

R. 923

043

UB

MAÑ

bio

BIOLOGIA TROFICA, US DE L'HABITAT I BIOLOGIA DE LA REPRODUCCIO  
DE L'ASTOR ACCIPIITER GENTILIS (Linnaeus, 1758) A LA SEGARRA.

TESI DOCTORAL

SANTI MAÑOSA

DEPARTAMENT DE BIOLOGIA ANIMAL  
SECCIO DE ZOOLOGIA VERTEBRATS  
FACULTAT DE BIOLOGIA  
UNIVERSITAT DE BARCELONA

Barcelona, 1991



A la FIGURA 1 es mostra el model de dinàmica poblacional sobre el qual basem l'estudi de l'impacte de la predació per astor sobre la perdiu. El model suposa que existeixen tres factors de regulació claus dins del cicle anual de la perdiu: la pèrdua de postes (mortalitat postes) que pot ser deguda a factors climàtics, factors tròfics, predació directa sobre les postes o predació sobre els progenitors etc.; la mortalitat juvenil, ocasionada per factors climàtics, tròfics, per la predació etc.; i la mortalitat hivernal, causada per la predació, la caça, factors tròfics i climàtics, malalties etc. Cada una d'aquestes mortalitats és dependent de la densitat del col·lectiu al qual afecta. La importància de cada un d'aquests factors en la determinació de les variacions interanuals de la població reproductora pot ser variable segons les espècies (NEWTON, 1988), però la comprovació empírica del model amb diverses espècies nidífugues (Perdix perdix, (BLANK et al., 1967) i Anas platyrhynchos (HILL, 1984) , revelen que les mortalitats juvenil i hivernal constitueixen els principals factors a tenir en compte.

L'objectiu d'aquest apartat consisteix en establir el paper de l'astor com a factor de mortalitat en cada una de les fases claus que hem esmentat (Mortalitat de postes, Mortalitat juvenil i Mortalitat hivernal) i la comparació, a ser possible, amb altres factors implicats.

### 3.2. Material i mètodes.

Per tal de calcular l'impacte de la predació de l'astor sobre la perdiu roja Alectoris rufa s'ha dividit l'any en nou períodes (veure Taula) i per a cada un d'ells s'ha calculat la Taxa de Captura de les diferents classes d'edat de perdius (perdigons, joves i adults). Aquest paràmetre s'ha calculat de la següent manera:

$$\text{TAXA DE CAPTURA (exemplars capturats/astor x dia)} = \frac{\text{PB x R}}{\text{P}}$$

On PB és el percentatge en biomassa de perdiu a la dieta del període considerat, R els requeriments tròfics diaris per exemplar i dia (en grams), i P el pes (en grams) de la perdiu (adult: 400 g, jove juliol: 150 g, jove agost: 300 g, perdigó 75 g, dades pròpies). Els requeriments tròfics fora del període reproductor (gener-abril, agost-desembre) s'han considerat la mitjana entre els requeriments del mascles, (133 g, KENWARD, MARCSTRÖM & KARLBOM, 1981) i la femella (189 g, KENWARD, MARCSTRÖM & KARLBOM, 1981) és a dir 161 g/astor x dia. Durant el període maig-juliol (92 dies) a aquests requeriments bàsics s'hi han afegit els corresponents a la cria dels joves durant els 40 dies d'estada al niu (veure apartat 8.2.6). Per la resta del període reproductor (52 dies posteriors a l'envol) hem considerat una despesa diària per poll equivalent a la dels adults. Considerant una productivitat mitjana de 1.55 polls/parella x any, els requeriments per individu reproductor durant aquests tres mesos resulten ser 271.79 g/astor x dia. Els percentatges biomàssics consumits en cada període s'han obtingut de les dades pròpies (apartat 1.3.1.) i es reflexen a la TAULA 2, on també apareixen les taxes de captura resultants.

En el cas del conill s'ha fet el mateix, però sense diferenciar entre classes d'edat, sinò que per a cada un dels períodes de l'any considerats s'ha calculat el pes mig dels conills predats per l'astor en base a les dades pròpies.

Un cop conegudes les taxes de captura, el calcul dels individus predats s'obté multiplicant la taxa de captura pel nombre de dies i d'individus predadors presents a l'àrea d'estudi durant el període considerat.

Per tal de poder fer comparacions entre els diferents anys que ha durat l'estudi, s'han calculat les taxes de predació globals corresponents al període maig-juliol de cada any per a cada una de les espècies i classes d'edat (en el cas de la perdiu).

Les taxes de captura ens informen sobre l'evolució de la pressió de predació individual al llarg del temps, però el que a nosaltres ens interessa conèixer és la pressió de predació global que exerceix la població estudiada sobre la perdiu i el conill. Per tal de realitzar aquests càlculs és necessari, en primer lloc, conèixer la densitat absoluta de l'espècie presa a l'àrea d'estudi i la seva productivitat. En el cas de la perdiu això s'ha aconseguit per medi de censos en banda a la primavera i a la tardor (veure apartat 2.2). La productivitat s'ha estimat en funció del nombre mig de polls de les llocades al mes de Juny, recopilant totes les observacions de famílies de perdus durant els primers dies de vida fetes a l'àrea d'estudi al llarg de la realització del treball. Igualment, per aquest sistema, ha estat possible avaluar el percentatge de parelles que perden la posta per causes alienes a l'astor.

En segon lloc és necessari conèixer l'àrea sobre la qual actua la població del predador. L'àrea d'estudi comprèn una superfície mínima de 17635 ha en les que nidifiquen 26 parelles. Aquesta superfície correspon a la del mínim polígon convex que encercla totes les parelles i representa, evidentment, una infravaloració de l'àrea realment explotada.

En tercer lloc és necessari saber quin és el nombre d'exemplars que exploten l'àrea que acabem de delimitar. L'àrea d'estudi inclou un nombre màxim de 26 parelles reproductores. Suposant que els astors són més o menys sedentaris, la població mínima

d'astors que explota la zona al llarg de l'any és de 52 exemplars. A aquest valor cal afegir la població no reproductora, la qual és difícil d'estimar. En tot cas podem suposar que no superarà el número mig d'astors produïts per any, és a dir  $1.55 \times 26 = 40.3$  exemplars. A efectes de càlcul hem considerat que el nombre d'exemplars que exploten la zona és de 52 exemplars durant el període octubre - juliol i de 90 exemplars durant els mesos d'agost i setembre.

### 3.3. Resultats.

#### 3.3.1. Perdiu (Alectoris rufa)

La TAULA 2 mostra l'evolució de les taxes de captura de perdiu al llarg de l'any. És evident que no és el mateix la predació exercida sobre els joves o adults de perdiu a la tardor que sobre els adults reproductors al llarg de la primavera. Per tant és molt important conèixer com es reparteix la predació al llarg de l'any. La pressió de predació es concentra bàsicament durant el període maig-juliol i novembre-desembre. Potser el sobtat increment de la taxa de predació TC en aquest darrer període després de tres mesos de baixa predació (agost-octubre) sigui atribuïble a l'inici de la temporada de caça que provoca una major vulnerabilitat de les preses a causa de l'stress provocat per la cacera, la presència d'animals ferits i la dispersió dels bàndols. El fet que existeixi un màxim de predació durant el període reproductor de la perdiu ens obliga a considerar les pèrdues que això pot ocasionar.

TAULA 1. Resultat dels censos de perdiu. S'indiquen els km totals recorreguts, el nombre de grups contactats, els exemplars contabilitzats i la densitat resultant segons el mètode de EMLLEN (1971).

	KM	CONTACTES	EXEMPLARS	PERDIUS/HA
PRIMAVERA 87	57.35	35	59	0.22
TARDOR 87	42.00	39	256	0.70
DISMINUCIO HIVERNAL				0.25
PRIMAVERA 88	22.20	26	48	0.45
TARDOR 88	28.10	18	142	0.79
DISMINUCIO HIVERNAL				0.59
PRIMAVERA 89	102.00	51	96	0.20
TARDOR 89	22.80	13	62	0.64
MITJA DE PRIMAVERA				0.29
MITJA DE TARDOR				0.71
DISMINUCIO HIVERNAL MITJA				0.42
INCREMENT PRIMAVERA - TARDOR MIG				0.42

a) Estima de la mortalitat de postes causada per l'astor.

A partir de les taxes de captura durant els mesos de maig, juny i juliol hem calculat que els 52 astors presents a l'àrea

d'estudi capturen 762 perdus adults. El sexe de les captures no sembla decantar-se en cap direcció, ja que en 46 ocasions en que hem pogut determinar el sexe de les captures durant els tres mesos considerat, 23 exemplars eren mascle i 23 femella. Per tant, els 762 exemplars corresponen a 381 postes perdudes, és a dir, 0.0216 postes/ha. Tenint present que la densitat de parelles a l'abril és de 0.145 parelles/ha (o postes/ha), això implica que el 14.9 % de les postes no arriben a eclosionar a causa de la predació per astor. De les 2557 postes de perdiu que es realitzen aproximadament a l'àrea d'estudi, solament 2176 queden lliures de l'atac de l'astor. L'any 1987 el 20% de les parelles vistes durant el mes de juliol (N=40) no duïen polls i l'any 1988 aquest valor fou del 39.3% (N=28). Per terme mig, doncs, el 30 % de les parelles que sobreviuen a l'atac de l'astor, perden la posta per altres causes. Tindrem, doncs, que el nombre total de postes que es perden, per qualsevol causa, serà de  $381 + (2176 \times 0.3) = 1034$ . La Mortalitat de postes afecta, doncs, al 40% de les postes o parelles inicials. La mortalitat de postes atribuïble a l'astor, explica un 36.8 % d'aquesta mortalitat.

b) Estima de la mortalitat juvenil causada per astor.

Cal considerar les pèrdues ocasionades per l'astor entre el moment del naixement dels perdigons fins al mes d'octubre. El nombre mig de perdigons nascuts per a cada llocada l'hem estimat en 7.4 perdigons/parella, valor molt similar al donat per CHEYLAN (1979). Per tant, la producció en el moment que neixen els polls serà de  $2176 \times 7.4$  perdigons (= 16102 perdigons). Evidentment, aquest valor és per excès, ja que no hem descontat les postes que es deuen perdre per causes alienes a l'astor (30% de les postes que no són afectades per l'astor). És possible considerar aquest factor descontant aquest percentatge de la població productiva de perdiu (2176 parelles). El nombre de perdigons produïts serà doncs  $2176 - (2176 \times 0.3) \times 7.4 = 1523 \times 7.4 = 11271$  perdigons. El consum de polls i joves per part de l'astor fins al mes d'octubre, calculat a partir dels valor de la taula de taxes de

captura, és de 526 exemplars és a dir, el 4.7 % dels polls nascuts.

L'increment poblacional mig entre la primavera i la tardor és de 0.42 perdius/ha, és a dir 7407 perdius pel total de la superfície estudiada. Aquest valor és resultat del balanç entre la població present a l'abril més la producció de polls menys la mortalitat juvenil i menys la mortalitat adulta entre abril i setembre. Donat que hem xifrat la població de perdigons nascuts sobre els 11271, la població adulta a l'abril en 5114 individus i la mortalitat adulta des d'abril a setembre en 968 exemplars, (762 consumits per l'astor entre Abril i juliol més 206 entre agost i setembre), la Mortalitat juvenil total es situa al voltant dels 7993 polls morts, que equivalent al 70.9 % dels polls nascuts. Per tant, la mortalitat juvenil causada per l'astor representa únicament el 6.6% de la mortalitat juvenil total.

c) Estima de la mortalitat hivernal causada per l'astor.

Si ens centrem ara al període hivernal (Octubre-Abril), obtenim un consum de 14.53 perdius/astor al llarg de tot aquest període. Considerant una població de 52 exemplars d'astor, aixó equival a 756 perdius, és a dir 0.043 perdius/ha, que representa un 6% de la població de perdius al setembre (12520 exemplars). Donat que la disminució hivernal mitja l'hem xifrada sobre les 0.42 perdius/ha, obtenim que la predació per astor explica un 10% de la mortalitat hivernal total.

d) Estima de la mortalitat anual total causada per l'astor.

Si sumem les tres fonts de mortalitat calculades fins ara obtenim un consum total de 2250 perdius anuals (0.13 perdius/ha i any), és a dir, un 20% de les perdius nascudes. Donat que les pèrdues totals entre el moment del naixement dels polls i la primavera següent són de 9203 individus (11271 + 3046 - 5114) la predació per astor representa el 24% de les pèrdues totals al llarg del





cicle anual.

Ja hem vist que al llarg dels tres anys d'estudi s'han produït canvis importants a la dieta dels astors. La TAULA 16 mostra com han variat les taxes de captura corresponents al període maig - juliol en aquests tres anys.

Els resultats mostren clarament com s'ha incrementat considerablement la taxa de captura de perdiu l'any 1989 en relació als anys precedents, fet que no deixa de sorprendre si tenim en compte que aquest any era el que presentava una densitat primaveral de perdius més baixa (apartat 3.5 d'aquest mateix capítol).

TAULA 2. Evolució al llarg de l'any dels percentatges de consum en biomassa de perdiu i de les taxes de captura total i per les diferents classes d'edat.

	PERCENTATGE BIOMASSIC			TAXA DE CAPTURA			
	adult	jove	perdigó	adult	jove	perdigó	TOTAL
G-F	9.65	0.00	0.00	0.039	0.000	0.000	0.039
M	14.06	0.00	0.00	0.056	0.000	0.000	0.056
A	8.16	0.00	0.00	0.033	0.000	0.000	0.033
MG	35.34	0.00	0.00	0.240	0.000	0.000	0.240
J	24.02	0.00	0.61	0.163	0.000	0.022	0.185
JL	11.06	2.07	4.27	0.075	0.037	0.155	0.267
AG	0.00	10.51	0.44	0.000	0.056	0.009	0.065
S-O	18.83	0.00	0.00	0.076	0.000	0.000	0.076
N-D	29.18	0.00	0.00	0.117	0.000	0.000	0.117

TAULA 3. Taula comparativa de les taxes de captura de la perdiu i del conill durant els tres anys d'estudi.

	TAXA DE CAPTURA				
	PERDIU				CONILL
	ADULT	JOVE	PERDIGO	TOTAL	TOTAL
1987	0.129	0.010	0.054	0.193	0.160
1988	0.146	0.020	0.027	0.193	0.154
1989	0.221	0.000	0.043	0.264	0.115

### 3.3.2. Conill (Oryctolagus cuniculus)

En la TAULA 4 podem veure l'evolució de les taxes de captura del conill al llarg de l'any.

TAULA 4. Taxa de captura del conill (exemplars/astor i dia).

	PERCENTATGE BIOMASSIC	PES MIG	TAXA DE CAPTURA
G-F	54.36	1000	0.087
M	58.91	742	0.128
A	73.22	569	0.207
MG	30.84	568	0.147
J	35.30	674	0.142
JL	40.35	940	0.117
AG	42.11	854	0.079
S-O	60.74	1000	0.098
N-D	47.16	1000	0.076
TOTAL			40.818

En base a aquestes dades i tal com hem fet en el cas de la perdiu, hem calculat el nombre de conills capturats pels astors a l'àrea d'estudi anualment, obtenint un valor de 2465 exemplars anuals, el que representa un total de 14 conills/km<sup>2</sup>. Malhauradament, en el cas del conill no disposem d'estimes de densitats absolutes i productivitats i, per tant, resulta del tot impossible el càlcul de la pressió de predació exercida sobre la població de conill per part de l'astor. La taxa de captura experimentarà un clar descens l'any 1989 (TAULA 3) coincidint amb la forta disminució de la població de conills. Respecte l'evolució de la taxa de captures al llarg de l'any, la TAULA 4 mostra que es produeix un pic molt acusat al mes d'abril, coincidint amb el màxim de producció de la població del lagomorf.

### 3.4. Discussió.

Les estimes dels nivells de predació que hem calculat estan sotmeses a diverses fonts d'error. En primer lloc, si bé durant el període reproductor les preses són consumides per complet per la família d'astors, això no és necessàriament així la resta de l'any. KENWARD (1977) estima que entre els mesos d'agost i gener l'astor consumeix completament el 41 % dels faisans (Phasianus colchicus) que captura, mentre que la resta és abandonat per diverses raons abans d'ésser completament consumit, fet que incrementa lleugerament les taxes de captura. Però, en el cas de la perdiu, pensem que aquest increment no deu ser gaire important, ja que un astor és perfectament capaç de consumir d'un sol àpat una presa d'aquesta mida (KENWARD et al., (1981), cosa que no és capaç de fer amb un faisà. En el cas del conill, aquesta font d'error pot arribar a ser força més important durant l'hivern, incrementant potser fins al doble les taxes de predació corresponents a aquest període de l'any.

En segon lloc, el problema més important que pot fer desviar els nostres resultats de la realitat, és el coneixement exacte del nombre d'exemplars que utilitzen l'àrea d'estudi per a caçar. És evident que les parelles que nidifiquen a la zona no restringeixen la seva activitat cinegètica a l'àrea que nosaltres hem considerat. Però com que la zona no es troba aïllada, el mateix podem dir de les parelles que rodegen la zona d'estudi, de tal manera que, si bé els nostres exemplars visitaran sovint àrees que no hem considerat, la nostra àrea rebrà visites d'exemplars aliens en la mateixa proporció. L'àrea d'estudi limita a ponent amb zones agrícoles desprovistes quasibé del tot de coberta forestal, poc apropiades per a la nidificació de l'astor, però que són utilitzades sovint per a caçar. En no haver considerat aquestes àrees, ja que resulta molt difícil calcular-ne l'ús exacte que en fa la població estudiada, estarem cometent un error per excès en el càlcul dels nivells de predació. La població d'astors no nidificant que utilitza la zona és difícil d'estimar. Nosaltres hem considerat que durant els mesos d'agost i setembre aquesta fracció de la població equival al número

d'individus produïts. Posteriorment no hem tingut en compte aquesta fracció, per considerar que la dispersió l'allunya de l'àrea que considerem. Durant la resta de l'any hem suposat que el nombre màxim d'exemplars presents de forma simultànea a l'àrea d'estudi no supera mai el nombre d'exemplars reproductors. Altres fonts d'error possible hem intentat sempre agafar-les per excès, de tal manera que podem pensar l'estimació de la predació que hem obtingut és un valor mig màxim. D'altra banda, no s'han tingut en compte els efectes positius de la predació ni efectes compensatoris de la mortalitat (REYNOLDS et al., 1988; DOBSON et al., 1988). Per tant, estem considerant els efectes de la predació des del punt de vista més negatiu possible.

Aquesta és la primera vegada que es fa una anàlisi de l'impacte de l'astor sobre espècies cinegètiques de caire mediterrani. La comparació dels valors de predació obtinguts per la perdiu amb els que proporcionen altres autors en el cas del faisà (GÖRANSSON, 1975; KENWARD, 1977; KENWARD et al., 1981; ZIESEMER, 1983) indica que aquesta darrera espècie experimenta nivells de predació per astor molt més elevats que la perdiu roja. Els nivells de predació per astor que suporta aquesta darrera espècie se situen més pròxims als donats per diversos autors en relació a varies espècies de tetraònides (ENG & GULLION, 1962; LINDÉN & WIKMAN, 1983; WIDÉN, 1987). El valor de predació hivernal (6 % dels efectius) obtingut no sembla que pugui tenir gaire importància en la reducció de les captures per part dels caçadors ni tampoc en la dinàmica de la població de perdus segarrenca. Més greu pot ser la reducció del 14.9% dels efectius reproductors atribuïble a l'astor. Hem vist que l'increment mig en el nombre de perdus entre la primavera i la tardor és de 0.42 perdus/ha, és a dir 7407 perdus. Aquest increment és degut a les parcel·les que no són depredades per l'astor que són 2176. Per tant, la producció mitja de cada una d'aquestes parcel·les és de 3.4 joves. Les 381 parcel·les capturades per l'astor que no arriben a produir polls haurien produït 1295 perdus addicionals a la tardor. Si a això hi afegim els 526 polls i joves consumits, les 381 parcel·les consumides de maig a juliol i els 206 adults capturats entre

agost i setembre, obtenim un total de 2789 perdius que deixen d'incorporar-se al "capital" cinegètic de la tardor disponible per als caçadors a causa de l'astor. Per tant, si eliminéssim aquest predador, les perdius disponibles a l'octubre passarien de 12520 a 15309, és a dir, aconseguiríem un increment del 22 % del "capital". Aparentment, doncs, la predació per astor produeix importants disminucions del capital cinegètic de perdiu disponible per als caçadors, però, en canvi, explica una part mínima de la mortalitat hivernal (10%) i de la mortalitat juvenil (6%), les quals són, com hem exposat en la introducció, els principals factors que determinen les fluctuacions interanuals de la mida de la població reproductora. Cal tenir present que, segons dades de la Generalitat de Catalunya basades en les estadístiques de caça, a la comarca de la Segarra els caçadors capturen un promig de 0.182 perdius/ha durant el període octubre - desembre únicament. Per tant, són responsables del 43.3% de la disminució hivernal i capturen el 25% de la població existent al setembre, 4 vegades més que l'astor en menys de la meitat del temps. Així doncs, presumiblement la caça juga un paper força més important en la dinàmica de les poblacions de perdiu segarrenques que no pas la predació hivernal per astor.

En relació al conill (Oryctolagus cuniculus) la manca de dades sobre les abundàncies absolutes i productivitats a la Segarra fan difícil una apreciació acurada de la incidència de l'astor sobre les poblacions del lagomorf, però, com ZIESEMER (1983), pensem que donat, l'elevat potencial reproductiu d'aquest lagomorf, la predació anual de 14 exemplars/km<sup>2</sup> resulta insignificant si ho comparem amb les estimes de productivitat d'altres poblacions de conill (SORIGUER, 1981). Per la temporada de caça 88/89 les estadístiques de caça de la Generalitat de Catalunya donen uns rendiments de 31.7 exemplars caçats/km<sup>2</sup>, únicament durant els mesos en que s'aixeca la veda. Novament, la predació per astor resulta força més baixa que la resultant de la pressió cinegètica.

Si bé la predació per part de l'astor sobre conill i perdiu és acusada, ambdues espècies semblen estar ben adaptades per a suportar aquest nivells de predació sense que es produeixin greus disminucions en les seves poblacions. Totes dues espècies han evolucionat en un contexte amb una forta pressió de predació (SORIGUER, 1981) de tal manera que la seva estratègia vital està perfectament adaptada per a resistir-la. Les dramàtiques conseqüències que la predació de l'astor sembla tenir en diverses poblacions europees de faisà semblen atribuïbles al caràcter alòcton d'aquesta espècie. Tampoc cap dels estudis consultats referents a la interacció entre l'astor i diverses tetraónides autòctones, considera l'astor com un factor que pugui provocar la regressió d'aquestes espècies, a desgrat dels elevats nivells de predació que suporten.

S'han proposat diverses mesures per tal de disminuir l'impacte de la predació d'astor sobre el capital cinegètic. Donat que, en el nostre cas, les pèrdues principals es produeixen a la primavera, no és possible capturar i retirar els astors (KENWARD, 1977), ja que això afectaria la població reproductora. KENWARD (1985) planteja la possibilitat de reduir la predació sobre determinades espècies posant a l'abast del predador preses alternatives, sempre i quant aquestes siguin més vulnerables que l'espècie que interessa mantenir. En el cas de la Segarra, si bé les elevades densitats de conills han fet possible l'establiment d'una població elevada d'astors, també és cert que la predació sobre la perdiu es veu reduïda quan les densitats de conill són altes. Tota manera, un estudi de tres anys és insuficient per a saber de quina forma interactuen aquest factors i, per tant, resulta prematur fer propostes en aquest sentit. El que sí que sembla clar, és que si la part més important de la predació per astor s'exerceix sobre la població reproductora de perdiu, les mesures protectores han d'anar encaminades a proporcionar un hàbitat que faciliti a les perdius llocs de cria i alimentació adequadament protegits de la predació. Les actuals tendències en les tècniques agrícoles, que comporten dràstiques alteracions del paisatge tradicional no fan altra cosa que incrementar els nivells de predació i, a mig o llarg termini, acabaran amb les

preses i els seus predadors. Tota manera, aquestes mesures poden ser del tot ineficaces si no s'actua sobre els altres dos factors de mortalitat (Mortalitat juvenil i Mortalitat hivernal) els quals són els veritables factors reguladors de la població de perdius i sobre els quals la predació per astor hi juga un paper poc important.

PART II: ÚS DE L'ESPAI





#### 4. Dominis vitals de l'astor a la Segarra.

##### 4.1. Introducció.

La distribució regular dels nius que hem constatat en parlar de les característiques generals de la població estudiada suggereix que els diferents individus o parelles es reparteixen l'espai de forma regular. En el capítol referent a la selecció de l'hàbitat de nidificació, es posa de manifest que un dels principals factors que ens permeten discriminar entre els boscos utilitzats i els no utilitzats és la distància al bosc ocupat més pròxim. L'astor, mostra doncs una clara tendència a ocupar l'espai d'una forma homogènea i regular (veure l'apartat Area d'estudi), fet que té clars avantatges, ja que es redueixen les interferències en la cacera i la reproducció entre parelles veïnes (NEWTON, 1979). Però la distribució dels nius no ens informa necessàriament de l'espai que necessita un astor per a caçar ni de les causes que originen tal espaiament. La repartició regular dels nius pot ser reflex directe de l'espai que necessita cada parella per a subsistir, que depèn de la riquesa del medi, però també és possible que les parelles es concentrin en àrees on existeixen hàbitats de nidificació apropiats, espaiant-se de forma que es minimitzin les interferències entre parelles i extenent els territoris de cacera sobre superfícies molt més àmplies fora de les àrees de reproducció. En aquest apartat intentarem analitzar quina és l'extensió dels dominis vitals de diferents individus, per tal de veure si la distribució regular dels nius que observem respon a un repartiment de l'espai amb finalitats tròfiques o bé més aviat a les interaccions socials entre les parelles a les àrees de nidificació.

Tradicionalment s'ha considerat l'astor com un rapinyaire de vocació eminentment forestal (BROWN, 1976) típica dels extensos boscos de coníferes d'Eurasia i Amèrica. Curiosament, però, les poblacions més denses d'astor es troben en àrees rurals de Centreeuropa on el paisatge ha estat profundament modificat per l'home fins el punt que els boscos estan fortament fragmentats

i no ocupen més del 15 % de la superfície (KENWARD & WIDÉN, 1989) (Veure també el capítol Area d'estudi i característiques de la població estudiada). La raó fonamental d'aquest fet cal buscar-la a la major riquesa d'especies presa als ambients mixtes bosc-conreu. A la nostra zona d'estudi el recobriment forestal mig no supera el 28% i els boscos apareixen sumament fragmentats, de tal manera que s'assoleixen densitats d'astor comparables a les més altes d'Europa (Veure el capítol Area d'estudi). KENWARD (1982), WIDÉN (1989) i KENWARD & WIDÉN (1989) han estudiat a Gran Bretanya i a Suècia les preferències de l'astor a l'hora d'escollir l'hàbitat de cacera, obtenint resultats que semblen indicar que l'aliment és el principal factor que condiciona l'ús de l'hàbitat en l'astor, de tal manera que selecciona en cada lloc i època de l'any aquells ambients que li proporcionen la presa principal a la seva dieta.



## 4.2. Material i mètodes.

Per a la determinació dels dominis vitals dels astors a la Segarra s'ha utilitzat el mètode del radioseguiment, el qual s'ha mostrat extraordinàriament útil en l'estudi del comportament i ecologia de nombroses espècies de vertebrats (BELTRAN, 1989; KENWARD, 1987).

### 4.2.1. Captura dels exemplars.

Per a la captura dels exemplars es van utilitzar paranys de caixa amb porta de guillotina segons el model proposat per en KENWARD (1983) lleugerament modificat. Els paranys es van col·locar en les àrees de cria dels astors, prop de posadors o línees de pas habituals amb signes d'utilització, preferentment en clarianes o vores de bosc per tal de facilitar la visibilitat dels paranys i la seva detecció. L'esquer que es va utilitzar va ser un colom viu. Les campanyes de captura es van realitzar segons el següent calendari i esforç:

Campanya I: 9 i 10 de gener de 1988.

1.5 dies (dies de trampeig real, no inclou la instal·lació)

6 paranys

Esforç: 9 dies x parany

Resultat: 1 astor adult femella; 0.111 astors/dia-parany; 9 dies-parany per captura.

Campanya II: 15, 16, 17, 18, 19 i 20 de febrer de 1988.

5 dies

8 paranys

Esforç: 39 dies x parany

Resultat: 1 astor adult mascle (nº referència emisor 628), 1 astor adult femella (nº referència emisor 656), 1 astor subadult femella (nº referència emisor 687), 1 astor jove femella; 0.102

astors/dia- parany; 9.75 dies-parany per  
captura.

Campanya III: 15, 16, 17, 18 i 19 de desembre de 1988.

4 dies

8 paranys

Esforç: 28 dies x parany

Resultat: 0 astors.

Campanya IV: 5, 6, 7 i 8 de febrer de 1989.

4 dies

9 paranys

Esforç: 17 dies x parany

Resultat: 2 astors mascles adults (nº de referència emisor  
807 i 837), 2 astors femella adults (una d'elles  
es va marcar amb emisor nº referència 867, però  
el perdé dos dies després), 1 astor mascle  
jove. 0.294 astors/dia-parany; 3.4 dies-parany  
per captura.

Totes les campanyes de captura s'han realitzat a l'hivern ja que, segons KENWARD (in litt.), l'estiu i la tardor són èpoques de l'any especialment difícils per a capturar astors adults. L'època de cria es va rebutjar en considerar els risc de deserció existents. En total es van realitzar 93 dies-parany durant els quals es van capturar 10 exemplars, obtenint doncs un èxit de captura de 9.3 dies-parany per exemplar capturat. Aquesta eficiència de captura es pot considerar força elevada i és comparable als valors donats per KARLBOM (1981) o KENWARD (1983). Els resultats de les campanyes de captura semblen indicar que els astors adults són fàcilment capturables a les àrees de cria a partir del mes de gener, però no abans. D'agost a desembre la presència dels astors a l'àrea de cria és mínima (dades inèdites no publicades) i aixó deu fer extraordinàriament improbable la

seva captura. Durant el mes de juliol del 1987 es van realitzar probes amb un parany experimental i es va tenir una eficàcia de 4.5 dies-parany/captura, però solament es van capturar joves (2 exemplars). Al mes d'agost de 1987 es van realitzar 2 dies-parany i no es va capturar res.

El principal problema que hem tingut ha estat la interferència de carnívors salvatges o domèstics que cauen o tanquen els paranys. Es van capturar 4 Genetta genetta, 2 Canis familiaris, 1 Meles meles i 1 Martes foina, i en altres ocasions els paranys foren tancats segurament per algun d'aquest animals. En una ocasió el colom fou mort per Mustela nivalis.

#### 4.2.2. Instal·lació dels emissors.

Es van marcar amb emissors 6 dels 10 exemplars capturats, si bé un d'ells el perdé al cap de pocs dies i no va poder ésser seguit. Es van utilitzar emissors de cua (KENWARD, 1978) proveïts per la casa Biotrack (Model TW-2, amb sensor d'activitat). Aquest emissors van ser acoblats a la base de la segona ploma caudal (la segona més interna), que és l'última rectriu que es muda, per tal d'allargar al màxim el període de seguiment. A l'exemplar 807 l'emissor es va col·locar a la rectriu central (primera) perquè la segona estava defectuosa. La fixació es va realitzar amb goma plàstica de dos components. Els emissors, d'un pes aproximat de 14 grams, eren provist d'un sensor de posició que permet interpretar l'activitat de l'animal. No s'han detectat efectes negatius sobre el comportament dels individus marcats. (Per més detalls, veure KENWARD, 1978).

#### 4.2.3. Seguiment dels exemplars.

Els animals es van seguir per mitjà d'un receptor de la casa Televilt, model RX-81, i una antena de tres elements portàtil. S'han assajat dues metodologies de seguiment per tal de veure quina de les dues resultava més adequada als nostres objectius.

La primera d'elles consisteix en el seguiment continuu d'un sol exemplar al llarg d'una jornada, anotant totes les seves posicions i activitats. L'altra consisteix en el seguiment simultani de varis exemplars fent localitzacions periodiques al llarg de la jornada en base a un patró predeterminant. Finalment ens hem inclinat per la primera, ja que presenta un rendiment més elevat (en principi, solament cal localitzar un sol cop l'animal, després n'hi ha prou amb seguir-lo) i permet obtenir dades de predació, ritmes d'activitat, desplaçaments etc. Presenta l'inconvenient que les localitzacions successives no presenten independència estadística, cosa la qual obliga a fer tractaments especials al moment d'analitzar les dades. Si bé s'han desenvolupat diverses tècniques estadístiques per tal de resoldre aquest problema (KENWARD, 1987), en el nostre cas no disposàvem dels programes estadístics adequats, i hem optat per eliminar aquelles localitzacions succesives que ens semblaven redundants. Les localitzacions s'han realitzat per triangulació des de terra amb l'ajut d'un vehicle tot terreny. La gran movilitat dels astors dificulta sovint la triangulació si només es disposa d'un aparell receptor, per la qual cosa resulta avantatjós no abandonar els animals un cop localitzats.

En la TAULA 1 es resumeix el calendari de seguiment radiotelemètric dels diferents exemplars.

TAULA 1. Calendari de seguiment radiotelemetric dels diferents exemplars.

EXEMPLAR	SEXE	DATA CAPTURA	PERDUA CONTACTE	DIES SEGUIMENT
656	F	16-2-88	28-8-88	40
687	F	20-2-88	19-8-88	19
628	M	19-2-88	17-9-88	31
807	M	7-2-89	21-3-89	11
837	M	7-2-89	21-3-89	11

#### 4.2.4. Metodologia de determinació de l'àrea vital i ús de l'espai.

WILSON (1975) defineix el domini vital com l'àrea que un individu recorre habitualment, a diferència de l'àrea vital que és la superfície recorreguda per l'animal al llarg de tota la seva vida i del territori que és l'àrea que defensa dels seus congèneres. El seguiment dels adults ens ha permès establir els seus dominis vitals i territoris, i és sobre aquest dos punts que parlarem a continuació.

El domini vital d'un animal varia constantment al llarg del temps en funció dels seus requeriments i dels recursos que ofereix l'ambient. Per tant, en estudiar els dominis vitals, cal determinar el període de temps sobre el qual volem definir-lo (diària, mensual, estacional...) de tal manera que els nostres resultats tinguin sentit biològic. D'altra banda cal disposar d'un nombre suficientment elevat de punts per a cada període que ens permeti obtenir una estima fiable del domini vital. En el nostre cas hem establert tres períodes que ens ha semblat satisfieien aquest dos requeriments:

1. preposta: des del marcatge fins l'inici de la posta.
2. període de cria: incubació i cria dels polls.
3. postenvol: a partir del moment que els joves deixen el niu.

Per realitzar l'estima del domini vital dins de cada període, hem utilitzat el mètode del Mínim Polígon Convexe (MPC) que rodeja totes les localitzacions durant el període prefixat (KENWARD, 1987). L'àrea compresa dins d'aquest polígon es considera el domini vital de l'animal. Hem triat aquest mètode per ser el més senzill i dels més utilitzats. Aquest mètode presenta l'inconvenient que tendeix a sobreestimar el domini vital, ja que s'hi inclouen punts distants únicament visitats de forma ocasional, englobant extenses àrees no visitades, i que no reflexa l'ús real que fa l'animal de les diferents zones. Per

aquesta raó hem complementat aquest anàlisi amb representacions del territori en mapes reticulats amb una malla de 500 x 500 metres U.T.M., on s'expressen les freqüències d'ús de cada quadrícula en base al nombre de localitzacions que s'hi han realitzat. D'aquesta manera s'han establert cinc categories de quadrícules: no utilitzades (no inclouen cap localització); d'ús ocasional (inclouen fins el 5 % de les localitzacions); d'ús habitual (inclouen del 5 al 10 % de les localitzacions); d'ús preferent (inclouen del 10 al 25 % de les localitzacions); d'ús intensiu (inclouen més del 25 % de les localitzacions). Les quadrícules en que no apareixen localitzacions no vol dir que no siguin mai visitades, sinó que ho són en una freqüència prou baixa com per que es pugui detectar amb el tamany de mostra que hem obtingut. En base això, hem obtingut una segona estima de l'extensió del domini vital considerant únicament la superfície de les quadrícules que contenen com a mínim una localització.

#### 4.2.5. Metodologia d'anàlisi de l'ús de l'hàbitat de cacera.

Per tal d'esbrinar quin tipus d'ambient selecciona l'astor per a caçar s'han utilitzat les dades proporcionades pel seguiment dels mascles 628, 807 i 837 i de la femella 687. Les dades proporcionades per la femella 656 no s'han utilitzat, doncs la seva activitat cinegètica fou pràcticament nul·la. S'han rebutjat totes les localitzacions en que l'animal apareixia inactiu o en repòs. La resta de localitzacions de cada individu s'han classificat en quatre grups segons l'ambient:

1. Area forestal extensa. Inclou les grans masses forestals de Pinus nigra i Pinus halepensis que es troben al sud de l'àrea d'estudi.
2. Area forestal mixta amb garriga, erms i petites feixes conreuades. Inclou àrees de fortes pendents i barracs.
3. Area conreuada mixta. Compren àrees de relleu ondulat



preferentment conreuades amb alternança de boscos illa i marges arbrats.

4. Area conreuada extensa. Arees ocupades per grans extensions de conreus arboris o cereal. Com a màxim apareixen alguns petits boscos intercalats, però sempre molt petits i allunyats els uns dels altres.

Posteriorment s'ha fet una anàlisi de les freqüències d'ús de cada un dels ambients per cada individu en relació a l'hàbitat disponible en cada un dels dominis vitals i també de forma global. Per a la comparació de l'hàbitat disponible amb l'hàbitat utilitzat, s'ha fet servir l'index de IVLEV (1961):

$$E_i = \frac{r_i - p_i}{r_i + p_i}$$

$r_i$  = proporció en que l'astor utilitza l'ambient i.

$p_i$  = proporció en que es troba l'ambient i al medi.

Si  $E_i = 0$  : electivitat neutra. L'animal utilitza l'ambient i en la mateixa proporció que es troba al medi.

Si  $-1 < E_i < 0$ : electivitat negativa. L'animal rebutja el medi i.

Si  $0 < E_i < +1$  : electivitat positiva. L'animal sent preferència pel medi i.

### 4.3. Resultats.

En primer lloc, analitzarem l'extensió del domini vital de cada un dels individus seguits, fent referència a les variacions que experimenta al llarg del temps i analitzant la manera com cada animal explota el seu espai vital.

#### 4.3.1. Dominis vitals.

##### MASCLE 628 (Parella 9)

Aquest exemplar fou seguit al llarg del període reproductor i va criar amb èxit 3 polls provinents d'una posta de reposició. Durant el període de seguiment d'aquest exemplar es van obtenir 97 localitzacions, en base a les quals el seu domini vital quedà establert en 14.01 km<sup>2</sup> segons el mètode MPC i en 8.75 km<sup>2</sup> segons el mètode de la malla. Globalment, el 47.9% del territori no és visitat, el 46.5 % és utilitzat de forma ocasional, el 2.6 % de forma habitual i el 2.6% de forma preferent. L'àrea d'ús preferent es correspon a la localització dels nius, mentre que la resta del territori visitat correspon a zones de caça. Aquest exemplar presenta dins del seu territori una zona de caça predilecta que és visitada de forma habitual. Es tracta d'un barrac pròxim al niu amb vegetació forestal que inclou petits boscos, erms, alzinar i roureda, amb algun conreu intercalat. Com veurem més endavant, aquest sembla ser el medi que més positivament selecciona l'astor per a caçar a l'àrea d'estudi. Destaca l'ús força homogeni que fa aquest exemplar del seu territori i l'elevat grau de concentració que presenta.

L'evolució per períodes (FIGURA 3) ens mostra que durant el període de preposta ( 19/2 - 27/3 ) l'extensió del domini vital fou de 2.76 km<sup>2</sup> segons el MPC i de 3.5 km<sup>2</sup> segons el mètode de malla. Veiem que es tracta d'un domini força reduït i concentrat, utilitzat de forma força homogènea. Durant el període d'incubació i cria dels polls el domini vital s'extèn fins a 5.6 km<sup>2</sup> segons el MPC o 3.5 km<sup>2</sup> segons el mètode de la malla. Si

rebutgem les 2 localitzacions a l'àrea del primer niu, que va ser abandonat poc després d'acabar la posta per fer una posta de reposició a un altre niu a 2.7 km de distància, la superfície es redueix a 4.6 km<sup>2</sup> MPC o 3.25 pel mètode de malla. Observem que si bé l'estima del domini vital pel mètode del MPC s'ha incrementat notablement en relació al període anterior, no ho ha fet l'estima obtinguda pel mètode de la malla. Aquest fet ens indica que durant la fase de cria dels joves l'astor incrementa el seu domini vital perquè va a caçar a zones més allunyades, i segurament millors, de manera que utilitza el territori d'una forma més dispersa que a l'etapa anterior. En l'etapa posterior a l'envol dels joves el domini vital s'eixampla fins assolir 13.82 km<sup>2</sup> MPC o 4.5 km<sup>2</sup> malla. Aquest increment sembla indicar l'existència d'un progressiu relaxament territorial del mascle un cop finalitzat el període reproductor.

#### MASCLE 807 (Parella 7)

Es van obtenir 43 localitzacions d'aquest exemplar, totes elles corresponents al període de preposta. L'estima del domini vital resultant és de 6.5 km<sup>2</sup> MPC o 5.75 km<sup>2</sup> malla. Aquest exemplar ignora el 36% del seu territori, visita de forma ocasional el 52.7%, el 5.7 % de forma habitual i el 5.7 % de forma preferent. Les àrees d'ús preferent es corresponen a l'àrea del niu i a una zona de caça pròxima que està rodejada per un cinturó d'ús habitual. Globalment el territori es presenta força concentrat i homogeni, si bé hi ha indicis que aquest exemplar podria haver abandonat l'àrea del domini vital que hem establert per desplaçar-se a una zona poc precisada més al nord. Posteriorment al seguiment, aquest mascle es va reproduir normalment, criant amb èxit 1 poll.

#### MASCLE 837 (Parella 13)

L'extensió del domini vital d'aquest exemplar en base a 51

localitzacions, totes elles corresponents al període de preposta, va ser de 15.04 km<sup>2</sup> MPC o 6.25 km<sup>2</sup> malla. Aquests valors ens indiquen ja la presència d'extenses zones no utilitzades dins del domini vital d'aquest exemplar. Aquestes zones mai visitades comprenen el 65.3% del territori. El 27.7% del territori és visitat de forma ocasional, el 4.2% de forma habitual i el 2.8% de forma preferent. Les àrees preferents comprenen la zona del niu i boscos al voltant que són utilitzats com àrea de repòs. Les àrees d'ús habitual comprenen bàsicament zones de cacera pròximes al niu.

Aquest exemplar no va criar amb èxit cap poll, ja que la parella va abandonar la posta durant la incubació i no van realitzar posta de reposició. Com posa de manifest la FIGURA 7, mostra un lligam a l'àrea del niu menys fort que en el cas del mascle 807 ó 628.

FEMELLA 656 (Parella 13)

En base a 80 localitzacions s'ha establert la superfície total del domini vital d'aquest exemplar en 9.37 km<sup>2</sup> MPC o 4.25 km<sup>2</sup> malla. El 68.6% del territori no és utilitzat, el 27.4% és utilitzat de forma ocasional, el 2% de forma preferent i el 2% de forma intensiva. L'àrea d'ús intensiu es correspon a la zona del niu, les d'ús preferent a dormidors o posadors pròxims a la zona del niu i les àrees d'ús ocasional es troben principalment enganxades al voltant de l'àrea de cria i són visitades per la femella durant el període de preposta i postenvol. Però també inclouen àrees molt allunyades del niu (més de 6 km) visitats de forma molt breu per la femella durant l'època de preposta.

Per períodes (FIGURA 4), veiem que durant la fase de preposta l'extensió del domini vital és de 8.07 km<sup>2</sup> MPC o 2.25 km<sup>2</sup> malla. La gran diferència entre aquest dos valors posa de manifest l'existència d'àmplies zones del territori que no són visitades. La major part de l'activitat de la femella es desenvolupa molt a prop del niu, en una àrea que no supera 1 km<sup>2</sup>, i que la major part del seu temps el passa a menys de 500

metres del niu. L'observació continuada d'aquesta femella durant varies jornades, posà de manifest que durant aquesta fase passava la major part del seu temps prop del niu, del qual tan sols s'allunyava per foragitar altres astors intrusos o per visitar àrees llunyanes al niu, sobrevolant fins i tot territoris veïns. Globalment durant aquesta fase passa el 73 % del seu temps a l'àrea del niu i el 27 % restant fora. Durant el període d'incubació i cria dels polls el domini vital d'aquesta femella fou de  $0.14 \text{ km}^2$  MPC o  $0.5 \text{ km}^2$  malla. Comprenia una petita àrea al voltant del niu en la qual la femella passà tot el seu temps. Aquesta femella no va participar en les tasques de cacera durant el període de cria dels polls. A la fase posterior, fins aproximadament un mes després de l'envol, aquesta femella continuà mantenint un domini vital força reduït ( $0.16 \text{ km}^2$  MPC) al voltant del niu. No és fins de varies setmanes després de produir-se l'envol que comença a ampliar de forma clara el seu domini vital, fins assolir  $2.26 \text{ km}^2$  MPC o  $3 \text{ km}^2$  malla. La pèrdua de l'emisor a causa de la muda va impedir averiguar si la femella continuava ampliant o no el seu domini vital. Això no obstant, durant la primera fase del període de postenvol, la femella pot realitzar visites breus a zones llunyanes, segurament per caçar, tornant, però, desseguida al niu, tal com havíem observat que passava durant la fase de preposta. En la fase final del postenvol l'ús del territori és força homogeni i concentrat. Aquesta femella va criar amb èxit 3 polls.

#### FEMELLA 687 (Parella 18)

En base a 30 localitzacions s'ha establert el seu domini vital en  $19.6 \text{ km}^2$  MPC o  $6 \text{ km}^2$  malla. El 79.8% del territori no és visitat, el 19.2% ho és de forma ocasional i l'1 % de forma preferent. Aquest 1 % correspon a l'àrea de nidificació. Veiem doncs una utilització global molt dispersa del domini vital. Aquesta femella (subadulta), realitzà una posta de 2 ous que abandonà pocs 8 dies després de començar la incubació i no va realitzar cap posta de reposició. L'anàlisi per etapes de l'evolució del seu domini vital (FIGURA 5) mostra en un principi

força paral·lelisme amb la femella 656 però, posteriorment, el seu comportament reproductor diferent queda reflexat en l'evolució del domini vital. Durant la fase de preposta el domini vital fou de  $6.25 \text{ km}^2$  MPC o  $2 \text{ km}^2$  malla. Aquests valors ens indiquen una utilització molt heterogènea de l'espai durant aquesta fase. Com en el cas de la femella 656, l'activitat es concentra a la zona del niu, si bé realitza visites esporàdiques a zones força allunyades. Després d'abandonar la posta, el territori d'aquesta femella s'amplia enormement fins a assolir  $17.5 \text{ km}^2$  MPC o  $4 \text{ km}^2$  malla. Durant aquesta fase la utilització del territori és força heterogènea i dispersa i no apareixen àrees preferents. Aquesta femella no va criar cap poll.

En les TAULES 2 i 3 es resumeixen les dades exposades fins ara en relació a l'extensió dels dominis vitals i ús de l'espai.

#### 4.3.1.1. Diferències entre sexes.

En relació a l'ús de l'espai, les diferències més notables s'observen en fer les comparacions entre sexes. Les femelles reproductores mostren dominis vitals restringits a l'àrea del niu, d'on tant sols s'allunyen esporàdicament. Els mascles, encarregats de dur l'aliment al niu, exploten dominis vitals molt més amplis. Tots els mascles presenten proporcions d'ús similars entre ells, no tenen àrees d'ús intensiu i presenten zones d'ús habitual que es corresponen amb joques o àrees de caça molt freqüentades. En les femelles, tant en la reproductora com en la subadulta, no hi ha àrees d'ús habitual, segurament a causa del fort arrelament a l'àrea del niu de la primera i al comportament divagant de la segona.

TAULA 2. Superfície en km<sup>2</sup> dels dominis vitals dels 5 exemplars seguits.

Exemplar	Tipus període	Nº localitzacions	MPC	mallà
m 628	total	97	14.01	8.75
m 628	preposta	33	2.76	3.5
m 628	cria	30	5.6	3.5
m 628	postenvol	34	13.82	4.5
m 807	preposta	43	6.5	5.75
m 837	preposta	51	15.04	6.25
f 656	total	80	9.37	4.25
f 656	preposta	33	8.07	2.25
f 656	cria	24	0.14	0.5
f 656	postenvol	23	2.26	3.0
f 687	total	27	19.6	6.0
f 687	preposta	11	6.25	2.0
f 687	postreprod.	16	17.5	4.0

TAULA 3. Us de l'espai pels diferents exemplars. Els Percentatges es refereixen a la proporció de quadrícules 500x500 respecte el total de quadrícules visitades que s'inclouen ins de cada una de les categories d'ús establertes ( veure metodologia).

	OCASIONAL	HABITUAL	PREFERENT	INTENSIU
m 628	89.4 %	5.2 %	5.2 %	0 %
m 807	82.5 %	8.7 %	8.7 %	0 %
m 837	80.0 %	12.0 %	8.0 %	0 %
f 656	87.5 %	0 %	6.25 %	6.25 %
f 687	95.6 %	0 %	4.4 %	0 %

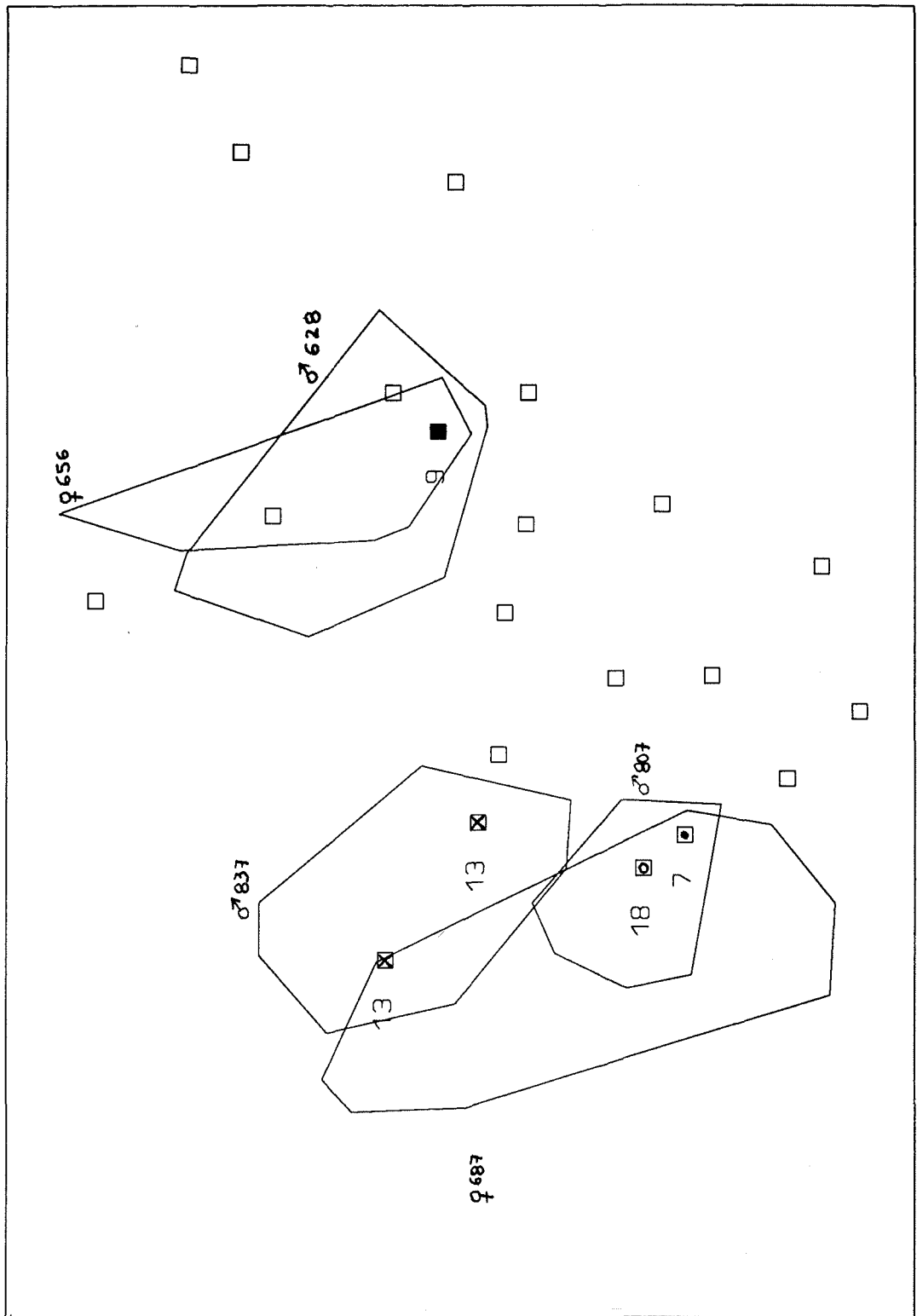


FIGURA 1. Delimitació dels dominis vitals dels 5 exemplars seguits. (Escala: 8 mm = 1 km). Els quadrats representen la situació dels nius de totes les parelles. Els nius dels exemplars seguits es marquen amb el nº corresponent a la seva parella.



#### 4.3.1.2. Diferències entre parelles.

En relació al patró de variació interindividual, podem comparar l'extensió del domini dels tres mascles durant el període de preposta. Observem com el mascle 628 explota una àrea de 2.76 km<sup>2</sup>, el mascle 807 una àrea de 6.5 km<sup>2</sup>, i el mascle 837 una àrea de 15.04 km<sup>2</sup>. ¿Per que es donen aquestes diferències? Segurament la qualitat del territori explotat, és a dir la seva abundància en espècies presa, és la que determina el major o menor tamany del domini vital de tal manera que les necessitats energètiques de l'individu puguin ser satisfetes. Per tant, un territori més gran ha de ser reflexe d'una àrea més pobra en preses i implica que l'individu en qüestió tindrà més dificultats per a satisfer les seves necessitats energètiques o les de la seva parella i pollada. Aquest fet queda reflexat en la FIGURA 2, que mostra la relació existent entre l'extensió del domini vital de cada un dels mascles durant la preposta i el tamany de la posta feta per la femella corresponent. Si bé el nombre de dades no permet fer cap tipus d'inferència estadística, la relació inversa entre el tamany del territori i la mida de posta és segurament un reflexe clar de les diferències de qualitat entre els territoris que, en últim terme, es veuen reflexades en l'èxit reproductor.

#### 4.3.1.3. Variació temporal.

Pel que fa a la variació intraindividual, és a dir la que es produeix al llarg del temps, cal diferenciar el que passa en mascles i el que passa en les femelles, ja que els diferents papers que adopta cada sexe en la reproducció afecten seriosament el seu comportament territorial. Les femelles, un cop aparellades i abans de pondre, concentren la seva activitat en una àrea molt reduïda al voltant del niu, però poden realitzar curts viatges a àrees molt més allunyades. L'activitat cinegètica es veu molt reduïda, i la seva principal activitat es redueix a la defensa de l'àrea del niu. Posteriorment a la posta, les femelles es mantenen confinades a l'àrea del niu. El període d'inactivitat

cinètica pot allargar-se fins més enllà de l'envol dels polls, com va ocórrer en la femella que vàrem seguir. Els mascles exploten dominis vitals l'extensió dels quals varia al llarg del temps en relació a les necessitats de la parella i els polls, incrementant-se des de la preposta fins a l'envol. En ambdós sexes sembla produir-se un relaxament dels lligams territorials després de la cria. La femella 687, després d'abandonar la posta, perdé tot tipus de lligam amb la seva àrea de cria i adoptà un comportament força erràtic. En aquest aspecte l'astor difereix força de l'esparver, el qual manté uns lligams més forts amb l'àrea de cria durant tot l'any (NEWTON, 1986).

#### 4.3.1.4. Cavalcament entre territoris.

Un fet remarcable és l'elevat grau de cavalcament que sembla donar-se entre els dominis vitals dels diferents individus seguits i els d'altres exemplars, seguits o no (FIGURA 1). L'extensió de terreny que forma part del domini vital de més d'un exemplar comprèn el 31.6 % del total de l'àrea explotada pels 5 exemplars seguits. Hem pogut comprovar, com assenyala ZIESSEMER (1983), que l'astor solament defensa una àrea de pocs centenars de metres al voltant del niu, expulsant activament altres exemplars del propi sexe. No s'han observat conflictes en àrees de cacera. El gran cavalcament observat entre els dominis dels diferents exemplars segurament és menys acusat del que dóna a entendre la FIGURA 1 si es té en compte la dimensió temporal, que permet que diferents individus explotin àrees comunes sense arribar a coincidir. D'altra banda, el percentatge de quadrícules en que s'han produït deteccions de més d'un exemplar és força baix. En el cas del mascle i la femella de la parella 13, tan sols el 18 % de les quadrícules que exploten contenen localitzacions dels dos exemplars. Els exemplars seguits de les parelles 7, 9 i 18 presenten un percentatge de quadrícules compartides del 7.6 %. Del total de 112 quadrícules en que hi ha localitzacions, solament 12 (10.7 %) són explotades per més d'un exemplar, i mai simultàneament.

#### 4.3.2. Hàbitat de cacera

A les TAULES 4 i 5 es posen de manifest les preferències dels diferent exemplars.

TAULA 4. Percentatge d'utilització dels diferents ambients en relació a la proporció en que apareixen en el medi en els territoris de cada un dels exemplars seguits. Xifra superior: % Proporció al medi; xifra inferior: % Freqüència d'utilització. N = N° de localitzacions. AM1: Area forestal extensa. AM2: Area forestal mixta. AM3: Area conreuada mixta. AM4: Area conreuada extensa.

	M628	M807	M837	F687	TOTAL
AM 1	0 0	27.2 55.2	0 0	14.4 28.6	9.0 18.0
AM 2	14.4 30.4	21.8 31.0	5. 23.	12.1 28.6	12.4 28.7
AM 3	54.0 41.3	34.5 10.3	63.1 65.4	28.1 23.8	43.6 36.1
AM 4	31.5 28.2	16.3 3.4	31.4 11.5	45.0 19.0	35.0 17.2
N	46	29	26	21	122

TAULA 5. Electivitat (index de Ivlev) dels diferents ambient per part dels astors seguits. AM1: Area forestal extensa. AM2: Area forestal mixta. AM3: Area conreuada mixta. AM4: Area conreuada extensa.

	M 628	M 807	M 837	F 687	TOTAL
AM1	-	+0.34	-	+0.33	+0.30
AM2	+0.36	+0.17	+0.60	+0.40	+0.40
AM3	-0.13	-0.54	+0.02	-0.08	-0.09
AM4	-0.05	-0.65	-0.46	-0.41	-0.34

Tots els exemplars mostren un clar rebuig per les àrees de conreu extensiu totalment desarbrades, excepte en el cas del mascle 628 que mostra una electivitat neutre envers aquest mitjà. Solament dos exemplars posseeixen àrees forestals extenses dins el seu territori (687 i 807) i tots dos mostren una clara preferència per aquestes àrees. El medi forestal mixte és seleccionat positivament per tots els exemplars, mentre que el medi conreat mixte mostra, en general, electivitats neutres, exeppte en el cas del mascle 807 que el selecciona negativament. Globalment l'ambient predilecte, és a dir, el que presenta una electivitat positiva més alta, és el medi forestal mixte, seguit del medi forestal pur. El medi conreat mixte presenta una electivitat neutre, mentre que els conreus extensius són seleccionats negativament. Si tenim present que les localitzacions dels astors en àrees forestals pures s'han produït totes elles als límits del bosc o prop de clarianes, es reafirma encara més la preferència dels astors segarrencs pel medi forestal mixte.

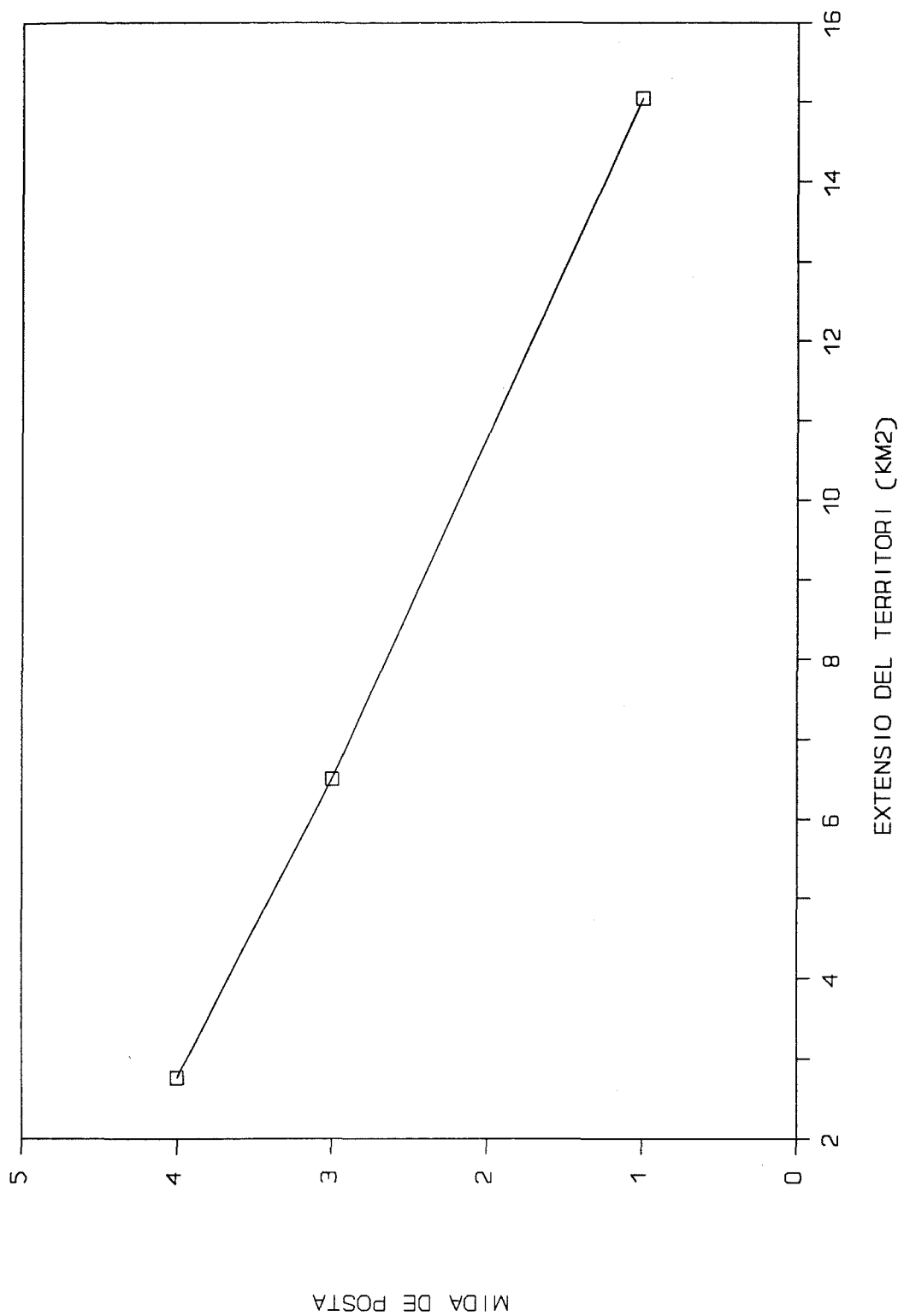


FIGURA 2. Relació entre l'extensió del domini vital dels mascles durant el període de preposta i la mida de posta.

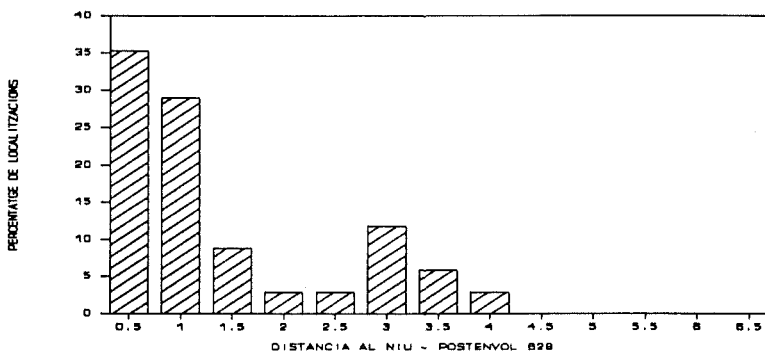
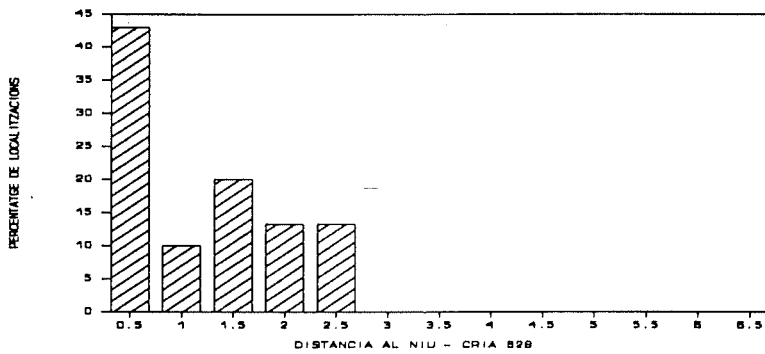
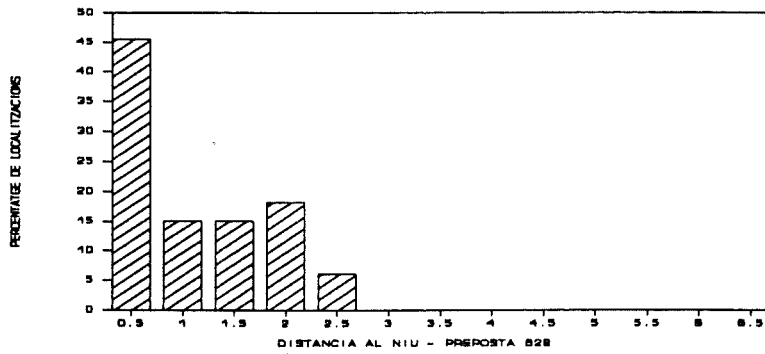


FIGURA 3. Distribució de les localitzacions del mascle 628 en funció de la distància al niu en tres etapes diferents del període reproductor (preposta, cria, postenvol).

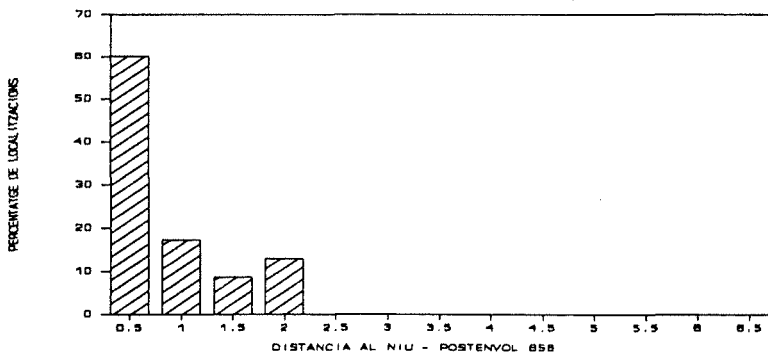
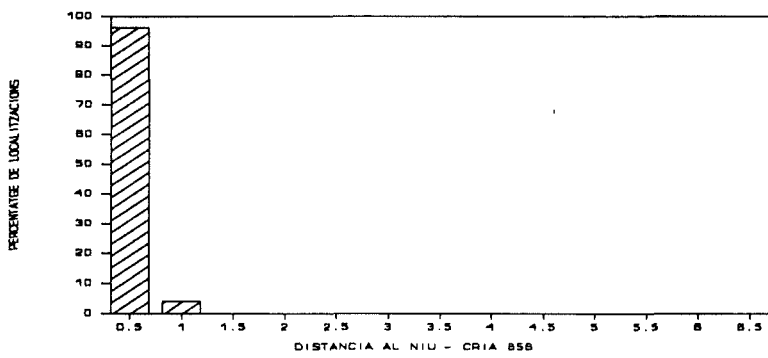
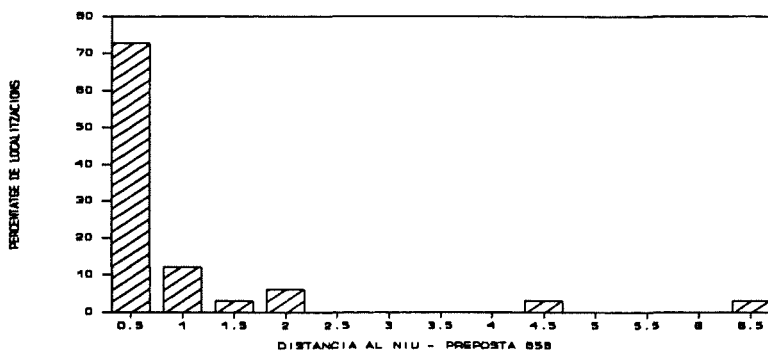


FIGURA 4. Distribució de les localitzacions de la femella 656 en funció de la distància al niu en tres etapes diferents del període reproductor (preposta, cria, postenvol).

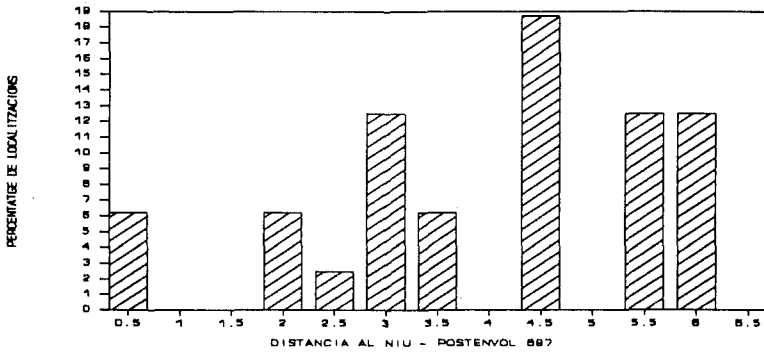
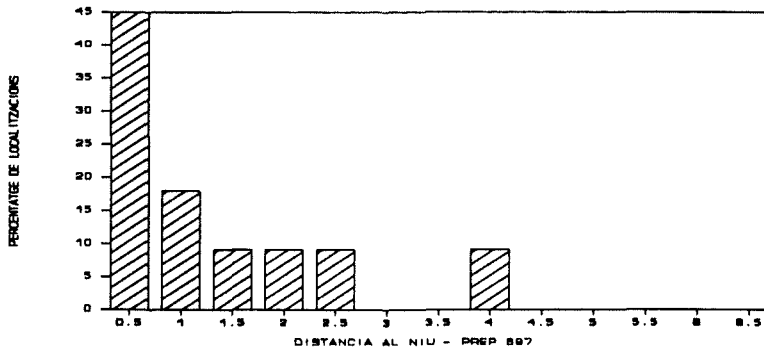


FIGURA 5. Distribució de les localitzacions de la femella 687 en funció de la distància al niu en dues etapes diferents del període reproductor (preposta, període postreproductor).



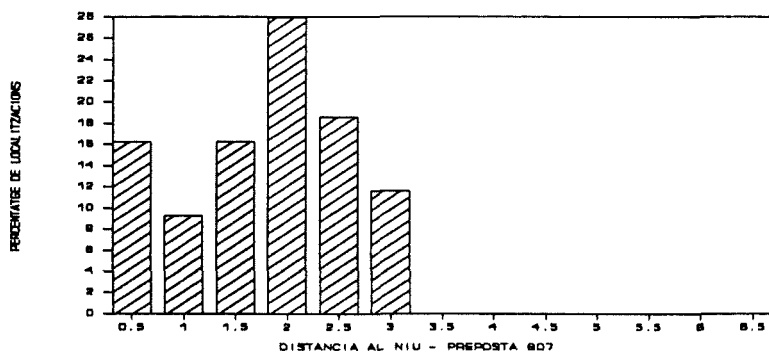


FIGURA 6. Distribució de les localitzacions del mascle 807 en funció de la distància al niu. Període de preposta.

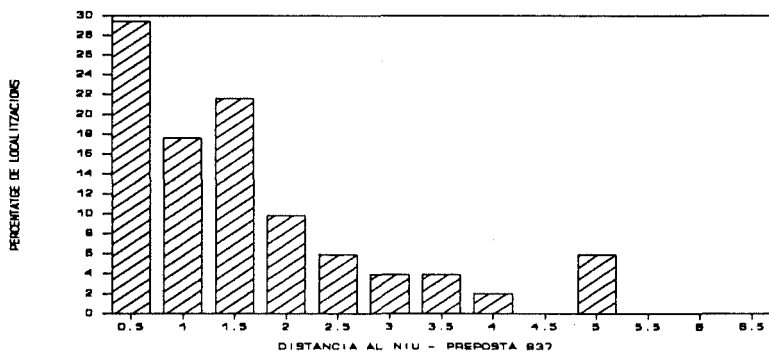


FIGURA 7. Distribució de les localitzacions del mascle 837 en funció de la distància al niu. Període de preposta.

#### 4.4. Discussió.

El petit nombre d'exemplars que han estat seguits i la diversitat de circumstàncies que els envoltaven no permeten anar gaire més enllà dels aspectes púrament descriptius. Diversos autors han estudiat el comportament territorial i l'ús de l'espai en l'astor. L'extensió del domini vital durant el període reproductor a diverses localitats europees es situa entre 30 i 50 km<sup>2</sup> (GLUTZ et al., 1971), 5 i 64 km<sup>2</sup>, (ZIESEMER, 1983) variant en funció de la disponibilitat de preses. THIOLLAY (1967) estima el territori de caça d'una parella d'astors entre 24 i 26 km<sup>2</sup>. i CRAIGHEAD & CRAIGHEAD in SHOENER (1968) l'estimen en 21 km<sup>2</sup>. Els valors que nosaltres hem obtingut pels diferents exemplars van de 6.5 a 19.6 km<sup>2</sup> i es situen, doncs, al límit inferior dels valors trobats a la bibliografia. Aquest fet es pot associar a la gran abundància de preses a la Segarra que permet que els astors explotin territoris relativament petits i assoleixin densitats força elevades. Els dominis vitals a l'hivern han estat estimats sobre els 40 km<sup>2</sup> (RUST, 1971 in CRAMP & SIMMONS, 1980), 50 km<sup>2</sup> (BRÜLL, 1964 in CRAMP & SIMMONS, 1980), 20.7 km<sup>2</sup> (KENWARD, 1977) o 54 km<sup>2</sup> i 57 km<sup>2</sup> a les àrees més pobres dels boscos boreals (KENWARD et al., 1981 i WIDÉN, 1989). No disposem d'estimes del domini vital dels astors segarrencs durant l'hivern, però atenent als valors del període reproductor i la tendència que s'observa a incrementar l'àrea explotada quan desapareixen els lligams amb la zona del niu, podem pensar que els valors siguin similars als anteriorment citats.

Un factor destacable que afecta la mida del domini vital durant el període reproductor, sembla ser l'estatus reproductor dels individus. Coincidint amb el que esmenta NEWTON (1979), la nostra femella no reproductora (F687) és la que va explotar un domini vital més gran, a desgrat que els seus requeriments energètics eren inferiors als dels individus reproductors. Aquesta aparent contradicció s'explica en base a l'alliberament dels lligams que la unien al seu niu. Aquest fenòmen també ha

estat observat en altres espècies com l'esparver (Accipiter nisus) (NEWTON, 1986) i indueix a pensar que els dominis vitals hivernals dels astors segarrencs són força més grans que els del període reproductor. L'observació en diverses ocasions d'astors a l'hivern en àrees desarbrades força allunyades de la zona de nidificació indueix a pensar en el mateix sentit. També coincidim amb les observacions de NEWTON (1986) en el fet que el domini vital d'aquesta femella no reproductora era el que presentava major part d'àrees obertes (TAULA 4), segurament perquè aquestes zones, tot i trobar-se allunyades de les àrees de cria, disposen d'un potencial de preses més elevat. Aquesta femella no era lligada a cap posador o joca. En canvi, els dominis vitals dels exemplars reproductors graviten al voltant del niu, si bé no es troben centrats en aquest fet que pot ser conseqüència de l'intent de reduir al màxim les tensions amb parelles veïnes, o bé el resultat de la distribució concentrada dels boscos adequats per a la reproducció. De fet, l'extensió real total dels dominis vitals establerta per mitjà del radioseguiment supera l'extensió esperada en base a la dispersió dels nius i un solapament nul. Segurament, l'escàs comportament agressiu de l'astor envers els seus congèneres (ZIESSEMER, 1983; KENWARD, 1977) fa possible que les diferents parelles puguin criar molt pròximes entre si, aprofitant els escassos boscos apropiats disponibles, extenen les àrees de cacera sobre altres zones no apropiades per a la reproducció. En conseqüència també, es produeix un elevat cavalcament entre els diferents dominis vitals. Tota manera, el domini vital teòric d'una parella d'astors calculat dividint l'àrea total ocupada per totes les parelles pel nº de parelles dóna un valor de 6.8 km<sup>2</sup>, superior a l'extensió del domini vital dels mascles durant la fase de preposta. Sembla doncs, que durant aquesta fase prèvia a la reproducció en que la femella pràcticament no es belluga i el mascle s'ocupa de la major part de la cacera, el cavalcament entre els territoris deu ser mínim. Com postula NEWTON (1986) en el cas de l'esparver, la superfície dels dominis vitals dels mascles durant el període de preposta podria ser el factor determinant de la densitat de parelles i de l'espaiament entre nius.

Els nostres resultats coincideixen amb els d'altres autors (ZIESEMER, 1983; WIDÉN, 1989) en estimar que el grau de cavalcament entre territoris de diferents parelles és força elevat. Tot i aixó, el mètode del mínim polígon convex emprat per la major part de treballs en l'estimació de les superfícies explotades tendeix a sobreestimar enormement el solapament real entre dominis vitals. Com hem vist, el percentatge real de terreny efectivament compartit pels diferents exemplars (10.7% de les quadrícules) és força més baix que el que donen a entendre els polígons (31.6%). Si bé és cert que l'astor és una espècie força tolerant amb el seus congèneres a les àrees de cacera amb gran abundància de preses, l'espaiament regular dels nius que s'observa suggereix l'intent de minimitzar les interaccions entre parelles veïnes. Per tant, no ha d'estranyar que tot i situar-se molt pròximes, el solapament efectiu entre els territoris de les diferent parelles sigui força baix.

Les variacions que hem observat en l'extensió del domini vital dels mascles al llarg del cicle reproductor responen perfectament a la hipòtesi que l'increment de la demanda energètica de la família d'astors exigeix un increment de l'esforç de caça del mascle, el qual es veu obligat a prospectar àrees cada cop més allunyades del niu, potser també com a conseqüència de l'esgotament progressiu de les àrees més properes. Després de l'envol dels joves el domini vital experimenta una expansió progressiva com a conseqüència de l'alliberament dels vincles familiars i territorials.

Les preferències d'hàbitat de cacera que hem detectat coincideixen amb les observades per KENWARD (1982) i confirmen parcialment la hipòtesi que els astor seleccionen per a caçar aquells medis que els ofereixen una major disponibilitat de preses. Efectivament, com ja hem vist a l'apartat d'alimentació, les preses principals de l'astor a la Segarra dins i fora del període reproductor són, en primer lloc, la perdiu i, en segon lloc, el conill, els quals proporcionen fins el 63 % de la biomassa capturada (veure el capítol 1). El medi forestal mixte

és un dels ambients preferits pel conill a la Segarra i per tant no ha d'estranyar el fet que l'astor seleccioni aquest ambient de forma tan favorable. Si que pot semblar més estrany el rebuig per les àrees conreuades quan és de sobra coneguda la preferència de les perdius per aquests ambients. L'explicació d'aquest fet es troba en la particular tècnica de caça de l'astor (WIDEN, 1984; KENWARD, 1982), que requereix un mínim de cobertura vegetal que dificulti la seva detecció i li proporcioni posadors adequats. L'ambient conreat mixte, també molt ric en perdius, si que ofereix aquestes particularitats, de tal manera que l'astor segarrenç l'utilitza de forma regular i en la mateixa proporció que cal esperar en base al percentatge d'aparició d'aquest ambient en els seus territoris. Aquests resultats confirmen que l'astor s'ha vist afavorit per les modificacions introduïdes per l'home en el paisatge forestal inicial, i que prefereix les àrees semiforestals que les de bosc dens, si bé defuig les àrees fortament desforestades. Per tant, a la Segarra, on l'astor s'ha vist afavorit per la creació d'àmplies zones obertes dedicades al conreu, actualment la protecció d'aquest rapinyaire exigeix la conservació, d'una banda, dels cada vegada més escassos boscos adequats per la cria i, de l'altra, de les àrees ermes, garrigues i zones semiforestals que avui en dia estan essent roturades novament. La gran diferència en l'electivitat del medi conreat mixte i el conreu extens posa de manifest la importància de la parcelació i els marges, així com de les zones marginals incultes o ermes i àrees de garriga, prats o timonedes i guarets, ja que aquestes formacions presenten una riquesa i productivitats faunístiques que afavoreixen l'existència de preses apropiades.

Si bé no disposem de prou dades, no s'observen diferències en les preferències d'hàbitat de cacera entre els mascles i la femella que hem seguit, com tampoc en troben KENWARD (1982) ni WIDÉN (1989). Les diferents preferències que detecta NEWTON (1986) en el cas de l'esparver Accipiter nisus i que atribueix a les diferències en l'espectre tròfic dels dos sexes, no apareixen en el nostre cas. Com hem vist en el capítol 1, les

diferències en la dieta dels mascles i les femelles són poc remarcables (es dóna un gran solapament entre elles) i, per tant, no és estrany que no seleccionin de forma diferent els hàbitats de cacera. D'altra banda, les espècies presa on radiquen les petites diferències tròfiques intersexuals no mostren marcades diferències en els tipus d'ambients preferits, essent sempre el medi forestal mixte el medi més apropiat per a moltes d'elles. Per tant, inclús considerant que mascles i femelles tendeixen a capturar espècies diferents, ambdós sexes ho hauran de fer preferentment en el mateix medi.

De cara a la gestió de la població d'astor segarrenca, 2000 hectàrees de terreny apropiat semblen suficients per a assegurar la vida a una parella d'astors al llarg de l'any. Els resultats que hem obtingut posen clarament de manifest les característiques ambientals que més l'afavoreixen des del punt de vista tròfic. El medi forestal mixte comprèn bàsicament barrancs forestats amb feixes ermes en diferents estadis de regeneració, dedicades principalment a la pastura. Es tracta de zones marginals antigament dedicades al conreu de la vinya però abandonades arran de la fil·loxera. La conservació d'aquestes àrees com a refugis de fauna a la Segarra és molt important, però requereix una correcta gestió i explotació que permeti el manteniment dels estadis sucesionals més productius. Igualment, la progressiva concentració parcelaria representa una important pèrdua ambiental que caldria evitar a tota costa.

## 5. Hàbitat de nidificació de l'astor a la Segarra.

### 5.1. Introducció.

L'alteració de l'hàbitat és la causa de la regressió de moltes espècies d'ocells (TEMPLE, 1981) i diversos autors (NEWTON, 1979; VILLAGE, 1983) posen de manifest que l'hàbitat de nidificació pot ser un dels principals factors limitants per a les poblacions de rapinyaires (KOSTRZEWA, 1987). Moltes espècies de rapinyaires utilitzen per a nidificar ambients fortament humanitzats o creats per l'home, de manera que els canvis en les tècniques d'explotació, ja sigui agrícola o forestal, d'aquests medis altera els hàbitats de cacera o de nidificació d'aquestes espècies (SCHMUTZ, 1987), algunes de les quals es troben en franca regressió. El coneixement quantitatiu dels requeriments de les aus de presa pel que fa a l'hàbitat de nidificació és essencial per a poder gestionar el medi de manera que s'asseguri la persistència de les seves poblacions. Això és especialment vàlid per aquelles espècies que, com l'astor, nidifiquen en medis sotmesos a forta explotació per part de l'home.

L'astor és un ocell de costums forestals que nidifica invariablement als boscos (CRAMP & SIMMONS, 1980). Diversos estudis sobre els requeriments específics de l'astor a l'hora de seleccionar el lloc per a nidificar semblen indicar la tendència de l'astor a seleccionar un determinat tipus de bosc (DIETZEN, 1978; KENNEDY, 1987; REYNOLDS, 1983; MCGOWAN, 1975; SPEISER & BOSAKOWSKI, 1984; REYNOLDS et al., 1982; HAYWARD & ESCANO, 1989; MOORE & HENNY, 1983; KOSTRZEWA, 1987) però, d'altra banda, al llarg de tota la seva àrea de distribució l'astor apareix en multitud d'ambients forestals que demostren la seva versatilitat en aquest sentit. Prova d'aquest fet n'és la nidificació en boscos força atípics per a l'espècie a la illa de Öland (LINDELL, 1984), a districtes urbans (DIETRICH & ELLENBERG, 1981) o a fileres d'arbres al voltant de camps (KALCHREUTER, 1981). La Segarra és una comarca mitjanament forestada, on els boscos de coníferes van guanyar terreny a la vinya arran del

despoblament rural que es produí al llarg del segle XX. Ben probablement, aquest fenomen afavorí la implantació a la comarca d'una creixent població d'astors, la qual es veié afavorida també per la gran abundància d'espècies presa que habitaven els ambients semiforestals i agrícoles. Malgrat la tendència actual cap a la roturació de noves terres per a dedicar-les als conreus, la superfície forestal sembla mantenir-se estable. Tota manera, la major part de boscos de la comarca es troben sotmesos a explotació forestal, la qual cosa pot significar una amenaça seriosa pels astors segarrencs si aquesta explotació no és realitzada amb cura i amb criteris més àmplis que els purament productivistes. És per aquesta raó que és imprescindible conèixer els requeriments concrets dels astors a l'hora de triar els boscos per a nidificar, ja que únicament així serà possible dissenyar models d'explotació que compaginin l'aprofitament forestal amb el manteniment de la fauna dels boscos.

L'hàbitat de nidificació de l'astor ha estat descrit en nombrosos treballs a Amèrica del Nord (treballs ja esmentats més amunt), però no existeix cap estudi quantitatiu referent a aquest aspecte de la biologia de l'astor a Europa exceptuant els treballs de KOSTRZEWA (1987) i DIETZEN (1978). En aquest apartat es descriuen les característiques de l'hàbitat de nidificació de l'astor a la zona d'estudi i, per mitjà de l'anàlisi discriminant, s'han determinat quins són els factors principals que determinen la selecció dels boscos utilitzats. També s'analitza la importància de la selecció de l'hàbitat de nidificació de cara a la determinació de l'èxit reproductor, és a dir, el significat adaptatiu d'aquest tret comportamental.



## 5.2. Material i mètodes.

A cada lloc de nidificació s'han mesurat variables referents a les característiques del niu, variables referents a les característiques de l'arbre suport del niu i variables característiques del bosc on es troba el niu. A la TAULA 1 es descriuen les diferents variables mesurades. Les variables referents al niu i a l'arbre del niu es mesuraren per mitjà d'una brúixola, un clinòmetre i una cinta mètrica. La tècnica emprada per a mesurar les característiques estructurals del bosc "in situ" s'ideà en base a la proposada per NOON (1981) per aquests tipus d'ambients, però utilitzant el mètode dels quadrants (COTTAM et al., 1953) que permet realitzar les mesures sense necessitat de delimitar de forma precisa l'àrea mostral, labor que és sumament delicada en ambients tan tancats com el bosc. El protocol de mesura consistí en traçar, amb l'ajut de dues cintes mètriques de 50 m de longitud, una creu de quatre braços de 10 m de longitud orientada de nord a sud. El centre de la creu es situà sempre que fou possible en l'arbre-niu o, en cas que existissin diversos nius molt pròxims en el mateix bosc, en el centre geomètric de tots aquest nius. Cas que el niu es trobés just al límit del bosc, la creu es desplaçà de forma que quedés totalment inclosa en els límits del bosc. Amb l'ajut d'una taula de nombres aleatoris es determinaren 2 punts a l'atzar en cada un dels quadrants definits per la creu. En cada un d'aquests punts (8 en total), es traçà novament una creu imaginària orientada sempre de nord a sud i es mesurà, en cada un dels quadrants, la distància del punt a l'arbre més proper, l'espècie corresponent i el seu DBH. Per tant, en cada lloc de nidificació, es mostrejaren 32 arbres, a més del del niu. Amb aquesta informació era possible determinar la densitat d'arbres (DEN) en base a la següent equació:

$$\text{DEN} = \frac{1}{((\sum d)/N)^2} \times 10000 \quad (\text{COTTAM } \underline{\text{et al.}}, 1953)$$

on d és la distància (en metres) del punt a l'arbre més proper i N és el nombre de mesures realitzades (en el nostre cas 32 en cada bosc mesurat). Les variables referents a la composició específica del bosc i a la distribució diamètrica dels arbres del bosc, el DBHM, SDD i ABA es determinaren en base als 32 arbres mesurats en cada lloc de cria. La CHE i la CCA es determinàren realitzant dos transectes al llarg dels braços de la creu i anotant, cada metre, l'existència o no de cobertura herbàcea i de capçada en la vertical del punt corresponent. El resultat s'expressa com a percentatge dels 40 punts mesurats amb presència de cobertura. La densitat d'arbust DAR es mesurà també recorrent els mateixos transectes amb els braços estesos, comptant el nombre de tiges d'arbust interceptades amb els braços i el cos a l'alçada del pit, tal com descriu NOON (1981). El resultat obtingut directament d'aquest comptatge és el valor assignat a la variable DAR. Les variables 23 fins a la 31 es mesuraren sobre mapes topogràfics 1:25.000 del Instituto Geográfico Nacional i 1:50.000 del Servicio Geográfico del Ejército, i sobre fotografies aèrees escala 1:5000 de la sèrie Ortofotomapa de Catalunya de l'Institut Cartogràfic de la Generalitat de Catalunya.

Aquestes variables es mesuraren en tots els llocs de nidificació de l'astor dins de l'àrea d'estudi, 65 en total.

TAULA 1. Variables mesurades per a caracteritzar els llocs de nidificació de l'astor en el present estudi.

1. ALN: Alçada del niu respecte el terra. (m).
2. ORN: Orientació del niu respecte el tronc. (graus Nord).
3. POS: Posició del niu dins de l'arbre: Central (situat a l'enforquilladura principal de l'arbre); Enganxat al tronc; Lateral (situat a l'extrem de branques laterals, lluny del tronc principal).
4. ESP: Espècie d'arbre sobre la qual es situa el niu.
5. DBH: Diàmetre a l'alçada del pit del tronc de l'arbre on es troba el niu (cm).
6. ALA: Alçada de l'arbre sobre el que es troba el niu. (m).
7. CAP: Alçada des del terra fins a la base de la capçada, mesurada fins el punt d'inserció de les primeres branques verdes. (m).
8. TNU: Alçada des del terra fins a les primeres branques de l'arbre, verdes o seques. (m).
9. COB: Metres de capçada que queden per sobre el nivell del niu. (ALA - ALN). (m).
10. DEN: Densitat de peus per hectàrea del bosc on es troba el niu. (nº de peus d'arbre/ha).
11. DBHM: Diàmetre basal mig dels arbres del bosc on es troba el niu (cm).
12. ABA: Area basal del bosc on es troba el niu. (m<sup>2</sup>/ha).
13. VUIT: Nº d'arbres de dbh menor de 8 cm presents a la mostra.
14. QUINZE: Nº d'arbres de dbh entre 8 i 15 cm presents a la mostra.
15. VINTRES: Nº d'arbres de dbh entre 15 i 23 cm presents a la mostra.
16. TREN VUIT: Nº d'arbres de dbh entre 25 i 38 cm presents a la mostra.
17. CINCTRES: Nº d'arbres de dbh entre 38 i 53 cm presents a la mostra.
18. SISNOU: Nº d'arbres de dbh entre 53 i 69 cm presents a la mostra.
19. DAR: Densitat d'arbusts. Mesurada com s'explica al text. (Nº de branques i trocs d'arbust interceptats).
20. CHE: Percentatge de cobertura herbàcea. (%). (veure text).
21. CCA: Percentatge de cobertura de les capçades. (%). (veure text).
22. CON: Distància (m) x desnivell (m) al conreu més pròxim al niu.
23. CLA: Distància del niu a la clariana més propera. (m).
24. CAM: Distància (m) x desnivell (m) fins al camí més pròxim al niu.
25. CARR: Distància (m) x desnivell (m) fins a la carretera asfaltada més pròxima al niu / 1000.
26. POL: Distància en línia recta fins al poble més proper. (km)
27. POP: Distància a peu fins al poble més proper. (km)
28. EXT: Extensió en hectàrees del bosc on es troba el niu. (ha).
29. PER: Perímetre del bosc on es troba el niu. (m)
30. PEN: Pendent del bosc on es troba el niu. (%)
31. CAD: Percentatge d'arbres de fulla caduca al bosc. (%)
32. PIS: Percentatge de Pinus halepensis + Pinus pinea al bosc. (%)
33. PIH: Percentatge de Pinus nigra + Pinus sylvestris al bosc. (%)
34. CAPCAP: Alçada de la capçada, des de la base de la capçada fins a la punta de l'arbre. (ALA - CAP). (m).
35. PERCOB: Percentatge de la capçada que queda per sobre del nivell del niu. (COB \* 100/CAP) (%).

Donat el coneixement exhaustiu de la zona, podem assegurar que s'han mesurat la major part, si no totes, les àrees de nidificació presents a l'àrea d'estudi que han estat utilitzades en alguna ocasió en els darrers 10 anys, i que no hi ha hagut, per tant, cap biaix a l'hora de seleccionar les àrees de nidificació mesurades. A més, les mesures s'han repetit en 40 punts de l'àrea d'estudi seleccionats a l'atzar per medi d'una taula de números aleatoris. L'únic prerrequisit per a acceptar els punts, fou que fossin inclosos dins d'una àrea forestal mínimament extensa i amb arbres prou grans com per a poder suportar nius d'astor. Aquest sistema de selecció dels punts a l'atzar no mesura exactament l'hàbitat disponible, ja que és esbiaixat cap als boscos més típics, però ens permetrà discernir amb més claredat les variables més importants de cara a la selecció. Es procurà que els punts seleccionats es distribuïssin per tota l'àrea d'estudi de forma proporcional a la densitat de llocs de nidificació.

Per a l'anàlisi estadística de les dades s'han utilitzat tant tests univariants com multivariants. Per a la comparació dels valors de les diferents variables entre l'hàbitat ocupat i el no ocupat, s'ha fet servir el test no paramètric Kruskal-Wallis. A més s'ha realitzat una anàlisi discriminant per passos per tal d'identificar el conjunt de variables que permet diferenciar millor entre els boscos utilitzats i els no utilitzats. Per a la realització d'aquest anàlisi s'ha utilitzat el paquet estadístic SPSSX. A partir de les taules de classificació obtingudes amb els resultats de l'anàlisi discriminant, s'ha calculat l'índex Kappa de Cohen (TITUS et al., 1984) que permet estimar fins a quin punt la funció discriminant incrementa el percentatge de classificació correcte en relació a l'atzar.

Per tal de comparar les característiques de l'hàbitat utilitzat per les parelles adultes i per les joves, s'han considerat parelles adultes aquelles en que els dos individus integrants presentaven plomatge d'adult. Es varen considerar parelles juvenils aquelles en que almenys un dels exemplars integrants

posseia plomatge de jove.

Per tal de valorar la importància de les característiques de l'hàbitat de nidificació sobre l'èxit reproductor, s'han relitzat correlacions entre les variables ambientals i l'èxit reproductor, utilitzant el coeficient de correlació de Spearman, correlacionant el nombre de polls que volen en les reproduccions i les variables ambientals. Solament s'han considerat aquelles reproduccions en que s'arriba a efectuar la posta.

### 5.3. Resultats.

#### 5.3.1. Característiques dels nius i llocs de nidificació.

Els nius d'astor estan formats per un acúmulo de branques seques entrecreuades formant una cubeta circular recoberta per un folre de branques i fulles verdes. A l'àrea d'estudi el material dels nius és constituït principalment de branques de pi, però alguns nius vells situats en boscos de ribera eren construïts amb branques de Populus alba, indicant que el material utilitzat depèn bàsicament del que es troba disponible prop del niu. El folre és format bàsicament de fulles verdes de pi (Pinus sp.) i més rarament d'heura (Hedera helix). Les fulles de roure i alzina (Quercus sp.) són utilitzades molt rarament en el folre, però són les preferides per a cobrir els ous i els polls petits quan són deixats sols pels adults. Les dimensions de la plataforma són força variables i depenen tant de l'antiguetat del niu com també de la seva posició a l'arbre, ja que els situats en l'enforquilladura central d'un pi són molt més estables i permeten que any rera any s'acumuli força material, formant-se grans plataformes. D'un total de 63 nius, el 28.5 % eren centrals, el 58.7 % eren enganxats al tronc i el 12.6 % laterals. Els nius situats en posició lateral presenten èxits reproductors força més baixos que els situats en posició central o enganxats al tronc. La productivitat mitja dels nius laterals és de  $0.92 \pm 1.38$  polls i experimenten un 66.7% de fracassos reproductors, mentre que en els nius centrals o enganxats al tronc la productivitat és de  $1.72 \pm 1.46$  i  $1.67 \pm 1.41$  polls respectivament i el percentatge de reproduccions fallides és del 31% i del 35.2% respectivament.

Els nius es troben situats preferentment en el terç inferior de la capçada, inclús per sota d'aquesta, de manera que gaudeixen d'una bona protecció tèrmica i visual des de l'aire. De 62 nius, el 87.1% eren situats dins del terç inferior de la capçada, el 11.3% en el terç intermig i cap en el terç superior. Un 1.6% dels nius es situen sota el nivell de la capçada.

La distribució de la variable ORN no és significativament diferent de l'atzar (test de Rayleigh,  $r = 0.0748$ ,  $p > 0.05$ ), indicant que els nius no mostren una orientació preferent en relació al tronc principal.

Els nius es situen entre 5.5 metres el més baix i 20.8 metres del terra el més alt, essent l'alçada mitja de  $8.87 \pm 2.41$  metres. Les espècies arbòrees preferentment utilitzades són les coníferes, donat que són les espècies que assoleixen una talla més gran. Dins dels boscos utilitzats, els astors fan servir per a construir el seu niu l'espècie més abundant en cada cas. Això passa en 63 dels 65 llocs de reproducció mesurats, mentre que solament en 2 ocasions, l'espècie utilitzada per a situar el niu no era l'espècie dominant al bosc. Pel que fa a la composició específica de les masses forestals utilitzades i les disponibles s'observa una tendència a utilitzar preferentment els boscos de pi rojalet respecte els de pinassa, mentre que els de pi blanc són utilitzats amb la mateixa freqüència que es troben al medi. (TAULA 4).

Els nius es situen preferentment sobre arbres de diàmetre comprès entre 23 i 38 cm (71.9%), i mai en arbres de diàmetre basal inferior a 17.2 cm. Tampoc s'han trobat nius en arbres d'altura inferior als 5.5 metres (TAULA 2). Els arbres utilitzats per a situar els nius solen estar entre els més grans del bosc. Dels 64 nius mesurats, solament en 5 ocasions l'arbre utilitzat pertanyia a una classe diamètrica inferior a la més gran present al bosc. En tots aquest casos, les classes més grans eren minoritàries en el bosc. Quan l'arbre seleccionat pertanyia a la classe diamètrica més gran del bosc (59 de 64 casos) això era així inclús en boscos en que la classe utilitzada era marcadament minoritària. Però segurament, el factor que determina la tria final de l'arbre sigui que disposi de branques adequadament situades per a suportar el niu i que permeti un accés sense obstacles. És potser per aquesta causa que els astors mostren certa tendència a situar els seus nius en el terç superior dels pendents, probablement pel fet que això els proporciona una major

facilitat d'accès al niu a més d'una millor visió sobre el territori envoltant (TAULA 5).

Els boscos utilitzats per a nidificar poden tenir una extensió força reduïda. El més petit que nosaltres hem detectat mesurava tan sols 0.25 ha de superfície. La orientació dels boscos usats mostra una clara tendència cap a les exposicions al Nord. La orientació mitja resultant ( $358.5^{\circ}$  N), és estadísticament diferent de l'atzar (test de Rayleigh;  $r = 0.7346$ ;  $p < 0.001$ ), si bé la orientació dels boscos no ocupats mostra una tendència similar ( $1.56^{\circ}$  N; test de Rayleigh;  $r = 0.6195$ ;  $p < 0.001$ ) i no es detecten diferències estadísticament significatives entre les dues distribucions (chi quadrat;  $p > 0.05$ ). No podem saber doncs si l'astor tria aquesta orientació per alguna causa especial o bé senzillament perquè és la que proporciona el tipus de bosc apropiat. Tota manera, en altres regions molt més forestades que la Segarra on no semblen existir problemes pel creixement dels boscos també s'ha detectat la mateixa preferència (REYNOLDS *et al.*, 1982; MOORE & HENNY, 1983; DIETZEN, 1978; però veure KENNEDY, 1987). Donat que a Alaska l'exposició preferida és el sud (MCGOWAN, 1975), podria ser que els factors tèrmics fossin decisius en aquest sentit

La característica dels llocs de nidificació que presenta un coeficient de variació més baix entre els diferents llocs de nidificació és el percentatge de cobertura de les capçades (CCA; C.V. = 10%), molt per sota del valor de l'hàbitat disponible, si bé no es detecten diferències estadísticament significatives en el valor d'aquesta variable entre els boscos ocupats i els no ocupats.



TAULA 2. Comparació entre les variables ambientals dels llocs de cria utilitzats i els no utilitzats. S'indiquen la mitja i la desviació típica de cada variable, així com els valors màxims i mínims, i el coeficient de variació. També s'indica si les diferències entre els dos grups són o no són significatives. (\*:  $p < 0.05$ ; \*\*:  $p < 0.01$ ; \*\*\*:  $p < 0.001$ ); test de Kruskal-Wallis.

VARIABLE	NO UTILITZAT	UTILITZAT
DBH **	28.68 ± 6.7 (17.2 ; 46.5) 40	23% 33.35 ± 10.63 (20.4 ; 55.7) 64
ALA *	12.3 ± 3.21 (5.8 ; 26.2) 40	26% 13.99 ± 3.95 (7.5 ; 36.0) 63
CAP	6.62 ± 1.68 (3.6 ; 12.2) 40	25% 7.92 ± 2.44 (4.3 ; 20.8) 63
CAPCAP	5.68 ± 2.07 (2.1 ; 14.0) 40	36% 6.07 ± 2.18 (2.0 ; 15.2) 63
TNU *	5.02 ± 1.87 (2.2 ; 8.2) 40	37% 6.02 ± 2.23 (1 ; 17.5) 63
CON	444 ± 742 (5 ; 3075) 40	167% 413 ± 529 (1 ; 2850) 65
MAR	33.7 ± 23.0 (5 ; 130) 40	68% 30.11 ± 23.0 (1 ; 125) 65
CLA	34.95 ± 23.61 (5 ; 130) 40	67% 33.88 ± 30.9 (1 ; 170) 65
CAM	2565 ± 4406 (15 ; 19175) 40	172% 1981 ± 4259 (0 ; 27000) 65
CARR *	225 ± 339 (4.5 ; 1347) 40	151% 97 ± 142 (0.6 ; 752) 65
POL	1.43 ± 0.67 (0.47 ; 3.87) 40	47% 1.90 ± 1.94 (0.25 ; 8.75) 65
POP	1.97 ± 1.02 (0.6 ; 4.9) 40	52% 2.12 ± 1.27 (0.4 ; 6.0) 65
VEI ***	897 ± 562 (100 ; 2550) 40	63% 1360 ± 631 (1300 ; 3825) 65
EXT *	1.33 ± 1.06 (0.5 ; indet) 32	80% 2.32 ± 1.46 (0.25 ; indet) 45
PER *	537 ± 192 (250 ; indet) 32	36% 731 ± 325 (200 ; indet) 45

PEN	22.67 ± 15.59	69%	22.78 ± 14.02	61%
	(0 ; 50)		(0 ; 50)	
	40		65	
DEN **	1716 ± 889	52%	1324 ± 650	49%
	(593 ; 4353)		(432 ; 3801)	
	40		64	
DBHM **	17.14 ± 3.80	22%	19.12 ± 3.80	20%
	(9.7 ; 24.8)		(10.3 ; 25.4)	
	40		64	
ABA	43.59 ± 16.08	37%	42.57 ± 14.20	33%
	(22.0 ; 107.5)		(22.0 ; 90.5)	
	40		64	
VUIT	5.77 ± 4.71	82%	5.09 ± 3.82	75%
	(0 ; 16)		(0 ; 15)	
	40		64	
QUINZE **	9.00 ± 3.15	35%	7.39 ± 3.4	46%
	(0 ; 16)		(2 ; 14)	
	40		64	
VINTRES	8.77 ± 3.93	45%	8.22 ± 4.03	49%
	(2 ; 17)		(0 ; 19)	
	40		64	
TRENVUIT **	7.95 ± 5.05	63%	10.30 ± 4.8	47%
	(0 ; 20)		(1 ; 19)	
	40		64	
CINCTRES	0.50 ± 1.50	300%	0.97 ± 1.79	184%
	(0 ; 8)		(0 ; 7)	
	40		64	
SISNOU	0.00 ± 0.00		0.03 ± 0.175	583%
	(0 ; 0)		(0 ; 1)	
	40		64	
DAR *	13.92 ± 15.5	111%	16.82 ± 12.6	75%
	(0 ; 88)		(2 ; 74)	
	40		63	
CHE	53.27 ± 34.55	65%	57.72 ± 34.99	61%
	(0 ; 100)		(0 ; 100)	
	40		65	
CCA	84.37 ± 15.01	18%	88.76 ± 8.87	10%
	(17 ; 100)		(60 ; 100)	
	40		64	
PIS	20.77 ± 35.47	171%	22.04 ± 35.11	159%
	(0 ; 100)		(0 ; 100)	
	40		65	
PIH	67.35 ± 39.71	59%	63.86 ± 40.72	64%
	(0 ; 100)		(0 ; 100)	
	40		65	
CAD	11.87 ± 13.31	112%	15.00 ± 18.35	122%
	(0 ; 50)		(0 ; 47)	
	40		65	
ORB	1.56 ° N		358 ° N	

TAULA 3. Característiques dels nius de l'astor.

ALN:	8.88 ± 2.42	(5.5 ; 20.8)	27%	N = 62
COB:	5.06 ± 2.10	(1.6 ; 15.2)	41%	N = 62
PERCOB:	65.80 ± 22.89	(27.36 ; 127.12)	35%	N = 62

POS (N = 63):

Enganxat	58.7 %
Central	28.5 %
Lateral	12.6 %

ORN: Les orientacions del niu respecte el tronc no són significativament diferents de les distribucions a l'atzar. Test de Rayleigh;  $r = 7.48 * 10^{-2}$ ;  $p > 0.05$ .

ESP: (N = 65)

<u>Pinus nigra</u>	27; 41.54 %
<u>Pinus sylvestris</u>	17; 26.15 %
<u>Pinus halepensis</u>	19; 29.23 %
<u>Populus alba</u>	1; 1.53 %
<u>Quercus fağinea</u>	1; 1.53 %

DBH: (N = 64)

0 - 8 cm	0%
8 - 15 cm	0%
15 - 23 cm	9.4%
23 - 38 cm	71.9%
38 - 53 cm	17.2%
53 - 69 cm	1.6%

ORB: (N = 65)

N	50.8%	S	0.0%
NE	22.5%	SW	7.5%
E	5.0%	W	7.5%
SE	0.0%	NW	10.0%

TAULA 4. Selecció del tipus de bosc en funció de l'espècie arborea dominant.

	DISPONIBLE (N=43)	UTILITZAT (N=49)
Bosc de <u>Pinus halepensis</u>	27.9%	26.5%
Bosc de <u>Pinus sylvestris</u>	20.9%	30.1%
Bosc de <u>Pinus nigra</u>	51.2%	42.8%

TAULA 5. Situació topogràfica dels llocs de nidificació.

Terç superior del pendent	25 (42%)
Terç mig del pendent	14 (23%)
Terç inferior del pendent	16 (27%)
Terreny pla	5 (8%)

### 5.3.2. Reutilització dels nius.

El nombre de nius per parella és variable i oscil·la de 1 a 6 nius a l'àrea que hem estudiat. Els nius d'una parella poden estar situats tots al mateix bosc o bé trobar-se repartits en diversos boscos o llocs de cria. De les 26 parelles estudiades, 15 posseïen un únic lloc de nidificació, 6 en tenien dos, 3 en tenien tres i 2 en tenien quatre. ( $1.69 \pm 0.97$  llocs de nidificació per parella). Les parelles situades en les àrees més forestades posseeixen més llocs de nidificació alternatius que les parelles de les àrees més desarbrades (veure mapa de la zona d'estudi). En cada lloc de nidificació pot haver-hi més d'un niu. 28 llocs de cria presentaven un sol niu, 8 en presentaven dos, 7 en presentaven tres i 1 tenia 5 plataformes ( $1.59 \pm 0.92$  nius per àrea de nidificació). En total, 6 parelles disposaven d'un sol niu, 5 parelles tenien dos nius, 10 parelles en tenien tres, 2 parelles en tenien quatre, 2 més en tenien cinc i 1 sola parella tenia sis nius ( $2.6 \pm 1.35$  nius per parella). La distància entre els diferents llocs de nidificació d'una mateixa parella són força variables. La mitjana de les distàncies de lloc de nidificació al seu veí més pròxim pertanyent a la mateixa parella és de  $775 \text{ m} \pm 533 \text{ m}$  (min= 200m; max= 2400m).

Els diferents llocs de nidificació són reutilitzats any rera any amb una freqüència variable. Alguns dels llocs de nidificació estudiats són ocupats com a mínim des de fa 10 anys sense interrupció i més de 15 de forma alternada. Les taules 6 i 7 resumeixen els patrons de reocupació dels nius i dels llocs de nidificació.

TAULA 6. Freqüència de reutilització. S'indica, per a cada any, el percentatge de nius utilitzats l'any anterior que són reutilitzats. Les N indiquen el nombre de nius i llocs de nidificació utilitzats l'any anterior. Els percentatges reflexen els canvis ocasionats tant per la desaparició de parelles com pels canvis de niu o lloc de nidificació.

	NIUS REUTILITZATS	LLOCS DE NIDIFICACIO REUTILITZATS
1987 (N=12)	50.0%	83.3%
1988 (N=18)	16.7%	77.8%
1989 (N=25)	36.0%	60.0%
1990 (N=22)	18.2%	41.0%
GLOBAL (N=77)	28.6%	62.3%

TAULA 7. Percentatge de parelles que reutilitzen el lloc de nidificació o el niu d'un any per l'altre. Els percentatge s'han calculat sobre el número de parelles (N) que s'han detectat els dos anys indicats.

	NIUS	LLOC DE NIDIFICACIO
1986-87 (N=11)	54.5%	90.9%
1987-88 (N=17)	17.7%	82.4%
1988-89 (N=21)	42.9%	71.4%
1989-90 (N=14)	28.6%	64.3%
GLOBAL (N=63)	34.9%	76.2%

TAULA 8. N° de nius i llocs de nidificació reutilitzats en funció de l'èxit o fracàs reproductor de la temporada anterior. No es detecten diferències estadísticament significatives ni en el percentatge de canvi de niu ni de lloc de nidificació. (Chi quadrat;  $p > 0.05$ ).

	NIU		LLOC DE NIDIFICACIO	
	CANVI	REUTILITZAT	CANVI	REUTILITZAT
EXIT	27	15	16	27
FRACAS	28	7	13	21

Les parelles canvien més sovint de niu que de lloc de nidificació i, tal com s'aprecia a la TAULA 8, les parelles que fracassen en la cria tenen més tendència a canviar de niu que les que han tret polls amb èxit, si bé aquesta tendència no assoleix significació estadística. El percentatge de reutilització de llocs de nidificació ha disminuït al llarg de l'estudi, degut a que el percentatge de parelles que canvien de niu s'ha incrementat progressivament en el transcurs del temps que ha durat l'estudi. Aquest podria ser un efecte provocat per la intensitat del seguiment efectuat en l'estudi de la biologia de la reproducció.

### 5.3.3. Selecció de l'hàbitat de nidificació.

L'hàbitat de nidificació mostra diferències estadísticament significatives respecte els llocs seleccionats a l'atzar en diverses de les variables analitzades (TAULA 2). En primer lloc, els boscos utilitzats tendeixen a ser més extensos que els no utilitzats. Curiosament cap de les variables referents a la proximitat amb enclaus humans o accessibilitat dels llocs de nidificació mostra diferències estadísticament significatives en relació a l'hàbitat disponible, tret de la variable CARR que presenta valors significativament més baixos pels hàbitats utilitzats que per als no utilitzats. El conjunt de variables que mostra més diferències entre els llocs de nidificació i els boscos disponibles és el de les que fan referència a l'estructura del bosc. Els nius es situen en boscos amb densitats d'arbres més baixes (DEN), però integrats per arbres de diàmetre basal més gran (DBHM). La distribució diamètrica dels boscos ocupats es troba desplaçada cap als diàmetres més elevats, a causa, principalment, d'una menor proporció d'arbres de la classe QUINZE i una major proporció d'arbres de la classe TRENUIT. Els boscos ocupats tenen també una densitat d'arbust (DAR) lleugerament superior que els no ocupats. El diàmetre basal (DBH) dels arbres utilitzats per a fer al niu i també la seva alçada total (ALA) presenten valors significativament més grans que el dels arbres

disponibles. A més, els arbres utilitzats tenen una major longitud de tronc sense branques (TNU) i l'inici de la capçada (CAP) es troba més amunt. Globalment podem dir que els boscos ocupats pertanyen als estadis més madurs de l'evolució de les pinedes. Per acabar, els boscos ocupats es situen a una distància del bosc ocupat més pròxim (VEI) significativament més gran que els boscos triats a l'atzar.

En l'anàlisi discriminant, les variables seleccionades foren, per aquest ordre, VEI, DEN, TNU, CCA i DAR. Les funcions discriminants que s'obtenen són:

$$\text{HABITAT USAT} = -42.60 - 0.0006 \cdot \text{DEN} + 1.776 \cdot \text{TNU} + 0.223 \cdot \text{DAR} + 0.702 \cdot \text{CCA} + 0.0058 \cdot \text{VEI}$$

$$\text{HABITAT NO USAT} = -35.297 + 0.0006 \cdot \text{DEN} + 1.419 \cdot \text{TNU} + 0.184 \cdot \text{DAR} + 0.651 \cdot \text{CCA} + 0.0038 \cdot \text{VEI}$$

Aquestes funcions permeten classificar correctament el 75.8% dels boscos ocupats i el 82.5% dels llocs no ocupats. Aquests percentatges disminueixen fins al 75.8% i el 75% respectivament si s'utilitza el sistema de classificació Jack-knife. El percentatge global de classificació correcte és del 78.4% i tan sols es redueix fins al 75.5% quan s'utilitza el sistema de classificació jackknife, indicant la solidesa del test realitzat. La funció discriminant incrementa el percentatge de classificació correcte en un 56.3% ( $Kappa = 0.563$ ,  $SE = 0.189$ ,  $Z = 5.6$ ;  $p < 0.001$ ) respecte a l'atzar (TITUS et al., 1984).

#### 5.3.4. Diferències en l'hàbitat de nidificació de les parelles adultes i juvenils.

La comparació entre les característiques dels llocs de nidificació de les parelles adultes i juvenils (TAULA 9) mostra que les parelles juvenils nidifiquen en boscos més extensos, més

lluny de clarianes i llocs oberts i en arbres amb valors de la variable TNU significativament més baixos, és a dir, arbres més joves i amb una major facilitat d'accès des de terra. No hem detectat que els joves situïn els nius en posició lateral més freqüentment que els adults. No es detecten diferències estadísticament significatives pel que fa a les característiques estructurals dels boscos seleccionats. Les diferències que s'observen entre els dos grups de parelles, malgrat ésser significatives, són poc importants.

TAULA 9. Variables en que s'observen diferències estadísticament significatives entre l'hàbitat de nidificació de les parelles adultes i les parelles joves. Test de Kruskal-Wallis.  $p < 0.05$ .

	JOVES (N=6)	ADULTES (N=24)
TNU	4.05 ± 1.59	5.75 ± 1.90
MAR	48.33 ± 18.62	24.42 ± 18.00
CLA	48.33 ± 18.62	33.79 ± 38.30
EXT	4.0 ± 0.53	2.00 ± 1.17

#### 5.3.5. Relació entre les característiques de l'hàbitat de nidificació i l'èxit reproductor.

Si bé acabem de veure que els astors seleccionen per a nidificar boscos estructuralment madurs, els resultats de la TAULA 10 semblen indicar que l'èxit reproductor és inversament proporcional a diverses variables que són indicatives de la maduresa del bosc (DBHM, TRENVIUIT) i directament proporcional a diverses variables que s'incrementen en els boscos més joves. També incrementa la productivitat el fet que els nius es trobin més allunyats de camins (CAM), probablement perquè això els fa menys vulnerables a la intervenció humana, mentre que el fet de trobar-se més allunyats de marges de bosc (MAR) i llocs oberts (CLA) disminueix l'èxit reproductor, segurament com a conseqüència de la reducció en la disponibilitat de preses.



TAULA 10. Quadre resum de les variables que es correlacionen de forma significativa amb l'èxit reproductor (Nº de polls a l'envol) dels llocs de nidificació.  $r_s$ ; N. (\*\*:  $p < 0.01$ ).

DISMINUEIXEN LA PRODUCTIVITAT		INCREMENTEN LA PRODUCTIVITAT	
DBH	-0.2035, 95 **	CAM	0.2519, 96 **
ALA	-0.3140, 94 **	DEN	0.2563, 95 **
CAP	-0.2494, 94 **	QUINZE	0.2551, 95 **
TNU	-0.2130, 94 **		
CAPCAP	-0.2607, 94 **		
DBHM	-0.2500, 95 **		
TRENVUIT	-0.2276, 95 **		
EXT	-0.2655, 62 **		
CLA	-0.2309, 96 **		
MAR	-0.2048, 96 **		

#### 5.4. Discussió

La nostra informació recolza els resultats obtinguts per altres autors en relació a les preferències de l'astor pel que fa a l'hàbitat de nidificació. Si bé les característiques dels boscos ocupats es mouen dins d'un marge força ampli (HAYWARD & ESCANO, 1989), aquests pertanyen preferentment als estadis més madurs (REYNOLDS, 1982; SPEISER & BOSAKOWSKI, 1987) de les pinedes de pi roig, pinassa o pi blanc segarrenques. Quatre de les 5 variables que millor discriminen entre els boscos utilitzats i els no utilitzats fan referència a l'estructura del bosc, fet que ens indica que aquest sembla ser el factor principal que determina la ocupació o no del mateix per a nidificar. La cinquena variable és la distància al bosc ocupat més proper que és la variable amb més poder discriminant. L'astor, tal com s'ha observat en altres rapinyaires (NEWTON, 1979 i 1986), intenta evitar al màxim la proximitat dels seus congèneres per a nidificar, essent aquest un dels principals factors que condicionen l'elecció del lloc de nidificació. En canvi, destaca el fet que, a la Segarra, l'elecció del lloc de nidificació no és en absolut condicionada per la proximitat de l'home, contràriament al que passa a altres àrees d'Europa o Amèrica, on l'astor sembla preferir les zones més lliures de qualsevol mena d'interferència humana (KOSTRZEWA, 1987; SPEISER & BOSAKOWSKI, 1987). A la Segarra l'astor pot nidificar arran de carreteres força transitades o a tocar dels pobles si els boscos apropiats es troben en aquestes situacions. Aquest fet és explicable tenint present l'elevat grau de humanització de la Segarra, que impedeix que l'astor pugui seleccionar llocs de nidificació gaire lliures de la influència humana, i posa de manifest que la proximitat de l'home, contràriament al que passa en altres espècies, no impedeix la nidificació de l'espècie, sempre i quan disposi de fonts d'aliment suficientment abundants. Aquest fet, unit a la gran versatilitat de l'astor a l'hora d'escollir els boscos on nidifica, li permet sobreviure i fins i tot assolir densitats importants en ambients sùmament humanitzats.

La comparació dels diferents treballs realitzats sobre l'hàbitat de nidificació de l'astor, indica que existeix una gran variabilitat que reflexa en gran part la diversitat d'ambients forestals que es donen al llarg de l'àrea de distribució de l'astor. El tipus d'hàbitat de nidificació seleccionat en cada lloc reflexa probablement allò que es troba disponible localment. No gens menys, l'existència de certes constants subjacents en el patró de selecció arreu dels llocs on s'ha analitzat indica que existeix un patró de selecció genèticament fixat en l'espècie. Desconeixem l'origen d'aquest patró. Nombrosos estudis de competència interespecífica entre diverses espècies del gènere Accipiter mostren que en les espècies simpàtriques es produeix sempre una segregació en la selecció de l'hàbitat de nidificació, però el paper de la competència interespecífica en al fixació del patró és difícil de determinar. REYNOLDS (1982) mostra que Accipiter cooperii i Accipiter striatus mantenen els seus patrons de selecció inclús en absència d'Accipiter gentilis i no ocupen els hàbitats que aquesta darrera espècie deixa lliures. Tampoc resulta fàcil la determinació de si els astors seleccionen o no l'hàbitat de nidificació de forma adaptativa, és a dir, si la raó per la qual seleccionen determinades característiques ambientals per a situar els seus llocs de cria és perquè incrementen l'èxit reproductor i l'eficàcia biològica dels individus que les seleccionen. Diversos estudis en altres espècies de rapinyaires indiquen l'existència de una estreta relació entre l'èxit reproductor i determinades característiques macroambientals (PETTY, 1989) o microambientals (MARKS, 1986; SIMMONS & SMITH, 1985). En la nostra àrea d'estudi la relació existent entre les característiques estructurals dels diferents llocs de nidificació i l'èxit reproductor no recolza la hipòtesi que l'astor seleccioni els llocs de nidificació de forma adaptativa, ja que les característiques de maduresa forestal que selecciona semblen efectar de forma negativa l'èxit reproductor. La hipòtesi més plausible per a explicar la relació inversa entre el grau de maduresa dels boscos i l'èxit reproductor dels astors ocupants sembla ser la major accessibilitat i atractiu d'aquest tipus de bosc per a l'home. El fet que tot i així es mantingui

la preferència per aquests tipus de bosc indicaria que existeixen altra tipus de condicionants (mecànics, tèrmics, la predació o fins i tot històrics (HILDÉN, 1965) que condicionen fortament l'elecció. L'elevat grau d'humanització existent a la Segarra enmascara la possible existència d'avantatges dels boscos madurs a altres nivells. Probablement, la mida de l'astor condiona en gran mesura les característiques estructurals dels boscos utilitzats, tant pel que fa a l'existència d'arbres capaços de sostenir un niu de dimensions adequades, com per la necessitat que l'estructura vertical del bosc proporcioni estrats laxes que facilitin l'accès al niu a un rapinyaire de l'envergadura de l'astor. El fet que la cobertura de capçades (CCA) sigui la variable que mostra un coeficient de variació més baix entre els diferents llocs ocupats i força més baix que el dels boscos no ocupats, sembla indicar que la protecció visual i tèrmica des de l'aire és també un factor molt important a l'hora de seleccionar el lloc on situar els nius. La protecció aèrea dels nius es reforça situant-los a nivells baixos de la capçada i enganxats al tronc, si bé aquest fet no ha de constituir necessàriament una adaptació en aquest sentit sinò que possiblement respòn al fet que és en aquestes parts de l'arbre on es troben les branques i els espais més idonis per a sostenir la plataforma del niu. Tota manera, la importància de la predació en la selecció dels llocs de nidificació ha estat posada de manifest per diversos autors (MARTIN & ROPER, 1988; REDONDO et al., 1990; SIMMONS & SMITH, 1985; BEKOFF, 1987) i donat que la predació experimentada pels nius d'astor prové principalment de predadors alats, no es pot descartar que l'intent de protegir al màxim els nius de la predació aèrea sigui un factor important a considerar, especialment pel que fa a la situació del niu dins de l'arbre (REDONDO et al., 1990), malgrat que alguns estudis no detecten cap relació entre la situació més o menys discreta dels nius i la incidència de la predació (SUTHERLAND & MAHER, 1987). Pel que fa a la protecció tèrmica, tant l'exposició nord dels nius com la situació dels nius a les branques baixes dels arbres i en boscos amb una elevada cobertura podrien ser adaptacions dirigides a protegir els polls de temperatures excessivament

elevades.

Diversos autors (MOORE & HENNY, 1984) han trobat diferències en les característiques de l'hàbitat de nidificació en funció de l'edat dels progenitors, lligades a diferències en l'èxit reproductor. NEWTON, (1986) troba també diferències en l'èxit reproductor en funció de l'edat, i les relaciona, en part, amb un progressiu increment de la qualitat dels territoris ocupats. A la nostra àrea d'estudi, les parelles que inclouen almenys un progenitor jove presenten èxits reproductors més baixos (veure capítol 6), però això no sembla anar associat de forma clara a la selecció de llocs de nidificació subòptims des del punt de vista estructural, ja que les diferències detectades a aquest nivell entre els boscos ocupats per parelles joves i els ocupats per parelles adultes solament afecten una variable estructural (TNU), molt poc rellevant pel que fa a la caracterització estructural del bosc. Si com acabem de dir més amunt, els condicionaments mecànics determinen en gran mesura la selecció dels boscos ocupats, no ha d'estranyar que les diferències entre els llocs de nidificació ocupats per joves i adults siguin mínimes. El fet que les parelles joves nidifiquin en boscos significativament més extensos i allunyats de zones obertes, podria indicar una menor qualitat tròfica dels llocs ocupats, per trobar-se més allunyats dels llocs de caça més rics, amb els costos addicionals que aquest fet comporta a nivell energètic i reproductiu (NEWTON, 1979).

L'ocupació dels llocs de nidificació depèn de diversos factors no sempre obvis, tals com la competència inter i intraespecífica, l'èxit reproductor en anys precedents (VILLAGE, 1985) o els disturbis humans rebuts (NEWTON, 1979). Els nostres resultats referents a la selecció de l'hàbitat de nidificació, indiquen que la competència intraespecífica és un factor decisiu en la selecció del lloc de nidificació. Per tant, és molt probable que els canvis en el lloc de nidificació d'algunes parelles obeeixin a reajustaments territorials entre parelles veïnes. Les parelles canvien més sovint de niu que de lloc de nidificació,

probablement per raons sanitàries, però la baixa disponibilitat de llocs de nidificació alternatius limita també les possibilitats de canvi. En aquest sentit, hem vist ja que les parelles "forestals" disposen de més llocs alternatius. El patró de reutilització dels llocs de nidificació és decreixent al llarg de tot el període analitzat, fet que podria indicar que les molèsties ocasionades per la realització del present treball poden haver fet disminuir el percentatge de reutilització dels llocs de nidificació. En altres espècies de rapinyaires s'ha trobat també que les molèsties humanes són un factor important en la reocupació dels nius (GARGETT, 1990). Tota manera, la disminució progressiva en la qualitat tròfica dels territoris al llarg del present estudi és també un possible factor que hagi contribuït a incrementar la taxa de canvi de lloc de nidificació de les parelles (NEWTON, 1979; CAVE, 1968). El patró de reutilització dels nius mostra un patró paral·lel al que acabem de descriure, però presenta una clara discontinuïtat l'any 1988. El baix percentatge de reutilització dels nius vells que es detecta aquest any pot ésser degut a les extraordinàries condicions ambientals imperants aquella temporada que haurien permès una major inversió en la construcció de nius nous.

El percentatge de classificació errònia dels llocs escollits a l'atzar és del 17.5%. Aquest fet ens indica que a l'àrea d'estudi existeixen encara boscos potencialment àptes per a ésser ocupats. La competència interespecífica amb l'aligot (Buteo buteo) pot ser un factor limitant de cara a l'ocupació d'aquests llocs. Així, 2 dels 7 llocs no ocupats classificats com a potencialment àptes, són ocupats per Buteo buteo. Al llarg de l'estudi, hem pogut observar que entre les dues espècies poden donar-se episodis de competència directa per alguns dels llocs de nidificació. Pel que es desprèn d'aquest anàlisi, l'hàbitat de nidificació no sembla constituir a la Segarra un factor limitant per a la població d'astors. Tota manera, els criteris de selecció dels punts de mostratge a l'atzar poden haver estat esbiaixats cap a la tria de boscos "típics", (veure material i mètodes) per la qual cosa pensem que els resultats obtinguts sobrevaloren la disponibilitat

d'ambients idoniis per a nidificar l'astor a la Segarra.

El percentatge de classificació errònia dels boscos ocupats és del 24.2%. Aquest valor és força elevat i corrobora el que hem dit més amunt sobre la gran versatilitat de l'astor pel que fa a la ocupació de boscos de característiques força variables, fet que dificulta l'establiment d'un criteri discriminant més precís que el que hem obtingut. Donada l'alta densitat de parelles nidificants que caracteritza la població estudiada (veure el capítol Area d'estudi i característiques de la població estudiada), moltes d'elles ocupen segurament hàbitats subòptims, que són classificats erròniament per la funció discriminant. A nivell pràctic, els resultats de l'anàlisi discriminant que hem efectuat no permeten establir un criteri infalible que determini matemàticament la adequació d'un bosc per a la nidificació de l'astor a partir d'una sèrie de mesures. Tota manera, ens ha permès detectar algunes de les variables que més condicionen la selecció.

Les conseqüències que es poden extreure de cara a la gestió de l'hàbitat de nidificació de l'astor són similars a les suggerides per altres autors (REYNOLDS et al., 1982; REYNOLDS, 1983; KENNEDY, 1987; PETTY, 1989). Els resultats dels present estudi coincideixen amb altres treballs realitzats en indicar que l'astor selecciona per a nidificar els boscos més madurs els quals, són els que es troben a punt per a ésser tallats amb un rendiment màxim. Com hem vist, la disponibilitat de boscos d'aquestes característiques a la Segarra és força limitada i la seva talla hem comprovat que pot significar la desaparició de les parelles ocupants. L'explotació d'aquests boscos amb finalitat comercial és difícilment compatible amb el manteniment dels llocs de nidificació, ja que la talla comporta irremissiblement una important reducció de la cobertura arbòrea la qual, com hem vist, constitueix un dels principals factors seleccionats. Per tal de fer possible el manteniment de l'actual població d'astors caldria assegurar que l'explotació forestal no provoqui una disminució en l'hàbitat de nidificació de cada parella. Per tant, abans de

tallar un bosc habitat per l'astor, caldria assegurar-se que disposa com a mínim d'un bosc alternatiu apropiat per a nidificar dins d'un radi no superior als 700 metres i orientat cap al nord, i mai a menys de 800 metres de la parella activa més pròxima. Tenint en compte que l'astor nidifica en els estadis successionalis més avançats del bosc, això requereix una planificació global de l'explotació forestal a llarg termini de les àrees més pròximes als nius actius, que conservi boscos joves que hagin esdevingut hàbitats òptims quan els boscos ocupats hagin de ser tallats. L'extensió mínima d'aquestes àrees ha de ser de 2 ó 3 hectàrees, si bé és aconsellable que superi les 8 hectàrees (REYNOLDS, 1983), o que estigui rodejada d'altres àrees forestals no necessàriament òptimes, ja que el lloc de nidificació no solament ha de contenir i protegir els ous i els polls durant la seva estada al niu, sinó que ha de permetre que els joves puguin realitzar-hi els seus primers vols i experiències de cacera durant les primeres setmanes que segueixen l'envol (KENNEDY, 1987). S'hauria d'impedir la talla dels llocs de nidificació mentre no hi hagi boscos alternatius disponibles en el radi adequat. L'extensió mínima d'aquestes àrees intocades al voltant de cada niu hauria de ser igualment d'un mínim de 2 ó 3 ha. Si la gestió forestal fòs correctament portada, a llarg termini s'hauria d'aconseguir una successió forestal que permetès l'explotació continuada dels boscos madurs sense comprometre la nidificació de l'astor i, a més, permetent la nidificació d'altres espècies que utilitzen estadis successionalis més joves com per exemple Accipiter nisus (NEWTON, 1986).

Ja hem comentat més amunt que l'anàlisi discriminant que hem efectuat no ens permet establir de forma inequívoca si un determinat bosc és apte o no per a la nidificació de l'astor, de manera que el criteri per tal d'establir quines masses forestals s'han de respectar com a llocs de nidificació alternatius continua sent una qüestió "d'ull clínic". És desitjable doncs intentar aprofundir més en aquest sentit per tal d'intentar trobar criteris més acurats que permetin identificar a priori les masses forestals que reuneixen



condicions adients per a la nidificació de l'astor.

Hem comprovat que la nidificació de l'astor és compatible amb determinats usos suaus del bosc que no n'alteren l'estructura vertical ni la cobertura. Diversos autors han comprovat com l'astor pot suportar nivells força elevats de molèsties a prop del niu i criar amb èxit (LEE, 1981). Si bé l'astor és capaç de suportar treballs forestal "suaus" molt a prop del niu fins i tot en fases força delicades (incubació), és aconsellable que entre els mesos de febrer i agost inclosos s'interrompeixi tot tipus d'activitat forestal al voltant dels nius d'astor en un radi no inferior als 500 metres, ja que no totes les parelles responen de la mateixa manera a les molèsties. Proposem aquest radi que és el doble del radi mínim proposat per WHITE & THURLOW (1985) en base als seus estudis de disturb controlat sobre nius de Buteo regalis. La resta de l'any, els boscos ocupats per l'astor poden ser usats per a l'extracció de llenya, carboneig etc. fins que puguin ser tallats en base als criteris anteriorment esmentats. Aquestes tallades, quan es realitzessin, haurien de garantir la regeneració del bosc en el mínim espai de temps possible, cosa la qual es pot aconseguir conservant una adequada estructura d'edats al moment de la talla i provocant el mínim d'alteracions sobre el sòl forestal. Hem comprovat que alguns llocs de nidificació han estat reutilitzats l'any següent d'una tallada, sempre i quan s'hagi mantingut intocada una part adequada del bosc o l'estassada no hagi alterat en excès el recobriment de les capçades.

PART III: BIOLOGIA DE LA REPRODUCCIÓ



## INTRODUCCIO.

El procés reproductiu constitueix un dels episodis més importants en la vida de qualsevol ésser viu, ja que d'ell depèn el manteniment de les seves poblacions al llarg del temps. És per això que els diversos organismes han desenvolupat estratègies múltiples per tal de maximitzar el nombre de descendents que sobreviuen fins a l'edat de reproduir-se. Podem definir, doncs, l'estratègia reproductiva d'una espècie com el conjunt de característiques biològiques que contribueixen a maximitzar l'eficàcia biològica dels seus individus. Això s'aconsegueix maximitzant la supervivència i la fecunditat i minimitzant el temps de generació (SIBLY & CALOW, 1986). Però, donada les relacions de dependència existents entre aquestes components, l'estratègia reproductiva d'una espècie es configura com a resultat d'un procés d'optimització entre aquest conjunt de variables, dins d'un contexte ecològic i biològic-evolutiu concret, tendent a maximitzar l'eficàcia biològica.

La reproducció implica una inversió de recursos de temps i energia que han de ser extrets del total de temps i d'energia disponible per a l'animal. La proporció d'aquests recursos que són dedicats a la reproducció reb el nom d'esforç reproductiu (PIANKA, 1972). Donat que el temps i l'energia no estan disponibles de forma ilimitada i, a més, han d'utilitzar-se de forma simultànea per a satisfer necessitats diverses i concurrents, la seva utilització present té un cost que es pot definir com la reducció d'eficàcia biològica futura causada per l'esforç reproductiu present (WILLIAMS, 1966). Aquest cost es pot expressar com una reducció en la supervivència o en la fecunditat de l'individu que realitza l'esforç. Per tant, qualsevol característica constitutiva de l'estratègia reproductiva d'una espècie s'haurà desenvolupat únicament si el benefici directe en termes d'eficàcia biològica que es deriva de l'aplicació d'aquesta estratègia supera els costos que comporta i únicament així podrà quedar fixada en la població. Sobre la importància evolutiva dels costos de la reproducció existeixen múltiples treballs que analitzen la relació existent entre l'esforç reproductiu i la supervivència o fecunditats futures (veure

revisió de NUR, 1988 (730) i BELL & KOUFOPANOU, 1986 i també DIJKSTRA et al., 1990). En qualsevol cas, la selecció natural afavorirà aquelles estratègies que impliquin un cost reproductiu menor i, per tant, una eficàcia biològica màxima.

Donada la gran diversitat de contextes ecològics i evolutius que trobem en les aus, s'observa una gran diversitat d'estratègies reproductives diferents. Existeix una gran varietat de sistemes d'aparellament, mides de posta i mida dels ous, sistemes d'atenció a les cries, intervals de posta, repartiment dels recursos entre els descendents, durada del període de dependència paterna, freqüència de reproducció, edat en que s'inicia la reproducció etc. En el grup dels Accipitriformes trobem també una gran diversitat de contextes que determinen la presència de moltes estratègies diferents. Potser la característica més rellevant que explica aquesta riquesa d'estratègies reproductives dins del grup sigui la gran varietat de mides que hi trobem, així com la gran diversitat de recursos tròfics i ambientals que són capaços d'explotar. En certa manera és dona un gradient d'estratègies de la  $k$  i la  $r$  (MAC ARTHUR & WILSON, 1967) en funció de la mida de l'animal (NEWTON, 1979). Els grans rapinyaires presenten longevitats elevades i ocupen pràcticament tot l'hàbitat disponible. La seva estratègia reproductiva consisteix en invertir el mínim en cada reproducció sense hipotecar les pròpies expectatives de vida o de reproducció futures. Presenten llargs períodes d'inmaduresa abans de poder instal·lar-se en un territori propi. Les espècies petites, pel contrari, tenen expectatives de vida més curtes (NEWTON, 1979) i estan molt més exposades a diversos factors de mortalitat imprevistos. En aquestes condicions, la selecció natural ha afavorit l'aparició d'elevades taxes reproductives i maduresa sexual avançada. Aquestes espècies invertiran proporcionalment més energia en cada reproducció, ja que la seva esperança de vida fins a arribar a la següent reproducció són més reduïdes que en les espècies grans.

L'astor Accipiter gentilis és un rapinyaire de mida mitjana-baixa, amb una mortalitat adulta força baixa situada al voltant del 19% (HAUKIOJA & HAUKIOJA, 1970), comparable a altres rapinyaires de mida similar (NEWTON, 1979), però molt inferior a la del seu parent pròxim molt més petit Accipiter nisus. Si bé la biologia de la reproducció de l'esparver i la seva estratègia de vida han estat estudiades en profunditat (veure NEWTON, 1986), en el cas de l'astor existeix una manca d'estudis seriosos sobre la biologia de la reproducció, a desgrat que ha estat una espècie profundament estudiada a altres nivells (biologia tròfica, ús de l'espai, predació).

En aquest capítol s'analitzaran diferents aspectes de la biologia de la reproducció de l'astor a l'àrea d'estudi, intentant oferir una visió global de l'estratègia reproductiva d'aquest ocell. Per tal d'aconseguir-ho, s'analitzen els factors que condicionen l'èxit reproductor i es fa un repàs del paper que juguen diversos trets característics de la reproducció d'aquesta espècie en la regulació de l'esforç reproductiu. L'astor és un rapinyaire de mida moderadament petita amb un tamany de posta força gran i variable. Per tant, el nombre final de descendents que són produïts anualment per una parella d'astors és determinat en principi pel nombre d'ous postos i, posteriorment, per diferents mecanismes que poden provocar assimetries en el repartiment dels recursos entre els integrants d'una mateixa llocada i una possible reducció del nombre de polls que sobreviuen. Al llarg d'aquest capítol intentarem determinar a través de quins mecanismes s'optimitza l'èxit reproductor i l'esforç reproductiu en funció de les condicions ambientals, i com això permet maximitzar l'eficàcia biològica individual.

## MATERIAL I METODES.

La localització de les parelles reproductores es realitzà per medi de la prospecció minuciosa a partir de finals del mes de febrer de totes les àrees potencialment àptes per a la cria. La prospecció s'inicià cada any pels llocs de cria ocupats els anys anteriors i, en cas que alguna parella no donés signes d'ocupació en cap d'ells, la prospecció s'extenia a les àrees envoltants a fi i efecte d'assegurar-se de la presència o desaparició de la parella afectada. Un cop localitzades les parelles ja conegudes, la prospecció continuava per les zones no ocupades en anys anteriors, però potencialment adequades, per tal de poder detectar la instal·lació de possibles noves parelles.

Un cop conegut l'emplaçament dels nius de les diferents parelles, a partir de la darrera setmana de març es procedia a la visita periòdica dels diferents nius per tal de determinar amb el màxim de precisió la data de posta del primer ou en cada parella. Un cop iniciada la posta, les visites a cada niu eren realitzades cada dos dies per tal de poder seqüenciar els ous a mesura que prosseguia la posta. Cada ou era mesurat amb un peu de rei digital (Longitud màxima  $D$ , i Diàmetre màxim,  $d$ ) i pesat amb un dinamòmetre de precisió fins a la dècima de gram el primer dia en que era trobat al niu, i era marcat amb un número identificador pintat a l'extrem punxegut de l'ou amb un rotulador indeleble. Aquest número indicava l'ordre de posta o, en cas que aquest no hagués pogut ser determinat, s'assignava una numeració a l'atzar als diferents ous no seqüenciats. La seqüenciació es realitzà la major part de les vegades de forma directa. Però en les visites en que els nius contenien més d'un ou sense seqüenciar, la seqüenciació es va realitzar sempre que fou possible de forma indirecta en base a la coloració dels ous, que primerament presenten un color blau clar que es torna desseguida blanc, i al grau de neteja de la closca. Aquest sistema, contrastat amb les postes de seqüenciació segura, dóna una seguretat del 100 %.

El volum dels ous s'ha estimat en base a la fórmula de HOYT (1979):

$$\text{VOLUM} = K_v \times \text{LONGITUD} \times \text{AMPLADA}^2$$

S'ha utilitzat un coeficient de conversió  $K_v=0.509$ .

La densitat dels ous s'ha definit com el seu pes inicial dividit pel seu volum calculat com anteriorment s'ha indicat.

En alguns casos, tan sols es va mesurar el pes inicial de l'ou, però no les dimensions. En aquests casos, el volum de l'ou s'ha estimat dividint el pes de l'ou per la densitat mitja dels ous de la població estudiada.

Les visites als nius prosseguien amb el mateix patró al llarg de la posta fins que el nombre d'ous al niu romania constant en tres visites consecutives. En aquest moment, les visites s'interrompien fins dos dies abans del naixement previst dels polls (considerant 38 dies d'incubació des del dia de la posta del primer ou), moment en que es reiniciaven amb una periodicitat de dos dies, per tal de determinar el moment del naixement del primer poll. Posteriorment les visites es realitzaren amb la freqüència necessària per tal de determinar la seqüència de naixement dels polls i l'ou de procedència de cada un d'ells, intentant poder detectar cada poll durant el seu primer dia de vida. A cada niu els polls foren identificats individualment mitjançant una taca de color al cap realitzada amb rotulador indeleble. Aquesta taca era repintada tan sovint com fos necessari al llarg de les successives visites per tal d'impedir la seva desaparició. En les anàlisis efectuades en l'apartat de resultats en que intervé l'ordre de naixement, els polls sense germans més grans se'ls ha assignat el valor 0, els que tan sols tenen un germà més gran el valor 1 i així successivament. Un cop nascuts tots els polls, les visites s'alternaren cada 4 dies per tal d'efectuar el seguiment del creixement de cada poll fins al dia en que ja no era possible agafar cap dels joves. Els ous no nascuts foren retirats del niu un cop transcorreguts 8 dies des

del darrer naixement. Posteriorment aquests ous van ser analitzats al laboratori per tal de determinar les causes que han provocat la no eclosió i la fase de desenvolupament màxima assolida per l'embrió. El contingut dels ous ha estat convenientment conservat per tal de poder ser utilitzat posteriorment en anàlisis de contaminants. Els fragments de closques dels ous nascuts o trencats també han estat conservats. Al curs de les diferents visites als nius es prengueren dades referents al comportament dels adults i altres referents al desenvolupament general del procés reproductiu: 1) al llarg de la posta s'anotà la presència o absència dels adults cobant al niu i la temperatura dels ous per palpació, amb l'objectiu de determinar el moment de l'inici de la incubació; 2) presència d'adults al niu i sexe dels exemplars presents, si era possible; 3) conducta de l'adult present al niu (cobant, dret, peixant); 4) presència dels adults a l'àrea de nidificació i el sexe dels individus detectats; 5) característiques del comportament defensiu dels adults envers l'observador; 6) recollida de restes de preses i egagròpils dalt del niu i a sota; anotació i presa de mesures de les preses fresques presents al niu al moment de realitzar la visita; 7) durada, en minuts de la visita al niu; 8) en cas d'haver-se produït la mort o desaparició d'algun o tots els ous o polls, s'intentà determinar les causes en base a tots els indicis que era possible trobar al niu o al voltant del niu, tals com restes dels ous o polls, senyals d'activitat humana, rastres de predadors etc.

Per a l'estudi del creixement i desenvolupament dels polls es realitzaren visites periòdiques als nius cada 4 dies. A cada poll present al niu se li prenién les següents mesures, a més de l'edat i, tant bon punt com era possible determinar-lo, el sexe:

PES: amb un joc de dinamòmetres de 100, 1000 i 2500 grams.

TARS: amb un peu de rei digital.

BEC: amb un peu de rei digital.

LONGITUD DE LA PRIMÀRIA MES LLARGA: mesura de la longitud de la



7ª primària (començant a contar des de l'interior) amb un regle metàlic de 1 mm d'exactitud. Mesurada des del punt d'emergència de la ploma de la carn fins a l'extrem distal de la ploma.

LONGITUD DE LA CUA: mesura de la longitud de les plomes rectrius centrals, amb el regle metàlic, des del punt d'inserció de la ploma fins a l'extrem distal.

PAP: apreciació del grau d'ompliment del pap del poll al moment d'efectuar les mesures (1/4, 2/4, 3/4, 4/4).

A partir d'aquesta informació inicial s'han calculat per a cada individu els següents paràmetres:

1. APES: Valor asimptòtic del pes, estimat a partir de l'ajust de les dades de cada poll a l'equació de Richards (EBERT, 1980)

2. ATARS: Valor asimptòtic del tars, estimat de la mateixa manera que APES.

3. P7: Velocitat de creixement de la setena primària. És el pendent de la recta de regressió ajustada a les dades de creixement de la setena primària.

4. E7: Edat d'emergència de la setena primària. Es calcula com el punt d'intersecció de la recta de regressió ajustada a les dades de creixement de la setena primària amb l'eix de les abcises.

5.PCUA: Velocitat de creixement de les plomes rectrius. Calculat de la mateixa manera que P7.

6.ECUA: Edat d'emergència de les plomes rectrius. Calculat com E7.

7.RPES: Dies necessaris per que es produeixi un increment de pes entre el 10 % i el 90 % de l'assimptota.

8.RTARS: Dies necessaris per que es produeixi un increment en la mida del tars entre un 40 % i un 90 % de l'assimptota.

9.INEPES: Edat (dies) en que es produeix el punt d'inflexió en la corba de creixement del pes, calculat per medi dels paràmetres estimats per l'equació de Richards. ( $S''=0$ ).

10.INETARS: Edat (dies) en que es produeix el punt d'inflexió en la corba de creixement del tars. Calculat com IEPES.

- 11.INPPES: Percentatge de l'assimptota en que es produeix el punt d'inflexió de la corba de creixement ponderal.
- 12.INPTARS: Percentatge de l'assimptota en que es produeix el punt d'inflexió de la corba de creixement del tars.
- 13.IPES: Pes el dia de néixer (dia 0).
- 14.ITARS: Mida del tars el dia del naixement (dia 0).
- 15.IBEC: Mida inicial del bec el dia del neixement (dia 0).
- 16.KBEC: Constant de creixement del bec. Correspon al coeficient del terme quadràtic de l'equació de segon grau ajustada als valors observats.
- 17.ABEC: Valor asimptòtic del creixement del bec. Estimat com el màxim de l'equació de segon grau ajustada als valors mesurats.

Les variables APES, ATARS i ABEC tenen per objectiu mesurar la mida final de l'individu en acabar el període d'estada al niu. RPES, RTARS, KBEC, P7 i PCUA mesuren la velocitat de creixement de les diverses estructures. E7 i ECUA mesuren la precocitat en l'inici del creixement del plomatge. INEPES i INETARS i INPPES i INPTARS mesuren la precocitat i la forma de les corbes de creixement de pes i tars respectivament.

Les mesures referents al bec tan sols es prengueren els anys 88 i 89, però no l'any 87. La resta de mesures es prengueren tots els anys.

Tots els ajustaments de les dades reals a les equacions de Richards i de segon grau, i les estimes dels paràmetres corresponents es realitzaren mitjançant el programa de regressions no lineals del paquet estadístic SPSS/x del Centre de Càlcul de la Universitat de Barcelona.

Per a fer possibles les comparacions entre els diferents polls, els valors de cada un d'aquests paràmetres s'han transformat restant-los la mitjana del sexe corresponent i dividint per la desviació típica del mateix sexe. Amb aquests valors transformats ha estat possible analitzar la incidència de diversos factors (ordre de naixença, mida de niuada, assincronia de neixament) sobre el creixement dels polls.

Per tal de determinar el grau de desenvolupament comportamental i motriu de cada poll, en cada visita es prenen dades sobre el comportament dels polls referents a:

- a) DESENVOLUPAMENT POSTURAL: ajagut, assentat, dret.
- b) DESENVOLUPAMENT MOTOR: poll al niu, dret a les branques, marxa volant.
- c) ACTIVITAT BUCAL DEL POLL: callat, piula, crit de defensa.
- d) COMPORTAMENT RESPECTE L'OBSERVADOR: petició de menjar, por, postura de defensa, fugida, indiferència.

Tots els polls foren anellats amb anelles metàliques al tars tant bon punt com els seus tarsos assolien la mida apropiada per a poder dur l'anella.

Algunes dades sobre la biologia de la reproducció s'han obtingut en base a observacions des d'amagatalls en les parelles 4 (any 1987) i 4 i 12 (any 1989). En ambdós casos la distància entre el niu i l'observatori fou d'uns 15 metres.

La parella 4 l'any 1987 va pondre 2 ous dels quals nasqueren dos polls, una femella en primer lloc i un mascle un dia més tard. Tots dos polls arribaren a volar. L'any 1989 aquesta mateixa parella va pondre 3 ous, dels quals nasqueren 3 polls. Els dos primers eren femelles i nasqueren amb un dia de diferència i el tercer de sexe desconegut, nasqué dos dies després que el segon. D'aquests tres polls solament el segon arribà a volar, ja que el tercer va morir als 6 dies d'edat, i el primer va morir als 29 dies d'edat per accident en caure del niu. La parella 12 l'any 1989 va pondre 4 ous, però tan sols nasqueren els 3 primers, donant lloc a 3 polls femella tots els quals arribaren a volar. Els dos primers polls d'aquest niu nasqueren amb poques hores de diferència en un sol dia i el tercer poll nasqué un dia més tard.

El principal objectiu d'aquestes observacions fou la determinació dels requeriments energètics dels polls durant el període d'estada al niu, el patró d'evolució d'aquests requeriments i el patró de repartiment del menjar entre els polls. L'any 1987 les

observacions no es realitzaren seguint cap patró predeterminat, però l'any 1989 es va seguir un esquema de presa de dades prefixat. Les sessions d'observació a cada niu s'iniciaven a les 12:00 del migdia (hora solar) i continuaven fins a les 19:00, per a prosseguir l'endemà des de les 05:00 fins a les 12:00. El dia següent, el mateix patró d'observació s'iniciava a la mateixa o a l'altra parella, i així s'anaren alternant fins a l'envol dels joves. D'aquesta manera s'aconseguí obtenir una mostra homogèneament repartida dels dos nius i representativa de totes les hores del dia i etapes de creixement. L'any 1989, les observacions a la parella 12 es realitzaren des del dia 6/6/89 fins al dia 10/7/89 entre els 11 i 45 dies d'edat dels polls (no fou possible començar abans per problemes en el muntatge de la torre d'observació). A la parella 4, les observacions es realitzaren entre el 14/5/89 i el 18/6/89 entre els 2 i 36 dies d'edat dels polls. L'any 1987, les observacions realitzades a la parella 4 s'iniciaren el dia 7/5/87 i finalitzaren el 5/6/87 i inclouen el període d'edat comprès entre els 2 dies i els 31 dies.

Les principals dades que es varen prendre foren les referents als aportats de preses. De cada aport s'enregistrà l'hora i l'espècie presa, la fracció aportada i el pes aproximat aportat. La identificació de les preses no presentà, en general, dificultat, donada la proximitat dels amagatalls al niu. Els polls de les aus eren més difícils d'identificar a distància a nivell específic, però se'ls va assignar un pes atenent a les seves dimensions. De cada peixament s'anotà l'hora d'inici i la durada total, es contabilitzà el nombre de becades rebut per cada poll o el temps que romania menjant sol cada un d'ells. S'estimà, en cada cas, la fracció de la peça aportada que era consumida pels polls per tal d'estimar la biomassa consumida. Durant els peixaments es produïren sovint enfrontaments violents entre els polls, durant els quals s'enregistrà quin era l'individu agressor i quin el defensor, així com el desenllaç de la lluita. A més d'aquestes dades, s'enregistrà el temps de permanència de cada progenitor al niu i el seu comportament (dret, cobant, arreglant el niu etc.).

Per a determinats anàlisis, la data i la mida de posta de cada reproducció s'han estandaritzat en relació al valor mig de l'any corresponent. El valor estandaritzat es calcula restant als valors originals la mitjana de l'any corresponent. D'aquesta forma les dates de posta i mides de posta de cada any són directament comparables entre sí, ja que totes elles estan expresades com a desviacions respecte el valor mig de la temporada.

S'han utilitzat diverses mesures de l'èxit reproductor. En primer lloc la PRODUCTIVITAT que correspon al nombre total de polls que volen dividit pel nombre total de parelles controlades. Aquest valor inclou, doncs, aquelles parelles que no realitzen la posta però que són presents a l'àrea d'estudi.

La TAXA D'ENVOL és el cocient entre el nombre total de polls produïts i el nombre de parelles que treuen algun poll a l'envol. Finalment, el cocient entre el nombre de polls que volen i el nombre de parelles que realitzen posta ens dóna una altra estima de l'èxit reproductor que denominarem N° DE JOVES PER POSTA, i el nombre de joves que volen dividit pel nombre d'ous postos ens dóna el N° DE JOVES PER OU. També hem considerat el PERCENTTAGE DE PARELLES AMB EXIT i el PERCENTATGE DE POSTES AMB EXIT.

Els polls d'astor poden ser fàcilment sexats en base a la seva mida i, molt especialment, en base a les dimensions i gruix dels dits i el tars, a partir dels 15 dies d'edat aproximadament. A les niuades mixtes l'operació de sexat es pot realitzar de forma més precoç per comparació entre els germans. Els polls morts o desapareguts abans de l'edat mínima per a ésser sexats amb seguretat se'ls ha assignat sexe indeterminat. Un cop determinat el sexe de cada poll s'han pogut calcular les següents proporcions de sexes, totes elles definides com el cocient entre nombre de mascle i nombre de femelles (M/F):

a. Raó de sexes als ous: És la proporció de sexes en els ous. S'ha estimat utilitzant únicament les dades provinents de nidificacions en que neixen tots els polls i tots ells poden ser

sexats amb seguretat.

b. Raó de sexes primària: És la proporció de sexes entre els polls al moment de néixer. Diferirà de la raó de sexes als ous en la mesura que existeixi mortalitat diferencial entre sexes durant la fase ou. L'hem estimada a partir d'aquelles niuades en que es sexen tots els polls nascuts.

c. Raó de sexes al moment de sexar (o bruta): És la proporció de sexes entre els polls al moment de ser sexats. Estimada a partir de tots els polls sexats amb seguretat, sense eliminar cap mena de dada.

d. Raó de sexes secundària: Es defineix com la raó de sexes observada al final del període de dependència paterna. En la major part d'ocells aquest període va força més enllà del moment en que els joves abandonen el niu (segurament al voltant de 40 dies més en l'astor), però llavors la determinació de la raó de sexes és sumament difícil. És per aquesta raó que en el present estudi hem estimat la raó de sexes secundària a partir de la proporció entre sexes dels polls que sobreviuen al moment d'abandonar el niu. La comparació d'aquest valor amb la raó de sexes primària reflexarà l'existència de mortalitat diferencial al llarg del període d'estada al niu. El càlcul de la raó de sexes secundària es complica a causa dels freqüents espolis parcials que l'alteren artificialment. Per tant, l'hem estimada únicament a partir d'aquelles nidificacions en que no han tingut lloc aquest tipus de delictes.

En tots els casos la distribució de freqüències esperades per als sexes ha estat assimilada a una distribució binomial  $p = q = 0.5$  i, per tant, per al contrast d'hipòtesis s'ha emprat el test binomial de dues cues. S'ha considerat que la distribució de freqüències observades es desviava significativament de la distribució esperada quan  $Z > 1.96$ .

## 6. Fenologia de la reproducció.

### 6.1. Introducció.

La reproducció és un procés energèticament costós, per la qual cosa els ocells intenten sincronitzar el seu període reproductor amb l'època de l'any que els proporciona una major abundància d'aliment o temps per a aconseguir-lo (PERRINS & WIRKHEAD, 1983). LACK (1954) fou dels primers autors en proposar que els ocells ponen els ous de manera que fan coincidir la presència de polls al niu amb la màxima disponibilitat d'aliment al medi. Diversos estudis han posat de manifest aquest fet, però cal tenir present que l'alimentació dels polls no és l'únic pic de demanda energètica que es produeix al llarg de la reproducció. La pròpia producció dels ous és un procés que pot ser energèticament limitat per la manca d'aliment disponible, especialment en ocells petits en que la posta representa sovint un percentatge molt elevat del propi pes de l'animal (PERRINS, 1970). Diversos experiments han demostrat que el factor immediat que desencadena l'inici de la posta en els ocells de les àrees temperades és el fotoperíode (PERRINS & WIRKHEAD, 1983; PHILLIPS et al., 1985), que serveix de senyal extern per tal de fer coincidir la reproducció amb l'abundància d'aliment màxima. Aquest mecanisme s'ha desenvolupat com a resultat de la selecció natural i permet una sincronització global dels ritmes de l'animal amb el ritme general de l'ambient i l'ecosistema. Però la determinació exacte de la data de posta, no bé determinada per aquest factor, sinó per altres mecanismes més immediats, tals com l'abundància d'aliment i la climatologia, sense oblidar els factors hereditaris, que provoquen importants variacions en la data de posta entre ocells sotmesos a idèntiques condicions ambientals.

El pes de les postes dels rapinyaires oscil·la entre un 2.4% (Aegyptius monachus) i un 40.6% (Falco vespertinus) del pes de la femella (NEWTON, 1979). Els grans rapinyaires presenten postes relativament petites, mentre que en els petits la posta representa una inversió considerable. Per tant, sembla força

probable que els factors que determinen la data i la mida de la posta siguin diferents en cada un d'aquest grups. En els primers la data i la mida de posta estaran més en funció dels requeriments energètics dels polls i de la possibilitat de fer-los efectius que no pas de l'abundància d'aliment al moment de realitzar la posta. En els rapinyaires més petits, el moment de la posta representa un pic de demanda energètic important i, per tant, les condicions ambientals imperants en aquests moment poden ser crítiques en la determinació de la data i la mida de posta. Accipiter gentilis es situa en un punt intermig d'aquest gradient. Per terme mig, un ou d'astor equival a un 5.2% del pes de la femella (veure capítol 8) i les seves postes entre un 10.4% i un 26%. Per tant, resulta interessant esbrinar fins a quin punt la data i la mida de posta de l'astor estan regulades directament per les condicions ambientals prèvies a la posta, o responen a un ajust a les condicions previstes de cara al moment en que hi haurà polls al niu. En definitiva, el nostre objectiu serà determinar els factors últims que determinen la data de posta en els astors i esbrinar el significat adaptatiu de les variacions en la data de posta.



## 6.2. Resultats.

### 6.2.1. Fenologia de posta. Variacions interanuals i postes de reposició.

Les postes de l'astor a l'àrea d'estudi s'inicien a finals de març i continuen fins a finals d'abril. La posta més primerenca que hem detectat es produí el 21 de març i la més tardana el 29 d'abril. A les FIGURES 1 - 4 es mostra la distribució de les dades d'inici de les postes globalment i per els anys 87, 88 i 89. La data mitja de posta de la nostra població és el 5 d'abril. Les diferències en la data mitja de posta entre els diferents anys són estadísticament significatives (TAULA 1).

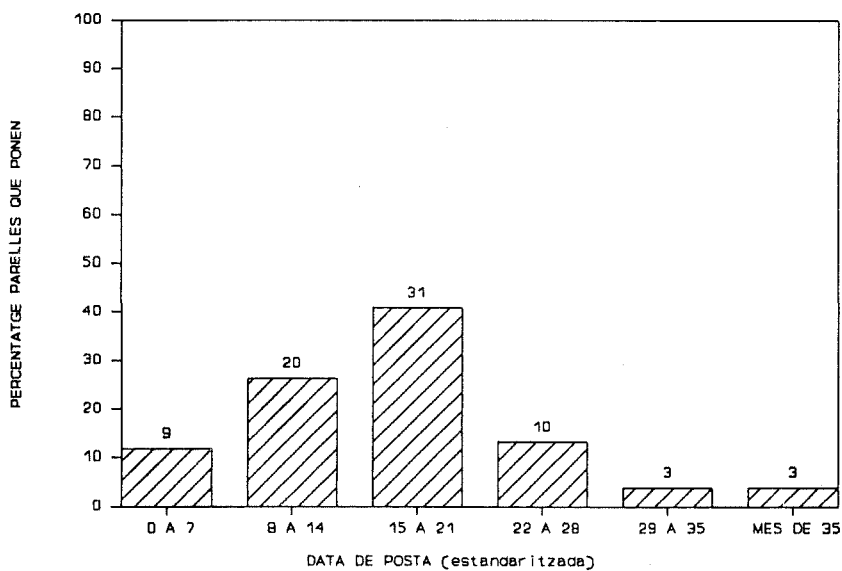


FIGURA 1. Distribució de les dates d'inici de les postes en la població estudiada. S'inclouen tots els anys d'estudi i també les segones postes. (0 correspon al 20 de Març).

TAULA 1. Data de posta mitja al llarg del període d'estudi. (Tant sols es consideren les primeres postes). Les diferències interanuals són estadísticament significatives (Kruskall-Wallis;  $p= 0.0011$ ). (0=20 DE MARÇ). I.C.: Index Climàtic (veure text apartat 6.2.4.).

	MITJA	STD	N	RANG	I.C.
1986	20.50	10.03	8	7 - 38	534
1987	18.00	5.79	13	10 - 32	500
1988	11.26	6.11	23	1 - 24	663
1989	20.00	8.30	20	5 - 40	636
1990	14.33	5.32	9	8 - 25	730
GLOBAL	16.12	7.96	74	1 - 40	-

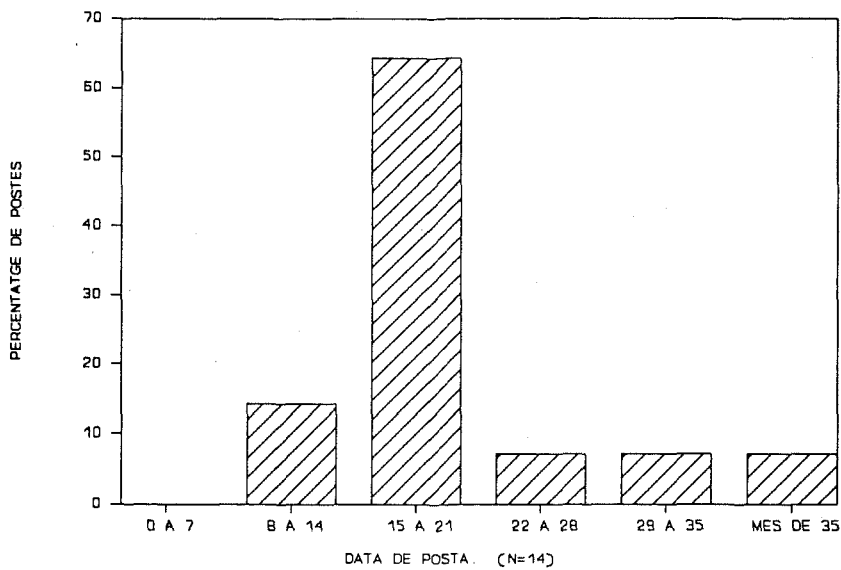


FIGURA 2. Distribució de les dates de posta l'any 1987.

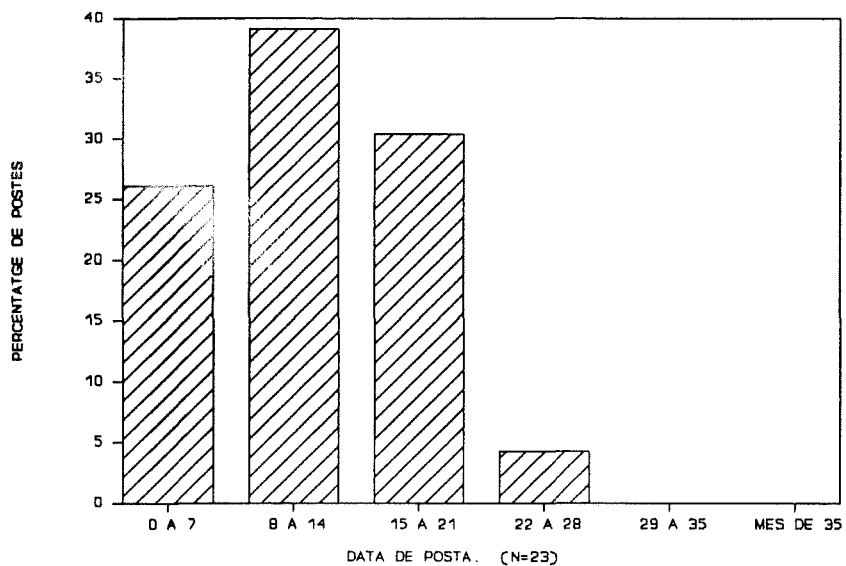


FIGURA 3. Distribució de les dates de posta l'any 1988.

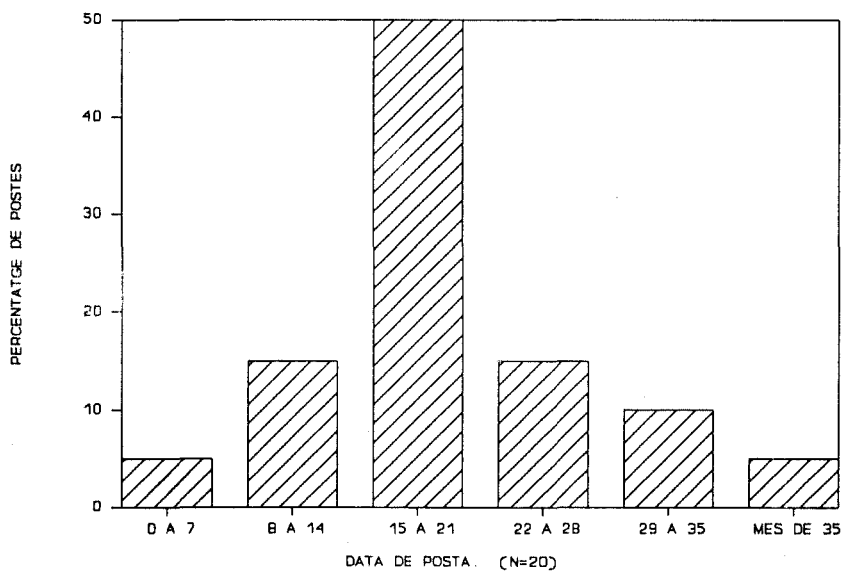


FIGURA 4. Distribució de les dates de posta l'any 1989.

En cas de pèrdua o abandonament de les primeres postes, s'han detectat postes de reposició en dues ocasions, la més tardana de les quals es produí el 12 de Maig. Aquestes postes de reposició es produïren les dues l'any 1988, any en que l'abundància d'aliment fou màxima. Contenen 3 i 4 ous, un més i un menys que les respectives postes inicials. Ambdues tingueren lloc en nius diferents de les postes inicials i es produïren 48 i 4 dies de la realització de la primera posta.

#### 6.2.2. Variabilitat interindividual en la data de posta.

Existeix una component genotípica en la variabilitat de la data de posta que podria ser valorada en cas que coneguessim amb seguretat la identitat de totes les femelles. Això no ens ha estat possible, però donada la fidelitat dels astors a la seves àrees de nidificació, podem intentar aproximar-nos a la valoració d'aquesta component fent un anàlisi de la variança de la data de posta en relació al factor "lloc de nidificació". El resultat d'aquest anàlisi ens mostra que el factor "lloc de nidificació" absorbeix de forma significativa un 81% de la variança observada (ANOVA; g.l.l.=74; p=0.0072) en la data de posta. Evidentment no tota la variabilitat associada a aquest factor és de tipus genètic. En primer lloc pels problemes d'identificació ja esmentats. En segon lloc, perquè cada lloc de nidificació es troba situat en un territori de característiques ambientals i tròfiques determinades, que poden afectar indiscutiblement la data de la posta. La única cosa que pot treure's en clar d'aquest anàlisi és que, efectivament, existeix una certa constància en la data de posta de les diferents parelles, si bé no podem esbrinar si aquest fet es deu a diferències genètiques entre les femelles que les integren o bé a diferències en la qualitat dels territoris.

### 6.2.3. Influència de la composició de la dieta sobre la fenologia de posta.

La composició de la dieta no sembla tenir un paper primordial en la determinació de la data de posta. El percentatge de consum de la classe "Altres mamífers" presenta una lleugera correlació negativa amb la data de posta ( $r_s = -0.3767$ ;  $p = 0.040$ )

Tota manera, la variança explicada és molt petita i podem considerar el paper de la composició de la dieta pràcticament negligible, i més si considerem que l'únic grup que sembla afectar la data de posta és totalment marginal. De fet, nosaltres hem determinat la composició de la dieta de les diferents parelles durant el període d'alimentació dels polls, i no abans de la posta. Ja hem posat de manifest en el capítol de biologia tròfica les profundes diferències existents en la composició de la dieta al llarg del període reproductor, i per tant l'anàlisi de les dietes durant la cria dels polls no necessàriament reflexa la composició de la dieta en la fase de preposta.

### 6.2.4. Influència de les variables meteorològiques sobre la data de posta.

Tampoc les variables meteorològiques tenen un paper decisiu en aquest sentit, tot i que HUHTALA & SULKAVA (1981) han detectat una marcada influència de les temperatures mitges del període previ a la posta amb la data de posta dels astors finesos. En diverses espècies d'ocells la temperatura ambiental sembla ser un factor directament desencadenant de la ovulació (DAWSON, 1972) i, per tant, és lògic pensar que l'arribada avançada de temperatures suaus produeixi un avançament de la data de posta. Tota manera, l'efecte de les variables atmosfèriques sobre la data de posta sembla ser principalment conseqüència de l'increment en la disponibilitat de preses que porten associats les temperatures suaus i, sobretot, la disminució dels requeriments energètics necessaris per a la termoregulació (PERRINS & BIRKHEAD, 1983; MEIJER *et al.*, 1990). En el nostre cas

solament la temperatura mitja del mes de gener mostra una correlació negativa i estadísticament significativa amb la data de posta, de forma que els anys en que els mesos de gener són més càlids, es produeix un avançament de les postes ( $r_s = -0.4293$ ;  $p = 0.000$ ;  $N = 73$ ). Novament, però, cal dir que la variança explicada és molt petita i, per tant, podem concloure que durant els anys d'estudi les variacions climàtiques no han estat les principals responsables de les diferències en la data de posta. Si calculem, per a cada any, un Index Climàtic (I.C.) sumant les temperatures mitges diàries des del mes de gener fins al mes d'abril ambdós inclosos, obtenim un valor indicatiu de la bonança del clima imperant durant l'hivern previ a cada episodi reproductiu. S'observa que l'any 88 que és el que presenta un hivern més suau és el que té una data de posta més avançada. L'any 1989 li correspondria una data de posta similar a la de l'any 1988, però degut al fort descens en la disponibilitat de preses, la data de posta es retrassà més enllà de la de l'any 87, en que es produí un dels hiverns més freds.

#### 6.2.5. Influència de l'edat dels progenitors sobre la fenologia de posta.

L'edat dels progenitors s'ha analitzat únicament en el cas de les femelles, ja que en els mascles no es disposa de prou informació sobre l'estructura d'edats. Les parelles amb femelles joves tenen la data mitja de posta el dia  $13.4 \pm 5.22$  ( $N = 5$ ) i les adultes el dia  $15.75 \pm 7.68$  ( $N = 52$ ). Aquestes diferències no són estadísticament significatives (Kruskall-Wallis;  $p = 0.5622$ ), però, donat que les femelles joves tenen tendència a reproduir-se preferentment els anys més favorables en que la data de posta experimenta un avenç general, hem repetit les comparacions en base a les dates de posta estandaritzades, és a dir la que s'obté en substraure a cada data de posta la data mitja de posta de l'any corresponent. Tampoc s'obtenen diferències estadísticament significatives entre els dos grups (joves:  $-0.93 \pm 5.22$ ;  $N = 5$ ; adultes:  $1.42 \pm 7.68$ ;  $N = 52$ ; Kruskall-Wallis;  $p = 0.5622$ ). Si bé la

mida de mostra del grup de femelles joves és força reduït, no s'observa que aquestes femelles tinguin tendència a pondre més tard que les femelles adultes. HUHTALA & SULKAVA (1981) i HENNY et al. (1985), pel contrari, afirmen que les femelles joves ponen més tard que les adultes, si bé la seva observació fa referència solament a 3 femelles.

#### 6.2.6. Influència de l'hàbitat sobre la fenologia de posta.

L'hàbitat de nidificació tampoc afecta per a res la data de posta. Les parelles que nidifiquen en l'ambient forestal tenen una data de posta mitja de  $17.16 \pm 7.82$  (N=31) i les que nidifiquen en àrees més obertes  $15.37 \pm 8.06$  (N=43). La tendència de les parelles No Forestals a pondre una mica més d'hora que les forestals no assoleix, però significació estadística (Kruskall-Wallis;  $p=0.3624$ ). Si es fa la comparació amb les dades de posta estandaritzades, tampoc s'obtenen diferències estadísticament significatives (Forestals:  $0.97 \pm 7.08$  (N=31); No Forestals:  $-0.71 \pm 6.83$  (N=42); Kruskall-Wallis;  $p=0.2666$ ), si bé es manté la mateixa tendència.

#### 6.2.7. Fenologia de posta i èxit reproductor.

L'èxit reproductor és independent de la data de posta (FIGURES 5 - 12). Cap de les correlacions (coeficient de correlació de Spearman) realitzades entre la data de posta o la data de posta estandaritzada i la productivitat o la taxa d'envol són estadísticament significatives. Donat que l'èxit reproductor es pot veure afectat per la intervenció de l'home, hem repetit l'anàlisi eliminant aquelles parelles en que l'acció de l'home era la responsable del fracàs total o parcial de la reproducció. Tampoc així apareixia cap patró clar d'evolució de l'èxit reproductor en funció de la data de posta. Per tal d'assegurar que no existeix relació alguna entre la data de posta i l'èxit

reproductor, hem comparat l'èxit reproductor de dos grups de parelles, a saber, les que ponen entre 9 dies abans i 9 dies després de la data mitja i les que ponen abans i després d'aquestes dades (postes extremes), sense considerar aquelles parelles en que l'home havia fet disminuir l'èxit reproductor. En aquest cas si que es detecten diferències estadísticament significatives entre les productivitats d'ambdós grups, de manera que les postes que es produeixen més lluny de la data modal presenten productivitats més baixes ( $1.17 \pm 1.34$  (N=12) contra  $1.98 \pm 1.36$  (N=49); Kruskal-Wallis;  $p=0.046$ ). Tota manera, l'ajust entre la data de posta i l'èxit reproductor no és perfecte, ja que la data de posta més productiva és la corresponent al període 22-28, mentre que la data de posta més freqüent és la corresponent al període 15 -21 (veure FIGURES 5 - 12). La data de posta tampoc sembla tenir cap efecte sobre la probabilitat que els ous postos arribin a produir polls volanders com es pot veure a les FIGURES 11 i 12 en que no es fa patent cap patró.

Malgrat la dèbil relació existent entre la data de posta i l'èxit reproductor, existeix la possibilitat que l'efecte de la data de posta es produeixi sobre la supervivència dels joves després d'abandonar el niu, si aquest període és més crític per a la seva supervivència que no pas l'estada al niu. També existeix la possibilitat que, essent el període limitant l'estada dels polls al niu, la disminució de la disponibilitat d'aliment associada a la data de posta no sigui suficient com per a provocar la mort dels joves abans de sortir del niu (i per tant no afecta l'èxit reproductor), però provocaria un empitjorament en les condicions dels polls que comporta una menor probabilitat de supervivència després d'abandonar el niu. Aquest procés es pot detectar per medi de l'estudi del creixement dels polls (veure capítol 8). Els polls corresponents a dates de posta centrals assoleixen valors asimptòtics de pes i tars més alts a canvi d'un creixement ponderal més lent, i presenten una major velocitat de creixement del plomatge.



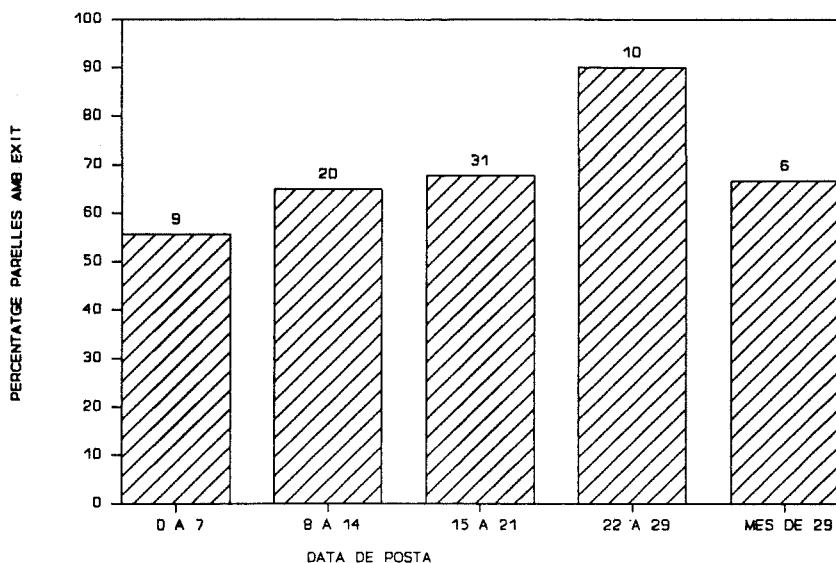


FIGURA 5. Percentatge de parelles amb èxit en funció de la data de posta. Sobre cada barra s'indica el nombre total de reproduccions per a cada període. Les diferències no són estadísticament significatives (Chi quadrat;  $p > 0.05$ ).

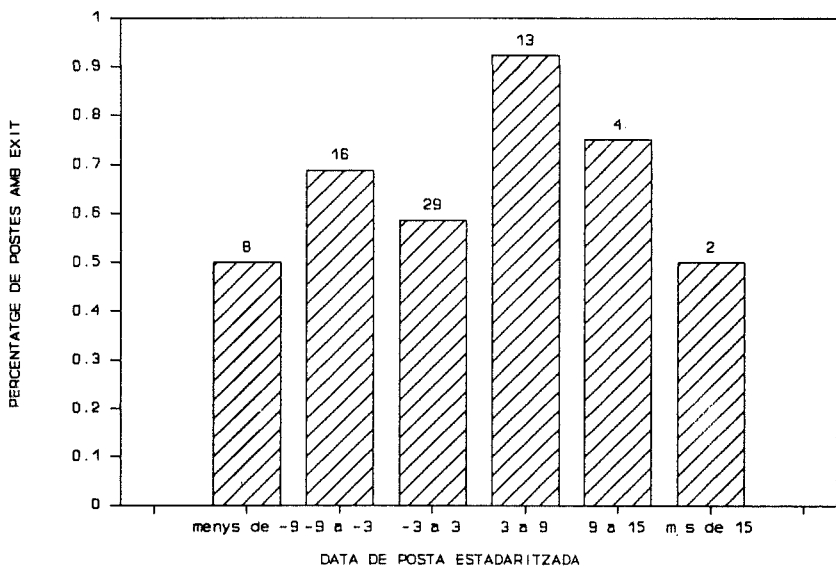


FIGURA 6. Percentatge de parelles amb èxit en funció de la data de posta estandaritzada. Sobre cada barra s'indica el nombre total de reproduccions per a cada període. Les diferències no són estadísticament significatives (Chi quadrat;  $p > 0.05$ ).

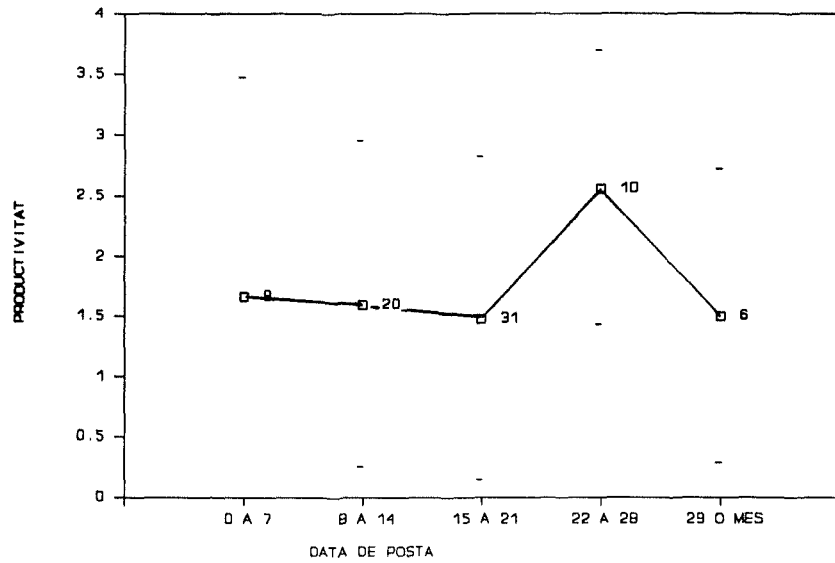


FIGURA 7. Productivitat en funció de la data de posta. Els números indiquen la mida de la mostra. Les diferències no són significatives (Kruskall-wallis;  $p=0.3723$ ).

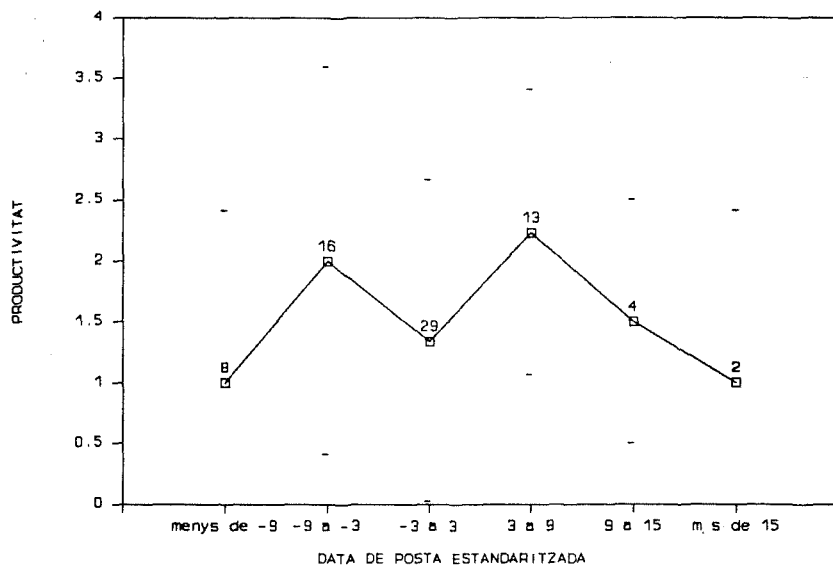


FIGURA 8. Productivitat en funció de la data de posta estandaritzada. Els números indiquen la mida de la mostra. Les diferències no són significatives (Kruskall-Wallis;  $p=0.2087$ ).

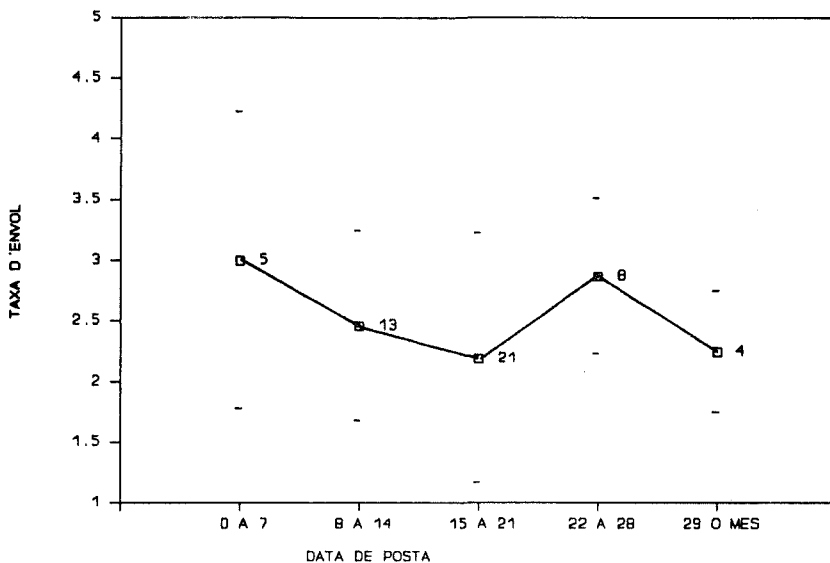


FIGURA 9. Taxa d'envol segons la data de posta. Els números indiquen la mida de la mostra. Les diferències no són estadísticament significatives (Kruskall-Wallis;  $p=0.2360$ ).

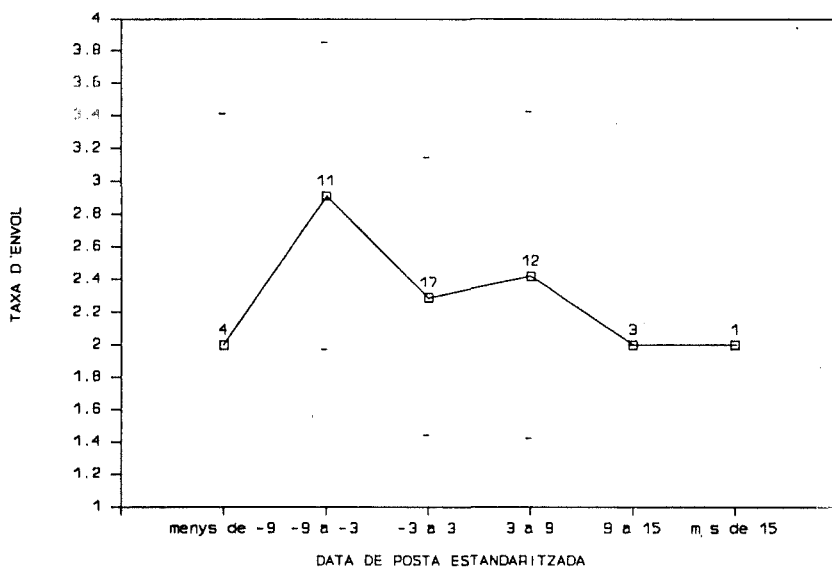


FIGURA 10. Taxa d'envol en funció de la data de posta estandaritzada. Els números indiquen la mida de la mostra. Les diferències no són estadísticament significatives. (Kruskall-Wallis;  $p=0.3855$ ).

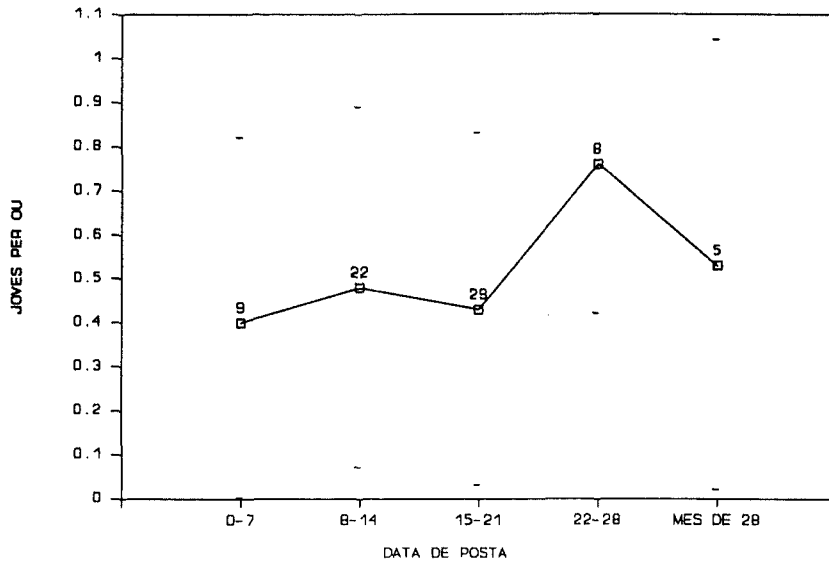


FIGURA 11. Relació entre la data de posta i la probabilitat que un ou arribi a donar un jove volander. Les diferències no són estadísticament significatives (Kruskall-Wallis,  $p=0.3717$ ).

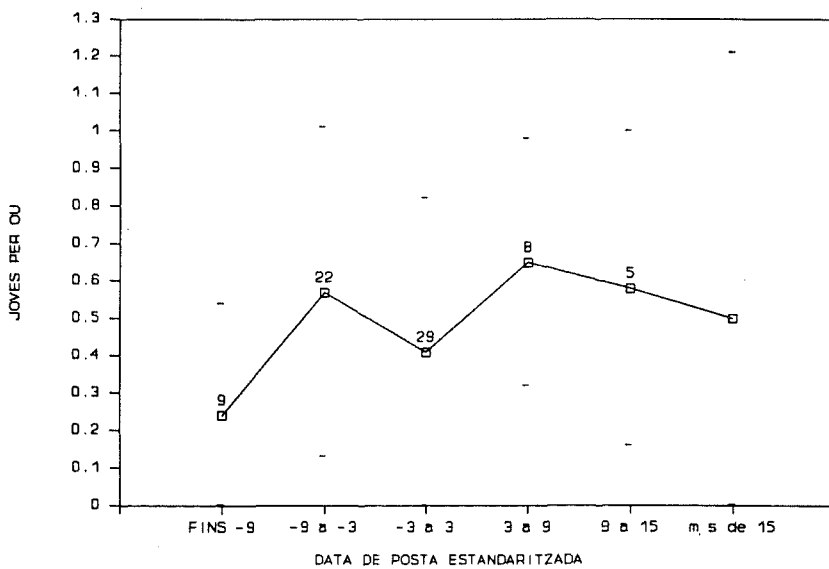


FIGURA 12. Relació entre la data de posta estandaritzada i la probabilitat que un ou arribi a donar un jove volander. Les diferències no són estadísticament significatives. (Kruskall-Wallis,  $p=0.2479$ ).

### 6.3. Discussió.

Les dates de posta de l'astor a Finlàndia es situen entre el 15 d'abril i el 8 de maig. GLUTZ et al. (1971) afirma que la data mitjana de posta dels astors a centre Europa s'adelanta dues setmanes respecte les poblacions escandinaves, i situa les dades de posta a Europa central entre mitjans de març i finals d'abril. A Romania, BÉCZY (1971) in KALABER (1984) dóna dades de fenologia dels astors que ofereixen una data mitja de posta del 16 d'abril i KALABER (1976) in KALABER (1984) dóna una data mitja de posta del 10 d'abril. Al massís central francès, JOUBERT & MARGERIT (1986) donen dates de posta entre el 28 de març i el 6 de maig, concentrades principalment al llarg els 20 primers dies d'abril. A Gran Bretanya MARQUIS & NEWTON (1982) donen una data mitjana de posta el 6 d'abril  $\pm 11.8$  (N=47) i detecten una certa influència de l'altitud sobre la data de posta. Diversos autors (BROWN & AMADON, 1986); CRAMP & SIMMONS, 1980) afirmen que la fenologia reproductora de l'astor experimenta molt poca variació latitudinal i ho atribueixen al fet que a les latituds més baixes, l'astor nidifica a altituds més elevades. Aquesta apreciació, però, no es compleix per les latituds més elevades, on l'astor nidifica sensiblement més tard que al centre i sud d'europa (MOLLER, 1977; HUHTALA & SULKAVA, 1981; DEMENTIEV et al., 1951). Sembla doncs que, si bé en el marge latitudinal comprès entre el centre i sud d'Europa l'efecte latitudinal podria estar compensat per l'altitud, això no es produiria al nord d'Europa, on te lloc un retràs apreciable de la reproducció com a conseqüència de les diferències climàtiques que ocasionen un retràs generalitzat dels cicles reproductors de totes les aus en aquelles latituds. Així doncs, a nivell general sembla existir una perfecta sincronització entre el cicle reproductor de l'astor i el de les seves preses principals, tal com passa a la major part de rapinyaires de dimensions similars (NEWTON, 1979) i altres aus (PERRINS, 1970; PERRINS & BIRKHEAD, 1983). D'altra banda, la relació unimodal i no lineal existent entre la data de posta i l'èxit reproductor i els paràmetres de creixement (veure capítol 8) (tot i ésser dèbil) recolza la

hipòtesi que la fenologia reproductora s'ajusta de forma global al moment de l'any que proporciona una major disponibilitat de preses i unes millors condicions. Igualment podem dir de la relació entre la data de posta i la mida dels ous (veure capítol 8). Tota manera, la data de posta modal (FIGURA 1) es presenta lleugerament avançada en relació a la data de posta que presenta uns resultats reproductius més alts (FIGURES 5-12) i, a més, les tendències observades desapareixen o es debiliten quan s'estandaritzen les dates de posta, indicant que no es produeixen ajustaments interanuals precisos en aquest sentit.

La producció de postes de reposició ha estat citada en l'astor al menys en una ocasió (SIMPSON, 1909 in MORRISON & WALTON, 1980) i CRAMP & SIMMONS l'esmenten com un fet habitual. Dins dels rapinyaires és un fet força freqüent (NEWTON, 1979; MORRISON & WALTON, 1980; POOLE, 1988), si bé moltes espècies únicament ho fan en anys extraordinàriament bons, com sembla ser el cas de l'astor. Encara que NEWTON (1979, taula 31) no esmenta aquest tipus de resposta en el cas de l'astor, les nostres observacions semblen indicar que, efectivament, l'astor respon a la major abundància d'aliment al medi incrementant la seva tendència a realitzar postes de substitució. LACK (1954) troba una disminució en la mida de les segones postes en diverses espècies d'ocells. En el nostre cas, la mida de posta no sembla haver variat entre unes postes i les altres, si bé la mida de la mostra no permet treure conclusions definitives. NEWTON & MARQUIS (1984) indiquen també que no es donen diferències en la mida de les primeres postes i les de substitució en el cas de l'esparver. Aparentment, les postes de substitució únicament es produeixen en anys bons o per exemplars en molt bones condicions, de forma que no es produeix reducció en el nombre d'ous.

Hem observat que la variabilitat en la data de posta és molt més gran entre territoris diferents que en un mateix territori. Sense ignorar que part de la variança explicada pel factor "lloc de nidificació" té un origen ambiental, aquest fet ens permet sospitar l'existència d'un fort component genètic en la data de

posta, que determina que cada parella tingui la data més o menys fixada. Aquest resultat és consistent amb els que han obtingut altres autors en altres espècies de rapinyaires (PIETIÄINEN, 1989; NEWTON & MARQUIS, 1984).

Malgrat l'existència de variacions interanuals significatives en la data de posta, cap dels factors analitzats les explica per si sol. Donat que únicament disposem de dades de 5 anys, i tenint en compte que en els dos darrers s'ha produït una important alteració de la disponibilitat de preses, és lògic que no es detecti cap relació clara entre la data de posta i les variables meteorològiques, ja que aquesta sols apareixerà quan la disponibilitat d'aliment sigui equivalent tots els anys. Tota manera, la relació existent entre la temperatura mitjana del mes de gener, l'Index Climàtic i la data de posta indica que la suavitat de l'hivern predisposa a un avançament de les postes, d'acord amb el que s'ha observat en altres rapinyaires (CAVÉ, 1968; NEWTON & MARQUIS, 1984; OLSEN & OLSEN, 1989) i en el mateix astor (HUHTALA & SULKAVA, 1981) si bé la disponibilitat d'aliment just abans de la posta sembla jugar un paper decisiu a l'hora de la determinació final, de forma que la data de posta d'alguns anys, com per exemple el 1989, resulta ser més retardada del que caldria esperar en base a les condicions meteorològiques imperants, a causa de la manca d'aliment originada per factors diferents als climatològics. Aquest mateix any, la reconstrucció dels nius i el comportament reproductor s'iniciaren extraordinàriament aviat degut a l'extrema suavitat del clima als mesos de gener, febrer i març. En canvi el procés reproductiu experimentà una forta frenada a partir del moment en que es produí l'arribada de la pneumònia vírica hemorràgica del conill, a finals de març, fet que provocà una dràstica disminució dels recursos disponibles i una retràs en la data de posta, a desgrat de les bones perspectives inicials.

Diversos autors (NEWTON & MARQUIS, 1981; DIJKSTRA et al., 1982; MEIJER et al. 1988; ARCESE & SMITH, 1988; MANJIT et al., 1990) i revisió de BOUTIN, 1990) han posat de manifest per mitjà