

**TERRITORIALITAT INTERSPECÍFICA DE  
*Sturnus vulgaris* L. I *Sturnus unicolor* Temm., DUES  
ALOESPÈCIES EN CONTACTE SECUNDARI:  
HÀBITAT DE CRIA, CONDUCTA AGONÍSTICA I  
CANTS TERRITORIALS**

ANNA MOTIS I BERTA

043  
UB  
MOT  
tex.

DEPARTAMENT DE BIOLOGIA ANIMAL  
SECCIÓ DE ZOOLOGIA VERTEBRATS  
FACULTAT DE BIOLOGIA  
DIVISIÓ III  
UNIVERSITAT DE BARCELONA

**TERRITORIALITAT INTERSPECÍFICA DE  
*Sturnus vulgaris* L. I *Sturnus unicolor* Temm., DUES  
ALOESPÈCIES EN CONTACTE SECUNDARI:  
HÀBITAT DE CRIA, CONDUCTA AGONÍSTICA I  
CANTS TERRITORIALS**

Memòria presentada per la  
Llicenciada en grau ANNA  
MOTIS I BERTA per a optar  
al títol de Doctor en  
Ciències Biològiques.

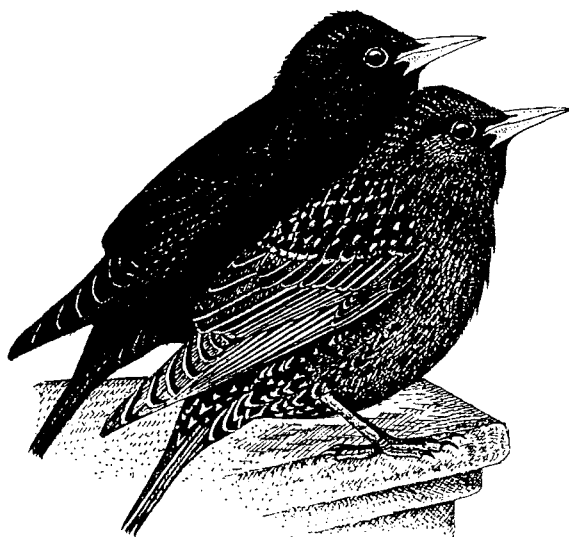
Dirigida pel Dr. XAVIER  
FERRER I PARAREDA del  
Departament de Biologia  
Animal de la Facultat de  
Biologia de la Universitat  
de Barcelona



Barcelona, 2 de març del 1994



**TERRITORIALITAT INTERSPECÍFICA DE  
*Sturnus vulgaris* L. I *Sturnus unicolor* Temm., DUES  
ALOESPÈCIES EN CONTACTE SECUNDARI:  
HÀBITAT DE CRIA, CONDUCTA AGONÍSTICA I  
CANTS TERRITORIALS**



**Anna Motis i Berta**

**Barcelona, 2 de març del 1994**

Als pares

## AGRAÏMENTS

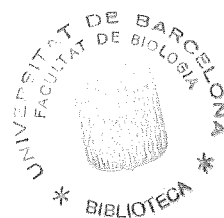
Després de tants anys de treball sobre els estornells, la quantitat de persones a qui he d'agrair la seva col.laboració s'ha anat fent tan gran, que s'em fa impossible una enumeració detallada. Així doncs, vull demanar excuses pels oblots que segurament hauré comés, i agraeixo sincerament el seu ajut a tots els qui han contribuït d'una o altra manera a que aquest treball es pugues dur a terme.

Al Dr. Xavier Ferrer, director de la tesi, per la seva cordialitat, suggeriments i ajut, i per que sempre m'ha permès gaudir de la més ampla llibertat i iniciativa de treball.

Al Dr. Salvador J.Peris, catedràtic de la Universitat de Salamanca, capdavanter en l'estudi de l'estornell negre, de qui hem seria difícil detallar els molts favors rebuts, i a qui agraeixo tots els seus consells i opinions, i especialment la seva confiança des de bon començament, que ha esdevingut una fructífera relació tant professional com d'amistat.

A la Dra. Martine Hausberger, de la Universitat de Rennes, especialista en l'estudi de les vocalitzacions dels estornells, que des de les primeres peticions d'ajut en la planificació del mostratge de camp, fins a l'elaboració posterior de les dades, sempre s'ha mostrat extremadament amable i efectiva. La seva bona disposició, els seus encertats consells, i les fructíferes discussions mantingudes sobre diversos aspectes dels cants dels estornells, han estat un element clau per a poder aprofundir amb "bon peu" en un món tan complex i apassionant com és el de les vocalitzacions dels ocells.

Vull expressar el meu sincer agraïment al Dr. Francesc Uribe, director del Museu de Zoologia de Barcelona, per multitud de raons, des de la cessió del seu material d'enregistrament, passant per l'assessorament en la multitud de qüestions tècniques que envolten l'estudi del so, el permís per analitzar els enregistraments fets per ell a Doñana, el seu ajut per obtenir una vivenda adequada a Juneda durant part dels mostratges de camp, i la seva lectura crítica de part del





manuscrit, que em va permetre millorar-lo de manera decisiva. Agraeixo a Anna Omedes i a Gloria i a Diana de la Fonoteca del Museu de Zoologia, la seva amabilitat i disposició a ajudar-me en tot el que he necessitat, i també la seva santa paciència per aguantar-me durant més d'un any, mentre usava dia rera dia el venerable sonògraf.

Al Dr. J.Nadal que, com a cap del Departament de Biologia Animal (Vertebrats), va tenir l'amabilitat de permetre'm realitzar la tesi en aquest Departament. A tots els companys de Departament i Universitat que coneixen tant bé el camí ple d'angoixes i satisfaccions que suposa la realització d'una tesi (i que saben que compartir els problemes alleugera l'esperit). Vull agrair especialment el seu suport i ajut al Dr. Joan Real i al Dr. Santi Mañosa, el qual, amb la seva proverbial amabilitat, ha estat sempre apunt per a qualsevol consulta. També he d'expressar el meu agraïment per atendre les meves demandes al Dr. Xavier Ruiz, al Dr. Lluís Jover, al Dr.J.Bertrantpetit i al Dr. Joaquim Trias. Molt especialment vull agrair al Dr.J.Domingo Rodriguez els seus útils consells oferts tan amablement durant tots aquests anys, des dels moments de planejament dels mostratges, fins al tractament de les dades i finalment, amb la lectura crítica del manuscrit que ha contribuït sens dubte a la seva millora substancial. També agraeixo al Dr.Ivan Valiela per haver mostrat tant d'interès pel treball i pels seus consells.

Al personal del Servei de Microscòpia de la Universitat de Barcelona, ja que tot i que finalment no he usat els resultats de l'Analitzador d'Imatges, van perdre molt de temps amb els "meus" teulats. Així mateix, agraeixo a Joan Estrada i Andreu Escolà les moltes hores esmerçades en l'identificació de les preses dels polls, tot i que finalment no he inclòs aquestes dades sobre alimentació a la present memòria.

A tota la gent que m'ha proporcionat informació sobre la distribució dels estornells i els seus canvis, i per tant, també a tots els companys ornitòlegs que han col.laborat en l'Atlas dels Ocells nidificants, sense l'ajut dels quals hagués estat impossible confeccionar alguns dels mapes de distribució.

Agraeixo les dades referents a l'Osona amablement cedides per en David Bigas, en Jaume Baucells i en Jordi Camprodón; les dades del Moianès i Vallès Oriental acuradament facilitades per en Josep Ribes, les informacions de l'avenç de l'estornell negre al sud de França dels companys del G.O.R, i especialment d'en Michel Cambrony, i en general totes les dades aportades per en Joan Estrada, Jaume Orta, Jose Luis Romero, Marc Alonso, Lluís Toldrà i tants d'altres, que sempre han tingut present el meu interès per la distribució dels estornells. Vull destacar al Sr. Pere Mestre, estudiós des de fa molts anys de la distribució dels estornells i la seva evolució, que sempre ha rebut de manera extraordinària el meu interès, posant totes les seves dades a la meva disposició i col.laborant en tot el que li he demanat.

També agraeixo a Jaume Orta i Xavier Ferrer la cessió dels seus vehicles en diverses ocasions, a Erik Streich el seu inestimable ajut en alguns dels mostratges del cant refilat, i a Artur Sarró l'amable cessió del seu material d'enregistrament. Així mateix, a Jordi Mateos li haig d'agraïr la seva gentilesa en fer els dibuixos que il.lustren la memòria.

Aquest treball hagués estat impossible de portar a terme sense el decisiu ajut de l'Albert Martinez. Ha compartit amb mi l'expectació de las primeres visites de reconeixement al camp, el desànim de veure colònies d'estudi destruïdes, l'estrès de la feina que no acaba mai, les esgotadores jornades d'enregistrament dels cants, i la satisfacció de quan les coses han sortit "rodones". També ha assistit al procés d'elaboració de les dades i de redacció de la tesi, aportant-me valuoses ajudes sempre que ho he necessitat, i mostrant-me la seva confiança. A ell, i també a tota la meva família, els hi dec gran part de les hores "lliures de Guillem" que he pogut destinar a la redacció de la memòria. Al Guillem, a part de fer el possible per impedir que acabés la tesi, li dec que m'hagi ensenyat el valor del temps.

Un altre apartat d'aquest capítol d'agraïments va dedicat a tota la gent dels pobles de Lleida i d'Osca que han estat

objecte d'aquest treball. De la majoria de persones no en conec el nom, però recordo la seva amabilitat en deixar-nos pujar als teulats, cedir-nos escales, convidar-nos a menjar o a dormir... La família de Ca'l Manco de Castellldans, en Filomeno, els propietaris del moli d'en Patet i la família Sentís de Llardecans, en Joan Oró, na Carme i en Joan Josep Vilasetrú de Maials, els propietaris de la finca San Miquel de Zaidí, entre molts d'altres, han contribuït a facilitar-nos el treball i sobretot, a fer-nos'el més agradable, cosa que els agraeixo profundament.

Aquest estudi no s'hagués pogut realitzar sense diversos ajuts econòmics: borsa d'estudi del Servei del Medi Natural de Lleida (1982), beca atorgada per la C.A.I.C.Y.T. (1984-1986), beca de la C.I.R.I.T. (1985), i dues beques d'estada a l'estranger de la C.I.R.I.T. (1983 i 1993).



## ÍNDIX

Agraïments .....	1
Índex .....	5
<u>A. INTRODUCCIÓ GENERAL</u> .....	11
A.1. Espècies properes en contacte secundari .....	12
A.2. L'estudi vocal en espècies simpàtriques .....	13
A.3. Les espècies estudiades .....	15
A.4. Organització i objectius generals de la memòria .....	20
<u>B. CARACTERÍSTIQUES DE LES ÀREES D'ESTUDI</u> .....	24
B.1. Àrea d'estudi principal (de simpatria) .....	24
B.1.1. Situació i característiques generals .....	24
B.1.2. Clima .....	24
B.1.3. Vegetació .....	27
B.1.4. Estornells i poblament humà .....	27
B.2. Àrees d'estudi complementàries (alopàtriques) .....	28
B.2.1. Àrea d'alopatria de <u>Sturnus vulgaris</u> .....	28
B.2.2. Àrea d'alopatria de <u>Sturnus unicolor</u> .....	29
<u>PART I: EL FENOMEN D'EXPANSIÓ I CONTACTE DE LES ÀREES DE CRIA</u>	
1. INTRODUCCIÓ .....	31
1.1. Possibles causes de l'expansió .....	32
1.2. Objectius del present estudi .....	33
2. MATERIAL I MÈTODES .....	35
3. RESULTATS .....	36
3.1. Procés de colonització i expansió. Formació de les àrees de simpatria.....	36
3.1.1. Península Ibèrica .....	36
3.1.1.1. <u>Sturnus unicolor</u> .....	36
3.1.1.2. <u>Sturnus vulgaris</u> .....	39
3.1.2. Catalunya .....	39
3.1.2.1. <u>Sturnus vulgaris</u> .....	39
3.1.2.2. <u>Sturnus unicolor</u> .....	42
3.1.2.3. Àrees de simpatria .....	44
3.2. Característiques de l'expansió .....	45
3.2.1. Ambients ocupats .....	45
3.2.2. Ritme d'expansió. Efectes del contacte interspecífic .....	47

4. DISCUSSIÓ .....	52
4.1. Evolució de les àrees de simpatria .....	53

PART II: SELECCIÓ COMPARADA DEL LLOC DE NIDIFICACIÓ

5. INTRODUCCIÓ .....	58
5.1. Objectius del present estudi .....	59
6. MATERIAL I MÈTODES .....	61
6.1. Paràmetres analitzats .....	62
6.1.1. Nombre de cavitats .....	62
6.1.2. Aïllament .....	63
6.1.3. Orientació .....	63
6.1.4. Presència d'estornells .....	64
6.2. Determinació del patró de distribució en els pobles...	64
6.3. Determinació dels nuclis reproductors .....	65
7. RESULTATS .....	67
7.1. Influència dels paràmetres considerats .....	67
7.1.1. Aïllament i nombre de cavitats .....	67
7.1.2. Orientació .....	71
7.2. Distribució de les parelles en els pobles .....	74
7.2.1. Nuclis reproductors .....	76
7.2.2. Densitat de parelles .....	82
7.3. Característiques de les colònies mixtes .....	83
8. DISCUSSIÓ .....	86

PART III: ACTIVITAT TERRITORIAL I COMPORTAMENT AGONÍSTIC

9. INTRODUCCIÓ .....	90
9.1. Territorialitat en els estornells .....	90
9.2. Objectius del present estudi .....	91
10. MATERIAL I MÈTODES .....	93
10.1. Àrees d'estudi .....	93
10.2. Mostratge: dates i material obtingut .....	94
10.2.1. Activitat a la colònia .....	95
10.2.2. Mida del territori .....	95
10.2.3. Interaccions agonístiques .....	96
10.2.3.1. A la colònia de cria .....	97
10.2.3.2. En grups d'alimentació.....	97
10.3. Tipus de conductes agonístiques estudiades .....	99
11. RESULTATS .....	101
11.1. Activitat territorial a la colònia .....	101
11.1.1. Activitat al llarg del dia .....	101
11.2. Territori de cria .....	106
11.3. Interaccions agonístiques .....	111

11.3.1. A la colònia .....	111
11.3.1.1. Colònies mixtes .....	112
11.3.1.2. Resultat de les interaccions ....	114
11.3.1.3. Conductes utilitzades .....	116
11.3.2. En grups d'alimentació .....	121
11.3.2.1. Resultat de les interaccions ....	122
11.3.2.2. Conductes utilitzades .....	125
12. DISCUSSIÓ .....	128

PART IV: ELS CANTS TERRITORIALS: ESTRUCTURA I VARIABILITAT

13. INTRODUCCIÓ .....	135
13.1. Generalitats .....	135
13.2. Variació geogràfica de les vocalitzacions. Dialectes.....	137
13.3. Imitacions. Significat funcional .....	141
13.4. Les vocalitzacions dels estornells .....	142
13.4.1. Cant Xiulat .....	144
13.4.2. Cant Refilat .....	145
13.4.3. Imitacions .....	147
13.5. Objectius del present estudi .....	148
14. MATERIAL I MÈTODES .....	153
14.1. Anàlisi de les vocalitzacions dels ocells .....	153
14.2. Material d'enregistrament .....	155
14.3. Àrees d'estudi .....	155
14.4. Mostratge: dates i material obtingut .....	157
14.4.1. Variació intracolònia .....	159
14.4.2. Imitacions .....	160
14.4.3. Cant Refilat .....	160
14.5. Anàlisi i mesura dels espectrogrames .....	161
14.5.1. Índex de similitud .....	162
14.6. Estructura i terminologia del cant Xiulat .....	165
14.6.1. Temes específics .....	166
14.6.2. Temes no-específics .....	170
14.6.3. Variació dialectal .....	171
14.7. Estructura i terminologia del cant Refilat .....	173
15. CANT XIULAT .....	176
15.1. REPERTORI DE LES DUES ESPÈCIES EN ALOPATRIA	
15.1.1. RESULTATS .....	176
15.1.1.1. Descripció dels temes obtinguts en <u>Sturnus vulgaris</u> .....	176
a) Temes Descendents amb Inflexió (TDI) .176	
a.1.) Forma alta (TDI-a) .....	176
a.2.) Forma baixa (TDI-b).....	181
b) Tema Descendent Uniforme (TDU) .....	185

c)	Tema Descendent Uniforme amb harmònics (TDU-h).....	189
d)	Tema Compost (TC) .....	189
e)	Tema Rítmic (TR) .....	191
f)	Temes no-específics .....	194
f.1.)	Temes Ascendents (TA).....	194
f.2.)	Temes Estables (TE).....	199
15.1.1.2.	Descripció dels temes obtinguts en <u>Sturnus unicolor</u> .....	201
a)	Temes Descendents amb Inflexió (TDI) .	201
a.1.)	Forma alta (TDI-a) .....	201
a.2.)	Forma baixa (TDI-b) .....	206
b)	Tema Descendent Uniforme (TDU) .....	210
c)	Tema Descendent Uniforme amb harmònics (TDU-h) .....	213
d)	Tema Compost (TC) .....	214
e)	Tema Rítmic (TR) .....	216
f)	Tema Trinat (TT) .....	218
g)	Temes no-específics .....	221
g.1.)	Temes Ascendents (TA) .....	221
g.2.)	Temes Estables (TE) .....	224
15.1.1.3.	El cant xiulat de <u>Sturnus unicolor</u> en joca hivernal.....	226
15.1.2.	CONCLUSIONS .....	229
15.1.2.1.	Comparació de <u>Sturnus vulgaris</u> amb d'altres poblacions .....	229
15.1.3.2.	Comparació entre <u>Sturnus vulgaris</u> i <u>Sturnus unicolor</u> .....	232
15.2.	VARIACIÓ INTERINDIVIDUAL DEL CANT XIULAT DINS LA COLÒNIA DE CRIA	
15.2.1.	RESULTATS .....	236
15.2.1.1.	Colònies de <u>Sturnus vulgaris</u> ....	236
15.2.2.2.	Colònies de <u>Sturnus unicolor</u> ....	238
15.2.2.	CONCLUSIONS .....	241
15.3.	REPERTORI DEL CANT XIULAT DE LES DUES ESPÈCIES EN SIMPATRIA	
15.3.1.	RESULTATS .....	244
15.3.1.1.	Descripció dels temes obtinguts en simpatria .....	244
a)	Temes Descendents amb Inflexió (TDI) .	247
a.1.)	Forma alta (TDI-a).....	247

a.2.) Forma baixa (TDI-b) .....	250
b) Tema Descendent Uniforme (TDU) .....	253
c) Tema Compost (TC) .....	257
d) Tema Rítmic (TR) .....	257
e) Tema Trinat (TT) .....	259
f) Temes no-específics .....	261
f.1.) Temes Ascendents (TA) .....	262
f.2.) Temes Estables (TE) .....	264
15.3.1.2. Mascles de colònies mixtes .....	264
15.3.2. CONCLUSIONS .....	270
15.4. IMITACIONS DINS EL CANT XIULAT	
15.4.1. RESULTATS .....	271
15.4.1.1. En <u>Sturnus vulgaris</u> .....	271
15.4.1.2. En <u>Sturnus unicolor</u> .....	274
15.4.2. CONCLUSIONS .....	278
16. CANT REFILAT .....	281
16.1. RESULTATS .....	281
16.1.1. Organització general en les dues espècies .....	281
16.1.2. Comparació interspecífica dels paràmetres estructurals .....	283
16.2. CONCLUSIONS .....	290
17. DISCUSSIÓ .....	292
17.1. Característiques del cant Xiulat pròpies de les poblacions estudiades .....	292
17.2. Efectes de la simpatria en el cant Xiulat de les dues espècies .....	295
17.3. Aprenentatge intraspecífic i interspecífic del cant Xiulat .....	298
17.4. Aparellament interspecífic i cant Refilat .....	300
<u>CONCLUSIONS GENERALS</u> .....	304
<u>REFERÈNCIES</u> .....	309
ANNEX I Observacions d'aparellaments interspecífics .....	338
ANNEX II Freqüència dels temes del cant Xiulat en el repertori de cadascun dels mascles estudiats .....	340

## ***A. INTRODUCCIÓ GENERAL***



## A. INTRODUCCIÓ GENERAL

Compartir els hàbitats i competir pels seus recursos és un imperatiu que amb més o menys intensitat es dona en tots els individus de totes les espècies. De fet, actualment es considera la competència com un mecanisme essencial en la selecció de l'hàbitat. El primer en formular clarament aquesta concepció fou LACK (1944,1949), el qual apuntà que els ambients més favorables per a la supervivència es trien mitjançant mecanismes de selecció, els quals són adaptacions induïdes per la competència a través de la selecció natural.

Des del moment en que dues o més espècies poden tenir similars necessitats en determinades circumstàncies del seu cicle vital, els potencials competidors d'un determinat individu no són només els conespecífics. De fet, la territorialitat interspecífica és un fenomen corrent i, a més, per a que aquesta relació de competència existeixi ni tan sols és necessari que les espècies siguin iguals o semblants (MILLER,1967; MURRAY,1971); i s'han comprovat interaccions de competència entre espècies fins i tot de diferent ordre, per exemple, entre ocells i mamífers (FISLER,1977).

L'existència de conductes territorials interspecífiques ha fet que s'especulés força sobre quin és el seu origen. ORIANS & WILLSON (1964) parteixen de la base que aquestes només tenen sentit en situacions de competència, donada la conveniència que suposa excloure competidors de qualsevol espècie, i en aquest cas, té un origen adaptatiu. De fet, en la revisió de 150 treballs realitzats sobre territorialitat interspecífica en animals i plantes, SCHOENER (1983) conclou que en el 90% dels estudis i el 76% de les espècies es va demostrar algun tipus de competència. Altres autors com CODY (1969,1973,1974), postulen que la territorialitat interspecífica prové d'un error de discriminació entre espècies similars, però que en determinades circumstàncies de simpatria, també pot ser adaptativa (vegeu més endavant). També MURRAY (1971,1981) considera que majoritàriament prové de la territorialitat intraspecífica,

es a dir, d'un error en la discriminació específica, encara que reconeix casos en els quals pot ser adaptativa, però sempre amb un origen en la territorialitat intraspecífica, la qual actuaria com una pre-adaptació.

En les aus els estudis sobre territorialitat interspecífica són molt abundants, i són diversos els que han provat que la territorialitat entre dues espècies no respon a simples errors d'identificació, i que en canvi presenta un alt grau d'adaptació. Per exemple, BRENOWITZ (1978) troba com Melanerpes uropygialis defensa intraspecíficament un territori més gran que el defensat en front d'altres dues espècies amb les quals competeix pel niu; a més, la seva conducta és diferent segons l'espècie. EMLLEN i col. (1975) mostren com Passerina cyanea i Passerina amoena aprenen a respondre agonísticament a l'altre espècie a partir d'experiències prèvies. Igualment, LEISLER (1988) en 6 espècies d'Acrocephalus, demostra com alguns individus aprenen a reconèixer i respondre als cants d'espècies properes amb les quals es troben en situacions de competència. Així mateix, GORTON (1977) amb Melospiza melodia i Thryomanes bewickii, espècies similars en comportament i hàbitat, demostra com la primera espècie reconeix específicament a la segona (a partir de respostes diferents a aquesta i a d'altres espècies).

#### A.1. Espècies properes en contacte secundari.

L'evolució geogràfica de les àrees de distribució fa que, en ocasions, espècies estretament relacionades (aloespècies sensu AMADON, 1966, 1968) i originalment alopàtriques, experimentin un contacte secundari (parapatría) que pot donar lloc a àrees de juxtaposició (simpatria). Aquest fenomen no és tan rar si es considera que, pel que fa a les aus, a la regió Paleàrtica hi ha 160 casos d'espècies parapàtriques (HAFFER, 1989).

Des de GAUSE (1934), està generalment acceptat que dues

espècies molt properes no poden coexistir en la mateixa àrea de manera indefinida si tenen els mateixos requeriments ecològics. Així doncs, és en aquest grup d'espècies on la territorialitat interspecífica assoleix la màxima importància de cara a establir les relacions de dominància/competència que permetran delimitar els respectius nínxols ecològics (MORSE,1974).

L'anàlisi de les conseqüències experimentades en els mecanismes territorials de les espècies per causa del contacte secundari ha donat lloc a diferents hipòtesis. D'una banda, quan les diferències entre les dues espècies en comportament, morfologia, etc., s'accentuen en simpatria respecte de l'alopatria, es parla de "character displacement" (BROWN & WILSON,1956; GRANT,1972; BECKER,1982; MILLER,1982) i s'interpreta com una forma de disminuir l'esforç que suposaria la lluita territorial enfront de dues espècies a la vegada, i d'evitar l'hibridació. Quan, al contrari, es produeix una major similitud en simpatria que en alopatria es parla de "character convergence" (CODY,1969, 1973,1974; DOBKIN,1979) i s'atribueix a la selecció natural que permet un millor reconeixement dels competidors de recursos similars i facilita una defensa territorial més efectiva. Finalment, altres autors (THIELCKE,1969; BECKER,1982; THIELCKE & WÜSTENBERG,1985) atribueixen en alguns casos les diferències interspecífiques entre simpatria i alopatria al "character shift". Es a dir, a una evolució diferencial entre poblacions deguda a errors en l'aprenentatge i la seva transmissió.

## A.2. L'estudi vocal en espècies simpàtriques

En les aus els mecanismes de defensa territorial són bàsicament de tres tipus: visuals (plomatge, "displays"), vocals (cants) i d'agressió física (CAMPBELL & LACK,1985).

En aquest grup de vertebrats, els treballs sobre les relacions territorials entre espècies taxonòmicament properes en simpatria, han estat i són cada vegada més sovint, abordats

des de l'estudi de les manifestacions vocals. Els cants són, en gran part, producte de l'aprenentatge, i per tant, les similituds i diferències entre el cant de dues espècies no tenen perquè implicar cap similitud o diferència a nivell genètic (LEMON i col.,1985). L'interès del seu estudi rau justament en aquesta possibilitat de canvi. La importància de les manifestacions vocals en les interaccions entre els individus de la majoria d'espècies d'ocells, i la seva dinàmica de modificació i adaptació, fan de l'estudi dels cants un element d'anàlisi directe que aporta molta informació sobre les relacions entre les espècies. Segons CODY (1978), l'exclusió territorial interspecífica ve regulada a través de la reacció als cants que són l'element clau en la comunicació de moltes espècies d'ocells.

Alguns treballs realitzats en base a les vocalitzacions i que resulten consistents amb la teoria del "character convergence" esmentada més amunt, són els fets sobre Passerina amoena/P. cyanea, on, en simpatria, es detecten canvis en el cant territorial (amb aparició d'alguns paràmetres de caràcter intermedi) i la conducta territorial es fa interspecíficament activa, fenòmens que s'interpreten com a mecanismes per augmentar l'efectivitat en el reconeixement específic i la defensa territorial (EMLEN i col.,1975). Així mateix, SHORT i col. (1983) en Pardalotus punctatus/P. xanthopygus detecten una convergència en el cant territorial en simpatria, i en Luscinia luscinia/L. megarhynchos, SORJONEN (1986) comprova una intensa territorialitat interspecífica en simpatria unida a una notable convergència vocal respecte de les àrees d'alopatria.

En altres casos en canvi, com el de Vermivora pinus/V. chrysoptera, es detecta un reforçament de les conductes discriminatories en simpatria, que estaria en la línia del "character displacement", tot i que sembla haver-hi un tipus de cant usat bàsicament en relacions interspecífiques entre mascles, on no es presenta cap tendència a la diferenciació (GILL & MURRAY,1972). Igualment, en Ficedula hypoleuca/F. albicollis, es demostra l'existència d'una major diferenciació en simpatria pel que fa al cant usat en l'atracció de femelles,

mentre que els sons usats en la defensa territorial no divergeixen, probablement perquè són utilitzades en les relacions de competència territorial (WALLIN,1986).

En el cas de Certhia brachydactyla/C. familiaris, les diferències entre el cant de les poblacions de la primera espècie en situació d'allopatría i les simpàtriques amb la segona espècie, s'atribueixen a errors de transmissió i tradició cultural i no a la presència de l'altre espècie, fet que entraria dins la hipòtesi del "character shift" (THIELCKE,1986; 1988).

Les dades sobre territorialitat interspecífica obtingudes de manera experimental, degut als diversos condicionaments que comporten, mai poden reemplaçar l'observació directa de les relacions territorials en espècies properes en condicions naturals (SCHOENER,1983). En aquest sentit, l'estudi de les àrees de simpatria dona una oportunitat única. D'una banda, permet l'anàlisi de les similituds i/o diferències que es presenten respecte les àrees allopatríques, que poden ser interpretades en base a fenòmens de competició interspecífica. D'altra banda, permet l'estudi dels mecanismes concrets pels quals es produeixen aquestes similituds o diferències i la seva dinàmica temporal. Així mateix, evidencia el grau d'eficàcia dels mecanismes d'aïllament reproductor, en condicions naturals i a nivell poblacional, i per tant dona l'oportunitat d'obtenir informació directa sobre l'estatus taxonòmic de les espècies.

Emmarcada dins aquestes premisses, la present memòria tracta sobre diversos aspectes de la territorialitat entre dues aloespècies (Sturnus vulgaris i Sturnus unicolor) que recentment han experimentat el contacte secundari de les seves àrees de distribució.

### A.3. Les espècies estudiades

Es tracta de dues espècies europees del gènere Sturnus. Aquest gènere pertany a la família Sturnidae (ordre

Passeriformes) que conté unes 110 espècies (AMADON 1943,1956), la major part de les quals estan distribuïdes per Àfrica central i el sud-est asiàtic (FEARE,1984). Segons AMADON (op.cit.) el gènere Sturnus està format per 16 espècies. Aquesta classificació ha estat seguida per molts autors posteriors (per exemple GRUSSON,1976; CLEMENTS, 1981), encara que BEECHER (1978), basant-se en l'estructura muscular i òssia del cap, considera que aquest grup d'espècies s'hauria de dividir en quatre gèneres diferents, quedant el gènere Sturnus reduït només a quatre espècies (cineraceus, contra, vulgaris i unicolor). De les 16 espècies del gènere, 14 habiten bàsicament la regió oriental del Paleàrtic (sobretot el sud-est asiàtic) i només dues (Sturnus vulgaris i S.unicolor) es distribueixen per la seva part occidental (Figura 1). Sturnus vulgaris, és la que presenta l'àrea de distribució més àmplia de totes les espècies del gènere, ocupa gran part d'Europa i d'Àsia a l'època de reproducció, i a l'hivern les poblacions migratòries de l'espècie es desplacen cap el sud d'ambdós continents, ocupant també el nord d'Àfrica. Sturnus unicolor és l'única espècie del gènere que ha perdut tot el contacte amb les poblacions asiàtiques; és sedentària i està distribuïda per la península Ibèrica, el nord d'Àfrica i algunes illes de la Mediterrània occidental. Es tracta d'una població relictiva que presumiblement ha evolucionat a partir d'un avantpassat comú a Sturnus vulgaris, que va envair el sud d'Europa abans de la darrera glaciació (FEARE,1984).

Ambdues són espècies de mida mitjana-petita, dieta variada tan animal (invertebrats, sobretot insectes) com vegetal (llavors, fruits), mengen bàsicament a terra, nidifiquen en cavitats, són gregàries (formen grups d'alimentació, colònies de cria i jòques comunitàries), i tenen costums extremadament antropòfils, tant pel que fa als hàbitats de nidificació com als d'alimentació (FEARE,1984). El seu plomatge es negre amb reflexos metàl·lics, i en Sturnus vulgaris està motejat de blanc, especialment a l'hivern. A l'època de cria però, els individus d'aquesta espècie (especialment els mascles) perden gran part de les taques i resulten molt similars als de Sturnus





FIGURA 1.- Distribució paleàrtica de *Sturnus unicolor* (ratllat horitzontal) i de *Sturnus vulgaris* (ratllat inclinat: àrea de cria; puntejat: àrea d'hivernada). Modificat de FEARE (1984).

unicolor (vegeu Figura 2), mentre que els individus de segonany calendari de Sturnus unicolor presenten també taques blanques en diverses zones corporals; el dimorfisme sexual és poc marcat (HIRALDO & HERRERA,1974; SVENSSON,1975; MOTIS,1984).

Així doncs, es tracta de dues espècies taxonòmicament properes, amb una considerable similitud morfològica i biològica, que fins fa pocs anys tenien àrees de distribució completament disjunctes. La seva similitud taxonòmica ha fet que es portessin a terme diversos intents d'hibridació en captivitat. BERTHOLD (1971) arribà a obtenir híbrids que van morir abans de volar, probablement degut -segons l'autor- a causes congènites. Experiències més recents però, han tingut èxit, i s'han arribat a obtenir dues parelles mixtes amb polls volanders, dos dels quals arribaren als tres mesos i mig de vida (quan moriren de forma accidental) (EENS i col.,1992b).

A causa d'un dinàmic procés d'expansió portat a terme per ambdues espècies, actualment s'ha produït el contacte de les seves àrees de cria en una franja que s'estén d'oest a est per sota els Pirineus, i que té el seu màxim exponent a Catalunya, zona on s'ha portat a terme el present estudi. Durant els anys d'observacions en aquesta àrea s'ha pogut comprovar com, en condicions naturals, es donen també casos d'hibridació entre les dues espècies, que es comentaran més endavant.

El coneixement que es té de la biologia dels dos estornells és extremadament desigual. Pel que fa a Sturnus vulgaris, ha estat l'objecte d'una molt extensa literatura sobre la seva reproducció (KLUIJVER,1933; DUNNET,1955; KESSEL,1957; HÚDEC & FOLK,1961; VERHEYEN,1969,1980; GROMADZKI,1980), l'alimentació (DUNNET,1956; GROMADZKI,1969; TAITT,1973; HAVLÍN,1977; CLERGEAU, 1981a,1982), la dinàmica de les joques (METZMATCHER i col.,1981; CLERGEAU,1981b; MORRISON & CACCAMISE,1985), els seus moviments i poblacions (FEARE,1980; DOLBEER,1982; CLERGEAU,1983, FLIEGE, 1984; SOLONEN i col.,1991, PERIS i col.,1991), el seu com-portament (DAVIS,1959; ELLIS,1966; VAN DER MUIJSEN,1977,1980; LEJEUNE,1980; MERKEL 1980,1982; PINXTEN i col.,1991), les vocalitzacions (HARTBY,1969; HINDMARSH,1984; ADRET-HAUSBERGER, 1986b; EENS i

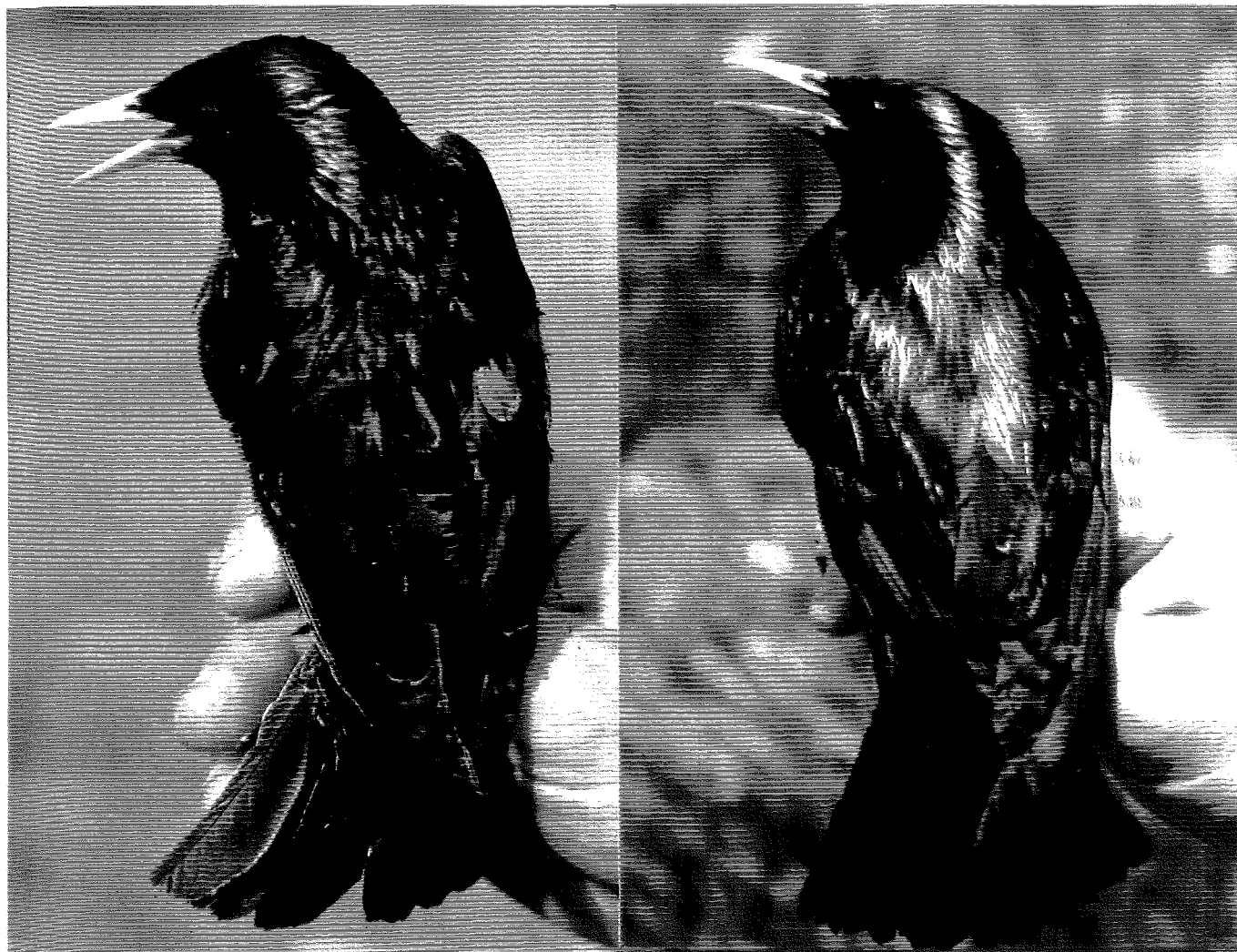


FIGURA 2.- Mascles adults en època de cria de Sturnus vulgaris (esquerra) i de Sturnus unicolor (dreta).

col.,1989), l'impacte agrícola i ramader (HAVLÍN & FOLK,1965; GRAMET,1977; GROMADZKI,1979; FEARE & SWANNACK,1978; FEARE,1981, FEARE & WADSWORTH,1981), entre molts d'altres.

No és aquesta la situació de Sturnus unicolor. Sobre aquesta espècie existeixen alguns articles que fan referència a la seva distribució (BERNIS,1960; MESTRE,1978; MOTIS i col.,1983; FERRER i col.,1991), petites notes sobre la seva biologia (GALLEGO & BALCELLS,1960; SUDHAUS,1969; RUTHKE,1971; SEMPLE,1971) i les característiques morfològiques de la població peninsular (HIRALDO & HERRERA,1974). Només PERIS (1978,1980,1981,1982,1983,1984 a,b,c) ha aprofundit l'estudi sobre variats aspectes essencialment reproductors i d'alimentació de Sturnus unicolor a la província de Salamanca, als quals s'ha d'afegir la informació obtinguda durant la primera part del present estudi de l'àrea de simpatria de Catalunya (MOTIS,1985,1986,1987).

#### A.4. Organització i objectius generals de la memòria

En la present memòria s'analitzaran els aspectes que fan referència a les relacions territorials intra/interspecífiques de Sturnus vulgaris i Sturnus unicolor, i les seves conseqüències en el marc reproductor, . D'una banda, es determinarà l'ús de l'espai a gran escala -distribució geogràfica- i a escala local -selecció de l'hàbitat de cria-. D'altra banda, s'analitzaran els mecanismes d'interacció territorial: les conductes agonístiques i els cants territorials. Amb aquest estudi, a la vegada que es pretén aportar informació sobre una espècie tan poc treballada com és Sturnus unicolor, es vol contribuir al coneixement general de les relacions territorials i de competència entre espècies pròximes; i molt especialment, als cada vegada més nombrosos treballs que s'interessen sobre les vocalitzacions com a mecanisme bàsic d'interrelació territorial.

Al marge de la Introducció General i les Característiques de les Àrees d'estudi, la memòria s'ordena en quatre Parts

principals, que estan confeccionades per a ser quatre unitats independents. Cada Part té una introducció inicial que inclou diferents aspectes del tema que es tracta i emmarca els objectius que es pretenen aconseguir. A continuació es detallen el material i mètodes, tot seguit es presenten els resultats obtinguts i, finalment, es passa a la discussió d'aquests resultats. En el cas de la Part IV, donada la seva longitud i diversitat d'aspectes tractats, el capítol de resultats està dividit en cinc subcapítols, cadascun dels quals té un apartat de conclusions específiques. Això permet que la discussió final d'aquesta Part pugui ser de caire més general.

La Part I fa referència al fenomen de l'expansió de les àrees de reproducció i formació de les àrees de simpatria. En aquesta part s'aporten totes les dades que s'han pogut recopilar d'aquest procés tan a la Península Ibèrica com a Catalunya. La visió a gran escala de les característiques i evolució de l'expansió en general i de les àrees de simpatria en particular aporta importants elements de discussió sobre les conseqüències del contacte interspecífic.

La Part II analitza amb detall la utilització de l'hàbitat de nidificació en l'àrea de simpatria. Aquesta anàlisi és imprescindible de cara a establir les possibles relacions de competència per l'espai entre les dues espècies. Es tractarà sobre quins són els paràmetres que condicionen la selecció del niu en les dues espècies, així com la distribució de les parelles en l'espai, i les característiques i quantificació de les colònies mixtes.

Les Parts III i IV entren ja a tractar els mecanismes de relació directa entre els individus (activitat territorial, conductes agressives, interaccions vocals). La Part III es refereix a l'activitat territorial dins la colònia i a les interaccions agonístiques. D'una banda, l'anàlisi dels ritmes d'activitat territorial i distribució dels territoris a les colònies ha de mostrar si hi ha o no diferències intra/interspecífiques pel que fa a les possibilitats d'interacció social. D'altra banda, l'anàlisi de les conductes agonístiques permetrà establir quines són les relacions de

dominància segons el sexe i l'espècie.

Finalment, en la Part IV, que és també la més extensa, es tractaran en profunditat els cants territorials de les dues espècies. Les vocalitzacions territorials, com a mecanisme principal que són d'interacció social (vegeu més amunt), indubtablement juguen un paper clau en les relacions inter-específiques, i la seva anàlisi presenta un gran interès de cara al present estudi. D'altra banda, la complexitat dels cants dels estornells requereix d'una descripció molt detallada tant del repertori com de la variabilitat interindividual abans d'efectuar cap anàlisi comparativa. Per aquest motiu, en aquest capítol es descriuen de manera exhaustiva els cants territorials de les dues espècies, analitzant les seves similituds i diferències en àrees d'alopatria, i posteriorment es passa a comprovar els canvis que s'han donat en el cant de les dues espècies en situació de simpatria. Els resultats obtinguts es discutiran en relació a l'efecte de la coexistència en els cants territorials, als mecanismes d'aprenentatge, i a l'aparellament interspecífic.

Hom es conscient que hi ha d'altres aspectes importants de cara a establir les relacions de competència i d'interacció social entre dues espècies, com és l'ús de l'hàbitat alimentari, o, en el cas dels estornells, de les joques on els individus s'agrupen gran part de l'any. Pel que fa al primer cas, s'han efectuat mostratges exhaustius d'aspectes lligats a l'alimentació en les dues espècies (hàbitat, tècniques, composició), que no ha estat possible incloure en la present memòria (excepte pel que fa a les interaccions agonístiques en grups alimentaris). Hom espera poder seguir aprofundint en aquests i d'altres aspectes per tal d'intentar perfilar cada vegada millor les relacions entre aquestes dues espècies.



***B. CARACTERÍSTICAS DE LAS  
ÁREAS D'ESTUDI***

## B. CARACTERÍSTIQUES DE LES ÀREES D'ESTUDI

A continuació es descriuen les àrees on s'han realitzat els diferents mostratges corresponents a les Parts II, III, IV de la present memòria.

### B.1. Àrea d'estudi principal (de simpatria)

#### B.1.1. Situació i característiques generals

L'àrea d'estudi principal, on s'han efectuat la major part dels mostratges, es troba situada a la zona continental del Principat, al sud de la ciutat de Lleida, formant part de les comarques del Segrià i les Garrigues (Figura 3).

Està ubicada dins la depressió de l'Ebre, i es troba constituïda per grans planes a la zona més baixa i per una part de relleu més accidentat però que no assoleix altituds superiors als 600 metres. Està dominada per conreus de secà i, a les zones més baixes, la transformació agrícola portada a terme durant aquest segle, ha produït una extensa xarxa de canals que ha permès l'establiment de conreus de regadiu: fruiterars i horta.

#### B.1.2. Clima

La zona s'emmarca dins la regió de clima mediterrani amb una marcada tendència a la continentalitat: clima sec i fred a l'hivern i calent a l'estiu, i una gran amplitud tèrmica,. La temperatura mitjana anual es situa entre les isoterms de 14°C i 15°C, essent les temperatures mitjanes del mes més fred (gener) i les del mes més calent (agost) 5°C i 24°C respectivament.

Pel que fa a les precipitacions, la quantitat de pluja és

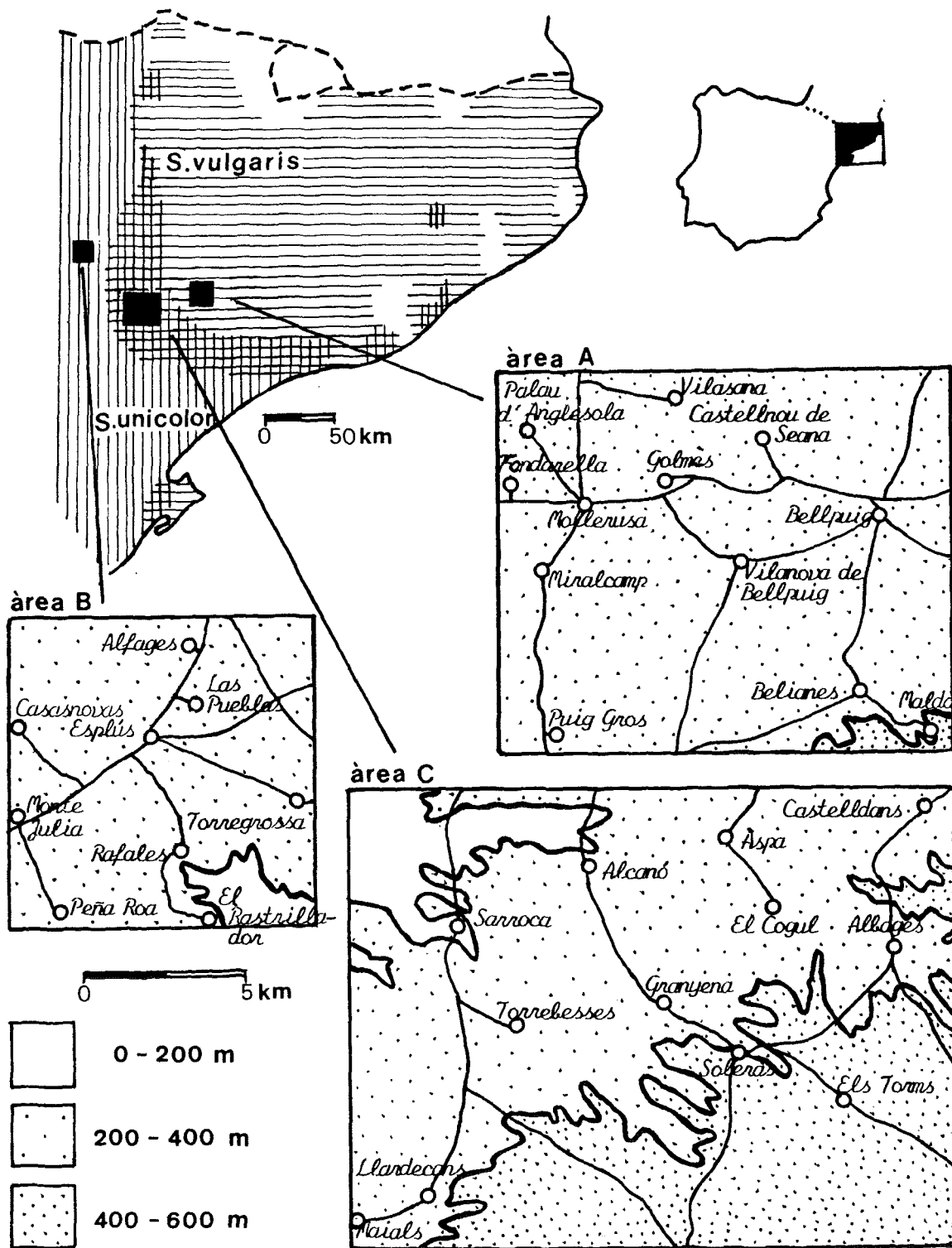


FIGURA 3.- Situació de les àrees d'estudi. La distribució de les dues espècies correspon aproximadament a l'any 1984.

inferior als 400 mm. anuals, situant-se el màxim pluviomètric a la primavera i essent l'estiu marcadament sec. El vent més important a la zona és el mestral, del NO, canalitzat per la vall de l'Ebre. A la Figura 4 es mostra el diagrama climàtic de l'observatori més proper (Lleida), situat a uns 13 km. de distància de l'àrea d'estudi i en continuïtat física amb aquesta.

LLEIDA (Segrià) (203 m )  
 (32-55) 14.8° 351.7

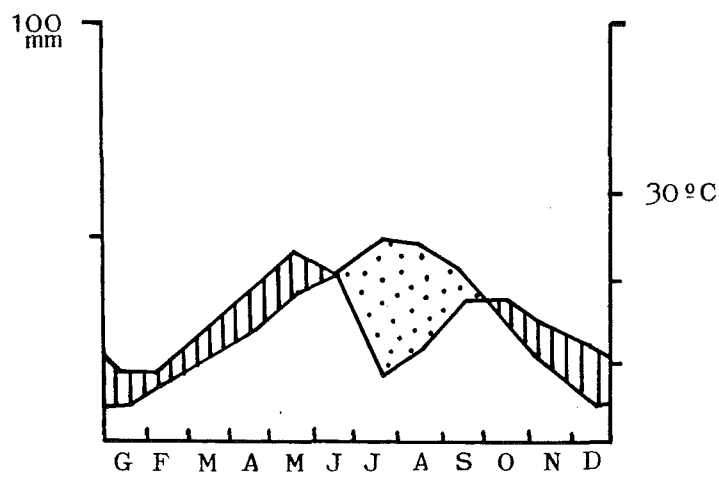


FIGURA 4.- Diagrama ombrotèrmic de l'observatori de Lleida (PANAREDA & NUET, 1976).

### B.1.3. Vegetació

El poblament vegetal d'aquesta zona, típicament mediterrània, està bàsicament format per espècies esclerofil·les i perennifòlies. Resta inclòs dins el domini potencial del carrascar (Quercetum rotundifoliae), actualment però molt degradat, i a les zones més seques, de la màquia continental de garric i arçot (Rhamno-quercetum cocciferae) (BOLOS, 1976; FOLCH i col., 1984).

Pel que fa als conreus, en les zones planes més baixes hi dominen els cereals (ordi i blat) i en les més altes les oliveres i els ametllers. Actualment, les zones no conreades estan principalment ocupades per restes de carrascar i sobretot pinedes de pi blanc. També són corrents les brolles de romaní i maleïda, i en les zones més seques les timonedes (FOLCH i col., 1984). En general, el paisatge resulta molt obert, amb predomini dels estrats de vegetació més baixos, essent l'estrat arboreni més aviat rar i molt localitzat en petites clapes.

### B.1.4. Estornells i poblament humà

Els estornells són espècies molt antropòfiles i les construccions humanes són els indrets de nidificació gairebé únics que utilitzen en aquesta zona. La població d'ambdues espècies d'estornells es veu pràcticament restringida als pobles, ja que hi ha poques masies o d'altres edificis aïllats que presentin característiques adequades per a la cria.

Els pobles de l'àrea d'estudi es troben relativament separats entre ells, de vegades a distàncies considerables (vegeu Figura 3) i varien entre els 222 habitants de Granyena als 1262 de Maials (INSTITUT CARTOGRÀFIC DE CATALUNYA, 1983).

En totes les localitats de l'àrea estudiada s'hi troben nidificant les dues espècies d'estornells, havent-hi però una gradació des del sud-oest de l'àrea, on es majoritari Sturnus unicolor, al nord-est d'aquesta, on domina en nombre Sturnus vulgaris. El contacte entre ambdues espècies en aquesta zona

de simpatria es produí cap el 1977 (MESTRE,1978).

Altres espècies d'ocells presents a la zona i que utilitzen els mateixos indrets que els estornells per a situar el seu niu són principalment el pardal comú (Passer domesticus), sovint el colom domèstic (Columba livia), i en algunes ocasions el pardal xarrec (Passer montanus), el pardal roquer (Petronia petronia), el falciot negre (Apus apus), la gralla (Corvus monedula), el mussol comú (Athene noctua), l'òliba (Tyto alba) i el xoriguer gros (Falco tinnunculus).

L'acció predadora més important sobre els estornells en les colònies de cria de l'àrea d'estudi és la portada a terme per l'home i els animals domèstics, principalment els gats; també poden tenir una acció local important les rates (Rattus norvegicus), l'òliba o el xoriguer gros.

## B.2. Àrees d'estudi complementàries (alopàtriques)

Han estat utilitzades com a àrees de control en els mostratges sobre els cants territorials (Part IV d'aquesta memòria)

### B.2.1. Àrea d'alopatria de Sturnus vulgaris

Es troba al Plà d'Urgell, a cavall de les comarques del Segrià i les Garrigues (vegeu Figura 3), en el centre d'una de les àrees ocupades des de més antic per aquesta espècie a Catalunya, la qual colonitzà la zona a principis dels anys seixanta (MOTIS, MESTRE & MARTINEZ, 1983).

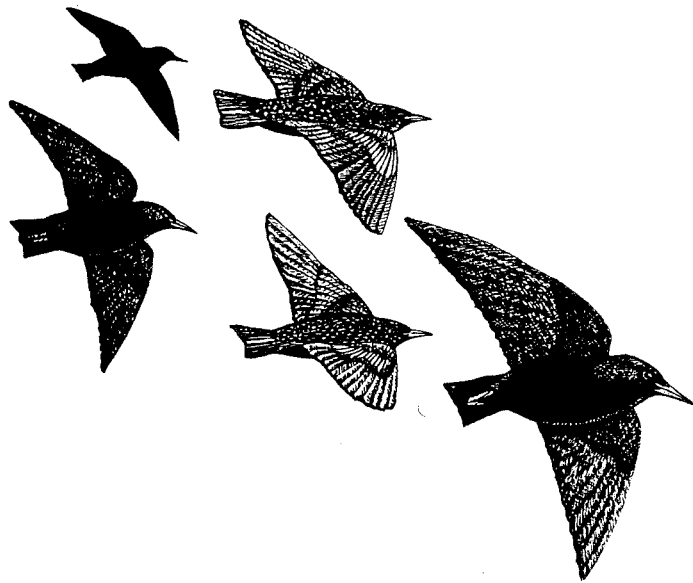
Presenta unes característiques molt similars a l'àrea d'estudi principal, encara que amb una major superfície destinada al conreu de cereals i al regadiu en detriment dels secans. El poblament d'estornells no està tant restringit als pobles, també s'estén per la multitud de petites construccions i masies disperses entre els conreus.



### B.2.2. Àrea d'alopatria de Sturnus unicolor

Està localitzada a Osca (vegeu Figura 3). Aquesta zona fou colonitzada per l'espècie a principis dels anys setanta (ARAGÜÉS & LUCIENTES, 1980). Com en el cas anterior, aquesta àrea respon a les característiques generals de l'àrea d'estudi principal, encara que amb un gran domini dels conreus de cereal de regadiu. Donat el poc nombre de pobles existents a la zona, la major part del poblament d'estornells es situa en masies i altres edificacions aïllades.

# ***PART I***



## ***EL FENOMEN D'EXPANSIÓ I CONTACTE DE LES ÀREES DE CRIA***

1. INTRODUCCIÓ

Les dues espècies d'estornells aquí considerades ocupaven fins fa pocs anys àrees de reproducció completament disjunctes. D'una banda, Sturnus vulgaris tradicionalment s'estenia a l'època de cria des del centre d'Europa a l'oest d'Àsia, mentre que Sturnus unicolor és una espècie sedentària circumscrita a la conca mediterrània occidental (FEARE, 1984). Ambdues espècies només entraven en contacte durant el període de migració i hivernada de les poblacions centreeuropees de Sturnus vulgaris, que, entre octubre i febrer, es desplacen al sud d'Europa i nord d'Àfrica.

La situació descrita però, ha experimentat un canvi radical a partir de l'expansió que paral·lelament han portat a terme ambdues espècies pel que fa a les seves àrees de reproducció. Aquest procés de colonització de noves àrees, ha portat als dos estornells a confluïr a l'època de cria en una franja que actualment s'estén des del Cantàbric a la Mediterrània per sota dels Pirineus, i també en una petita àrea del sud-est de França.

D'una banda, Sturnus vulgaris, va començar la seva expansió tant cap el nord com cap el sud d'Europa durant la segona meitat del segle XIX (TAITT, 1973). Així mateix, a principis del present segle va ser introduït a E.E.U.U., Àfrica del Sud, Australia, Tasmania, Nova Zelanda i illes Fidji (BERNIS, 1960), colonitzant amb gran èxit les noves àrees. A Europa, la seva expansió cap el sud, el portà a ocupar el sud de França, i posteriorment arribà a Espanya, on hi va penetrar pels dos extrems de la serralada pirinenca. Així mateix, va nidificar el 1932 a Còrsega (THIBAULT, 1983), colonitzà Sicília a partir del 1979 (IAPICHINO & BAGLIERI, 1979), nidifica de forma esporàdica a les Balears (MAYOL, 1981), i també colonitzà la illa de Tenerife (Canàries) el 1976 (EMMERSON i col., 1982).

La distribució original de Sturnus unicolor comprenia l'oest, el centre i la part meridional de la Península Ibèrica, una estreta franja del nord d'Àfrica des de Marroc a Tunísia, i les illes mediterrànies de Còrsega, Sardenya i Sicília (VAURIE,1954; BERNIS,1960). La seva expansió durant la segona meitat d'aquest segle, l'ha portat a colonitzar quasi la totalitat de la península Ibèrica i el sud-est de França. No hi ha informació sobre l'existència de canvis en la distribució de l'espècie al nord d'Àfrica.

### 1.1. Possibles causes de l'expansió

Les causes que han motivat aquesta espectacular expansió i les seves característiques han estat objecte de diversos treballs, referits essencialment a Sturnus vulgaris. Les causes proposades són variades, entre elles la rarificació dels predadors, la protecció subministrada a l'època de reproducció al centre i nord d'Europa, i l'evolució agronòmica que ha anat unida al desenvolupament per part dels estornells d'una conducta antropòfila tant pel que fa a l'alimentació com a la nidificació (BERNIS,1960; TAITT,1973; GRAMET,1977). Seguint la darrera opció, BERTHOLD (1968) proposa que l'augment ha estat facilitat per la major extensió de conreus i pastures, però també per una suavització climàtica, la qual ha produït un canvi de les àrees d'hivernada de l'espècie que permet un retorn més primerenc a les àrees de cria, augmentant així la probabilitat d'efectuar més d'una posta i la proporció d'ocells de segon any calendari que nien. En aquest sentit de canvis en la conducta migratòria de l'espècie, s'ha detectat les darreres dècades una marcada disminució de la població provinent de centre i nord d'Europa que hiverna a la Península (MOTIS i col.,1988; PERIS i col., 1991); fenomen que coincideix amb l'increment de la població hivernant a França, sobretot en el nord-est (GRAMET,1977; DUBAILLE,1982; CLERGUEAU, com.pers.).

Pel que fa a Sturnus unicolor, les causes de la seva expansió han estat molt poc estudiades; només PEREZ CHISCANO

(1975) atribueix als canvis agronòmics l'augment d'efectius a la conca del Guadiana. Tanmateix, és presumible que aquest procés paral·lel al de Sturnus vulgaris, es vegi provocat per causes similars en les dues espècies.

Una de les claus de l'expansió dels estornells sembla ser que han après a usar recursos subministrats per l'home, els quals els permeten de sobreviure a les etapes hivernals difícils, quan els aliments naturals es fan escassos i en condicions normals es produiria una reducció dels efectius. Per exemple, i malgrat que els estornells preden bàsicament sobre invertebrats, a Anglaterra hi ha un increment significatiu en el consum de pinsos destinats a la ramaderia extensiva, en èpoques que l'aliment és difícil d'aconseguir, usualment degut a temps fred o nevades (FEARE,1981). TAITT (1973) també a Anglaterra, menciona el consum de deixalles domèstiques quan el clima es fa molt dur. Així doncs, la disponibilitat de recursos alimentaris abundants durant l'hivern, com és el cas de pinsos per a la ramaderia a Anglaterra (FEARE,1981) i a la Península Ibèrica (PERIS,1980), i del blat ensitjat a França (GRAMET,1977, DUBAILLE,1982), facilita que els estornells arribin en condicions òptimes a l'època de nidificació i puguin començar a criar més aviat. RICKLEFS & PETERS (1979) i PERRINS (1970,1979), opinen que el principal determinant en la data d'inici de la posta en els ocells és la quantitat d'aliment disponible per a la femella, mentre que JONES & WARD (1976) i WARD (1977) concreten que la posta en Quelea quelea i Sturnus vulgaris respectivament, està condicionada a les reserves proteíniques en la musculatura pectoral de les femelles. En aquest sentit doncs, l'augment de les possibilitats alimentàries en èpoques prèvies a la cria, pot condicionar la fenologia de la posta en aquestes espècies.

## 1.2. Objectius del present estudi

Amb l'objectiu de descriure diferents aspectes relacionats amb la colonització de noves àrees de cria, es procedirà a

reconstruir d'una manera detallada el procés d'expansió que les dues espècies han portat a terme a la península Ibèrica. Atès que les poblacions d'estornells situades al nord-est peninsular han estat la base de l'estudi dels diferents aspectes tractats en la present memòria, i, d'altra banda, és en aquesta zona on les àrees de coexistència assoleixen les majors superfícies, es descriurà amb més detall la colonització i evolució de les zones de cria a Catalunya. A partir d'aquesta informació es tractarà de:

- descriure quines han estat les característiques del procés de colonització de les dues espècies pel que fa als ambients ocupats durant l'expansió.

- establir on i com s'han format les primeres àrees de simpatria, analitzar la seva evolució recent i efectuar possibles previsions de cara a un futur proper.

- analitzar quines han estat les velocitats d'expansió de les dues espècies tan a nivell peninsular com a Catalunya, i comprovar si aquestes s'han vist d'alguna manera afectades pel contacte interspecífic.

## 2. MATERIAL I MÈTODES

Per tal de reconstruir el procés de colonització a la Península i confeccionar els mapes, s'han utilitzat les moltes dades disperses per la bibliografia, inclosos atles i faunes locals (DE JUANA,1980; MUNTANER i col., 1983; ALVAREZ i col.,1985; ELOSEGUI,1985; PEDROCHI,1987; URIOS i col.,1991 entre d'altres), comunicacions personals, i les observacions de camp efectuades durant el període 1974-1987 a la meitat nord i nord-oriental de la península. Part de la informació que aquí es presenta ha estat recollida a MOTIS (1985) i FERRER i col. (1991).

Les dades originals estan basades en les localitats concretes de cria (indrets, pobles o ciutats). En el cas de Catalunya, aquestes localitats s'han situat en base a mapes de quadricula U.T.M. de 10 x 10 km<sup>2</sup>. Les quadrícules ocupades representen àrees on hi ha, com a mínim, una parella reproductora de l'espècie considerada.

El ritme de l'expansió de Sturnus unicolor a la Península s'ha calculat prenent com a base els canvis de la frontera a les successives àrees de distribució que es mostren a les Figures 5-8. S'han pres entre 20 i 25 punts distribuïts de manera uniforme per la frontera activa de l'àrea de distribució "antiga"; i, per a cada punt, s'ha projectat perpendicularment una línia fins el nou front de colonització. La taxa d'expansió per cada període s'ha obtingut fent la mitjana de totes les distàncies així mesurades.

En el cas de Sturnus vulgaris la taxa d'expansió s'ha calculat a Catalunya, utilitzant com a unitats les quadrícules U.T.M. 10 x 10 km<sup>2</sup>. S'ha usat com a nucli inicial de l'expansió el punt de colonització de la plana de l'Urgell (asterisc inferior en la Figura 5), i la seva progressió en totes direccions. No s'han tingut en compte les àrees ocupades a la part més nord-oriental, provinents del punt de colonització de l'Empordà (asterisc superior en la Figura 5).

### 3. RESULTATS

#### 3.1. Procés de colonització i expansió. Formació de les àrees de simpatria.

##### 3.1.1. Península Ibèrica

En els mapes de les Figures 5-8 es mostra resumit el procés d'expansió de les àrees de reproducció de les dues espècies a la Península durant el període 1960-1987.

##### 3.1.1.1. Sturnus unicolor

Abans dels anys 1960, i si s'exceptua una localitat de l'Alt Empordà que potser estava ocupada des dels anys quaranta per Sturnus vulgaris (vegeu més avall), Sturnus unicolor era l'única de les dues espècies que nidificava a la Península (BERNIS,1960). Cap a mitjans d'aquest segle, a partir de la seva àrea original de cria del sud-oest peninsular, aquesta espècie experimentà una progressiva expansió cap el nord-est; així, el 1950 arribà al límit entre Guadalajara i Aragó, ocupant el 1957 l'àrea de Calatayud (conca del riu Perejiles fins a Daroca); al principi dels anys seixanta havia travessat la serralada Ibèrica, el 1964 es veuen els primers exemplars a la depressió de l'Ebre, i durant els anys setanta s'estén per tot el prepirineu aragonés (ARAGÜÉS & LUCIENTES,1980). Navarra va ésser colonitzada a finals dels anys cinquanta-principis dels seixanta (ELOSEGUI,1985), i el 1976 es troba ja nidificant a varies localitats de l'interior de Santander (LAVIN,1978), on entra en contacte amb l'altre espècie. D'altra banda, l'expansió per la part sud-oriental de la Península arriba a finals dels setanta a Almeria i a València (PERIS,1980; URIOS i col.,1991).



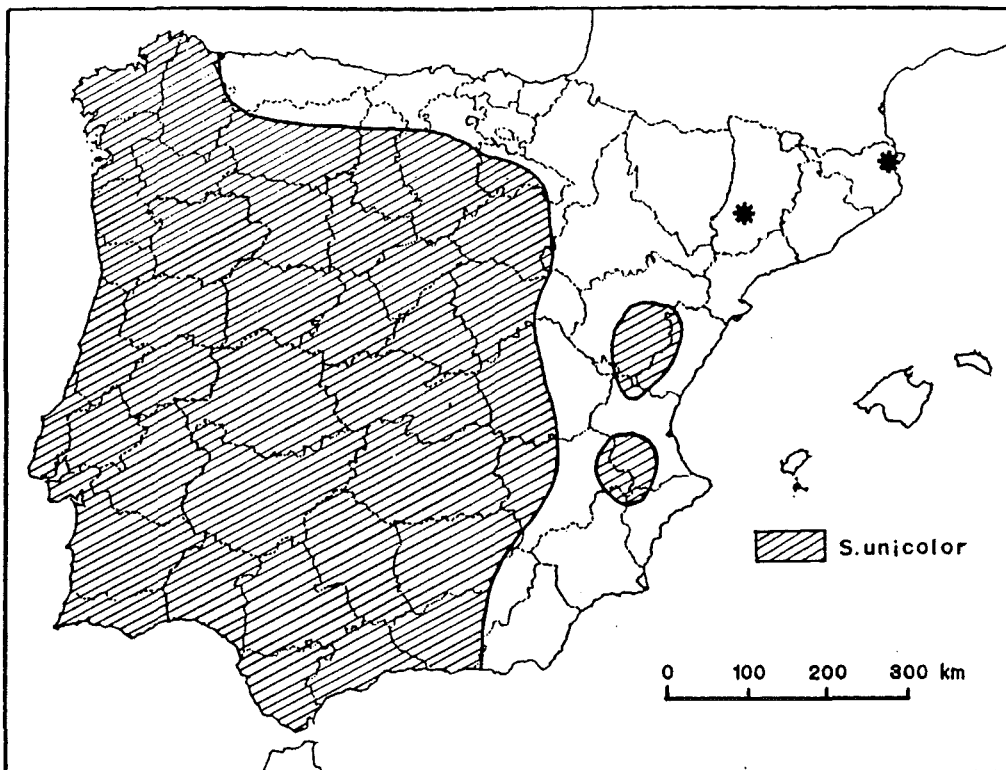


FIGURA 5.- Distribució de *Sturnus unicolor* a la Península el 1960. L'asterisc indica la localització de les primeres colònies de *Sturnus vulgaris* datades aproximadament el 1960.

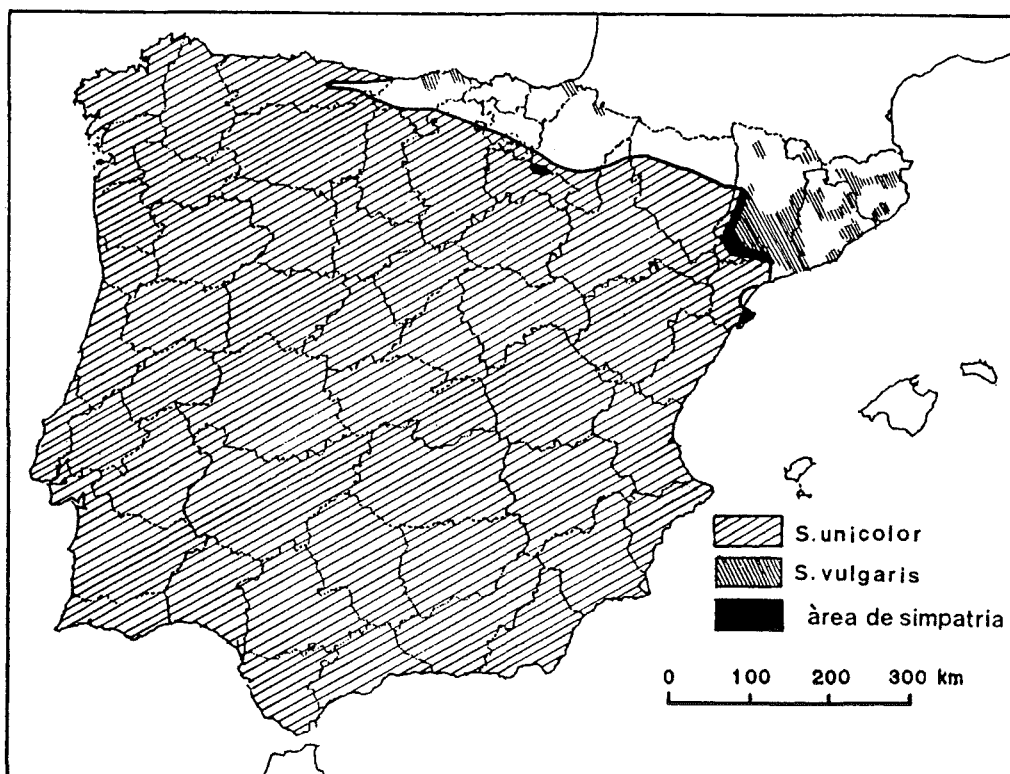


FIGURA 6.- Distribució de les dues espècies el 1979.

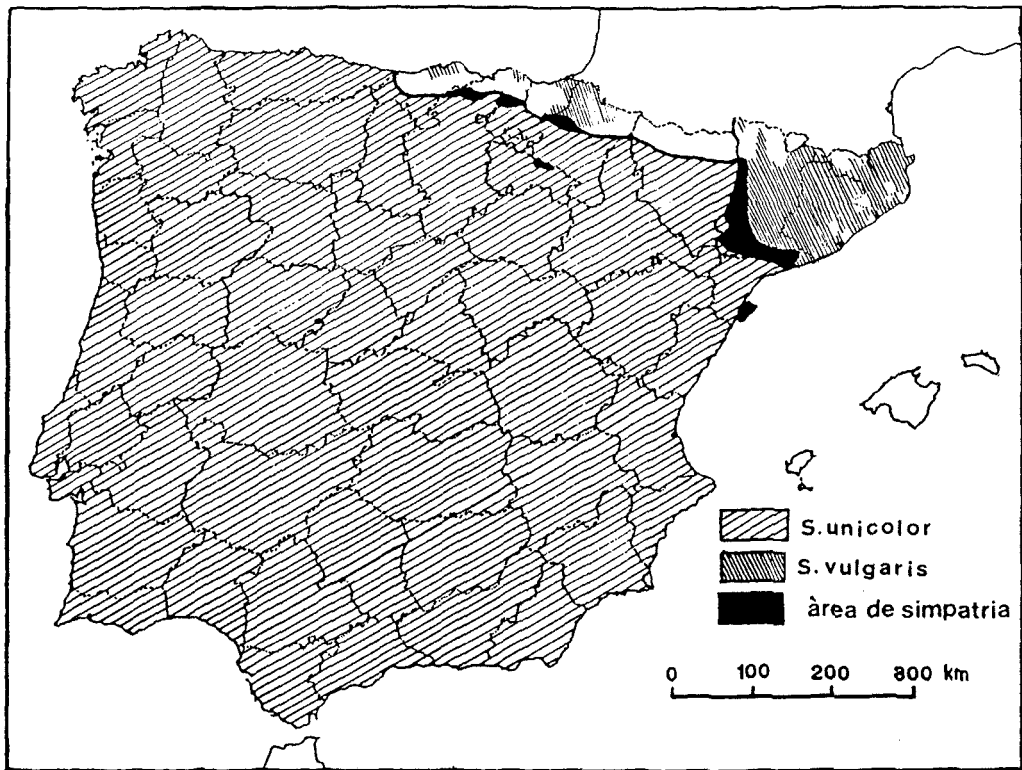


FIGURA 7.- Distribució de les dues espècies el 1983.

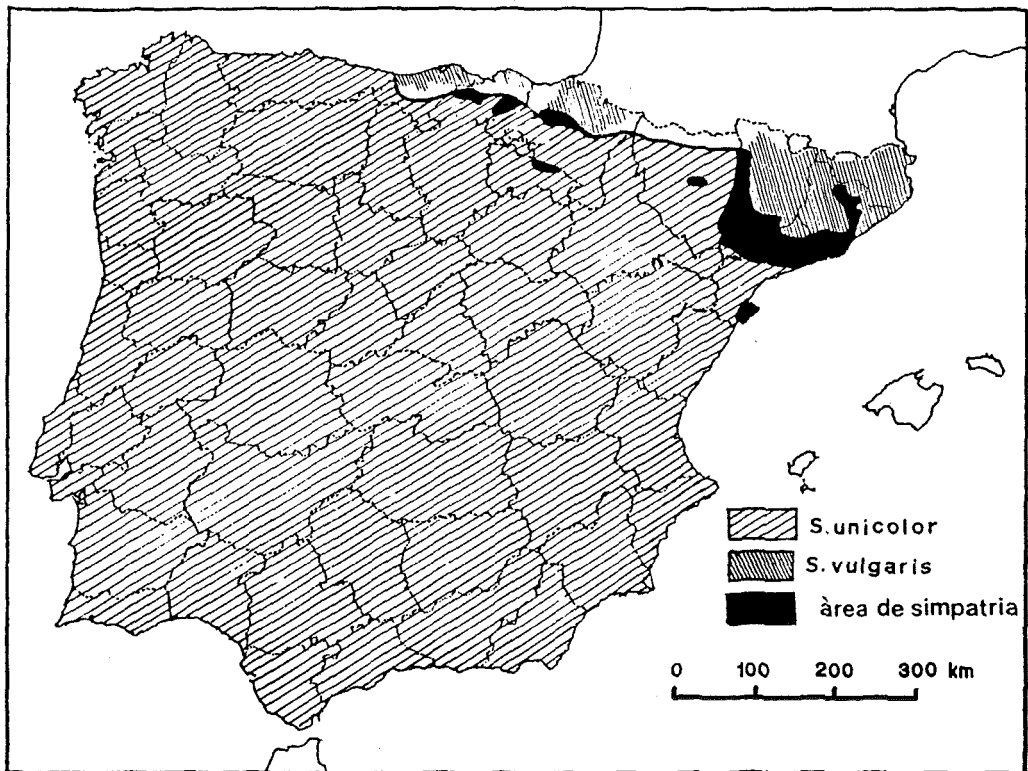


FIGURA 8.- Distribució de les dues espècies el 1987.

### 3.1.1.2. Sturnus vulgaris

Les primeres dades de Sturnus vulgaris a l'oest dels Pirineus són de la província de Navarra; com en el cas de l'altra espècie, les referències són poc precises i situen la colonització d'aquesta província a finals dels anys cinquanta-principi dels seixanta (ELOSEGUI,1985). A Guipuzcoa es coneix la nidificació des d'abans del 1973 (ARANZADI,1973; ALVAREZ DE EULATE,1974), i LAVIN (1978) dona varies localitats de cria a la costa de Santander el 1976 i 1977. A Navarra el creixement de l'àrea ocupada per l'espècie és ràpid, mentre que a la costa cantàbrica resulta més lent. L'espècie efectua "salts" cap a l'interior, on aproximadament a partir del 1975 entra en contacte amb Sturnus unicolor, formant nuclis simpàtrics en una petita àrea al nord de Logroño capital, i posteriorment al nord de les províncies de Burgos i Alava, sud-est de la província de Guipuzcoa i una estreta franja al nord-oest de la província de Navarra. A mitjans dels vuitanta també apareix un nucli de cria simpàtric al centre de la província d'Osca (vegeu Figura 8). L'evolució en el nord-est peninsular (Catalunya), colonitzat el 1960 (BALCELLS & MASOLIVER,1960), i que dona lloc a l'àrea de simpatria més extensa de totes, s'ha pogut seguir amb més detall i s'exposa a continuació.

### 3.1.2. Catalunya

A les Figures 9 i 10 es mostra l'evolució de les àrees de reproducció de les dues espècies a Catalunya durant el període 1974-1987.

#### 3.1.2.1. Sturnus vulgaris

El primer en colonitzar aquesta zona fou Sturnus vulgaris. Hi ha una dada del 1881 (VAYREDA,1883), d'una parella d'aquesta espècie criant a la plana de Vic (Osona). Deixant de banda

aquesta nidificació esporàdica, les primeres dades segures de la colonització són del 1960 quan varies parelles són trobades nidificant a les rodalies de Roses (Alt Empordà) (BALCELLS & MASOLIVER,1960), tot i que possiblement ja hi nidificava a finals dels anys quaranta (SARGATAL & HOYO,1989). Aquesta localitat es va anar controlant posteriorment (PONS,1963; MALUQUER & PONS,1966). Les referències que fan WALLACE & SAGE (1969) i KÖNING & KÖNING (1973) de Sturnus unicolor a la Costa Brava són, sens dubte, un error d'identificació de l'altra espècie.

Per la mateixa època, el 1960-62, apareix també una zona de cria a la plana de l'Urgell (Planelles) (MALUQUER i PONS,1966). És en aquesta zona on l'expansió té més èxit, el 1962 cria ja a Bell-lloc i el 1966 a Mollerusa (Segrià) (MESTRE,1975). D'ençà aquestes dates la colonització de nous indrets d'aquesta àrea és molt ràpida. El 1967 es localitza un nou punt de cria entre Castellfullit de la Roca i la vall de Vianya (Garrotxa) i el mateix 1967 es troba també a les rodalies de Manlleu (Osona) (MESTRE,1975). El 1973 cria una parella a Banyoles (Gironès) (MESTRE,1975;MASSIP,1980). D'altra banda, també el 1973 nidifiquen varies parelles al delta de l'Ebre (Montsià) i el 1974 cria una parella a Vilafranca del Penedès i a Creixell (Tarragonès) (MESTRE,1975). El 1975 es troba un niu al delta del Llobregat (Barcelonès) encara que potser ja hi criava amb anterioritat. El 1977 nidifica a Castellgalí (Bages) (BROS i col.,1981) i el 1981 inicia la nidificació regular al Vallès. A partir d'aquestes dates apareixen multitud de noves localitats de cria i s'arriben a colonitzar indrets com la Cerdanya, la vall del Noguera Pallaresa i posteriorment la Vall d'Aran. En aquesta darrera zona, els individus presumiblement procedirien de França; els darrers anys però, no s'hi ha detectat cap parella nidificant, cosa que fa pensar en una frustrada colonització d'aquesta vall. També la Cerdanya va ser colonitzada primer per la part francesa, la primera meitat dels anys setanta (AFFRE i col.,1984). Progressivament s'han omplert tots els "buïts" que quedaven entre les àrees ocupades, i actualment Sturnus

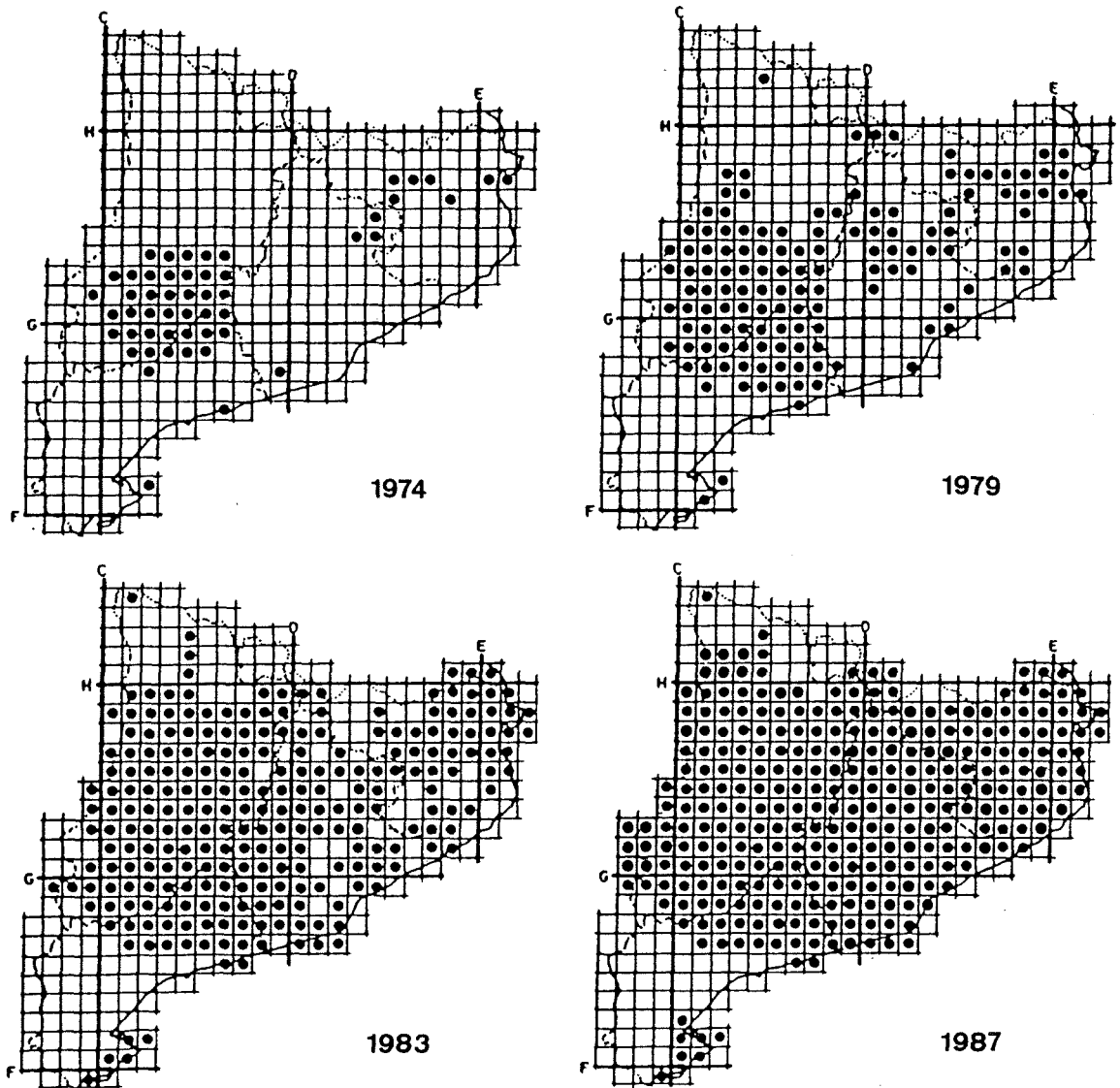


FIGURA 9.- Evolució de les àrees de cria de *Sturnus vulgaris* a Catalunya en base al reticle U.T.M. 10x10. km.

vulgaris es distribueix per pràcticament tota la superfície de Catalunya amb excepció de l'àrea més meridional (està present però al delta de l'Ebre i rodalies) i la major part de les àrees d'alta muntanya pirinenca. De tota manera, el 1989 es localitzà una parella nidificant en un avet a 1700 metres d'altitud a Montgarri (capçalera de la vall del Noguera Pallaresa) (ALONSO i col.,1990), la qual cosa insinua una progressiva encara que lenta colonització de les àrees pirinenques més difícils.

### 3.1.2.2. Sturnus unicolor

Pel que fa a Sturnus unicolor, l'any 1975 arriba procedent d'Osca al límit amb la província de Lleida (Granja Cloca) i de seguida passa a nidificar a Gimenells (1976-77) (Segrià) (MESTRE,1978). A partir d'aquí es va estenent cap el nord de la província d'Osca i l'oest de la de Lleida. Un altre front, originari de les planes del sud de Saragossa i sobretot de Terol (el 1974 nidificava ja a Vallderoures), s'estén activament cap el nord, ja que si el 1975 no havia encara arribat a Mequinença, el 1977 era ja una espècie freqüent a Maials (Segrià). Ambdós fronts s'uneixen a les rodalies de la ciutat de Lleida i avancen ràpidament cap l'est i est/sud-est fins arribar a la costa, a l'alçada de Cambrils (Baix Camp) el 1979; posteriorment, rodeijen lentament la serra de la Musara, fins arribar a Valls (Alt Camp) el 1982. D'altra banda, també es produeix una expansió provinent del sud que arriba el 1978 a Gandesa (Terra Alta) i a l'Aldea (Baix Ebre) (abans del 1979) i dirigint-se més al nord connecta amb l'anterior zona ja ocupada a Cambrils (el 1981). Simultàniament, un altre front provinent de més el sud, el 1981 ocupava ja tota la zona meridional dels Ports de Tortosa-Beseit (MOTIS i col.,1983).

A partir d'aquesta distribució general que el 1982 s'estén pel sud-oest de la província de Lleida i gran part de la de Tarragona, es produeix una progressiva expansió en direcció nord, que és però cada vegada més difícil de detectar degut a

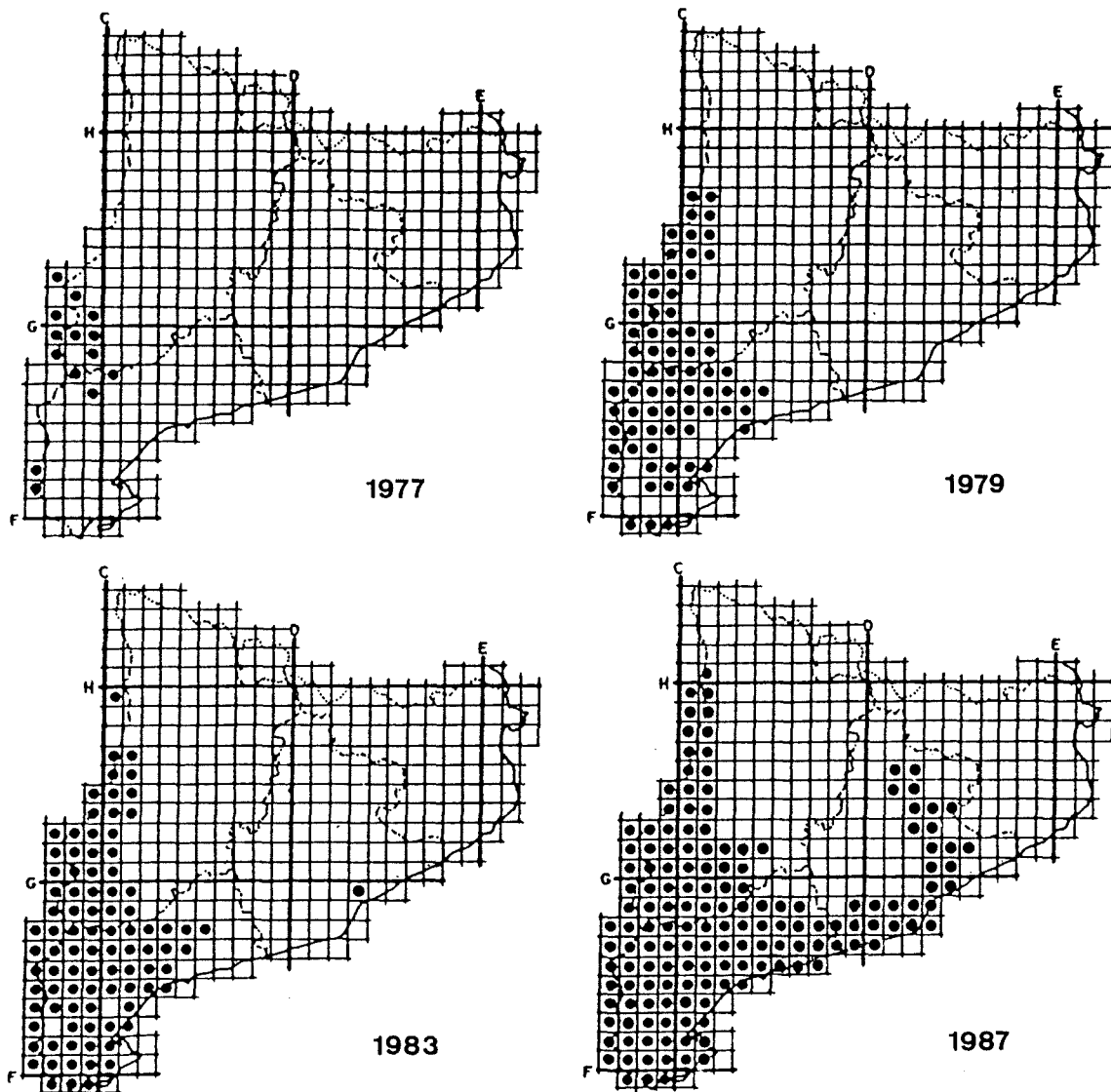


FIGURA 10.- Evolució de les àrees de cria de *Sturnus unicolor* a Catalunya en base al reticle U.T.M. 10x10 km.

la presència arreu de l'altre espècie, de la qual no sempre és fàcil de diferenciar a l'època de cria. El 1984 ja ocupa noves localitats de cria al Penedès i l'Urgell. Per la mateixa època l'espècie és detectada al delta del Llobregat, i a diverses localitats de la plana del Vallès i el Moianès. De fet, hi ha observacions de dues parelles nidificant prop de Mollet (Vallès Oriental) ja el 1980. Aquest remuntar de l'espècie per la conca del riu Besos porta a la colonització de la comarca d'Osona (primera observació el 1984) (ESTRADA,1991), on s'ha extés amb rapidesa (de 7 quadrícules U.T.M. 10x10km el 1987 a 13 el 1992).

D'altra banda, l'espècie ha saltat a l'altra banda dels Pirineus: el 1985 es va comprovar la presència de parelles nidificants a Òpol, que ben segur ja hi eren amb anterioritat, i el 1988 a la localitat veïna de Vingrau (Pirineus Orientals) (CAMBRONY,1990), en zones on no hi havia Sturnus vulgaris (M.Cambrony, com.pers). Posteriorment (1989-1990) es detectà la seva presència a la zona costanera; el 1990 es constatà la cria en cinc poblacions al nord de l'estany de Salses-Leucate (Aude) (G.R.I.V.E.,1991), i el 1992 la prospecció de la zona entre Sant Hipòlit de Salanca (Pirineus orientals) i Sigean (Aude) donà Sturnus unicolor com a nidificant en pràcticament totes les poblacions, amb un total de 55 parelles censades (KAYSER & ROUSSEAU,1992). Aquesta zona costanera està també ocupada per Sturnus vulgaris. Als Pirineus Orientals es coneix la cria d'aquesta espècie a la plana costanera des del 1977, tot i que, almenys fins a mitjans dels anys vuitanta, no era molt nombrosa (AFFRE i col.,1984).

### 3.1.2.3. Àrees de simpatria

Les dades anteriors mostren que la superfície de juxtaposició entre les àrees de distribució de les dues espècies a Catalunya és considerable, i presenta dues zones de simpatria diferenciades:



A) Al sud, una petita àrea simpàtrica localitzada al delta de l'Ebre, colonitzat primer per Sturnus vulgaris (1973) i posteriorment per Sturnus unicolor (a finals dels setanta), que s'ha anat estenen per les rodalies (Alcanar, Ametlla de Mar...). En aquesta àrea, a principis dels anys vuitanta les parelles de Sturnus unicolor eren poques i molt localitzades. Actualment però (1993), tot i que no hi ha dades quantitatives, es constata que la població de Sturnus unicolor és molt nombrosa.

B) Ocupant tot el centre i oest, la franja simpàtrica més gran de les existents fins ara (vegeu Figura 8). El contacte entre ambdues espècies en aquesta zona es produí cap el 1977 (MESTRE, 1978) a la comarca de les Garrigues, a partir de Sturnus vulgaris procedents de la plana de l'Urgell i de Sturnus unicolor de Terol, i aquesta superfície de juxtaposició ha anat creixent de manera progressiva: el 1979 existien 20 quadrícules 10 x 10 km<sup>2</sup> ocupades per les dues espècies, que augmentaren a 34 el 1983 i a 98 el 1987.

Actualment però, la dificultat de resseguir la progressió de Sturnus unicolor cap el nord i també de Sturnus vulgaris cap el sud, degut a la similitud entre ambdues espècies, va fent cada cop més difícil definir clarament els límits de les àrees de coexistència.

### 3.2. Característiques de l'expansió.

#### 3.2.1. Ambients ocupats

Analitzant el procés d'expansió, hom observa que Sturnus vulgaris ha utilitzat una difusió mixta, es a dir, ha entrat a la Península colonitzant alguns punts aïllats a partir dels quals s'ha anat estenent, a la vegada que feia nous "salts" curts i dispersos, en el sentit de PIELOU (1979). Els indrets

inicialment escollits per aquesta espècie són sempre àrees agrícoles; no ocupa zones despoblades ni les extensions de matolls i boscos, i per tant, rebutja les muntanyes i serres, les quals travessa per les valls conreades. A l'àrea cantàbrica es dispersa per zones agro-forestades, mentre que a Catalunya la distribució en les seves etapes inicials (1982) presentava una relació significativa amb la presència de conreus de cereals (chi-quadrat,  $X^2= 79.4$ , 394 g.l.l.,  $p \leq 0.001$ ) (MOTIS i col., 1983), la qual cosa fa pensar que l'espècie els seleccionava favorablement com a llocs de nidificació. Els darrers anys però, un cop ocupades totes les àrees més agrícoles del país, l'espècie s'ha instal·lat també en àrees forestades i fins i tot d'alta muntanya pirinenca. Al Montseny per exemple, on el 1985 ja es trobava repartit per totes les planes agrícoles veïnes, el 1990 va arribar a colonitzar els pobles dels vessants i les parts culminals del massís (La Calma i Matagalls) (J. Ribas, com.pers.).

En el cas de Sturnus unicolor, l'inici de la seva progressió a través de la Península sembla relacionada amb la posada en cultiu (regadius, pastures, cereals i fruiterars) de grans superfícies, fomentada pel pla de regadius iniciat els anys seixanta i que encara ara continua per la meseta nord i la vall de l'Ebre (PEREZ-CHISCANO, 1975; PERIS, 1981; PERIS i col., 1987). A l'àrea cantàbrica penetra també en terrenys de mitjana i i alta muntanya. La zona ocupada per l'espècie a Catalunya durant les primeres èpoques de la colonització, està dominada per conreus de secà (oliveres, ametllers, vinya i cereals). Sembla presentar un rebuig superior al de Sturnus vulgaris respecte de les zones boscoses o incultes, i sempre voreja per l'exterior les muntanyes i serres que se li han anat presentant (Ports de Tortosa, serra de la Musara...). A la zona del sud-est de França també va iniciar la colonització en ambients secs, de garriga i conreus de secà (sobretot vinyes), als contraforts de les Corberes, no ocupats per l'àltra espècie; i no ha estat fins més tard que ha colonitzat els ambients més diversificats de la zona costanera. A diferència

de l'altra espècie, la seva progressió ha estat bàsicament en un front que s'ha estès de manera continuada, per difusió simple. La presència de l'espècie al nord de Perpinyà en canvi, presumiblement indica que l'espècie ha efectuat un salt geogràfic força considerable.

### 3.2.2. Ritme d'expansió. Efectes del contacte interspecífic

Els resultats del càlcul de la velocitat d'expansió de Sturnus unicolor a la Península pels diferents períodes considerats a les Figures 5-8 i pel període total, es mostren a la Taula 1. En els tres períodes resulten relativament similars, tot i que hi ha una disminució progressiva, des del primer període (1974-79:5.4 km/any) al tercer (1983-87:4.7 km/any). L'enlentiment en aquest darrer període es degut a que la superfície que resta per colonitzar a la franja cantàbrica i aragonesa compren àrees poc adients, de mitja i alta muntanya, mentre que a Navarra i sobretot a Catalunya, on encara queden extenses zones baixes cultivades on la progressió de l'espècie seria fàcil, aquesta es troba amb la presència ja ben establerta de Sturnus vulgaris. Aquest fet queda també palès a la Figura 11 referent a Catalunya, on s'observa com

1974-79	1979-83	1983-87	1960-1987
5.4	4.6	4.0	4.7

TAULA 1.- Taxes d'expansió (km/any) de Sturnus unicolor a la península Ibèrica.

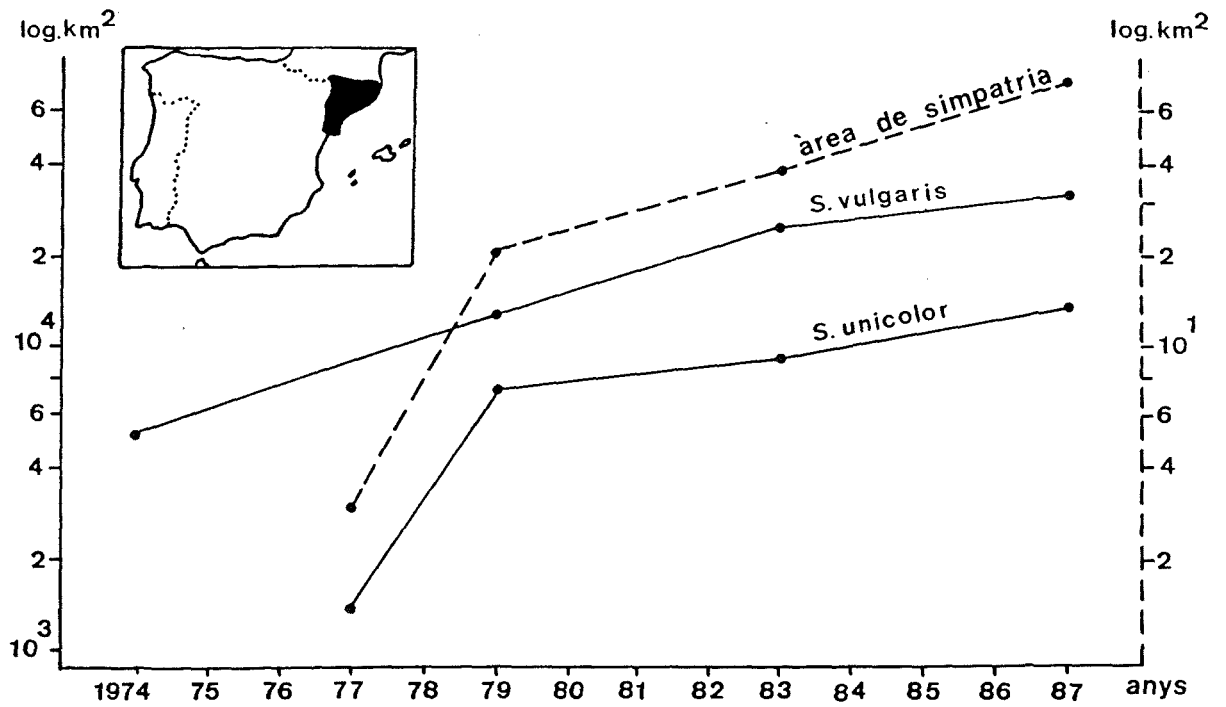


FIGURA 11.- Evolució de l'àrea ocupada (log.Km<sup>2</sup>) per ambdues espècies i per l'àrea de simpatria a Catalunya, a partir dels mapes de les Figures 9 i 10.

l'aparició de l'àrea de simpatria entre les dues espècies el 1977, la qual creix ràpidament fins el 1979, produeix a partir d'aquí una disminució del ritme d'expansió especialment de Sturnus unicolor, que es troba amb la presència de l'altra espècie que frena la seva expansió cap el nord i est de Catalunya. Sturnus vulgaris, no es veu aparentment tant afectada perquè conserva les seves possibilitats d'expansió en direcció nord.

Si que apareixen canvis clars en el ritme d'expansió de Sturnus vulgaris a Catalunya si es diferencia entre el front d'expansió cap el nord, lliure de la presència de l'altra espècie, i el front d'expansió cap el sud, on a partir del 1977 es troba amb Sturnus unicolor (MESTRE, 1978) (vegeu Taula 2). Si considerem les xifres del primer període (1974-79), quan l'altra espècie encara no exercia una influència substancial, veiem com la taxa d'expansió era igual al front nord i el sud (4.2 km/any) i similar a la mitjana global obtinguda per Sturnus unicolor (4.7 km/any). Durant el segon període (1979-83) apareix una marcada diferència entre el ràpid avenç del front nord i l'enlentiment del sud. La disminució del ritme d'expansió en el front nord durant el tercer període (1983-87) es pot atribuir a la manca d'àrees adequades, donat que ja només queden les zones de mitjana i alta muntanya pirinenques.

	1974-79	1979-83	1983-87	1974-87
FRONT NORD	4.2	9.3	2.7	5.4
FRONT SUD	4.2	0.3	0.3	1.8
TOTAL ÀREA	4.2	4.8	1.5	3.6

TAULA 2.- Taxes d'expansió de Sturnus vulgaris a Catalunya, a partir del punt de colonització de la plana de l'Urgell (asterisc inferior Figura 5).

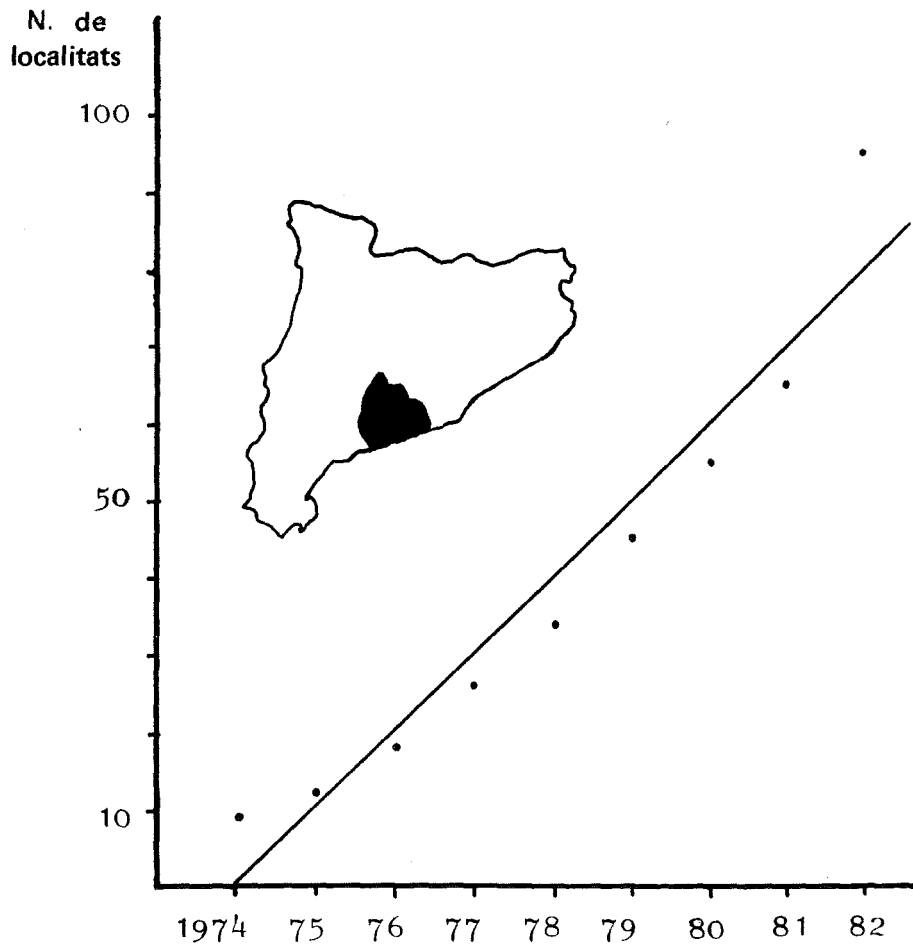


FIGURA 12.- Evolució del nombre de localitats (pobles o masos aïllats) ocupades per Sturnus vulgaris des del 1974 al 1982 a la zona assenyalada en el mapa. La recta és  $y = -9.77 + 9.93x$  ( $r: 0.964$ ).

També queda palesa la rapidesa de l'expansió quan no hi és present l'altra espècie en la Figura 12 on s'observa el ràpid creixement del poblament de Sturnus vulgaris en una zona agro-forestada que compren les comarques de l'Alt Penedès, Baix Penedès i Garraf. Aquesta àrea va ser colonitzada el 1974, on l'espècie ocupà 9 localitats diferents de cria (encara que potser dues ja existien anteriorment), i el 1982 ja nidificava en 95 localitats diferents.

#### 4. DISCUSSIÓ

L'expansió de les dues espècies a la Península ha estat estretament lligada a les àrees agrícoles o agro-forestades. En el cas de Sturnus vulgaris, l'àrea amb més èxit de colonització ha estat la dels conreus de cereals de la depressió de l'Ebre lleidatana. Aquesta preferència pot ser deguda a les característiques dels conreus cerealistes, ja que són zones molt obertes, amb arbres dispersos, que tenen força similitud estructural amb les àrees de prats i pastures del centre d'Europa, d'on és originària l'espècie.

D'altra banda, és conegut que la utilització dels cereals com aliment és un recurs alimentari usat sobretot a l'hivern i a l'època de sembra (HAVLIN & FOLK, 1965; GROMADZKI, 1969), que a l'àrea considerada és entre novembre i desembre. GROMADZKI (1969) troba a Polònia que durant el mes de febrer Sturnus vulgaris s'alimenta principalment de llavors i plàntulas de cereals, i PERIS (1981) troba també en l'alimentació de Sturnus unicolor una gran proporció de gramínees domèstiques durant el mes de gener. Així doncs, és possible que els cereals hagin actuat sobre la sedimentació d'individus colonitzadors de Sturnus vulgaris en l'època prèvia a la cria.

L'inici de l'expansió dels dos estornells a la Península ha estat quasi simultani, i a una velocitat similar (4.7 km/any en Sturnus unicolor, 3.6-4.2 km/any en Sturnus vulgaris), que no és molt ràpida si es compara amb els ritmes d'expansió que oscil·len entre els 10-70 km/any d'altres espècies i més concretament amb els 43 km/any de Sturnus vulgaris a Nordamèrica (MARGALEF, 1974). Aquestes baixes taxes d'expansió presumiblement són degudes a la configuració general de la Península, amb un relleu muntanyós amb grans àrees arbustives i forestals, que enlenteixen la progressió dels estornells (és el cas de la franja cantàbrica), a diferència de les àrees cultivades que són ràpidament colonitzades (el cas de la vall de l'Ebre o el Penedès).



#### 4.1. Evolució de les àrees de simpatria

Pel que fa a la futura evolució de les àrees de simpatria, cal primer de tot considerar les diverses situacions que es poden donar quan es produeix el contacte secundari entre dues espècies taxonòmicament properes. A grans trets, i segons el grau de diferenciació específica al qual havien arribat les dues espècies en situació d'alopatria, es donen tres diferents fenòmens (MAYR, 1942, 1963; HAFFER, 1989):

1) Hibridació. Es produeix la hibridació de pràcticament tota la població en simpatria. Durant el període d'alopatria s'han format diferències morfològico-genètiques però segueixen essent una mateixa espècie. Es tracta de subespècies (si la franja d'hibridació és ampla) o megasubespècies (si la franja d'hibridació és estreta).

2) Exclusió geogràfica. En la zona de contacte es produeix una exclusió geogràfica amb petites zones de juxtaposició. La hibridació és molt limitada o inexistent. Es tracta de dues espècies diferenciades: semiespècies sensu SHORT (1969) si hi ha hibridació, o paraespècies sensu PRIGOGINE (1980, 1984) i SUDHAUS (1984) si no n'hi ha.

Aquesta exclusió pot produir-se de forma passiva per diferències ecològiques o, al contrari, degut a la competència que s'estableix al tenir ambdues espècies necessitats ecològiques molt semblants. Hi ha situacions intermèdies i de transició dinàmica entre les dues situacions. De fet, l'exclusió geogràfica és el tipus de situació que es dona amb més freqüència en les espècies parapàtriques del paleàrtic, segons l'exhaustiva revisió feta per HAFFER (1989).

3) Simpatria. Es produeix una juxtaposició progressiva de les àrees de reproducció, i es forma una àrea de simpatria dins la qual ambdues espècies poden viure en el mateix biòtop donat que les diferències ecològiques que presenten són suficients i tenen un aïllament reproductor efectiu. Es tracta de dues espècies ben diferenciades i generalment no es donen casos d'hibridació.

Els resultats de l'anàlisi del ritme d'expansió de les dues espècies d'estornells a Catalunya contribueixen a donar una visió a gran escala de les conseqüències de la coexistència entre les dues espècies. Les dades indiquen una clara relació entre la velocitat d'expansió d'una espècie i la presència/absència de l'altra espècie. D'una banda, la disminució del ritme de colonització de Sturnus unicolor a Catalunya a partir del 1979, coincideix amb l'establiment del contacte amb Sturnus vulgaris. D'altra banda, hi ha una marcada diferència en la velocitat d'expansió dels dos fronts de Sturnus vulgaris, molt inferior en el front sud, on es troba amb la presència de Sturnus unicolor. Aquests fets fan que la superfície de l'àrea de simpatria, que augmentà ràpidament al principi, hagi disminuït el seu ritme de creixement, tot i que no s'ha aturat. De fet, l'actual presència de Sturnus unicolor a l'altra banda dels Pirineus fa pensar en una progressiva colonització de França per part d'aquesta espècie.

En definitiva, les dades mostren com una densitat prou gran d'estornells a banda i banda de l'àrea simpàtrica, actua frenant la colonització de noves parcel·les, i per tant, evidencien l'existència d'una relació de competència entre ambdues espècies. Així mateix però, la superfície de juxtaposició va augmentant progressivament, i segons les observacions més recents, almenys la introgressió de Sturnus unicolor dins de l'àrea de Sturnus vulgaris no sembla aturar-se. De fet, les dades obtingudes durant els darrers anys, insinuen que Sturnus unicolor presenta una major tendència a l'avenç i a augmentar la població de les zones ja ocupades (com en els casos del delta de l'Ebre, l'Osona, o el sud de França), que podrien ser conseqüència d'una dominància d'aquesta espècie sobre Sturnus vulgaris.

Pel que fa a les possibilitats d'hibridació entre les dues espècies d'estornells, durant els anys d'estudi de la població simpàtrica catalana, s'han produït diverses observacions de parcel·les mixtes (0.5% d'un total de 790 parcel·les controlades), que en algun cas han arribat a produir polls volanders, un dels quals es va mantenir en captivitat durant tres mesos

(MOTIS,1993) (vegeu síntesi en Annex I). D'altra banda, s'han obtingut dades sobre individus amb plomatges intermedis que suggereixen que una certa part de la població (0.49%-1.42%) podria estar formada per híbrids (dades inèdites). Així mateix, recentment s'han aconseguit a Bèlgica en captivitat dues parelles mixtes amb producció de polls, que malauradament moriren de manera accidental abans dels tres mesos i mig de vida (EENS i col.,1992b). Aquestes dades demostren que, malgrat els intents fallits d'aparellament interspecífic en captivitat realitzats anteriorment (BERTHOLD,1971), aquest és factible, i a més, es dona també de forma espontània en condicions naturals.

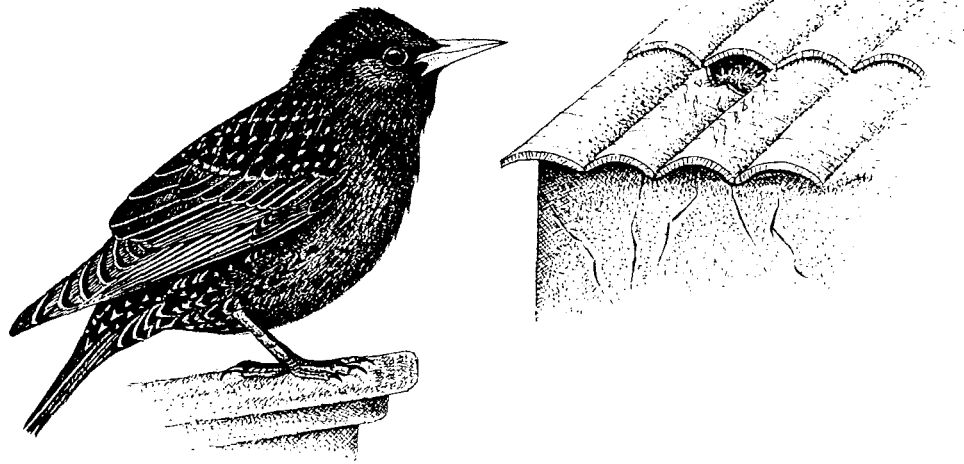
La situació que es dona en el cas de les dues espècies d'estornells es pot resumir en:

- àrea creixent de juxtaposició
- hibridació d'una part molt petita de la població
- competència interspecífica basada en uns mateixos requeriments ecològics (vegeu Part II) i en estretes relacions territorials (vegeu Parts III i IV).

Aquesta situació però s'emmarca en un procés encara molt dinàmic de canvi, que fa difícil adscriure-la dins un determinat esquema. D'altra banda, hi ha un fenomen que pot tenir una gran incidència, i és el de l'existència d'un decalatge en la fenologia de cria entre les dues espècies. A les zones d'estudi, Sturnus vulgaris comença la primera posta a mitjans de març, assolint el màxim a finals de mes, i la segona posta es dona sobretot durant la primera quinzena de maig; pel que fa a Sturnus unicolor, la primera posta no es produeix fins la primera quinzena d'abril i la segona té el màxim a finals de maig-començaments de juny (MESTRE & MOTIS,1983). Encara que aquest decalatge general d'unes dues setmanes no es dona en moltes de les parelles de colònies mixtes, i tampoc no impedeix la formació de parelles interspecífiques, pot resultar un element de control molt important a nivell de la població en general. El decalatge en la utilització de les àrees de nidificació actua com una

exclusió temporal, que en certa manera pot substituir l'exclusió geogràfica esmentada més amunt, i que es dona en espècies amb competència i cert grau d'hibridació (semiespècies).

## ***PART II***



# ***SELECCIÓ COMPARADA DEL LLOC DE NIDIFICACIÓ***

## PART II: SELECCIÓ COMPARADA DEL LLOC DE NIDIFICACIÓ

### 5. INTRODUCCIÓ

Les dues espècies d'estornells situen el niu en cavitats, generalment en paisatges oberts i propers a zones habitades per l'home. Es forneixen de forats adequats tant en arbres com en edificis, i la utilització d'uns o d'altres depèn de les zones. Al nord i centre Europa Sturnus vulgaris usa amb molta freqüència els arbres, a Polònia per exemple, en el 42% dels casos (GROMADZKI, 1978), mentre que a les zones més meridionals i menys forestals són els teulats de teules i els murs dels edificis els que proporcionen més possibilitats per a la nidificació. S'ha descrit però la nidificació d'aquesta espècie en multitud d'indrets que també ofereixen cavitats adequades, com són nius d'altres ocells (Picus viridis, Riparia riparia, Pica pica), penyassegats marins o de l'interior, cactus saguaros, palmeres datileres, caus de conill, etc., i fins i tot fora de cavitats, en forquilles d'arbres o arbusts molt densos (KESSEL, 1957; ROYALL, 1966; FEARE, 1984).

En Sturnus unicolor, SUDHAUS (1969) dóna com a llocs favorables a Còrsega i Sardenya tant teulats com murs i arbres, també aprofita però nius d'altres ocells (Corvus monedula i Merops apiaster). A Salamanca, PERIS (1984a) el troba nidificant sobretot en teulats i forats d'edificis (97%), mentre que la resta (3%) ho fa en forats als arbres fets per Picus viridis i Dendrocopus major, fenomen que es dóna també a Galícia (GALLEGO & BALCELLS, 1960). També s'han controlat nius en acumulacions de palla, en palmeres, i s'han trobat nius oberts, sobre la forquilla d'un arbre i en arbustos espessos d'arç blanc (LAVIN, 1978; PERIS, 1984a).

A Catalunya, les dues espècies nidifiquen bàsicament en edificis, tot i que també es poden trobar nius en ponts, pals de ciment, torres de conducció elèctrica, arbres, la base de nius de cigonyes, etc. (MESTRE & MOTIS, 1983; ALONSO i col., 1990

i dades inèdites). A l'àrea considerada en el present estudi nidifiquen quasi exclusivament en els edificis dels pobles. Poden situar el niu en forats de les parets, però la gran majoria ho fa sota les teules dels teulats: una anàlisi prèvia en l'àrea del present estudi, mostrarà que només el 4.3% (N=513) dels nius que es troben en els edificis estan situats en forats dels murs.

En les espècies que nidifiquen en cavitats, sovint la presència de forats adequats és un factor limitant. En aquestes circumstàncies, la competència interspecífica pot arribar a ser molt important (HAARTMAN,1957). En les dues espècies d'estornells, diversos estudis (SUDHAUS,1969; WALTER & DEMARTIS,1972; COLEMAN,1974; PERIS,1984a) han detectat competència tant intraspecífica com interspecífica amb d'altres ocells, sobretot, Passer domesticus i Passer hispaniolensis. Fins ara però, no s'havien pogut analitzar amb detall les similituds en els requeriments del lloc de cria entre les dues espècies d'estornells nidificant a la mateixa zona.

### 5.1. Objectius del present estudi

En el present capítol es farà una anàlisi del lloc de nidificació de les dues espècies d'estornells, centrat exclusivament en la cria en els teulats, que, com s'ha dit anteriorment, són el lloc de nidificació més utilitzat per les dues espècies a la zona de simpatria estudiada.

S'examinarà la importància de diversos paràmetres físics per tal de:

- conèixer els factors més importants que influeixen en la selecció del lloc de cria en les dues espècies
- comparar les similituds i/o diferències entre ambdues espècies nidificants a les mateixes localitats en relació als esmentats paràmetres.

D'altra banda, les dades permetran:

- analitzar com és la distribució de les parelles en un medi relativament homogeni com és un poble i comprovar

l'existència de nuclis de reproducció.

- examinar com es distribueixen les dues espècies en una mateixa localitat, especialment en el cas que una d'elles es trobi en minoria numèrica.

- comprovar la presència de colònies mixtes (amb les dues espècies nidificants), quantificar-la en relació al conjunt de colònies i analitzar les seves característiques respecte dels paràmetres físics abans esmentats.



## 6. MATERIAL I MÈTODES

Les observacions es van portar a terme a les següents localitats de l'àrea de simpatria (vegeu Figura 3): Castellans, Àspa, El Cogul, Llardecans i Maials; localitats que van del nord-est, on Sturnus vulgaris és el més comú, al sud-oest, on domina Sturnus unicolor. El mostratge es va portar a terme del 18 de maig al 22 de juny de la temporada de cria del 1983. Per cada poble s'escolliren diferents observatoris (de 4 al El Cogul a 9 a Maials) sempre situats en parts elevades (campanars o turons propers), per tal de visualitzar el màxim possible de teulats, i prou lluny dels teulats observats per impedir cap efecte de l'observador sobre la presència dels ocells.

Les observacions es van fer amb prismàtics Leitz 10 x 40 i una ullera de llarga vista Kowa 20-60 x 60, i es van situar en mapes d'escala 1:2665 a 1:2790 segons les localitats, extrets de fotografies aèries realitzades el 1974 (SERVEI CARTOGRÀFIC DE LA GENERALITAT) i actualitzades per l'observació directa.

La unitat de mostratge utilitzada és el vessant d'un teulat. L'estructura dels teulats, formats generalment per dos aiguavessos pendents i oposats, fa que, si l'orientació és un dels paràmetres a considerar, s'hagin de tractar els dos vessants per separat. D'altra banda, el tipus de mostratge implica que no sempre s'hagin pogut observar els dos vessants d'un mateix teulat. Així mateix, es consideren unitats diferents tots els vessants que, tot i trobar-se de costat i presentar la mateixa alçada i orientació, pertanyen a cases diferents, donat que les seves característiques en relació a l'estat del teulat (nombre de cavitats) poden variar. En un mostratge previ es comprovà com la superfície dels vessants és poc important de cara al nombre de nius del vessant, i ambdós paràmetres tenen una correlació baixa ( $r_s=0.32$ , 23 g.ll., n.s.). Es mostrejaren un total de 2.224 vessants de teulats. El percentatge de cobertura assolit per a cada poble es mostra a la Taula 3.

CASTELLDANS	53.8% (N=1.047)
EL COGUL	59.3% (N= 330)
ÀSPA	62.8% (N= 449)
LLARDECANS	58.8% (N= 772)
MAIALS	64.7% (N=1.162)
TOTAL	59.9% (N=2.224)

TAULA 3.- Percentatge de cobertura assolit en cadascuna de les localitats respecte del total de vessants de teulats existents. N=nombre de vessants mostrejats

### 6.1. Paràmetres considerats

Considerant els factors que segons diversos autors (HAARTMAN, 1957; SUDHAUS, 1969; VERHEYEN, 1969; COLEMAN, 1974; PERIS, 1984a) tenen influència en la selecció del niu en ambdues espècies (presència de cavitats adequades, tranquil.litat, alçada i orientació), els paràmetres considerats per a cada unitat de mostratge han estat els que es detallen a continuació.

#### 6.1.1. Nombre de cavitats

Per poder bastir el niu sota les teules, els estornells necessiten que hi hagi forats d'entrada (en la major part dels casos fornits per teules trencades o mal posades), que són generalment visibles de lluny. Així, un teulat vell, amb molts forats, és un indret de cria potencial pels estornells. Per quantificar aquest paràmetre, s'han establert tres categories, basades en l'experiència prèvia respecte del tipus de teulats existents:

- 1 teulat sense cap forat visible (correspon generalment a un teulat nou o recentment arreglat)
- 2 teulat amb 1-5 forats visibles (el tipus més freqüent, corresponent a la majoria de les cases habitades)
- 3 teulat amb més de 5 forats visibles (pertany a cases deshabitades, molins, pallers...)

Aquestes categories són útils i fàcils d'establir durant el mostratge, encara que són evidentment relatives, donat que el nombre de forats considerat és el que hom pot veure a distància i per tant pot no correspondre al nombre real de possibles entrades dels estornells sota les teules. Val a dir però que, a "posteriori" de l'aplicació del mètode, només en rares ocasions (2.08%, N=335) s'han trobat més nius que els que corresponen a la categoria assignada.

#### 6.1.2. Aïllament

Aquest paràmetre considera conjuntament l'alçada i la inaccessibilitat en front els predadors. S'han considerat **aïllats** els vessants que sobresurten almenys dos metres dels veïns i també els que tenen almenys 2 metres de separació de qualsevol altra casa propera i un mínim de 3.5 metres d'alçada. Aquestes distàncies s'han considerat les mínimes necessàries per impedir als gats (principals predadors) arribar al teulat amb facilitat. Així doncs, hi ha dues categories:

- A vessant aïllat
- B vessant no aïllat

#### 6.1.3. Orientació

S'ha classificat l'orientació de cada vessant de teulat en base a 16 orientacions diferents (22.5° cadascuna), tot i que en l'anàlisi dels resultats s'han agrupat fins a obtenir-ne 8 (N, NE, E, SE, S, SO, O, i NO).

#### 6.1.4. Presència d'estornells

Per a cadascuna de les vessants s'ha determinat la presència o no de parelles reproductores de les dues espècies d'estornells. El mètode ha estat el següent: cada vessant o grup de vessants que puguin ser observats al mateix temps, ha estat controlat durant 5 minuts de manera ininterrompuda, preferentment a primera hora del matí i al final de la tarda, quan els mascles canten prop del niu. Segons BOGUCKI (1972 *in* GROMADZKI, 1978), durant el període d'alimentació dels polls la mitjana de visites al niu és d'una cada 2-3 minuts. GROMADZKI (1978) dona un temps de 2.5 minuts per a descobrir un niu en una colònia d'un teulat, disminuint aquest temps a mesura que augmenta el nombre de nius i arribant-se als 10 minuts al descobriment del 96% dels nius presents. Així doncs, quan la parella està en període reproductor, l'espai de 5 minuts és suficient per a detectar almenys un dels adults, tant el mascle cantant prop el niu quan la parella te ous, com algun dels adults portant becada als polls quan aquells ja han eclosionat. Si, durant el període d'observació de cinc minuts, es detecten una o més parelles, segueix l'observació durant 10-15 minuts més, per tal de determinar amb exactitud tant el nombre total de parelles de com comprovar amb seguretat l'espècie o espècies presents.

Aquest mètode té certa tendència a detectar amb més facilitat la presència de les parelles que nidifiquen en grups colonials en un mateix vessant o vessants propers en detriment de les que ho fan aïllades. Aquest fet però, no afecta els objectius del present mostratge.

#### 6.2. Determinació del patró de distribució en els pobles

Per tal de determinar quin tipus de distribució segueixen els estornells en un medi relativament homogeni com és cadascun dels pobles, hom ha aplicat el següent mètode: confeccionar un reticle de 50 x 50 metres i, una vegada sobreposat al mapa

d'una localitat, considerar cada quadrat, amb els teulats ocupats que conté, com a una unitat de mostreig. Les unitats de 50 x 50 metres són de mida suficient com per contenir diversos punts de cria d'estornells i a la vegada permeten aconseguir prou quantitat de mostra a cada localitat. A aquestes unitats hom ha aplicat l'índex d'agregació de CLARK & EVANS (1954 in VALIELA, 1984):

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n r_i}{N} \cdot 2\sqrt{p}$$

on  $r_i$  és la distància mínima entre els vessants ocupats dins de cada quadrat de 50 x 50 metres,  $N$  és el nombre total de vessants ocupats i  $p$  és la densitat (vessants ocupats per superfície). Les distàncies mínimes entre els vessants ocupats s'han calculat segons VALIELA (1984), mesurant sempre la distància més propera en només un dels quatre quadrants ( $90^\circ$ ) possibles (en aquest cas el superior dret). Aquest mètode, com ja indica l'esmentat autor, pot provocar la inclusió de distàncies entre teulats d'agregacions diferents, però d'altra banda, dona una informació més correcta de la distribució en l'espai de les diferents agregacions.

VALIELA (1984) relaciona la variació en l'índex d'agregació ( $R$ ) i la densitat del poblament ( $p$ ), podent-se així analitzar diferències en el tipus de distribució a diferents densitats: si els valors de  $R$  són inferiors a 1 denoten una distribució en agregats, si  $R$  és igual a 1, aquesta és a l'atzar, i si els valors de  $R$  són superiors a 1, la distribució és uniforme.

### 6.3. Determinació dels nuclis reproductors

Dins d'un mateix poble és difícil definir els límits del que correspon a una colònia de cria, donat que, si bé hi ha nuclis on s'agrupa una major densitat de parelles, també hi ha

parelles més o menys aïllades i distribuïdes arreu. Per establir els límits d'aquests grups colonials o nuclis reproductors, s'ha utilitzat un mètode indirecte: construir un reticle de 25 x 25 metres i, posant-lo sobre el mapa de cada poble, determinar les agrupacions de parelles en funció de les quadrícules contigües ocupades amb més d'una parella. S'ha considerat que la unitat de 25 x 25 metres és prou petita com per evitar incloure parelles que puguin pertànyer a diferents nuclis de cria. Tot i que en algunes ocasions l'artificialitat del mètode fa que quedin aïllades parelles que, sens dubte, per la seva proximitat a un nucli reproductor, en formen part efectiva, aquest mètode ha permès d'establir la distribució dels grups dins el poble d'una manera objectiva.

## 7. RESULTATS

### 7.1. Influència dels paràmetres considerats

El total de parelles per espècie i per localitat trobades durant el mostratge es mostren a la Taula 4. A continuació es comenten els resultats de l'ubicació dels nius en relació als tres paràmetres considerats.

#### 7.1.1. Aïllament i nombre de cavitats

Respecte del paràmetre aïllament, els resultats indiquen que per a totes les localitats i per a les dues espècies hi ha diferències significatives entre l'ocupació esperada i l'observada dels vessants, havent-hi una major ocupació dels vessants aïllats (categoria A) (Taula 5). Pel que fa al paràmetre nombre de cavitats, també les diferències són significatives per tots els casos, amb una ocupació més gran de l'esperada de la categoria 3 (més de cinc forats), excepte per la localitat de Maials (Taula 5).

Si es combinen els dos paràmetres anteriors, en resulten sis categories diferents: A1, A2, A3, B1, B2 i B3. Els percentatges d'ocupació de vessants per les parelles d'estornells en relació a aquestes categories, es mostren a la Figura 13. Apareix una diferència significativa entre els valors esperats i els observats d'ocupació de les diferents categories, tant per cada localitat com per les dues espècies per separat (Taula 5). En tots els casos, les categories responsables d'aquesta diferència són les A3 i A2. Es a dir, en totes les localitats els estornells presenten els percentatges d'ocupació més elevats dels vessants aïllats i amb elevat nombre de cavitats, que, d'altra banda, són els menys abundants en els pobles.

Així mateix, si es consideren els dos estornells per separat (Figura 14), s'observa com l'ordre de preferències en l'ocupació dels vessants és el mateix en les dues espècies per

	<u>S.vulgaris</u>	<u>S.unicolor</u>	Indet.	TOTAL
CASTELLDANS	87	3	12	102
EL COGUL	49	11	0	60
ÀSPA	37	26	6	69
LLARDECANS	6	133	7	146
MAIALS	3	99	13	115

TAULA 4.- Nombre de parelles de cada espècie i total de parelles per cada localitat trobades a partir del mostratge realitzat. Indet.: parelles l'espècie de les quals no va poder ser determinada amb seguretat.

	A	B	C
graus ll.	1	2	5
CASTELLDANS	33.671 +	32.874 +	85.058 +
EL COGUL	29.288 +	6.569 *	54.315 +
ÀSPA	18.466 +	15.474 +	37.442 +
LLARDECANS	48.920 +	34.566 +	98.996 +
MAIALS	175.346 +	5.180 -	209.325 +
TOTAL POBLES	285.175 +	82.894 +	437.130 +
<u>S.vulgaris</u>	73.016 +	41.150 +	144.574 +
<u>S.unicolor</u>	218.098 +	38.462 +	226.695 +

TAULA 5.- Resultats del test chi-quadrat (valors de  $X^2$  i nivell de significació) per localitats i per espècies en relació a l'ocupació de vessants segons els paràmetres:

A: aïllament

B: nombre de cavitats

C: combinació dels dos paràmetres anteriors (vegeu categories formades a la Figura 13).

+:  $p \leq 0.0001$     \*:  $p \leq 0.05$     -:  $p \leq 0.07$



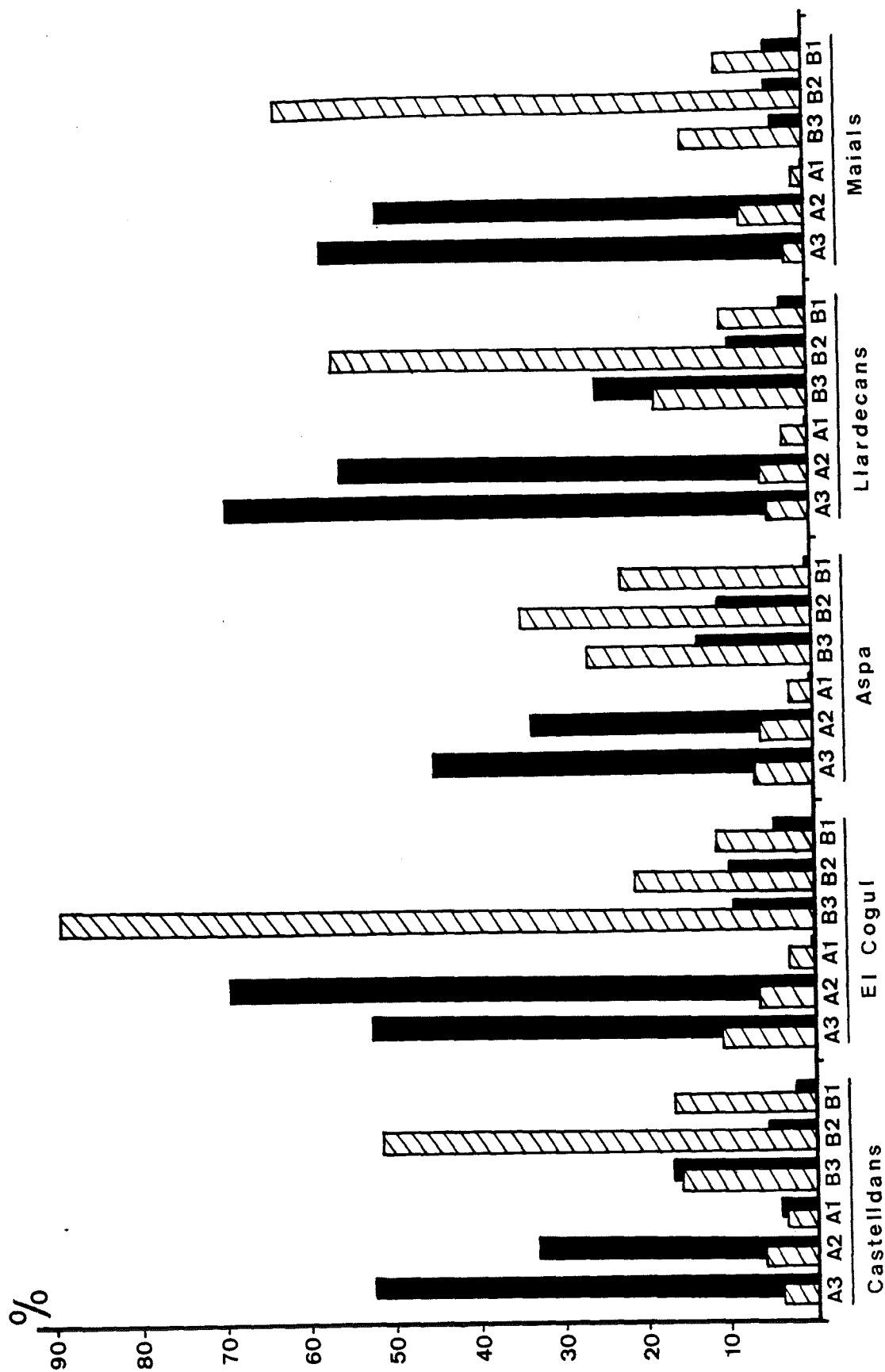


FIGURA 13.- Percentatge, per a cadascuna de les localitats estudiades, dels vessants de teulat existents de cada categoria (ratllat), i percentatge de vessants de vessants ocupat per estornells (negre).

A: vessant aïllat; B: vessant no aïllat  
 1: sense forats; 2: 1-5 forats; 3: més de 5 forats

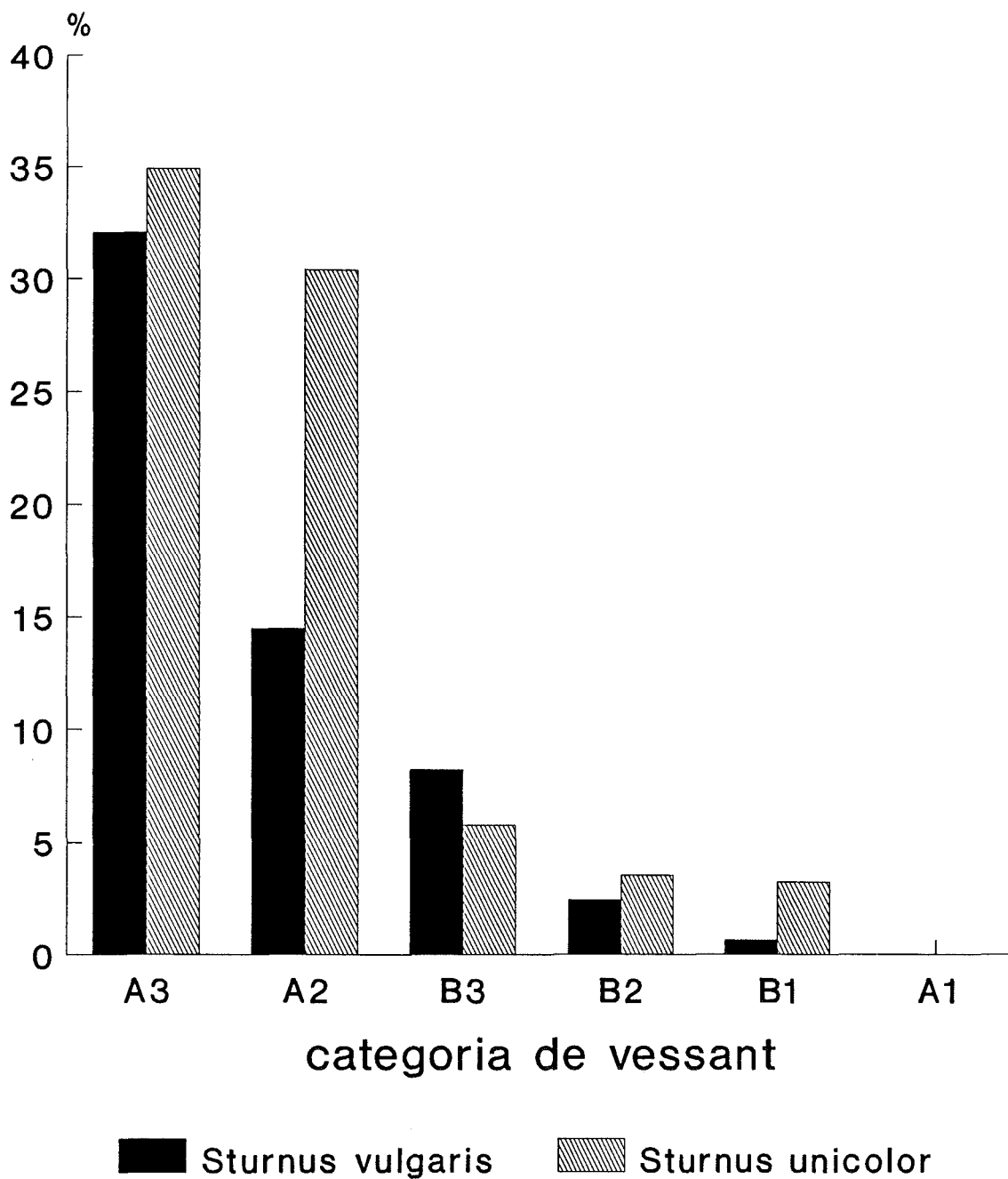


FIGURA 14.- Percentatge d'ocupació de cada categoria de vessant respecte del total mostrejat, per a cadascuna de les espècies.  
**A:** vessant aïllat; **B:** vessant no aïllat  
**1:** sense forats; **2:** 1-5 forats; **3:** més de 5 forats

a totes les categories: els vessants més ocupats són els A3, seguits dels A2; a continuació els no aïllats (B3 i B2), i finalment els que no presenten cavitats visibles (B1 i A1). La preferència pels vessants A3 i A2 resulta també significativa en les dues espècies (Taula 5). El percentatge d'ocupació de cadascuna de les categories però, resulta significativament diferent entre les dues espècies (chi-quadrat,  $X^2=13.927$ , 4 g.l.l.,  $p \leq 0.007$ ), degut a les diferències en l'ocupació dels vessants A2, superior en Sturnus unicolor i dels B3, superior en Sturnus vulgaris. Aquest fet indica que el factor aïllament sembla ser més determinant en la primera espècie.

Els anteriors resultats doncs, donen com a vessants favorablement seleccionats pels estornells els que es troben aïllats o sobresurten dels de l'entorn i presenten un nombre elevat de cavitats d'entrada sota les teules. Aquests vessants, que estan definits per les categories A3 i A2, seran anomenats a partir d'ara VESSANTS ÒPTIMS.

#### 7.1.2. Orientació

Pel que fa a l'orientació, si considerem el conjunt dels vessants ocupats de tots els pobles, només Sturnus vulgaris presenta diferències significatives entre els valors esperats i els observats, degut a una preferència per la direcció SE, mentre que per Sturnus unicolor no hi ha diferències (Taula 6 i Figura 15a).

Considerant cada localitat i espècie per separat però, només hi ha diferències significatives entre l'ocupació esperada i la observada en el cas de Sturnus vulgaris en una de les localitats (Castelldans) (Taula 6), on mostra preferència pels vessants orientats en direcció SE i E, mentre que aquesta espècie no presenta cap orientació preferent en les altres localitats on també és abundant.

A la Figura 15b es mostra l'orientació dels nius dels estornells en cadascuna de les poblacions estudiades.



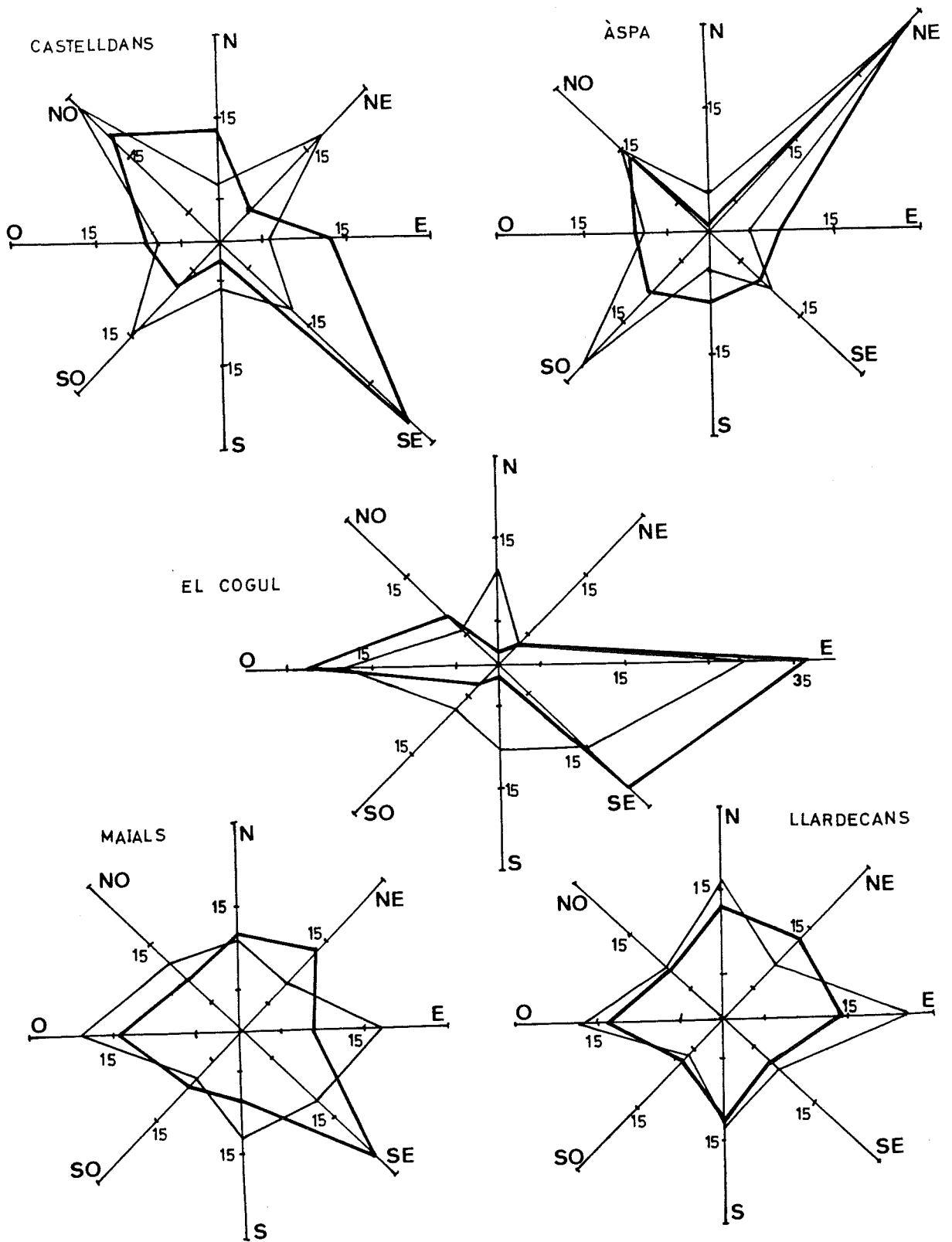


FIGURA 15b.- Percentatge d'ocupació dels vessants segons l'orientació per a cada localitat. Línia prima: vessants mostrejats, línia gruixuda: vessants ocupats pels estornells.

	VALORS X <sup>2</sup>	NIVELL SIGN.
<u>S.vulgaris</u>		
CASTELLDANS	15.891	p≤0.05
EL COGUL	9.288	n.s.
ÀSPA	3.579	n.s.
TOTAL POBLES	15.717	p≤0.05
<u>S.unicolor</u>		
MAIALS	3.450	n.s.
LLARDECANS	8.781	n.s.
TOTAL POBLES	10.170	n.s.

TAULA 6.- Resultats del test chi-quadrat (7 g.ll.) en relació a l'ocupació de vessants segons l'orientació en les dues espècies. Per a cada espècie s'han considerat per separat només les localitats on és la més abundant. n.s.:no significatiu

## 7.2. Distribució de les parelles en els pobles

Com s'ha vist, els estornells tenen preferència per un determinat tipus de vessants que aquí anomenem òptims. Malgrat això, la distribució dels estornells en els pobles no està circumscripida exclusivament a aquest tipus de vessants. Altres, aparentment menys adequats, són ocupats, mentre que no tots els vessants òptims ho estan (el percentatge de vessants òptims ocupats per a cada localitat es mostra a la Figura 13).

Si s'analitza la ubicació dels vessants òptims, s'observa una relació directa entre els vessants òptims ocupats i la presència de parelles en vessants propers. Com es mostra a la Figura 16, a mida que augmenta la distància al vessant ocupat més proper, disminueix el nombre de vessants òptims ocupats. Hi ha una preferència significativa a l'ocupació de vessants situades a menys de 10 metres de distància d'altres vessants ocupades (chi-quadrat,  $X^2=25.664$ , 2 g.ll.,  $p\leq 0.01$ ). Aquest fet està en relació amb la conducta social d'ambdues espècies, que fa que tendeixin a formar grups o nuclis de reproducció que provoquen discontinuïtats en la distribució.

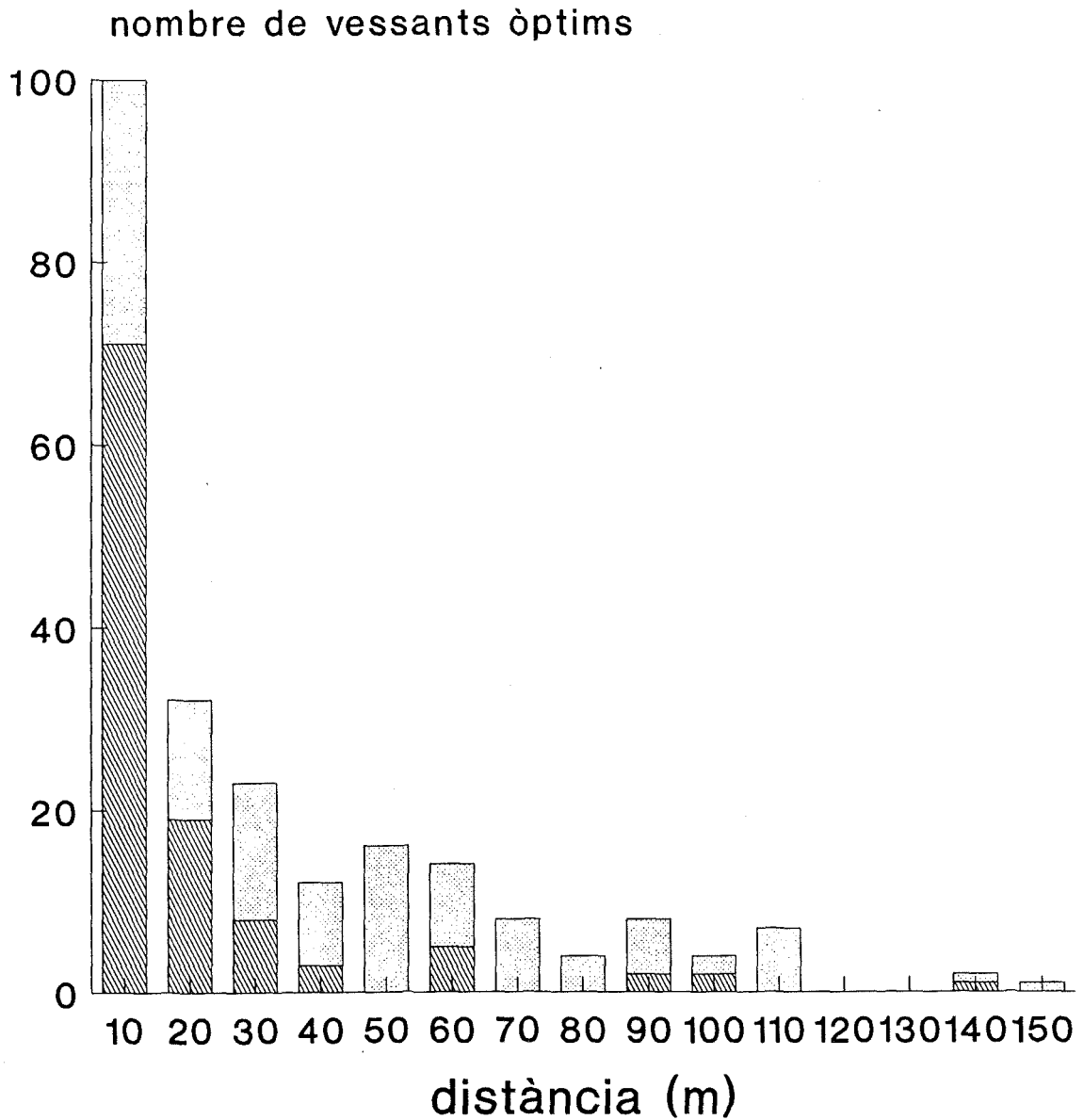


FIGURA 16.- Freqüència de vessants òptims (de categories A3 i A2) en funció de la distància al vessant ocupat més proper. La zona ratllada indica el nombre d'aquests vessants òptims que estan ocupats.

### 7.2.1. Nuclis reproductors

A la Figura 17 es recullen les dades de totes les localitats pel que fa a l'índex d'agregació (R). S'observa com a valors baixos de densitat de parelles, i tal com correspon a espècies socials, els estornells presenten una forta tendència a formar agregats de parelles, que a mida que augmenta la densitat es fa menys marcada, fins arribar a obtenir valors superiors a 1, que indiquen una ocupació uniforme. Aquesta tendència és evident en totes les localitats estudiades. D'altra banda, aquest tipus de model es comú a moltes altres distribucions d'animals en espais continus (HAIRSTON, 1959 *in* VALIELA, 1984).

Així doncs, la població d'estornells d'una localitat no pot ser considerada com una unitat, sinó més aviat com una sèrie de grups de parelles, que aquí seran anomenats NUCLIS REPRODUCTORS, propers al concepte de colònia de cria, en el si de la qual els individus s'interrelacionen i presenten una dinàmica pròpia.

Els nuclis reproductors obtinguts per a cada localitat es poden veure a les Figures 18a-e. La proporció del total de nuclis reproductors que presenta almenys un vessant òptim ocupat és molt elevada (68.2%), sobretot si tenim en compte que aquests vessants són escassos respecte del total de vessants existents en els pobles (11.3%). Aquest fet és encara més evident si considerem només els vessants de categoria A3, ja que el 60.3% del total dels nuclis presenta almenys un vessant ocupat d'aquesta categoria, mentre que només hi ha un 4.7% d'aquests vessants als pobles.

D'aquests resultats es pot desprendre que la major part dels vessants òptims ocupats presenta un agrupament de parelles tant en el propi vessant com en el seu entorn. A més, és en aquests vessants òptims on el nombre de parelles és més elevat (Figura 19).