Bernis, F. 1966. *Migración en aves. Tratado teórico y práctico*. Publicaciones SEO, Madrid.
- Bernis, F. 1972. *El libro de las aves de España. Selecciones del Reader's Digest*, Madrid.
- Bernis, F. and C. Bernis 1963. Breve comentario sobre la invernada de aves en la Cuenca del Ebro (enero 1962). *Ardeola* 8:228-231.
- Bezzel, E. 2005. *Brutvögel in Bayern: Verbreitung 1996 bis 1999*. Umweltschutz Ulmer, Landesamt Bayern.
- Bezzel, E. and R. Brandl 1988. Der Zitronengirlitz *Serinus citrinella* im Werdenfelser Land, Oberbayern. *Anz. orn. Ges. Bayern* 27:45-65.
- Björklund, M. 1994. Processes generating macroevolutionary patterns of morphological variation in birds: a simulation study. *Journal of Evolutionary Biology* 7:727-742.
- Björklund, M., A. Borrás, J. Cabrera, and J. C. Senar 2015. Increase in body size is correlated to warmer winters in a passerine bird as inferred from time series data. *Ecol. Evol.* 5:59-72.
- Blondel, J. 1969. *Synecologie dels Passereaux résidents et migrants dans le Midi Méditerranéen Français*. Centre Regional de Documentation Pédagogique. Marseille.
- Blondel, J., P. C. Dias, M. Maistre, and P. Perret 1993. Habitat heterogeneity and life-history variation of mediterranean blue tits (*Parus caeruleus*). *Auk* 110:511-520.



- Blondel, J. and J. D. Lebreton 1996. The biology of spatially structured populations: concluding remarks. *Acta Oecologica* 17:687-693.
- Boada, M. 2003. Boscos de Catalunya: història i actualitat del món forestal. Brau Edicions.
- Boada, M. and G. V. Gómez. 2011. *Boscos de Catalunya*. Lunweg.
- Bolòs, O. 1976. Els sòls i la vegetació dels Països Catalans. Pp. 109-158 in *Geografia Física dels Països Catalans* (Ketres Editorial, Ed.). Barcelona.
- Bolòs, O. 1985. Corologia de La Flora dels Països Catalans. in *Chorology of the Flora of Catalan Countries: Information and Comments* (Anonymous,). Institut d'Estudis Catalans.
- Bolòs, O. 1989 Bioclimatologia i geografia botànica. *Mem. Real Acad. Ci. Barcelona*. 48(9):422-444. Barcelona
- Bolòs, O., J. Vigo, R. Masalles, and J. M. Ninot 1998. *Flora manual dels països Catalans*. Editorial Pòrtic s.a.
- Borras, A. 1983. Lluçareta, *Serinus citrinella*. Pp. 183-184 in *Atles dels ocells nidificants de Catalunya i Andorra* (J. Muntaner, X. Ferrer, and A. Martínez-Vilalta, Eds.). Ketres, Barcelona.
- Borras, A. 1987. Moviments no migratoris de l'avifauna en la conca del llobregat-cardener.2.-Irrupcions i erratismes. *Dovella* 22:39-43.
- Borras, A., S. Blache, J. Cabrera, T. Cabrera, and J. C. Senar 2005a. Citril finch (*Serinus citrinella*) populations at the north of the Pyrenees may winter in the northeast of the Iberian Peninsula. *Aves* 42:261-265.
- Borras, A., A. Cabrera, and J. Cabrera 1996. Crossbills *Loxia curvirostra* feeding on cypress seeds. *Butll. GCA* 13:53-55.
- Borras, A., J. Cabrera, T. Cabrera, and J. C. Senar 1998. Sex and age related biometrical patterns in Pyrenean Citril Finches (*Serinus citrinella*). *Vogelwarte* 39:196-202.
- Borras, A., J. Cabrera, X. Colome, T. Cabrera, and J. C. Senar 2010a. Citril finches during the winter: patterns of distribution, the role of pines and implications for the conservation of the species. *Animal Biodiversity and Conservation* 33:89-115.
- Borras, A., J. Cabrera, X. Colome, T. Cabrera, and J. C. Senar 2011a. Patterns of connectivity in the Citril finch: sympatric wintering of allopatric birds? *Bird Study* 58:257-263.
- Borras, A., J. Cabrera, X. Colome, and J. C. Senar 1993. Sexing fledglings of cardueline finches by plumage color and morphometric variables. *J. Field Ornithol.* 64:199-204.
- Borras, A., J. Cabrera, X. Colome, and J. C. Senar 2012. Una revisió sobre las metapoblaciones de Verderón serrano: Patrones y movimientos. *Revista de Anillamiento* 29-30:8-24.
- Borras, A., J. Cabrera, and J. C. Senar 2010b. Hematocrit variation in response to altitude change in wild birds: a repeated-measures design. *Condor* 112:1-5.
- Borras, A., T. Cabrera, J. Cabrera, and J. C. Senar 2003. The diet of the Citril Finch (*Serinus citrinella*) in the Pyrenees and the role of *Pinus* seeds as a key resource. *J. Orn.* 144:345-353.
- Borras, A. and F. Junyent 1993. *Vertebrats de la Catalunya central*. Edicions Intercomarcals, Regió7, Manresa (Barcelona).
- Borras, A., J. Pascual, and J. C. Senar 2000. What do different bill measures measure and what is the best method to use in granivorous birds? *J. Field Ornithol.* 71:606-611.
- Borras, A. and J. C. Senar 1986. Sex, age and condition bias of decoy trapped Citril finches (*Serinus citrinella*). *Misc. Zool.* 10:403-406.
- Borras, A. and J. C. Senar 1987. Tasa de supervivencia y esperanza de vida en el verderón serrano (*Serinus citrinella*). *Misc. Zool.* 11:390-393.
- Borras, A. and J. C. Senar 1991. Opportunistic breeding of the Citril Finch *Serinus citrinella*. *J. Orn.* 132:285-289.
- Borras, A. and J. C. Senar 2003a. Piquituerto común *Loxia curvirostra*. Pp. 588-589 in *Atlas de las aves reproductoras de España* (R. Martí and J. C. Del Moral, Eds.). Dirección General de Conservación de la Naturaleza - Sociedad Española de Ornitología, Madrid.
- Borras, A. and J. C. Senar 2003b. Verderón Serrano *Serinus citrinella*. Pp. 578-579 in *Atlas de las aves reproductoras de España* (R. Martí and J. C. Del Moral, Eds.). Dirección General de Conservación de la Naturaleza - Sociedad Española de Ornitología, Madrid.
- Borras, A. and J. C. Senar 2013. Verderón Serrano *Serinus citrinella*. in *Atlas de las aves en invierno en España 2007-2010* (R. Martí and J. C. Del Moral, Eds.). Dirección General de Conservación de la Naturaleza - Sociedad Española de Ornitología, Madrid.
- Borras, A., J. C. Senar, J. Cabrera, and A. Cabrera 2005b. Lluçareta *Serinus citrinella*. Pp. 522-523 in *Atles dels ocells nidificants de Catalunya 1999-2002* (J. Estrada, V. Pedrocchi, L. Brotons, and S. Herrando, Eds.). Lynx Edicions, Barcelona.



- Borras, A., J. C. Senar, J. Cabrera, and A. Cabrera 2005c. Trencapinyes *Loxia curvirostra*. Pp. 532-533 in *Atlas dels ocells nidificants de Catalunya 1999-2002* (J. Estrada, V. Pedrocchi, L. Brotons, and S. Herrando, Eds.). Lynx Edicions, Barcelona.
- Borras, A., J. C. Senar, J. Cabrera, and A. Cabrera 2011b. Lluçareta *Serinus citrinella*. in *Atlas dels ocells de Catalunya a l'hivern 2006-2009* (S. Herrando, L. Brotons, J. Estrada, S. Guallar, and M. Anton, Eds.). Institut Català d'Ornitologia & Lynx Edicions, Barcelona.
- Borras, A., J. C. Senar, J. Cabrera, and A. Cabrera 2011c. Trencapinyes *Loxia curvirostra*. in *Atlas dels ocells de Catalunya a l'hivern 2006-2009* (S. Herrando, L. Brotons, J. Estrada, S. Guallar, and M. Anton, Eds.). Institut Català d'Ornitologia / Lynx Edicions, Barcelona.
- Boulet, M. and D. R. Norris 2006. The past and present of migratory connectivity. *Ornithol. Monog.* 61:1-13.
- Bourrillon, P. 1961. A propos de l'invasion des Venturons. *L'Oiseau et R. F. O.* 31:247.
- Brandl, R. and E. Bezzel 1988. Body condition, sex ratio and breeding success in the Citril Finch, *Serinus citrinella* (Aves, Fringillidae). *Zool. Anz.* 221:411-417.
- Branton, M. and J. S. Richardson 2011. Assessing the Value of the Umbrella-species Concept for Conservation Planning with Meta-Analysis. *Conservation Biology* 25:9-20.
- Brotons, L., W. Thuiller, M. B. Araujo, and A. H. Hirzel 2004. Presence-absence versus presence-only modelling methods for predicting bird habitat suitability. *Ecography* 27:437-448.
- Brownie, C., J. E. Hines, J. D. Nichols, K. H. Pollock, and J. B. Hestbeck 1993. Capture-recapture studies for multiple strata including non-markovian transitions. *Biometrics* 49:1173-1187.
- Camarero, J. and E. Gutiérrez 2007. Response of *Pinus uncinata* recruitment to climate warming and changes in grazing pressure in an isolated population of the Iberian system (NE Spain). *Arctic, Antarctic, and Alpine Research* 39:210-217.
- Camarero, J. J. 2009. 9430 Bosques montanos y subalpinos de *Pinus uncinata* (en sustratos yesosos o calcáreos)(*). P. -64 in *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. (Anonymous,). Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino., Madrid.
- Candel-Pérez, D., M. E. Lucas-Borja, and J. C. Linares 2012. Predicciones del crecimiento en poblaciones de pino laricio (*Pinus nigra* Arn. ssp. *salzmannii*) bajo diferentes escenarios futuros de cambio climático. *Ecosistemas* 21:41-49.
- Carnicer, J., M. Coll, X. Pons, M. Ninyerola, J. Vayreda, and J. Peñuelas 2014. Large-scale recruitment limitation in Mediterranean pines: the role of *Quercus ilex* and forest successional advance as key regional drivers. *Global Ecology and Biogeography* 23:371-384.
- Carranza, J. 1994. Etología. Introducción a la ciencia del comportamiento. Universidad de Extremadura, Cáceres.
- Carrascal, L. M. 1988. Influencia de las condiciones ambientales sobre la organización de la comunidad de aves invernante en un bosque subalpino mediterráneo. Doñana, *Acta Vertebrata* 15:111-131.
- Carrascal, L. M. 1998. Verderón serrano. Pp. 354-355 in *Vertebrados Continentales. Situación Actual en la Comunidad Autónoma del País Vasco* (J. T. Alcalde, A. Bea, L. F. Campos, L. M. Carrascal, E. Castián, T. Crespo-Pérez, J. A. Gainzarain, J. Gaihartza, E. García-Tejedor, I. Mendiola, and I. Zuberogoitia, Eds.). Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco, Vitoria.
- Carrascal, L. M. and L. Díaz 2003. Asociación entre distribución continental y regional. Análisis con la avifauna forestal y de medios arbolados de la península ibérica. *Graellsia* 59:179-207.
- Carrascal, L. M., D. Palomino, and J. M. Lobo 2002. Patrones de preferencias de hábitat y de distribución y de abundancia invernal de aves en el centro de España. Análisis y predicción del efecto de factores ecológicos. *Animal Biodiversity and Conservation* 25:7-40.
- Carrascal, L. M. and J. L. Tellería 1985. Avifauna invernante en los medios agrícolas del norte de España. II. Papel de la estructura de la vegetación y la competencia interespecífica. *Ardeola* 32:227-251.
- Carrascal, L. M., S. Villén-Pérez, and J. Seoane 2012. Thermal, food and vegetation effects on winter bird species richness of Mediterranean oakwoods. *Ecol. Res.* 27:293-302.
- Carrascal, L. M. 2004. Distribución y abundancia de las aves en la Península Ibérica. Una aproximación biogeográfica y macroecológica. Pp. 155-189 in *La Ornitología hoy. Homenaje al Profesor Francisco Bernis* (Anonymous,). Editorial Complutense, Universidad Complutense de Madrid, Madrid.
- Carrascal, L. M. and J. M. Lobo 2003. Respuestas a viejas preguntas con nuevos datos: estudio de los patrones de distribución de la avifauna española y consecuencias para su conservación. Pp. 651-668 (Anonymous,).
- Carreras, J. 2004. La cartografia dels hàbitats de Catalunya: una eina per conèixer i gestionar el territori. *Omnis Cellula* 52-56.



- Carrillo, E. 2006. Ecosistemas d'alta muntanya: prats alpins i boscos de pi negre. *Atzavara* 14:5-16.
- Carrillo, E., C. Casas, M. Marmó, G. Bagaria, A. Puente, and J. M. Ninot 2010. Reforestació de l'estatge subalpí per boscos de *Pinus uncinata*: diversitat i estructura. Pp. 67-76 (Anonymous,).
- Carson, R. 1966. Silent spring. H.F. van Emden & David Peakall..
- Casals, V., F. Pardo, M. Xalabarder, J. M. Postigo, and L. Gil 2005. La transformación histórica del paisaje forestal en Cataluña. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- Castro, J., J. M. Gómez, D. García, R. Zamora, and J. A. Hódar 1999. Seed predation and dispersal in relict Scots pine forests in southern Spain. *Plant Ecology* 145:115-123.
- Ceballos, L. and J. Ruiz de la Torre 1971. Arboles y arbustos de la España peninsular. Escuela Técnica e Ingenieros de Montes, Madrid.
- Ceballos, P., J. Molina, A. Franco, B. Palacios, and p 1984. Manual del anillador. Oficina de Anillamiento y Sociedad Española de Ornitología, Madrid.
- Cheetham, S. A., M. D. Thom, R. J. Beynon, and J. L. Hurst 2008. The effect of familiarity on mate choice. *Chemical Signals in Vertebrates* 11:271-280.
- Clarabuch, O. 2000. El estudio del ave en mano. Pp. 73-98 in Manual para el anillamiento científico de aves (J. c. Pinilla, Ed.). SEO/BirdLife & DGNC-NIMAM, Madrid.
- Clobert, J., E. Danchin, A. A. Dhondt, and J. D. Nichols 2002. Dispersal. Oxford University Press, Oxford.
- Clouet, M. 1990. Le Bec Croisé (*Loxia curvirostra*) dans les forets subalpines de Pins a Crochets (*Pinus uncinata*) des Pyrenees centrales. *Acta biol. mont.* 10:25-35.
- Clutton-Brock, T. H., P. N. M. Brotherton, A. F. Russell, M. J. O'Riain, D. Gaynor, R. Ransky, A. Griffin, M. Manser, L. Sharpe, G. M. McIlrath, T. Small, A. Moss, and S. Monfort 2001. Cooperation, Control, and Concession in Meerkat Groups. *Science* 291:442-443.
- Concepción, E. and M. Díaz 2013. Medidas agroambientales y conservación de la biodiversidad: Limitaciones y perspectivas de futuro. *Ecosistemas* 22:44-49.
- Condé, S. and D. Richard 2008. Europe's biodiversity-biogeographical regions and seas. European Environment Agency, Copenhagen.
- Cooke, F., R. F. Rockwell, and D. B. Lank 1995. The Snow Geese of La Pérouse Bay. Oxford University Press, Oxford.
- Costa, M., C. Morla, and H. Sainz 2005. Los bosques ibéricos.
- Cramp, S. and C. M. Perrins 1994. The birds of the Western Palearctic Vol. VIII. Crows to Finches. Oxford Univ. Press, Oxford.
- Crousaz, G. and P. Lebreton 1963. Notes sur la migration du Venturon montagnard (*Carduelis citrinella*) aux cols de Cou-Bretolet, et sur son hivernage en Suisse et en France. *Nos Oiseaux* 27:46-61.
- de Juana, E. 1980. Atlas ornitológico de la Rioja. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Logroño.
- Dejonghe, J. F. 1991. Venturon montagnard *Serinus citrinella*. Pp. 462-463 in Atlas des oiseaux de France en hiver (D. Yeatman-Berthelot, Ed.). Société Ornithologique de France, Paris.
- del Val, E., J. Quesada, and J. C. Senar 2010. Age-related differences in a carotenoid-based coloration trait are due to within-individual changes in Great Tits (*Parus major*). *Ardea* 98:179-184.
- Desrochers, A. 1992. Age and foraging success in European blackbirds: variation between and within individuals. *Anim. Behav.* 43:885-894.
- Devis, J. 2004. Els sistemes naturals de la vall d'Alinyà. Memòria explicativa. Universitat de Barcelona.
- Dias, P. C. 1996. Sources and sinks in population biology. *Trend. Ecol. Evol.* 11:326-330.
- Domènech, J., J. C. Senar, and M. J. Conroy 2001. Birds captured at automatic baited traps are heavier. *Butll. GCA* 18:1-8.
- Doncaster, C. P., J. Clobert, B. Doligez, L. Gustafsson, and E. Danchin 1997. Balanced dispersal between spatially varying local populations: an alternative to the source-sink model. *Am. Nat.* 150:425-445.
- Dorst, J. 1972. Antes que la naturaleza muera. Omega, Barcelona.
- Dvorak, M., A. Ranner, and H. M. Berg 1993. Atlas der Brutvögel Österreichs: Ergebnisse der Brutvogelkartierung 1981-1985. Österreichischen Gesellschaft für Vogelkunde, Viena.
- Edelaar, P., A. M. Siepielski, and J. Clobert 2008. Matching habitat choice causes directed gene flow: a neglected dimension in evolution and ecology. *Evolution* 62:2462-2472.
- Ellegren, H. and R. Staav 1990. Ruggningsflyttning hos blåhaken *Luscinia s. svecica*. *Vår Fågelvärld* 49:80-86.
- Elósegui, J. 1965. Nidificación el verderón serrano (*Carduelis citrinella*) en la sierra de Aralar (Navarra). *Munibe* 17:91.
- Elósegui, J. 1966. Más datos sobre Verderón Serrano (*Carduelis citrinella*) en Guipúzcoa y Navarra. *Munibe* 18:220-221.
- Elósegui, J. 1985. Navarra, Atlas de las aves nidificantes. Caja de Ahorros de Navarra, Pamplona.



- Engler, J. O., D. Rödder, D. Stiels, and M. I. Förschler 2014. Suitable, reachable but not colonised: seasonal niche duality in an endemic mountainous songbird. *J. Ornithol.* 155:657-669.
- Escandell, A. 1997. Atlas dels aucells nidificants de Mallorca i Cabrera (1983-1994). Grup Balear d'Ornitologia i Defensa de la Naturalesa (GOB), Palma.
- Espelta, J. M., A. Rodrigo, A. Habrouk, N. Meghelli, J. L. Ordóñez, and J. Retana 2002. Land use changes, natural regeneration patterns and restoration practices after a large wildfire in NE Spain: challenges for fire ecology and landscape restoration. *Fire and Biological Processes*. Backhuys Publishers, Leiden 315-324.
- Fagan, B. 2008. El gran calentamiento. Gedisa Editorial, Barcelona.
- Fair, J., S. Whitaker, and B. Pearson 2007. Sources of variation in haematocrit in birds. *Ibis* 149:535-552.
- Feldner, J., P. Rass, and . 1999. Zwei neue Brutvogelarten für Kärnten: Zwergschnäpper (*Ficedula parva*) und Zitronengirlitz (*Serinus citrinella*). *Carintia* 189/109:241-246.
- Ferrer, X. 1986. Lluçareta *Serinus citrinella*. Pp. 345-346 in *Historia Natural dels Països Catalans* (R. Folch, Ed.). Enciclopedia Catalana, Barcelona.
- Figuerola, J., J. Domènech, and J. C. Senar 2003. Plumage colour is related to ectosymbiont load during moult in the serin, *Serinus serinus*: an experimental study. *Anim. Behav.* 65:551-557.
- Flannigan, M. D., M. A. Krawchuk, W. J. de Groot, B. M. Wotton, and L. M. Gowman 2009. Implications of changing climate for global wildland fire. *International Journal of Wildland Fire* 18:483-507.
- Fleischer, R. C., P. E. Lowther, and R. F. Johnston 1984. Natal dispersal in house sparrows: possible causes and consequences. *J. Field Ornithol.* 444-456.
- Folch, R. 1981. La vegetació dels Països Catalans. Ketres Editora, Barcelona.
- Fonderflick, J., P. Caplat, F. Lovaty, M. Thievenot, and R. Prodon 2010. Avifauna trends following changes in a Mediterranean upland pastoral system. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 137:337-347.
- Font, I. 1983. *Climatología de España y Portugal*. Universidad de Salamanca.
- Font-Quer, P. 1979. *Iniciació a la botànica*, 2a edició a cura d'Oriol. de Bolòs ed. Editorial Fontalba, Barcelona.
- Foppen, R. P. B., J. P. Chardon, and W. Liefveld 2000. Understanding the role of sink patches in source-sink metapopulations: Reed Warbler in an agricultura landscape. *Conservation Biology* 14:1881-1892.
- Fornasari, L., M. Carabella, W. Corti, and F. Pianezza 1998. Autumn movements of Citril Finch *Serinus citrinella citrinella* in the southern Alps. *Ringing & Migration* 19:23-29.
- Förschler, M. 2000. Untersuchungen zur Brutphänologie, Nahrungswahl und Habitatwahl des Zitronengirlitz (*Serinus citrinella*) im Nordschwarzwald. Diploma Thesis Fakultät für Biologie der Eberhard-Karls-Universität Tübingen.
- Förschler, M. 2001a. Brutzeitliche Nahrungswahl des Zitronengirlitzes *Serinus citrinella* im Nordsschwarzwald. *Vogelwelt* 122:265-272.
- Förschler, M. 2001b. Witterungsbedingte Ausweichbewegungen des Zitronengirlitzes *Serinus citrinella* im Nordschwarzwald. *Ornithologische Beobachter* 98:135-140.
- Förschler, M. 2002a. Brutbiologie des Zitronengirlitzes *Serinus citrinella* im Nordschwarzwald. *Der Ornith. Beobachter* 99:19-32.
- Förschler, M. 2002b. Predation strategy of the Eurasian Jay *Garrulus glandarius* and antipredator response by the Citril Finch *Serinus citrinella*. *Revista Catalana d'Ornitologia* 19:41-43.
- Förschler, M. 2007a. Microgeographic variation in citril finch *Carduelis citrinella* abundance as a consequence of resource availability and ancient landscape cultivation. *European Journal of Wildlife Research* 53:29-34.
- Förschler, M. I. 2006. Starker Bestandsrückgang beim Zitronenzeisig *Carduelis citrinella* an nachbrutzeitlichen Sammelpätzen im Nordschwarzwald. *Vogelwarte* 44:17-21.
- Förschler, M. I. 2012. Zitronenzeisige *Carduelis citrinella* in Nordrhein-Westfalen. *Charadrius* 48:36-37.
- Förschler, M. I., A. Borrás, J. Cabrera, T. Cabrera, and J. C. Senar 2005. Inter-locality variation in reproductive success of the citril finch *Serinus citrinella*. *Journal of Ornithology* 146:137-140.
- Förschler, M. I., A. Borrás, E. K. V. Kalko, J. Cabrera, T. Cabrera, and J. C. Senar 2006. Inter-locality variation in breeding phenology and nesting habitat of the Citril finch *Carduelis citrinella* in the Catalanian Pre-Pyrenees. *Ardeola* 53:115-126.
- Förschler, M. I. and U. Dorka 2010. Citril finch *Carduelis citrinella* faces extinction at the northern edge of its distribution. *Alauda* 78:130-136.



- Förschler, M. I. and E. K. V. Kalko 2006. Breeding ecology and nest site selection in allopatric mainland Citril Finches *Carduelis [citrinella] citrinella* and insular Corsican Finches *Carduelis [citrinella] corsicanus*. *Journal of Ornithology* 147:553-564.
- Förschler, M. I., J. C. Senar, A. Borrás, J. Cabrera, and M. Bjorklund 2011. Gene flow and range expansion in a mountain-dwelling passerine with a fragmented distribution. *Biol. J. Linn. Soc.* 103:707-721.
- Förschler, M. 2007b. Seasonal variation in the diet of citril finches *Carduelis citrinella*: are they specialists or generalists? *European Journal of Wildlife Research* 53:190-194.
- Förschler, M. I. and J. Klaefer 2007. Range expansion of citril finches (*Carduelis citrinella*) in southern Spain. *Aves* 44:54-57.
- Frankham, R., J. D. Ballou, and D. A. Briscoe 2002. *Introduction to Conservation Genetics*. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Fretwell, S. D. and H. L. Lucas 1970. On territorial behavior and other factors influencing habitat distribution in birds. *Acta Biotheoretica* 19:16-36.
- Galarza, A. and J. L. Tellería 2004. Linking processes: effects of migratory routes on the distribution of abundance of wintering passerines. *Animal Biodiversity and Conservation* 26:19-27.
- Gallego, M. S. and J. C. Atienza 2011. *Manual de conservació i actuacions administratives y judiciales para proteger la biodiversidad*. SEO/BidLife.
- Gaona, P. F. P. and M. Delibes 1997. Dynamics and viability of a metapopulation of the endangered Iberian lynx (*Lynx pardina*). *Ecological monographs* 68:349-370.
- García, E. 2015. *Serinus citrinella*. Pp. 504-505 in *Atlas de las aves nidificantes de Asturias, 1990-2010* (E. García, P. García-Rovés, and A. Vigil, Eds.). Coordinadora Ornitológica d'Asturies & INDUROT,
- García-Rúa, A. E. 1974. Primera reproducción comprobada de *Carduelis spinus* en el Centro de España y nuevos datos de cría de *Carduelis citrinella*. *Ardeola* 20:382-384.
- Garrido, H. and J. Pinilla 2000. Las anillas y otras marcas. Pp. 23-40 in *Manual para el anillamiento científico de aves* (J. c. Pinilla, Ed.). SEO/BirdLife & DGCN-NIMAM, Madrid.
- Genard, M. and F. Lescourret 1986. Abundance et répartition des petits vertébrés consommateurs de graines de pin a crochets (*Pinus uncinata* Miller ex Mirbel) en forêt d'Osséja (Pyrénées-Orientales). *Vie Milieu* 36:27-36.
- Génard, M. and F. Lescourret 1987. The Common Crossbill *Loxia curvirostra* in the Pyrenees: some observations on its habitats and on its relations with conifer seeds. *Bird Study* 34:52-63.
- Geroudet, P. 1972. *Les passereaux*. Delachaux et Niestlé, Neuchatel.
- Gil-Tena, A., L. Brotons, and S. Saura 2009. Mediterranean forest dynamics and forest bird distribution changes in the late 20th century. *Glob Change Biol* 15:474-485.
- Gil-Tena, A., L. Brotons, and S. Saura 2010. Effects of forest landscape change and management on the range expansion of forest bird species in the Mediterranean region. *Forest ecology and management* 259:1338-1346.
- Gil-Tena, A., M. De Cáceres, N. Aquillú, A. REGOS, D. VILLERO, S. Saura, and L. Brotons 2013. Modelización del hábitat de Pino laricio (*Pinus nigra* spp *salzmannii*) y de los cambios en su conectividad dentro de la Red Natura 2000 en futuros escenarios de cambio climático. (Anonymous,).
- Gil-Tena, A., O. Torras, and S. Saura 2008. Relationships between forest landscape structure and avian species richness in NE Spain. *Ardeola* 55:27-40.
- Glutz von Blotzheim, U. N. 1962. *Die Brutvogelder der Schweiz*. Verlag Aargauer Tagblatt, Aarau.
- Glutz, U. N. and K. M. Bauer 1997. *Handbuch der Vögel Mitteleuropas*. AULA-Verlag, Wiesbaden.
- Gordo, O., C. Barriocanal, and D. Robson 2011. Ecological impacts of the North Atlantic Oscillation (NAO) in Mediterranean ecosystems. Pp. 153-170 in *Hydrological, Socioeconomic and Ecological Impacts of the North Atlantic Oscillation in the Mediterranean Region* (Anonymous,). Springer,
- Gosàlbez, J., M. J. López-Fuster, G. Goetzens, and V. Sans-Coma 1985. El poblament dels petits mamífers (Insectívora i Rodentia) a Catalunya. *Requeriments ambientals i distribució geogràfica*. Butlletí Institutio Catalana d'Història Natural 52:209-230.
- Gràcia, M. and J. L. Ordóñez 2011a. Les pinedes de pi roig. Diputació de Barcelona, Barcelona.
- Gràcia, M. and J. L. Ordóñez 2011b. Les pinedes de pinassa. Diputació de Barcelona, Barcelona.
- Gràcia, M. and J. L. Ordóñez 2012. Les pinedes de pi negre. Diputació de Barcelona, Barcelona.
- Grant, P. R., B. R. Grant, and K. Petren 2001. A population founded by a single pair of individuals: establishment, expansion, and evolution. Pp. 359-382 in *Microevolution Rate, Pattern, Process* (Anonymous,). Springer,
- Greenwood, P. J. and P. H. Harvey 1982. The natal and breeding dispersal of birds. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 13:1-21.



- Gutiérrez, D. 2002. Metapoblaciones: un pilar básico en biología de conservación. *Ecosistemas* 3:5-54.
- Gutiérrez, E. 1991. Climate tree-growth relationships for *Pinus uncinata* Ram. in the Spanish pre-Pyrenees. *Acta Oecologica* 12:213-225.
- Hahn, T. P., T. Boswell, J. C. Wingfield, and G. F. Ball 1997. Temporal flexibility in avian reproduction. *Current Ornithology* 39:80.
- Hanski, I. 1999. *Metapopulation ecology*. Oxford University Press, Oxford.
- Hanski, I. and D. Simberloff 1997. The metapopulation approach, its history, conceptual domain, and application to conservation. En *Metapopulation biology: ecology, genetics, and evolution*. Pp. 5-26 (I. y. G. M. e. Hanski, Ed.). Academic Press, San Diego, USA.
- Harper, D. G. C. 1999. Feather mites, pectoral muscle condition, wing length and plumage coloration of passerines. *Anim. Behav.* 58:553-562.
- Harrison, C. 1982. *An Atlas of the birds of the Western Palearctic*, 1982 ed. Collins, London.
- Herrera, J. M. 2015. El papel de la matriz en el mantenimiento de la biodiversidad en hábitats fragmentados. De la teoría ecológica al desarrollo de estrategias de conservación. *Ecosistemas* 20:21-34.
- Hódar, J.A., Castro, J. and Zamora, R. 2003. Pine processionary caterpillar *Thaumetoea pityocampa* as a new threat for relict Mediterranean Scots pine forest under climatic warming. *Biological Conservation* 110: 123-129
- Hughes, L. 2000. Biological consequences of global warming: is the signal already apparent? *Trend. Ecol. Evol.* 15:56-61.
- Huntley, B., Y. C. Collingham, Rhys E.G., G. M. Hilton, C. Rhabek, and S. G. Willis 2006. Potential impacts of climatic change upon geographical distributions of birds. *Ibis* 148:8-28.
- Huntley, B., Rhys E.G., Y. C. Collingham, and S. G. Willis 2007. *A climatic atlas of European breeding birds*. Lynx, Barcelona.
- Hutchinson, G. E. and R. Navarro 1979. *El teatro ecológico y el drama evolutivo*. Blume ediciones, Barcelona.
- Huxman, T. E., M. D. Smith, P. A. Fay, A. K. Knapp, M. R. Shaw, M. E. Loik, S. D. Smith, D. T. Tissue, J. C. Zak, J. F. Weltzin, W. T. Pockman, O. E. Sala, B. M. Haddad, J. Harte, G. W. Koch, S. Schwinning, E. E. Small, and D. G. Williams 2004. Convergence across biomes to a common rain-use efficiency. *Nature* 429:651-654.
- Jaeger, M. M., B. E. Bruggers, and A. Erickson 1986. Evidence of itinerant breeding of the Red-billed *Quelea quelea* in the Ethiopian Rift Valley. *Ibis* 128:469-482.
- Jehl, J. R. 1990. Aspects of the molt migration. Pp. 102-115 in *Bird migration* (E. Gwinner, Ed.). Springer Verlag, Berlin.
- Jenni, L., P. Berthold, W. Peach, and F. Spina 1994. *El anillamiento de aves: herramienta científica y de gestión ambiental*. EURING - SEO Bird Life, Madrid.
- Jenni, L. and R. Winkler 1994. *Moult and ageing of European Passerines*. Academic Press, London.
- Joly, E. 2011. The existence of species rests on a metastable equilibrium between inbreeding and outbreeding. An essay on the close relationship between speciation, inbreeding and recessive mutations. *Biology Direct* 6:62.
- Jouard, H. 1930. Der Zitronenzeisig als Winterbrüter. *Ornithol Monatsber* 38:137-139.
- Jourdain, F. C. T. 1936. *The birds of Southern Spain*. Ibis 725-763.
- Julio Camarero, J. and E. Gutiérrez 2007. Response of *Pinus uncinata* Recruitment to Climate Warming and Changes in Grazing Pressure in an Isolated Population of the Iberian System (NE Spain). *Arctic, Antarctic, and Alpine Research* 39:210-217.
- Keller, F. C. 1890. *Ornis carinthiae. Die Vögel Kärntens*. Klagenfurt.
- Kelley, J. L., J. A. Graves, and A. E. Magurran 1999. Familiarity breeds contempt in guppies. *Nature* 401:661-662.
- Kendeigh, S. C. and G. C. West 1965. Caloric values of plant seeds eaten by birds. *Ecology* 46:553-555.
- Kerr, G., P. Gosling, G. Morgan, V. Stokes, V. Cunningham, and M. Parratt 2008. Seed production and seedling survival in a 50-year-old stand of Corsican pine (*Pinus nigra subsp laricio*) in southern Britain. *Forestry* 81:525-541.
- Kilzer, R., G. Willi, and G. Kilzer 2011. *Atlas der Brutvögel Vorarlbergs*. Bücher Verlag.
- Kjellén, N. 1994. Moult in relation to migration in birds -a review. *Ornis Svecica* 4:1-24.
- Laiolo, P. and A. Rolando 2005. Forest bird diversity and ski-runs: a case of negative edge effect. *Animal Conservation* 8:9-16.
- Leisler, B. and H. Winkler 1985. Ecomorphology. *Current Ornithology* 2:155-186.



- Leitner, S., T. J. Van't Hof, and M. Gahr 2003. Flexible reproduction in wild canaries is independent of photoperiod. *General and Comparative Endocrinology* 130:102-108.
- Levins, R. 1969. Some demographic and genetic consequences of environmental heterogeneity for biological control. *Bulletin of the Entomological Society of America* 15:237-240.
- Lewontin, R. C. 1983. The organism as the subject and object of evolution. *Scientia* 118:65-95.
- Lindholm, A. 1995. Sitruunahemppo – kevään yllättäjä. *Alula* 1:100-102.
- Lleonart, J., J. Salat, and G. J. Torres 2000. Removing Allometric Effects of Body Size in Morphological Analysis. *J. theor. Biol.* 205:85-93.
- Lloret, F. 2004. Régimen de incendios y regeneración. Pp. 101-128 in *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante* (Anonymous,). Ministerio de Medio Ambiente. Organismo Autónomo de Parques Nacionales, Madrid.
- Lontkowski, J. 1980a. Pierwsza obserwacja osetnika (*Serinus citrinella*) w Polsce. *Not. Orn.* 21:75-76.
- Lontkowski, J. 1980b. Pierwsza obserwacja osetnika (*Serinus citrinella*) w polsce. *Notatki Ornitologiczne* 21:1-4.
- López, G., J. Figuerola, N. Varo, and R. C. Soriguer 2005. White Wagtails *Motacilla alba* showing extensive post-juvenile moult are more stressed. *Ardea* 93:237-244.
- López-Seoane, V. 1861. Catálogo de las aves observadas en Andalucía. *REv. de los Prog. de la C. Exac. Fis. y Nat. de Madrid* 1-62.
- Lucas-Borja, M. E., P. Silva-Santos, T. Fonseca, F. R. López-Serrano, P. A. Tiscar, E. Martínez-García, M. Andrés, and A. Del Cerro 2010. Modelling Spanish black pine postdispersal seed predation in Central-eastern Spain. *Forest Systems* 19:393-403.
- Mac Arthur, R. H. and E. O. Wilson 1983. *Teoría de la biogeografía insular*. Moll, Palma de Mallorca.
- Macdonald, D. W. and D. P. Johnson 2001. Dispersal in theory and practice: consequences for conservation biology. Pp. 358-372 in *Dispersal* (J. Clobert, E. Danchin, A. A. Dhondt, and J. D. Nichols, Eds.). Oxford University Press, Oxford.
- Margalef, R. 1991. *Teoría de los sistemas ecológicos*, first ed. Publicacions Universitat de Barcelona, Barcelona.
- Märki, H. 1976. Brutverbreitung und Winterquartier des Zitronenzeisigs *Serinus citrinella* nördlich der Pyrenäen. *Orn. Beob.* 73:67-88.
- Märki, H. 2015. Zitronengirlitz. Pp. 510-511 in *Schweizer Brutvogelatlas* (., Ed.). **Vogelwarte eds**, Sempach.
- Märki, H. and G. Adamek 2013. Nahrungsbedingt wechselnde Winterhabitate des Zitronengirlitzes *Serinus citrinella* in Südfrankreich. *Orn. Beob.* 110:437-452.
- Märki, H., O. Biber, and J. Pérez-Contreras 2012. Le Venturon montagnard *Serinus citrinella*, nicheur régulier dans la Sierra Nevada (Andalousie, Espagne). *Nos Oiseaux* 59:39-45.
- Marra, P. P., D. R. Norris, S. M. Haig, M. Webster, and J. A. Royle 2006. Migratory connectivity. Pp. 157-183 in *Connectivity Conservation* (K. R. Crooks and M. A. Sanjayan, Eds.). Cambridge University Press, Cambridge.
- Martí, R. and J. C. Del Moral 2003. *Atlas de las aves reproductoras de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza-Sociedad Española de Ornitología, Madrid.
- Martín Vide, J. 1992. El clima. *Geografía General dels Països Catalans*. Enciclopèdia Catalana, Barcelona, 1-110.
- Martínez-Vilalta, J., D. Auadé, M. Banqué, J. Barba, J. C. Yuste, L. Galiano, N. Garcia, M. Gómez, A. M. Heres, B. C. López, F. Lloret, R. Poyatos, J. Retana, O. Sus, J. Vayreda, and A. Vilà-Cabrera 2012. Las poblaciones ibéricas de pino albar ante el cambio climático: con la muerte en los talones. *Ecosistemas* 21:15-21.
- Mata Perelló, J. M. Recorregut de recerca geològica per les comarques de l'Alt Urgell (Urgell Mitjà) i Pallars Jussà: des d'Oliana a la Palanca de Noves i des del Coll de Nargó a Isona. *Xaragall* (104), 11. 1998. Museu de Geologia" Valentí Masachs".
- Mata Perelló, J. M. Recorregut de recerca geològica i minera per la comarca del Bages: des de Callús i Sant Mateu de Bages cap a Súria i Cardona. *Xaragall* 319. 2006. Museu de Geologia" Valentí Masachs".
- Mata Perelló, J. M. Recorregut de recerca geològica i mineralògica per les comarques del Bages, del Lluçanès i del Moianès: des d'Artès a Avinyó, San Feliu de Sasserra, Oristà i a l'Estany. *Algeps* 450. 2008. Museu de Geologia" Valentí Masachs".
- Mata Perelló, J. M. Recorregut de recerca geològica, mineralògica i minera per la comarca del Berguedà: des de Berga a Sant Corneli, Fumanya, Vallcebre i a Gòsol. *Algeps* 566. 2009a. Museu de Geologia " Valentí Masachs". Mata Perelló, J. M. Recorregut de recerca geològica, mineralògica i minera per les comarques del Berguedà i de la Cerdanya: des de Guardiola de Berguedà a Coll de Pal i a la



- Tossa d'Alp. Terra Endins 225. 2009b. Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero.
- Mata Perelló, J. M. Recorregut de recerca geoambiental per la comarca del Bages: des de Santpedor i Castellnou de Bages a Balsareny ia Navàs. Xaragall 383. 2010. Museu de geologia "Valentí Masachs".
- Mata Perelló, J. M. 2012. Recerca geològica i mineralògica per la comarca del Berguedà: des de Sant Quirze del Pedret al Santuari de Queralt a la Redonella ia Riutort. Xaragall 435.
- Mata Perelló, J. M. and J. Sanz. Recorregut de recerca geològica i mineralògica per les comarques del Bages del Moianès i d'Osona: des de Manresa a Moià, Collsuspina, Sant Cugat de Gavadons i a Tona. Xaragall 428. 2012. Museu de Geologia "Valentí Masachs"
- Mata-Perelló, J. M. 1985. Depressió de l'Ebre? Depressió Central? *Dovella* 16:45-48.
- Mata-Perelló, J. M. and J. Sanz. Sortida de recorregut geològic pel Geoparc de la Catalunya Central: des de Mura a Monistrol de Calders, Calders, Artés i a Sallent. *Algeps* 663. 2014. Museu de geologia de la UPC.
- Mata-Perelló, J. M. and J. Sanz. Recorregut de recerca geològica i geoambiental per la comarca del Solsonès: des de Solsona a la Vall d'Ora ia Sant Pere de Grau d'Escales. Xaragall 5. 2015. Museu de Geologia "Valentí Masachs".
- Matschke, A. and . 2002. Lluçareta. Pp. 236-237 in *Atlas dels Ocells d'Andorra* (Anonymous,). ADN, Associació per a la defensa de la natura, Andorra.
- Maumary, L., L. Vallotton, and P. Knaus 2007. *Die Vögel der Schweiz*. Sempach, Schweizerische Vogelwarte & Nos Oisewaux, Montmollin.
- Mayr, E. 1963. *Animal species and evolution*. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Mayr, E. 1926. Die ausbreitung des Girlitz (*Serinus canaria serinus* L.). *J. Orn.* 74:571-671.
- McCarty, J. P. 2001. Ecological consequences of recent climate change. *Conservation Biology* 15:320-331.
- McPeck, M. A. and R. D. Holt 1992. The evolution of dispersal in spatially and temporally varying environments. *Am. Nat.* 140:1010-1027.
- Mieslinger, N. and A. Schuster 1996. Der Zitronengirlitz *Serinus citrinella* in den Chiemgauer und Berchtesgadener Alpen. *Monticola* 80:263-270.
- Moisés, J., M. Ibáñez, R. Rodríguez, and J. R. OLARIETA 2004. Estudi climatològic de la vall d'Alinyà. Pp. 17-45 in *Els sistemes naturals de la vall d'Alinyà* (J. ed. GERMAIN, Ed.). Institutió Catalana d'Història Natural, Barcelona.
- Mönkkönen, M. 1995. Do migrant birds have more pointed wings?: a comparative study. *Evol. Ecol.* 9:520-528.
- Montserrat, P. and I. Soriano. Memoria del Mapa Forestal de España, Hoja 9-3 Berga. Juan de la Torre director. 1997. Madrid, Ministerio de Medio Ambiente.
- Mooney, H. A. and J. Kummerow 1981. Phenological development of plants in Mediterranean-climate regions. *Ecosystems of the world*.
- Morales, M. B., I. Guerrero, and J. J. Oñate 2013. Efectos de la gestión agraria en las aves de los cultivos cerealistas: un proceso multiescalar. *Revista Ecosistemas* 22:25-29.
- Moreno, E. and L. M. Carrascal 1993. Leg morphology and feeding postures in four parus species an experimental ecomorphological approach. *Ecology* 74:2037-2044.
- Morueta-Holme, N., Kr. Engemann, P. Sandoval-Acuña, J. D. Jonas, R. M. Segnitz, and J. C. Svenning 2015. Strong upslope shifts in Chimborazo's vegetation over two centuries since Humboldt. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112:12741-12745.
- Naveso, M. A. 1996. Medidas agroambientales para la conservación de la naturaleza en España. *La Garcilla* 97:24-27.
- Nergiz, C. and c. D+Ânmez 2004. Chemical composition and nutritive value of *Pinus pinea* L. seeds. *Food Chemistry* 86:365-368.
- Nethersole-Thompson, D. 1975. *Pine Crossbills*. T & AD Poyser, Berkhamsted.
- Newton, I. 1967. The adaptive radiation and feeding ecology of some British finches. *Ibis* 109:33-98.
- Newton, I. 1972. *Finches*. Collins, London.
- Newton, I. 1998. *Population limitation in birds*. Academic Press, San Diego.
- Newton, I. 2008. *The Migration Ecology of Birds*. Academic Press, London.
- Nguembock, B., J. Fjeldsa, A. Couloux, and E. Pasquet 2009. Molecular phylogeny of Carduelinae (Aves, Passeriformes, Fringillidae) proves polyphyletic origin of the genera *Serinus* and *Carduelis* and suggests redefined generic limits. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 51:169-181.



- NITSCHKE, G. and H. PLACHTER 1987. Atlas der Brutvögel Bayerns 1979-1983. 267 Seiten. Bayerisches Landesamt für Umweltschutz.
- Norberg, U. M. 1990. Vertebrate Flight. Mechanics, Physiology, Morphology, Ecology and Evolution. Springer-Verlag, Berlin.
- Norberg, U. M. 1995. How a long tail and changes in mass and wing shape affect the cost for flight in animals. *Funct. Ecol.* 9:48-54.
- Noval, A. 1967. Estudio de la avifauna de Guipuzcoa. *Munibe* 19:5-78.
- Noval, A. 1976a. Fauna salvaje asturiana. Ayalga Ediciones, Gijón.
- Noval, A. 1976b. Verderon serrano. Pp. 170-172 in *Fauna Ibérica* (Anonymous,). Naranco, Oviedo.
- Nuet, J., J. M. Panareda, and A. Romo 1991. Vegetació de Catalunya, First ed. Eumo Editorial, Vic.
- Ordóñez, J. L. 2004. Análisis y modelización del reclutamiento de *Pinus nigra* en zonas afectadas por grandes incendios. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Ordóñez, J. L. and J. Retana 2004. Early reduction of post-fire recruitment of *Pinus nigra* by post-fire dispersal seed predation in different time-since-fire habitats. *Ecography* 27:449-458.
- Ozaki, K., M. Isono, T. Kawahara, S. Iida, T. Udo, and K. Ukuyama 2006. A mechanistic approach to evaluation of umbrella species as conservation surrogates. *Conservation Biology* 20:1507-1515.
- Pagani-Nuñez, E. and J. C. Senar 2012. Changes in carotenoid-based plumage colour in relation to age in European Serins *Serinus serinus*. *Ibis* 154:155-160.
- Panareda, J. and J. Nuet 1976. El Clima i les aigües dels Països Catalans. in *Geografia física dels Països Catalans* (Anonymous,). Ketres Editorial, Barcelona.
- Pares, E. and S. Guisán 1981. Perspectives històriques sobre la política forestal a Catalunya. Diputació de Barcelona, Barcelona.
- Parkin, D. and A. Knox 2010. The status of birds in Britain and Ireland. A&C Black.
- Payevsky, V. A. 1994. Age and sex structure, mortality and spatial winter distribution of Siskins (*Carduelis spinus*) migrating through eastern Baltic area. *Vogelwarte* 37:190-198.
- Payne, R. B. 1991. Natal dispersal and population structure in a migratory songbird, the indigo bunting. *Evolution* 45:49-62.
- Pedrocchi, C. 1997. Verderon Serrano. Pp. 512-513 in *Atlas de las aves de España (1975-1995)* (F. J. Purroy, Ed.). Lynx Edicions, Barcelona.
- Pedrocchi, C. 1998. Fauna ornítica del Alto Aragón Occidental. Monografías del Instituto Pirenaico de Ecología.
- Peiponen, V. 1957. Wechselt der Birkenzeisig, *Carduelis flammea* (L.), sein Brutgebiet während des Sommers? *Ornis Fennica* 34:41-64.
- Peñuelas, J. and M. Boada 2003. A global change-induced biome shift in the Montseny mountains (NE Spain). *Glob Change Biol* 9:131-140.
- Peñuelas, J., R. Ogaya, M. Boada, and S. Jump 2007. Migration, invasion and decline: changes in recruitment and forest structure in a warming-linked shift of European beech forest in Catalonia (NE Spain). *Ecography* 30:829-837.
- Pérez-Contreras, J. 2012. Verderón serrano *Serinus citrinella*. Pp. 298-299 in *Las aves de Sierra Nevada* (J. Garzón-Gutiérrez and I. Henares-Civantos, Eds.). Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, Granada.
- Perez-Contreras, J., J. Garzon Gutierrez, I. Garcia, and A. Tamayo 2005. Status of the citril finch *Serinus citrinella* (Pallas, 1764) in Sierra Nevada (Spain). *Zoologica Baetica* 16:171-176.
- Pérez-Contreras, J., J. Garzón-Gutiérrez, I. Garcia, and A. Tamayo 2005. Situación del verderón serrano *Serinus citrinella* (Pallas, 1764) en Sierra Nevada (España). *Zool. baetica* 16:171-176.
- Peris, S. J. and J. I. Carnero 1988. Atlas Ornitológico de la provincia de Salamanca. Diputación de Salamanca.
- Phillips, S. J., R. P. Anderson, and R. E. Schapire 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190:231-259.
- Pinilla, J. 2000a. Manual para el anillamiento científico de aves. SEO/BirdLife & DGCN-NIMAM, Madrid.
- Pinilla, J. 2000b. Manipulación del ave. Pp. 61-72 in *Manual para el anillamiento científico de aves* (J. c. Pinilla, Ed.). SEO/BirdLife & DGCN-NIMAM, Madrid.
- Piper, W. H. 2011. Making habitat selection more "familiar": a review. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 65:1329-1351.
- Piqué, M., M. Beltrán, P. Vericat, T. Cervera, R. Farriol, and T. Baiges 2011. Models de gestió per als boscos de pi roig (*Pinus sylvestris* L.): producció de fusta i prevenció d'incendis forestals. Centre de la Propietat Forestal. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. Generalitat de Catalunya.



- Postma, E. and A. J. Van Noordwijk 2005. Gene flow maintains a large genetic difference in clutch size at a small spatial scale. *Nature* 433:65-68.
- Potti, J. 1985. Sucesión de las comunidades de aves en los pinares repoblados de *Pinus sylvestris* del macizo de Ayllon (Sistema Central). *Ardeola* 32:253-277.
- Potti, J. 1986. Densidad y riqueza de aves en comunidades nidificantes de la Península Ibérica. *Miscel·lània Zoològica* 10:267-276.
- Potti, J., L. M. Carrascal, and D. Palomino. Las comunidades de aves del Parque Natural del Alto Tajo y su zona periférica de protección. 2005. Madrid, Consejería de Agricultura y Medio Ambiente, Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. (GENERIC)
- Praz, J. C. and P. A. Oggier 1973. Sur l'hivernage du Venturon montagnard *Serinus citrinella* en Valais. *Nos Oiseaux* 32:109-112.
- Probst, R. 2015. Warum brütet der Zitronenzeisig (*Carduelis citrinella*) in Kärnten genau am Dobratsch? *Caríntia* 202/212:493-504.
- Proctor, H. and I. Owens 2000. Mites and birds: diversity, parasitism and coevolution. *Trend. Ecol. Evol.* 15:358-364.
- Proctor, H. C. 2003. Feather mites (Acari: Astigmata): Ecology, Behavior, and Evolution. *Annu. Rev. Entomol.* 48:185-209.
- Puente, A., J. Carreras, E. Carrillo, and J. M. Ninot 2011. Canvis de la vegetació en el domini potencial del bosc de pi negre al Parc nacional d'Aiguestortes i estany de Sant Maurici en el període 1956-2008. Pp. 357-365 (Anonymous,). Parc Nacional d'Aiguestortes i Estany de Sant Maurici. DMAH,
- Pulliainen, E. 1974a. Winter nutrition of the common Crossbill (*Loxia curvirostra*) and The Pine Grobeak in northeastern Lapland in 1973. *Ann. Zool. Fennici* 11:204-206.
- Pulliainen, E. 1974b. Winter nutrition of the common crossbill (*Loxia curvirostra*) and the pine grosbeak (*Pinicola enucleator*) in northeastern Lapland in 1973. *Ann. Zool. Fennici* 11:204-206.
- Pulliam, H. R. 1988. Sources, sinks and population regulation. *Am. Nat.* 135:652-661.
- Purroy, F. J. 1974. Contribución al conocimiento ornitológico de los pinares pirenaicos. *Ardeola* 20:245-261.
- Purroy, F. J. 1997. Atlas de las aves de España (1975-1995). Lynx Edicions, Barcelona.
- Quézel, P. 1985. Definition of the Mediterranean region and the origin of this flora. in *Plant conservation in the Mediterranean area* (Anonymous,). W. Junk Publishers,
- Ramos, J. J. 2004. Aves en la alta montaña de las sierras Segundera, Cabrera y Cabrera baja. *Argutorio* 6:4-5.
- Rayner, J. M. V. 1988. Form and function in avian flight. *Current Ornithology* 5:1-66.
- Retana, J., J. M. Espelta, A. Habrouk, J. L. Ordóñez, and F. de Solà-Morales 2002. Regeneration patterns of three Mediterranean pines and forest changes after a large wildfire in northeastern Spain. *Ecoscience* 9:89-97.
- Riba, O. 1976. El relleu dels Països Catalans. Pp. 7-103 in *Geografia física dels Països Catalans* (Anonymous,). Ketres Editorial, Barcelona.
- Rifà, A. and M. Castellnou 2007. El modelo de extinción de incendios forestales catalan. (Anonymous,).
- Rivas Martínez, S. 1980. Les étages bioclimatiques de la végétation de la Péninsule Ibérique. Pp. 251-268 (Anonymous,). Real Jardín Botánico,
- Rivas Martínez, S. and J. M. Gandullo 1987. Memoria del mapa de series de vegetación de España: 1:400.000. ICONA, Madrid.
- Rodríguez-Teijeiro, J. D., F. Sardá-Palomera, J. Nadal, X. Ferrer, C. Ponz, and M. Puigcerver 2009. The effects of mowing and agricultural landscape management on population movements of the common quail. *J. Biogeo.* 36:1891-1898.
- Rohwer, S. A., S. D. Fretwell, and D. M. Niles 1980. Delayed maturation in Passerine plumages and the deceptive acquisition of resources. *Am. Nat.* 115:400-437.
- Roig, J. and A. Fernández 2011. Pardal d'ala blanca *Montifringilla nivalis*. in *Atlas dels ocells de Catalunya a l'hivern 2006-2009* (S. Herrando, L. Brotons, J. Estrada, S. Guallar, and M. Anton, Eds.). Institut Català d'Ornitologia & Lynx Edicions, Barcelona.
- Roig, P., J. Alcázar, and J. A. Martínez 2001. Evolución de la superficie de masas forestales en la provincia de Lérida entre los años 1954-1999. (Anonymous,).
- Rolando, A., E. Caprio, E. Rinaldi, and I. Ellena 2007. The impact of high-altitude ski-runs on alpine grassland bird communities. *Journal of Applied Ecology* 44:210-219.
- Rosell, C. 2010. La biodiversitat a Catalunya: cooperar per aturar la pèrdua. *Medi Ambient Tecnologia i Cultura* 20:31.
- Rothery, P. and I. Newton 2002. A simple method for estimating timing and duration of avian primary moult using field data. *Ibis* 144:526-528.



- Ruiz de la Torre, J. 2006. Flora Mayor. Ministerio de Medio Ambiente. Servicio de Parques Nacionales, Madrid.
- Sabel, K. 1965. Beobachtungen an Zitronengirlitzen und anderen Finken im Schwarzwald. Gef. Welt 89:32-51.
- Sabel, K. 1983. Naturgemässe Finkenzucht: Sämereien und Wildfutterpflanzen für europäische und aussereuropäische Körnerfresser. Joko-Verlag, Bassum.
- Saez-Royuela, R. 1954. Liste des passereaux de l'Espagne. L'Oiseau et R. F. O. 106-122.
- Sagarin, R. D. and S. D. Gaines 2002. The "abundant centre" distribution: to what extent is it a biogeographical rule? Ecol. Letters 5:137-147.
- Saiz-Villoria, J., M. Sánchez, I. Fombellida, A. Herrero, and A. Sánchez 2002. Lista preliminar de los vertebrados continentales de Cantabria. Locustella 1:1-18.
- Salomonsen, F. 1955. The evolutionary significance of bird-migration. Biologiske Meddelelser 22:1-62.
- Salomonsen, F. 1968. The moult migration. Wildfowl 19:5-24.
- Sánchez, A. 1991. Estructura y estacionalidad de las comunidades de aves de la sierra de Gredos. Ardeola 38:207-231.
- Sangster, G. 2000. Genetic distance as a test of species boundaries in the Citril Finch *Serinus citrinella*: a critique and taxonomic reinterpretation. Ibis 142:487-490.
- Santisteban, L., C. W. Benkman, T. Fetz, and J. W. Smith 2012. Survival and population size of a resident bird species are declining as temperature increases. J. Anim. Ecol. 81:352-363.
- Santos, T. and J. L. Tellería 1985. Patrones generales de la distribución invernal de passeriformes en la Península Ibérica. Ardeola 32:17-30.
- Sanz, J. and J. M. Mata-Perelló. Sortida de recorregut geològic pel Geoparc de la Catalunya Central: des de Manresa al Pont de Vilomara, Rocafort, Mura, Monistrol de Calders i a Calders. Algeps 661. 2014. Museu de geologia de la UPC. (GENERIC)
- Saunders, H. 1871. A list of the birds of Souther Spain. Ibis (1871):54-68; 205 -225; 384-402.
- Schmid, H., R. Luder, B. Naef-Daenzer, R. Graf, and N. Zbinden 1998. Atlas des oiseaux nicheurs de Suisse. Distribution des oiseaux nicheurs en Suisse et au Liechtenstein en 1993-1996.
- Seguret, M. 1972. Etude tectonique des nappes et séries décollées de la partie centrale du versant sud des Pyrénées: Caractere synsédimentaire, rôle de la compression et de la gravité. Publications de l'Université des sciences et techniques du Languedoc (USTELA). Montpellier.
- Senar, J. C. 1988. Trapping finches with the Yunick Platform Trap: the residency bias. J. Field Ornithol. 59:381-384.
- Senar, J. C. 2002. La evolución de las señales de estatus social. in Evolución (M. Soler, Ed.). Granada.
- Senar, J. C. 2004. Mucho más que plumas. Monografies del Museu de Ciències Naturals, vol. 2, Barcelona.
- Senar, J. C., A. Borrás, J. Cabrera, A. Cabrera, and M. Björklund 2006. Local differentiation in the presence of gene flow in the citril finch *Serinus citrinella*. Biol. Lett. 2:85-87.
- Senar, J. C., A. Borrás, T. Cabrera, and J. Cabrera 1993. Testing for the relationship between coniferous crop stability and Common Crossbill residence. J. Field Ornithol. 64:464-469.
- Senar, J. C., M. Camerino, and N. B. Metcalfe 1990. Familiarity breeds tolerance: the development of social stability in flocking Siskins (*Carduelis spinus*). Ethology 85:13-24.
- Senar, J. C., M. J. Conroy, and A. Borrás 2002. Asymmetric exchange between populations differing in habitat quality: a metapopulation study on the Citril Finch. J. appl. Stat. 29:425-441.
- Senar, J. C., J. L. Copete, J. Domènech, and G. Von Walter 1994a. Prevalence of louse-flies Diptera, Hippoboscidae parasiting a cardueline finch and its effect on body condition. Ardea 82:157-160.
- Senar, J. C., J. L. Copete, and A. J. Martin 1998. Behavioural and morphological correlates of variation in the extent of postjuvenile moult in the Siskin *Carduelis spinus* . Ibis 140:661-669.
- Senar, J. C., J. Domènech, L. M. Carrascal, and E. Moreno 1997. A funnel trap for the capture of tits. Butll. GCA 14:17-24.
- Senar, J. C., J. Kew, and A. Kew 2015. Do siskins have friends? An analysis of movements of Siskins in groups, based on EURING recoveries. Bird Study 62:566-568.
- Senar, J. C., J. Leonart, and N. B. Metcalfe 1994b. Wing-shape variation between resident and transient wintering Siskins *Carduelis spinus*. J. Avian Biol. 25:50-54.
- Shealer, D. A. and J. Burger 1995. Comparative foraging success between adult and one-year- old Roseate and Sandwich Terns. Colon Waterbird 18:93-99.
- Shields, W. M. 1982. Philopatry, Inbreeding, and the Evolution of Sex. State University of New York Press, Albany.



- Smith, R. D. and N. B. Metcalfe 1997. Where and when to feed: Sex and experience affect access to food in wintering snow buntings. *Behaviour* 134:143-160.
- Sneddon, L. U. and J. P. Swaddle 1999. Asymmetry and fighting performance in the shore crab *Carcinus maenas*. *Anim. Behav.* 58:431-435.
- Snow, D. W. and C. M. Perrins 1998. The birds of the western paleartic. Concise edition. vol. 2 Passerines. Oxford University Press, Oxford.
- Solé Sabarís, L. 1958. Geografia de Catalunya. Editorial Aedos, Barcelona.
- Soriano, I. 1990. Estudi florístic i geobotànic de la Serra de Moixeró i el massís de la Tosa d'Alp (Pirineus Orientals). Universitat de Barcelona.
- Soriano, I. 2001. La vegetació de la Serra de Moixeró i el Massís de la Tosa d'Alp (Pirineus Orientals). *Acta Bot. Barcinon* 47:5-400.
- Spina, F. and S. Volponi 2008. Atlante della Migrazione degli Uccelli in Italia. 2. Passeriformi. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), Roma.
- Spitz, F. 1977. Ecología de las agrupaciones de passeriformes forestales en el Pirineo Oriental. *Ardeola* 23:40.
- Stattersfield, A. J., D. R. Capper, G. C. Dutson, and T. Morrisey 2000. Threatened birds of the world: the official source for birds on the IUCN red list. BirdLife International, Barcelona & Cambridge.
- Sultan, S. E. and H. G. Spencer 2002. Metapopulation Structure Favors Plasticity over Local Adaptation. *Am. Nat.* 160:271-283.
- Sultan, S. E. 1987. Evolutionary implications of phenotypic plasticity in plants. Pp. 127-178 in *Evolutionary biology* (Anonymous,). Springer,
- Svensson, L. 1992. Identification guide to European Passerines, 4 ed. L.Svensson, Stockholm.
- Swaddle, J. P., E. V. Williams, and J. M. V. Rayner 1999. The effect of simulated flight feather moult on escape take-off performance in starlings. *J. Avian Biol.* 30:351-358.
- Swaddle, J. P. and M. S. Witter 1997. Food availability and primary feather molt in European starlings, *Sturnus vulgaris*. *Can. J. Zool.* 75:948-953.
- Swaddle, J. P., M. S. Witter, I. C. Cuthill, A. Budden, and P. McCowen 1996. Plumage condition affects flight performance in Common Starlings: implications for developmental homeostasis, abrasion and moult. *J. Avian Biol.* 27:103-111.
- Szulkin, M., K. V. Stopher, J. M. Pemberton, and J. M. Reid 2013. Inbreeding avoidance, tolerance, or preference in animals? *Trend. Ecol. Evol.* 28:205-211.
- Tellería, J. L. 1987. Biogeografía de la avifauna nidificante en España central. *Ardeola* 34:145-166.
- Tellería, J. L. 2012. Introducción a la conservación de las especies. Tundra, Valencia.
- Tellería, J. L. 2015. Introducción a la conservación de las especies. Tundra Ediciones, Valencia.
- Tellería, J. L., B. Asensio, and M. Díaz 1999. Aves Ibéricas. II Paseriformes., First ed. J.M. Reyero, Madrid.
- Tellería, J. L., B. Asensio, and M. Diaz 1999. Aves Ibéricas. II. Paseriformes. J.M.Reyero Editor, Madrid.
- Tellería, J. L. and A. Galarza 1990. Avifauna y paisaje en el norte de España: Efecto de las repoblaciones con árboles exóticos. *Ardeola* 37:229-245.
- Tellería, J. L. and J. Potti 1987. La distribution des bruants (Emberizidae) et fringillidés (Fringillidae) dans la sierra de guadarrama (espagne centrale): Etude descriptive. *Alauda* 55:55-66.
- Tellería, J. L., A. Ramírez, A. Galarza, R. Carbonell, J. Pérez-Tris, and T. Santos 2008. Geographical, landscape and habitat effects on birds in Northern Spanish farmlands: implications for conservation. *Ardeola* 55:203-219.
- Tellería, J. L. and T. Santos 1985. Avifauna invernante en los medios agrícolas del norte de España. I. Caracterización biogeográfica. *Ardeola* 32:203-225.
- Tellería, J. L. and T. Santos 1986. Bird wintering in Spain: a review. *Richerche Biol. Selvaggina* 10:319-338.
- Tellería, J. L., T. Santos, and L. M. Carrascal 1988. La invernada de los Paseriformes (O. Passeriformes) en la Península Ibérica. Pp. 153-166 in *Invernada de aves en la Península Ibérica* (J. L. Tellería, Ed.). Sociedad Española de Ornitología, SEO, Madrid.
- Terrades, J., J. J. Ibañez, J. Vayreda, J. M. Espelta, A. Avila, and C. Gracia 2004. Els boscos de Catalunya: estructura, dinàmica i funcionament. Departament de Medi Ambient i Habitatge.
- Tíscar Oliver, P. A. 2007. Dinámica de regeneración de *Pinus nigra* subsp. *salzmannii* al sur de su área de distribución: etapas, procesos y factores implicados. *Investigación agraria: Sistemas y Recursos Forestales* 16:124-135.
- Torres Montesinos, D. 2007. *Juniperus thurifera*: una especie dioica, vecera y relictica. *Revista Ecosistemas* 16 (3): <http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?id=506>



- Tudela, A. and M. Martínez 2015.. Els tresors geològics del Parc Natural del Cadí Moixeró. www.itinerarisgeologics.com . Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca i FEADER. Ref Type: Online Source
- Valera, F., R. H. Wagner, M. Romero-Pujante, J. E. Gutierrez, and P. J. Rey 2005. Dietary specialization on high protein seeds by adult and nestling serins. *Condor* 107:29-40.
- Van Wilgenburg, S. L., D. F. Mazerolle, and K. A. Hobson 2001. Patterns of arthropod abundance, vegetation, and microclimate at boreal forest edge and interior in two landscapes: implications for forest birds. *Ecoscience* 4:454-461.
- Vandevyre, X. 2005. Le Venturon montagnard (*Serinus citrinella*): son statut en Belgique. *Aves* 42:265-266.
- Vázquez, X. 2004. Nidificación de *Serinus citrinella* e *Carduelis spinus* na Serra do Xistral (norte de Galicia). *Chioglossa* 2:53-54.
- Vergés, J. and A. Martínez 1988. Corte compensado del Pirineo oriental: Geometría de las cuencas de antepaís y edades de emplazamiento de los mantos de corrimiento. *Acta geológica hispánica* 23:95-105.
- Verhulst, S., C. M. Perrins, and R. Riddington 1997. Natal dispersal of Great Tits in a patchy environment. *Ecology* 78:864-872.
- Vigo, J. 1976. L'alta muntanya catalana, flora i vegetació. Ed. Montblanc-Martin, Barcelona.
- Vigo, J. 1995. La vegetación de las sierras prepirenaicas situadas entre los ríos Segre y Llobregat. 1. Comunidades forestales (bosques, mantos marginales y orlas herbáceas). *Ecologia mediterranea* 21:73.
- Vigo, J. 2005. Les comunitats vegetals. Descripció i classificació. Universitat de Barcelona.
- Vigo, J. 2011. Los prados en Cataluña: visión general. *Pastos* 14:187-201.
- Vigo, J., J. Carreras, and A. Ferré 2005a. Manual dels hàbitats de Catalunya: catàleg dels hàbitats naturals reconeguts en el territori català d'acord amb els criteris establerts per CORINE biotopes manual de la Unió Europea. Departament de Medi Ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya.
- Vigo, J. and J. Carreras 2003. Los hábitats del proyecto CORINE en el ámbito territorial catalán: delimitación y cartografía. *Acta Bot. Barcinon* 49:401-420.
- Vigo, J., J. Carreras, and A. Ferré 2006. Cartografía dels habitats de Catalunya. Manual d'interpretació. Departament de Medi Ambient i Habitatge. Generalitat de Catalunya., Barcelona.
- Vigo, J., J. Soriano, J. Carreras, P. Aymerich, E. Carrillo, X. Font, R. M. Masalles, and J. M. Ninot 2003. Flora del Parc Natural del Cadí-Moixeró i de les serres veïnes. Museu de Ciències Naturals.
- Vigo, J., J. Carreras, and A. Ferré 2005b. Manual dels hàbitats de Catalunya. Departament de Medi Ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya, Barcelona.
- Villén, S., L. M. Carrascal, and J. Pinilla 2014. Afrontar los rigores del invierno: un reto para las aves de la sierra de Guadarrama. *Quercus* 335:18-26.
- Vives, J. 1964. Vegetación de la Alta Cuenca del Cardener. Universitat de Barcelona. Facultat de Ciències.
- Voous, K. H. 1960. Atlas of european birds. Nelson, London.
- Walsberg, G. E. 1983a. Avian ecological energetics. Pp. 161-220 in *Avian biology*, vol.VII (D. S. Farner, J. R. King, and K. C. Parkes, Eds.). Academic Press, New York.
- Walsberg, G. E. 1983b. Ecological energetics: what are the questions? Pp. 135-164 in *Perspectives in ornithology* (A. H. Brush and G. A. Clark, Eds.). Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Webster, M. S. and P. P. Marra 2005. The importance of understanding migratory connectivity and seasonal interactions. Pp. 199-209 in *Birds of Two Worlds* (R. Greenberg and P. P. Marra, Eds.). Smithsonian Institution, Washington, D.C.
- Welsh, D. A. and S. C. Loughheed 1996. Relationships of bird community structure and species distributions to two environmental gradients in the northern boreal forest. *Ecography* 19:194-208.
- Welty, J. C. 2001. *The life of birds*, 2nd ed. W.B. Saunders Company, Philadelphia.
- White, G. C. and K. P. Burnham 1999. Program MARK: survival estimation from populations of marked animals. *Bird Study* 46:S120-S139.
- Wiegand, T., K. A. Moloney, J. Naves, and F. Knauer 1999. Finding the missing link between landscape structure and population dynamics: a spatially explicit perspective. *Am. Nat.* 154:605-627.
- Wiens, J. A. 1989. *The ecology of bird communities*. Vol.1, Foundations and patterns. Cambridge Univ.Press, Cambridge.
- Wilson, E. O. 1988. *The current state of biological diversity*, 521 ed. National Academy of Sciences or of the Smithsonian Institution, Washington.
- Wilson, W. H. J. 2006. Evidence of flock fidelity in Common Redpolls and Pine Siskins. *N. Am. Bird Bander* 31:105-109.



- Winkler, R. and L. Jenni 1996. Terminology in molt and wing feathers: Use of descendant, ascendant, and lesser coverts. *Auk* 113:968-969.
- Yeatman-Berthelot, D., G. Jarry, and M. Cambrony 1995. *Nouvel atlas des oiseaux nicheurs de France 1985-1989*. Société Ornithologique de France.
- Young, B. E. 1991. Annual molts and interruption of the fall migration for molting in Lazuli Buntings. *Condor* 93:236-250.
- Zamora, J., J. Moscoso, V. Ruiz-del-Valle, E. Lowy, J. I. Serrano-Vela, J. Ira-Cachafeiro, and A. Arnaiz-Villena 2006. Conjoint mitochondrial phylogenetic trees for canaries *Serinus spp.* and goldfinches *Carduelis spp.* show several specific polytomies. *Ardeola* 53:1-17.
- Zink, G. and F. Bairlein 1995. *Zug europäischer Singvögel*, Band 3. Aula-Verlag, Wiesbaden.
- Zuberogitia, I. 1996. Contribució al Atlas de aves nidificantes de Bizcaia: passeriformes nidificantes escasos. *Munibe Ciencias Naturales*.111-117.





ARTICLES





• LLISTAT D'ARTICLES

Llistat dels articles publicats amb el valor de l'índex d'impacte (IF) sobre els que es basa la tesi

El valor total de l'IF és de 16.45.

A1. Borrás,A., Senar,J.C, Alba-Sánchez, F., López-Sáez, J.A., Cabrera,J., Colome,X., Cabrera,T. &. (2010) Citril finches during the winter: patterns of distribution, the role of pines and implications for the conservation of the species. *Animal Biodiversity and Conservation*, 89-115. IF:0,59

A2. Senar,J.C. & Borrás,A. (2004) Sobrevivir al invierno: estrategias de las aves invernantes en la Península Ibérica. *Ardeola*, 51133-168. IF: 0,82

A3. Förschler,M.I., Borrás,A., Kalko,E.K.V., Cabrera,J., Cabrera,T. & Senar,J.C. (2006) Inter-locality variation in breeding phenology and nesting habitat of the Citril finch *Carduelis citrinella* in the Catalanian Pre-Pyrenees. *Ardeola*, 115-126. IF: 0,82

A4. Förschler,M.I., Borrás,A., Cabrera,J., Cabrera,T. & Senar,J.C. (2005) Inter-locality variation in reproductive success of the citril finch *Serinus citrinella*. *Journal of Ornithology*, 137-140. IF: 1,63

A5. Borrás,A., Cabrera,T., Cabrera,J. & Senar,J.C. (2004) Inter-locality variation in speed of moult in the Citril Finch *Serinus citrinella*. *The Ibis*, 14-17. IF: 2,36

A6. Borrás,A., Cabrera,J., Colome,X., Cabrera,T. & Senar,J.C. (2011) Patterns of connectivity in the Citril finch: sympatric wintering of allopatric birds? *Bird Study*, 257-263. IF: 1,02

A7. Borrás,A., Cabrera,J. & Senar,J.C. (2010) Hematocrit variation in response to altitude change in wild birds: a repeated-measures design. *The Condor*, 1-5. IF: 1,37

A8. Borrás,A., Cabrera,T., Cabrera,J. & Senar,J.C. (2003) The diet of the Citril Finch (*Serinus citrinella*) in the Pyrenees and the role of *Pinus* seeds as a key resource. *Journal für Ornithologie*, 345-353. IF: 1,63

A9. Senar,J.C., Conroy,M.J. & Borrás,A. (2002) Asymmetric exchange between populations differing in habitat quality: a metapopulation study on the Citril Finch. *Journal of Applied Statistics*, 425-441. IF: 0,45

A10. Förschler,M.I., Senar,J.C., Borrás,A., Cabrera,J. & Björklund,M. (2011) Gene flow and range expansion in a mountain-dwelling passerine with a fragmented distribution. *Biological Journal of the Linnean Society*, 707-721. IF: 2,41

A11. Senar,J.C., Borrás,A., Cabrera,J., Cabrera,A. & Björklund,M. (2006) Local differentiation in the presence of gene flow in the citril finch *Serinus citrinella*. *Biol.Lett.*, 285-87. IF: 3,35



§A1

Borras,A., Senar,J.C, Alba-Sánchez, F., López-Sáez, J.A., Cabrera,J., Colome,X., Cabrera,T. &. (2010) Citril finches during the winter: patterns of distribution, the role of pines and implications for the conservation of the species. *Animal Biodiversity and Conservation*, 89-115.

IF:0,59



Citril finches during the winter: patterns of distribution, the role of pines and implications for the conservation of the species

A. Borrás, J. C. Senar, F. Alba–Sánchez, J. A. López–Sáez, J. Cabrera, X. Colomer & T. Cabrera

Borrás, A., Senar, J. C., Alba–Sánchez, F., López–Sáez, J. A., Cabrera, J., Colomer, X. & Cabrera, T., 2010. Citril finches during the winter: patterns of distribution, the role of pines and implications for the conservation of the species. *Animal Biodiversity and Conservation*, 33.1: 89–113.

Abstract

Citril finches during the winter: patterns of distribution, the role of pines and implications for the conservation of the species.— The Citril finch *Serinus citrinella* is a Palearctic endemic species that breeds in the subalpine mountain zones of western temperate Europe. The species seems to be suffering a serious decline in its northern range, mainly in the Black Forest and the NE of the Alps. Numerous reasons have been provided for this decline, but all of them have been related to breeding habitats. Given that the species undergoes an altitudinal migration and that during winter it may use very different habitats, a sound knowledge of the distribution patterns and habitats used outside the breeding period is needed to conduct adequate conservation policies and management. This information, however, is largely lacking. The aim of this paper was to determine the current habitat used by Citril finches in north–eastern Spain during the winter, to analyse habitat suitability and to study movements, by investigating the origin of birds that overwinter in Catalonia. Citril finch distribution was modelled using both discriminant analysis and maximum entropy modelling, on the basis of species occurrences during winter in Catalonia (data from 1972–2009). Results showed that the presence of two tree species, Black pine (*Pinus nigra* subsp. *salzmannii*) and Scots pine (*Pinus sylvestris*), both as part of mixed open forests, and the presence of abundant farmland and arvensic plants —the two vegetation units located in a typical sub-mediterranean context, where the warm temperatures (sunny days) in late winter permit the cones to open—, were the ecological and bioclimatic variables that explain the distribution model. All these variables in tandem seem to be the key for the current potential distribution of the Citril finch in winter (AUC scores: training data AUC = 0.955; test data AUC = 0.953). We analyzed recoveries (N = 238) of 2,368 birds ringed at wintering grounds and 12,648 birds ringed at subalpine localities in the adjacent Pyrenees from 1977–2004. We found that in the study area, we recovered ringed birds from many different locations from across the distributional range of the species, including trans–Pyrenean birds from the Alps. This stresses the high mobility of Citril finch populations to reach wintering areas. From a conservation point of view, the high importance of pines (mainly Black pine) for the wintering distribution of the species stresses that any threat on pines, especially forest fires, will have acute detrimental effects for Citril finch populations.

Key words: Citril finch, Wintering, Habitat selection, Habitat suitability, Movements, Conservation, Black pine, Scots pine.

Resumen

El verderón serrano en invierno: patrones de distribución, el papel de los pinos e implicaciones para la conservación de la especie.— El verderón serrano (*Serinus citrinella*) es una especie paleártica endémica que cría en zonas montañosas subalpinas de la Europa occidental templada. Esta especie parece que está sufriendo un gran declive en su área de distribución septentrional, principalmente en la Selva Negra y en el NE de los Alpes. Se han propuesto muchas razones para dicha disminución, pero todas ellas estaban relacionadas con los hábitats de cría. Dado que esta especie lleva a cabo una migración altitudinal, y que durante el invierno puede utilizar hábitats muy distintos, se precisaría un buen conocimiento de los patrones de distribución y de los hábitats utilizados fuera del período reproductor, para poder establecer unas directrices de conservación y gestión adecuadas. Sin embargo, esta información es muy escasa. El propósito de este estudio es determinar

el hábitat común utilizado por los verderones serranos en el nordeste de España durante el invierno, para analizar la idoneidad del hábitat, y estudiar los movimientos, investigando el origen de las aves que invernan en Cataluña. La distribución se modelizó utilizando el análisis discriminante y la modelización de entropía máxima con los datos registrados desde 1972 al 2009 sobre la presencia de esta especie durante el invierno en Cataluña. Los resultados evidenciaron que la presencia de bosques abiertos mixtos de pino negral (*Pinus nigra* subsp. *salzmannii*) y pino silvestre o albar (*Pinus sylvestris*), con numerosas tierras de cultivo y plantas arvenses, en áreas submediterráneas típicas en las que las temperaturas templadas de finales de invierno (días soleados) facilitan la apertura de las piñas, fueron las variables ecológicas y bioclimáticas claves responsables de la distribución del verderón serrano en invierno (valores AUC o área bajo la curva: datos de entrenamiento AUC = 0,955; datos del test AUC = 0,953). Analizamos las recuperaciones (N = 238) de 2.368 aves anilladas en las áreas de invernada y 12.648 aves anilladas en localizaciones subalpinas en los Pirineos adyacentes, desde 1977 al 2004. Los resultados de los datos de recuperación de anillas muestran que en el área de estudio se capturaron aves procedentes de muy diversas localizaciones dentro del área de distribución de la especie estudiada, incluyendo aves transpirenaicas procedentes de los Alpes. Ello enfatiza la gran movilidad de las poblaciones del verderón serrano hasta alcanzar las áreas de invernada. Desde el punto de vista de la conservación, la gran importancia de los pinos (principalmente del negral) para la distribución invernal de esta especie pone de manifiesto que cualquier amenaza para los pinos, especialmente los incendios forestales, tendrá grandes efectos adversos sobre las poblaciones del verderón serrano.

Palabras clave: Verderón serrano, Invernada, Selección del hábitat, Idoneidad del hábitat, Desplazamientos, Conservación, Pino negral, Pino silvestre, Pino albar.

(Rebut: 3 V 10; Acceptació condicional: 17 V 10; Acceptació definitiva: 31 V 10)

A. Borras, J. C. Senar, J. Cabrera, X. Colomer & T. Cabrera, *Evolutionary and Behavioural Ecology Associate Research Unit, CSIC, Museu de Ciències Naturals de Barcelona, Psg. Picasso s/n., E-08003 Barcelona, Espanya (Spain).* – F. Alba-Sánchez, *Dpto. Botánica, Fac. de Ciencias, Univ. de Granada, E-18071 Granada, España (Spain).* – J. A. López-Sáez, *Grupo de Investigación "Arqueobiología", Centro de Ciencias Humanas y Sociales (CCHS), CSIC, Albasanz 26-28, E-28037 Madrid, España (Spain).*

Correspondence author: J. C. Senar: jcsenar@bcn.cat

Introduction

The Citril finch *Serinus citrinella* is a Palearctic endemic species that breeds in the subalpine mountain zones of western temperate Europe (Cramp & Perrins, 1994). The status of the species differs considerably throughout its distributional range. While the species seems to be increasing in its southern range (NW and NE of Spain (Borras et al., 2005b; Borras & Senar, 2003), it is suffering a serious decline in the northern range, mainly in the Black Forest (Förschler, 2007) and the NE of the Alps (Bezzel & Brandl, 1988; Mattes & Maurizio, 2005), and predictive models suggest a general decline of the species in the next 100 years (Huntley et al., 2008).

The reasons for this decline are mainly related to changes in land use, basically the loss of pastures due to extensive reforestation and a reduction in cattle transhumance (Förschler, 2007). An additional factor is related to changes in the management of ski areas where typical flower-rich meadows, heavily used as a food source by the species (Borras et al., 2003b), are destroyed to allow a better retention of snow (Bezzel & Brandl, 1988; Rolando et al., 2007).

However, all these factors are related to changes in breeding habitats. It is currently widely recognised that a good understanding of the conservation priorities of a species necessarily needs a good knowledge of the habitat requirements during the winter period and the movements that the species undertakes to reach these areas (Dolman & Sutherland, 1995). This approach has recently been applied to the conservation of long-distance migrants (Martin et al., 2007; Robbins et al., 1989), but it is clear that this should be used in any species in which there is an acute change in habitat use between seasons. This is the case of the Citril finch. The species typically breeds in subalpine coniferous forests (*Pinus uncinata* Ramond ex DC.) from 1,500 m a.s.l. to treeline (Borras & Senar, 2003), foraging on pine and meadow seeds (Borras et al., 2003b). By autumn, snowfalls force birds to undertake a vertical migration to lowlands (300–1200 m a.s.l.). Although the distance of the move is generally short, compared to true migrants, the shift is linked to an important change in habitat use. In autumn and winter Citril finches inhabit farmland and fragmented coniferous forests (*Pinus nigra* J. F. Arnold subsp. *salzmannii* (Dunal) Franco and *Pinus sylvestris* L.) (Borras & Junyent, 1993) and forage on ruderal and arvensic plants, with a shift to pine seeds by the end of winter (Borras et al., 2003b).

Nevertheless, and in spite of the general picture we have presented, the knowledge we have on the wintering habits and habitats of the Citril finch is very sparse. Some information is available on the movements of Citril finches from France, Switzerland and Germany wintering in mountainous areas of southern France (mostly to the east of Cévennes and to the south of Mont Ventoux) (Bezzel & Brandl, 1988; Cramp & Perrins, 1994; Dejonghe, 1991; Märki, 1976; Zink & Bairlein, 1995). However, information on Citril finch movements in other areas during this period is poorly known. This information is even scarcer for the Iberian

population, where in fact the species has the highest densities (Baccetti & Märki, 1997). Nearly 90% of the total world population breeds in Spain (Baccetti & Märki, 1997) and seven breeding nuclei can be distinguished herein (fig. 1) (Borras & Senar, 2003).

The aim of this paper was to determine the current habitat used by Citril finches to winter in north-eastern Spain, as well as their habitat suitability, and to analyse the origin of these birds on the basis of capture–recapture data. This information is used to delineate conservation practices to be undertaken to preserve wintering habitats. The Citril finch may be an ideal model species in this respect because of the interaction between annual biological cycles based on two very different habitats which are differently affected by human activity, land use practices and climatic changes.

Material and methods

Study area

The study was carried out in Catalonia, a region of 31,900 km² located in the north-eastern Mediterranean coast of Spain. The relief is highly variable, from sea level to 3,143 m in the Pyrenees, and environmental conditions experiment Mediterranean, Atlantic and even Saharan climatological influences (Ferrer et al., 2006). Rainfall decreases and average temperature increases southwards. A climate gradient is present: on the eastern coast, there is a moist temperate climate, while inland there is a dry continental climate (Ferrer et al., 2006). This high environmental variability of Catalonia climate allows for a better discrimination of variables related to species distribution.

Mapping of Citril finch winter distribution

The location of wintering localities was based on: (1) an exhaustive screening of local publications. References relevant to map Citril finch distribution appear in the appendix; (2) a mailing to ornithologists in Catalonia asking them to report observations about Citril finch wintering; (3) a historical data base (1973–1977) maintained at the Natural History Museum of Barcelona and now managed by Xavier Ferrer; (4) surveys carried out by the authors from 1972 to 2009, focused on the counties of Bages, Berguedà, Solsones, Cerdanya and Alt Urgell. All the data were mapped in standard 10x10 km UTM squares. We considered records obtained from October to April attained that the species typically breeds high in the mountains (> 1,800 m a.s.l.) and favorable breeding conditions there are delayed in comparison to other areas, so that the birds remain in lower localities for more extended periods. We considered records as concerning "wintering" birds only when they referred to altitudes < 1,500 m a.s.l.; hence involving only areas outside the typical subalpine breeding areas. Subalpine areas may be occasionally used in winter, but this is highly dependent on favourable meteorological conditions, absence of snow and presence of

a good pine crop. However, given the irregularity of such presence and the low density of populations in these areas, we decided not to include these data in analyses. We determined that a square showed a consistent wintering appearance when we had more than five records per square over the whole period 1972–2009, denoting a consistent use of the area to winter.

Discriminant analysis of Citril finch environmental requirements

We used discriminant analysis (Venables & Ripley, 2002) as a preliminary approach to identify main variables favouring the presence (vs. absence) of wintering Citril finches. As a dependent variable we used the presence/absence of Citril finches in the 10 x 10 km UTM grid of Catalonia, taking as "presence" only squares with more than five observations of the Citril finch over the whole study period (see above). As independent variables, we used data on the relative abundance (ha of occupation) of *Pinus nigra* and *Pinus sylvestris*, mapped in standard 10 x 10 km UTM squares. This was obtained from the cartographic databases of Catalan habitats (E 1:50,000), Department of Environmental and Housing, Catalan Government. Independent variables concerning geographical position, climate, topography, geology and land-use in Catalonia (*i.e.*, independent variables) were obtained from Ferrer et al. (2006), mapped for the UTM 10 x 10 km grid.

Although discriminant analysis provides a first approach to key variables related to the distribution of a species, the drawback of this analysis is that it assumes a linear response function (Franklin, 2009). Additionally, given the secretive habits of Citril finches and their difficult detection, and as one of our aims was to identify and model overall suitable areas for the wintering of the species, we additionally used the presence-only data model of maximum entropy modelling (Franklin, 2009; Phillips et al., 2006; Phillips & Dudik, 2008) (see below).

Citril finch distribution model (maximum entropy modelling)

The species distribution models (SDMs) can be used to predict potential distributional patterns for a given species (Guisan & Thuiller, 2005; Franklin, 2009). An SDM represents an approximation of a species' ecological niche in the environmental dimension being examined, and translated into the geographic space. Based on the environmental conditions of the sites of known occurrence, these models constitute valuable tools for analytical biology (Peterson et al., 1999). Such projections assume that a species is in equilibrium with its environmental requirements—that is, its distribution is determined primarily by the environment, and not by other factors such as competition or dispersal limitation.

In the present study, Citril finch distribution was modelled, first calibrating the model for its current distributions in relation to presence / absence and land

cover vegetation mapping (six independent variables), and then adjusting it with the above variables as well as the present topo-climatic Catalan characteristics (sixteen independent variables).

Citril finch records

The spatial resolution of available Citril finch records referred to the UTM 10 x 10 km grid. However this biological information extracted from the database was not directly used for the analyses; instead, we proceeded to perform a resample analysis (nearest neighbour method), so that the original resolution was interpolated to 1 km². This procedure had the advantage of producing data at a resolution relevant to the spatial scale of analysis, especially for Pyrenees where the local climate/vegetation can differ sharply in the corresponding grid box of the models.

A conditional sampling was then used, under the rule of thumb of selecting the closest to the centroid of the UTM cell, in order to locate and select records of *Serinus citrinella* presence in all of the pixels that complied with both an altitude ranging between 500 to 1,200 m, and aspect ranging between W to E, *i.e.*, the two main variables that determine, *a priori*, the winter distribution of the Citril finch. In total, 1,273 records of *Serinus citrinella* were randomly sampled on the raster dataset, ensuring a minimum distance of 2 km between points to avoid sample autocorrelation effects. The dataset was randomly split; 75% was used to calibrate the algorithm MaxEnt (see below), and 25% to evaluate the resulting SDMs.

Environmental variables

A total of sixteen variables were used as predictors to calibrate SDMs for the Citril finch, all of which had a spatial correlation degree lower than 0.75 (Pearson coefficient).

The Spanish national forest inventory (IFN2) (1:50,000) was the cartographic base used to estimate the current range of coniferous forests in Catalonia (<http://www.mma.es>). The strata unit was the map information shown (see fig. 1). Based on the mapping information described above, four variables (presence/absence) were derived. The first three variables corresponded to pure forest, with one species constituting up to 70% or more of the total number of trees. These three variables were called: (i) Pnigra; (ii) Psvlyestris; and (iii) Puncinata. The fourth variable represented forest that showed varying degrees of presence of trees such as *Pinus nigra*, *P. sylvestris* and even *P. uncinata* or deciduous trees; it was therefore named: (iv) mixed conifer forest.

The land-cover percentages used were obtained from the Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) 44B Global 500 m ISIN Grid data set (<http://modis.gsfc.nasa.gov/>). In the present study we used the 1 km-resolution; each grid (1 x 1 km) was described as a percent mixture of several vegetation-cover categories, including woody cover percent and herbaceous cover percent. The variables were called (v) MODIS tree and (vi) MODIS

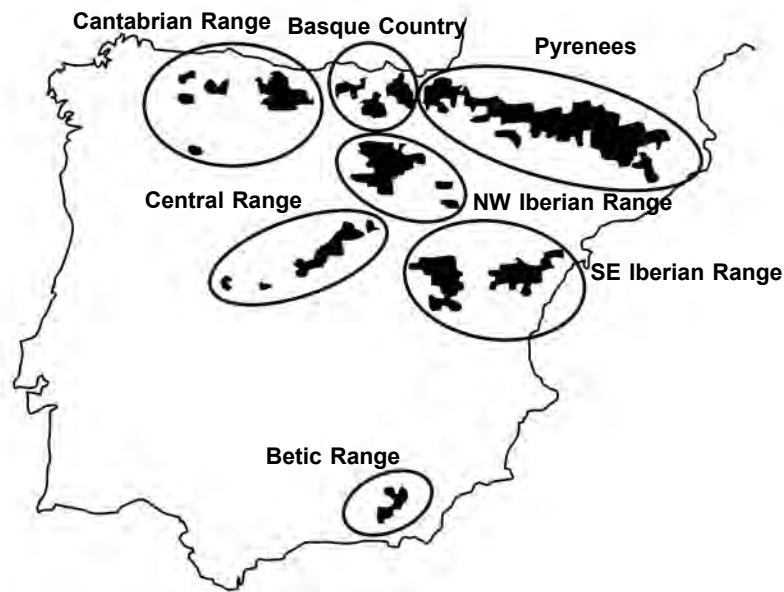


Fig. 1. Distribution of the main Citril finch breeding nuclei in the Iberian peninsula. Figure based on the Spanish breeding atlas (Borrás & Senar, 2003).

Fig. 1. Distribución de los núcleos principales de nidificación del verderón serrano en la península ibérica. Figura basada en el atlas español de cría (Borrás & Senar, 2003).

herb, respectively. The MODIS land cover was very successful at mapping extensive cover types (e.g. coniferous forest and grasslands) that typically occur in patches that are smaller than the MODIS pixels, but are reported to be very important to biodiversity conservation.

Apart from the variables related to vegetation, ten topo-climatic predictive variables were used. Five of them represented resource gradients (*sensu* (Austin et al., 1984): (vii) annual precipitation, Pann; (viii) precipitation of the driest month, Pmin; (ix) precipitation of the wettest month, Pmax; (x) maximum annual solar radiation, Rmax; and (xi) minimum annual solar radiation, Rmin. Three other variables refer to direct gradients: (xii) maximum temperature of the hottest month, Tmax; (xiii) minimum temperature of the coldest month, Tmin; and (xiv) annual temperature, Tann. The last two correspond to indirect gradients: (xv) topographic exposure; and (xvi) topographic wetness index, TWI. These latter two variables, derived from the digital elevation model (DEM), are capable of reproducing the physiological role of certain resources (Guisan & Zimmermann, 2000). Climate data (1950–1999) were drawn from the Digital Climatic Atlas of the Iberian peninsula (Ninyerola et al., 2005). The topographic data came from Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) (<http://srtm.csi.cgiar.org/>) and were from 90 m to 1 km [1,162 x 899 cells, Universal Transverse Mercator

(UTM) projection, European datum 1950 (ED50)]. The GRASS-GIS software (Grass Development Team, 2008) was used to provide the geographical framework.

Modelling algorithm: MaxEnt

MaxEnt (Maximum entropy) modelling of species geographic distributions; (Phillips et al., 2006; Phillips & Dudik, 2008) is an algorithm specifically designed to calculate the potential geographic distribution of a species. It combines artificial intelligence (Machine Learning) and the Principle of Maximum Entropy (Jaynes, 1957), and thus, out of the wide range of possible modelling algorithms, provides one of the most accurate predictions (Elith et al., 2006). MaxEnt estimates the probability of the presence of any species, determining the maximum entropy distribution (the closest to uniformity) from a set of records of the presence of a taxon and from digital cartography of environmental variables, which influence the species distribution (Phillips et al., 2006).

Model calibration and evaluation

A cumulative output format was chosen to determine the potential Citril finch distribution. This output represents habitat suitability with continuous values [0, 100] (Phillips & Dudik, 2008). The algorithm parameters

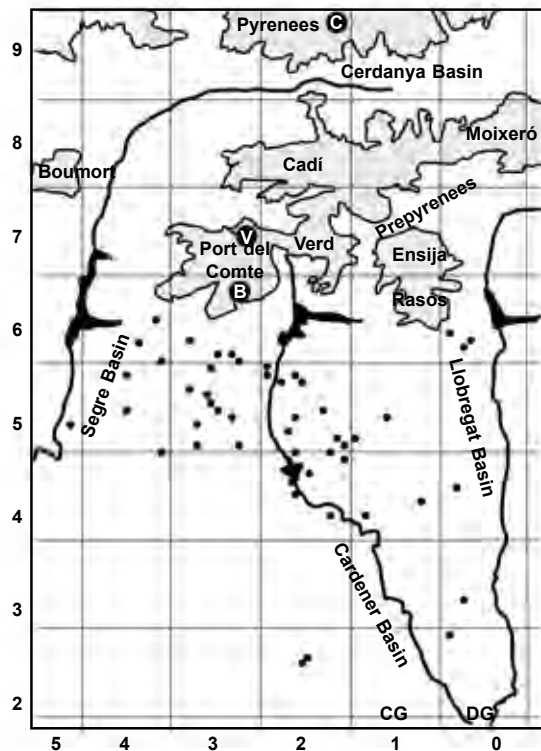


Fig. 2. Study area in Central Catalonia. The 10 x 10 km UTM grid is displayed. The three main rivers that conform river basins are marked. The contour lines refer to 1,500 m a.s.l. Black dots refer to the wintering localities where Citril Finches were sampled. Black dots with letters refer to the three main subalpine sampling locations: B. Bofia, V. Vansa; C. Cap del Rec.

Fig. 2. Àrea de estudi en la Catalunya central. Se ha incluido una cuadrícula de 10 x 10 km UTM. Se han marcado los tres ríos principales que conforman las cuencas fluviales. Las líneas de contorno representan los 1.500 m s.n.m. Los puntos negros indican las localidades de invernada en las que se capturaron los verderones serranos. Los puntos negros acompañados de letras se refieren a las tres localizaciones de muestreo subalpinas principales: B. Bofia; V. Vansa; C. Cap del Rec.

fixed to calibrate the SDMs were stricter than those recommended by Phillips et al. (2006). The SDMs were evaluated by the area under the ROC curve (AUC) test provided by the MaxEnt software using a random data-splitting approach to establish an evaluation dataset (25% of the entire presence dataset) for *Serinus citrinella*.

Habitat-suitability maps

The MaxEnt algorithm produced maps of habitat-suitability for the Citril finch. Maps derived from MaxEnt algorithm yield values that vary from 0 (minimum habitat quality) to 100 (maximum). These scores were reclassified into four classes of suitability, based on Chefaoui et al. (2005): very low habitat suitability (0–25); low habitat suitability (26–50); high habitat suitability (51–75); very high habitat suitability (76–100).

Capture-recapture of birds wintering in central Catalonia

Data are based on the analyses of recaptures from a total of 12,648 birds ringed at alpine localities and 2,368 birds ringed at wintering grounds from 1977–2004. However, when analysing long distance recoveries, we additionally used more recent data (up to the end of 2009). Birds were trapped using mist nets associated to drinking vessels or natural food resources, and also using live decoys. We routinely trapped birds at subalpine areas in the counties of Solsones, Berguedà, Cerdanya and Alt Urgell from April to November (see (Borras et al., 1998; Borras et al., 2003a; Senar et al., 2002 for details). The main capture localities during the breeding season included Bofia, Vansa and Cap del Rec (fig. 2). Birds at wintering localities were trapped in the counties of Solsonés, Berguedà, Bages, Alt Urgell and Anoia, with a total of 49 localities (fig. 2).

Results

Overall winter distribution

The distribution of Citril finch records during the winter (from October to the end of April) in Catalonia spread over two main areas: a central area located in Solsonès, Alt Urgell, Bages and Berguedà regions, with many observations, and a coastal-prelitoral area, with occasional observations but a consistent pattern, most recorded in October. A few scattered observations were also recorded in western Catalonia (fig. 3).

Modelling Citril finch distribution based on discriminant analyses

Taking localities with a consistent Citril finch winter presence (≥ 5 observations from 1972–2009), the presence of the species was highly related to the presence of Black pine, and to a lesser extent, of Scots pine (table 1, fig. 4). These two variables allowed a correct discrimination on the presence of the species in 93% of cases (Wilks' Lambda: 0.68001; $F_{2,357} = 83,995$; $p < 0,0001$). The other variables considered (see table 1) did not add any significant information on the wintering distribution of Citril finches.

However, this analysis performed much better in discriminating where the Citril finch should not appear (96% of correct discriminations) than in identifying

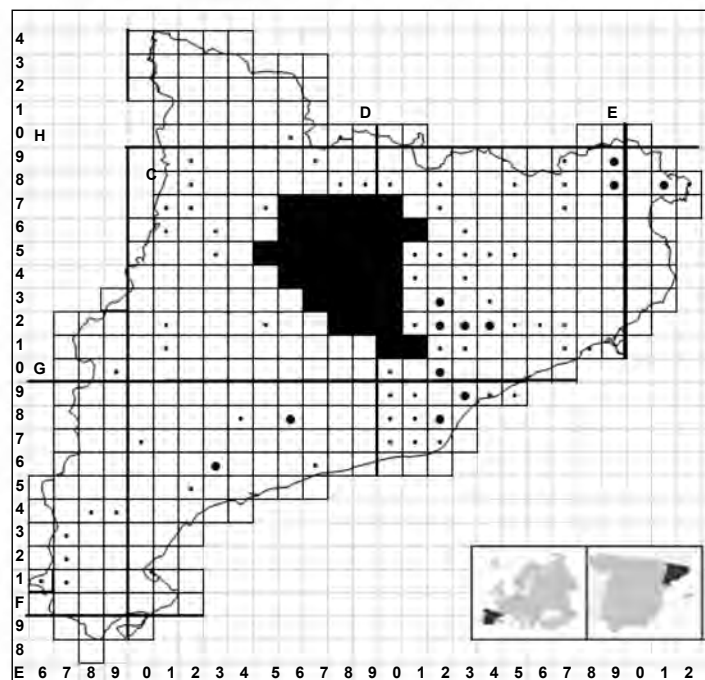


Fig. 3. Distribution of Citril finch wintering records in Catalonia (1972–2009): black squares, ≥ 5 records; large circles, > 2 and < 5 records; small circles, 1 record. (The 10 x 10 km UTM grid is displayed.)

Fig. 3. Distribución de los registros de invernada del verderón serrano en Cataluña (1972–2009): cuadrados negros, registros ≥ 5 ; círculos grandes, registros > 2 y < 5 ; círculos pequeños, 1 registro. (Se incluye la cuadrícula de 10 x 10 km UTM.)

where the species should be present (45% of correct discriminations).

Modelling Citril finch distribution based on MaxEnt analysis

The first Citril finch distribution model (Model 1) was modelled only with the vegetation data (see fig. 5). The graphical plot of SDM sensitivity shows that AUC scores were high (Model 1: training data AUC = 0.776; test data AUC = 0.789) (fig. 6). The heuristic estimate of relative contributions of the vegetation variables to the MaxEnt model (table 2) showed that the most important variable to predict occurrence of wintering citril finches was the presence of mixed conifer forests (*Pinus nigra* and *P. sylvestris*) (fig. 7). The contribution of pure conifer forests, consisting of the species mentioned earlier, was also important for the model distribution (fig. 7). However, analyses also stressed the importance of open habitat availability (high scores for woody and herbaceous cover percent variables), so that highly dense forest masses were avoided (table 2, fig. 7). The habitat–suitability map based on this model (Model 1, fig. 8) displays the typical wintering area

where the species has been regularly observed, but also areas where the species only appears on a very irregular basis (compare figures 3 and 8).

The second Citril finch distribution model (Model 2) was modelled using topo–climatic variables in addition to vegetation variables. The goodness of fit for this second model was very high (Model 2: training data AUC = 0.955; test data AUC = 0.953) (fig. 9). Annual temperature (Tann) and precipitation during the driest month (Pmin) were the two main variables explaining the distribution of the Citril finch during the winter (table 2). Response curves showed that the species favours a warm temperate climate with occasional (30 mm) rain during the summer (fig. 10). Vegetation variables also had some relative contribution to the model (table 2). The habitat–suitability map based on this model had a high overlap with the observed distribution of the species (Model 2, fig. 11). The only two 10 x 10 km squares where the species has been regularly recorded but the model does not display presence (southeast corner) correspond to areas with largely urbanized landscape or large plains with a high thermic inversion; the species appears here only on the edge of the squares.

Table 1. Results from the discriminant analysis to identify variables that explain the distribution of the Citril finch in winter. Variables are ordered by their contribution to explain Citril finch distribution. The abundance of the different vegetation types and land uses refers to the relative extension of each vegetation and land use within each UTM square. For details on each variable see Ferrer et al. (2006).

Tabla 1. Resultados del análisis discriminativo para identificar variables que expliquen la distribución del verderón serrano en invierno. Las variables se han ordenado por su contribución a explicar la distribución del verderón serrano. La abundancia de los distintos tipos de vegetación y de los usos de la tierra se refiere a la extensión relativa de cada vegetación y cada uso de la tierra en cada cuadrado UTM. Para los detalles sobre cada variable ver Ferrer et al. (2006).

	r	p		r	p
Black pine abundance	0.89	< 0.001	Solar radiation	-0.08	ns
Scots pine abundance	0.46	< 0.001	Scrubland presence	0.08	ns
Average temperature January	-0.27	ns	Deciduous forest presence	0.07	ns
Urban area presence	-0.21	ns	Average altitude	0.04	ns
Farmland presence	-0.17	ns	Dryland farming presence	0.03	ns
Irrigated land presence	-0.15	ns	Sclerophyll forest presence	0.01	ns
Vineyard presence	-0.11	ns			

Origin of birds wintering in central Catalonia

Analysis of captures showed that Citril finches appeared in the wintering grounds from October to May (fig. 12). Analysis of ring recovery data showed that birds wintering in the main wintering area in central Catalonia (Solsonès, Alt Urgell, Bages and Berguedà regions, fig. 2) proceeded mainly from adjacent Pyrenean mountain ranges (N = 238 recoveries from 2,368 birds ringed at wintering grounds and 12,648 birds ringed at alpine localities from 1977–2004). We also had some distant recoveries: three birds from the Western Pyrenees (Navarra), two from central Pyrenees (Pallars and Vall d'Aran) and two birds from the Eastern Pyrenees (Girona). We also identified three birds from trans-Pyrenean populations (from the Alps) (table 3, figs. 13, 14).

Capture/recapture efforts additionally provided information on movements of Citril finches in or away from our study area, not directly related to the wintering season (table 4). Such data interconnected our study area with far-apart populations (table 4; fig. 15). Most movements between areas referred to birds originally marked as juvenile or first-year birds (tables 3, 4)

Discussion

Citril finch winter distribution and the role of pines

The low detectability of the Citril finch in wintering areas coupled with the low familiarity of ornithologists

with this elusive species has made it difficult to locate their wintering ranges (Benoit & Märki, 2004; Dejonghe, 1991). Extensive surveys of Citril finches carried out in northeast Spain show that the species typically winters in mountainous areas (300–1,200 m a.s.l.) at continental ranges in submediterranean and Mediterranean habitats, in clearly xerophilous environments (figs. 3, 11). The species favours sunny slopes, avoiding foggy plains with frequent thermal inversions (e.g.: Vic, Bages and Lleida plains at the Central Depression). This preference for thermophilous areas is also typical of the French areas, where the population north of the Pyrenees winters (Crousaz & Lebreton, 1963; Dejonghe, 1991; Märki, 1976; Praz & Oggier, 1973).

The typical habitat used by the species in Catalonia includes farmland and fragmented forests of Black pine (*Pinus nigra*), Scots pine (*Pinus sylvestris*), Pubescent oak (*Quercus pubescens* Willd.) and Lusitanian oak (*Quercus faginea* Lam.), with ruderal and arvensic (nitrophilous) communities from which they feed (Borras & Junyent, 1993). Sporadically, the species may be found during autumn migration in the mountain ranges close to the coast (Serralada Litoral and Prelitoral) (fig. 3).

Although this is the general description of the winter habitat of the species, discriminant analysis showed the high importance of the presence of the Black pine, and to a lesser extent of the Scots pine, in the winter distribution of the Citril finch. The abundance of these two mountain pines allowed to predict the wintering presence of the Citril finch with an accuracy of 93%. The marked preference for the Black pine over the Scots pine may be due to the combined ef-

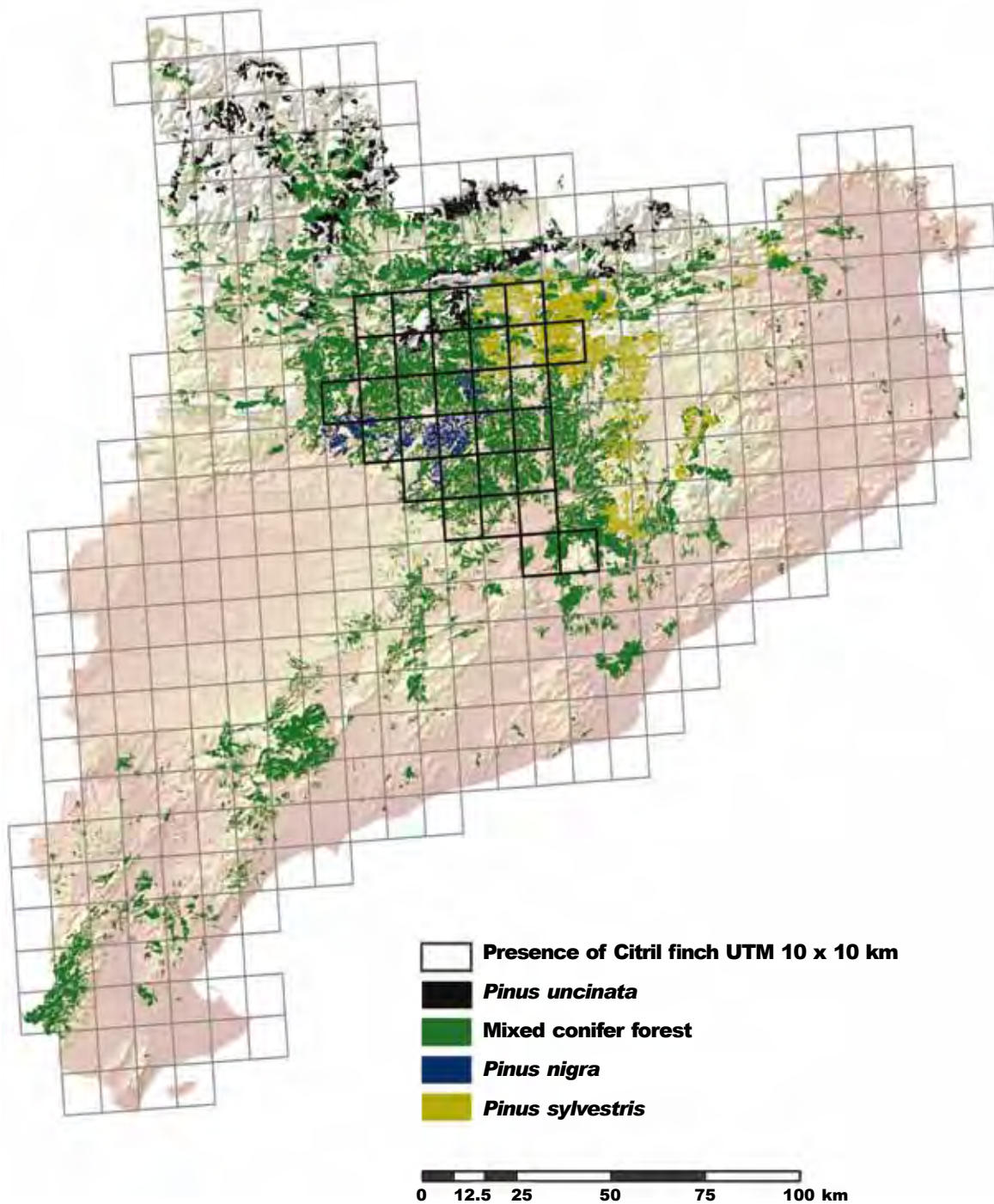


Fig. 5. Distribution of pure and mixed conifer forests of Black pine and Scots pine in Catalonia. Black-lined squares refer to UTM 10 x 10 km squares where the Citril finch was detected in winter (> 5 observational records) during the study period (1972–2009) (see fig. 3).

Fig. 5. Distribución de bosques de coníferas puros y mixtos de pino negral y pino silvestre en Cataluña. Los cuadrados con líneas negras son los de 10 x 10 km UTM en los que se detectó la presencia del verderón serrano en invierno (observaciones > 5) durante el período de estudio (1972–2009) (ver fig. 3).

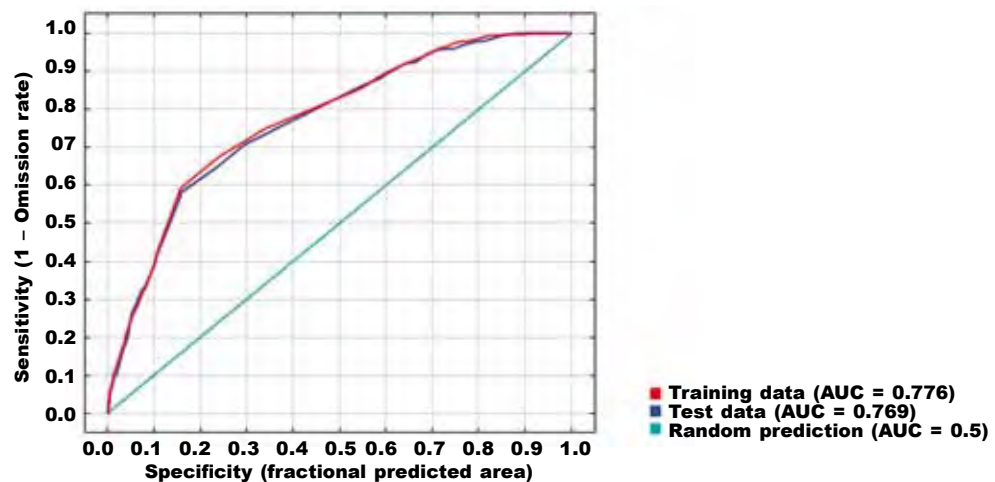


Fig. 6. Graphical plot of the sensitivity for a binary classifier system as its discrimination threshold for Model 1. The figure displays the Receiver Operating Characteristic (ROC) curve for both the training and the test presence records of the Citril finch.

Fig. 6. Registro gráfico de la sensibilidad para un sistema de clasificación binario como su umbral de discriminación para el Modelo 1. Esta figura muestra la curva ROC (Receiver Operating Characteristic) para los registros tanto de entrenamiento como de frecuencia para el verderón serrano.

fect of the differences between these two pines. The Black pine, for instance, produces larger and hence more energetic seeds than the Scots pine (Ceballos & Ruiz de la Torre, 1971). Competition with other pine-seed eaters can also have a role: red squirrels (*Sciurus vulgaris*), for instance, appear to be more abundant among Scots pine than in Black pine forests, presumably because of the higher interannual stability in crop production of the former (Ceballos & Ruiz de la Torre, 1971) (J. Pique, pers. comm.). This association of the Citril finch with the Black pine is remarkable not only in NE Spain but in the whole range of the species in Iberia, with several records in Spain of wintering birds being linked to the distributional area of this pine (e.g. Cuenca [García-Rúa, 1974], Cazorra [Muñoz-Cobo, 1976], Gúdar, Javalambre and Albarracín [T. Polo, pers. comm.] [García-Páez, 1999]). The main wintering area for birds north of the Pyrenees, Cevennes and the region from the south of Vercors to the plains of Vaucluse (Crousaz & Lebreton, 1963; Märki, 1976), is interestingly also linked to the main French distribution area of the Black pine (Isajev et al., 2003). This could perhaps be related to the fact that this tree species was very abundant and widely spread in the Mediterranean after the last glaciation (Carión, 2003; Carión & Van Geel, 1999; Regato-Pajares & Elena-Rosselló, 1995; Soto et al., 2010), so that in addition to ecological factors, there may be some kind of atavistic preference for this coniferous species.

However, although the Citril finch showed a preference for the Black pine, MaxEnt analysis stressed

the importance of the presence of both species of pines in mixed-conifer forests (fig. 5). This is probably due to the fact that although the seeds of the Black pine may be favoured as a food source, this tree only produces a high crop every 3–5 years (Borras et al., 1996; Kerr et al., 2008). The additional presence of Scots pine, with a more regular yearly fructification (Kantorowicz, 2000), could therefore act as a buffer, ensuring food availability in other years. We should point out here that in the years in which the Black pine produces very small crops and the Scots pine has high cone availability (Borras et al., 1996), the Citril finch can be found to exploit Scots pine in more hygrophilous areas. This would explain the observation by Benoit & Märki (2004) of birds wintering in Scots pine in the south-east of Spain during late January 2001, interestingly, a year when the Black pine had a low fructification. It is of interest to stress that in other areas of Spain (e.g. Alto Tajo and Central Range), the Citril finch may winter in forests of Scots pine (L. M. Carrascal, pers. comm.), indicating that the presence of the Black pine is not indispensable.

MaxEnt analysis also stressed the need for open forests and the presence of grasses. This can be linked to the fact that the Citril finch needs both seed plants and conifer seeds to survive the winter. Ruderal and arvensic plants are heavily used during autumn (Borras & Senar, 1991). However, at the start of the wintering period (January), ruderal and arvensic plants reduce their seed offer just when pines start opening their cones. It is by then when

Table 2. Heuristic estimates of relative contributions of the environmental variables to the MaxEnt models 1 and 2. Variables used in the models include presence/absence of pure forests (when a given species makes > 70% of the total number of trees) of: (i) *Pinus nigra*; (ii) *P. sylvestris*; (iii) *P. uncinata*; and (iv) presence / absence of mixed conifer forest (including these three pines and deciduous trees). Land–cover percentages by: (v) woody cover and (vi) herbaceous cover. Topo–climatic predictive variables including: (vii) annual precipitation, Pann; (viii) precipitation of the driest month, Pmin; (ix) precipitation of the wettest month, Pmax; (x) maximum annual solar radiation, Rmax; (xi) minimum annual solar radiation, Rmin; (xii) maximum temperature of the hottest month, Tmax; (xiii) minimum temperature of the coldest month, Tmin; (xiv) annual temperature, Tann; (xv) topographic exposure; and (xvi) topographic wetness index, TWI.

Tabla 2. Estimación heurística de la contribución relativa de las variables ambientales para los modelos 1 y 2 de MaxEnt. Las variables utilizadas en los modelos incluyen la presencia/ausencia de bosques puros (cuando una especie dada constituye > 70% del número total de árboles) de: (i) *Pinus nigra*; (ii) *P. sylvestris*; (iii) *P. uncinata*; (iv) presencia / ausencia de bosques de coníferas mixtos (incluyendo estos tres pinos y árboles caducifolios). Porcentajes de cubierta del suelo por (v) cubierta leñosa y (vi) cubierta herbácea. Variables topoclimáticas predictivas incluyendo: (vii) precipitación anual, Pann; (viii) precipitación del mes más seco, Pmin; (ix) precipitación del mes más húmedo, Pmax; (x) radiación solar anual máxima, Rmax; (xi) radiación solar mínima, Rmin; (xii) temperatura máxima del mes más cálido, Tmax; (xiii) temperatura mínima del mes más frío, Tmin; (xiv) temperatura anual, Tann; (xv) exposición topográfica; y (xvi) índice topográfico de humedad, TWI).

Model 1		Model 2	
Variable	Percent contribution	Variable	Percent contribution
Mixed conifer forest	50.6	Tann	45.7
MODIS tree	18.9	Pmin	29.8
Pnigra	14.9	Tmin	8.0
Psylvestris	14.0	Rmin	4.4
Puncinata	1.2	Tmax	4.3
MODIS herb	0.3	Pmax	2.1
		Rmax	1.7
		Mixed conifer forest	1.6
		Psylvestris	0.8
		Pnigra	0.6
		Pann	0.4
		MODIS herb	0.3
		MODIS tree	0.1
		TWI	0
		Topographic exposure	0
		Puncinata	0

the species shifts its diet to pine seeds (Borras et al., 2003b; Borras & Senar, 1991).

The presence of pines seems to be necessary for the presence of wintering Citril finches. Discriminant analysis showed that the probability for Citril finch wintering appearance is very low when Black and Scots pines are not present. However, it is not sufficient; the inclusion of topo–climatic variables in MaxEnt approach stressed that in addition to these

pines, a warm general temperature and some summer rain is basic to model the presence of wintering Citril finches. This is partly because these climatic variables are largely responsible for submediterranean climate and hence for the occurrence of these two species of pines in these areas (García López & Allué Camacho, 2008; Grau et al., 1999; Regato et al., 1995; Rouget et al., 2001; Thuiller et al., 2003). The warm temperature, specially at the end of win-

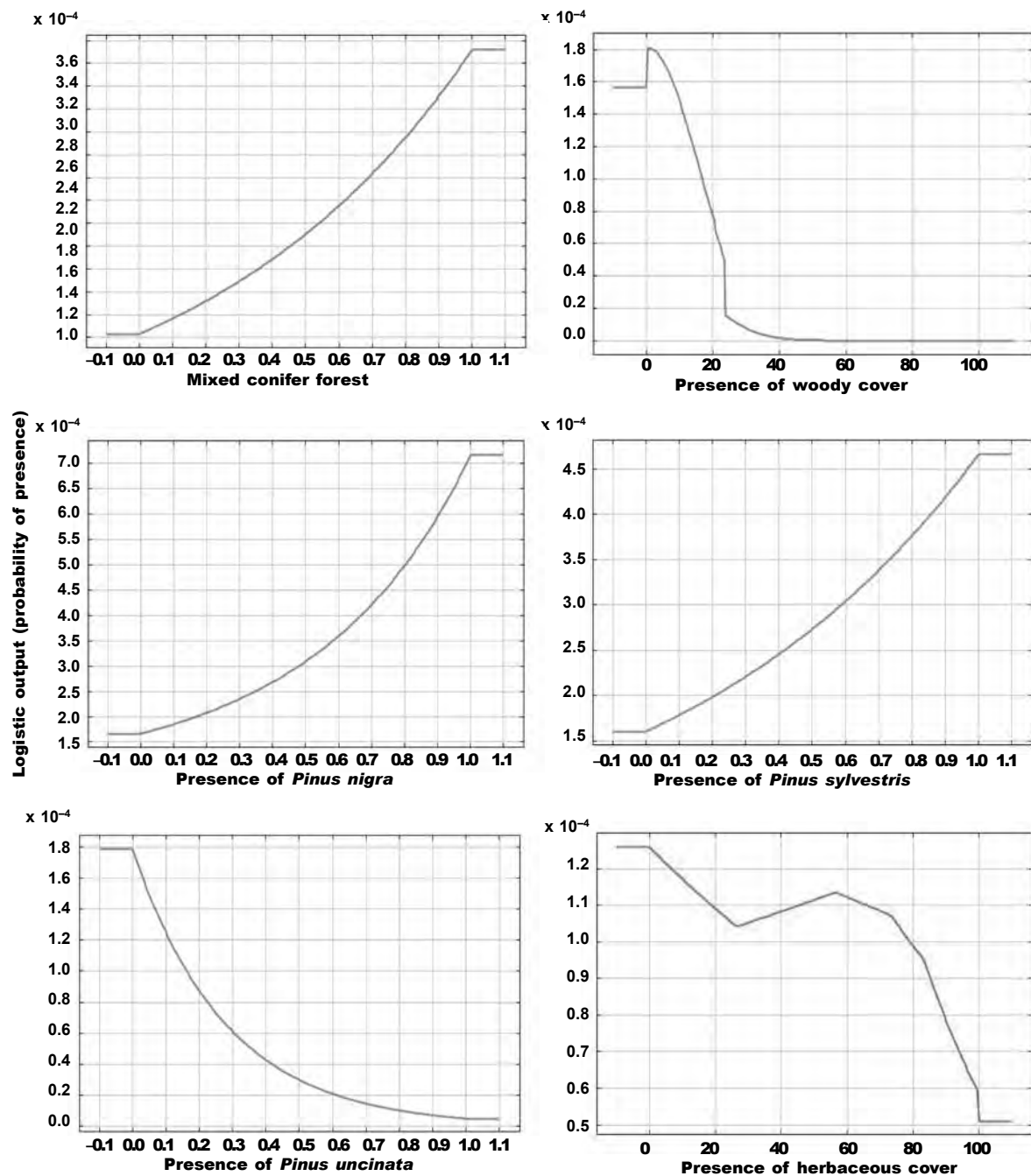


Fig. 7. Response curves displaying the probability of Citril finch occurrence (under Model 1) in relation to the main variables explaining its current distribution (table 2). The variables included presence/absence of pure forests (when a given species makes > 70% of the total number of trees) of: (i) *Pinus nigra*; (ii) *Pinus sylvestris*; and (iii) *Pinus uncinata*; (iv) presence / absence of mixed conifer forest (including these three pines and deciduous trees). Land-cover percentages by (v) woody cover and by (vi) herbaceous cover.

Fig. 7. Curvas de respuesta que muestran la probabilidad de presencia del verderón serrano (con el Modelo 1) en relación con las variables principales que explican su distribución actual (tabla 2). Las variables incluían presencia / ausencia de bosques puros (cuando una especie dada constituye > 70% del número total de árboles) de (i) *Pinus nigra*; (ii) *Pinus sylvestris* y (iii) *Pinus uncinata*; (iv) presencia / ausencia de bosque mixto de coníferas (incluyendo estos tres pinos y árboles caducifolios). Porcentajes de cubierta vegetal (v) cubierta leñosa y (vi) cubierta herbácea.

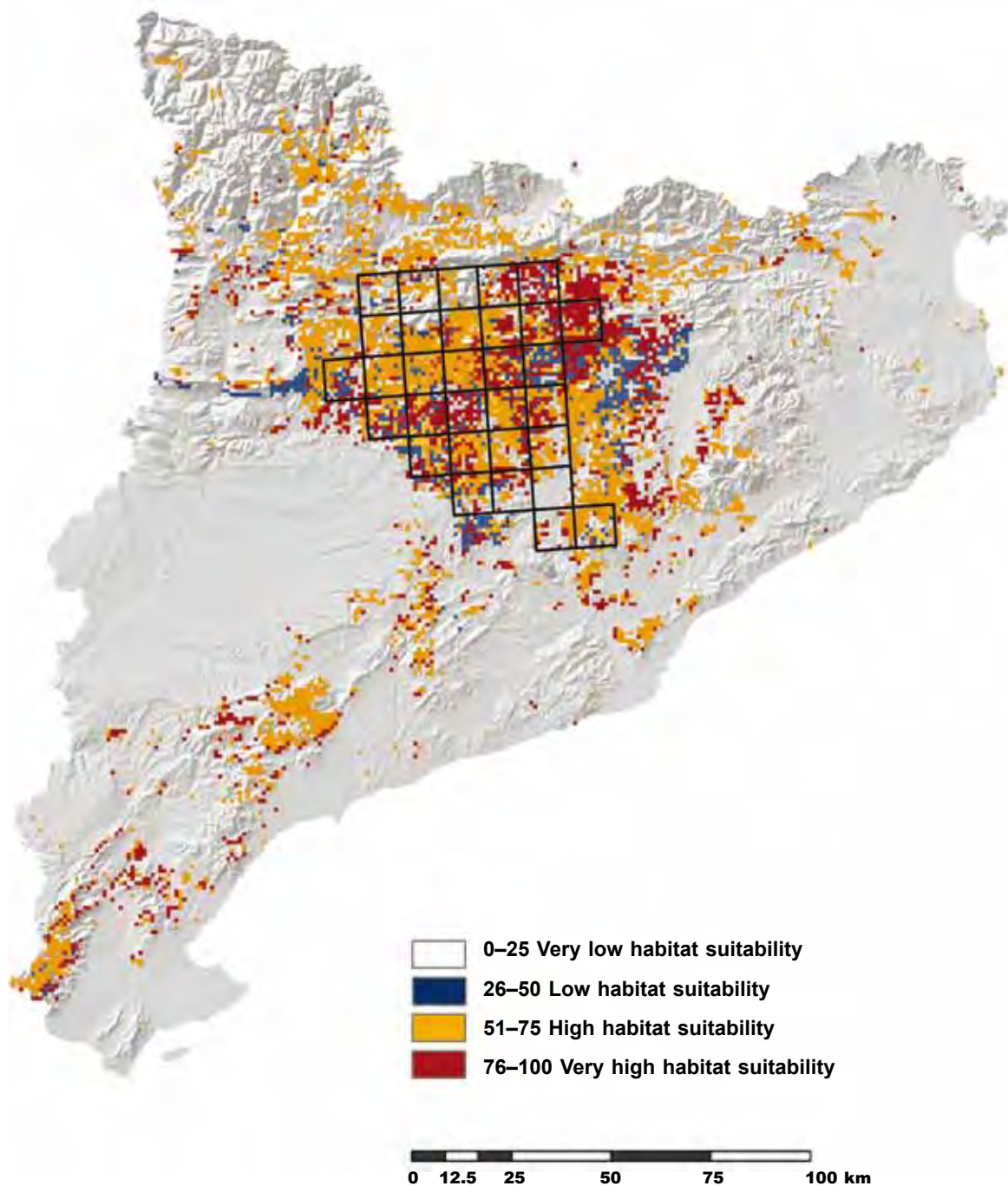


Fig. 8. Habitat suitability map for the Citril finch according to Model 1 (see table 2 and figs. 6 and 7). The scale on the right shows values that vary from 0 (minimum habitat quality) to 100 (maximum habitat quality). The scores were reclassified into four classes of suitability, so the map shows areas that are of: very low habitat suitability (0–25); low habitat suitability (26–50); high habitat suitability (51–75); very high habitat suitability (76–100).

Fig. 8. Mapa de idoneidad del hábitat para el verderón serrano según el Modelo 1 (ver tabla 2 y figs. 6 y 7). La escala de la derecha muestra valores que varían de 0 (calidad mínima del hábitat) a 100 (calidad máxima del hábitat). Los registros se reclasificaron en cuatro clases de idoneidad, de manera que el mapa muestra áreas que son de: idoneidad del hábitat muy baja (0–25); idoneidad del hábitat baja (26–50); idoneidad del hábitat alta (51–75); idoneidad del hábitat muy alta (76–100).

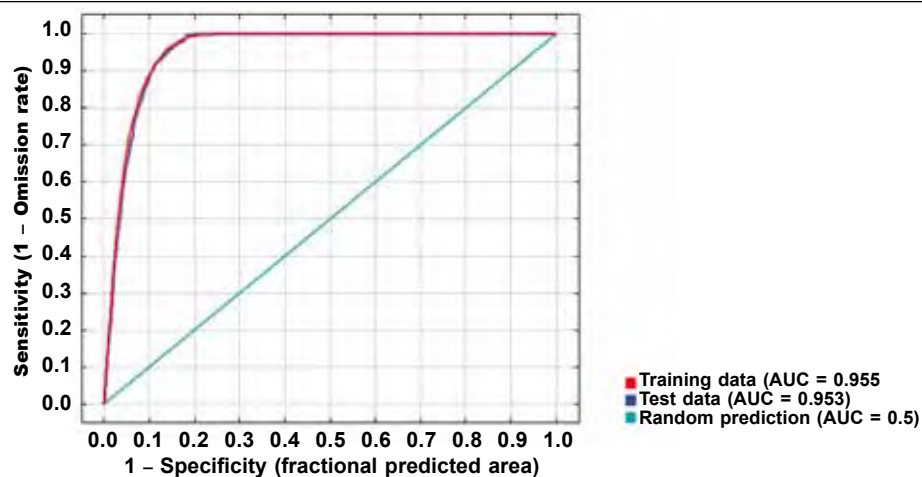


Fig. 9. Graphical plot of the sensitivity for a binary classifier system as its discrimination threshold for Model 2. The figure displays the Receiver Operating Characteristic (ROC) curve for both the training and the test presence records of the Citril finch.

Fig. 9. Registro gráfico de la sensibilidad para un sistema de clasificación binario como su umbral de discriminación para el Modelo 2. Esta figura muestra la curva ROC (Receiver Operating Characteristic) para los registros tanto de entrenamiento como de frecuencia para el verderón serrano.

ter, is basic for the Citril finch, because the typical anticyclonic stability (in positive NAO years) in this period reduces precipitation and increases insulation and hence temperature (Folch, 1981), thereby favouring the spontaneous opening of cones and making pine seeds easily available to the species (Kerr et al., 2008).

Summarising, the presence of mixed open forests of Black and Scots pines in typical submediterranean areas, where the warm temperatures at the end of the winter open the cones, are the key ecological and bioclimatic variables responsible for the distribution of the Citril finch in winter.

What is the origin of central Catalonia wintering birds?

Birds wintering in our area mainly came from the nearby Pyrenean Mountains, located just a few kilometers away. This seems to suggest that the species carries out simple altitudinal or transhumance movements. This is in accordance with the view of the species in some earlier publications (Bernis, 1972; Tellería et al., 1999). However, reports on recoveries of ringed birds and on visible directional movements in the north of the Pyrenees led several authors to suggest that the species could also entail a true (short) migration from breeding to wintering areas (Baccetti & Märki, 1997; Bourrillon, 1961; Crousaz & Lebreton, 1963; Fornasari et al., 1998; Praz & Oggier, 1973; Schifferli, 1961; Spina & Volponi, 2008). This "migration hypothesis" (Fornasari et al., 1998) would explain the recovery in our area of ringed birds from many different locations across the distributional range of the species (table 3,

figs. 13, 14), including even birds coming from the Alps and crossing the Pyrenees (Borras et al., 2005a).

Citril finch movements in or away from our study area, not directly related to the wintering season, stress even more that the species may be highly mobile within Iberia (table 4, fig. 15). Our E-Pyrenees mountain ranges have exchanged birds with Central Range (Guadarrama), NW Iberian Range (Urbión) and central (Vall d'Aran) and W-Pyrenees (Navarra) (table 4, fig. 15). Additionally, there are records between SE Iberian Range (Cuenca) and W-Pyrenees (Navarra) (Alonso & Arizaga, 2004) and between the SE Iberian Range (Teruel) and E-Pyrenees (Andorra) (Toni Polo & Roger Sanmartí, pers. comm.), and an additional record of a bird ringed in coast of Liguria (Italy) and recovered during winter in Valencia (E Spain) (Spina & Volponi, 2008). All these ring-recovery data stress the apparent exchange of individuals between the different Iberian populations. This could be caused by the movement of juvenile birds in post-natal dispersal (table 4), as in other more widespread species (Newton, 2008). Indeed, analysis of movements of the Citril finch at more local scales stresses that while adult birds are very site-faithful, a high proportion (30%) of juveniles may disperse to adjacent areas (Senar et al., 2002). Future studies will test to what point this exchange of individuals can revert in gene flow.

Citril finch conservation biology and management

The presence and abundance of the Citril finch, as with other Cardueline finches (Newton, 1972), has

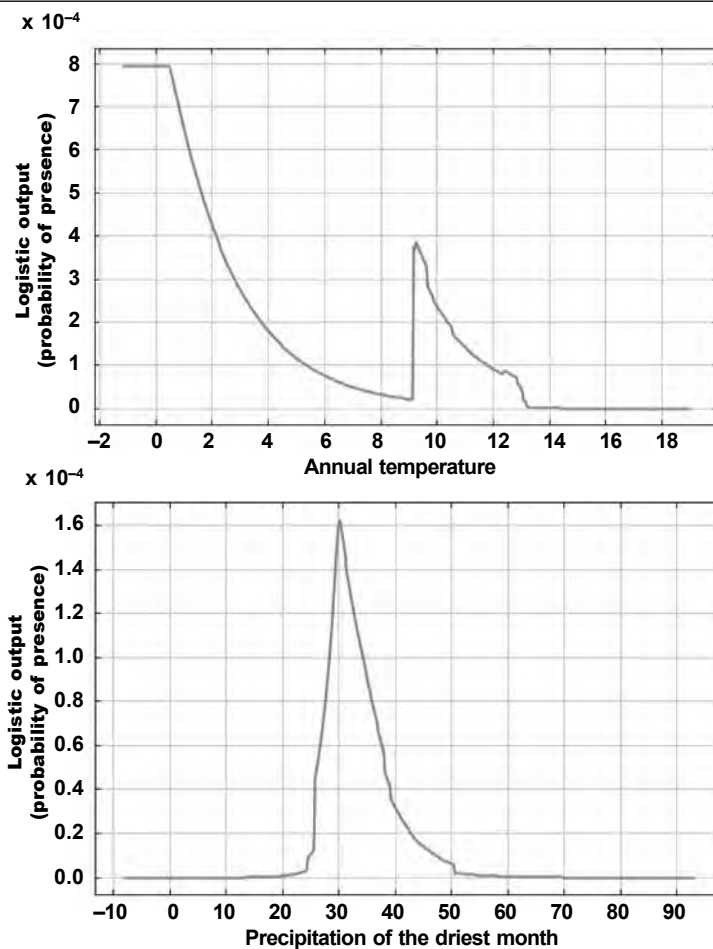


Fig. 10. Response curves displaying the probability of Citril finch occurrence (under Model 2) in relation to the two main variables explaining its current distribution (table 2): annual mean temperature (T_{ann}) and precipitation of the driest month (P_{min}).

Fig. 10. Curvas de respuesta que muestran la probabilidad de presencia del verderón serrano (con el Modelo 2) en relación con las variables principales que explican su distribución actual (tabla 2): temperatura media anual (T_{ann}) y precipitación durante el mes más seco (P_{min}).

been historically linked to man-induced environmental changes. The species suffered a drastic bottleneck during the Middle Holocene (Förschler et al., 2010), when human-induced fires and climatic changes devastated great extensions of pine forests (mainly Black pines) (Carcaillet et al., 2002; Carrion et al., 2001a; Carrion et al., 2001b; Carrión, 2003; Carrión & Van Geel, 1999). Conversely, the desertion of large extensions of vineyards in the Mediterranean area at the end of 19th c. and early 20th c. because of the damage caused by the grape phylloxera (*Dactylosphaera vitifoliae*) favoured the resurgence of many secondary woods of Black pine which then favoured the spread of the Citril finch (Borras et al., 2005b; Borras & Junyent, 1993). Economic development in Spain during the 1950s brought about changes that again favoured Citril

finches; extensive pine reforestation was undertaken in the Iberian Peninsula (Tapias et al., 2001) and sub-alpine skiing stations were built, creating openings in available pine forests.

Currently, human activities and climatic changes again seem to be acting detrimentally on the species. Since any conservation strategy concerning wildlife should be based on a dynamic view of the biological cycle of the species, both from a spatial and a temporal perspective, we should look into the current conservation needs of Citril finch on the basis of its biological cycle.

According to previously published information on the species (Borras et al., 2003a, 2003b, 2005b; Borras & Junyent, 1993; Borras & Senar, 1991, 2003; Förschler et al., 2005) the annual biological cycle of

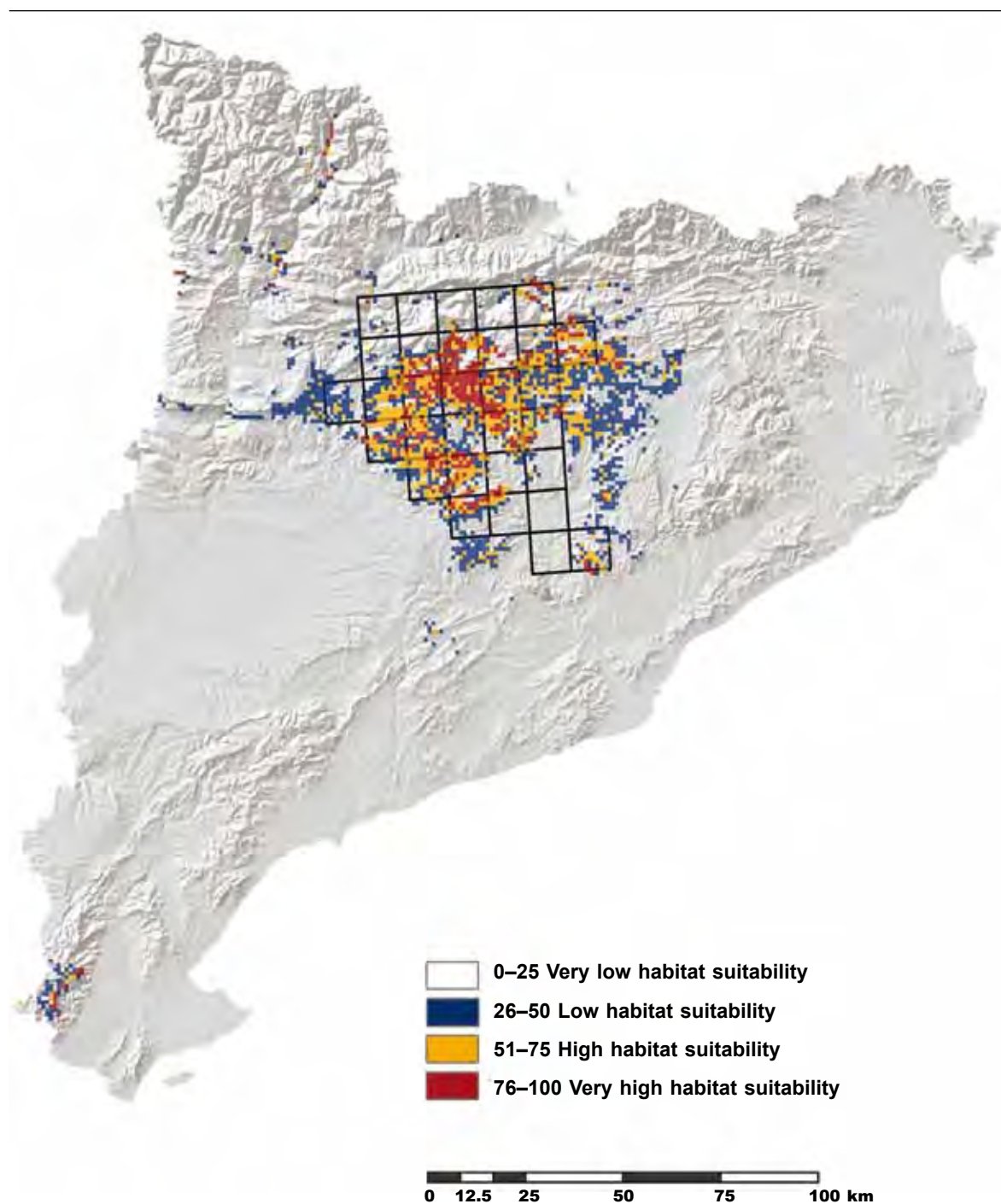


Fig. 11. Model 2. Habitat suitability map for the Citril finch according to Model 2 (see table 2 and figs. 9, 10). The scale on the right shows values that vary from 0 (minimum habitat quality) to 100 (maximum habitat quality). The scores were reclassified into four classes of suitability, so the map shows areas that are of: very low habitat suitability (0–25); low habitat suitability (26–50); high habitat suitability (51–75); very high habitat suitability (76–100).

Fig. 11. Modelo 2. Mapa de idoneidad del hábitat para el verderón serrano según el Modelo 2 (ver tabla 2 y figs. 9, 10). La escala de la derecha muestra valores que varían de 0 (calidad mínima del hábitat) a 100 (calidad máxima del hábitat). Los registros se reclasificaron en cuatro clases de idoneidad, de manera que el mapa muestra áreas que son de: idoneidad del hábitat muy baja (0–25); idoneidad del hábitat baja (26–50); idoneidad del hábitat alta (51–75); idoneidad del hábitat muy alta (76–100).

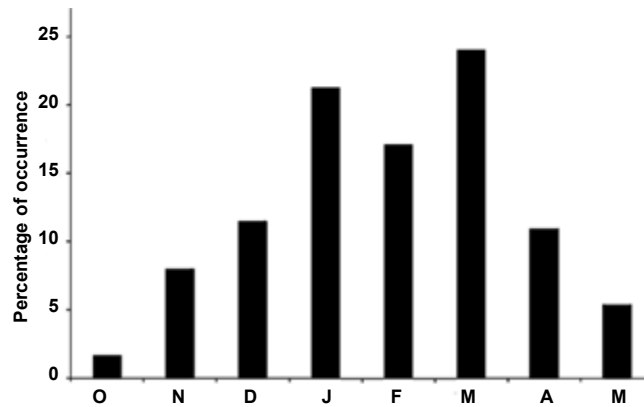


Fig. 12. Frequency distribution of Citril finch captures in different months in typical wintering areas (< 1,500 m a.s.l.). Data based on 2,368 captures from 1977 to 2004: O. October; N. November; D. December; J. January; F. February; M. March; A. April; M. May.

Fig. 12. Distribución de frecuencias de las capturas de verderón serrano en distintos meses en las áreas de invernada típicas (< 1.500 m s.n.m.). Basado en 2.368 capturas de 1977 al 2004. (Para las abreviaturas de los meses, ver arriba.)

Table 3. Movements of Citril finches between wintering and breeding areas. We provide the ring number of the bird, the date and locality where the bird was captured during winter, and the date, locality and location where the bird was captured away from the wintering study area. The distance and direction of the movement are also given: Rf. Labels in figures 7 and 8 mapping the location of each ringing and recovery. Localities: B. Barcelona; Gi. Girona; F. France; N. Navarra; S. Switzerland; Ll. Lleida.

Tabla 3. Desplazamientos de los verderones serranos entre sus áreas de invernada y de cría. Proporcionamos el número de la anilla del ave, la fecha y localidad en las que se capturó el ave durante el invierno, y la fecha, la localidad y la localización donde el ave fue capturada lejos del área de invernada de este estudio. También se proporcionan la distancia y la dirección de los desplazamientos: Rf. Etiquetas de las figuras 7 y 8 para el mapeo de la localización de cada anillado y cada recuperación. Localidades: B. Barcelona; Gi. Girona; F. Francia; N. Navarra; S. Suiza; Ll. Lleida.

Locality within study area			Locality out of study area				
Ring	Date	Locality	Date	Locality	Localization	km/dir.	Rf.
0558135	24 XII 93	Castellar R.	07 X 93	Coll de Pal (B)	42.15N 01.52E	45 WSW	1
0391081	26 XII 95	Montmajor	23 IX 95	Coll de Pal (B)	42.15N 01.52E	29 SSW	2
0506825	29 II 92	Lladurs	11 VII 93	Setcases (Gi)	42.23N 02.18E	78 ENE	3
0641964	13 XI 93	Solsona	20 V 95	Chamaloc, Sarthe (F)	44.48N 05.23E	440 NNE	4
4429564	14 XII 03	Solsona	29 III 03	Vallon de Combeau (F)	44.44N 05.33E	445 WSW	5
913199	26 II 00	Olius	11 IV 99	Bigüezal (N)	42.40N 01.08W	234 WNW	6
980773	07 XII 99	Lladurs	25 VII 99	Isaba (N)	45.58N 00.48W	212 WNW	7
444781	25 X 59	Sallent	25 VI 59	Coll Bretolet (S)	46.09N 06.47E	625 SW	8
559154	16 V 93	Lladurs	25 VI 93	La Molina (Gi)	42.10N 01.57E	190 NE	9
P38188	14 III 81	Berga	20 VI 78	La Creu Cerdana (Ll)	42.17N 01.40E	27 NW	10
Colour ring	01 I 85	Navès	00 VII 84	Rasos Peguera (B)	42.11N 01.80E	23 NE	11
N309684	28 X 06	Lladurs	29 VII 06	Querals (Gi)	42.22N 02.09E	65 ENE	12
DN3175	31 I 09	Lladurs	08 VII 07	Beret, Val d'Aran (Ll)	42.45N 00.58E	91 NNE	13
FN4363	25 X 08	Lladurs	09 VIII 08	Rialp (Ll)	42.25N 01.12E	53 NNE	14
Z24710	06 III 10	Lladurs	14 IV 07	Bigüezal (N)	42.40N 01.08W	228 WNW	15

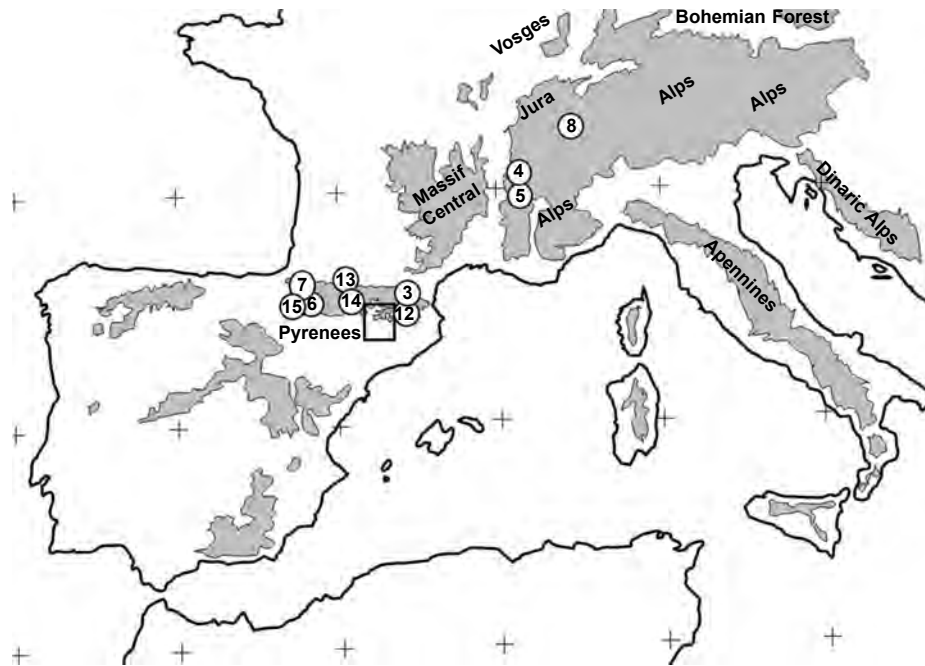


Fig. 13. Citril finch movements in winter, showing the original location (marked as a number) of the different birds either captured or recaptured at our wintering study area (marked as a rectangle). Numbers correspond to that in table 3 and in fig. 14. The contour lines refer to 1,500 m a.s.l.

Fig. 13. Desplazamientos del verderón serrano en invierno, mostrando la localización original (indicada con un número) de las distintas aves capturadas o recapturadas en nuestra área de estudio de invernada (marcada como un rectángulo). Los números corresponden a los de la tabla 3 y la fig. 14. Las líneas de contorno indican la altitud de 1.500 m s.n.m.

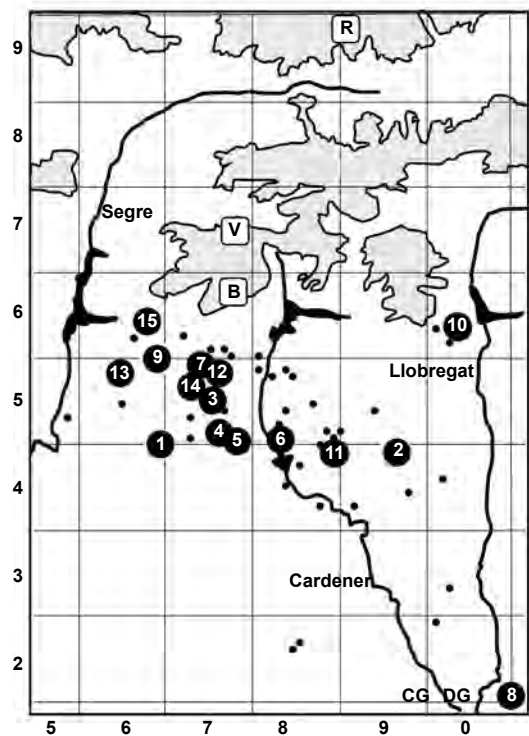


Fig. 14. Map of the wintering study area (as in fig. 2), showing the exact location of capture (marked as numbers) of birds originally captured or later recaptured during the breeding season away from our study area. Numbers correspond to those in table 3 and fig. 13. The contour lines refer to 1,500 m a.s.l.

Fig. 14. Mapa del área de estudio de invernada (como en la fig. 2), mostrando las localizaciones exactas de captura (marcadas en forma de números) de las aves originalmente capturadas o recapturadas más tarde durante la estación de cría lejos de nuestra área de estudio. Los números corresponden a los de la tabla 3 y la fig. 13. Las líneas de contorno indican la altitud de 1.500 m s.n.m.

Table 4. Movements of Citril finches between our study area and distant localities, exemplifying the potential for dispersal of the species. We provide the ring number of the bird, the date and locality where the bird was captured within our study area, and the date, locality and location where the bird was captured away from our study area. We additionally provide the distance and direction of the movement: Ar. Age at ringing; Rf. Labels in figures 8 and 9 mapping the location of each ringing and recovery. Localities: S. Soria; N. Navarra; M. Madrid; Gi. Girona Ll. Lleida.

Tabla 4. Desplazamientos de los verderones serranos entre nuestra área de estudio y localidades lejanas, ejemplificando el potencial de dispersión de esta especie. Proporcionamos el número de la anilla del ave, la fecha y localidad en que el ave fue capturada dentro de nuestra área de estudio, y la fecha, la localidad y la localización en que se capturó el ave lejos de nuestra área de estudio. Además proporcionamos la distancia y la dirección del desplazamiento: Rf. Indica las aves anilladas y recuperadas marcadas en las figuras 8 y 9. Localidades: S. Soria; N. Navarra; M. Madrid; Gi. Girona Ll. Lleida.

Locality within study area				Locality out of study area				Rf.
Ring	Date	Locality	Ar	Date	Locality	Localization	km	
L038356	31 VIII 96	Vansa	3	07 IV 97	Sierra Urbión (S)	41.55N 02.46W	359 WSW	16
L137009	23 VI 97	Vansa	3J	14 VI 98	Sierra Uztarrotz (N)	42.54N 00.56W	228 WNW	17
AT2344	24 VIII 02	Vansa	3J	18 IV 03	Sierra Uztarrotz (N)	42.54N 00.56W	224 WNW	18
L070480	22 V 97	Vansa	5	02 V 99	Bigüezal (N)	42.40N 01.08W	231 WNW	19
L153412	13 IV 00	Vansa	5	17 III 02	Bigüezal (N)	42.40N 01.08W	231 WNW	20
AP8819	11 X 03	Cap Rec	6	24 III 02	Bigüezal (N)	42.40N 01.08W	236 WNW	21
L498597	07 VI 03	Cap Rec	6	20 III 04	Bigüezal (N)	42.40N 01.08W	236 WNW	22
N165870	11 VI 05	Vansa	5	21 I 06	Navacerrada (M)	40.45N 04.03W	523 SW	23
562894	28 VII 93	Bofia	3J	25 VI 93	La Molina (Gi)	42.10N 01.57E	40 SW	24
L842392	29 V 04	Cap Rec	5	04 VII 08	Rialp (Ll)	42.25N 01.12E	39 W	25
ER3560	28 III 09	Navés	6	03 VII 09	Rialp (Ll)	42.25N 01.12E	52 NNW	26

the Citril finch in Iberia comprises four phases (or quadrants) (fig. 16):

Quadrant 1

In spring (vernal period), the species breeds in subalpine open coniferous forests with abundant meadows. The species relies then on *Pinus uncinata* seeds complemented by herbaceous seeds from meadow grasses (e.g. *Taraxacum officinale* Weber ex F. H. Wigg.) (Borras et al., 2003b).

Quadrant 2

In late summer (serotinal period), Citril finches disperse over the tree line, on alpine meadows and heaths, feeding on a great variety of grassland plants, including nitrophilous plants linked to cattle (e.g. *Chenopodium bonus-henricus* L.); some individuals, mainly juvenile birds, may move to feed on ruderal communities of *Compositae* plants (e.g. *Cirsium* sp., *Carduus* sp.). During this period the birds moult.

Quadrant 3

By autumn, the birds move to lower altitudes (300–1.200 m a.s.l.) to winter. In this period they feed on ruderal and arvensic communities on fallow fields (e.g.

Inula viscosa L., *Chenopodium* sp. and *Amaranthus* sp.) (Borras et al., 2003b).

Quadrant 4

Well into the winter, when herbaceous resources become exhausted, Citril finches shift diet to pine seeds (*Pinus nigra* and *Pinus sylvestris*) as cones start to open during this period (Borras et al., 2003b). Then, in the prevernal period, provided that pine fructification is abundant and meteorological conditions are adequate, the species may undergo opportunistic breeding in those montaneous areas (Borras & Senar, 1991). In Central Europe, the fourth quadrant in figure 10 has not been described. At the end of the winter, Citril finches move again to subalpine areas (Quadrant 1).

This cycle has two main components: an altitudinal component, with birds moving from subalpine/alpine areas (highland) to mountainous areas (lowland), and a trophic component, with birds shifting from pine to herbaceous resources (fig. 16).

We stressed earlier (see introduction) that most discussion on the conservation of the species has focused on the highland component. However, as in many other species, a good knowledge of the habitat

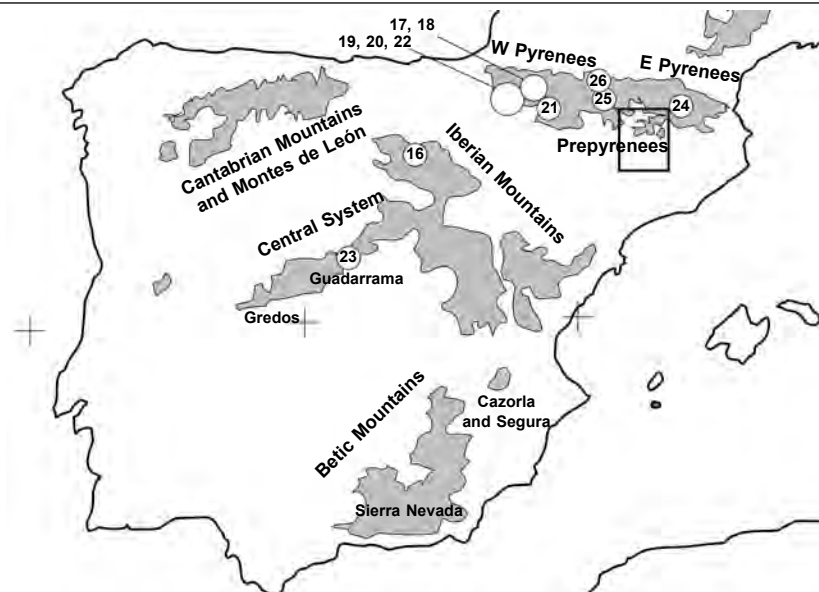


Fig. 15. Citril finch movements showing the location (marked as a number) of the different birds either captured or recaptured in our study area (marked as a rectangle) during the breeding season and recaptured or originally captured away from our study area during another breeding season. Numbers correspond to those in table 4. The contour lines refer to 1,500 m a.s.l.

Fig. 15. Desplazamientos del verderón serrano mostrando la localización (marcada como un número) de las distintas aves capturadas o recapturadas en nuestra área de estudio (señalada como un rectángulo) durante la estación de cría, y recapturadas u originalmente capturadas lejos de nuestra área de estudio durante otra estación de cría. Los números corresponden a los de la tabla 4. Las líneas de contorno indican la altitud de 1.500 m s.n.m.

requirements during the winter period may be equally important (Dolman & Sutherland, 1995), especially so in species like the Citril finch, which like other Cardueline finches, mate during the winter (Senar & Borras, 2004).

The present study has shown that the distributional range of the Citril finch in winter is closely related to montane pines, mainly *Pinus nigra*. This link is largely trophic, occurring mainly during the second half of winter (Borras et al., 2003b). These forests are therefore critical to conservation of the species, and any threat to them, specially forest fires, will have acute detrimental effects on Citril finch populations. The devastating forest fires in Catalonia in the 1980s and 1990s, within our study area, greatly reduced availability of Black pine forest (Borras et al., 2005b). The non-serotinous cones of this pine, which open in absence of fire, increases the effect of forest fires in these trees even more (Tapias et al., 2001). Traditional Spanish forest management practices increase canopy density, thereby also favouring the frequency and intensity of these fires (Tapias et al., 2001, 2004). The slow growth of this pine and its difficulties for reforestation (Ceballos & Ruiz de la Torre, 1971) lead us to predict a marked

decline in the availability of suitable habitat for the Citril finch in coming years. This will affect not only Citril finch survival over winter, but also opportunistic breeding activities (Quadrant 4).

During autumn, the main threats to the species come from the recently introduced agricultural practices of plowing fields and using herbicides, which reduce the availability of arvensic grassland communities on fallow fields. Given the importance of these dietary resources for the species at this time of year (Quadrant 3) (Borras et al., 2003b), we should advise a return to traditional agricultural practices (Borras et al., 2003b, 2005b).

During the vernal and estival seasons (Quadrant 1), the threats to the species are mainly related to a loss of pastures due to extensive reforestation and a reduction in cattle and sheep transhumance (Förschler, 2007), and to the destruction of the typical flower-rich meadows brought about by changes in ski-station management aiming to improve the retention of snow (Bezzel & Brandl, 1988; Rolando et al., 2007).

The framework we have presented for the conservation of the Citril finch stresses the need to match conservation activities with the dynamic nature of

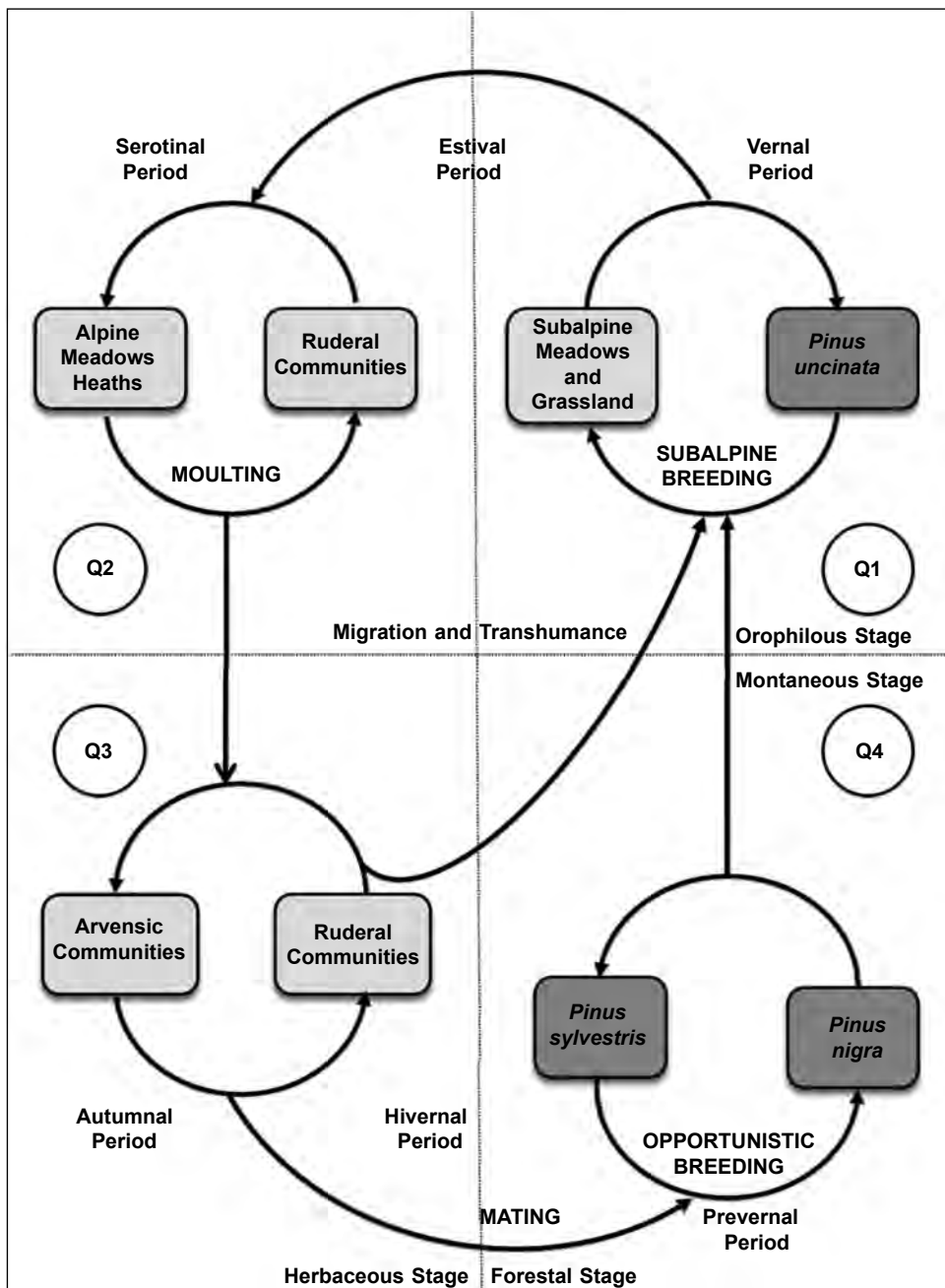


Fig. 16. Schematic diagram of the annual biological cycle of the Citril finch. The diagram shows the different periods of the year, along with the trophic sources and habitats used within each period, and the biological events that characterize that period. The diagram is divided in four quadrants which represent four main periods within the biological cycle of the species. The cycle is based on previously published information on the species (Borras et al., 2003a, 2003b, 2005b; Borras & Junyent, 1993; Borras & Senar, 1991, 2003; Förschler et al., 2005).

Fig. 16. Diagrama del ciclo biológico anual del verderón serrano. El diagrama muestra los distintos períodos a lo largo del año, junto con los recursos tróficos y los habitats utilizados en cada período, y los sucesos biológicos que caracterizan el período. El diagrama está dividido en cuatro cuadrantes, que representan los cuatro períodos principales del ciclo biológico de esta especie. El ciclo se ha basado en información sobre la especie previamente publicada (Borras et al., 2003a, 2003b, 2005b; Borras & Junyent, 1993; Borras & Senar, 1991, 2003; Förschler et al., 2005).

the annual cycle of the species. A conservation policy can only succeed, therefore, if actions are integrated within the different seasonal, habitat and trophic levels.

Acknowledgements

We wish to thank Jose Molina, Jordi Calaf, Miquel Cabrera, Carles Serrasolsas, Dolors Camps, Montse Mateu, Alex Borràs and Eduard Borràs for assistance ringing the birds and Anna Moreso, Albert Solé, Alex Mazcuñan, Toni Beltran, Mar Masanés, Jordi Garcia, Iolanda Garcia, Albert Garcia, Jordi Cerdeira, Mariona Monròs and Olga Nicolas for field assistance; Hans Märki, Luis María Carrascal and Lluís Brotons for comments on the paper; Ramón Monell, Josep Codina, Florenci Codina, Schmith de Solanes, Isidre de Serinyana and Joan Perramón for allowing us to work in their properties; Toni Polo, Roger Sanmartí, Lluís Gustamante, Ponç Feliu, Victor Sanz, Jaume Soler, Josep Bosch and Joan Parramón for providing data on the observations of wintering birds and Raül Aymi (ICO) and Xavier Ferrer (Vertebratcat, UB) for providing information from their data-bases; Toni Polo (Grupo de Anillamiento Llebeig), Roger Sanmartí, Juanjo Calleja (Grupo Ornitológico Monticola), Juli Merino (Societat "El Passerell" de Solsona), Daniel Alonso and Juan Arizaga (Sociedad de Ciencias Aranzadi) for providing data on Citril finch ring recoveries; Oscar Gordo and Jordi Calaf for providing UTM databases on the distribution of land use, meteorological data and abundance of pines; the Cos d'Agents Forestals, Generalitat de Catalunya, especially Daniel Mañas, Josep Gilibets and Lluís Novellas, for facilities during field work. Birds were handled with the permission of the Catalan Ringing Office (ICO) and the Departament de Medi Ambient, Generalitat de Catalunya. This work was supported by grants from the Ministerio de Ciencia e Innovación (CGL 2009–10652).

References

- Alonso, D. & Arizaga, J., 2004. El verderón serrano (*Serinus citrinella*) en Navarra: parámetros fenológicos y movimientos migratorios. *Munibe*, 55: 95–112.
- Austin, M. P., Cunningham, R. B. & Fleming, P. M., 1984. New approaches to direct gradient analysis using environmental scalars and statistical curve-fitting procedures. *Vegetatio*, 55: 11–27.
- Baccetti, N. & Märki, H., 1997. Citril Finch. In: *The EBCC atlas of European breeding birds*: 711 (W. J. M. Hagemeijer & M. J. Blair, Eds.). T. & A.D. Poyser, London.
- Benoit, F. & Märki, H., 2004. Nouvelles données sur les quartiers d'hiver du Venturon montagnard *Serinus citrinella* en Espagne. *Nos Oiseaux*, 51: 1–10.
- Bernis, F., 1972. *El libro de las aves de España*. Selecciones del Reader's Digest, Madrid.
- Bezzel, E. & Brandl, R., 1988. Der Zitronengirlitz *Serinus citrinella* im Werdenfelser Land, Oberbayern. *Anzeiger der Ornithologischen Gesellschaft in Bayern*, 27: 45–65.
- Borràs, A., Blache, S., Cabrera, J., Cabrera, T. & Senar, J. C., 2005a. Citril finch (*Serinus citrinella*) populations at the north of the Pyrenees may winter in the northeast of the Iberian Peninsula. *Aves*, 42: 261–265.
- Borràs, A., Cabrera, A. & Cabrera, J., 1996. Crossbills *Loxia curvirostra* feeding on cypress seeds. *Butlletí Grup Català d'Anellament*, 13: 53–55.
- Borràs, A., Cabrera, J., Cabrera, T. & Senar, J. C., 1998. Sex and age related biometrical patterns in Pyrenean Citril Finches (*Serinus citrinella*). *Die Vogelwarte*, 39: 196–202.
- 2003a. Inter-locality variation in speed of moult in the Citril Finch *Serinus citrinella*. *The Ibis*, 146: 14–17.
- Borràs, A., Cabrera, T., Cabrera, J. & Senar, J. C., 2003b. The diet of the Citril Finch (*Serinus citrinella*) in the Pyrenees and the role of *Pinus* seeds as a key resource. *Journal für Ornithologie*, 144: 345–353.
- Borràs, A. & Junyent, F., 1993. *Vertebrats de la Catalunya central*. Regió 7, Manresa (Barcelona).
- Borràs, A. & Senar, J. C., 1991. Opportunistic breeding of the Citril Finch *Serinus citrinella*. *Journal für Ornithologie*, 132: 285–289.
- 2003. Verderón Serrano *Serinus citrinella*. In: *Atlas de las aves reproductoras de España: 578–579* (R. Martí & J. C. Del Moral, Eds.). Dirección General de Conservación de la Naturaleza–Sociedad Española de Ornitología, Madrid.
- Borràs, A., Senar, J. C., Cabrera, J. & Cabrera, A., 2005b. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Atlas dels ocells nidificants de Catalunya 1999–2002: 522–523* (J. Estrada, V. Pedrocchi, L. Brotons & S. Herrando, Eds.). Lynx Edicions, Barcelona.
- Bourrillon, P., 1961. A propos de l'invasion des Venturons. *L'Oiseau et R. F. O.*, 31: 247.
- Carcaillet, C., Almquist, H., Asnong, H., Bradshaw, R. H. W., Carrion, J. S., Gaillard, M. J., Gajewski, K., Haas, J. N., Haberle, S. G., Hadorn, P., Muller, S. D., Richard, P. J. H., Richoz, I., Rosch, M., Goni, M. F. S., von Stedingk, H., Stevenson, A. C., Talon, B., Tardy, C., Tinner, W., Tryterud, E., Wick, L. & Willis, K. J., 2002. Holocene biomass burning and global dynamics of the carbon cycle. *Chemosphere*, 49: 845–863.
- Carrión, J. S., 2003. Sobresaltos en el bosque mediterráneo: incidencia de las perturbaciones observables en una escala paleoecológica. *Ecosistemas*, 2003: 1–13.
- Carrion, J. S., Andrade, A., Bennett, K. D., Navarro, C. & Munuera, M., 2001a. Crossing forest thresholds: inertia and collapse in a Holocene sequence from south-central Spain. *Holocene*, 11: 635–653.
- Carrion, J. S., Munuera, M., Dupre, M. & Andrade, A., 2001b. Abrupt vegetation changes in the Segura Mountains of southern Spain throughout the Holocene. *Journal of Ecology*, 89: 783–797.
- Carrión, J. S. & Van Geel, B., 1999. Fine-resolution Upper Weichselian and Holocene palynological record from Navarrés (Valencia, Spain) and a

- discussion about factors of Mediterranean forest succession. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 106: 209–236.
- Ceballos, L. & Ruiz de la Torre, J., 1971. *Arboles y arbustos de la España peninsular*. Escuela Técnica e Ingenieros de Montes, Madrid.
- Chefaoui, R. M., Hortal, J. & Lobo, J. M., 2005. Potential distribution modelling, niche characterization and conservation status assessment using GIS tools: a case study of Iberian Copris species. *Biological Conservation*, 122: 327–338.
- Cramp, S. & Perrins, C. M., 1994. *The birds of the Western Palearctic Vol. VIII*. Oxford Univ. Press, Oxford.
- Crousaz, G. & Lebreton, P., 1963. Notes sur la migration du Venturon montagnard (*Carduelis citrinella*) aux cols de Cou–Bretolet, et sur son hivernage en Suisse et en France. *Nos Oiseaux*, 27: 46–61.
- Dejonghe, J. F., 1991. Venturon montagnard *Serinus citrinella*. In: *Atlas des oiseaux de France en hiver*: 462–463 (D. Yeatman–Berthelot, Ed.). Société Ornithologique de France, Paris.
- Dolman, P. M. & Sutherland, W. J., 1995. The response of bird populations to habitat loss. *The Ibis*, 137: S38–S46.
- Elith, J., Graham, C. H., Anderson, R. P., Dudik, M., Ferrier, S., Guisan, A., Hijmans, R. J., Huettmann, F., Leathwick, J. R., Lehmann, A., Li, J., Lohmann, L. G., Loiselle, B. A., Manion, G., Moritz, C., Nakamura, M., Nakazawa, Y., Overton, J. M., Peterson, A. T., Phillips, S. J., Richardson, K., Scachetti–Peireira, R., Schapire, R. E., Soberon, J., Williams, S., Wisz, M. S. & Zimmermann, N. E., 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography*, 29: 129–151.
- Ferrer, X., Carrascal, L. M., Gordo, O. & Pino, J., 2006. Bias in avian sampling effort due to human preferences: an analysis with Catalanian birds (1900–2002). *Ardeola*, 53: 213–227.
- Folch, R., 1981. *La vegetació dels Països Catalans*. Ketres Editora, Barcelona.
- Fornasari, L., Carabella, M., Corti, W. & Pianezza, F., 1998. Autumn movements of Citril Finch *Serinus citrinella citrinella* in the southern Alps. *Ringing and Migration*, 19: 23–29.
- Förschler, M., 2007. Microgeographic variation in citril finch *Carduelis citrinella* abundance as a consequence of resource availability and ancient landscape cultivation. *European Journal of Wildlife Research*, 53: 29–34.
- Förschler, M. I., Borras, A., Cabrera, J., Cabrera, T. & Senar, J. C., 2005. Inter–locality variation in reproductive success of the citril finch *Serinus citrinella*. *Journal of Ornithology*, 146: 137–140.
- Förschler, M. I., Senar, J. C., Borras, A., Cabrera, J. & Björklund, M., 2010. Gene flow and range expansion in a mountain–dwelling passerine with fragmented distribution. *Biological Journal of the Linnean Society*, in press.
- Franklin, J., 2009. *Mapping species distributions. Spatial inference and prediction*. Cambridge University Press, Cambridge.
- García–Páez, I., 1999. Noticiario ornitológico. Verderón serrano. *Ardeola*, 46: 162.
- García–Rúa, A. E., 1974. Primera reproducción comprobada de *Carduelis spinus* en el Centro de España y nuevos datos de cría de *Carduelis citrinella*. *Ardeola*, 20: 382–384.
- García López, J. M. & Allué Camacho, C., 2008. Phytoclimatic versatility and potential diversity of natural arboreal forest cover in peninsular Spain. *Investigación Agraria Sistemas y Recursos Forestales*, 17: 297–307.
- Grass Development Team, 2008. Geographic Resources Analysis Support System (GRASS) Software, Version 6.3.0. <http://grass.osgeo.org>.
- Grau, J. M., Cámara, A. & Montoto, J. L., 1999. Fitoclimatología básica de los *Pinus nigra* Arn., *Pinus sylvestris* L. y *Pinus pinaster* Ait., aplicación del modelo de idoneidad. *Investigación Agraria Sistemas y Recursos Forestales: Fuera de Serie*, 1: 37–51.
- Guisan, A. & Thuiller, W., 2005. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters*, 8: 993–1009.
- Guisan, A. & Zimmermann, N. E., 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling*, 135: 147–186.
- Huntley, R., Green, R. I., Collingham, Y. C. & Willis, S. G., 2008. *A climatic atlas of European breeding birds*. Lynx Edition, Barcelona.
- Isajev, V., Fady, B., Semerci, H. & Andonovski, V., 2003. EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for European black pine (*Pinus nigra*). 1–6. Rome (Italy), International Plant Genetic Resources Institute.
- Jaynes, E. T., 1957. Information Theory and Statistical Mechanics. *Physical Review*, 106: 620–630.
- Kantorowicz, W., 2000. Half a century of seed years in major tree species in Poland. *Silvae Genetica*, 49: 245–249.
- Kerr, G., Gosling, P., Morgan, G., Stokes, V., Cunningham, V. & Parratt, M., 2008. Seed production and seedling survival in a 50–year–old stand of Corsican pine (*Pinus nigra subsp laricio*) in southern Britain. *Forestry*, 81: 525–541.
- Martin, T. G., Chades, I., Arcese, P., Marra, P. P., Possingham, H. P. & Norris, D. R., 2007. Optimal Conservation of Migratory Species. *Plos ONE*, 2.
- Mattes, H. & Maurizio, R., 2005. *Die Vogelwelt im Oberengadin, Burgell und Puschlav*. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- Märki, H., 1976. Brutverbreitung und Winterquartier des Zitronenzeisigs *Serinus citrinella* nördlich der Pyrenäen. *Ornithologisches Beobachter*, 73: 67–88.
- Muñoz–Cobo, J., 1976. Noticiario Breve: Verderón Serrano (*Serinus citrinella*). *Ardeola*, 23: 241.
- Newton, I., 1972. *Finches*. Collins, London.
- 2008. *The Migration Ecology of Birds*. Academic Press, London.
- Ninyerola, M., Pons, X. & Roure, J. M., 2005. *Atlas Climático Digital de la Península Ibérica. Metodología y aplicaciones en bioclimatología y geobotánica*. <http://opengis.uab.es>. Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra.
- Peterson, A. T., Soberón, J. & Sánchez–Cordero, V.,

1999. Conservatism of ecological niches in evolutionary time. *Science*, 285: 1265–1267.
- Phillips, S. J., Anderson, R. P. & Schapire, R. E., 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190: 231–259.
- Phillips, S. J. & Dudik, M., 2008. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, 31: 161–175.
- Praz, J. C. & Oggier, P. A., 1973. Sur l'hivernage du Venturon montagnard *Serinus citrinella* en Valais. *Nos Oiseaux*, 32: 109–112.
- Regato–Pajares, P. & Elena–Rosselló, R., 1995. Natural black pine (*Pinus nigra* ssp. *salzmannii*) forests of the Iberian eastern mountains: development of the phytoecological basis for their site evaluation. *Annales des Sciences Forestières*, 52: 589–606.
- Regato, P., Gamisans, J. & Gruber, M., 1995. A syntaxonomical study of *Pinus nigra* subsp. *salzmannii* forests in the Iberian Peninsula. *Phytocoenologia*, 25: 561–578.
- Robbins, C. S., Sauer, J. R., Greenberg, R. S. & Droege, S., 1989. Population Declines in North American Birds that Migrate to the Neotropics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 86: 7658–7662.
- Rolando, A., Caprio, E., Rinaldi, E. & Ellena, I., 2007. The impact of high–altitude ski–runs on alpine grassland bird communities. *Journal of Applied Ecology*, 44: 210–219.
- Rouget, M., Richardson, D. M., Lavorel, S., Vayreda, J., Gracia, C. & Milton, S. J., 2001. Determinants of distribution of six *Pinus* species in Catalonia, Spain. *Journal of Vegetation Science*, 12: 491–502.
- Schifferli, A., 1961. Schweizerische ringfundmeldung für 1959 und 1960. *Der Ornithologische Beobachter*, 58: 166–196.
- Senar, J. C. & Borrás, A., 2004. Sobrevivir al invierno: estrategias de las aves invernantes en la Península Ibérica. *Ardeola*, 51: 133–168.
- Senar, J. C., Conroy, M. J. & Borrás, A., 2002. Asymmetric exchange between populations differing in habitat quality: a metapopulation study on the Citril Finch. *Journal of Applied Statistics*, 29: 425–441.
- Soto, A., Robledo–Arnuncio, J. J., Gonzalez–Martinez, S. C., Smouse, P. E. & Alía, R., 2010. Climatic niche and neutral genetic diversity of the six Iberian pine species: a retrospective and prospective view. *Molecular Ecology*, 19: 1396–1409.
- Spina, F. & Volponi, S., 2008. *Venturone alpino (Serinus citrinella) in Atlante della Migrazione degli Uccelli in Italia. 2. Passeriformi*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), Roma.
- Tapias, R., Climent, J., Pardos, J. A. & Gil, L., 2004. Life histories of Mediterranean pines. *Plant Ecology*, 171: 53–68.
- Tapias, R., Gil, L., Fuentes–Utrilla, P. & Pardos, J. A., 2001. Canopy seed banks in Mediterranean pines of south–eastern Spain: a comparison between *Pinus halepensis* Mill., *P. pinaster* Ait., *P. nigra* Arn. and *pinia* L. *Journal of Ecology*, 89: 629–638.
- Tellería, J. L., Asensio, B. & Díaz, M., 1999. *Aves Ibéricas. II Paseriformes*. J. M. Reyero, Madrid.
- Thuiller, W., Vayreda, J., Pino, J., Sabate, S., Lavorel, S. & Gracia, C., 2003. Large–scale environmental correlates of forest tree distributions in Catalonia (NE Spain). *Global Ecology and Biogeography*, 12: 313–325.
- Venables, W. N. & Ripley, B. D., 2002. *Modern Applied Statistics with S*. Springer–Verlag, New York.
- Zink, G. & Bairlein, F., 1995. *Zug europäischer Singvögel, Band 3*. Aula–Verlag, Wiesbaden.
-

Appendix. References used to map the distribution of the Citril finch in Catalonia during the winter (see fig. 3).

Apéndice. Referencias utilizadas para maapear la distribución del verderón serrano en Cataluña durante el invierno (ver fig. 3).

- Aixalà, X., 1987. *Els ocells de les terres de ponent*. Dilagro, Lleida.
- Aymerich, P., 1998. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 1996*: 232 (J. L. Copete, Ed.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- 2005. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 2001*: 287 (R. Aymí & S. Herraldo, Eds.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- 2006. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 2002–2005*: 485 (S. Sales, Ed.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- Aymerich, P. & Santandreu, J., 2005. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 2001*: 287 (R. Aymí & S. Herraldo, Eds.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- Bastida, R., 2008. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 2007*: 200 (M. Anton, Ed.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- Baucells, J. & Alsina, M., 2006. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 2002–2005*: 485 (S. Sales, Ed.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- Bayer, X., Guasc, C., Mestre, P. & Salvadó, H., 2000. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 1997*: 362 (J. L. Copete, Ed.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- Bertran, M., 2008. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 2007*: 200 (M. Anton, Ed.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- Borras, A. & Cabrera, T., 2000. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 1997*: 362 (J. L. Copete, Ed.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- 2001. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 1998*: 250 (A. Martínez Vilalta, Ed.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- Borras, A., Cabrera, T. & Cabrera, J., 2000. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 1997*: 362–363 (J. L. Copete, Ed.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- 2002. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 1999*: 269 (A. Martínez Vilalta, Ed.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- 2003. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 2000*: 268–269 (R. Aymí & S. Herraldo, Eds.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- 2005. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 2001*: 287–288 (R. Aymí & S. Herraldo, Eds.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- Budo, J., 2007. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 2006*: 188 (J. Estrada & M. Anton, Eds.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- 2008. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 2007*: 200 (M. Anton, Ed.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- Capalleras, E. & Ollé, A., 2007. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 2006*: 188 (J. Estrada & M. Anton, Eds.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- Claramunt, J., 2006. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 2002–2005*: 485 (S. Sales, Ed.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- Clavell, J., 2002. *Catàleg del ocells dels Països Catalans*. Lynx Edicions, S. L., Barcelona.
- Estrada, J., 1997. *Els ocells de Ponent*. La Mañana, Lleida.
- Fabregó, J. & Montserrat, J., 2006. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 2002–2005*: 485 (S. Sales, Ed.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- Fabregó, J., Montserrat, J., Macias, M., Coldecarrera, P. & Castillo, X., 2002. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 1999*: 269 (A. Martínez Vilalta, Ed.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- Feliu, P., 2006. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 2002–2005*: 485 (S. Sales, Ed.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- Feliu, P. & Jiménez, M., 2006. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 2002–2005*: 485 (S. Sales, Ed.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- Feliu, P., Minobis, R., Serra, J. & Saavedra, D., 2001. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 1998*: 250 (A. Martínez Vilalta, Ed.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- Font, J., 2008. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 2007*: 200 (M. Anton, Ed.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- Gámez, X., 2003. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 2000*: 269 (R. Aymí & S. Herraldo, Eds.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- González, F., 2001. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 1998*: 250 (A. Martínez Vilalta, Ed.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.

Appendix. (Cont.)

- Guasc, C., 2003. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 2000*: 268 (R. Aymí & S. Herraldo, Eds.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- 2006. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 2002–2005*: 485 (S. Sales, Ed.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- Guasc, C. & Bayer, X., 2006. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 2002–2005*: 485 (S. Sales, Ed.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- Gutiérrez, R., Esteban, P. & Santaefemia, X., 1995. *Els ocells del delta del Llobregat*. Lynx Edicions, S. L., Barcelona.
- Larruy, X., 2006. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 2002–2005*: 485 (S. Sales, Ed.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- Larruy, X. & Liarte, J., 2003. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 2000*: 269 (R. Aymí & S. Herraldo, Eds.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- Llebaria, C. & Martí, C., 2003. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 2000*: 269 (R. Aymí & S. Herraldo, Eds.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- Macià, M., 1998. *Els ocells de la Garrotxa*. Editora de Batet, Olot.
- Macià, F. X., 2006. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 2002–2005*: 485 (S. Sales, Ed.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- 2008. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 2007*: 200 (M. Anton, Ed.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- Martorell, C., 2005. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 2001*: 288 (R. Aymí & S. Herraldo, Eds.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- Massip, R. & West, S., 2004. *Els ocells de la plana de Lleida*. Pagés, Lleida.
- Moncasí, F., 2007. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 2006*: 189 (J. Estrada & M. Anton, Eds.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- Oliver, C. A., 2006. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 2002–2005*: 485 (S. Sales, Ed.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- Pedrocchi, V., 2006. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 2002–2005*: 485 (S. Sales, Ed.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- Ribas, J., 1998. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 1996*: 232 (J. L. Copete, Ed.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- 2000. *Els ocells del Vallès Oriental*. Lynx Edicions, S. L., Barcelona.
- 2003. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 2000*: 269 (R. Aymí & S. Herraldo, Eds.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- 2005. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 2001*: 288 (R. Aymí & S. Herraldo, Eds.), pp. 288 Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- Rodríguez, M. & Aymerich, A., 2006. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 2002–2005*: 485 (S. Sales, Ed.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- Rodríguez, M. & Torras, R., 2006. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 2002–2005*: 485 (S. Sales, Ed.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- Roig, J. & Tornos, E., 2007. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 2006*: 188 (J. Estrada & M. Anton, Eds.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- Sales, S., 2003. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 2000*: 269 (R. Aymí & S. Herraldo, Eds.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- Santandreu, J. & Aymerich, P., 2001. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 1998*: 250 (A. Martínez Vilalta, Ed.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.
- 2003. Lluçaret *Serinus citrinella*. In: *Anuari d'Ornitologia de Catalunya 2000*: 269 (R. Aymí & S. Herraldo, Eds.). Institut Català d'Ornitologia, Barcelona.



§A2

Senar, J.C. & Borrás, A. (2004) Sobrevivir al invierno: estrategias de las aves invernantes en la Península Ibérica. *Ardeola*, 51 133-168.

IF:0,82

ATENCIÓ!

Les pàgines 380 a 415 de la tesi, que contenen aquest article, es poden consultar a la web de l'editor

<http://www.ardeola.org/files/557.pdf>





§A3

Förschler, M.I., Borrás, A., Kalko, E.K.V., Cabrera, J., Cabrera, T. & Senar, J.C. (2006) Inter-locality variation in breeding phenology and nesting habitat of the Citril finch *Carduelis citrinella* in the Catalanian Pre-Pyrenees. *Ardeola*, 115-126.

IF:0,82

ATENCIÓ!

Les pàgines 417 a 428 de la tesi, que contenen aquest article, es poden pot consultar a la web de l'editor

<http://www.ardeola.org/files/1269.pdf>





§A4

Förschler, M.I., Borrás, A., Cabrera, J., Cabrera, T. & Senar, J.C. (2005) Inter-locality variation in reproductive success of the citril finch *Serinus citrinella*. *Journal of Ornithology*, 137-140.

IF: 1,63

ATENCIÓ!

Les pàgines 430 a 433 de la tesi, que contenen aquest article, es poden pot consultar a la web de l'editor

<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10336-005-0072-y>





§A5

Borras, A., Cabrera, T., Cabrera, J. & Senar, J.C. (2004) Inter-locality variation in speed of moult in the Citril Finch *Serinus citrinella*. *The Ibis*, 14-17.

IF: 2,36

ATENCIÓ!

Les pàgines 435 a 438 de la tesi, que contenen aquest article, es poden pot consultar a la web de l'editor

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1474-919X.2004.00199.x/abstract>





§A6

Borras, A., Cabrera, J., Colome, X., Cabrera, T. & Senar, J.C. (2011) Patterns of connectivity in the Citril finch: sympatric wintering of allopatric birds? *Bird Study*, 257-263.

IF: 1,02

ATENCIÓ!

Les pàgines 440 a 446 de la tesi, que contenen aquest article, es poden pot consultar a la web de l'editor

<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00063657.2011.587107>





§A7

Borras, A., Cabrera, J. & Senar, J.C. (2010) Hematocrit variation in response to altitude change in wild birds: a repeated-measures design. *The Condor*, 1-5.

IF: 1,37

ATENCIÓ!

Les pàgines 448 a 452 de la tesi, que contenen aquest article, es poden pot consultar a la web de l'editor

<http://www.bioone.org/doi/abs/10.1525/cond.2010.090113>





§A8

Borras,A., Cabrera,T., Cabrera,J. & Senar,J.C. (2003) The diet of the Citril Finch (*Serinus citrinella*) in the Pyrenees and the role of *Pinus* seeds as a key resource. *Journal für Ornithologie*, 345-353.

IF: 1,63

ATENCIÓ!

Les pàgines 454 a 462 de la tesi, que contenen aquest article, es poden pot consultar a la web de l'editor

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1439-0361.2003.03017.x/abstract>





§A9

Senar, J.C., Conroy, M.J. & Borras, A. (2002) Asymmetric exchange between populations differing in habitat quality: a metapopulation study on the Citril Finch. *Journal of Applied Statistics*, 425-441.

IF: 0,45

ATENCIÓ!

Les pàgines 464 a 480 de la tesi, que contenen aquest article,
es poden pot consultar a la web de l'editor

<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02664760120108791>





§A10

Förschler, M.I., Senar, J.C., Borrás, A., Cabrera, J. & Bjorklund, M. (2011) Gene flow and range expansion in a mountain-dwelling passerine with a fragmented distribution. *Biological Journal of the Linnean Society*, 707-721.

IF: 2,41

ATENCIÓ!

Les pàgines 482 a 496 de la tesi, que contenen aquest article, es poden pot consultar a la web de l'editor

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1095-8312.2011.01665.x/abstract>



§A11

Senar, J.C., Borrás, A., Cabrera, J., Cabrera, A. & Björklund, M. (2006) Local differentiation in the presence of gene flow in the citril finch *Serinus citrinella*. *Biol.Lett.*, 285-87.

IF: 3,35

ATENCIÓ!

Les pàgines 498 a 500 de la tesi, que contenen aquest article, es poden pot consultar a la web de l'editor

<http://rsbl.royalsocietypublishing.org/content/2/1/85>



