

GEA, FLORA ET FAUNA

Recopilació d'interaccions tròfiques entre avifauna i flora en àrees extractives restaurades de la serralada litoral catalana

Claudio Açaí Bracho Estévanez*

* Av/ 307, 52. Esc B. 1^{er}, 2^a. 08860 Castelldefels. A/e: claudiobracho9696@gmail.com

Rebut: 01.10.2019; Acceptat: 24.11.2019; Publicat: 30.12.2019

Resum

El present treball consisteix en una compilació exhaustiva de les interaccions tròfiques més importants entre espècies d'ocells consumidores de diferents espècies de flora en àrees extractives restaurades. Es porta a terme un estudi de camp on s'evidencien interaccions tròfiques d'una importància no descrita amb anterioritat, especialment si considerem la seva detecció en entorns restaurats. Es comenta cada interacció, amb una breu descripció de cada recurs vegetal considerat i la magnitud en que les espècies d'ocells interaccionen amb el recurs. Es discuteixen les implicacions dels resultats obtinguts en fenòmens com l'evolució dels hàbitats de les àrees restaurades considerades, espècies clau en la dieta dels ocells o l'eficàcia dispersiva de certes espècies d'ocells.

Paraules clau: restauració ambiental, ocells, ornitologia, flora, interacció tròfica, dieta, pedreres.

Abstract

Compilation of trophic interactions among bird and flora communities in restored extractive areas of Catalan, coastal mountain range

Present paper consists of an exhaustive compilation of most important trophic interactions between bird species that consume different flora species in restored quarries. A field study is carried out where trophic interactions of a not previously described importance are demonstrated, particularly if we consider its detection in restored environments. Each interaction is commented, with a brief description of each plant resource and the extent to which bird species interact with the resource. We discuss the implications of obtained results to habitat evolution in restored areas, key species in bird's diet or dispersive efficacy of certain bird species.

Key words: Environmental restoration, birds, ornithology, flora, trophic interaction, diet, quarries.

Introducció

L'exploració de l'ecologia d'ecosistemes degradats o llargament afectats per activitats humanes, així com la seva restauració ambiental, és necessària en una època en la qual molts d'aquests ecosistemes poden estar preparats per actuar com a reservoris clau de biodiversitat autòctona (Lundholm & Richardson, 2010), essent el restabliment de la comunitat biòtica de referència i la recuperació de la funcionalitat biològica de l'espai objectius recurrents en la restauració ambiental (Palmer *et al.*, 1997; Andel & Aronson, 2012).

L'estudi de les interaccions entre animals i vegetals és clau en la consideració de processos com la dispersió de llavors d'un gran nombre d'espècies angiospermes, amb una menció especial per l'avifauna (Herrera, 2001, 2002; Fleming & Kress, 2011), i particularment necessari en l'aproximació a l'evolució de la vegetació d'una restauració ambiental (Baker *et al.*, 1996).

L'objectiu del present treball és determinar mitjançant l'observació directa les principals interaccions tròfiques que es donen entre les espècies d'ocells i els recursos vegetals més abundants de les àrees extractives restaurades estudi-

ades, avaluant quines espècies de la flora que caracteritzen aquells espais juguen un paper important en la dieta de l'avifauna present.

Material i mètodes

El present estudi es desenvolupa a la serralada litoral catalana (Baix Llobregat i Vallès occidental), en un total de 5 restauracions ambientals corresponents a 4 àrees extractives a cel obert, anomenades A, B, C i D per respectar la demanda de confidencialitat de les empreses extractives implicades. Les diferents tècniques emprades, així com els substrats utilitzats en una restauració, condicionen l'establiment de la vegetació i la successió vegetal de l'espai considerat (Jorba *et al.*, 2002; Jorba & Vallejo, 2010). La restauració ambiental portada a terme a la pedrera A és recent (posterior a l'any 2015), i es caracteritza per la utilització de terrenys externs a l'entorn per reomplir la cubeta extractiva. L'àrea extractiva de la pedrera D presenta dues restauracions ambientals diferenciades, una recent (posterior a l'any 2015), caracteritzada per la utilització de terrenys externs i situada a l'extrem més

oriental de la cubeta extractiva, i una antiga (anterior a l'any 2000), a l'entorn més occidental. La restauració ambiental portada a terme a la pedrera C es caracteritza per utilitzar únicament materials propis de l'entorn extractiu en el reompliment de la cubeta d'extracció, al igual que ocorre amb la restauració ambiental de la pedrera B. Si bé, aquesta última restauració es diferencia per ser recent (posterior a l'any 2015).

Les característiques mencionades condicionen una oferta d'hàbitats diferenciada a les restauracions anteriors, presentant les més recents i que utilitzaren materials externs predomini de comunitats vegetals ruderals denses, les més antigues comunitats arbustives i pinedes mediterrànies incipients, i les recents que utilitzaren materials propis comunitats vegetals poc denses i arbustives molt incipients. Per considerar la comunitat vegetal de cada restauració es va portar a terme, de forma prèvia a l'estudi, una cartografia dels hàbitats predominants utilitzant el software QGIS 2.18.25 i tres transsectes de vegetació a cadascun dels hàbitats per identificar les espècies vegetals dominants. Analitzant la superfície ocupada per cada hàbitat al conjunt de les restauracions estudiades destaquen els pradells dominats per *Medicago sativa* L. (23,22 % de superfície ocupada), seguits pels herbassars dominats per *Inula viscosa* (L.) Aiton (22,29 %), espais sense vegetació (13,76 %), les pinedes de *Pinus halepensis* Miller (13,48 %), els herbassars dominats per *Oryzopsis miliacea* (L.) Asch. et Graebn. (11,8%), els matollars dominats per *Rhamnus alaternus* (L.) i *Pistacia lentiscus* (L.) (9,16 %), els herbassars dominats per *Chenopodium album* L. (3 %), les bardisses dominades per *Rubus ulmifolius* Schott (2,1 %) i les basses temporals (1,19 %).

L'observació directa es considera el mètode més fiable a l'hora de determinar la classe i importància de l'aliment ingerit pels animals (Margalef, 1986). Per identificar les diferents espècies d'ocell observades es va utilitzar com a referència la guia Svensson *et al.* (2009), amb l'ajuda de binoculars 10×42. Per identificar i descriure les diferents espècies vegetals es van utilitzar guies visuals i dicotòmiques, amb especial menció pels diferents volums de la Flora Manual dels Països Catalans de Bolòs *et al.* (1990).

Es van invertir un mínim de 10 hores d'estudi *in situ* a cadascuna de les 5 restauracions estudiades, amb l'objectiu d'identificar i considerar les interaccions tròfiques existents entre les espècies d'ocells detectades i les espècies de flora de cada espai. L'esforç per període es distribueix de forma homogènia del 15 de Novembre de 2018 al 15 de Setembre de 2019, amb un mínim d'una visita d'una hora de duració per pedrera cada 30 dies. Totes les visites s'inicien entre mitja hora i hora i mitja després de la sortida del Sol. Cal considerar que s'exclouen del total d'hores d'estudi visites no vàlides, descrivint aquestes com les visites en les quals es considera que les condicions meteorològiques (vent o pluja), l'afluència de visitants o algun altre condicionant no previst disminueix la detectabilitat d'interaccions, descartant aquest temps de mostreig. Durant cada visita *in situ* es recorren els camins principals de cada àrea restaurada cercant preferentment ocells o grups d'ocells, seguint el seu comportament un cop han estat detectats a una distància suficient per no pro-

vocar la seva fugida, anotant totes les interaccions tròfiques observades. Si es detecta un individu vegetal amb una densitat de fruits particularment elevada (cas de *Chenopodium album* a certs espais de la restauració de la pedrera A o de *Rhamnus alaternus* a la pedrera B) es procedeix a una cerca no activa d'interaccions, seguint com a marc de referència la metodologia descrita per Fuentes (1990), esperant durant un màxim de 30 minuts afegits a la visita a una distància suficient del recurs tròfic per no pertorbar l'avifauna. Es van anotar el total d'interaccions tròfiques observades entre les espècies d'ocells detectades i les espècies vegetals utilitzades com a recurs alimentari.

En funció del nombre d'interaccions tròfiques espècie d'ocell – espècie vegetal aquestes van ser agrupades en cinc categories semiquantitatives segons la seva importància: 1 interacció (= importància baixa o anecdòtica), 2-10 interaccions (= importància moderada), 10-30 interaccions (= importància considerable), 30-50 interaccions (= importància elevada) i >50 interaccions (= importància molt elevada). L'elecció d'aquests intervals respon a un criteri propi, considerant la divisió efectuada com una solució òptima per categoritzar de forma útil el nombre d'interaccions tròfiques recopilades per cada espècie d'ocell i planta. S'exposen i es comenten totes les interaccions tròfiques d'espècies vegetals que presenten una importància com a mínim moderada per alguna de les espècies d'ocells identificades.

Definim relació tròfica com la ingesta de la totalitat o part d'un fruit o llavor per part d'una espècie d'ocell cap a una espècie vegetal determinada. No es considera com diferent interacció tròfica l'observació d'un mateix individu alimentant-se repetidament del mateix vegetal. Sí es considera si el mateix individu canvia de vegetal, sigui una altra o la mateixa espècie vegetal. En cas d'observar grups, només es consideren noves interaccions els casos en que la observació *in situ* permet identificar clarament un nou individu alimentant-se del mateix vegetal.

Resultats

Mostrem la recopilació de les interaccions tròfiques vinculant 19 espècies de flora, corresponents a les famílies anacardiàcies, araliàcies, asteràcies, crucíferes, fagàcies, oleàcies, quenopodiàcies, ramnàcies, rosàcies i solanàcies, i 18 espècies d'ocells, corresponents a set famílies (Taula 1): fringíl·lids (cadernera: *Carduelis carduelis*, verdum: *C. chloris*, lluer: *C. spinus* Linnaeus, 1758; pinsà: *Fringilla coelebs* Linnaeus, 1768; passerell: *Linaria cannabina* Linnaeus, 1758; gafarró: *Serinus serinus* Linnaeus, 1766;), sílvids (tallarol de casquet: *Sylvia atricapilla* Linnaeus, 1758; tallarol de garriga: *S. cantillans* Pallas, 1764; tallarol capnegre: *S. melanocephala* Gmelin, 1789; tallareta cuallarga: *S. undata* Bodaert, 1783), muscicàpids (pit-roig: *Erithacus rubecula* Linnaeus, 1758; cotxa fumada: *Phoenicurus ochruros* S. G. Gmelin, 1774), túrdids (merla: *Turdus merula* Linnaeus, 1758; tord: *T. philomelos* Brehm, 1831), pàrids (mallerenga blava: *Cyanistes caeruleus* Linnaeus, 1758; mallerenga carbonera: *Parus major* Linnaeus, 1758), còrvids (gaig: *Garrulus glandarius*

Taula 1. Recopilació de les interaccions tròfiques observades segons l'espècie vegetal i la família ornitològica implicada.

Família	Espècie vegetal	Família ornitològica						
		Fringillids	Silvids	Muscicàpids	Túrdids	Pàrids	Còrvids	Passèrids
Anacardiàcies								
	<i>Pistacia lentiscus</i>	0	18	14	2	1	0	0
Araliàcies								
	<i>Hedera helix</i>	0	4	2	5	0	0	0
Asteràcies								
	<i>Cirsium vulgare</i>	57	0	0	0	0	0	0
	<i>Galactites tomentosa</i>	68	0	0	0	0	0	0
	<i>Inula viscosa</i>	75	0	0	0	0	0	0
	<i>Silybum marianum</i>	16	0	0	0	0	0	0
Crucíferes								
	<i>Alyssum maritimum</i>	5	0	0	0	0	0	0
	<i>Biscutella laevigata</i>	33	0	0	0	0	0	0
	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	15	0	0	0	0	0	0
	<i>Diplotaxis eruroides</i>	20	0	0	0	0	0	0
	<i>Erucastrum nasturtiifolium</i>	34	0	0	0	0	0	0
	<i>Moricandia arvensis</i>	62	0	0	0	0	0	0
	<i>Sinapis arvensis</i>	33	0	0	0	0	0	0
Fagàcies								
	<i>Quercus ilex</i>	0	0	0	0	0	3	0
Oleàcies								
	<i>Olea europaea</i>	0	5	2	0	1	0	0
Quenopodiàcies								
	<i>Chenopodium album</i>	221	2	0	0	0	0	4
Ramnàcies								
	<i>Rhamnus alaternus</i>	0	19	7	1	0	0	0
Rosàcies								
	<i>Rubus ulmifolius</i>	0	14	6	3	0	0	0
Solanàcies								
	<i>Solanum nigrum</i>	0	6	0	4	0	0	0

Linnaeus, 1758) i passèrids (pardal xarrec: *Passer montanus* Linnaeus, 1758).

La mitjana d'interaccions tròfiques per visita vàlida ha sigut de 15,24, amb una desviació estàndard de 14,58, un valor mínim de 0 i un valor màxim de 84 (al període hivernal, corresponent al consum massiu de *Chenopodium album* per part de fringillids, com evidència la figura 5). La fenologia de les diferents espècies d'ocells detectades a l'àrea d'estudi condiona que únicament observem interaccions dels tàxons *Fringilla coelebs*, *Carduelis spinus*, *Erithacus rubecula*, *Phoenicurus ochruros* o *Turdus philomelos* durant el període tardor-hivern, limitant-se les observacions de tàxons com *Sylvia cantillans* al període primavera-estiu. El mateix ocorre amb la fenologia de les diferents espècies vegetals identificades, incloent cadascuna de les descripcions posteriors el període en el qual es concentren les seves interaccions tròfiques.

Alyssum maritimum (L.) Lam.

Crucífera camèfit mediterrània pròpia de vores de camins, entorns ruderals i rocallosos. El fruit dels caps blancs és una silícua circular de menys de 0,5 centímetres de diàmetre, amb una única llavor. Apareix de forma notable a les restauracions més recents de la pedrera A i la pedrera D, així com a indrets puntuals de La pedrera B.

Interaccions tròfiques: per l'espècie *Serinus serinus* s'observen un total de 2-10 interaccions. Les interaccions es concentren al període primaveral.

Biscutella laevigata (L.)

Crucífera camèfit pluriregional pròpia d'espais assolats i amb un recobriment de roca notable. Els fruits de la biscutella són silícues consistents en dos compartiments circulars i simètrics de no més de 0,5 centímetres. Ha sigut detectada únicament a la restauració de la pedrera B, especialment abundant a l'extrem més occidental vinculada a espais amb abundància de graves i pendent superior al 10 %.

Interaccions tròfiques: per l'espècie *Linaria cannabina* s'observen un total de 30-50 interaccions. Les interaccions es concentren al període primaveral.

Capsella bursa-pastoris (L.) Medicus

Crucífera teròfit pluriregional pròpia de vorades de camins i terrenys remoguts. Els fruits del sarronet de pastor són silícules amb forma característica de cor, que no superen el centímetre de llargària, on es troben les petites llavors brunes i circulars de l'espècie. Apareix de forma important a les restauracions més recents de la pedrera A i la pedrera D, essent també present a la resta d'àrees extractives restaurades, especialment a les vores dels camins.

Interaccions tròfiques: per l'espècie *Serinus serinus* s'observen 10-30 interaccions, corresponent a l'espècie *Linaria cannabina* un total de 2-10 interaccions. Les interaccions es concentren al període primaveral.

***Chenopodium album* L.**

Quenopodiàcia teròfita pluriregional característica de sòls nitrificats, pròpia de comunitats ruderals. Produeix fruits amb una única llavor, negra, apreciablement brillant i lleugerament ovalada, que no supera els 0,2 centímetres de diàmetre. El blet blanc apareix amb especial abundància a la restauració executada a la pedrera A, donant lloc a formacions vegetals denses i impenetrables, particularment a l'entorn més septentrional d'aquest espai. En menor abundància s'observa a l'entorn meridional de la restauració recent de la pedrera D.

Interaccions tròfiques: per les espècies *Fringilla coelebs* i *Serinus serinus* s'observen >50 interaccions tròfiques (Fig. 1). Per les espècies *Carduelis carduelis*, *Linaria cannabina*, *Passer montanus* i *Sylvia melanocephala* s'observen 2-10 interaccions. Les interaccions es concentren al període hivernal.



Figura 1. Mascle de l'espècie *Fringilla coelebs* alimentant-se de les llavors de *Chenopodium album*.

***Cirsium vulgare* (Savi) Ten.**

Asteràcia i hemicriptòfit pluriregional propi d'àrees ruderals i vorades de bosc. Els fruits de la lloba-carda són cípsels amb aqueni allargat, de fins a 0,5 centímetres. L'observem a totes les àrees extractives restaurades estudiades, tot i que és especialment abundant a les restauracions més recents de la pedrera A i la pedrera D.

Interaccions tròfiques: per l'espècie *Carduelis carduelis* s'observen >50 interaccions, corresponent per les espècies *Serinus serinus* i *Linaria cannabina* 2-10 interaccions. Les interaccions es concentren al període primaveral.

***Diplotaxis erucoides* (L.) DC.**

Crucífera teròfita mediterrània pròpia de vorades de camins, cultius i terrenys remoguts. El fruit de la ravenissa

blanca és una silicua allargada i comprimida de 2-4 centímetres, on es troben dues línies de petites llavors. Apareix amb especial abundància a la restauració de la pedrera A, essent també notòria a la restauració més recent de la pedrera D. Igualment, apareix a totes les àrees restaurades considerades en baixa densitat.

Interaccions tròfiques: per l'espècie *Serinus serinus* s'observen 10-30 interaccions, corresponent a l'espècie *Linaria cannabina* un total de 2-10 interaccions. Les interaccions es concentren al període primaveral.

***Erucastrum nasturtiifolium* (Poiret) O. E. Schulz**

Crucífera teròfita pluriregional característica de conreus i terrenys pedregosos. El fruit és una silicua de 4-5 centímetres de llarg, on es troben les petites llavors de la planta. La ravenissa groga és especialment abundant a les restauracions de la pedrera A i a la més recent de la pedrera D. També apareix en menor abundància a la resta de restauracions.

Interaccions tròfiques: per l'espècie *Serinus serinus* s'observen un total de 30-50 interaccions. Les interaccions es concentren al període primaveral.

***Galactites tomentosa* Moench**

Asteràcia teròfita latemediterrània pròpia de vores de camins i espais alterats. Produeix cípsels cilíndrics de fins a 0,5 centímetres de llargària. La calcida blanca apareix especialment vinculada a les restauracions de la pedrera A i a la més recent de la pedrera D, tot i que en indrets on s'ha aplicat compost a la pedrera B també pot assolir densitats considerables.

Interaccions tròfiques: per l'espècie *Carduelis carduelis* s'observen un total de >50 interaccions (Fig. 2). Les interaccions es concentren al període primaveral.



Figura 2. Individu de l'espècie *Carduelis carduelis* alimentant-se de les llavors de *Galactites tomentosa*.

***Hedera helix* L.**

Araliàcia macrofaneròfita pròpia d'entorns ombrívols i humits de les contrades mediterrànies. El fruit de l'heura és una baia negra de fins a 1 centímetre de diàmetre amb 3-5 llavors al seu interior. La trobem a certs espais d'obaga de la restauració més antiga de la pedrera D, així com de forma puntual a localitats humides de la restauració de la pedrera C.

Interaccions tròfiques: Per les espècies *Sylvia atricapilla*, *Phoenicurus ochruros* i *Turdus merula* s'observen un total de 2-10 interaccions. Les interaccions es concentren al període hivernal.

***Inula viscosa* (L.) Aiton**

Asteràcia camèfita mediterrània pròpia d'indrets alterats, vores de camins o camps abandonats. L'olivarda produeix cípsels bruns o negres de fins a 2 centímetres de llarg. Apareix de forma notòria a les restauracions executades a la pedrera B i a la restauració més recent de la pedrera D. A la pedrera B dona lloc a formacions laxes i poc denses, esparses per tota l'àrea extractiva. A la restauració més recent de la pedrera D ocupa menys superfície però presenta major densitat, particularment a l'espai més septentrional de l'entorn. Pot aparèixer de forma anecdòtica a la resta de restauracions.

Interaccions tròfiques: per l'espècie *Serinus serinus* s'observen 30-50 interaccions, per l'espècie *Carduelis carduelis* 10-30 interaccions, i per les espècies *Linaria cannabina* i *C. spinus* 2-10 interaccions. Les interaccions s'han concentrat al període hivernal.



Figura 3. Silicua de l'espècie *Moricandia arvensis* després del pas d'un grup de *Serinus serinus*. S'aprecia com la silicua mostrada es troba consumida parcialment, essent alguna altre també oberta i visible a la fotografia consumida totalment.

***Moricandia arvensis* (L.) DC.**

Crucífera camèfita pluriregional pròpia de medis ruderals. El fruit de la moricàndia és una silicua de fins a 5-6 centímetres de llargària, amb dues línies de llavors. Apareix amb abundància destacable a la restauració més recent de la pedrera D, on arriba a formar poblacions molt denses. De forma puntual apareix a la restauració de la pedrera A, especialment al extrem més occidental.

Interaccions tròfiques: per l'espècie *Serinus serinus* s'observen >50 interaccions (Fig. 3). Les interaccions es concentren al període primaveral.

***Olea europaea* (L.)**

Oleàcia macrofaneròfita pròpia de formacions de matollar mediterrànies. El fruit de l'olivera és una drupa esfèrica de 1-3 centímetres de llargària. Trobem peus aïllats a la restauració més antiga de la pedrera D i a la de la pedrera C.

Interaccions tròfiques: per les espècies *Sylvia melanocephala*, *S. atricapilla* i *Erithacus rubecula* s'observen un total de 2-10 interaccions. Per l'espècie *Cyanistes caeruleus* s'observa 1 interacció. Les interaccions es concentren al període hivernal.

***Pistacia lentiscus* (L.)**

Anacardiàcia macrofaneròfita pròpia de formacions de matollar mediterrànies. El fruit és una drupa esfèrica de fins a 0,7 centímetres de llargària, que evoluciona de color vermellós fins a negrós en la maduresa. El llentiscle es troba



Figura 4. Seqüència de l'espècie *Sylvia melanocephala* alimentant-se dels fruits de l'espècie *Pistacia lentiscus*.

amb especial abundància a les àrees amb restauracions més antigues de la pedrera D i la pedrera C, tant com espècie dominant a comunitats arbustives de màquia litoral com essent una espècie principal del sotabosc incipient a pinedes joves de *Pinus halepensis*.

Interaccions tròfiques: Per les espècies *Sylvia melanocephala* i *Erithacus rubecula* s'observen un total de 10-30 interaccions (Fig. 4). Per les espècies *S. atricapilla* i *Phoenicurus ochrurus* s'observen 2-10 interaccions. Per l'espècie *Turdus merula*, *T. philomelos* i *Parus major* s'observa 1 interacció. Les interaccions es concentren al període tardor-hivern.

***Quercus ilex* L.**

Fagàcia macrofaneròfita amb presència residual a les àrees restaurades estudiades. Els fruits de l'alzina són aglans bruns amb una cúpula que recobre un terç del seu volum, de 2-3 centímetres de llargària. Únicament s'observa algun peu incipient a les obagues de la restauració més antiga de la pedrera D i de forma anecdòtica a la pedrera C.

Interaccions tròfiques: l'espècie *Garrulus glandarius* aprofita el recurs tròfic que suposen els aglans. S'observen un total de 2-10 interaccions. Les interaccions es concentren al període tardor-hivern.

***Rhamnus alaternus* (L.)**

Ramnàcia faneròfita mediterrània pròpia de formacions de matollar mediterrànies. El fruit de l'aladern és una drupa carnosa i esfèrica de 0,6 centímetres de llargària que evoluciona de color vermellós als inicis de la primavera fins a una coloració negrosa un cop és madur. La trobem especialment a les àrees amb restauracions més antigues de la pedrera D i la pedrera C, tot i que a l'espai interior de la pedrera B també es troba de forma dispersa. És particularment abundant a formacions de matollar o al sotabosc de pinedes joves de *Pinus halepensis*.

Interaccions tròfiques: per l'espècie *Sylvia melanocephala* s'observen un total de 10-30 interaccions, corresponent a les espècies *S. cantillans*, *S. atricapilla* i *Erithacus rubecula* un total de 2-10 interaccions. Per les espècies *Turdus merula* i *S. undata* s'observa 1 interacció. Les interaccions es concentren al del període estival, tot i que són destacables certes observacions al final del període primaveral.

***Rubus ulmifolius* Schott**

Rosàcia faneròfita pròpia de bardisses, vores de camins i indrets humits de les contrades mediterrànies. El fruit de l'esbarzer és una polidrupa que evoluciona d'un color vermellós a un negre brillant quan madura. La trobem amb especial abundància a les obagues de la restauració de la pedrera B, la pedrera C i la part més antiga de la pedrera D, tot i que de forma molt puntual apareix a totes les àrees d'estudi.

Interaccions tròfiques: per l'espècie *Sylvia melanocephala* s'han observat un total de 10-30 interaccions, corresponent a les espècies *Turdus merula*, *Phoenicurus ochrurus* i *S. cantillans* un total de 2-10 interaccions. Les interaccions es concentren al període estival.

***Silybum marianum* (L.) Gaertn.**

Asteràcia hemicriptòfita latemediterrània biennal vinculada a sòls nitrificats i espais ruderals. Produeix cípsels de fins a un centímetre. El card marià apareix amb especial abundància a l'àrea restaurada de la pedrera A, formant agrupacions molt denses de forma puntual. També la trobem a la restauració més recent de la pedrera D i, de forma més anecdòtica, a la pedrera B.

Interaccions tròfiques: per l'espècie *Carduelis carduelis* s'observen 10-30 interaccions, corresponent a l'espècie *C. chloris* un total de 2-10 interaccions. Les interaccions es concentren al període primaveral.

***Sinapis arvensis* (L.)**

Crucífera teròfita pluriregional pròpia de zones de cultiu o alterades. El fruit de la ravenissa groga és una silicua de fins a 4 centímetres, lleugerament pilosa i comprimida lateralment. Apareix a les restauracions més recents de la pedrera D i la pedrera A. De forma residual també es troba a la resta d'àrees restaurades considerades.

Interaccions tròfiques: per les espècies *Serinus serinus* i *Linaria cannabina* s'observen un total de 10-30 interaccions. Les interaccions es concentren al període primaveral.

***Solanum nigrum* L.**

Solanàcia teròfita pròpia d'indrets alterats i vores de camins. El fruit de la morella negra és una petita baia negra de fins a 1 centímetre d'amplada amb varies llavors contingudes. La trobem especialment a les restauracions més recents de la pedrera A i la pedrera D, sense mancar a la resta d'àrees estudiades.

Interaccions tròfiques: per les espècies *Sylvia melanocephala*, *S. atricapilla* i *Turdus merula* s'observen un total de 2-10 interaccions. Les interaccions es concentren al període hivernal.

Discussió

Les evidències observacionals manifesten l'estreta preferència tròfica de la família dels fringílids cap a les crucíferes i les asteràcies, així com l'existent entre sílvids, túrdids i muscicàpids cap a fruits carnosos del tipus drupa o baia, essencials per entendre les interaccions entre avifauna i flora a les àrees restaurades estudiades. Sílvids, túrdids i muscicàpids són considerats dispersors efectius, amb capacitat per ingerir els fruits de tal forma que les llavors siguin dispersades i puguin germinar en les condicions òptimes, oposat al que ocorre amb dispersors depredadors com els fringílids (Herrera, 2001).

S'observen relacions molt estretes a nivell específic, denotant especialitzacions concretes com l'observable en les consistents preferències tròfiques de la cadenera per les asteràcies presents a les restauracions estudiades, ja comentades per Díaz-Diethelm i Ponce-Santos (2004). La calcida blanca, el card marià i la lloba-carda van ser especialment importants per la cadenera, recursos no explotats per cap altre espècie



Figura 5. Grup mixt de fringíl·lids (principalment pinsà i gafarró) aixecant el vol a una de les àrees amb elevada densitat d'herbassars de blets, a la restauració de la pedrera A durant l'hivern del 2018.

d'ocell amb tal magnitud a les zones d'estudi. Igualment, cal destacar l'especial predilecció del passerell per la biscutella, fenomen d'importància a la pedrera B i del qual no hem trobat referències prèvies. Pel que fa al gafarró és l'espècie que s'ha observat consumint una major riquesa de llavors d'espècies florístiques, mostrant clara preferència per les de crucíferes a les restauracions estudiades, en línia amb el comentat per Hoi-Leitner *et al.* (2001) en d'altres ambients. Cal destacar l'elevada importància de la moricàndia en la dieta primaveral d'aquest ocell a les àrees restaurades estudiades.

Especial menció mereix l'oferta tròfica hivernal dels herbassars dominats pel blet blanc, seleccionats de forma preferent per pinsans i gafarrons. L'elevada densitat d'aquests herbassars dificulta l'observació d'interaccions tròfiques, condicionant una possible subestimació de la seva importància, que no impedeix que el blet blanc sigui l'espècie amb més interaccions tròfiques recopilades en l'estudi. En el període hivernal, temporada on manquen les llavors de la major part de crucíferes i asteràcies claus pels fringíl·lids observats, aquesta quenopodiàcia actua com a recurs tròfic d'importància cabdal, manifestant-se en l'abundància de fringíl·lids que visiten els herbassars dominats per aquesta espècie (Fig. 5). Treballs anteriors coincideixen en destacar la importància tròfica de comunitats ruderals *sensu lato* per famílies d'ocells com els fringíl·lids o els emberízids (Senar & Borràs, 2004). No obstant, no s'ha trobat cap referència prèvia que demostrï l'elevada importància tròfica del blet blanc pels fringíl·lids. Tot i que menys important que el blet blanc en els entorns restaurats estudiats, és destacable l'oferta tròfica que significa pels fringíl·lids la fructificació durant la tardor i l'hivern de l'olivarda, entre d'altres per espècies com la cadenera (en línia amb la seva preferència pel consum d'asteràcies) i el lluer, ambdues no tan vinculades al blet blanc com el gafarró i el pinsà. En consonància amb les observacions d'aquest treball estudis previs destaquen el consum d'olivarda per part del lluer durant l'hivern, tot i que també inclouen el gènere *Chenopodium* entre les preferències tròfiques d'aquest ocell (Senar & Guallar, 2011), interacció no observada a les àrees restaurades estudiades.

Durant la breu durada d'aquest estudi s'ha pogut apreciar una considerable disminució en la superfície ocupada pels

herbassars de blet blanc, especialment a la restauració de la pedrera A. Els fringíl·lids són considerats frugívors depredadors, no eficaços en la dispersió de llavors (Herrera 2004). L'important aprofitament que porten a terme els fringíl·lids del recurs tròfic que signifiquen els herbassars de *Chenopodium album* implica, doncs, l'eliminació d'una gran quantitat de material reproductiu vegetal, essent una de les possibles explicacions de la ràpida substitució d'aquests herbassars per altres comunitats vegetals.

Les famílies dels sílvids, túrdids i muscicàpids són d'especial importància per la seva dispersió de llavors (Herrera 1984, Herrera 2004), al considerar la revegetació d'entorns afectats per activitats extractives com un procés essencial en la restauració ambiental de l'entorn cercant l'apropament a una comunitat biològica de referència (Anon, 2002; Jorba *et al.*, 2002). Les observacions recopilades mostren la preferència d'aquests dispersadors legítims per espècies com el llentiscle i l'aladern, així com d'altra flora productora de fruits carnosos. L'aladern desenvolupa un paper destacable en les interaccions tròfiques d'aquests frugívors, essent pràcticament l'única espècie vegetal de l'àrea d'estudi que ofereix fruit carnos coincidint amb la temporada reproductora de l'avifauna considerada. Aquesta particularitat ja és descrita a l'àrea mediterrània per Bas *et al.* (2006). Cal esperar, doncs, l'augment d'aquests vegetals a les restauracions estudiades a mesura que s'acumula l'efecte dispersiu observat al llarg del temps. En aquest sentit el tallarol capnegre és l'espècie d'ocell que, tant per la seva abundància com per les interaccions tròfiques observades, es considera juga un paper més notori en la dispersió de llavors i evolució vegetal a les àrees restaurades estudiades, en coincidència amb l'important paper dels sílvids com agents dispersors a la conca mediterrània (Herrera, 2001). Cal considerar també la interacció observada entre el gaig i l'alzina, fenomen dispersiu indirecte provocat per l'emmagatzematge d'agllans portat a terme per aquest ocell i ja comentat per altres autors fora de l'àmbit d'àrees restaurades (Pons & Pausas, 2007).

Conclusions

El major nombre d'interaccions tròfiques recopilades correspon a les famílies ornitològiques dels fringíl·lids, seguits de sílvids, muscicàpids i túrdids. Els fringíl·lids mostren predilecció per l'aprofitament de llavors d'asteràcies, crucíferes i quenopodiàcies. Sílvids, muscicàpids i túrdids prefereixen el consum de fruits carnosos.

La importància d'asteràcies com l'olivarda o quenopodiàcies com el blet blanc és clau per l'alimentació dels fringíl·lids durant el període hivernal, en el qual es concentra la disponibilitat d'aquests recursos vegetals per l'avifauna de les restauracions estudiades. Durant el període primaveral la fructificació de crucíferes diversifica de forma important la dieta dels fringíl·lids estudiats. S'evidencia el destacable paper que juguen espècies vegetals característiques dels herbassars ruderals en la dieta d'aquesta família ornitològica. L'aladern i el llentiscle són les espècies amb fruit carnos pre-

ferides per sílvids i muscicàpids, actuant aquests ocells com a vectors d'entrada i dispersió d'aquestes espècies vegetals i afavorint la successió vegetal als entorns restaurats.

Agraïments

Agrair amb especial èmfasi l'ajuda i dedicació de Montserrat Jorba i Humbert Salvadó (Universitat de Barcelona, Fac. Biologia). Així com també la col·laboració, aportació d'idees i suggeriments en aquest o d'altres àmbits del treball final de màster vinculat a la recopilació de les dades d'aquest article, a persones i amics com Cristina Terraza, Darko Ibrajnovich, Guillem Rius i Taberner, Marina Clarà, Xavier Escobar, Rafael González de Lucas o Vittorio Pedrocchi, entre d'altres.

Bibliografia

- ANDEL, J. V. & ARONSON J. 2012. *Restoration Ecology: The new frontier*. Second Edition. United Kingdom: Blackwell publishing. 400 p.
- ANON. 2002. *The SER primer on ecological restoration*. Society for ecological restoration and policy working group. URL: <http://www.ser.org>
- BAKKER, J. P., POSCHOLD, P., STRYKSTRA, R. J., BEKKER, R. M., & THOMPSON, K. 1996. Seed banks and seed dispersal: Important topics in restoration ecology. *Acta Botanica Neerlandica*, 45: 461–490.
- BAS, J. M., PONS, P. & GÓMEZ, C. 2006. Exclusive frugivory and seed dispersal of *Rhamnus alaternus* in the bird breeding season. *Plant Ecology*, 183: 77-89.
- BOLÒS, O. DE, VIGO, J., MASALLES, R. M. & NINOT, J. M. 1990. *Flora manual dels Països Catalans*. Barcelona: Editorial Pòrtic. 1314 p.
- DÍAZ-DIETHELM, D. & PONCE-SANTOS, J. 2004. Cadenera *Carduelis carduelis*. P. 526-527. In: Estrada, J., Pedrocchi, V., Brotons, L. & Herrando, S. (eds.). *Atles dels ocells nidificants de Catalunya 1999-2002*. Institut Català d'Ornitologia (ICO)/Lynx Edicions. Barcelona. 638 p.
- FLEMING, T. H. & KRESS, W. J. 2011. A brief history of fruits and frugivores. *Acta Oecologica*, 37 (6): 521-530.
- FUENTES, M. 1990. Relaciones entre pájaros y frutos en un matorral del norte de España: variación estacional y diferencias con otras áreas geográficas. *Ardeola*, 37 (1): 53-66.
- HERRERA, C. M. 1984. Seed dispersal and fitness determinants in wild rose: combined effects of hawthorn, birds, mice and browsing ungulates. *Oecologia*, 63: 386-393.
- HERRERA, C. M. 2001. *Dispersión de semillas por animales en el Mediterráneo: ecología y evolución*. P. 125-152. In: R. Zamora & F. I. Pugnaire (eds.). *Ecosistemas mediterráneos. Análisis funcional*. CSIC-AEET. Granada. 480 p.
- HERRERA, C. M. 2002. *Seed dispersal by vertebrates*. P. 185-208. In: Herrera, C. M. & Pellmyr, O. (eds.). *Plant Animal interactions: An Evolutionary Approach*. Blackwell Publishing. Oxford, United Kingdom. 328 p.
- HERRERA, C. M. 2004. *Ecología de los pájaros frugívoros ibéricos*. P. 127-153. In: J. L. Tellería (ed.). *La ornitología hoy. Homenaje al profesor Francisco Bernis Madrazo*. Editorial Complutense-SEO. Madrid. 291 p.
- HOI-LEITNER, M., ROMERO-PUJANTE, M. & PAVLOVA, A. 2001. Food availability and immune capacity in serin (*Serinus serinus*) nestlings. *Behavioural Ecology and Sociobiology*, 49: 333-339.
- JORBA, M., ROMANYÀ, J., ROVIRA, P., HERETER, A., JOSA, R., VALLEJO, R. 2002. La restauración ecológica aplicada a la minería a cielo abierto en Cataluña. *Ingeopres*, 106: 56-63.
- JORBA, M., & VALLEJO, V. 2010. *Manual para la restauración de canteras de roca caliza en clima mediterráneo*. Departament de Medi Ambient i Habitatge. Generalitat de Catalunya. 108 p.
- LUNDHOLM, J. T. & RICHARDSON, P. J. 2010. Habitat analogues for reconciliation ecology in urban and industrial environments. *Journal of Applied Ecology*, 47: 966-975.
- MARGALEF, R. 1986. *Ecología*. Barcelona: Ediciones Omega. 961 p.
- PALMER, M. A., AMBROSE, R. F. & POFF, N. L. 1997. Ecological Theory and Community Restoration Ecology. *Restoration Ecology*, 5: 291-300
- PONS, J. & PAUSAS, J. G. 2007. Acorn dispersal estimated by radio-tracking. *Oecologia*, 153: 903-911.
- SENAR, J. C. & BORRAS, A. 2004. Sobrevivir al invierno: estrategias de las aves invernantes en la península Ibérica. *Ardeola*, 51 (1): 133-168.
- SENAR, J. C. & GUALLAR, S. 2011. Lluer *Carduelis spinus*. P. 514-515. In: Hernando, S., Brotons, L., Estrada, J., Guallar, S. & Anton, M. (eds.). *Atles dels ocells de Catalunya a l'hivern 2006-2009*. Institut Català d'Ornitologia / Lynx Edicions. Barcelona. 644 p.
- SVENSSON, L., MULLARNEY, K. & ZETTERSTRÖM, D. 2009. *Bird Guide*. London: Collins. 445 p.