

# Ecoetologia i biologia de l'esquirol (*Sciurus vulgaris*, Linnaeus, 1758) en dos hàbitats de predictibilitat alimentària contínua que difereixen en l'abundància d'aliment

Josep Piqué i Vilar

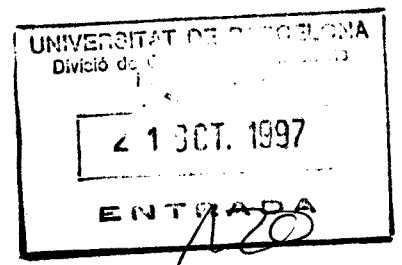
**ADVERTIMENT.** La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX ([www.tesisenxarxa.net](http://www.tesisenxarxa.net)) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

**ADVERTENCIA.** La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR ([www.tesisenred.net](http://www.tesisenred.net)) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

**WARNING.** On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX ([www.tesisenxarxa.net](http://www.tesisenxarxa.net)) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.



UNIVERSITAT DE BARCELONA  
FACULTAT DE BIOLOGIA  
DEPARTAMENT DE BIOLOGIA ANIMAL



**ECOETOLOGIA I BIOLOGIA DE L'ESQUIROL (*Sciurus vulgaris*,  
Linnaeus, 1758) EN DOS HÀBITATS DE PREDICTIBILITAT  
ALIMENTÀRIA CONTÍNUA QUE DIFEREIXEN EN L'ABUNDÀNCIA  
D'ALIMENT**

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'J. Piqué i Vilar', written over a horizontal line.

Memòria presentada  
pel llicenciat Josep Piqué i Vilar  
per optar al grau de doctor en Biologia.

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'J. Domingo Rodríguez-Teijeiro', written over a horizontal line.

En dona la conformitat  
el director de la memòria J. Domingo Rodríguez-Teijeiro,  
professor titular del departament de Biologia Animal  
de la Facultat de Biologia de la Universitat de Barcelona.

Barcelona, 26 de setembre de 1997



**ECOETOLOGIA I BIOLOGIA DE L'ESQUIROL**  
**(*Sciurus vulgaris*, Linnaeus, 1758)**  
**EN DOS HÀBITATS DE**  
**PREDICTIBILITAT ALIMENTÀRIA**  
**CONTÍNUA QUE DIFEREIXEN**  
**EN L'ABUNDÀNCIA D'ALIMENT**

Josep Piqué i Vilar  
Setembre de 1997





Can Catà, estiu 1992.





**Als pares.  
A l'Alícia.  
A la Natura.**



# ÍNDEX

## PART PRIMERA

<b>1. DISTRIBUCIÓ MUNDIAL DELS ESQUIROLS ARBORÍCOLES</b> .....	1
<b>2. DESCRIPCIÓ I DISTRIBUCIÓ DE <i>Sciurus vulgaris</i></b> .....	3
<b>3. INTRODUCCIÓ GENERAL</b> .....	8
3.1. Organització de la tesi .....	9
<b>4. DESCRIPCIÓ GENERAL DE LES ÀREES D'ESTUDI</b> .....	9
4.1. Hàbitat de parc urbà .....	12
4.2. Hàbitat de bosc mediterrani .....	13
4.3. Clima .....	13
<b>5. MATERIAL I MÈTODES GENERALS</b> .....	14
5.1. Trampeig .....	14
5.1.1. Trampes: tipologia, registre i distribució en l'espai. Determinació de l'àrea d'influència .....	15
5.2. Manejament i marcatge individual .....	17
5.2.1. Morfometria i pes corporal .....	17
5.2.2. Detecció d'amputacions de cues .....	18
5.2.3. Estat d'activitat sexual i morfometria de les glàndules associades a la reproducció .....	18
5.2.4. Presència d'ectoparàsits .....	19
5.2.5. Sexe i grup d'edat .....	19
5.3. Seguiment d'esquirols amb collar amb radioemissor .....	20
5.3.1. Localització de les llogigades .....	22
5.4. Proves estadístiques .....	22

## PART SEGONA

### CAPÍTOL 0. CARACTERITZACIÓ DELS HÀBITATS

<b>1. INTRODUCCIÓ</b> .....	25
<b>2. MATERIAL I MÈTODES</b> .....	27
<b>3. RESULTATS I DISCUSSIÓ</b> .....	34
3.1. Abundància relativa ( <i>Ar</i> ), cobertura arbòria relativa i índex de diversitat ( <i>H'</i> ) d'espècies d'arbres .....	34
3.2. Valor calòric dels ítems d'aliment d'alt poder energètic ( <i>Vc</i> ) .....	36
3.3. Índex d'abundància d'aliment (d'alt poder energètic) per hàbitat ( <i>Aa</i> ) .....	38
3.4. Consum estacional i anyal de pinyes de <i>P. halepensis</i> i producció de pinyes per classes diamètriques dels pins .....	41
3.5. Caracterització i distribució espacial ( <i>I</i> ) de l'aliment predictable de <i>P. halepensis</i> .....	43
3.6. Fenologia de la fructificació i disponibilitat contínua de pinyes de <i>P. halepensis</i> .....	45
3.7. Pressió de depredació .....	47
3.8. Competència interespecífica per l'aliment principal .....	47
3.8.1. Predictible .....	47
3.8.2. No predictable .....	48
3.9. Aïllament poblacional ( <i>Ia</i> ) .....	48
3.10. Meteorologia .....	48
<b>4. CONCLUSIONS</b> .....	54
<b>5. SUMARI</b> .....	57

# CAPÍTOL 1. EFECTE DE L'ABUNDÀNCIA D'ALIMENT EN LES VARIABLES MORFOMÈTRIQÜES I EL PES CORPORAL

<b>1. INTRODUCCIÓ</b> .....	58
<b>2. MATERIAL I MÈTODES</b> .....	59
<b>3. RESULTATS</b> .....	63
<b>I. MORFOMETRIA</b> .....	63
3.1. Variables morfomètriques. Variacions entre edats, entre sexes i entre hàbitats ..	63
3.1.1. Evolució durant el creixement (edat 0-2) .....	63
3.1.2. Variacions entre sexes (edat 0) .....	66
3.1.3. Variacions entre edats, entre sexes i entre hàbitats (edat 1 i edat $\geq$ 2) .....	66
3.1.4. Detecció d'amputacions de cues (edat $\geq$ 2) .....	70
<b>II. CONDICIÓ FÍSICA</b> .....	70
3.2. Condició física (pes corporal-longitud pota). Variacions entre hàbitats (edat $\geq$ 2) ..	70
<b>III. PES CORPORAL</b> .....	74
3.3. Pes corporal.Variacions entre edats, entre sexes i entre hàbitats .....	74
3.3.1. Evolució durant el creixement (edat 0-2) .....	74
3.3.2. Variacions entre sexes (edat 0) .....	74
3.3.3. Variacions entre sexes (edat $\geq$ 2) en cada hàbitat durant l'estació d'inactivitat sexual .....	74
3.3.4. Variacions entre edats (edat 1-3) en cada hàbitat .....	75
3.3.5. Variacions entre hàbitats (edat 1) .....	76
3.3.6. Variacions entre hàbitats i entre sexes (edat $\geq$ 2) durant l'estació d'inactivitat sexual .....	77
3.3.7. Variacions en incrementar l'edat (edat $\geq$ 2) .....	78

3.4. Variacions del pes corporal amb l'edat (edat $\geq 2$ )	.78
3.4.1. Variacions entre hàbitats ( $\sigma\sigma$ )	.78
3.4.2. Variacions entre estacions i entre anys en cada hàbitat ( $\sigma\sigma$ )	.79
3.4.3. Variacions entre estacions, entre anys i entre hàbitats ( $\varphi\varphi$ )	.83
3.4.4. Factors que provoquen fluctuacions entre anys	.83
3.4.5. Factors que provoquen fluctuacions entre estacions i entre hàbitats	.84
<b>4. DISCUSSIÓ</b>	<b>.84</b>
<b>I. MORFOMETRIA</b>	<b>.84</b>
4.1. Evolució de les variables morfomètriques durant el creixement	.84
4.2. Variabilitat morfomètrica entre sexes	.84
4.3. Variabilitat morfomètrica entre edats	.85
4.4. Variabilitat morfomètrica entre hàbitats	.85
4.4.1. Amputacions de cues	.86
4.4.2. Variabilitat morfomètrica latitudinal entre subespècies d'Europa occidental	.87
<b>II. CONDICIÓ FÍSICA</b>	<b>.91</b>
4.5. Comparació entre hàbitats	.91
<b>III. PES CORPORAL</b>	<b>.92</b>
4.6. Evolució del pes corporal durant el creixement	.92
4.7. Variabilitat entre sexes	.92
4.8. Variabilitat entre edats	.92
4.9. Variabilitat entre hàbitats	.94
4.10. Variacions entre anys	.95
4.11. Fluctuacions estacionals	.95
<b>5. SUMARI</b>	<b>.99</b>

## **CAPÍTOL 2. EFECTE DE L'ABUNDÀNCIA D'ALIMENT EN ELS CANVIS ESTACIONALS DEL CICLE REPRODUCTOR**

<b>1. INTRODUCCIÓ</b> .....	100
<b>2. MATERIAL I MÈTODES</b> .....	102
<b>3. RESULTATS</b> .....	105
3.1. Índex d'estat de gestació: distància anogenital .....	105
3.2. Cicle reproductor de les femelles .....	106
3.2.1. Variació estacional de l'activitat sexual en cada hàbitat .....	106
3.2.2. Nombre d'estres per femella i any .....	107
3.2.3. Nombre de parts i períodes en què es produeixen .....	108
3.3. Variacions del pes corporal en l'estat d'estre en les femelles adultes .....	108
3.4. Cicle reproductor dels mascles adults .....	109
<b>4. DISCUSSIÓ</b> .....	116
4.1. Femelles .....	116
4.2. Mascles .....	118
<b>5. SUMARI</b> .....	127

## **CAPÍTOL 3. EFECTE DE L'ABUNDÀNCIA D'ALIMENT EN LA DINÀMICA DE POBLACIÓ**

<b>1. INTRODUCCIÓ</b> .....	129
<b>2. MATERIAL I MÈTODES</b> .....	129
<b>3. RESULTATS</b> .....	136

3.1. Idoneïtat de la distribució espacial de les trampes .....	136
3.1.1. Mitjana (%) de trampes en les quals cauen els esquirols amb collar amb radioemissor ( <i>Ptre</i> ) .....	136
3.2. Idoneïtat dels dies de captures .....	137
3.2.1. Mitjana diària (%) d'esquirols amb radioemissor capturats d'entre els que tenen trampes a l'àrea d'activitat ( <i>Pcre</i> ), èxit de captura d'animals presents a l'àrea ( <i>Prpe</i> ), èxit de captura (esquirols diferents) per dies ( <i>Ecd</i> ) i èxit de trampeig per estacions ( <i>Et</i> ) .....	137
3.3. Trampeig .....	138
3.3.1. Èxit de captures (esquirols diferents) per dies ( <i>Ecd</i> ) .....	138
3.3.2. Èxit de trampeig (esquirols diferents) per estacions ( <i>Et</i> ) .....	139
3.3.3. Captures (%) d'esquirols presents a l'àrea d'estudi ( <i>Prpe</i> ) .....	139
3.3.4. Influència de les variables meteorològiques en la recaptura d'esquirols presents a l'àrea d'estudi ( <i>Prpe</i> ). .....	140
3.4. Densitats .....	141
3.5. Ratio de sexes .....	142
3.6. Estructura d'edats .....	145
3.7. Supervivència .....	146
3.8. Reproducció .....	149
3.8.1. Nombre de cries per llogada. ....	149
3.8.2. Capacitat reproductora anyal .....	150
3.9. Immigració .....	151
3.10. Mortalitat-emigració d'immigrants .....	153
<b>4. DISCUSSIÓ</b> .....	<b>155</b>
4.1. Densitats i fluctuacions numèriques .....	155
4.2. Ratio de sexes .....	156
4.3. Supervivència .....	157



4.4. Reproducció .....	158
4.5. Estructura d'edats .....	159
4.6. Dispersió .....	160
<b>5. SUMARI .....</b>	<b>163</b>

## **CAPÍTOL 4. ÚS, SELECCIÓ I UBICACIÓ DELS NIUS**

<b>1. INTRODUCCIÓ .....</b>	<b>165</b>
<b>2. MATERIAL I MÈTODES .....</b>	<b>166</b>
<b>3. RESULTATS .....</b>	<b>176</b>
<b>(I) ESTUDI DELS TIPUS DE NIUS, L'ÚS I LA PREFERÈNCIA D'ESPÈCIES D'ARBRES PER UBICAR-LOS .....</b>	<b>176</b>
3.1. Tipus de nius .....	176
3.2. Nombre de nius, freqüència d'utilització i distribució espacial (hivern) .....	177
3.3. Temps màxim d'ús .....	179
3.4. Variació del nombre de nius utilitzats .....	179
3.4.1. Entre estacions .....	179
3.4.2. Entre anys .....	181
3.4.3. Ocasionada per la reproducció (♀♀) .....	182
3.5. Trasllet de la llograda .....	185
3.5.1. Ubicació espacial i temporal dels nius de part i de trasllat, respecte de l'ús de l'espai .....	187
3.5.2. Freqüència dels trasllats de cries, moment en què es produeixen, cobertura arbòria de les espècies d'arbres on situen els nius de part i els de trasllat i distàncies que els separen .....	187
3.5.3. Distàncies entre els nius de part en una mateixa estació reproductora ..	188
3.5.4. Presència d'ectoparàsits .....	189

3.6. Nius compartits simultàniament .....	189
3.7. Descans fora dels nius .....	189
3.8. Preferència d'espècies d'arbres per ubicar el niu .....	189
<b>(II) ESTUDI DE LES VARIABLES DE L'ARBRE EN QUÈ UBIQUEN ELS DIFERENTS TIPUS DE NIUS I DE LA SITUACIÓ D'AQUESTS RESPECTE DE L'ARBRE ON ESTAN SITUATS .....</b>	<b>192</b>
3.9. Nius utilitzats per dormir de nit o per descansar de .....	192
3.9.1. Variacions entre sexes i entre .....	192
3.9.2. Variacions individuals .....	195
3.10. Nius de part .....	201
3.10.1. Descripció .....	201
3.10.2. Variacions individuals .....	203
3.11. Orientació dels nius de dormir de nit i de descans diürn, respecte del tronc de l'arbre on estan situats .....	205
3.11.1. Descripció .....	205
3.11.2. Variacions individuals .....	207
3.12. Orientació del forat d'entrada dels nius de part i de la ubicació d'aquests nius respecte del tronc .....	209
3.12.1. Orientació en la ubicació del forat d'entrada .....	209
3.12.2. Orientació del niu respecte el tronc de l'arbre. ....	210
<b>4. DISCUSSIÓ .....</b>	<b>210</b>
4.1. Tipus de nius .....	210

4.2. Ús dels nius .....	210
4.3. Variacions en el nombre de nius entre sexes, entre estacions, entre anys i per causa de la reproducció .....	212
4.3.1. Trasllet de llogades .....	213
4.4. Nius compartits simultàniament .....	215
4.5. Descans fora dels nius .....	216
4.6. Espècies d'arbres preferides per ubicar els nius .....	216
4.7. Ubicació i orientació dels nius .....	216
<b>5. SUMARI .....</b>	<b>220</b>

## **CAPÍTOL 5. CICLE D'ACTIVITAT I COMPORTAMENT ALIMENTARI EN UN HÀBITAT D'ALTA ABUNDÀNCIA D'ALIMENT I PREDICTIBILITAT ALIMENTÀRIA CONTÍNUA**

<b>1. INTRODUCCIÓ .....</b>	<b>223</b>
<b>2. MATERIAL I MÈTODES .....</b>	<b>224</b>
<b>3. RESULTATS .....</b>	<b>231</b>
3.1. Ritme d'activitat .....	231
3.1.1. Activitat diürna .....	231
3.1.2. Activitat nocturna .....	238
3.2. Distribució d'activitats i ús de l'hàbitat .....	240
3.3. Comportament alimentari i preferències d'aliment .....	247
3.4. Ús del substrat i alçada i grandària de l'arbre quan es realitza el comportament alimentari .....	250
3.5. Índex d'energia ingerida per dia .....	253

<b>4. DISCUSSIÓ</b> .....	253
4.1. Patró diari i estacional d'activitat .....	253
4.1.1. Activitat nocturna .....	258
4.2. Distribució de les activitats i ús de l'hàbitat .....	259
4.3. Alimentació. Preferències, diversitat, inversió de temps, substrats, comportament d'amagar llavors i selecció de pins .....	261
4.3.1. Preferències .....	261
4.3.2. Ítems d'aliment .....	261
4.3.3. Temps invertit .....	263
4.3.4. Substrat d'alimentació aeri o terrestre .....	264
4.3.5. Substrats d'alimentació als arbres. ....	264
4.3.6. Comportament d'amagar llavors .....	265
4.3.7. Selecció de pins i pinyes .....	265
4.4. Índex d'energia ingerida .....	266
<b>5. SUMARI</b> .....	267

## **CAPÍTOL 6. EFECTE DE L'ABUNDÀNCIA D'ALIMENT EN EL COMPORTAMENT ESPACIAL**

<b>1. INTRODUCCIÓ</b> .....	269
<b>2. MATERIAL I MÈTODES</b> .....	271
<b>3. RESULTATS</b> .....	278
3.1. Mida de l'àrea d'activitat .....	278
3.1.1. Mascles. ....	278
3.1.1.1. Variació en funció de les bones anyades de llavors .....	280
3.1.2. Femelles .....	283
3.1.2.1. Variació en funció de les bones anyades de llavors .....	286
3.1.2.2. Variació durant la reproducció (períodes I, II i III) .....	286
3.1.2.3. Comparació entre sexes en els períodes II i III .....	288
3.1.3. Variació entre hàbitats i entre sexes durant l'estació d'inactivitat sexual ..	290
3.1.4. Variació durant la dispersió .....	292
3.1.5. Variació entre anys .....	294

3.2. Ús de l'àrea d'activitat .....	296
3.2.1. Mascles .....	296
3.2.1.1. Variació en funció de les bones anyades de llavors .....	297
3.2.2. Femelles .....	298
3.2.2.1. Variació en funció de les bones anyades de llavors .....	299
3.2.2.2. Variació durant la reproducció (períodes I, II i III) .....	300
3.2.2.3. Comparació entre sexes en els períodes II i III .....	300
3.2.3. Variació entre hàbitats i entre sexes durant l'estació d'inactivitat sexual ..	301
3.2.4. Variació durant la dispersió .....	301
3.2.5. Variació entre anys i fidelitat a una àrea .....	302
3.3. Competició intraespecífica espacial durant la reproducció (♀♀) .....	304
<b>4. DISCUSSIÓ .....</b>	<b>306</b>
4.1. Àrees d'activitat variables estacionalment <i>versus</i> àrees d'activitat estables .....	306
4.2. Estabilitat estacional .....	308
4.3. Variacions sexuals .....	310
4.3.1. Estació d'inactivitat sexual .....	310
4.3.2. Durant el cicle anual .....	310
4.4. Variacions entre hàbitats .....	311
4.5. Variacions entre anys i fidelitat a una àrea .....	314
4.6. Variacions causades per la dispersió juvenil .....	315
<b>5. SUMARI .....</b>	<b>316</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>320</b>
<b>AGRAÏMENTS .....</b>	<b>339</b>



# **PART PRIMERA**





## 1. DISTRIBUCIÓ MUNDIAL DELS ESQUIROLS ARBORÍCOLES

Els esquirols arborícoles, juntament amb els terrestres i els voladors, són mamífers rosegadors de la família *Sciuridae* (Gray, 1812), que comprèn 49 gèneres amb 267 espècies (Macdonald, 1984). Hi ha 143 espècies d'esquirols arborícoles repartides pertot el món (Fig. 1), exceptuant les regions polars, Madagascar, una franja al nord d'Àfrica, Australàsia i algunes àrees meridionals de l'Amèrica del Sud (Gurnell, 1987).

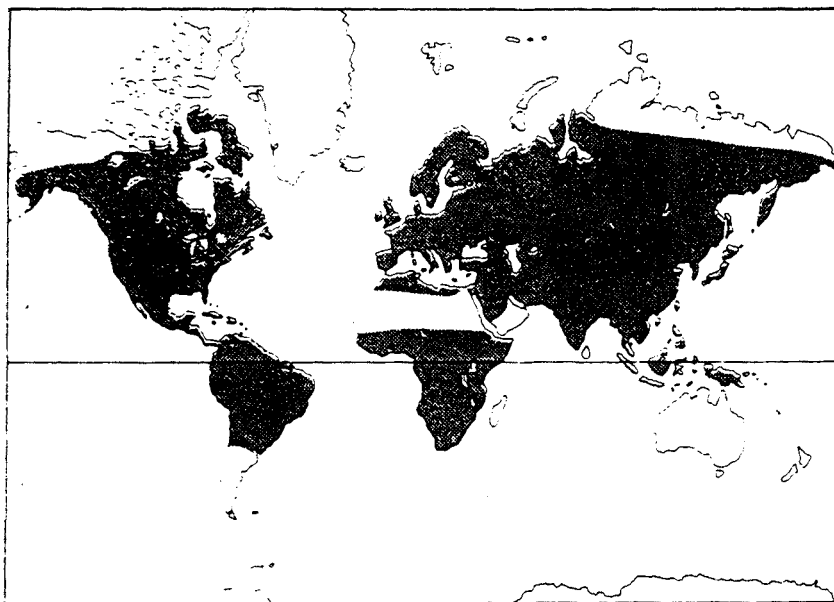


Fig. 1. Àrea de distribució mundial de la família *Sciuridae* (267 espècies), que coincideix amb la dels esquirols arborícoles (143 espècies), exceptuant una franja al nord d'Àfrica (extret de Mcdonald, 1984).

En els boscos freds i temperats de l'hemisferi nord (regió holàrtica) hi viuen dos gèneres i deu espècies d'esquirols arborícoles nadius, als quals s'ha d'afegir un gènere i quatre espècies exòtiques introduïdes.

A la regió neàrtica hi resideixen dos gèneres (*Tamiasciurus* i *Sciurus*) i set espècies nadius (*T. hudsonicus*, *T. douglasii*, *S. carolinensis*, *S. griseus*, *S. niger*, *S. aberti* i *S. arizonensis*), a més de tres espècies exòtiques (procedents de l'Amèrica Central) introduïdes a Florida (EUA) (*S. alleni*, *S. oculatus* i *S. aureogaster*) (Gurnell, 1987).

A la regió paleàrtica hi resideix un gènere (*Sciurus*) i tres espècies nadiues (*S. anomalus*, *S. lis* i *S. vulgaris*; Fig. 2), a més d'un gènere (*Callosciurus*) i dues espècies introduïdes (*C. erythraeus* i *S. carolinensis*) (Gurnell, 1987; Tamura et al., 1989).

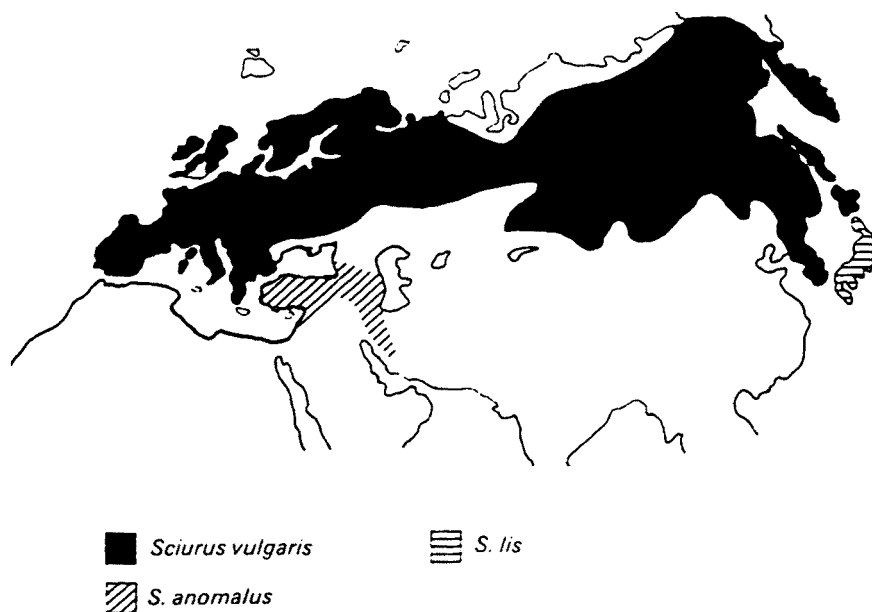


Fig. 2. Àrea de distribució de les tres espècies d'esquirols arborícoles nadius del paleàrtic (*S. vulgaris*: esquirol comú o vermell; *S. anomalus*: esquirol persa; *S. lis*: esquirol japonès) (extret de Gurnell, 1987).

De les dues espècies forànies una és l'esquirol de Formosa, *C. erythraeus*, originari de l'oest del riu Erawadi (Índia), Birmània i el sud-est de la Xina (Honacki et al., 1982) que va ser introduït al Japó el 1933 (illa Izu-oshima, a l'arxipèlag d'Izu-shoto) (Tamura et al., 1988) procedent de Formosa. Posteriorment (1951) se'n van introduir alguns descendents a l'illa d'Eno-shima (Tamura et al., 1988) des d'on es van expandir a través d'un pont cap a boscos de la ciutat de Kamakura (l'illa de Hondo) abans de 1969 (Tamura et al., 1989). L'altra espècie forània és l'esquirol gris, *S. carolinensis*, originari de l'Amèrica del Nord, que va ser introduït per primera vegada a Anglaterra i Gal·les (33 alliberaments a finals segle XIX), a Escòcia (1892) i a Irlanda (1911) (Gurnell, 1987; Holm, 1987; Lurz et al., 1995) i també a Itàlia a la ciutat de Torí (1948) (Currado, 1993). S'ha expandit i actualment es distribueix per Anglaterra, Gal·les, Escòcia central i Irlanda (Gurnell, 1987; Lurz et al., 1995), i en una àrea de 250 km<sup>2</sup> al sud-est de Torí (Currado, 1993).

Les espècies nadiues són (Fig. 2) l'esquirol persa, *S. anomalus*, que es distribueix a l'illa grega de Lesbos, al Caucas, a Anatòlia i des del sud de les muntanyes de Zagros a l'Iran, fins al golf de Pèrsia, l'esquirol japonès, *S. lis*, que es distribueix a les illes japoneses al sud de l'illa de Hokkaido (Honshu, Shikoku i Kyushu)(Corbet, 1978; Gurnell, 1987), i l'esquirol comú o vermell, *S. vulgaris*, objecte d'aquest estudi.

## **2. DESCRIPCIÓ I DISTRIBUCIÓ DE *Sciurus vulgaris***

L'adult té un mida corporal (cap i cos) mitjana de 22 cm (*ssp. alpinus*), amb el cap i el coll ben diferenciats del cos. El color del dors varia entre el gris i el marró, i la part ventral del cos té coloració blanca. Té unes orelles amb pinzells de pèls molt notoris a l'hivern i una llarga cua coberta de pèls llargs (Cabrera, 1905, 1914; Niethamer & Krapp, 1978; Gurnell, 1987).

Està distribuït (Fig. 2) al llarg del paleàrtic (Corbet, 1966, 1978), des de la zona mediterrània occidental fins el nord-est de la Xina, incloent l'illa de Sakhalin (Rússia) i l'illa de Hokkaido (Japó) (Corbet, 1978; Gurnell, 1987). Probablement és d'entre tots els esquirols el que té una àrea de distribució més àmplia (Gurnell, 1987). Resideix en hàbitats forestals i és l'única espècie d'esquirol present a la península Ibèrica (Cabrera, 1905, 1914; Valverde, 1967).

Se n'han descrit 40 subespècies a Euràsia (Gurnell, 1987), de les quals dinou (Fig. 3) resideixen a Europa (Niethamer & Krapp, 1978).

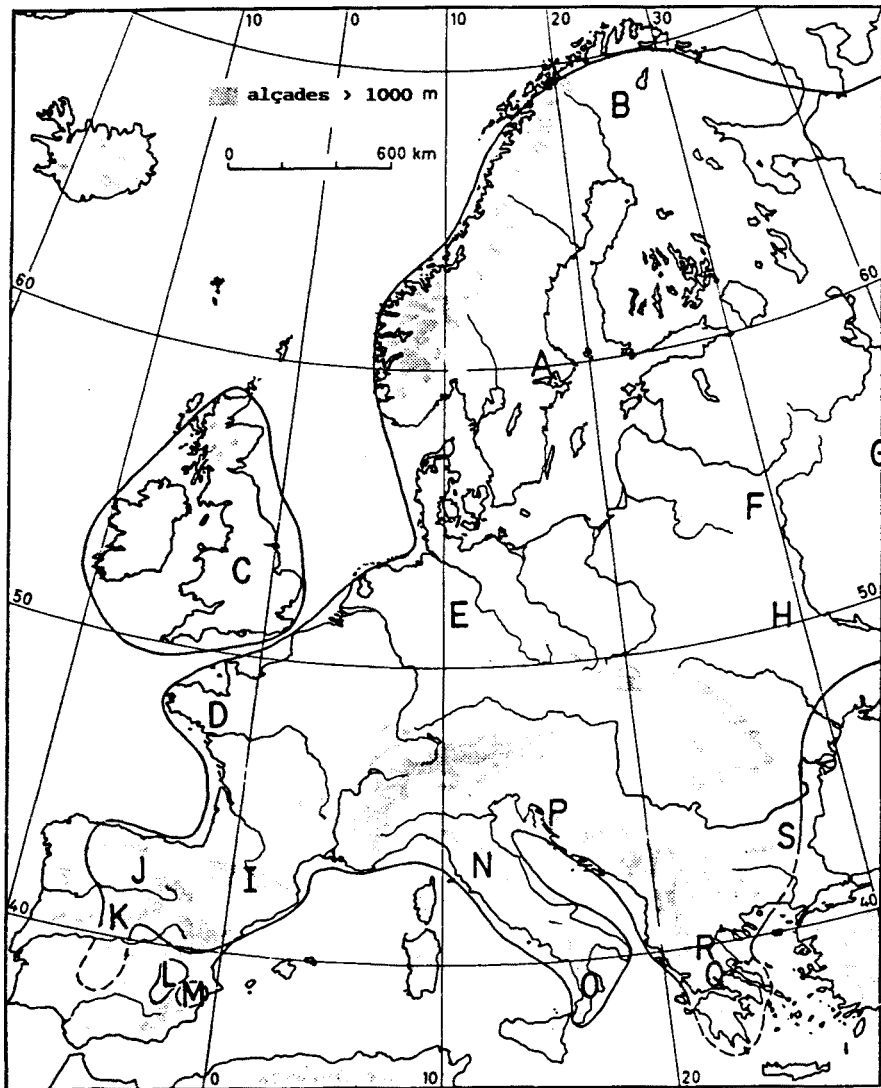


Fig. 3. Àrea de distribució de les dinou subespècies de *Sciurus vulgaris* que resideixen a Europa. A = *S. v. vulgaris* (Linnaeus, 1758); B = *S. v. varius* (Gmelin, 1789); C = *S. v. leucourus* (Kerr, 1792); D = *S. v. russus* (Miller, 1907); E = *S. v. fuscoater* (Altum, 1876) F = *S. v. fedjushini* (Ognev, 1935); G = *S. v. ognevi* (Migulin, 1928); H = *S. v. kessleri* (Migulin, 1928); I = *S. v. alpinus* (Desmarest, 1822); J = *S. v. numantius* (Miller, 1907); K = *S. v. infuscatus* (Cabrera, 1905); L = *S. v. segurae* (Miller, 1909); M = *S. v. hoffmanni* (Valverde, 1967); N = *S. v. italicus* (Bonaparte, 1938); O = *S. v. meridionalis* (Lucifero, 1907); P = *S. v. croaticus* (Wettstein, 1927); Q = *S. v. lilaeus* (Miller, 1907); R = *S. v. ameliae* (Cabrera, 1924); S = *S. v. balcanicus* (Heinrich, 1936) (extret de Niethamer & Krapp, 1978).

D'entre aquestes, cinc resideixen (Fig. 4) a la península Ibèrica (Cabrera, 1905, 1914; Valverde, 1967; Niethamer & Krapp, 1978) i poden diferenciar-se (de vegades amb dificultats) especialment per l'àrea de distribució (Fig. 4; Taula 1; Cabrera, 1914; Valverde, 1967), les variables biomètriques (Taula 1; Cabrera, 1914; Valverde, 1967; Vericad, 1970; dades present estudi) i els patrons de coloració (Fig. 5, Taula 1; Valverde, 1967):

- *S. v. alpinus* (Desmarest, 1822). *Terra typica*: Pirineus. Ha estat objecte d'aquest treball i és la ssp. de mida més petita,
- *S. v. infuscatus* (Cabrera, 1905). *Terra typica*: Las Navas del Marqués (Àvila),
- *S. v. numantius* (Miller, 1907). *Terra typica*: Quintanar de la Sierra (Burgos),
- *S. v. segurae* (Miller, 1909). *Terra typica*: Molinicos (Albacete), i
- *S. v. hoffmanni* (Valverde, 1967). *Terra typica*: Alhama de Múrcia (Múrcia).

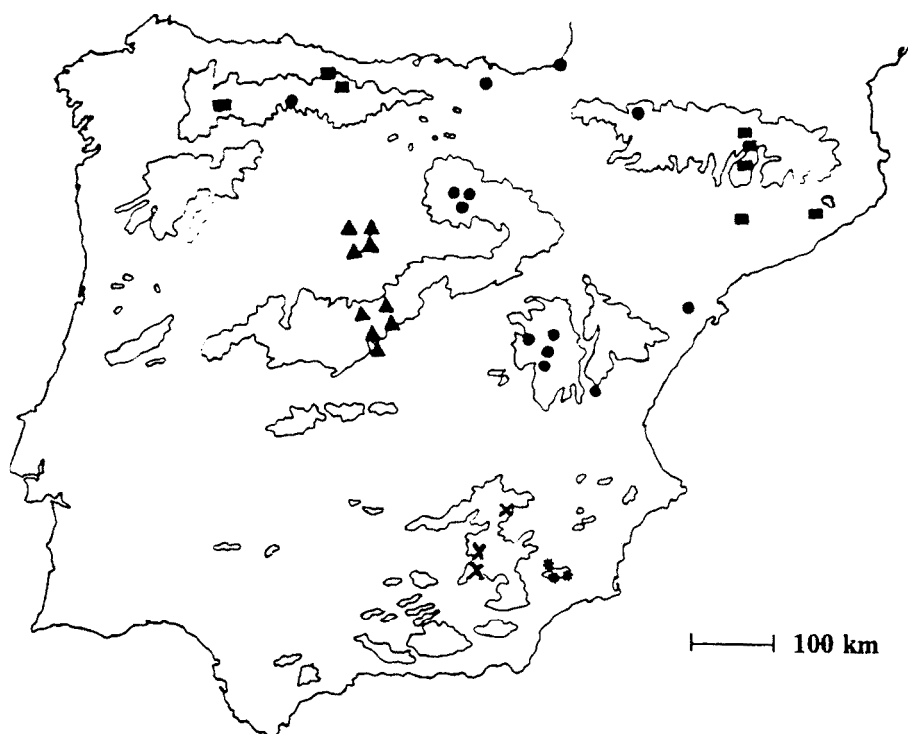


Fig. 4. Àrea de distribució de les cinc subespècies de *Sciurus vulgaris* (■ = *alpinus*; ▲ = *infuscatus*; ● = *numantius*; \* = *segurae*; \* = *hoffmanni*) que resideixen a la península Ibèrica (amb detall de les alçades > 1000 m s.n.m.) (extret de Valverde, 1967). S'indica *terra typica* al text.

**Taula 1.** Caracterització de les cinc subespècies d'esquirols arborícoles (*S. vulgaris*) de la península Ibèrica. (LCB = Longitud condilobasal cranial;  $\bar{x}$  = mitjana). La mida mostral s'indica entre parèntesis.

ssp.	Lat. °N	Distribució (a)	Hàbita <sup>(b)</sup>	Pes (g)			Biomètria (mm)			Núm. morfotípus	Pelatge	Referències	
				$\bar{x}$ cos	$\bar{x}$ (òd) cos	$\bar{x}$ peu	$\bar{x}$ LCB	$\bar{x}$ LCB	$\bar{x}$ LCB				
<i>alpinus</i> (Desmarest, 1822)	41	Est Pirineus-oest serralada Cantàbrica	F. <i>Pinaceae</i> o F. <i>Fagaceae</i> o mixt	279* (74)	216* (137)	57.7* (137)	47.8 (4)	47.8 (4)	2, clar i fosc	és el que el té més reduït i no arriba la regió de les potes posteriors	patró coloració (blanc) ventral (c)	banda lateral vermell-taronja amb tonalitat diferent del dors	1, 2, 3 i 4
<i>infuscatus</i> (Cabrera, 1905)	41	Planura prov. Vall d'Aldid, serralada Central, i nord serral. Bètiques-S. Morena	F. <i>Pinaceae</i>	415 (2)	248 (4)	63 (4)	53.7 (6)	53.7 (6)	1, clar	a regió intermèdia potes posteriors però no arriba a peus	patró coloració (blanc) ventral (c)	cua vermell-taronja amb pèls blancs en alguns exemplars	1 i 2
<i>numantius</i> (Miller, 1907)	40	Serralada Cantàbrica, nord serral. Central, serral. de Conca i ports Beseit	F. <i>Pinaceae</i>	--	250 (1)	60 (1)	49.5 (2)	49.5 (2)	2, clar i fosc	arriba a la part central de la regió potes posteriors	patró coloració (blanc) ventral (c)	absència blanc en línia mitjana de cua o bé té color més pàl·lid que dors	1 i 2
<i>segurae</i> (Miller, 1909)	38	Serres de Segura (Albacete) i Cazoria (Jaen)	F. <i>Pinaceae</i>	--	242 (4)	62 (6)	51 (3)	51 (3)	1, clar	arriba a extrems interiors peus posteriors	patró coloració (blanc) ventral (c)	cua vermellosa. Galtes grises amb poc contrast respecte blanc gola	1 i 2
<i>hoffmanni</i> (Valverde, 1967)	38	Serra de España (Múrcia)	F. <i>Pinaceae</i>	431 (3)	243 (7)	63 (7)	55 (6)	55 (6)	1, clar	blanc ventral més extens, arriba a peus posteriors. Pèls blancs per tot el cos. Taques blanques al front en mascles	patró coloració (blanc) ventral (c)	cua vermellosa amb borrisol gris pàl·lid gairebé blanc. Cua amb línia inferior blanca	2

(a) Veure Fig. 4; (b) Famílies d'arbres dominants; (c) Veure Fig. 5; (\*) Inclou n = 34<sup>(1)</sup> i n = 40<sup>(4)</sup> amb valors autumnales; (#) Inclou n = 79<sup>(2)</sup> i n = 58<sup>(4)</sup>. Referències: (1) Cabrera, 1914, (2) Valverde, 1967, (3) Vericad, 1970 i (4) present estudi.

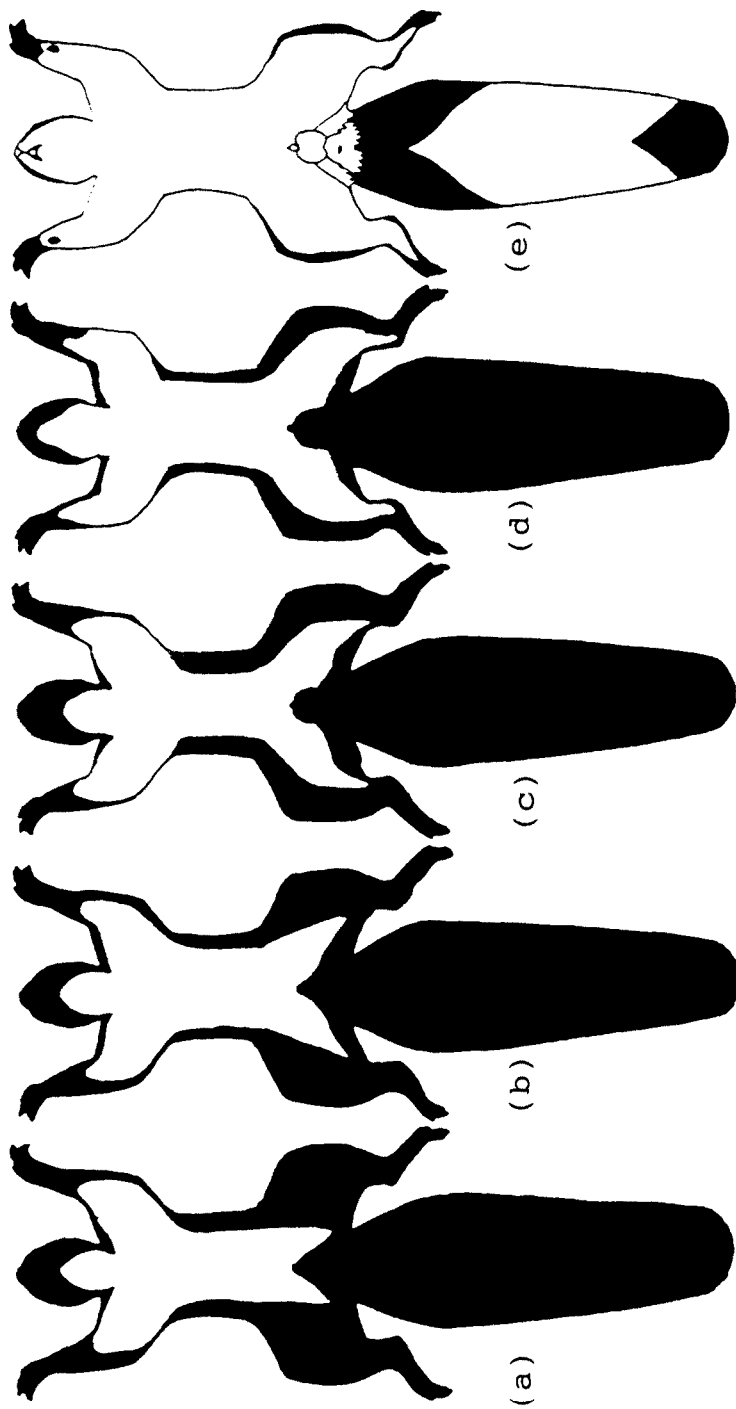


Fig. 5. Patró de coloració ventral de les cinc subespècies de *Sciurus vulgaris* de la península Ibèrica (a = *alpinus*; b = *numantius*; c = *infuscatus*; d = *segurae*; e = *hoffmanni*) (extret de Valverde, 1967).

### 3. INTRODUCCIÓ GENERAL

La història natural de *Sciurus vulgaris* a l'àrea de distribució d'Europa occidental és coneguda (Ognev, 1940; Eibi-Eibesfeldt, 1956, 1963; Delost, 1965, 1966; Tittensor, 1970, 1977; Degn, 1973, 1974; Pulliainen, 1973, 1982, 1984; Zwahlen, 1975; Laidler, 1980; Grönwall, 1982; Tonkin, 1983, 1984; Moller, 1983, 1986; Gurnell, 1983, 1987; Kenward & Tonkin, 1986; Sulkava & Nyholm, 1987; Holm, 1987, 1989; Wauters et al., 20 publicacions 1987-1996; Verboom & Van Apeldoorn, 1990; Brandl et al., 1991; Gurnell & Pepper, 1991; Andrén & Lemnell, 1992; Andrén & Delin, 1994; Van Apeldoorn et al., 1994; Haberl, 1995; Pulliainen & Jussila, 1995; Wiegand Von, 1995; Lurz et al., 1995, 1997; Pulliainen & Ollinmäki, 1996; Ranta et al., 1997) en la zona nòrdicacentral (70° N-50° N), però és gairebé desconeguda en el terç meridional (50° N-37° N) tot i que té una importància notable en els ecosistemes forestals.

Les publicacions o notes científiques sobre l'esquirol a la península Ibèrica fins a l'actualitat són escases i tracten sobre:

a) Caracterització i sistemàtica de les subespècies de la península Ibèrica basades en els caràcters morfològics externs (a partir d'un nombre reduït d'exemplars) i la seva distribució a l'àrea citada (Cabrera, 1905, 1914; Aguilar-Amat, 1923; Balcells & Palaus, 1955, 1957; Gil Corell & Martí, 1967; Valverde, 1967; Vericad, 1970; Niethamer & Krapp, 1978).

b) Aspectes de la seva història natural. Vericad (1970) va aportar referències sobre la residència ecològica als Pirineus i el nombre de cries per part. Purroy & Rey (1974) van fer un estudi més detallat a Navarra: a partir de censos visuals directes van fer estimacions de densitats.

c) Alimentació. Descrita per Vericad (1970) i estudiada en detall a partir dels continguts estomacals per Purroy & Rey (1974).

d) Introduccions de l'espècie a Portugal (Valverde, 1967) amb exemplars procedents d'Europa central i del Regne Unit. Es van fer tres temptatives que finalment van acabar fracassant: Parque de Pena (Serra de Sintra, meitat segle XIX), Fonteireira (Belas, a la regió d'Extremadura, 1872-1900), i Fornos de Algodres (a l'est de Viseu, 1938-1940).



Tenint present aquest nivell de coneixements, tenia interès iniciar el present estudi per conèixer:

I) La història natural de l'espècie en el límit meridional de la seva àrea de distribució d'Europa occidental (hàbitat mediterrani) en els aspectes següents: variacions estacionals del pes corporal i del cicle reproductor, dinàmica poblacional (densitat, ratio de sexes i estructura d'edats), comportament espacial, ús, selecció i ubicació dels nius i activitat mensual i anyal, en relació a l'abundància d'aliment, l'índex de depredació i el grau d'aïllament de l'hàbitat.

II) Comparar les variables citades en relació a les que presenten les poblacions d'Europa central que resideixen en hàbitats amb menor predictibilitat d'aliment (d'alt poder energètic) en el temps i amb variables meteorològiques més extremes.

Es va escollir un hàbitat amb abundància d'aliment que permetia fer un disseny d'estudi natural que serviria per confirmar les estratègies adaptatives dels rosegadors descrites en experiments puntuals en relació a la disponibilitat d'aliment.

### **3.1. Organització de la tesi**

S'ha estructurat en dues parts (inclouen 62 figures i 82 taules):

I) Part primera. Consta d'una introducció general i material i mètodes generals.

II) Part segona. Consta de set capítols (0-6) i cadascun d'ells té introducció, material i mètodes, resultats, discussió (el Cap. 0 també té conclusions) i sumari. Les taules i figures que acompanyen cada capítol tenen numeració pròpia.

## **4. DESCRIPCIÓ GENERAL DE LES ÀREES D'ESTUDI**

L'estudi s'ha realitzat en dues àrees no explotades forestalment: dos hàbitats mediterranis litorals madurs, situats a la serra de Collserola (prov. Barcelona, nord-est d'Espanya) que forma part del sistema Litoral amb una alçada màxima de 512 m (s.n.m.) (distant 7 km de la costa sense tenir en compte l'orografia del terreny) i que està delimitada pel tram final dels cursos dels rius Llobregat al sud i Besòs al nord (Fig. 6).

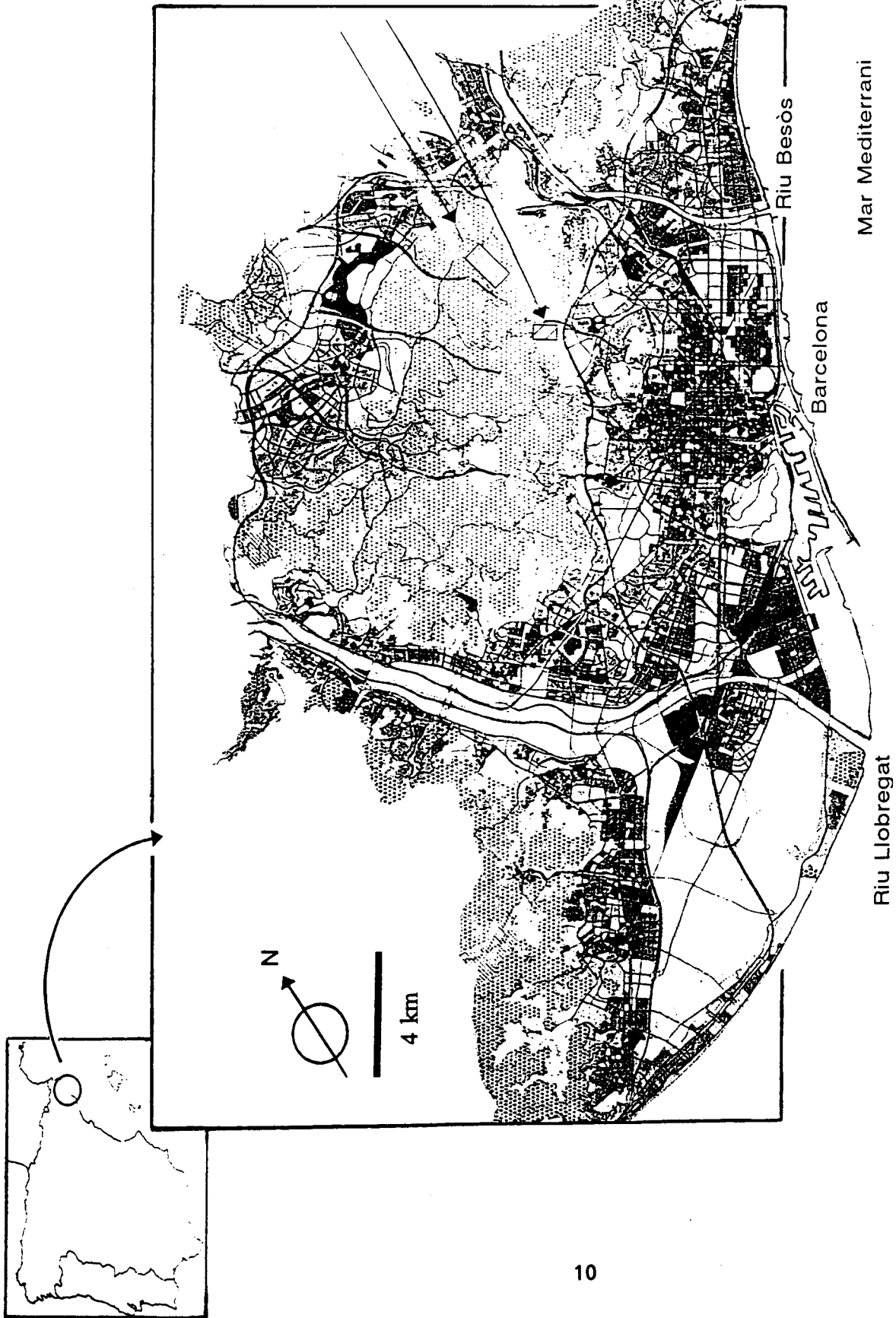


Fig. 6. Situació de l'àrea metropolitana de Barcelona a la península Ibèrica i ubicació de les àrees d'estudi en la serra de Collserola (la trama de punts sobre fons clar indica les àrees forestals) (extret de Sodupe, 1989-90).

La Serra té una orientació nord-est -sud-oest i té una vessant clarament orientada al migdia que voreja la costa mediterrània i limita amb la ciutat de Barcelona (Barcelonès) i una altra orientada al nord que limita amb la comarca del Vallès, on l'efecte esmorteïdor del mar es deixa sentir menys (Fig. 7). Està formada per 7500 ha (Sodupe, 1989-90) en les quals predominen les pinedes de pi blanc, *Pinus halepensis*, amb enclavaments puntuals d'alzinars, *Quercus ilex*, roures, *Q. x cerrioides*, i alzines sureres, *Q. suber* (Garcia, 1989-90). La vessant de solana presenta un conjunt de plantes i comunitats més xeròfil·les que no pas a l'obaga on s'hi refugien algunes plantes i comunitats de caràcter eurosiberià (Garcia, 1989-90). El substrat litològic de la major part de la Serra correspon a esquistos silúrics de naturalesa àcida, tot i que també hi ha alguns claps de materials carbonatats (Garcia, 1989-90).

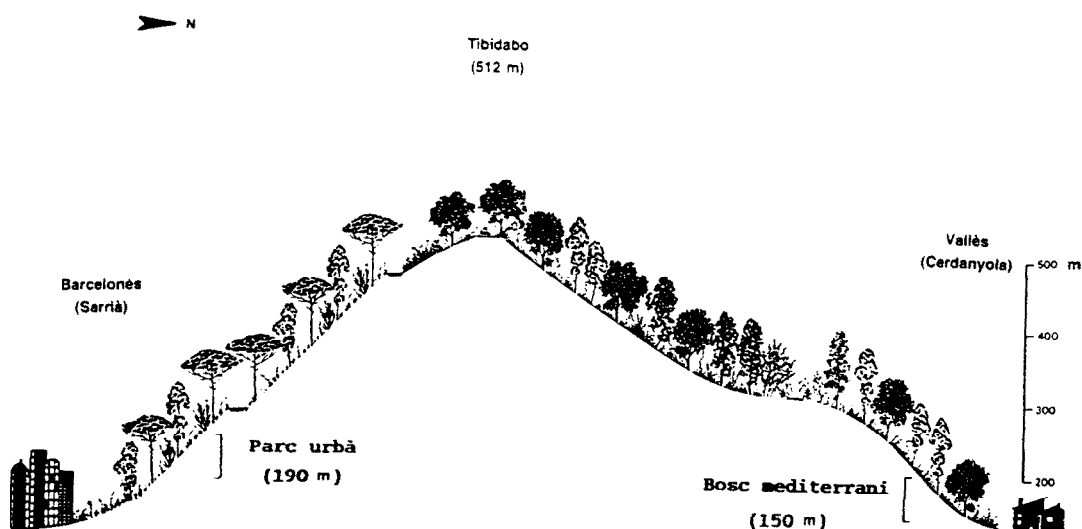


Fig. 7. Esquema simplificat de la ubicació i orientació de les àrees d'estudi (s'indica l'alçada en m s.n.m.) amb referència a la serra de Collserola (amb esquema simplificat de vegetació) (extret de Garcia, 1989-90).

La distància mínima que separa els dos hàbitats ( Fig. 6), seguint l'orografia del terreny, és de 3.21 km (2.84 km lineals), i el desnivell mínim mitjà a superar en aquesta direcció és de 110 m des del parc urbà i de 150 m des de l'hàbitat de bosc mediterrani. No hi ha connexió forestal contínua si es té en compte la distància més curta entre ambdues àrees, ja que a causa dels incendis aproximadament 0.96 km seguint l'orografia del terreny a partir del parc urbà (0.85 km lineals), estan pràcticament desforestats i únicament estan constituïts per alguns pins pinyers, *P. pinea*, molt dispersos i matolls. Vorejant la zona desforestada citada anteriorment, hi ha connexió entre ambdues àrees tot i que aproximadament 1/3 part de la distància està poc arbrada, amb roures i alzines immadurs dispersos i abundant sotabosc: s'ha de recórrer una distància mínima de 3.97 km, tenint en compte l'orografia del terreny (3.62 km lineals), dels quals 1.45 km estan constituïts per arbres dispersos i abundant sotabosc (1.32 km lineals) i 2.52 km tenen alta densitat d'arbres (2.30 km lineals). Mai, però, han estat capturats en cap de les àrees d'estudi esquirols nascuts o residents en l'altra àrea estudiada.

#### **4.1. Hàbitat de parc urbà**

Té una superfície de 10.89 ha incloent-hi l'àrea d'influència de les trapes disposades per capturar els esquirols. Està situat (Fig. 7) al sector sud-est de la serra de Collserola (41° 25' N, 2° 10' E).

És una comunitat madura que pertany al domini de l'alzinar litoral típic, *Quercetum ilicis* (Folch et al., 1984), encara que degradada. Està a una mitjana de 190 m (s.n.m.) amb un desnivell màxim de 53 m (rang: 160-213 m) i amb orientació dels cursos dels torrents del nord-oest al sud-est.

És una àrea oberta al públic, constituïda per un jardí històric creat el 1791 (Marjanedas, 1987) i per una zona enjardinada. La cara nord-est de l'àrea d'estudi acaba en un mur de pedra i un carrer asfaltat que la separa d'una zona amb cases disperses amb jardins que mai ha estat travessada per esquirols residents i la cara est s'acaba en una zona amb gespa i arbres dispersos menys idònia pels esquirols, que queda tallada per una autovia que mai ha estat creuada per animals residents (amb collar amb radioemissor). La cara sud-est conté taques de bosc d'arbres madurs dispersos amb zones enjardinades, enmig d'àrees sense interès alimentari pels esquirols (camps de futbol, edificis de baixa alçada), i finalment queda obstruïda per una zona totalment edificada. Mai ha estat creuada pels esquirols residents (amb collar amb radioemissor). En una franja de 100 m al llarg de la cara nord-oest hi ha connexió forestal amb la serra de Collserola que constitueix un hàbitat idoni per als esquirols.

Hi ha abundants fonts artificials que subministren aigua permanentment. És una àrea molt transitada per les persones.

#### **4.2. Hàbitat de bosc mediterrani**

Té una superfície de 37.77 ha incloent-hi l'àrea d'influència de les trampes. Està situat (Fig. 7) al sector nord-est de la serra de Collserola (41° 28' N, 02° 09' E).

És una comunitat madura que pertany al domini de l'alzinar amb roures, *Quercetum ilicis cerroidetosum* (Folch et al., 1984). Està poc degradat i té sotabosc molt desenvolupat. Està a una mitjana de 150 m (s.n.m.) amb un desnivell màxim de 93 m (rang: 85-178 m) i amb orientació dels cursos dels torrents del sud al nord.

Aquesta àrea conté vegetació característica pròpia de la regió. Està envoltada pel bosc, que constitueix un hàbitat adequat per als esquiroles per totes bandes, i aquests poden desplaçar-se en qualsevol direcció a partir de l'àrea estudiada ja que la massa forestal té continuïtat i constitueix un hàbitat molt idoni.

Hi ha dos rierols que recullen l'aigua després de les pluges i dues fonts que subministren aigua permanentment. És una àrea de propietat privada poc transitada per les persones.

#### **4.3. Clima**

El clima de la serra de Collserola és mediterrani (Folch et al., 1984) i es caracteritza pels estius eixuts i calorosos, hiverns temperats i secs i una pluviometria molt irregular acumulada a la primavera i la tardor (Jordà, 1989-90). Les variables meteorològiques, però, poden variar en àrees relativament properes, produint-se un veritable mosaic de microclimes diversos. Les glaçades són ocasionals i no es produeix un veritable període hivernal ( $\bar{x}$  gener-març = 9.52 °C). Durant la primavera les temperatures incrementen fins assolir valors màxims a l'estiu ( $\bar{x}$  juliol-setembre = 22.79 °C) i descendeixen gradualment al començament de tardor. La temperatura mitjana anual se situa a l'entorn dels 15.13 °C. Es produeix un ritme irregular de pluges, poc abundants, concentrades a la primavera i a la tardor, deixant més eixuts hivern i estiu.

Hi ha lateralitat climàtica entre el sector est i el sector oest de la Serra. A la banda del pla de Barcelona (sector est), on està ubicat el parc urbà (Fig. 7), hi ha un clima mediterrani marítim. Les temperatures són suaus, amb una mitjana de 15.65 °C i la pràctica

absència de glaçades, si bé l'estiu pot resultar similar al de climes subàrids. La pluviometria anual assoleix un valor mitjà de 675.66 l/m<sup>2</sup> amb una màxima important a la tardor i una de secundària primaveral.

En la vessant obaga (sector oest), on està ubicada l'àrea de bosc mediterrani (Fig. 7), l'efecte esmorteïdor del mar i l'escalfament produït per l'aglomeració urbana i per l'efecte hivernacle dels seus contaminants gasosos es deixa sentir menys. Les condicions d'inversió tèrmica, propiciades per l'estancament de masses d'aire fred al Vallès, produeixen notables diferències relatives de temperatura, que alguns matins hivernals poden variar en alguns graus, assolint valors inferiors en l'àrea obaga. L'obaga té un clima de muntanya baixa marítima ( $\bar{x}$  temperatura = 11.69 °C, pluviometria = 677.64 l/m<sup>2</sup>).

Els valors de les variables meteorològiques es varen obtenir de dos observatoris diferents. La referència per al parc urbà es va prendre de l'estació meteorològica del Instituto Nacional de Meteorología (INM; c/ Roure, Barcelona) situat a 177 m (s.n.m.), distant 4.25 km en línia recta del parc urbà i amb la mateixa orientació (est). La referència per al bosc mediterrani es va prendre de l'Observatori Fabra (orientació est) situat a 410 m (s.n.m.), distant 5 km en línia recta del bosc mediterrani (orientació oest). Quan la variable a utilitzar només estava disponible en un dels observatoris sempre es varen utilitzar els valors de l'Observatori Fabra.

## **5. MATERIAL I MÈTODES GENERALS**

### **5.1. Trampeig**

Cap de les poblacions d'esquirols utilitzades en ambdós hàbitats estava sotmesa a explotació humana de cap tipus, inclosa la caça. L'hàbitat del parc urbà (densitats d'esquirols altes) com que és poc extens ha ocasionat que el nombre d'esquirols que s'han capturat i estudiat sigui relativament reduït però representen un percentatge molt elevat de la població, segons s'ha comprovat amb les captures d'animals presents a l'àrea d'estudi.

Es considera que quan una població es trampeja periòdicament durant un nombre determinat de dies consecutius per sessió de captures (establert prèviament amb sessions de captures experimentals per fixar el nombre mínim de dies necessaris per capturar un percentatge elevat de la població a partir del dia o dies en què gairebé ja no es capturen nous animals no marcats) els resultats que s'obtenen del nombre d'animals diferents capturats constitueixen un indicador força acurat per establir el nombre mínim d'animals

(MNA) que viuen a l'àrea d'estudi (Grodzinski et al., 1966; Nixon et al., 1967; Gurnell, 1976; Cole & Batzli, 1979; Telleria, 1986; Wauters & Dhondt, 1990a) i, en conseqüència, la majoria d'investigadors que treballen amb aquesta espècie utilitzen aquesta metodologia, que addicionalment permet fer comparacions entre diferents localitats. La fiabilitat de les dades obtingudes ha de confirmar-se, però, contrastant-les amb l'èxit de captura de la població i l'èxit de captura dels animals residents a l'hàbitat al llarg del període d'estudi o bé amb l'èxit de captura d'animals amb collar amb radioemisor que tenen trapes situades en la seva àrea d'activitat. Per aquestes raons en el present treball es va utilitzar aquesta metodologia que permet fer comparacions entre ambdós hàbitats basant-se en les captures.

Des de l'estiu de 1991 a l'hivern de 1994 ambdues poblacions han estat trampejades simultàniament (període de proves hivern i primavera de 1991) utilitzant sempre el mateix nombre de parany, a l'hivern (febrer), primavera (abril), estiu (juliol) i tardor (novembre). Complementàriament també es va trampejar els hiverns (febrer) de 1995 i de 1996. De la mateixa manera es va trampejar en altres moments els dies immediatament posteriors als de la captura estacional, quan era necessari canviar els collars amb radioemisor d'animals que no havien estat capturats en la sessió de captures precedent. Els períodes de trampeig es van establir a partir de la disponibilitat d'aliment del medi (en base a la recollida setmanal de llavors en superfícies dissenyades per a aquesta funció). Les sessions de trampeig han durat tres dies consecutius en l'àrea del parc urbà i sis dies consecutius en l'àrea de bosc mediterrani.

### **5.1.1. Trapes: tipologia, registre i distribució en l'espai. Determinació de l'àrea d'influència**

S'han utilitzat caixes-trampa de fusta (55 x 17 x 18 cm) (Wauters & Dhondt, 1989a) per capturar vius els animals. Estaven situades permanentment en plataformes de fusta fixades al tronc dels arbres a una alçada de 5-6 m, i s'hi accedia amb una escala d'alumini de 4.35 m. Durant les sessions de trampeig el registre de les trapes era continu al llarg del dia per evitar l'efecte potencial de saturació i els animals eren extrets de les trapes tan aviat com se'n detectava la captura. Les trapes tenien com a esquer tres avellanes crues amb closca. Tres mesos abans de l'inici de les primeres captures es van situar als arbres les plataformes amb les trapes. Hi havia un període d'encebament a la trampa de dues vegades per setmana durant cinc setmanes abans de les captures.

La distància entre trapes es va establir inicialment a partir de la bibliografia (Wauters & Dhondt, 1989a) i posteriorment se'n va contrastar la idoneïtat de la distribució espacial a partir del:

a) radi mitjà ( $\sigma\sigma$  i  $\varphi\varphi$ ) de l'àrea d'activitat (assumint que era circular i mononuclear) mínima (tardor; dades obtingudes per radioseguiment) (radi: parc urbà,  $\bar{x}$  = 68.42 m, n = 11; bosc mediterrani,  $\bar{x}$  = 106.92 m, n = 17; Cap. 6),

b) percentatge de trampes ubicades en l'àrea d'activitat on és capturat (tardor) un animal ( $\sigma\sigma$  i  $\varphi\varphi$ ) amb radioemissor (parc urbà,  $\bar{x}$  = 48.31%, o 1.64 trampes d'entre una mitjana de 3.95, n = 22; bosc mediterrani,  $\bar{x}$  = 64.20% o 1.33 trampes d'entre una mitjana de 2.63, n = 24; Taula 1 del Cap. 3), i

c) percentatge de captures (n = 8 estacions) d'esquirols ( $\sigma\sigma$  i  $\varphi\varphi$ ) presents en les sessions de trampeig (parc urbà,  $\bar{x}$  = 86.45%; bosc mediterrani,  $\bar{x}$  = 89.02%; Fig. 2 del Cap. 3). El calendari de captures dels esquirols amb collar amb radioemissor permet confirmar que cada esquirol que vivia dintre l'àrea d'estudi era capturat al llarg de l'any a diverses trampes ubicades en la seva àrea d'activitat, i, per tant, cada una de les àrees estudiades tenia un nombre òptim de trampes.

A l'hàbitat del parc urbà les trampes que constituïen la malla de trampeig (300 x 250 m) es van situar a una distància mitjana de 53 m, amb una densitat mitjana (sense tenir en compte l'àrea d'influència) de 1.73 trampes per ha. L'hàbitat idoni per als esquirols només té continuïtat al llarg d'una franja de 100 m d'ample (10.1% del perímetre). A l'hàbitat de bosc mediterrani les trampes que constituïen la malla de trampeig (480 x 320 m) es van situar a una distància mitjana de 97.79 m, amb una densitat mitjana (sense tenir en compte l'àrea d'influència) de 1.30 trampes per ha. L'hàbitat idoni per als esquirols té continuïtat al llarg de tot el perímetre de 1600 m de la malla de trampeig (100% del perímetre).

La densitat i la ratio de sexes (a causa de l'aïllament parcial del parc urbà) s'han calculat en ambdós hàbitats incloent l'àrea d'influència de la malla de trampeig (Gurnell, 1978; Wolff, 1985; Telleria, 1986).

L'estudi de trampeig, supervivència, estructura d'edats, immigració i mortalitat dels immigrants s'ha calculat excloent els animals que només eren capturats a la línia exterior de trampes (Telleria, 1986; Wauters & Dhondt, 1990a). Es van determinar els esquirols que no pertanyien a la població resident dels hàbitats estudiats i els que eren visitants ocasionals amb les dades de l'ús de l'espai dels animals amb collar amb radioemissor (Cap. 6) i amb informació de les trampes on eren capturats.

Les sessions estacionals de captures han permès marcar i conèixer el nombre d'esquirols residents (els que estableixen l'àrea d'activitat a l'àrea d'estudi i hi resideixen com a mínim tot el període hivernal: tardor i hivern) a més dels juvenils nascuts a cada hàbitat. D'altra banda, els esquirols que van incorporar-se a la població a través de la



reproducció o de la immigració també van ser capturats i marcats. Per tant, es coneixia la dinàmica i la densitat de la població al llarg de tot l'estudi.

S'ha invertit un total de 180 dies sencers en la realització del trampeig, incloent-hi els dies addicionals (77 dies al parc urbà i 103 al bosc mediterrani, des d'abans de la sortida del sol fins després de la posta). Utilitzant aquesta metodologia s'han capturat 209 animals diferents (111 ♂♂ i 98 ♀♀), 78 al parc urbà (43 ♂♂ i 35 ♀♀) i 131 al bosc mediterrani (68 ♂♂ i 63 ♀♀). Aquestes sessions de trampeig han permès fer 1296 captures i recaptures d'esquirols (553 al parc urbà i 743 al bosc mediterrani).

## **5.2. Manejament i marcatge individual**

Es van fer sessions de captura experimentals (hivern i primavera 1991) per adquirir experiència en el maneig d'animals, posar a punt la tècnica de captura i evitar errors en l'obtenció de les mesures corporals dels esquirols en viu.

Cada vegada que es capturava un animal, encara que fos una recaptura, es prenién en viu les variables que es detallen en l'apartat següent i es marcava. Aproximadament 6-10 minuts després de la captura, l'esquirol era alliberat al mateix lloc. Cada esquirol va ser marcat individualment amb dues grapes numerades mida 1, model 1005, de *monel* (aleació de níquel, 70%, coure, 28%, i ferro, 2%, d'alta resistència a la corrosió, de National Band and Tag Co., EUA), fixades, una a cada orel·la, que permetien el reconeixement individual amb el mètode de captura-marcatge-recaptura (CMR). En cas de pèrdua d'alguna grapa, aquesta era restituïda per una altra grapa numerada. Per evitar infeccions s'aplicava l'antisèptic (1% iode) *Topionic* (Lab. Rius SA.) en el punt d'inserció a les grapes en les orelles abans i després de fixar-les. Durant el primer any d'estudi els esquirols del parc urbà van ser marcats individualment amb cercles de plàstic de colors ( $\varnothing = 0.95$  cm, de National Band and Tag Co.) fixats a les grapes de les orelles per facilitar-ne el reconeixement visual individual a distància, i conèixer entre quins individus es produïen les interaccions socials i sexuals.

### **5.2.1. Morfometria i pes corporal**

En cada captura (i recaptura) l'esquirol s'introduïa en un con de roba gruixuda que pot tancar-se amb un cordill corredor, que està fixat al costat més ample. Va proveït d'una cremallera lateral que permet manipular còmodament l'animal en determinades operacions (Fitzwater, 1943; Wauters & Dhondt, 1989a). Era pesat (g) amb un dinamòmetre de 500 g (Pesola). Es van prendre diferents mesures corporals (mm) (Gosàlbez, 1987) amb cura (a causa de la dificultat que comporta prendre-les en viu), amb un regle mil·límetrat amb colze (precisió = 1 mm), excepte la longitud de l'orella (i complementàriament la longitud del

pinzell de pèls de l'orella ) i la distància anogenital (mm) que es va prendre amb un peu de rei (precisió = 0,5 mm):

CC = longitud del cap i cos (des de la punta del musell fins l'anus),

C = longitud de la cua (des de l'anus fins a l'àpex de la cua, sense tenir en compte el pinzell de pèls),

P = peu esquerre posterior (des de l'extrem distal del dit més llarg, sense l'ungla, fins l'extrem del taló; s'ha de flexionar bé el peu per tal que el taló quedi ben marcat i col·locar el peu i els dits en un mateix pla),

PT = longitud de la pota esquerra posterior (des de l'extrem del taló fins l'extrem del genoll, flexionant bé la pota perquè el taló quedi ben marcat), i

O = longitud de l'orella (des de l'escotadura inferior fins el marge distal superior de l'orella). (Complementàriament també s'ha anotat la longitud del pinzell de pèls de l'orella esquerra).

DA = distància anogenital ( $\sigma\sigma$  = anus-orifici urogenital;  $\varphi\varphi$  = anus-escotadura anterior orifici urogenital).

### **5.2.2. Detecció d'amputacions de cues**

S'ha estudiat el grau d'error en la detecció (en viu) de cues amputades. S'ha utilitzat una mostra d'animals (adults) que havien estat mesurats en viu (inspecció tàctil i visual de l'àpex de la cua) i que van ser recollits en morir ( $n = 12$ , 5  $\sigma\sigma$  i 7  $\varphi\varphi$ ). Es va fer una anàlisi *post mortem* amb raigs X per establir el percentatge d'error en la determinació en viu. S'ha utilitzat un aparell de raigs X de Røetgen Ibèrica de 58 kV de potència amb una intensitat de 20 mA i un temps d'exposició de  $10^{-2}$  s.

### **5.2.3. Estat d'activitat sexual i morfometria de les glàndules associades a la reproducció**

Al llarg de tot el període d'estudi es va anotar l'estat d'activitat sexual dels dos sexes a partir de les següents referències:

a) en els mascles (especialment des de l'hivern 92 a l'hivern 94) a partir de la longitud del testicle dret i del diàmetre de la glàndula bulbouretral o de Cowper esquerra (la mesura en viu inclou el canal excretor d'aquesta glàndula) i complementàriament a partir de la ubicació dels testicles (escrotals, intraabdominals o en desplaçament),

b) en les femelles a partir de l'observació acurada de l'estat de la vulva i de les glàndules mamàries: (I) anestre, amb vulva reduïda no perforada; (II) preestre, amb vulva lleugerament allargada no perforada; (III) estre: vulva molt inflada i rosada, perforada; (IV) postestre: vulva encara allargada, obertures longitudinals que es van tancant progressivament deixant una sutura clarament visible; (V) lactant: mugrons rosats i força inflats en els quals es pot estimular la secreció de llet. La distància anogenital s'ha emprat per determinar l'existència de gestació en els dies centrals d'aquest període.

#### **5.2.4. Presència d'ectoparàsits**

En les cries lactants localitzades al niu s'ha anotat la presència-absència d'ectoparàsits i el grau d'infestació, que s'ha establert pel nombre d'ectoparàsits comptabilitats amb l'observació (15 s) de la part ventral de cada animal, delimitada pel pelatge de color blanc (pocs: < 5; bastants: 5 a < 15; molts: ≥ 15). En les femelles lactants es van anotar les mateixes variables però només amb referència a les puçes.

#### **5.2.5. Sexe i grup d'edat**

En les captures estacionals es determinava el sexe per observació directa dels genitals externs de l'animal i per la major distància anogenital dels mascles.

El grup d'edat s'establia a partir de:

a) les captures de l'animal que es realitzaven quan aquest tenia edat juvenil o subadulta (era evident en constatar presència de pèl juvenil o muda d'aquest pelatge, mesures de les variables corporals notòriament reduïdes i addicionalment també per l'estació de l'any en què es produïen les captures d'aquests animals). En el cas dels mascles capturats a la primavera, estiu o tardor de l'any del seu naixement es pot apreciar (en la majoria de casos, i depenent també de la data de naixement i de captura) presència abdominal dels testicles i absència de bossa escrotal i de glàndules de Cowper, o bé presència de testicles escrotals, de bossa escrotal i de glàndules de Cowper amb un grau de desenvolupament molt reduït. En el cas de les femelles, podien diferenciar-se per l'obertura vulvar no perforada i pel nul desenvolupament de les mamelles, no evidents visualment.

b) les captures estacionals d'hivern. Pel coneixement de l'època d'inici i finalització de parts se sabia que a l'hivern (febrer) tots els animals nascuts l'any anterior tenien una edat mínima de 8 mesos. Els mascles capturats en aquesta estació majors de 12 mesos d'edat no poden diferenciar-se dels d'edat menor si no havien estat capturats anteriorment en els primers mesos de vida (cas que no fos així, només es podia conèixer el grup d'edat però no l'edat exacta). En el cas de les femelles, les d'edat superior als 12 mesos podien diferenciar-se de les d'edat menor per un desenvolupament més acusat de les mamelles i per la presència de vulva més gran amb cicatriu, indicatiu que l'obertura vulvar ja havia estat perforada amb anterioritat.

Amb aquesta informació es van establir els grups d'edat, que van ser considerats de diferent manera en funció dels objectius, que s'especifiquen en els diferents capítols:

- en l'estudi morfomètric i del pes corporal es van considerar subadults els que tenien de 4 a 12 mesos d'edat ( $\sigma\sigma$ : mesures corporals menors, en general desenvolupament reduït dels òrgans associats a la reproducció i ocasionalment restes del pelatge juvenil;  $\text{♀}\text{♀}$ : mesures corporals menors, vulva petita no perforada i no havien tingut mai estre) i es van considerar adults els que tenien més de 12 mesos d'edat,

- en l'estudi del cicle reproductor es van considerar adults els mascles que tenien més de 12 mesos d'edat i les femelles amb més de 10 mesos d'edat,

- en l'estudi de la dinàmica de poblacions van ser considerats mascles subadults els que tenien entre 4 i 10 mesos d'edat, amb testicles abdominals o escrotals, escrot petit i glàndules de Cowper reduïdes i es van considerar femelles subadultes les que tenien entre 4 i 10 mesos d'edat, amb vulva petita no perforada i que mai havien tingut estre. Es van considerar individus adults els mascles i les femelles amb edat superior a 10 mesos, perquè a partir d'aquesta edat alguns individus ja poden reproduir-se,

- en la resta de capítols (excepte en determinats apartats dels capítols 4 i 6, en els quals s'especifiquen els criteris d'edat utilitzats) s'ha treballat únicament amb adults d'edat superior a 12 mesos.

### **5.3. Seguiment d'esquirols amb collar amb radioemissor**

És varen col·locar collars amb radioemissor (maig 91-desembre 93) a 22 esquirols del parc urbà (10  $\sigma\sigma$  i 12  $\text{♀}\text{♀}$ ) i a 32 esquirols del bosc mediterrani (12  $\sigma\sigma$  i 20  $\text{♀}\text{♀}$ ). Al parc urbà varen ser seguits mensualment 8-11 esquirols diferents, i al bosc mediterrani 7-19 esquirols, dels quals aproximadament la meitat eren de cada sexe. Com a norma general es van seguir

els mateixos individus seleccionats inicialment al llarg de tot l'estudi, fins la seva mort o desaparició, canviant-los periòdicament els collars amb radioemissor cada vegada que s'esgotava la pila. Si un animal moria o desapareixia de l'àrea d'estudi es col·locava el collar amb radioemissor a un altre esquirol del mateix sexe. Al llarg de l'estudi es va intentar que a cada hàbitat portessin collar amb radioemissor un mínim de cinc mascles i cinc femelles adults residents, durant cada estació trimestral, perquè fos representat un percentatge elevat de la població d'adults residents. Complementàriament en determinades estacions s'han col·locat en altres individus collars amb radioemissor per augmentar el nombre d'individus mostrejats, especialment per a l'estudi de la mida de l'àrea d'activitat i l'ús de l'espai, o bé per localitzar els nius de part de les femelles amb activitat sexual.

La tècnica habitual de localització consistia en detectar per aproximació el punt exacte on estava ubicat l'animal i se situava en un mapa a escala amb quadrícules equivalents a 10 x 10 m. Les localitzacions dels esquirols amb collar amb radioemissor han permès fer estudis sobre:

- (I) ús, selecció i ubicació dels nius,
- (II) patró i distribució d'activitats, comportament de recerca i selecció d'aliment, ús de l'hàbitat, índex d'energia ingerida, i
- (III) comportament espacial en cada sexe.

Es varen utilitzar collars amb radioemissor *SR-1* (Biotrack, Regne Unit) d'ona curta d'uns 151 MHz, que funcionaven amb una pila de Liti d'una durada de 10-12 mesos. El pes mitjà és de 17.15 g ( $n = 28$ ) equivalent al 6.03% del pes corporal mitjà dels esquirols d'ambdós sexes ( $\bar{x} = 284.36$  g) obtingut amb el pes corporal dels mateixos individus ( $n = 21$ ) capturats durant totes les estacions d'un cicle anual (període 92: tardor 91-estiu 92 inclòs) en ambdós hàbitats. Es va utilitzar un receptor *CE-12* (Custom Electronics of Urbana, EUA) i una antena direccional *Yagi* de tres elements, plegable i portàtil.

Es varen utilitzar prismàtics 12 x 50 (Super Zenith) per confirmar les localitzacions i determinar els tipus de comportaments dels esquirols amb collar amb radioemissor.

S'han invertit 353 dies diferents (des de l'hivern 91 a l'hivern 94) en el seguiment dels animals marcats amb collar amb radioemissor (288 dies al parc urbà i 247 dies al bosc mediterrani) amb una dedicació de 2-3 dies setmanals que ha permès obtenir 7903 registres de localització (3913 al parc urbà i 3990 al bosc mediterrani).

### 5.3.1. Localització de les llogigades

Es va posar collar amb radioemissor a la majoria de les femelles lactants (encara que inicialment no haguessin estat seleccionades per portar-ne) per localitzar els nius de part de les femelles actives sexualment i poder estudiar: nombre de cries per llogigada, proporció de sexes en els dies posteriors al naixement, canvis de nius de les cries, mesures corporals i pes corporal (inclou creixement), ús de l'espai en els períodes (I) prepart (II) lactació i (III) postcriança. Els nius de part van ser localitzats al parc urbà i àrea annexa els anys 1992 i 1993 (n = 9, amb una ratio de sexes de les cries de 15 ♂♂:16 ♀♀, excloent-ne un de sexe desconegut trobat mort en procés de descomposició) i a l'hàbitat de bosc mediterrani l'any 1992 (n = 2, amb 4 ♂♂:3 ♀♀). Després de ser localitzat el niu de part, s'hi pujava i s'anotava el nombre de cries, les mesures corporals, el pes corporal i el sexe, i es tornaven a deixar al niu. Posteriorment aquestes femelles lactants eren seguides més intensivament per tal de detectar possibles trasllats de nius (parc urbà, n = 8). En els casos en què no era possible accedir al niu sense malmetre les cries (parc urbà, n = 5) es va determinar el niu de part pel comportament espacial de la femella i per l'estatus sexual observat en les captures estacionals. Les manipulacions de les cries es van fer amb guants de plàstic no reutilitzats, per reduir els rastres odorífers estranys.

### 5.4. Proves estadístiques

Sempre que ha estat possible s'han analitzat (i s'han exposat a les figures) els valors dels mateixos animals en diferents estacions, per controlar la variació intraindividual amb l'estadística que té en compte aquesta repetibilitat. En determinats casos, en observar tendències, aquestes s'han confirmat amb anàlisis puntuals de mesures independents, amb la mateixa mida mostral. En els casos en què no ha estat possible fer anàlisi de mesures repetides, les anàlisis s'han fet sempre amb valors independents segons determinats criteris que es detallen en cada capítol. En cap cas s'han realitzat anàlisis de valors agrupats d'animals diferents, ja que la variabilitat interindividual era més gran que la variabilitat intraindividual (Leger & Didrichsons, 1994), tant en les variables biomètriques com en les de comportament. D'entre les variables biomètriques i de pes corporal s'ha emprat per a les anàlisis el primer valor anotat en cada estació de captures.

L'estadística descriptiva s'indica amb els símbols matemàtics següents: mitjana =  $\bar{x}$ , desviació estàndard = s, graus de llibertat = df, i mida mostral = n.

Les proves estadístiques utilitzades han estat les següents:

1) Inspecció gràfica de la distribució de freqüències relatives acumulades, per comprovar si les variables a estudiar seguien una distribució que no es desviava d'una

normal. Si visualment no es detectaven desviacions aparents es considerava que les variables citades no es desviaven de la distribució normal i es feien proves paramètriques. Si les variables es desviaven de la distribució normal es feien proves no paramètriques.

2) Prova de Bartlett-Box, per comprovar si les variàncies dels grups a comparar eren o no homogènies.

3) Correcció de Bonferroni (Zar, 1984) amb l'ajust de Chandler (Chandler, 1995) en les proves de comparacions múltiples entre variables de poblacions, per evitar les que podrien ser significatives per atzar. El coeficient de Bonferroni és molt estricte (Chandler, 1995) i s'utilitza el nivell de significació  $0.15/\text{núm. de comparacions}$ .

4) Anàlisi de la variància (ANOVA d'un, de dos o de tres factors) quan s'han estudiat més de dues poblacions o grups amb variàncies homogènies. Anàlisi de la variància (ANOVA de mesures repetides d'un o de dos factors, també anomenat *Randomized block ANOVA* o *ANOVA with repeated measures* o *ANOVA of treatments by subject experimental design*; Zar, 1984) per a mesures repetides dels mateixos individus amb variàncies homogènies. Si els valors mitjans de les mostres comparades eren significativament diferents es va utilitzar com a prova *a posteriori* la prova de comparacions múltiples de Scheffé (Zar, 1984). Quan es comparava entre dues poblacions o grups s'ha utilitzat la prova *t* de Student, la prova *t* de mesures aparellades. També s'ha emprat la prova *t* de percentatges.

5) Prova no paramètrica de Kruskal-Wallis (dues cues). S'ha utilitzat en el cas que les variàncies dels grups a comparar no fossin homogènies (Siegel, 1976). Per veure entre quins grups hi ha diferències es va utilitzar la prova *U* de Mann-Whitney, aplicant posteriorment la correcció de Chandler (1995).

6) Prova no paramètrica de Wilcoxon (dues cues) i prova dels Signes (dues cues) per a comparacions de valors aparellats.

7) Coeficient paramètric de correlació de Pearson, amb la correcció de Chandler (1995), per a l'associació entre dues variables amb distribució normal.

8) Proves no paramètriques: prova *G* de tres vies (una cua), prova  $\chi^2$  (dues cues), i prova exacta de Fisher (dues cues) per establir si hi ha diferències entre les freqüències esperades i les observades.

9) Proves d'estadística circular: prova *F* de Watson i prova de la uniformitat de Rayleigh (Batschelet, 1981).

Els paquets estadístics utilitzats han estat: *SPSS* versió 4.0, *Statistica* versió 4.5 (per la prova *t* de mesures repetides, per la prova *t* de percentatges i per a ANOVA de mesures repetides) i *Oriana* versió 1.0 (per les proves d'estadística circular).



# **PART SEGONA**





## **CAPÍTOL 0**

### **Caracterització dels hàbitats**



## CAPÍTOL 0. CARACTERITZACIÓ DELS HÀBITATS

### 1. INTRODUCCIÓ

Cada tipus d'hàbitat ofereix als mamífers que hi resideixen unes condicions ambientals particulars (amb gradacions qualitatives i quantitatives) que incideixen en les estratègies adaptatives i es manifesten en els aspectes més plàstics de la seva biologia (Smith, 1970; Dobson & Kjelgaard, 1985b; Tamura et al., 1989). A més del medi físic, que pot proporcionar entre d'altres variables cobertura i llocs per ubicar els nius (Gurnell, 1984), s'han de tenir en compte altres factors d'importància que poden incidir en la qualitat d'un hàbitat entès com un reflex del conjunt de requeriments d'una espècie (Gurnell, 1987):

I) disponibilitat d'aliment en el temps i en l'espai (Smith, 1968; Kemp & Keith, 1970; Rush & Reeder, 1978; Sullivan & Sullivan, 1982; Sullivan et al., 1983; Gurnell, 1987; Wauters & Dhondt, 1989a; Wauters & Dhondt, 1992; Sullivan, 1990; Klenner, 1991; Klenner & Krebs, 1991),

II) pressió de depredació (Flowerdew, 1987). Tot i que és un factor menys limitant que l'aliment en les densitats d'esquirols dels gèneres *Tamiasciurus* (Smith, 1968; Kemp & Keith, 1970; Rush & Reeder, 1978; Sullivan & Sullivan, 1982; Sullivan, 1990; Klenner & Krebs, 1991), *Sciurus* (Wauters & Dhondt, 1989a; Pulliainen & Ollinmäki, 1996) i *Eutamias* (Sullivan et al., 1983), és important en els mamífers (Keith et al., 1984), juntament amb altres factors com el comportament social de l'espècie (Clutton-Brock & Harvey, 1977) i la densitat poblacional (Flowerdew, 1974),

III) competència interespecífica per l'aliment (Smith, 1968, 1970; Gurnell, 1987), i

IV) altres paràmetres com el grau d'aïllament poblacional i les variables meteorològiques (Gurnell, 1987).

Aquests factors interrelacionen entre si i amb d'altres factors biòtics, i determinen les estratègies poblacionals, que poden manifestar-se en el grau de competició intraespecífica (Smith, 1968; Raylor, 1985; Rubenstein & Wrangham, 1986), en la dinàmica poblacional (Wauters & Dhondt, 1990a; Klenner & Krebs, 1991), en l'ús de l'espai (Smith, 1968; Gurnell, 1984; Klenner, 1991; Wauters & Dhondt 1992; Wauters et al., 1994; Andrén & Delin, 1994; Andrén, 1994) i en el comportament social (Gurnell, 1978).

D'entre tots els recursos que pot oferir un hàbitat l'aliment és, de molt, el més important per als mamífers i més concretament per als rosegadors:

a) una alta qualitat alimentària provoca un augment del pes corporal, de l'índex de creixement i un avançament del període de cria, així com un augment de la densitat i de la supervivència, però no evita descensos de la població (Cole & Batzli, 1979 amb *M. ochrogaster*). També provoca un increment de la capacitat reproductora (Cole & Batzli, 1979; Bomford & Redhead, 1987 amb *Mus musculus*).

b) una alta disponibilitat d'aliment en el temps i en l'espai pot actuar en ( $b_1$ ) cada animal en particular i en ( $b_2$ ) la població:

( $b_1$ ) pot provocar un augment del pes corporal (Sullivan et al., 1983 amb *Eutamias townsendii*; Raylor, 1985 amb *Cynomys gunnisoni*; Dobson & Kjelgaard, 1985b amb *Spermophilus columbianus*; Wauters & Dhondt, 1989a amb *Sciurus vulgaris*; Boutin, 1990, amb referències bibliogràfiques diverses) que possibilita un avançament temporal de la maduració sexual (Raylor, 1985; Bushberg & Holmes, 1985 amb *S. beldingi*; Dark et al., 1992 amb *S. lateralis*) i del període de cria o, si més no, que criïn en l'estació reproductora (Holm, 1987 amb *S. vulgaris*; Wauters & Dhondt, 1989b) o bé un augment de la capacitat reproductora (Gurnell, 1983, amb *Tamiasciurus* i *Sciurus*; Boutin, 1990) que pot manifestar-se en l'increment de la mida de la llograda (Dobson & Kjelgaard, 1985a i b) o en el nombre de parts per estació de cria (Sullivan & Sullivan, 1982 amb *T. douglasii*; Sullivan, 1990 amb *T. hudsonicus*). Pot ocasionar reduccions de la mida de l'àrea d'activitat en ambdós sexes (Tamura et al., 1989 amb *Callosciurus erythraeus*; Wauters & Dhondt, 1992 amb *S. vulgaris*) o canvis en la ubicació espacial de les femelles reproductores (Wauters et al., 1995 amb *S. vulgaris*) o fins i tot pot no provocar alteracions de la mida de l'espai (Wolff, 1985 amb *Peromyscus* spp.). També pot ocasionar dispersó juvenil anticipada (Raylor, 1985; Nunes & Holekamp, 1996 amb *S. beldingi*),

( $b_2$ ) pot provocar un increment de la densitat de la població (Newson, 1963 amb *Clethrionomys glareolus*; Smith, 1968 amb *Tamiasciurus* sp.; Kemp & Keith, 1970 amb *T. hudsonicus*; Rush & Reeder, 1978 amb *T. hudsonicus*; Gurnell, 1978 amb *Apodemus sylvaticus*; Sullivan & Sullivan, 1982; Sullivan et al., 1983; Dobson & Kjelgaard, 1985b; Boutin, 1990; Wauters & Dhondt, 1990a amb *S. vulgaris*; Sullivan, 1990; Klenner & Krebs, 1991 amb *T. hudsonicus*; Fernandez et al., 1996 amb *A. sylvaticus*), que no evita les fluctuacions estacionals (Sullivan & Sullivan, 1982; Cole & Batzli, 1978 amb *M. ochrogaster*; Flowerdew, 1974 amb *A. sylvaticus*, Boutin, 1990; Klenner & Krebs, 1991). Pot provocar indirectament, a causa de les densitats més elevades d'animals, un menor índex de creixement corporal (Batzli et al., 1977 amb *M. californicus* i *M. ochrogaster*; Smollen & Keller, 1979 amb *M. montanus*; Sauer & Slade, 1986 amb *M. ochrogaster*; Boutin, 1990), a causa d'una major competència intraespecífica (Albon et al., 1983 amb *Cervus elaphus*) que incideix especialment en els animals més joves (Flowerdew, 1974; Thompson, 1978 amb *S. carolinensis*; Clutton-Brock et al., 1987 amb *C. elaphus*) però no actua diferencialment entre sexes (Boutin & Larsen., 1993 amb *T. hudsonicus*). També es produeix un increment de la supervivència (Newson, 1963; Rush & Reeder, 1978; Sullivan & Sullivan, 1982; Sullivan et al.,

1983; Halvorson & Engeman, 1983 amb *T. hudsonicus*; Dobson & Kjelgaard, 1985b; Young & Stout, 1985 amb *Peromyscus*, *Ochrotomys* i *Glaucomys*; Boutin, 1990; Andren & Lemnell, 1992 amb *S. vulgaris*) que no difereix entre sexes (Wauters & Dhondt, 1990a amb *S. vulgaris*; Boutin & Larsen, 1993).

c) la distribució espacial i la mida dels ítems d'aliment provoca variacions en el ritme d'activitat (Tonkin, 1983 amb *S. vulgaris*; Wauters & Dhondt, 1987 amb *S. vulgaris*), en la distribució d'activitats (Wauters & Dhondt, 1987), en l'ús de l'hàbitat (Wauters & Dhondt, 1992; Andrén & Delin, 1994 amb *S. vulgaris*), en el comportament d'alimentació i en l'índex d'energia ingerida (Wauters & Dhondt, 1992) que, a la vegada, poden causar canvis en el comportament social (Gurnell, 1978 amb *A. sylvaticus*).

L'objectiu d'aquest treball és determinar (I) el valor calòric dels ítems d'aliment i establir les diferències entre hàbitats en relació a les variables següents: (II) medi físic, (III) abundància d'aliment, (IV) pressió de depredació, (V) competició interespecífica per l'aliment, (VI) grau d'aïllament, i (VII) variables meteorològiques.

Si l'aliment fos més abundant en el temps i en l'espai en el parc urbà que en el bosc mediterrani, aquest podria ser un factor clau que determinaria que les poblacions d'esquirols d'aquests hàbitats haguessin desenvolupat estratègies diferents o, si més no, comportaments oportunistes diferents, que haurien de manifestar-se en diferències en determinats aspectes biològics, com l'índex de creixement de les variables morfològiques, el pes corporal, la capacitat reproductora, la dinàmica poblacional, la densitat, la supervivència i el comportament espacial i social, entre d'altres.

## **2. MATERIAL I MÈTODES**

### **2.1. Abundància relativa ( $A_r$ ), cobertura arbòria relativa i índex de diversitat ( $H'$ ) d'espècies d'arbres**

L'abundància relativa de cada espècie d'arbre o arbust d'envergadura arbòria (abundància relativa  $\geq 0.50\%$ ) s'ha determinat agrupant-los per classes diamètriques (cd) ( $\emptyset$  tronc a 1.3 m de terra: cd 1:  $\leq 10$  cm; cd 2:  $>10-30$  cm; cd 3:  $> 30$  cm). Al parc urbà s'han comptabilitzat tot els arbres, i al bosc mediterrani es va mostrejar a l'atzar 55 parcel·les de 20 x 20 m (Racionero, 1992).

La cobertura arbòria relativa s'ha calculat (a partir de l'abundància relativa citada anteriorment) sumant les abundàncies relatives dels arbres o arbustos d'envergadura

arbòria perennifolis (excloent les espècies d'arbres catalogades com a "altres" que constitueixen el 4% al parc urbà i l'1% al bosc mediterrani) i tenint en compte totes les classes diamètriques (cd 1, 2 i 3).

S'ha calculat la diversitat d'espècies (cd 1, 2 i 3) d'arbres i arbustos d'envergadura arbòria (abundància relativa  $\geq 0.50\%$ ) amb l'índex de Shannon-Wiener (Krebs, 1989):

$$H' = \sum_{i=1}^s (p_i) (\log_2 p_i), \text{ sent}$$

$s$  = nombre d'espècies d'arbres,  $i$

$p_i$  = proporció de l'espècie  $i$  respecte del total d'espècies.

## 2.2. Valor calòric dels ítems d'aliment d'alt poder energètic (Vc)

S'ha determinat el valor calòric (kcal) dels ítems d'aliment d'alt poder energètic (pinya de *P. halepensis*, pinyó de *P. pinea*, gàlbul de *C. sempervirens* i gla de *Q. ilex* i de *Q. x cerrioides*) que consumeix l'esquirol (Cap. 5) amb la fórmula següent:

$$Vc = a \times b \times c, \text{ sent}$$

Vc = valor calòric (kcal) d'un ítem d'aliment

$a$  = núm. mig llavors viables per estròbil (només per pinya de *P. halepensis* i gàlbul de *C. sempervirens*)

$b$  = pes fresc (g) mitjà del material nutritiu d'una llavor viable (sense coberta, excepte per al gàlbul de *C. sempervirens*)

$c$  = valor calòric mitjà (kcal/g) del material nutritiu de llavors viables en pes fresc (sense coberta, excepte per al gàlbul de *C. sempervirens*)

Les variables citades s'han obtingut amb la metodologia següent:

(a) núm. mitjà de llavors viables per estròbil ( $n = 30$  pinyes de pi blanc, *P. halepensis* i  $n = 31$  gàlbuls de *C. sempervirens*, amb representació de totes les mides). S'han escalfat (2 h a 60 °C) en un forn elèctric (P. Selecta, precisió = 1 °C) per tal que s'obrin les bràctees de les pinyes, s'han extret totes les llavors i s'han separat de les cobertes per determinar quantes eren viables. En els fruits simples o que són consumits com a tals (gla de *Q. ilex* i de *Q. x*



*cerrioides*, i pinyó de *P. pinea*) no s'ha fet aquesta operació perquè només s'han recollit les llavors viables.

(b) pes fresc mitjà (g) de material nutritiu d'una llavor viable amb coberta (excepte la de *C. sempervirens*, perquè a causa de la seva mida reduïda no és possible extraure'n la coberta sense danyar el material nutritiu de la llavor) amb una mida mostral de 100 llavors. S'han assecat (48 h a 70 °C; Grodzinski & Sawicka-Kapusta, 1970), posteriorment s'han separat les cobertes (exceptuant les llavors de gàlbul de xiprer) i finalment s'han pesat (balança electrònica COBOS model M 150, precisió = 0.005 g) les llavors que constitueixen el material nutritiu. Amb l'assecat de les llavors dins la seva coberta s'ha seguit un procés d'assecatge similar al que segueixen les llavors a la natura, de manera que s'ha pesat el material nutritiu de la llavor tal com la consumeixen els esquirols al seu hàbitat.

(c) valor calòric mitjà (Kcal/g) del material nutritiu de llavors viables en pes fresc (sense coberta, excepte la de *C. sempervirens*, per la raó citada anteriorment) amb un mida mostral de 2-3 repeticions per cada mostra. S'han assecat i separat les cobertes (amb excepció de les llavors de gàlbuls de xiprer) seguint el procés indicat en l'apartat anterior. Finalment s'ha homogeneïtzat la mostra de cada espècie de llavor (tres homogeneïtzacions de 30 s) amb un molinet de ganivetes refrigerat per aigua. El valor calòric s'ha determinat amb una bomba adiabàtica C 400.

### **2.3. Índex d'abundància d'aliment (d'alt poder energètic) per hàbitat (Aa)**

La producció de fruits i el valor calòric del seu material nutritiu és determinat per un component genètic (origen geogràfic, maduresa) i per un component ambiental (temperatura, pluviositat, hores de llum; Fober, 1976; Parcerisa et al., 1994; Francesch, com. pers.). En aquest estudi ambdós factors (en referència a les espècies d'arbres que produeixen llavors d'alt poder energètic consumides pels esquirols) són semblants en ambdós hàbitats (2.84 km de separació entre hàbitats, sense tenir en compte l'orografia del terreny; Fig. 6 de Material i mètodes generals) i permet assumir que no hi ha diferències notables entre hàbitats.

S'ha calculat en cada hàbitat un índex de l'abundància d'aliment a partir de les llavors d'arbres (d'alt poder energètic) consumides pels esquirols, ja que són la font d'aliment més important. Cal tenir en compte, però, que aquesta estimació és indicativa de la disponibilitat d'aliment durant la tardor i l'hivern, i només ho és parcialment al llarg de la primavera i l'estiu ja que, en aquestes estacions pot produir-se una diversificació de la dieta en funció dels anys i de l'hàbitat, per l'esgotament (a causa del consum durant els mesos precedents) de les llavors d'arbres d'alt poder energètic, i la disponibilitat d'altres aliments

alternatius que no es poden estimar acuradament.

S'ha determinat un índex ( $Aa$ ) comparatiu d'abundància d'aliment (kcal) per període anyal (any biològic = octubre-setembre de l'any següent) i hàbitat estudiat amb la fórmula següent:

$$Aa = d \times e \times f, \text{ sent}$$

(d) abundància relativa ( $Ar$ ) de cada una de les espècies d'arbres (abundància relativa  $\geq 0.50\%$ ) de classe diamètrica 2 i 3, amb llavors (d'alt poder energètic) d'interès alimentari (*P. halepensis*, *P. pinea*, *C. sempervirens*, *Q. ilex* i *Q. x cerrioides*) pels esquirols.

(e) índex de producció per espècie d'arbre (cd 2 i 3) = nombre de llavors viables recollides en receptacles especials (1 x 1 m) de les espècies citades anteriorment. En el cas de les llavors contingudes en estròbils o cons que són consumides com a ítems individuals (pinyes de *P. halepensis* i gàlbuls de *C. sempervirens*), el nombre de llavors viables recollides = (a) nombre mitjà de llavors viables de cada cons x nombre de cons recollits.

El nombre de llavors viables (glans de *Q. ilex* i *Q. x cerrioides*, i pinyons de *P. pinea*) i el nombre de cons o estròbils (de *P. halepensis* i de *C. sempervirens*) s'ha obtingut comptant setmanalment en cada hàbitat les llavors o cons caiguts en receptacles (i retirant-les posteriorment) de fusta d'1 m<sup>2</sup> situats a terra (3 receptacles per espècie d'arbre citada) aproximadament cada 50 m al llarg d'una línia imaginària escollida a l'atzar, sota d'arbres de classe diamètrica 2 i 3. S'han comptabilitzat (Wauters & Dhondt, 1988) les llavors i els conus sencers despresos de l'arbre de forma natural, els que estaven consumits total o parcialment pels esquirols o altres animals, i els que estaven secs degut a que havien persistit a l'arbre i varen caure l'any següent (s'han comptabilitzat en la producció de llavors de l'any anterior al de la seva recol.lecció).

(f) valor calòric mitjà ( kcal ) d'una llavor viable o del conjunt de llavors viables de cada con. El valor calòric mitjà d'una llavor viable que és consumida com un ítem individual (glans de *Q. ilex* i *Q. x cerrioides*, i pinyó de *P. pinea*) = (b) pes fresc mitjà del material nutritiu d'una llavor viable x (c) valor calòric d'1 gram de material nutritiu en pes fresc, de cada espècie de llavor. El valor calòric del conjunt de llavors viables de cada con o estròbil consumit com a ítem individual (pinya de *P. halepensis* i gàbul de *C. sempervirens*) = (b) pes fresc mitjà del material nutritiu del conjunt de les llavors viables x (c) valor calòric d'1 gram de material nutritiu en pes fresc.

#### **2.4. Consum estacional i anyal de pinyes de *P. halepensis*, i producció de pinyes per classes diamètriques dels pins**

Per tenir sobre cada hàbitat un índex estacional i anyal del consum de pinyes de *P. halepensis* i per comprovar indirectament la influència de la classe diamètrica de l'arbre en la producció de llavors, s'han recollit setmanalment les restes de pinyes consumides totalment o parcialment pels esquiroles (situades a terra entre la vertical de la part més externa de la capçada del pi i el seu tronc) en cinc *P. halepensis* (escollits a l'atzar) per cada classe diamètrica (cd 1,  $\leq 10$  cm; cd 2,  $>10-30$  cm; cd 3,  $>30$  cm).

#### **2.5. Caracterització i distribució espacial (*I*) de l'aliment predictable de *P. halepensis***

S'han mostrejat a l'atzar parcel·les de 25 x 25 m (parc urbà,  $n = 5$ ; bosc mediterrani,  $n = 15$ ) en referència a quatre variables de *P. halepensis* (agrupats per classes diamètriques cd 1, 2 i 3): g) diàmetre del tronc, h) densitat d'arbres, i) distribució espacial amb l'índex de dispersió  $I = s^2/\bar{x}$ , i posteriorment s'ha analitzat si es diferencia d'una distribució a l'atzar  $\chi^2 = I \times (n - 1)$  (Telleria, 1986; Krebs, 1989), i j) distància al més proper (només per a cd 3).

#### **2.6. Fenologia de la fructificació i disponibilitat estacional de pinyes de *P. halepensis***

En les espècies del gènere *Pinus* les pinyes inicien el desenvolupament aproximadament dos anys i mig abans de la maduració (Ruiz, 1971; Fober, 1976) i les anyades estan afectades per les condicions meteorològiques (temperatura, insolació, humitat de l'aire i precipitació), des de la primavera de l'any precedent a la floració ( $y - 3$ ) fins l'estiu corresponent a l'any de la maduració ( $y - 1$ ), sent  $y$  l'any en què es produeix la disseminació de les llavors de les pinyes (Fober, 1976), tot i que les pinyes obertes i seques encara persisteixen diversos anys en el pi blanc ( $y + 1, y + 2, \dots$ ) (Ruiz, 1971). La producció d'anyades bones de pinyes és afavorida per determinats factors ambientals (Fober, 1976) especialment si s'esdevenen durant:

- l'any ( $y - 3$ ) anterior a l'inici de la floració (primavera-estiu càlid, i tardor-hivern fred),
- l'any ( $y - 2$ ) en què es produeix la floració (abans de la floració es requereixen temperatures elevades, sol i precipitacions). S'esdevé entre març i juliol amb una durada de dos mesos (Cardona, 1972), i
- l'any ( $y - 2$ ) en què es produeix la pol·linització (després de la pol·linització es requereixen altes temperatures, i durant la divisió meiòtica de la macrospora mare baixes tem-

peratures i precipitacions).

Les pinyes de pi blanc són la font principal d'aliment (cicle anyal) dels esquiroles en els dos hàbitats estudiats. A causa de la seva importància alimentària calia conèixer amb detall:

k) a partir de quin mes estaven disponibles (madures) i si es produïen variacions entre anys en el moment de la maduració (a causa dels factors meteorològics o d'altres). S'ha determinat el mes amb màxima disponibilitat de pinyes madures i les variacions entre anys, observant en quin moment les pinyes formades inicien la maduració (canvi de coloració). Complementàriament també s'ha determinat amb l'observació d'esquiroles (especialment els que portaven collar amb radioemissor) que s'alimentaven de les primeres pinyes de l'any encara verdes (formades que inicien la maduració) i amb les restes d'aquestes pinyes menjades per la població, recollides a terra.

l) la disponibilitat estacional de pinyes al llarg del cicle anyal. S'ha determinat la variació de la disponibilitat estacional de pinyes (causada pel consum) amb l'observació de l'abundància en els pins.

## **2.7. Pressió de depredació**

S'ha establert un índex de depredació per a cada hàbitat, basat en el nombre d'espècies residents depredadores (aèries o terrestres) potencials d'esquiroles (valor 1 per cada espècie). S'ha determinat que una espècie és resident a partir de visualitzacions, captures en viu o evidències indirectes ( $\geq 3$  registres) realitzades per:

m) l'investigador durant el període d'estudi (visualitzacions dels depredadors, l'observació de restes d'alimentació o d'excrements, i captures amb paranys de viu de mamífers carnívors), i

n) altres investigadors-naturalistes des d'uns anys abans de l'inici de l'estudi (parc = 14 anys; bosc = 4 anys) fins a la seva finalització (a partir de les visualitzacions dels depredadors i de l'observació de restes d'aliments o d'excrements).

Al parc urbà s'han realitzat 1236 h d'observació pròpies, a més de 1795 h d'observació (repartides per setmanes, del 1977 al 1993) realitzades per Batllori (com. pers.).

Al bosc mediterrani s'han realitzat 1068 h d'observació pròpies, a més d'observacions ocasionals realitzades per naturalistes al parc de Collserola (1987-1993)

(dades facilitades pel Servei de Medi Natural del Patronat Metropolità de Collserola).

## **2.8. Competència interespecífica per l'aliment principal**

### **2.8.1. Predictible**

El recurs alimentari de més importància al llarg de l'any (aliment predictable) són les pinyes de pi blanc. A partir de les hores d'observació assenyalades en l'apartat anterior, s'ha determinat l'existència de competència amb altres espècies en la utilització d'aquestes pinyes com a font d'aliment, des del moment de la maduració fins el moment previ a la dehiscència de les pinyes (i conseqüent disseminació de les llavors). Ocasionalment algunes aus (sedentàries presents en densitats moderades-elevades com el picot verd, *Picus viridis*, i els pàrids, o hivernals que poden irrompre irregularment en agrupacions nombroses) podrien arribar a competir per l'aliment en aquestes àrees.

### **2.8.2. No predictable**

El recurs alimentari temporal de més importància (aliment no predictable) són les glans d'alzina i de roure que estan disponibles a la tardor, però s'ha de tenir en compte que a causa de la seva disponibilitat temporal no són un recurs que representi la font primària d'aliment per a l'esquirol al llarg del cycle anyal. I d'altra banda s'ha de tenir present que no és un recurs limitant, ja que en aquesta època (tardor) els esquirols disposen també de les pinyes de la F. *Pinaceae* i dels gàlbuls de la F. *Cupressaceae*. A partir de les hores d'observació citades en l'apartat anterior, s'ha determinat l'existència de competència amb altres espècies en la utilització de les glans com a font d'aliment, des del moment de la maduració fins a un mes després de la caiguda de l'arbre. Ocasionalment algunes espècies d'aus (menjant els fruits dels arbres o de terra) i de mamífers (menjant els fruits de terra) podrien utilitzar aquesta font d'aliment en aquests hàbitats.

## **2.9. Aïllament poblacional (*I<sub>a</sub>*)**

S'ha establert per cada hàbitat un índex d'aïllament poblacional ( $I_a = \text{Àrea delimitada per la malla de trampeig (m}^2\text{) dividida pel perímetre de la malla de trampeig (m) que no comunica amb hàbitat continu idoni pels esquirols (impedeix entrades i sortides regulars)}$ )).

## 2.10. Meteorologia

S'han anotat els valors de les variables meteorològiques (agrupades per trimestres) que es van considerar d'importància per al cicle vital de l'esquirol (temperatura mitjana, temperatura mitjana màxima, temperatura mitjana mínima, precipitació, nombre de dies de pluja i velocitat màxima del vent) per realitzar una caracterització meteorològica detallada de cada àrea d'estudi i una comparació amb un període de referència anterior (velocitat màx. vent = 6 anys al parc i 9 anys al bosc; resta variables = 5 anys al parc i 24 anys al bosc). Els valors de les variables s'han obtingut d'observatoris meteorològics propers a cada àrea d'estudi (Material i mètodes generals).

## 3. RESULTATS I DISCUSSIÓ

### 3.1. Abundància relativa ( $A_r$ ), cobertura arbòria relativa i índex de diversitat ( $H'$ ) d'espècies d'arbres

L'hàbitat de parc urbà (cd 1-3) està dominat (Taula 1) per arbres de la F. *Pinaceae* i *Cupressaceae* (59%) i per arbres de la F. *Fagaceae* (23%). Tenint en compte únicament les classes diamètriques (cd 2 i 3) que produeixen aliment (s'exclou cd 1 per baixa producció) per a l'esquirol, és un bosc madur dominat (Taula 1, cd 2 i 3) per arbres de les F. *Pinaceae* i *Cupressaceae*: pi blanc, *P. halepensis* (44%), pi pinyer, *P. pinea* (10%) i xiprer, *C. sempervirens* (3%). La F. *Fagaceae* està representada en menor mesura per l'alzina, *Q. ilex* (20%), i el roure, *Q. x cerrioides* (4%). Hi ha altres espècies disperses poc abundants (13%) que poden subministrar aliment ocasional potencial (Taula 1), a més d'altres espècies menys abundants (5%): ailant, *Ailanthus altissima*, om, *Ulmus minor*, pi canari, *P. canariensis*, plàtan d'ombra, *Platanus x hispanica*, i garrofer, *Ceratonia siliqua*, i d'altres de testimonials com el freixe de flor, *Fraxinus ornus*, i la servera, *Sorbus domestica*. La cobertura arbòria relativa d'arbres perennifolis és del 86.15% (la de caducifolis és del 9.56%; Taula 1). Hi ha un índex de diversitat d'espècies d'arbres (cd 1, 2 i 3) major ( $H' = 2.36$ ) que al bosc mediterrani.

**Taula 1.** Abundància relativa (*Ar*) de les diferents espècies d'arbres (%) i arbustos grans per classes diamètriques ( $\phi$  tronc a 1.3 m de terra: cd 1,  $\leq$  10 cm; cd 2,  $>10-30$  cm; cd 3,  $>30$  cm) en ambdós hàbitats, amb detall de la seva importància per a l'alimentació de l'esquirol i de la seva disponibilitat al llarg de l'any (predictibilitat). Aliment predictable d'alt poder energètic = llavors d'arbres *F. Pinaceae* i *F. Cupressaceae* disponibles tot l'any com a ítems d'aliment; aliment no predictable d'alt poder energètic = llavors d'arbres *F. Fagaceae*, gènere *Quercus*, disponibles temporalment durant la tardor com a ítems d'aliment.

	Aliment principal predictible ( <i>F. Pinaceae</i> i <i>F. Cupressaceae</i> )	Aliment principal no predictable ( <i>F. Fagaceae</i> )	Aliment ocasional no predictable	Altres espècies d'arbres o d'arbustos grans									
	Pi blanc* Pi pinyer* Xiprer*	Alzina* Roure	Robínia	Teix* Olivera*	Pi Monterrey* Til·ler Auró	Llorer*	Pollancre	Altres*					
	<i>Pinus</i> <i>halepensis</i>	<i>Pinus</i> <i>cupressus</i> <i>pinus sempervirens</i>	<i>Quercus</i> <i>quercus</i> <i>ilex cerrioides</i>	<i>Quercus</i> <i>quercus</i> <i>taxus baccata europaea</i>	<i>Olea</i>	<i>Pinus</i> <i>radiata</i>	<i>Tilia</i> <i>acer</i> <i>laurus nobilis</i>	<i>Populus</i> <i>canadensis</i>					
Parc urbà													
cd 1-2-3 <sup>(a)</sup>	46.46	9.87	3.05	19.47	4.03	2.12	0.84	0.71	2.12	0.58	5.75	0.71	4.29
cd 2-3 <sup>(b)</sup>	44.10	10.28	3.18	20.28	4.19	2.21	0.87	0.74	2.21	0.60	5.99	0.74	4.61
Bosc mediterrani													
cd 1-2-3 <sup>(a)</sup>	31.30	2.72	---	46.91	14.43	---	---	---	3.61	---	---	---	1.03
cd 2-3 <sup>(b)</sup>	51.66	5.34	---	23.38	11.40	---	---	---	7.07	---	---	---	1.15

(a) Emprades per calcular la cobertura arbòria relativa (proporció d'arbres perennifolis), l'índex de diversitat d'espècies d'arbres (*H'*) i la preferència d'espècies d'arbres per ubicar els nius (*E<sub>i</sub>*); (b) Emprades per calcular l'índex d'abundància d'aliment d'alt poder energètic (*Aa*); (\*) Arbres perennifolis; la resta són caducifolis; (#) Es detallen al text.

L'hàbitat de bosc mediterrani (cd 1-3) està dominat (Taula 1) per arbres de la F. *Pinaceae* (38%) i per arbres de la F. *Fagaceae* (61%). Tenint en compte únicament les classes diamètriques (cd 2 i 3) que produeixen aliment (s'exclou cd 1 per baixa producció) per a l'esquirol, és un bosc madur dominat (Taula 1, cd 2 i 3) pel pi blanc, *P. halepensis* (52%), amb pi pinyer, *P. pinea* (5%), i pi insigne o de Monterrey, *P. radiata* (7%), que no forma part de la dieta alimentària de l'esquirol en aquest hàbitat. També hi ha alzina, *Q. ilex* (23%) i roure, *Q. x cerrioides* (11%), i alguns exemplars d'altres espècies (1%) com pollancre del Canadà, *Populus x canadensis*, teix, *Taxus baccata*, i xiprer de Califòrnia, *C. macrocarpa*. En aquest hàbitat hi ha un nombre molt elevat d'alzines cd 1 (75% respecte a la totalitat d'alzines) i de roures cd 1 (60% respecte a la totalitat de roures) que causa variacions d'abundància relativa en funció de les classes diamètriques considerades (Taula 1). La cobertura arbòria relativa d'arbres perennifolis és del 84.54% (la de caducifolis és del 14.43%; Taula 1). Hi ha un índex de diversitat d'espècies d'arbres (cd 1, 2 i 3) menor ( $H' = 1.77$ ) que al parc urbà.

### 3.2. Valor calòric dels ítems d'aliment d'alt poder energètic (Vc)

D'entre les llavors d'alt poder energètic consumides pels esquirols la que té un major valor calòric de (c) material nutritiu és la de pi blanc, *P. halepensis*, i la de menor valor calòric és la de roure, *Q. x cerrioides* (Taula 2).

De les llavors d'alt poder energètic consumides pels esquirols i disponibles durant tot l'any, la de pi blanc, *P. halepensis*, és la que té un major valor calòric de (c) material nutritiu seguida de la de pi pinyer, *P. pinea*, i de la de xiprer, *C. sempervirens*, amb valors inferiors (Taula 2). Respecte a altres espècies de la F. *Pinaceae* amb distribució europea, la llavor de *P. halepensis* té un valor calòric per material nutritiu (sense cobertes) pes fresc ( $\bar{x} = 6.968$  kcal/g) semblant a l'abet, *Abies alba* ( $\bar{x} = 7.092$  kcal/g), inferior al pi cembre, *P. cembra* ( $\bar{x} = 7.742$  kcal/g) però superior al pi roig, *P. sylvestris* ( $\bar{x} = 6.482$  kcal/g) a la pícea, *Picea abies* ( $\bar{x} = 6.009$  kcal/g) i a la pinassa, *P. nigra* ( $\bar{x} = 4.452$  kcal/g) (Grodzinsky & Sawicka-Kapusta, 1970).

De les llavors d'alt poder energètic consumides pels esquirols i disponibles temporalment durant la tardor, les glans (sense coberta) tenen un valor calòric de (c) material nutritiu (Taula 2) semblant (*Q. ilex*,  $\bar{x} = 4.323$  kcal/g; *Q. x cerrioides*,  $\bar{x} = 4.088$  kcal/g), que és similar a altres espècies del gènere *Quercus* de distribució europea com *Q. robur* ( $\bar{x} = 4.470$  kcal/g) i *Q. petraea* ( $\bar{x} = 4.384$  kcal/g) (Grodzinsky & Sawicka-Kapusta, 1970).



**Taula 2.** ( $V_c$ ) valor calòric (kcal) mitjà ( $\bar{x}$ ), amb la desviació estàndard (s) per ítem d'aliment consumit, per cadascun dels tipus de llavors (sense coberta) d'alt poder energètic. S'obté amb la fórmula: Valor calòric ( $V_c$ ) de l'estròbil (o del fruit simple) = (a) núm. mitjà de llavors viable per estròbil (o valor = 1 en el cas dels fruits simples) x (b) pes fresc mitjà del material nutritiu d'una llavor viable (sense coberta) x (c) valor calòric (kcal) mitjà d'un gram de material nutritiu en pes fresc (sense coberta). (n = mida mostral; \* = inclou coberta).

Tipus de llavor	Llavors viables per estròbil (a)			Pes fresc (g) material nutritiu d'una llavor viable (sense coberta) (b)			Valor calòric (kcal/g) material nutritiu en pes fresc (sense coberta) (c)			Valor calòric (kcal) per ítem d'aliment ( $V_c$ )		
	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s
<i>Pinya Pinus halepensis</i>	30	51.67	15.82	100	0.025	0.003	2	6.968	0.099	2	9.001	
<i>Pinyó Pinus pinea</i>	--	----	----	100	0.332	0.440	3	6.862	0.028	3	2.278	
<i>Gàlbul Cupressus sempervirens</i>	31	139.61	32.16	100	0.006	0.002 (*)	2	4.913	0.115 (*)	2	4.116 (*)	
<i>Glà Quercus ilex</i>	--	----	----	100	2.067	0.322	2	4.323	0.184	2	8.936	
<i>Glà Quercus x cerritoides</i>	--	----	----	100	1.965	0.460	2	4.088	0.078	2	8.033	

L'elevat valor calòric del material nutritiu de les llavors s'associa a una major quantitat de greixos (Grodzinsky & Sawicka-Kapusta, 1970) que provoquen una major eficiència metabòlica (digestibilitat) (Smith & Follmer, 1972; Havera & Smith, 1979).

El valor calòric (Vc) per ítem d'aliment consumit s'expressa a la Taula 2. El pinyó de pi pinyer és el que té el valor menor, seguit del gàbul de xiprer amb un valor intermedi i superat per les glans de roure i d'alzina i per la pinya de pi blanc. Cal tenir present que les glans de roure i d'alzina contenen aproximadament un 2.9-6% (segons spp.) de tanins (Smith & Follmer, 1972) que s'acumulen a la part basal i que en concentracions elevades poden ser tòxics (Steele & Smallwood, 1994) i fan que aquests fruits siguin consumits parcialment.

D'entre els ítems de valor calòric més elevat les glans d'alzina i de roure només estan disponibles temporalment durant la tardor (3 mesos), mentre que la pinya de pi blanc està disponible al llarg de tot l'any (14 mesos; Fig. 1), i aquesta diferència en la disponibilitat al llarg de l'any (predictibilitat) atorga la màxima importància al fruit del pi blanc, especialment com més abundant sigui aquesta espècie.

D'entre els ítems de valor calòric més reduït el gàbul de xiprer està disponible al llarg de tot l'any (14 mesos), mentre que el pinyó de pi pinyer només està disponible (aprox. 6-8 mesos) des de la dehiscència parcial de les pinyes (hivern-primavera) fins la dehiscència total (estiu-tardor). El baix valor calòric del gàbul de xiprer i del pinyó de pi pinyer atorga una importància calòrica reduïda a aquests fruits, però tenen una importància notable a causa de la seva disponibilitat temporal (primavera-estiu) quan escasseja l'aliment predictable d'alt poder energètic que proporciona el pi blanc.

### **3.3. Índex d'abundància d'aliment (d'alt poder energètic) per hàbitat (Aa)**

Al parc urbà (Taula 3) la producció d'aliment predictable del període 92 va ser 2.33 vegades superior a la dels períodes 93 i 94 (relació 1: 0.43), i entre aquests dos últims períodes la producció va ser semblant. La producció d'aliment no predictable va ser semblant en els períodes 92 i 93 però va ser 30.41 vegades superior en el període 94 (relació 1:0.03). Valorant conjuntament l'aliment predictable, i el no predictable es pot dir que el període 92 va tenir una producció alta, el període 93 una producció moderada i el període 94 una producció baixa.

Al bosc mediterrani (Taula 3) la producció d'aliment predictable segueix una evolució entre anys semblant a la del parc urbà, amb valors 2.43 vegades superiors en el període 92 respecte del 93 i 94 (relació 1: 0.41), mentre que és semblant entre aquests dos últims períodes. En relació a la producció d'aliment no predictable, la situació canvia i el període 93 es caracteritza per una producció molt baixa (3.57 vegades menor) respecte al període 92, tot i que és superior a la del període 94 (14.86 vegades superior). Valorant conjuntament l'aliment predictable i el no predictable es pot dir que el període 92 va tenir

una producció alta, el període 93 una producció moderada i el període 94 una producció baixa.

Tenint en compte els períodes 92, 93 i 94, el parc urbà produeix 1.46 vegades més aliment predictable que el bosc mediterrani (relació parc:bosc, 1:0.69) i aquesta tendència es dóna en tots els períodes estudiats (Taula 3). El bosc mediterrani produeix (valors mínims si es té en compte que no s'han comptabilitzat les alzines i roures cd 1, que són el 75% i el 60% respectivament de la totalitat d'arbres de cada espècie) 1.76 vegades més aliment no predictable que el parc urbà (relació parc:bosc, 1:1.76), i aquesta tendència es dóna en tots els períodes estudiats, excepte el període 93 (Taula 3).

**Taula 3.** Índex (kcal) de disponibilitat d'aliment (d'alt poder energètic) per hàbitat (*Aa*), agrupat segons la predictibilitat del tipus d'aliment, per espècies d'arbres (cd 2 i 3, amb  $\phi$  tronc > 10 cm; Taula 1), i per períodes (any biològic = octubre-setembre de l'any següent). S'obté amb la fórmula següent per a cada espècie d'arbre: *Aa* = (*d*) abundància relativa (*Ar*) de les espècies d'arbres de mida cd 2 i 3 (Taula 1) x (*e*) nombre d'ítems d'aliment (pinyes, gàlbuls o glans) recollits per període (de les espècies d'arbre d'interès alimentari per a l'esquirol, de mida cd 2 i 3) x (*f*) valor calòric (*Vc*) dels ítems d'aliment (Taula 2). Aliment predictable = llavors d'arbres F. *Pinaceae* i F. *Cupressaceae* disponibles tot l'any com a ítems d'aliment; aliment no predictable = llavors d'arbres F. *Fagaceae*, gènere *Quercus*, disponibles temporalment durant la tardor com a ítems d'aliment.

	Aliment principal predictable (F. <i>Pinaceae</i> i F. <i>Cupressaceae</i> )				Aliment principal no predictable (F. <i>Fagaceae</i> )			Total
	Pi blanc	Pi pinyer	Xiprer	Subtotal	Alzina	Roure	Subtotal	
	<i>P.</i> <i>halepensis</i>	<i>P.</i> <i>pineae</i>	<i>C.</i> <i>sempervirens</i>		<i>Q.</i> <i>ilex</i>	<i>Q.</i> x <i>cerrioides</i>		
<b>Parc urbà</b>								
Període 92	22229	2108	1584	25921	69046	1380	70426	96347
Període 93	9924	187	510	10621	53279	4914	58193	68814
Període 94	9130	445	275	9850	1812	303	2115	11965
Períodes ( $\bar{x}$ )	13761	913	790	15464	41379	2199	43578	59402
<b>Bosc mediterrani</b>								
Període 92	15810	2603	---	18413	173198	3755	176953	195366
Període 93	5580	97	---	5677	36144	13370	49514	55191
Període 94	7440	280	---	7720	2507	824	3331	11051
Períodes ( $\bar{x}$ )	9610	993	---	10603	70616	5983	76599	87203
<b>Relació parc:bosc</b>								
Període 92	1:0.71	1:1.23	---	1:0.71	1:2.51	1:2.72	1:2.51	1:2.03
Període 93	1:0.56	1:0.52	---	1:0.53	1:0.68	1:2.72	1:0.85	1:0.80
Període 94	1:0.81	1:0.63	---	1:0.78	1:1.38	1:2.72	1:1.57	1:0.92
Períodes ( $\bar{x}$ )	1:0.70	1:1.09	---	1:0.69	1:1.71	1:2.72	1:1.76	1:1.48

En el període 92 es produeix una anyada bona de llavors en ambdós hàbitats (Taula 3) i és un període amb molta abundància d'aliment predictable i no predictable, mentre que la producció dels períodes 93 i 94 és menor.

La producció elevada de pinyes (i glans) del període 92 devia estar afavorida per l'existència de condicions meteorològiques favorables (Fober, 1976) durant els anys precedents (89 i 90).

### **3.4. Consum estacional i anyal de pinyes de *P. halepensis* i producció pinyes per classes diamètriques dels pins**

En ambdós hàbitats (Taula 4) durant el període 92 es van consumir més pinyes que durant el període 93 (relació període 92:període 93, parc, 1:0.57, bosc 1:0.31) a causa d'una producció més elevada de pinyes (Taula 3).

En el període 92 és produeix (ambdós hàbitats) una davallada en el consum de pinyes de *P. halepensis* (Taula 4) a la primavera, mentre que en el període 93 es produeix a l'estiu al parc urbà i podria considerar-se que també succeeix a l'estiu al bosc mediterrani (no es coneixen les causes que provoquen valors extremadament baixos durant la tardor i l'hivern). En ambdós hàbitats (període 92 i 93) els pins blancs mitjans i grans (cd 2 i 3) produeixen la totalitat de les pinyes (Taula 4): el 100 % de les pinyes dels pins blancs al parc i el 97.93% al bosc mediterrani. En ambdós hàbitats (període 92 i 93) els pins més grans (cd 3) són els que produeixen més pinyes: el 80 % de la producció dels pins blancs al parc i el 90 % al bosc mediterrani.

**Taula 4.** Índex de consum estacional i anual de pinyes de *P. halepensis*, per període (any biològic = octubre-setembre de l'any següent inclòs), i per classe diamètrica dels pins. L'índex expressa el nombre de pinyes menjades (totalment o parcialment) pels esquirols, que han estat recollides setmanalment sota la capçada de cada pi (mida mostral = cinc pins de cada classe diamètrica, cd 1, 2 i 3). (Prim. = primavera).

	Període 92					Període 93					Períodes 92-93
	Tardor	Hivern	Prim.	Estiu	Total	Tardor	Hivern	Prim.	Estiu	Total	$\bar{x}$
<b>Parc urbà</b>											
cd 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
cd 2	64	150	21	22	257	54	65	38	36	193	225
cd 3	102	928	49	96	1175	126	170	211	113	620	897.5
<b>Total</b>	<b>166</b>	<b>1078</b>	<b>70</b>	<b>118</b>	<b>1432</b>	<b>180</b>	<b>235</b>	<b>249</b>	<b>149</b>	<b>813</b>	<b>1122.5</b>
<b>Bosc mediterrani</b>											
cd 1	1	4	16	1	22	0	0	1	1	2	12
cd 2	20	5	16	31	72	8	2	8	0	18	45
cd 3	197	182	109	302	790	13	9	153	79	254	522
<b>Total</b>	<b>218</b>	<b>191</b>	<b>141</b>	<b>334</b>	<b>884</b>	<b>21</b>	<b>11</b>	<b>162</b>	<b>80</b>	<b>274</b>	<b>579</b>
<b>Relació (cd 1, 2 i 3) parc:bosc</b>											
	1:1.31	1:0.18	1:2.01	1:2.83	1:0.62	1:0.12	1:0.05	1:0.65	1:0.54	1:0.34	1:0.52

### **3.5. Caracterització i distribució espacial (I) de l'aliment predictable de *P. halepensis***

L'anàlisi de les variables és especialment important per als pins mitjans i grans (cd 2 i 3) que són els que produeixen la major part de l'aliment predictable (Taula 4).

No hi ha diferències entre hàbitats en el diàmetre del tronc dels pins cd 1 i 3, però hi ha diferències en els pins cd 2, que són majors al bosc mediterrani (Taula 5a).

No hi ha diferències entre hàbitats en la densitat de pins en cap classe diamètrica (cd 1, 2 i 3) (Taula 5b).

La distribució espacial dels pins (cd 1, 2 i 3) és agregada en ambdós hàbitats i assoleix un índex de dispersió superior en el parc urbà en totes les classes diamètriques (relació parc:bosc, cd 2, 1:0.29, cd 3, 1:0.68; Taula 5c).

No hi ha diferències entre hàbitats en la distància al pi (cd 3) més proper (Taula 5d).

Taula 5. Mitjana ( $\bar{x}$ ) desviació estàndard (s) i anàlisis (prova t de Student o  $\chi^2$ ) de quatre variables referides al pi blanc, *P. halepensis*, (en ambdós hàbitats) agrupats per classes diamètriques (cd 1, 2 i 3). Basat en el mostratge de cinc parcel·les al parc i quinze al bosc, de 25 x 25 m. Variables: (a) diàmetre del tronc, (b) densitat d'arbres, (c) distribució espacial ( $I$  = Índex de dispersió) i (d) distància al més proper (cd3). (n = mida mostral).

**(a) Diàmetre tronc pins blanc per parcel·la**

	cd 1			cd 2			cd 3			total		
	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s
Parc urbà	7	8.55	1.40	48	19.09	5.43	24	41.61	10.97	79	25.00	13.57
Bosc mediterrani	7	7.91	1.29	64	21.66	5.53	47	37.88	6.66	118	27.31	10.90
	t	df	P	t	df	P	t	df	P			
	0.88	12	0.395	2.45	110	0.016*	1.53	69	0.137			

\* P < 0.05 (correcció de Chandler)

**(b) Densitat i (c) distribució espacial pins blancs per parcel·la**

(b)	cd 1		cd 2		cd 3		total		
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	
Parc urbà	1.40	2.61	9.60	12.97	4.80	4.02	15.80	16.42	
Bosc mediterrani	0.47	1.36	4.27	4.68	3.13	2.67	7.87	6.49	
	t	df	P	t	df	P	t	df	P
	1.05	18	0.306	0.90	18	0.415	1.07	18	0.300

**(c)**

	$I$	df	$\chi^2$	$I$	df	$\chi^2$	$I$	df	$\chi^2$
Parc urbà	4.86	4	19.44*	17.52	4	70.08*	3.37	4	13.48*
Bosc mediterrani	3.93	14	55.02*	5.13	14	71.82*	2.28	14	31.92*
Relació parc:bosc	1:0.81			1:0.29			1:0.68		

\* distribució espacial agregada

**(d) Distància pi blanc (cd 3) més proper per parcel·la**

	n	$\bar{x}$	s	t	df	P
Parc urbà	20	10.19	6.43			
Bosc mediterrani	35	9.87	4.65	0.21	53	0.834



### **3.6. Fenologia de la fructificació i disponibilitat contínua de pinyes de *P. halepensis***

El pi blanc té variabilitat entre anys (fins a dos mesos) en la disponibilitat de les pinyes de l'any (pinyes formades en procés de maduració; Cardona, 1972). En determinats anys, durant el maig-juliol (1993) els esquirols disposen de menys aliment d'alt poder energètic en forma de pinyes (a causa del consum fet durant els mesos precedents) excepte si es produeix un avançament en la fructificació (1992) de les pinyes (Fig. 1). L'any 1992 es va avançar la fructificació de les pinyes i ja estaven disponibles (pinyes formades en procés de maduració) a finals de maig (el període de manca d'aliment procedent de llavors d'arbres es va produir entre finals d'abril-finals de maig), mentre que l'any 1993 estaven disponibles a finals de juliol (el període de manca d'aliment procedent de llavors d'arbres es va produir entre finals d'abril-finals de juliol), dos mesos més tard (Fig. 1). S'ha de tenir en compte però; que la maduració de les pinyes és asincrònica (obs. pers.) i, per tant, també ho és la seva disponibilitat, cosa que provoca que durant els mesos en què s'inicia la maduració de les pinyes (juny-agost), només n'hi hagi de madures en alguns pins, en els quals es concentren determinats esquirols. La resta de la població tindrà accés a les pinyes 2-3 setmanes després, quan hagin madurat les pinyes de la majoria dels pins (obs. pers.). A partir del moment en què totes les pinyes estan madures (agost), són consumides pels esquirols i tenen una disponibilitat decreixent en el temps (Fig. 1).

En ambdós hàbitats la predictibilitat de l'aliment principal d'alt poder energètic és contínua (Fig. 1; 14 mesos) i difereix de la predictibilitat en hàbitats continus de coníferes (dominats per pi roig, *P. sylvestris*, pinassa, *P. nigra* i pícea, *Picea abies*) d'Europa central (10 mesos; Wauters & Dhondt, 1992). A partir d'agost-setembre les pinyes madures ja estan disponibles i perduren tancades al pi com a mínim fins 14 mesos després (octubre-desembre de l'any següent), quan se'n produeix la dehiscència i la dispersió posterior dels pinyons (Fig. 1). El consum de pinyes al llarg de l'any provoca que els mesos de maig-juliol disposin de menys aliment d'alt poder energètic (especialment si hi ha hagut altes densitats d'esquirols durant el període), cosa que pot provocar un esgotament de les pinyes (primavera 92, parc urbà) i un avançament del període de manca d'aliment, que obliga els esquirols a cercar aliments alternatius (excepte si es produeix un avançament en la fructificació de les pinyes).

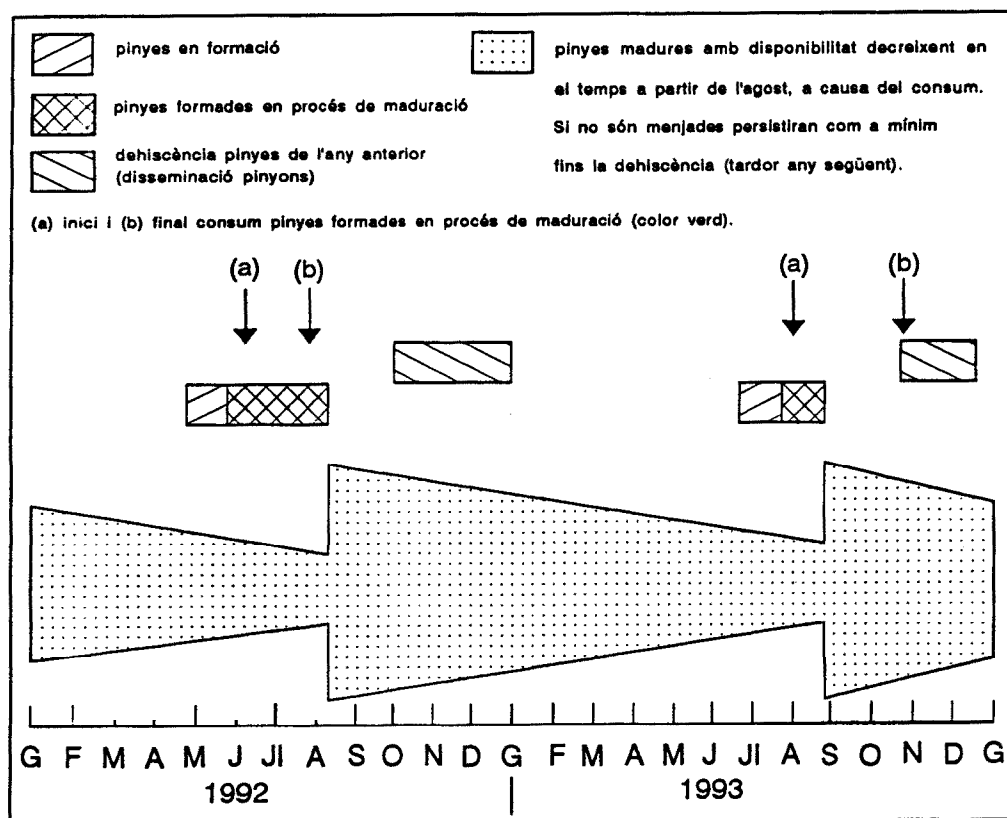


Fig. 1. Cicle fenològic simplificat del fruit de pi blanc, *P. halepensis*, (l'any de formació i maduració de les pinyes i l'any següent en què es produeix la dehisència de les pinyes i la posterior disseminació dels pinyons a la tardor) amb detall del moment en què els esquiroles (amb collar amb radioemissor) menjen les (a) primeres i les (b) últimes pinyes de l'any formades i en procés de maduració (caracteritzades per una coloració verda). L'endarreriment de (b) l'any 1993 és causat pel fet que la maduració és asincrònica i s'endarrereix en alguns pins. (Adaptat de Cardona, 1972).

La dehisència i dispersió posterior de llavors en *P. halepensis* sembla estar adaptada a la climatologia mediterrània. Es produeix en els mesos de tardor, quan les llavors tenen més probabilitats de germinar (Roldan, com. pers.) perquè el sòl té el grau d'humitat més elevat del cicle anual (pluviositat màxima) i les temperatures encara són relativament altes. Durant l'estudi va haver-hi una anyada bona de pinyes de *P. halepensis* en el període 92, tot i que es considera que les espècies del gènere *Pinus* tenen una productivitat de llavors relativament regular al llarg dels anys, que s'associa amb la tolerància als factors meteorològics (Ruiz, 1971; Fober, 1976) i en el cas de *P. halepensis* també es pot associar amb l'adaptació als incendis, que provocaria una estratègia de produccions relativament regulars de pinyes entre anys (Benkman, 1989).

### 3.7. Pressió de depredació

Al parc urbà només hi ha una espècie resident de depredador (terrestre o aeri) potencial d'esquirols: el gat domèstic, *Felis silvestris catus*. Les seves accions són ocasionals i incideixen en esquirols joves (Batllori, com. pers.; obs. pers.).

Al bosc mediterrani hi ha sis espècies residents de depredadors (terrestres i aeris) potencials dels esquirols. Entre els depredadors aeris hi ha l'astor, *Accipiter gentilis*, l'aligot, *Buteo buteo*, i l'esparver, *A. nisus*. Entre els depredadors terrestres (depreden esquirols adults i també les cries quan estan al niu) hi ha la geneta, *Genetta genetta* (capturada amb paranys de viu), la fagina, *Martes foina*, i el gat domèstic, *F. silvestris catus*.

La guineu, *Vulpes vulpes*, i la mostela, *Mustela nivalis*, hi són presents però es considera que no incideixen en les poblacions d'esquirols, en el primer cas a causa de les tècniques de caça emprades i en el segon s'hi afegeix, a més, que assoleix densitats molt baixes.

### 3.8. Competència interespecífica per l'aliment principal

#### 3.8.1. Predictible

Al parc urbà no hi ha competència interespecífica per les pinyes de pi blanc amb cap espècie ni en cap moment del cicle anual. No s'ha observat que les espècies d'aus sedentàries, que podrien ser competidores potencials, s'alimentin de pinyes de pi blanc. Només després de la dehiscència de les pinyes a la tardor, alguns pàrids (mallerenga carbonera, *Parus major*, mallerenga petita, *P. ater*, mallerenga emplomallada, *P. cristatus*) i fringíl·lids (cadenera, *Carduelis carduelis*) s'alimenten dels pinyons (Batllori, com. pers.), però no representen una competència real ja que no tenen capacitat pròpia per obrir la pinya i d'altra banda el fenomen es produeix en un moment en què els esquirols ja tenen disponibles les noves pinyes de l'any. Tampocs'han produït irrupcions irregulars massives del trencapinyes comú, *Loxia curvirostra*, que s'ha observat alimentant-se de pinyes de pi blanc i de gàlbuls de xiprer (Romero, com. pers.).

Al bosc mediterrani no hi ha competència interespecífica per les pinyes de pi blanc amb cap espècie ni en cap moment del cicle anual. Tal com succeeix al parc urbà, les aus sedentàries no competeixen amb els esquirols per aquest aliment i no s'ha produït cap irrupció nombrosa de trencapinyes comú, *L. curvirostra*.

### 3.8.2. No predictable

Al parc urbà no hi ha competència interespecífica remarcable per les glans d'alzina o de roure. Quan les glans estan madures a l'arbre únicament poden ser menjades per el gaig, *Garrulus glandarius* i el tudó, *Columba palumbus*, però com que aquestes espècies no assoleixen densitats elevades, no s'han de tenir en compte. Quan les glans madures han caigut de l'arbre poden ser menjades a terra per les aus citades anteriorment i també pel ratolí de bosc, *Apodemus sylvaticus*, que assoleix densitats baixes en aquest hàbitat (dades inèdites basades en el trampeig).

Al bosc mediterrani no hi ha competència interespecífica remarcable per les glans d'alzina o de roure. Quan les glans estan madures a l'arbre únicament poden ser menjades pel gaig, *G. glandarius*, i el tudó, *C. palumbus*, però com que aquestes espècies no assoleixen densitats elevades, no s'han de tenir en compte. Quan les glans madures han caigut de l'arbre poden ser menjades a terra per les aus citades anteriorment i també pel ratolí de bosc, *A. sylvaticus*, que assoleix densitats moderades en aquest hàbitat (dades inèdites basades en el trampeig) i pel porc senglar, *Sus scrofa*, que hi resideix i assoleix densitats altes.

### 3.9. Aïllament poblacional (*Ia*)

L'índex d'aïllament poblacional (*Ia*) del parc urbà és molt superior (75) al del bosc mediterrani (0).

Si únicament es té en compte el perímetre de la malla de trampeig sense continuïtat forestal, el grau d'aïllament també és molt superior en el parc urbà (parc = 90.9% d'un perímetre de 1100 m; bosc = 0% d'un perímetre de 1600 m).

### 3.10. Meteorologia

S'han caracteritzat meteorològicament ambdós hàbitats (Taules 6 i 7) i s'han fet tres estudis:

l) comparació respecte de la meteorologia mediterrània típica (en cada hàbitat) per al conjunt del període d'estudi.

S'ha comprovat que durant els tres anys d'estudi (91-93) les variables meteorològiques han mantingut uns valors molt similars als del període de referència de cada hàbitat. Les diferències pel que fa a les temperatures mai superen els 2 °C en cap

**hàbitat ni en cap estació i es detecta que actualment les temperatures són lleugerament superiors respecte dels anys de referència (ambdós hàbitats).**

**II) variacions entre hàbitats per estacions durant cada any del període d'estudi.**

**No hi ha diferències remarcables entre els valors estacionals d'ambdós hàbitats. En cap estació no es produeixen diferències de temperatures superiors a 2 °C i es detecta que les temperatures són lleugerament més baixes al bosc mediterrani.**

**III) variacions entre anys per estacions en cada hàbitat.**

**Segueixen la mateixa tendència en ambdós hàbitats. La primavera 92 i l'estiu 93 van ser més plujoses del que calia esperar, mentre que les tardors 92 i 93 i l'hivern 93 va ploure menys del que era esperable. L'any 1991 és el que segueix més fidelment la tendència general característica de cada una de les àrees d'estudi.**

**Taula 6.** Mitjanes ( $\bar{x}$ ) i desviació estàndard (s) de les temperatures (°C), de la precipitació (mm), del nombre de dies de pluja, (anys 1984–1988) i de la velocitat màxima del vent (km/h) (anys 1985–1990), que permeten establir les característiques meteorològiques de l'hàbitat estudiat (període de referència), i dels anys en què s'ha realitzat l'estudi (1991–1993), agrupades per trimestres. Les dades procedeixen de l'estació meteorològica del Instituto Nacional de Meteorología, que és la referència utilitzada a l'hàbitat del parc urbà. Realitzat a partir dels valors mensuals. (N. = núm.)

**Període de referència**

**Anys 1984–1988** (Temperatures, precipitació i núm. dies de pluja)

**Anys 1985–1990** (Vel. màx. vent)

	Gener–Març		Abril–Juny		Juliol–Setembre		Octubre–Desembre		Total	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
T. mitjana	9.90	1.94	16.22	2.90	23.20	1.64	13.06	3.36	15.29	5.52
T. mitjana màx.	13.85	2.38	20.97	3.01	27.75	1.81	16.61	3.44	19.49	5.89
T. mitjana mín.	5.95	1.57	11.49	2.78	18.65	1.49	9.52	3.32	11.09	5.20
Precipitació	46.19	45.80	40.29	28.89	42.32	36.60	94.32	97.04	57.39	62.77
N. dies pluja	9.00	3.71	8.13	2.17	7.25	2.87	9.40	3.06	8.53	3.04
Vel. màx. vent	70.22	12.43	54.61	11.48	52.33	10.35	60.00	8.22	59.28	12.64

**Any 1991**

	Gener–Març		Abril–Juny		Juliol–Setembre		Octubre–Desembre		Total	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
T. mitjana	10.70	2.08	16.37	4.01	24.70	1.44	12.97	3.42	16.18	6.09
T. mitjana màx.	13.87	2.29	20.63	4.02	28.93	1.50	16.10	4.11	19.88	6.61
T. mitjana mín.	7.47	1.99	12.10	3.99	20.50	1.45	9.83	2.64	12.48	5.62
Precipitació	65.93	30.16	53.77	60.23	38.67	31.27	93.13	44.49	62.88	42.40
N. dies pluja	10.00	1.00	7.67	4.16	6.00	2.65	6.33	1.15	7.50	2.75
Vel. màx. vent	57.67	5.51	60.67	3.51	51.00	5.20	59.33	10.02	57.17	6.78

Any 1992

	Gener-Març		Abril-Juny		Juliol-Setembre		Octubre-Desembre		Total	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
T. mitjana	10.37	2.00	17.40	2.34	23.37	1.95	13.33	2.49	16.12	5.43
T. mitjana màx.	13.87	2.55	21.70	1.92	27.37	2.30	16.47	3.03	19.85	5.81
T. mitjana mín.	6.38	1.50	13.13	2.80	19.37	1.60	10.27	1.93	12.40	5.10
Precipitació	29.37	21.89	78.37	54.80	39.83	25.36	35.37	48.38	45.73	39.72
N. dies pluja	5.33	2.08	11.33	4.51	5.67	1.15	6.67	4.51	7.25	3.84
Vel. màx. vent	60.00	2.65	54.33	3.51	47.67	6.66	61.67	10.97	55.92	8.14

Any 1993

	Gener-Març		Abril-Juny		Juliol-Setembre		Octubre-Desembre		Total	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
T. mitjana	10.37	0.99	17.23	4.99	22.80	2.23	12.70	2.67	15.78	5.61
T. mitjana màx.	13.87	1.17	21.00	5.79	27.00	2.52	15.73	2.97	19.40	6.13
T. mitjana mín.	6.83	0.75	13.43	4.31	18.53	1.94	9.70	2.46	12.13	5.12
Precipitació	42.57	49.31	32.07	34.16	100.50	95.88	53.10	52.90	57.06	59.84
N. dies pluja	5.67	5.51	9.00	4.58	6.33	0.58	11.00	8.66	8.00	5.29
Vel. màx. vent	61.67	3.21	48.67	3.06	57.00	7.21	66.67	8.00	58.50	8.53

Anys 1991-1993

	Gener-Març		Abril-Juny		Juliol-Setembre		Octubre-Desembre		Total	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
T. mitjana	10.48	1.53	17.00	1.15	23.62	1.85	13.00	2.52	16.02	5.55
T. mitjana màx.	13.87	1.81	21.11	1.23	27.77	2.07	16.10	2.97	19.71	6.01
T. mitjana mín.	7.04	1.34	12.89	1.10	19.47	1.69	9.93	2.06	12.33	5.14
Precipitació	45.96	34.82	54.73	16.17	59.67	60.35	60.53	49.36	55.22	47.31
N. dies pluja	7.00	3.74	9.33	1.38	6.00	1.50	8.00	5.41	7.58	3.99
Vel. màx. vent	59.78	3.87	54.56	1.99	51.89	6.90	62.56	9.06	57.19	7.70

**Taula 7.** Mitjanes ( $\bar{x}$ ) i desviació estàndard (s) de les temperatures ( $^{\circ}\text{C}$ ), de la precipitació (mm), del nombre de dies de pluja, (anys 1967–1990) i de la velocitat màxima del vent (km/h) (anys 1982–1990), que permeten establir les característiques meteorològiques de l'hàbitat estudiat (període de referència), i dels anys en què s'ha realitzat l'estudi (1991–1993), agrupades per trimestres. Les dades procedeixen de l'Observatori Fabra, que és la referència utilitzada per a l'hàbitat de bosc mediterrani. Realitzat a partir dels valors mensuals. (N. = núm.)

**Període de referència**

Anys 1967–1990 (Temperatura, precipitació i núm. dies de pluja)

Anys 1982–1990 (Vel. màx. vent)

	Gener–Març		Abril–Juny		Juliol–Setembre		Octubre–Desembre		Total	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
T. mitjana	8.61	1.59	15.60	3.17	21.96	1.97	11.81	3.43	14.51	5.65
T. mitjana màx.	11.87	1.82	19.08	3.37	26.16	2.39	14.70	3.61	18.12	6.17
T. mitjana mín.	5.34	1.47	11.48	3.03	17.75	1.62	8.90	3.30	10.98	5.18
Precipitació	42.85	46.44	57.17	42.20	44.91	41.27	75.18	79.57	54.85	55.64
N. dies pluja	6.58	5.42	8.97	5.39	6.64	3.99	7.26	4.44	7.36	4.91
Vel. màx. vent	99.52	22.64	86.70	22.40	83.15	21.68	100.96	24.49	92.20	23.76

**Any 1991**

	Gener–Març		Abril–Juny		Juliol–Setembre		Octubre–Desembre		Total	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
T. mitjana	9.20	2.17	14.77	4.11	23.27	1.46	11.30	3.24	14.63	6.13
T. mitjana màx.	12.13	2.49	18.97	4.17	27.60	1.65	14.33	3.73	18.26	6.76
T. mitjana mín.	6.27	1.87	10.53	4.05	18.97	1.29	8.23	2.71	11.00	5.55
Precipitació	68.40	26.29	65.17	74.07	37.07	28.91	102.47	60.51	68.28	50.28
N. dies pluja	9.67	1.53	7.00	3.61	5.67	2.08	7.00	1.73	7.33	2.53
Vel. màx. vent	81.67	5.13	65.67	7.02	70.67	4.62	68.67	9.07	71.67	8.51



Any 1992

	Gener-Març		Abril-Juny		Juliol-Setembre		Octubre-Desembre		Total	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
T. mitjana	8.90	1.95	16.03	2.20	22.03	2.00	12.13	2.67	14.78	5.45
T. mitjana màx.	12.17	2.40	19.93	1.94	25.83	2.30	15.13	3.19	18.27	5.81
T. mitjana mín.	5.60	1.45	12.10	2.43	18.23	1.72	9.13	2.14	11.27	5.12
Precipitació	27.63	19.42	94.57	64.91	46.33	22.61	29.90	36.27	49.61	44.26
N. dies pluja	6.33	3.79	10.67	5.03	5.67	1.15	7.33	5.51	7.50	4.12
Vel. màx. vent	75.33	19.09	73.33	14.43	72.00	0.00	53.67	12.90	68.27	15.40

Any 1993

	Gener-Març		Abril-Juny		Juliol-Setembre		Octubre-Desembre		Total	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
T. mitjana	9.13	1.11	16.80	4.25	21.80	2.42	11.27	2.59	14.75	5.69
T. mitjana màx.	12.27	1.36	21.07	4.45	26.37	2.87	14.20	2.79	18.48	6.42
T. mitjana mín.	5.93	0.81	12.47	4.05	17.23	2.07	8.27	2.40	10.98	5.02
Precipitació	40.47	49.88	43.80	48.14	109.77	121.22	31.50	30.58	56.38	69.09
N. dies pluja	4.33	4.04	9.67	5.86	6.67	1.53	9.33	7.37	7.50	4.96
Vel. màx. vent	-----	-----	-----	-----	76.00	0.00	75.50	4.95	75.67	3.51

Anys 1991-1993

	Gener-Març		Abril-Juny		Juliol-Setembre		Octubre-Desembre		Total	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
T. mitjana	9.08	1.57	15.87	3.28	22.37	1.86	11.57	2.50	14.72	5.60
T. mitjana màx.	12.19	1.86	19.99	3.33	26.60	2.17	14.56	2.86	18.33	6.16
T. mitjana mín.	5.93	1.28	11.70	3.23	18.14	1.67	8.54	2.15	11.08	5.08
Precipitació	45.50	34.86	67.84	59.09	64.39	72.00	54.62	52.59	58.09	54.51
N. dies pluja	6.78	3.70	9.11	4.57	6.00	1.50	7.89	4.81	7.44	3.89
Vel. màx. vent	78.50	12.97	69.50	10.99	72.00	3.58	64.75	12.91	70.69	11.56

## 4. CONCLUSIONS

### 1) Diferències entre hàbitats

S'expressen a la Taula 8.

#### a) Índex de diversitat d'espècies d'arbres ( $H'$ ).

L'índex superior que presenta el parc urbà (relació 1:0.75) ha de tenir importància durant els períodes de mancança d'aliment d'alt poder energètic (primavera-estiu), en què poden mancar les pinyes de pi blanc a causa del consum realitzat durant els mesos precedents.

#### b) Abundància i distribució espacial ( $I$ ) de l'aliment predictable.

El parc urbà (en el conjunt dels períodes estudiats i en cada període) és l'hàbitat en el qual l'aliment predictable, que és un factor notable que determina la qualitat de l'hàbitat (Wauters et al., 1995), és més abundant (1.46 vegades superior) que en el bosc mediterrani. Aquesta diferència és deguda a un major índex de producció de pinyes per pi blanc al parc urbà (relació parc:bosc, abundància relativa de pins cd 2 i 3, 1:1.17, Taula 1; producció de pinyes de pins cd 2 i 3, 1:0.69, Taula 3) que ha d'estar influenciada pel reg, l'abonament i les podes basals.

El parc urbà és l'hàbitat en el qual l'índex d'agregació (distribució agregada) de l'aliment predictable (pins blancs) és superior (relació parc:bosc cd 2, 1:0.29; relació parc:bosc cd 3, 1:0.68; Taula 5c) al del bosc mediterrani.

#### c) Abundància de l'aliment no predictable.

El bosc mediterrani en té una producció superior (1.76 vegades superior), però aquest aliment no determina la qualitat de l'hàbitat al llarg de l'any, perquè únicament està disponible durant la tardor (3 mesos) quan, a més, també abunden altres tipus d'aliment. Aquesta diferència és deguda a un major índex de producció de glans per alzina al bosc mediterrani (relació parc:bosc, abundància relativa de pins cd 2 i 3, 1:1.15, Taula 1; producció de glans d'arbres cd 2 i 3, 1:1.71, Taula 3) que s'associa amb la ubicació de les més madures prop dels torrents (s'acumula un major grau d'humitat al sòl).

#### d) Pressió de depredació.

Al parc urbà hi ha menor pressió de depredació (relació parc:bosc 1:6).

#### e) Aïllament poblacional.

Al parc urbà hi ha un índex d'aïllament poblacional molt superior (índex parc = 75; índex bosc = 0).

**Taula 8.** Característiques dels hàbitats estudiats i relació entre hàbitats per a cada variable. Aliment d'alt poder energètic predic. = llavors d'arbres *F. Pinaceae* i *F. Cupressaceae* disponibles tot l'any com a ítems d'aliment; aliment d'alt poder energètic no predic. = llavors d'arbres *F. Fagaceae*, gènere *Quercus*, disponibles temporalment durant la tardor com a ítems d'aliment).

Descripció general		Índex ( $\bar{x}$ ) abund. aliment (4a) període 92-94 <sup>(6)</sup>	Característiques i distribució aliment predictible (pins blancs, cd3) <sup>(7)</sup>		Pressió depredació	Compet. Interesp. <sup>(8)</sup>	Aïllament població	Explotació						
Hàbitat	Tipus bosc <sup>(1)</sup>	Mida (ha) <sup>(4)</sup>	Diversitat arbres ( <i>H'</i> ) <sup>(5)</sup>	Predic. (kcal/hàbitat)	No predic.	$\phi$ mitjà (cm)	N. mitjà	Dispersió ( <i>I</i> )	Distància (m) més proper ( $\bar{x}$ )	Aèria i terrestre	Pinyes pi blanc	<i>Ia</i> <sup>(9)</sup>	caça forestal	
Parc urbà <sup>(1)</sup>	Madur <i>Pinus</i> spp. (54%) & <i>Quercus</i> spp. (24%)	10.89	2.36	15464	43578	41.61	4.80	3.37#	10.19	1	0	75 *	0	0
Bosc medit. <sup>(2)</sup>	Madur <i>Pinus</i> spp. (57%) & <i>Quercus</i> spp. (35%)	37.77	1.77	10603	76600	37.88	3.13	2.28#	9.87	6	0	0 **	0	0
Relació parc:bosc		1:3.47	1:0.75	1:0.69	1:1.76	1:0.91	1:0.65	1:0.68	1:0.97	1:6	0:0	1:0	0:0	0:0

(1) Lat. 41° 25' N, Long. 2° 10' E; orientació SE; alçada mitjana 190 m s.n.m.; (2) Lat. 41° 28' N, Long. 2° 9' E; orientació NE; alçada mitjana 150 m s.n.m.; (3) Basat en *Ar* per classes diamètriques 2 i 3, excloent *P. radiata*, al bosc perquè no forma part de la dieta alimentària. Extret de Taula 1; (4) Inclou l'àrea d'influència; (5) Per a cd 1, 2 i 3; (6) Extret de Taula 3; (7) Basat en parcel·les de 25 x 25 m. Extret de Taula 5; (8) Compet. Interesp. = Competència interespecífica; (9) *Ia* = Àrea malla trampeig/perímetre malla trampeig no comunicat amb hàbitat continu idoni per als esquirols.

(#) Dispersió espacial agregada; (\*) 90.9% d'aïllament en base al perímetre (1100 m) de la malla de trampeig; (\*\*) 0% d'aïllament en base al perímetre (1600 m) de la malla de trampeig.

## **II) Semblances entre hàbitats**

f) Medi físic (cobertura i llocs per ubicar els nius).

No hi ha diferències entre hàbitats.

g) Competència interespecífica per l'aliment previsible i no previsible.

A cap hàbitat es produeix.

h) Explotació d'esquirols (caça) i explotació forestal.

A cap hàbitat hi ha explotació d'esquirols per la caça ni explotació forestal.

i) Meteorologia.

Els valors que s'han produït en les variables estudiades estan dins els valors esperats, típics d'un clima mediterrani propi de la serra de Collserola, i es constata que no hi ha diferències remarcables entre ambdós hàbitats.

## **5. SUMARI**

**1.** L'any 92 es va produir una anyada bona (ambdós hàbitats) d'aliment predictable i no predictable.

**2.** El moment de la fructificació de l'aliment predictable pot variar anualment (fins a dos mesos), i les pinyes perduren disponibles als pins durant tot el cicle anyal (14 mesos). Ambdós hàbitats tenen predictibilitat d'aliment (d'alt poder energètic) contínua.

**3.** Els ítems d'aliment amb major valor calòric són la pinya de pi blanc (disponible tot l'any), i les glans d'aizina i de roure (disponibles temporalment durant la tardor).

**4.** L'hàbitat del parc urbà es diferencia de manera notòria del del bosc mediterrani per:

a) major diversitat d'espècies d'arbres (relació per a cd 1-3, parc:bosc 1:0.75),

b) major abundància d'aliment predictable (relació per a cd 2 i 3, parc:bosc 1:0.69; 1.46 vegades superior),

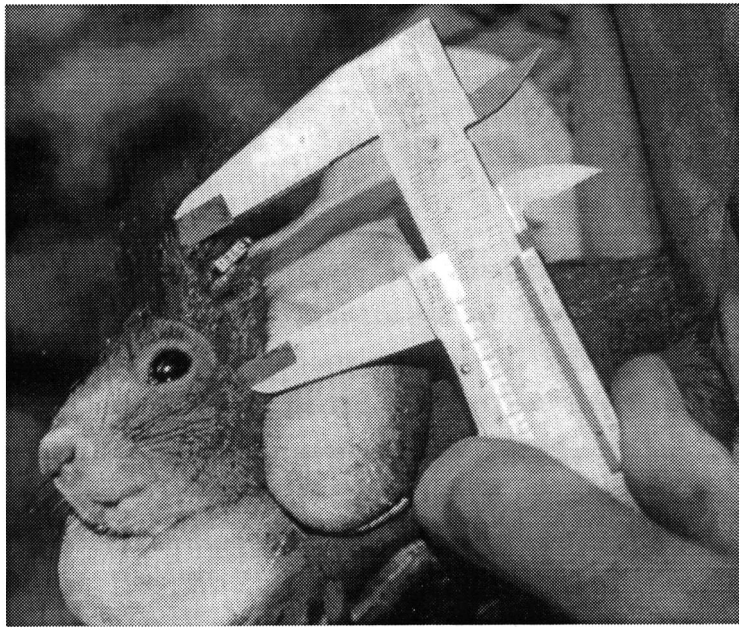
c) major índex d'agregació dels pins blancs cd 2 (relació parc:bosc 1:0.29) i cd 3 (relació parc:bosc 1:0.68),

d) menor abundància d'aliment no predictable (relació per a cd 2 i 3, parc:bosc 1:1.76; 1.76 vegades inferior),

e) menor pressió de depredació (relació parc:bosc 1:6), i

f) major aïllament poblacional (índex parc = 75; índex bosc = 0).





## **CAPÍTOL 1**

**Efecte de l'abundància d'aliment  
en les variables morfomètriques  
i el pes corporal**





## CAPÍTOL 1. EFECTE DE L'ABUNDÀNCIA D'ALIMENT EN LES VARIABLES MORFOMÈTRIQÜES I EL PES CORPORAL

### 1. INTRODUCCIÓ

La història natural dels mamífers rosegadors té respostes plàstiques que els permet adaptar-se als paràmetres ecològics dels hàbitats i especialment a la qualitat (Cole & Batzli, 1978; Bomford & Redhead, 1987) i a l'abundància d'aliment. Les variacions interpoblacionals en relació a l'abundància d'aliment poden manifestar-se en diferències en l'índex de creixement corporal (Batzli et al., 1977; Smollen & Keller, 1979; Sauer & Slade, 1986), en el pes corporal (Sullivan et al., 1983; Raylor, 1985; Dobson & Kjelgaard, 1985a; Wauters & Dhondt, 1989a; Sullivan, 1990) i en aspectes comportamentals en relació a l'ús de l'espai (Smith, 1968; Tamura et al., 1989; Wauters & Dhondt, 1992; Wauters et al., 1994). En els mamífers aquestes respostes adaptatives també poden estar influenciades per l'edat (Flowerdew, 1974; Clutton-Brock et al., 1987) i per les densitats de població (Batzli et al., 1977; Smollen & Keller, 1979; Sullivan & Sullivan, 1982; Albon et al., 1983; Sauer & Slade, 1986).

L'índex de creixement dóna informació sobre les condicions ambientals de l'hàbitat i sobre la competència intraespecífica.

El pes corporal dóna informació sobre la mida i la condició física de l'animal. Les diferències en el pes corporal que es produeixen entre esquirols interpoblacionalment i intrapoblacionalment, poden estar causades per diferències de mida, o per l'acumulació o manca de greix sota la pell (indica condició física). La capa de greix aïlla l'animal i és útil en èpoques en què disposa de menys temps per alimentar-se a causa de les condicions meteorològiques i, en el cas de les femelles, constitueix un valuós magatzem energètic durant la lactància i cura de les cries (Havera, 1979b; Wauters & Dhondt, 1989a; Humphries & Boutin 1996).

En els rosegadors de la F. *Sciuridae*, un pes corporal elevat és important en els contactes socials (els mascles més pesats són dominants; Wauters & Dhondt, 1989b) i està directament relacionat amb l'èxit de supervivència (Rush & Reeder, 1978; Sullivan & Sullivan, 1982; Sullivan et al., 1983; Halvorson & Engeman, 1983; Dobson & Kjelgaard, 1985a i b; Boutin 1990) i amb l'èxit reproductor (les femelles amb pes corporal més elevat tenen més probabilitats de reproduir-se; Wauters & Dhondt 1989b). Com a paràmetre poblacional el pes corporal pot tenir fluctuacions estacionals (Wauters & Dhondt, 1989a) causades per la disponibilitat d'aliment i per la influència de les condicions meteorològiques (Kenward & Tonkin, 1986; Holm, 1987; Wauters & Dhondt, 1989a).

Els objectius d'aquest treball són determinar l'existència de (I) diferències en les variables morfomètriques i el pes corporal: (a) entre sexes durant el creixement (lactants i subadults), (b) entre hàbitats, entre sexes i entre edats amb posterioritat al creixement (adults), (II) variacions entre hàbitats en la uniformitat poblacional del pes corporal (basat en la longitud de la pota), (III) fluctuacions estacionals i entre anys (en cada hàbitat) del pes corporal i les causes de les fluctuacions, i (IV) diferències en les variables morfomètriques i de pes corporal entre les subespècies d'Europa occidental.

## **2.1. MATERIAL I MÈTODES**

### **2.1.1. Consideracions generals**

Per a l'estudi de les variacions estacionals del pes corporal s'han realitzat agrupacions en dos períodes: període 92 (tardor 91- estiu 92) i període 93 (tardor 92- estiu 93). En la resta d'estudis s'especifica en cada un les estacions utilitzades i els criteris utilitzats.

Les descripcions i l'anàlisi del pes corporal (♀♀) així com les anàlisis comparatives entre sexes s'han fet a la tardor, perquè és l'estació en què el pes corporal no està afectat per la reproducció (♀♀).

### **2.1.2. Manejament i marcatge individual**

S'han utilitzat un màxim de 209 animals (111 ♂♂ i 98 ♀♀) capturats en les sessions estacionals de captures (maig 91-febrer 94; Material i mètodes generals). D'aquests animals, 78 van ser capturats al parc urbà (43 ♂♂ i 35 ♀♀) i 131 al bosc mediterrani (68 ♂♂ i 63 ♀♀). A partir del calendari de captures (Material i mètodes generals) es coneixia el nombre d'esquirols residents en cada hàbitat.

Tots els esquirols van ser marcats individualment amb una grapa numerada fixada a cada orella, que en permetia el reconeixement visual individual (Material i mètodes generals).

### **2.1.3. Sexe i grup d'edat**

En les captures estacionals s'ha determinat el sexe per observació directa dels genitals externs de l'animal (prou diferent) i per la major distància anogenital (DA) dels mascles.

S'han considerat les edats següents: juvenils (edat 0: < 4 mesos), subadults (edat 1: 4-12 mesos) i adults (edat 2: 12-24 mesos; edat 3: 24-36 mesos, o bé edat 4: > 24 mesos, que s'ha utilitzat en l'estudi de les variacions del pes corporal en incrementar l'edat). El grup d'edat de cada esquirol (Material i mètodes generals) es coneixia a partir de:

a) les captures de l'animal realitzades en l'edat juvenil o subadulta. Es determinava amb certesa segons els criteris que s'exposen a Material i mètodes generals,

b) les captures estacionals (any 1991) d'animals que havien estat capturats com a subadults o adults van permetre determinar amb certesa el grup d'edat d'aquests animals l'any següent. Així, es va poder establir que a partir de l'hivern (febrer) de 1992 tots els animals citats anteriorment tenien un mínim de 12 mesos d'edat i es van considerar adults.

#### **2.1.4. Morfometria i pes corporal**

En cada captura es prenen en viu les mesures corporals (CC, P, PT, O i C) (complementàriament la longitud del pinzell de pèls de l'orella) i el pes corporal (Material i mètodes generals).

##### **2.1.4.1. Detecció d'amputacions de cues**

S'han trobat errors en la detecció en viu de cues amputades, en realitzar estudis *post-mortem* amb raigs X dels mateixos esquirols (adults) que havien estat mesurats en viu (i s'havia fet una inspecció tàctil i visual de l'àpex de la cua) i que van ser recollits en morir (n = 12, 5 ♂♂ i 7 ♀♀).

Per evitar aquests errors s'ha estudiat amb raigs X (Röntgen Ibérica, W = 58 kW, I = 20 mA, i temps d'exposició = 10<sup>-2</sup> s) la proporció d'esquirols de cada sexe amb cues amputades a partir dels esquirols (residents als hàbitats) recollits en morir que s'han citat anteriorment.

#### **2.1.5. Localització de les llogigades**

L'estudi del creixement de les variables morfomètriques i del pes corporal en les cries lactants (edat = 5-15 dies) s'ha realitzat a partir de la localització dels nius de part (♀ amb collar amb radioemissor). S'hi pujava i s'anotava el nombre de cries, les variables morfomètriques, el pes corporal i el sexe de les cries, i es tornaven a deixar al niu. L'edat també era coneguda (dia aproximat part) pel comportament de preparació i permanència en

el niu de part de les femelles gestants (amb collar amb radioemissor). Les manipulacions de les cries es van realitzar amb guants de plàstic no reutilitzats per reduir els rastres odorífers estranys.

### **2.1.6. Períodes i estacions estudiats**

L'estudi de les variables morfomètriques en nounats s'ha realitzat amb animals d'ambdós sexes (edat = 5-15 dies) de 5 llogigades (març 91-febrer 94).

Per a l'estudi del creixement de les variables morfomètriques es van marcar amb grapes numerades 35 cries (edat < 45 dies) al niu (parc urbà = 32; bosc mediterrani = 3), però només se'n van recapturar un 6% al parc (n = 2) i un 0% al bosc (les cries marcades van morir al niu en ser depredada la mare). Dels dos exemplars recapturats (1 ♂ i 1 ♀) d'una mateixa llogigada, la femella ha estat recapturada durant els dos primers anys de vida i això ha permès estudiar-ne el creixement de les variables morfomètriques.

En l'estudi de les variacions del pes corporal amb l'edat s'han utilitzat els pesos d'esquirols d'edat coneguda a l'època hivernal (octubre-març) del període octubre 1991-febrer 1995 (excepcionalment es van utilitzar cinc esquirols nous el febrer 95; parc = 3 ♂♂ i 1 ♀ i bosc = 1 ♂). S'han utilitzat mascles i també femelles (excepte gestants o lactants).

L'estudi de les variacions de les variables morfomètriques per hàbitat, sexe i edat s'ha realitzat amb animals adults (edat > 12 mesos). S'han utilitzat únicament les mesures de cada individu preses a la captura de l'hivern o secundàriament de la primavera 1993 (per defecte les de l'any 1992). En els subadults s'han utilitzat les mesures d'animals d'edat coneguda i s'han emprat amb preferència les mesures preses el febrer de 1992, 1993 o 1994 (per defecte les preses els mesos immediatament anteriors).

En l'estudi de les variacions del pes corporal en adults en incrementar l'edat, s'han utilitzat els pesos corporals obtinguts a l'estació d'estiu (juliol) de tres anys consecutius, dels mateixos animals mascles (control de la variació intraindividual), perquè en aquest període és quan el seu pes depèn menys de l'abundància de llavors d'arbres ja que és un període de baixa disponibilitat d'aliment d'alt poder energètic. Tots els animals tenien com a mínim 12 mesos d'edat l'any 1991 (any x), però no es coneixia l'edat exacta de cadascun d'ells.

En l'estudi en adults de la condició física (a partir del pes corporal i longitud de la pota) es varen mesurar aquestes variables en el període octubre-novembre, quan hi ha la màxima disponibilitat d'aliment (excloent femelles lactants), i s'han realitzat anàlisis diferents per a cada sexe, perquè les diferències sexuals en el comportament social podrien influir en el seu comportament alimentari i, a la vegada, en el seu pes corporal.

En l'estudi de les variacions estacionals del pes corporal s'han emprat els pesos d'esquirols adults mascles (edat > 12 mesos) que s'havien capturat i pesat en les quatre estacions de captura del període 92 i del període 93 en cada hàbitat.

En la resta d'estudis en què no s'especifica el moment de la recol·lecció de la mostra, se sobreentén que està compresa en el període març 1991-febrer 1994.

### **2.1.7. Factors ambientals**

S'estudien en el Cap. 0 i les diferències entre hàbitats se sumarien a la Taula 8 (Cap. 0).

#### **2.1.7.1. Índex de disponibilitat d'aliment per esquirol**

L'aliment disponible per esquirol i període = abundància d'aliment durant cada període (Taula 3 del Cap. 0)/densitat mitjana d'esquirols durant cada període, en cada un dels hàbitats (Taula 3 del Cap. 3).

### **2.1.8. Proves estadístiques**

Les anàlisis s'han realitzat (sempre que ha estat possible) amb mesures repetides dels mateixos animals, per controlar la variabilitat intraindividual de les poblacions d'esquirols. L'esmentat procediment però, provoca la utilització d'un nombre de dades més reduït, ja que només es poden utilitzar els animals capturats en tots els punts de mostratge (estacions). Per aquesta raó, quan aquesta anàlisi confirmava la hipòtesi suggerida, es realitzaven anàlisis en punts particulars del mostratge amb mesures independents (amb una mida mostral igual o major ja que no s'havia de complir la restricció anterior) per tal de confirmar la hipòtesi a nivell poblacional.

El ventall de proves estadístiques emprades i la justificació de com s'usen es detalla a Material i mètodes generals.

### **3. RESULTATS**

#### **I. MORFOMETRIA**

##### **3.1. Variables morfomètriques. Variacions entre edats, entre sexes i entre hàbitats**

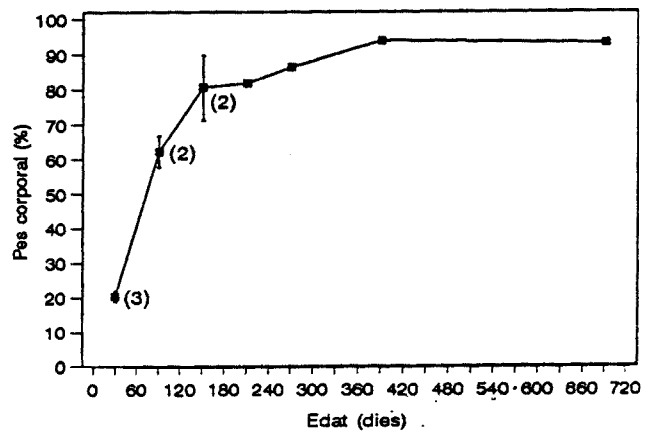
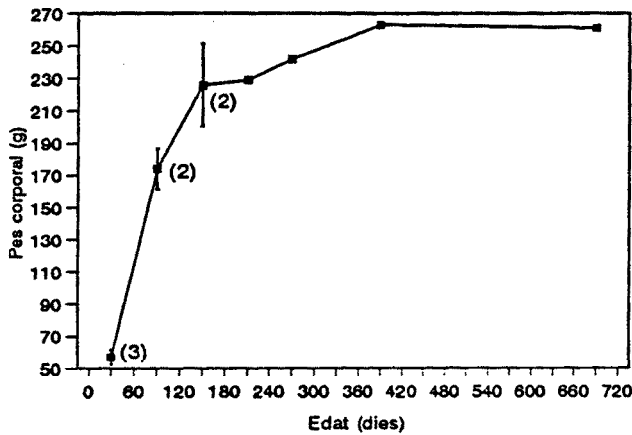
###### **3.1.1. Evolució durant el creixement (edat 0-2)**

Als 30 dies d'edat, l'esquirol té una longitud de cos (Fig. 1b), pota (Fig. 1d), orella (Fig. 1e) i cua (Fig. 1f) d'entre el 45-55% de l'asíptota, mentre que el peu (Fig. 1c) té una longitud del 67%; això s'explica perquè ha de ser funcional quan l'esquirol encara és molt jove. Als 90 dies totes les variables morfomètriques citades assoleixen el 87-97% de la seva longitud total (Fig. 1b-f).

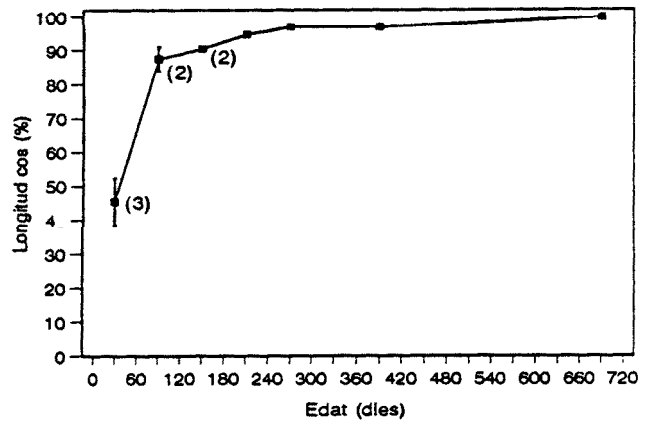
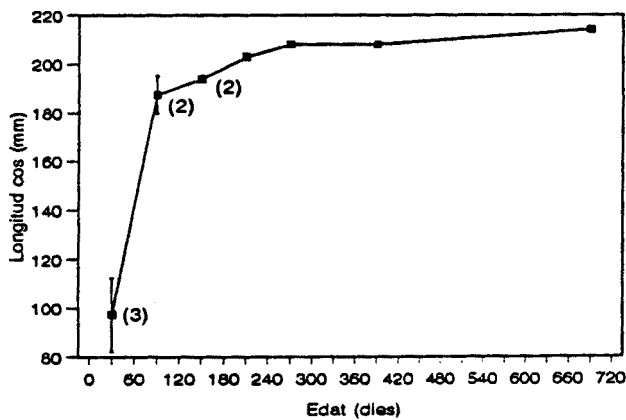
# Valors absoluts

# Percentatges

## (a) Pes corporal



## (b) Longitud cos



## (c) Longitud peü

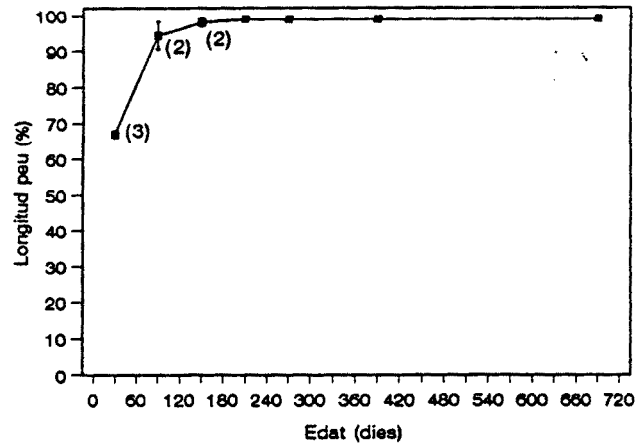
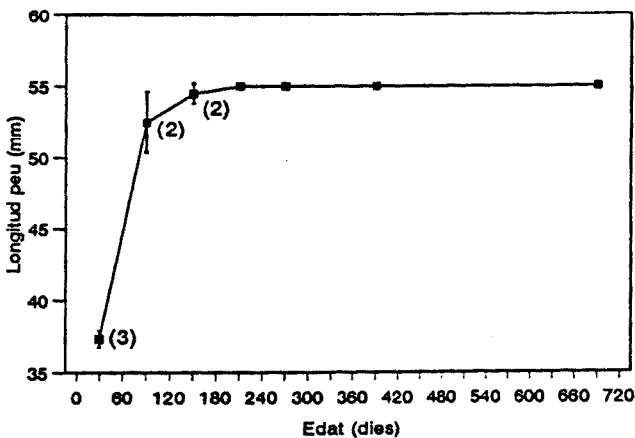
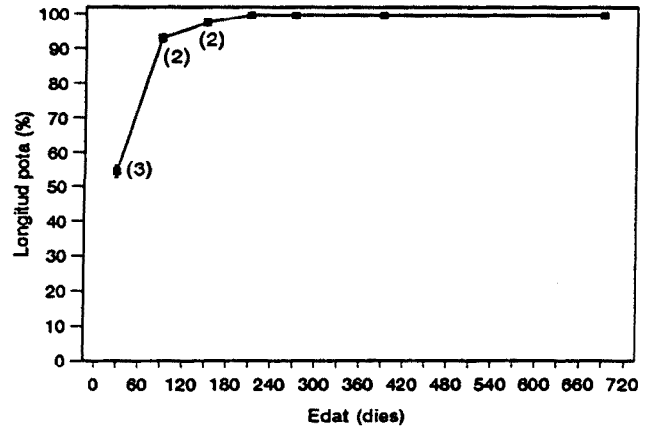
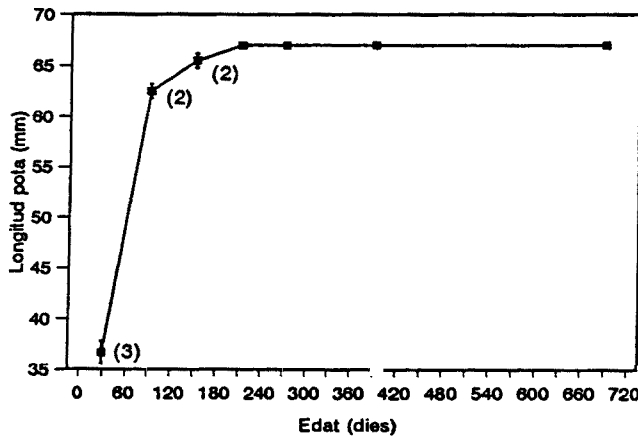
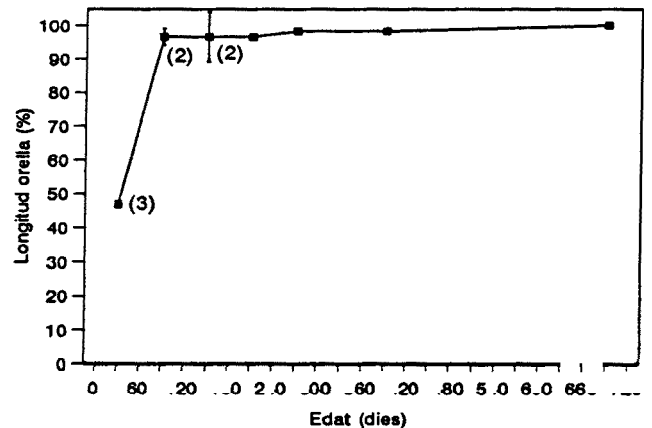
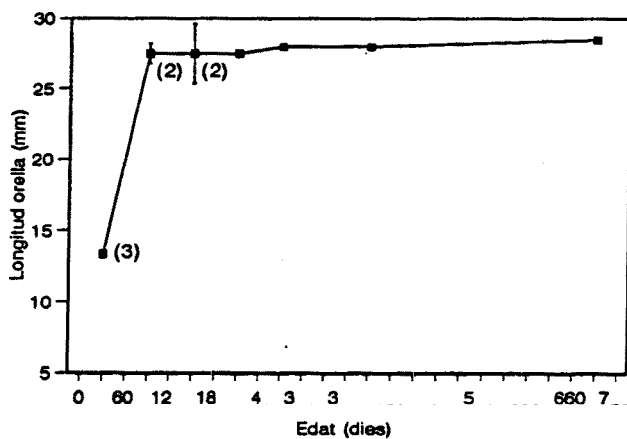


Fig. 1. Increment mitjà amb l'edat (dies) de (a) el pes corporal (g), de (b) la longitud del cos (mm) i de (c) la longitud del peu (mm), amb la desviació estàndard (parc urbà). S'expressa en valors absoluts i en percentatges (%) respecte de la mitjana del pes corporal i de les variables morfomètriques dels adults del mateix hàbitat. Realitzat amb els valors dels mateixos esquiroles (1 ♂ i 2 ♀♀), dels quals una femella es va seguir fins als 690 dies d'edat. Els números situats entre parèntesis indiquen la mida mostral.

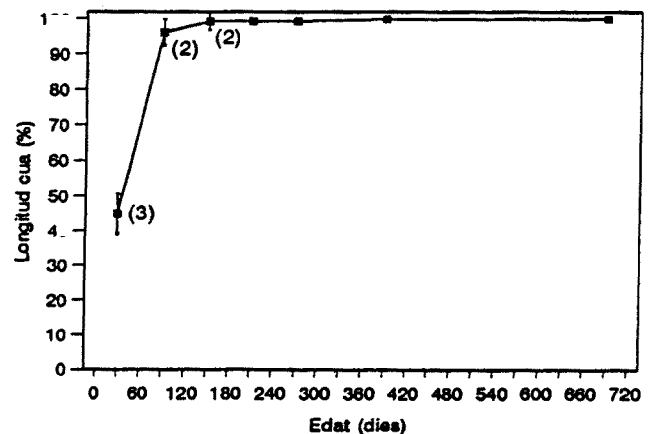
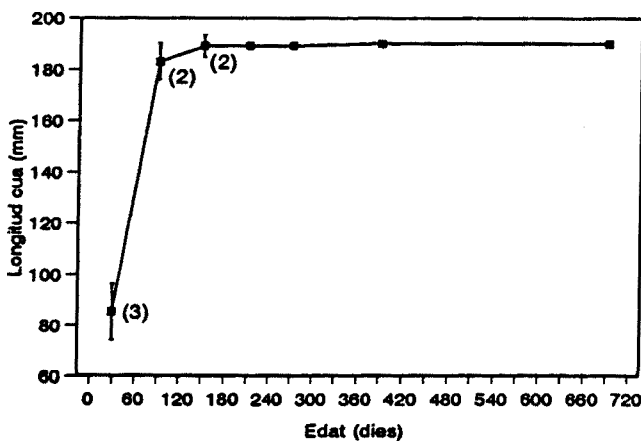
(d) Longitud pota



(e) Longitud orella



(f) Longitud cua



**Fig. 1 (continuació).** Increment mitjà amb l'edat (dies) de (d) la longitud de la pota (mm), de (e) la longitud de l'orella (mm), i de (f) la longitud de la cua (mm), amb la desviació estàndard (parc urbà). S'expressa en valors absoluts i en percentatges (%) respecte de la mitjana de les variables morfomètriques dels adults del mateix hàbitat. Realitzat amb els valors dels mateixos esquirols (1 ♂ i 2 ♀♀), dels quals una femella es va seguir fins als 690 dies d'edat. Els números situats entre parèntesis indiquen la mida mostral.



### 3.1.2. Variacions entre sexes (edat 0)

No hi ha diferències (prova de Wilcoxon, Taula 1).

**Taula 1.** Mitjana ( $\bar{x}$ ) desviació estàndard (s) i prova de Wilcoxon entre sexes del pes corporal (g) i de variables morfomètriques (mm) en cries lactants (edat = 5-15 dies) per sexes (n = 5 llogades: 9 ♂♂ i 9 ♀♀), d'ambdós hàbitats. Quan el nombre d'animals del mateix sexe era superior a la unitat, s'ha obtingut la mitjana de les variables estudiades (realitzada amb llogades que tenien animals dels dos sexes). (n = mida mostral).

	♂♂ (n = 5)		♀♀ (n = 5)		Test de Wilcoxon		
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	Z	n	P
Pes	22.10	6.47	21.33	7.01	1.604	5	0.109
Cos	76.70	6.83	74.60	7.47	1.214	5	0.225
Peu	19.33	2.01	19.53	2.38	0.404	5	0.686
Pota	21.97	2.33	21.55	2.21	1.461	5	0.144
Orella	7.45	1.18	7.43	0.94	0.270	5	0.787
Cua	48.15	5.02	49.55	4.86	1.461	5	0.144

### 3.1.3. Variacions entre edats, entre sexes i entre hàbitats (edat 1 i edat $\geq 2$ )

Se n'expressen els valors mitjans a la Taula 2.

Hi ha diferències entre edats (Taula 3a i b) i els adults ( $\sigma\sigma$  i  $\text{♀♀}$ ) tenen major longitud del cos i de la pota que els subadults.

Hi ha diferències entre sexes (subadults i adults) (Taula 3a i d) i els mascles tenen major la longitud de l'orella.

Les anàlisis generals indiquen que no hi ha diferències entre hàbitats (Taula 3a i c) en cap classe d'edat ( $\sigma\sigma$  i  $\text{♀♀}$ ). Una anàlisi més acurada amb animals d'edat coneguda detecta que els d'edat 1 del bosc mediterrani són més grans (longitud del cos i peu; Taula 4) que els del parc urbà (Taula 5, prova t de Student).

**Taula 2.** Mitjana ( $\bar{x}$ ) i desviació estàndard (s) de les variables morfomètriques (mm) per sexes i classes d'edat en ambdós hàbitats. (\* S'expressa la longitud de la cua en ♂♂ subadults perquè no han viscut cap període de zel, que és quan se suggereix que es produeixen les amputacions en aquest sexe). (Realitzat amb valors d'hivern-primavera 1992 o 1993). (ANOVA a Taula 3). (n = mida mostral).

	♂♂ adults			♀♀ adultes			♂♂ subadults			♀♀ subadultes			♂♂-♀♀ Total		
	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s
<b>PARC URBÀ</b>															
Cos	15	219.40	12.47	7	214.43	7.55	4	195.75	7.14	14	198.29	12.00	40	208.78	14.92
Peu	15	54.87	2.80	10	55.90	1.60	4	53.25	1.71	14	53.36	2.90	43	54.47	2.66
Pota	15	68.00	1.65	10	67.40	1.58	4	63.50	2.38	14	64.71	2.52	43	66.37	2.59
Orella	10	29.00	2.62	9	27.22	2.17	4	26.50	2.65	13	27.92	2.18	36	27.89	2.40
Cua*	--	-----	-----	9	196.67	4.15	4	184.75	7.54	14	191.93	7.87	--	-----	-----
<b>BOSC MEDITERRANI</b>															
Cos	18	218.89	5.32	18	213.78	6.95	4	198.75	8.30	14	202.57	8.63	54	211.46	10.02
Peu	18	56.39	1.54	18	55.44	1.85	4	55.75	0.50	14	55.07	2.59	54	55.69	1.95
Pota	18	68.39	1.14	18	68.06	1.26	4	66.00	0.82	14	66.57	1.65	54	67.63	1.55
Orella	18	30.22	1.73	18	28.05	1.89	4	29.25	1.50	14	26.79	1.48	54	28.54	2.16
Cua*	--	-----	-----	17	194.35	7.47	4	183.50	5.20	14	189.71	9.73	--	-----	-----
<b>AMB DÓS HÀBITATS</b>															
Cos	33	219.12	9.12	25	213.96	6.97	8	197.25	7.34	28	200.43	10.49	94	210.32	12.34
Peu	33	55.70	2.30	28	55.61	1.75	8	54.50	1.77	28	54.21	2.83	97	55.14	2.36
Pota	33	68.21	1.39	28	67.82	1.39	8	64.75	2.12	28	65.64	2.30	97	67.07	2.16
Orella	28	29.79	2.13	27	27.78	1.99	8	27.87	2.47	27	27.33	1.90	90	28.28	2.27
Cua*	--	-----	-----	26	195.15	6.52	8	184.13	6.03	28	190.82	8.76	--	-----	-----

Taula 3. ANOVA trifactorial de la longitud de l'orella per edat, sexe i hàbitat. Prova t de Student entre edats, entre hàbitats i entre sexes de la longitud de cos, peu i pota. La longitud de la cua s'ha comparat únicament en les femelles perquè no presenten amputació. (Estadística descriptiva a Taula 2).

(a)	Longitud orella			Longitud cua (♀♀)			
	F	df	P	t	df	P	
Edat	3.39	1,82	0.069	Adultes-subadultes	2.05	52	0.045#
Sexe	12.31	1,82	0.001**	Adultes entre hàbitats	0.86	24	0.400
Hàbitat	1.35	1,82	0.248	Subadultes entre hàbitats	0.454	26	0.514
2 interaccions							
Edat-Sexe	1.68	1,82	0.199				
Edat-Hàbitat	0.83	1,82	0.365				
Sexe-Hàbitat	2.82	1,82	0.097				
3 interaccions							
Edat-Sexe-Hàbitat	3.19	1,82	0.078				

(b) COMPARACIÓ VARIABLES MORFOMÈTRIQUES (D'AMB DÒS HÀBITATS AGRUPATS) ENTRE EDATS, PER SEXES:

	Longitud cos			Longitud peu			Longitud pota		
	t	df	P	t	df	P	t	df	P
Adults-subadults ♂♂	6.29	39	0.000***	1.37	39	0.178	5.69	39	0.000***
Adultes-subadultes ♀♀	5.59	51	0.000***	2.21	54	0.032#	4.29	54	0.000***

(c) COMPARACIÓ VARIABLES MORFOMÈTRIQUES ENTRE HÀBITATS, PER SEXES I EDATS:

	Longitud cos			Longitud peu			Longitud pota		
	t	df	P	t	df	P	t	df	P
♂♂ adults	0.15	31	0.884	1.88	31	0.074	0.80	31	0.431
♂♂ subadults	0.55	6	0.603	2.81	6	0.031#	1.99	6	0.094
♀♀ adultes	0.21	23	0.839	0.65	26	0.519	1.21	26	0.238
♀♀ subadultes	1.08	26	0.288	1.65	26	0.111	2.30	26	0.029#

(d) COMPARACIÓ VARIABLES MORFOMÈTRIQUES (D'AMB DÒS HÀBITATS AGRUPATS) ENTRE SEXES, PER EDATS:

	Longitud cos			Longitud peu			Longitud pota		
	t	df	P	t	df	P	t	df	P
♂♂-♀♀ adults	2.35	56	0.022#	0.17	59	0.866	1.10	59	0.278
♂♂-♀♀ subadults	0.80	34	0.430	0.27	34	0.790	0.98	34	0.332

(\*\*) P < 0.01; (\*\*\*) P < 0.001 (correcció de Chandler)

(#) Valors no significatius amb la correcció de Chandler

Taula 4. Mitjana ( $\bar{x}$ ) i desviació estàndard (s) del pes corporal (g) i de les variables morfològiques (mm) d'esquirols d'edat 1 (4-12 mesos) en ambdós hàbitats. S'inclou la longitud de la cua en mascles d'edat 1 perquè no han viscut cap període de zel, que és quan se suggereix que es produeixen les amputacions. (Prova *t* de Student a Taula 5). (n = mida mostral).

PARC URBÀ (3 ♂♂ i 3 ♀♀)

Pes corporal			Cos			Peu			Pota			Orella			Cua		
n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s
6	213.17	22.92	6	201.83	10.91	6	50.00	1.41	5	62.40	2.62	3	26.67	1.53	5	184.20	2.59

BOSC MEDITERRANI (5 ♂♂ i 5 ♀♀)

Pes corporal			Cos			Peu			Pota			Orella			Cua		
n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s
10	248.40	19.23	10	213.10	6.44	10	53.30	2.41	10	66.80	1.87	8	29.00	1.41	10	185.40	9.25

Taula 5. Prova *t* de Student entre hàbitats del pes corporal (g) i de les variables morfològiques (mm) dels animals d'edat 1 (4-12 mesos). (Estadística descriptiva a Taula 4).

Pes corporal			Cos			Peu			Pota			Orella			Cua		
t	df	P	t	df	P	t	df	P	t	df	P	t	df	P	t	df	P
3.31	14	0.005**	2.62	14	0.020*	3.03	14	0.009**	1.64	13	0.170	2.39	9	0.040#	0.38	13	0.710

(\*)  $P < 0.05$ ; (\*\*)  $P < 0.01$  (correcció de Chandler)

# Valors no significatius amb la correcció de Chandler

### **3.1.4. Detecció d'amputacions de cues (edat $\geq 2$ )**

Tenen la cua sencera el 40% (3/5) dels mascles i el 100% de les femelles (7/7).

## **II. CONDICIÓ FÍSICA**

### **3.2. Condició física (pes corporal-longitud pota). Variació entre hàbitats (edat $\geq 2$ )**

S'han unit els anys (en cada hàbitat) ja que no hi ha diferències entre els pesos dels diferents anys (per estacions) ni per als mascles (Taules 6 i 7) ni per a les femelles (Taula 8).

**Taula 6.** Mitjana ( $\bar{x}$ ) i desviació estàndard (s) del pes corporal (g) d'anys diferents per estacions. Realitzat en cada hàbitat a partir dels mateixos mascles adults. (ANOVA de mesures repetides i prova t de mesures repetides a Taula 7). (n = mida mostral).

**PARC URBÀ**

		Tardors		Hiverns		Primaveres		Estius	
		1991	1992	1991	1992	1991	1992	1992	1993
n	$\bar{x}$	4	272.0	4	268.25	5	268.60	3	279.67
	s	8.66	9.42	10.63	263.75	7.18	17.81	270.80	15.93
								267.80	11.90
								6.51	268.33
								8.02	

**BOSC MEDITERRANI**

		Tardors		Hiverns		Primaveres		Estius	
		1991	1992	1991	1992	1991	1992	1991	1992
n	$\bar{x}$	5	286.00	21.31	276.00	12.69	275.00	13.42	13
	s	21.31	276.00	12.69	275.00	13.42	13	278.15	16.27
								283.69	15.62
								14	276.07
								18.42	280.21
								16.26	7
								279.28	21.84
								280.57	20.71
								274.00	17.89

Taula 7. ANOVA de mesures repetides i prova *t* de mesures repetides del pes corporal (g) dels mascles adults d'ambdós hàbitats entre estacions d'anys diferents. (Estadística descriptiva a Taula 6).

PARC URBÀ											
Tardors 91 i 92			Hiverns 92 i 93			Primaveres 91, 92 i 93			Estius 92 i 93		
t	df	P	t	df	P	F	df	P	t	df	P
1.893	3	0.155	1.089	3	0.356	0.198	2,8	0.825	2.048	2	0.098

BOSC MEDITERRANI											
Tardors 91, 92 i 93			Hiverns 92 i 93			Primaveres 92 i 93			Estius 91, 92 i 93		
F	df	P	t	df	P	t	df	P	F	df	P
1.123	2,8	0.371	1.438	12	0.176	1.312	13	0.212	0.514	2,12	0.610

Taula 8. Mitjana ( $\bar{x}$ ), desviació estàndard (s), prova *t* de mesures repetides i ANOVA (entre anys en cada hàbitat) del pes corporal (g) en les femelles adultes (valors de tardor). (n = mida mostral).

PARC URBÀ											
1991			1992			1993			prova t mesures repetides		
n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	t	df	P
----	----	----	3	274.00	22.27	3	264.33	19.86	0.769	2	0.522

BOSC MEDITERRANI											
1991			1992			1993			ANOVA		
n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	F	df	P
6	285.50	23.59	7	273.86	14.43	7	274.14	19.50	0.748	2,17	0.488

L'associació del pes corporal amb la longitud de la pota ( $\sigma^2$ ) indica que una part de la variació del pes corporal és deguda a la mida de l'animal (Fig. 2a i b, i Taula 9). La longitud de la pota explica el 89% de la variabilitat al parc urbà, i el 52% al bosc mediterrani. No hi ha diferències entre hàbitats (Taula 9) i els mascles (ambdós hàbitats) expliquen el 52% de la variabilitat del pes corporal. Les variacions residuals del pes corporal que no poden ser explicades per les diferències de mida de la pota, han de ser conseqüència (en part) de les diferències interindividuals en la condició física.

En les femelles, la longitud de la pota no explica el pes corporal (Fig. 2a i b, i Taula 9).

9).

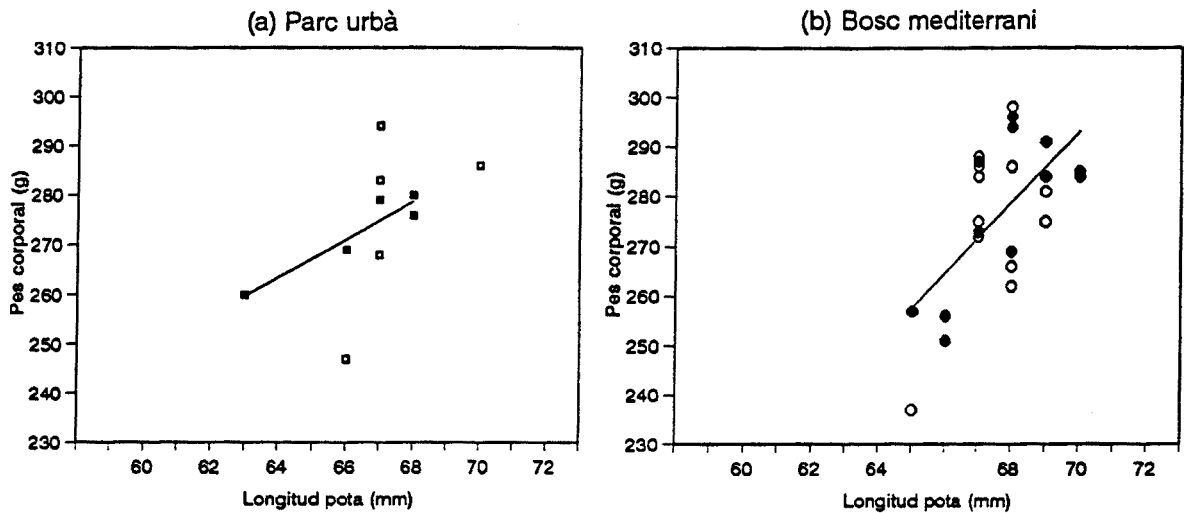


Fig. 2. Regressió lineal de la longitud de la pota (mm) amb el pes corporal (g) en adults de (a) el parc urbà (■) mascles i (□) femelles, i de (b) el bosc mediterrani (●) mascles i (○) femelles. (Realitzat amb valors de les tardors 1992 i 1993). A les gràfiques s'expressen els valors d'ambdós sexes però les rectes de les equacions de regressió només corresponen als mascles. (Equacions de regressió a Taula 9).

Taula 9. Regressió de la longitud de la pota amb el pes corporal d'adults (♂♂ i ♀♀) d'ambdós hàbitats (valors tardors 1992 i 1993). (n = mida mostral). (Fig. 2).

	n	Equació de regressió	P
<b>(a) PARC URBÀ</b>			
Mascles	5	$y = 20.326 + 3.80x$ ; $r^2 = 0.89$	0.016*
Femelles	5	$y = -162.500 + 6.50x$ ; $r^2 = 0.28$	0.357
<b>(b) BOSC MEDITERRANI</b>			
Mascles	12	$y = -201.796 + 7.07x$ ; $r^2 = 0.52$	0.008**
Femelles	12	$y = -214.756 + 7.27x$ ; $r^2 = 0.25$	0.100
<b>AMB DÓS HÀBITATS</b>			
Mascles	17	$y = -95.798 + 5.52x$ ; $r^2 = 0.52$	0.001**
Diferències dels pendents $F = 2.010$ ; $df = 1, 15$ ; $P = 0.1781$			

(\*)  $P < 0.05$ ; (\*\*)  $P < 0.01$  (correcció de Chandler)



### III. PES CORPORAL

#### 3.3. Pes corporal. Variacions entre edats, entre sexes i entre hàbitats

##### 3.3.1. Evolució durant el creixement (edat 0-2)

Als 30 dies d'edat només ha assolit el 20% del que tindrà quan sigui adult, i als 90 dies n'ha assolit el 62%. Només a partir del moment en què l'esquirol assoleix un any d'edat el pes corporal se situa en el 94% de l'asímtota (Fig. 1a).

##### 3.3.2. Variacions entre sexes (edat 0)

No hi ha diferències (prova de Wilcoxon, Taula 1).

##### 3.3.3. Variacions entre sexes (edat $\geq 2$ ) en cada hàbitat durant l'estació d'inactivitat sexual

No existeixen diferències (cap any) entre sexes en cap hàbitat (Taula 10).

Taula 10. Prova *t* de Student del pes corporal (g) entre sexes en cada hàbitat durant tardors (91-93). (Fig. 5).

	Tardor 91			Tardor 92			Tardor 93		
	t	df	P	t	df	P	t	df	P
PARC URBÀ	1.8180	13	0.092	0.5226	8	0.615	0.3560	5	0.736
BOSC MEDITERRANI	0.8307	17	0.418	0.1594	27	0.875	0.7550	19	0.459

### 3.3.4. Variacions entre edats (edat 1-3) en cada hàbitat

Al parc urbà (Fig. 3) hi ha variacions (ANOVA  $F = 6.182$ ,  $df = 2,10$ ,  $P = 0.018$ ) entre les edats 1-3 (prova de Scheffé,  $P = 0.0179$ ).

Al bosc mediterrani (Fig. 3) no hi ha variacions (ANOVA  $F = 1.676$ ,  $df = 2,14$ ,  $P = 0.223$ ).

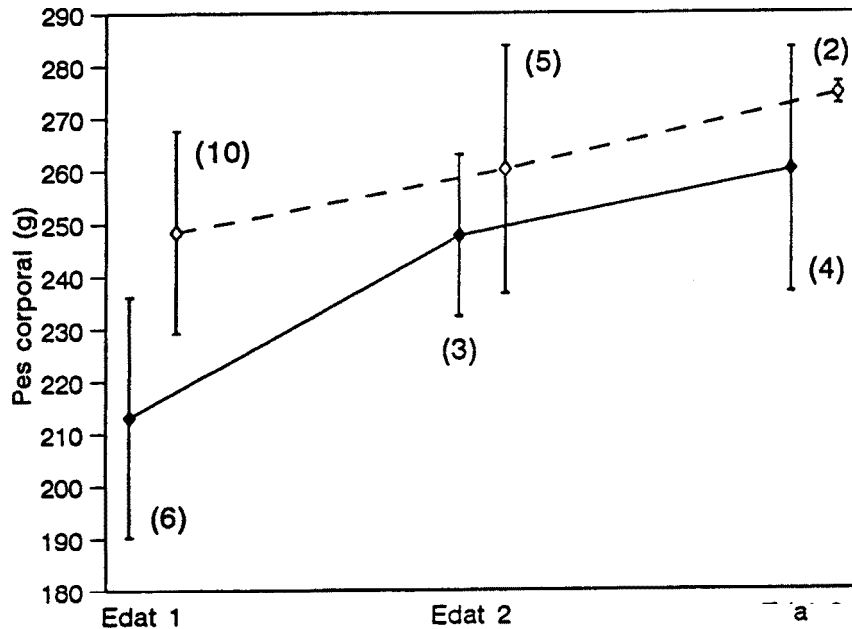


Fig. 3. Mitjana del pes corporal (g) hivernal (octubre-març), amb la desviació estàndard, per edats (edat 1: 4-12 mesos, edat 2: >12-24 mesos, edat 3: >24 mesos) en esquirols (♂♂ i ♀♀) de (◆) el parc urbà i de (◊) el bosc mediterrani. Els números situats entre parèntesis indiquen la mida mostral. (ANOVA bifactorial hàbitat-edat 1 i 2, a Taula 11).

### 3.3.5. Variacions entre hàbitats (edat 1)

Hi ha diferències entre hàbitats (edat 1 i 2) amb valors inferiors en els esquirois del parc urbà (ANOVA bifactorial, Taula 5; Fig. 3) en els individus d'edat 1 (Taula 11, prova t de Student), que mantenen cada any la mateixa tendència (tardor 92: parc urbà,  $\bar{x}$  = 226 g, n = 3, bosc mediterrani,  $\bar{x}$  = 244 g, n = 4; tardors 93-94: parc urbà,  $\bar{x}$  = 200.33 g, n = 3, bosc mediterrani,  $\bar{x}$  = 251.33 g, n = 6).

**Taula 11.** ANOVA bifactorial i prova t de Student (entre hàbitats) del pes corporal hivernal (octubre-març) d'esquirois d'edats 1 (4-12 mesos) i 2 (>12-24 mesos). (Fig. 3).

	F	df	P	edat 1 entre hàbitats		
				t	df	P
Hàbitat	9.954	1,20	0.005**	3.31	14	0.005**
Edat	5.087	1,20	0.035*			
Hàbitat-Edat	1.489	1,20	0.237			

(\*) P < 0.05; (\*\*) P < 0.01

### 3.3.6. Variacions entre hàbitats i entre sexes (edat $\geq 2$ ) durant l'estació d'inactivitat sexual

S'han agrupat per sexes i hàbitats (Taula 12) els animals pesats a les tardors (91-93) perquè no hi ha diferències entre anys (tardors) de pes corporal en cada hàbitat, ni en mascles (Taula 7) ni en femelles (Taula 8).

No hi ha diferències entre hàbitats ni entre sexes (Taula 13).

**Taula 12.** Mitjana ( $\bar{x}$ ) i desviació estàndard (s) del pes corporal (g) autumnal (91-93) d'esquirols adults d'ambdós sexes. (ANOVA bifactorial a Taula 13). (n = mida mostral).

	PARC URBÀ			BOSC MEDITERRANI			AMB DÓS HÀBITATS		
	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s
Mascles	15	271.93	17.18	25	285.60	20.54	40	280.47	20.06
Femelles	6	278.33	20.03	21	276.05	19.72	27	276.56	19.43
Ambdós sexes	21	273.76	17.77	46	281.24	20.52	67	278.90	19.87

**Taula 13.** ANOVA bifactorial del pes corporal (g) d'animals adults d'ambdós sexes. Realitzat amb valors de tardors (91-93). (Estadística descriptiva a Taula 12).

	F	df	P
Hàbitat	2.574	1.63	0.114
Sexe	1.111	1.63	0.296
Hàbitat-Sexe	2.207	1.63	0.154

### 3.3.7. Variacions en incrementar l'edat (edat $\geq 2$ )

No hi ha diferències entre hàbitats ni entre edats en incrementar l'edat, a cap hàbitat (ANOVA de mesures repetides, Taula 14).

Taula 14. Mitjana ( $\bar{x}$ ) desviació estàndard (s) i ANOVA de mesures repetides (entre hàbitats) del pes corporal estival (g) en incrementar l'edat en els mateixos mascles adults. (n = mida mostral).

	Edat (any)	n	$\bar{x}$	s
PARC URBÀ	x (1991)	3	282.67	14.84
	x+1 (1992)	3	279.67	6.51
	x+2 (1993)	3	268.33	8.02
BOSC MEDITERRANI	x (1991)	6	285.17	16.80
	x+1 (1992)	6	282.17	22.21
	x+2 (1993)	6	275.00	19.38

	F	df	P
Hàbitat	0.004	1, 10	0.951
Edat	2.275	2, 20	0.129
Hàbitat-Edat	0.407	2, 20	0.671

### 3.4. Variacions del pes corporal (edat $\geq 2$ )

S'ha analitzat per hàbitats, per estacions i per sexes per separat, a causa de les diferències d'abundància d'aliment entre els hàbitats (Taula 3 del Cap. 0) i dels canvis estacionals en la disponibilitat dels recursos alimentaris d'alt poder energètic (Fig. 1 del Cap. 0).

#### 3.4.1. Variacions entre hàbitats ( $\sigma^2$ )

No hi ha diferències (període 92) entre hàbitats, tot i que es produeixen diferències entre estacions (tardor 91) associades a l'hàbitat (Taula 15a).

**Taula 15.** (a) ANOVA bifactorial de mesures repetides i prova *t* de Student entre hàbitats i (b i c) ANOVA unifactorial de mesures repetides i prova de Scheffé (entre estacions en cada hàbitat) del pes corporal dels mascles adults (b) del parc urbà i (c) del bosc mediterrani. Realitzat amb els mateixos esquirols pesats en totes les estacions del període 92 (tardor 91–estiu 92) al parc urbà i al bosc mediterrani i del període 93 al bosc. (Fig. 4).

(a)						
	període 92			tardor 91		
	F	df	P	t	df	P
Hàbitat	0.777	1,17	0.3905	2.213	17	0.041*
Estació	5.487	3,51	0.0024**			
Hàbitat-Estació	4.105	3,51	0.0110*			

(b)						
PARC URBÀ						
	període 92			període 93		
	F	df	P	F	df	P
	1.471	3,21	0.2510	---	---	---

(c)						
BOSC MEDITERRANI						
	període 92			període 93		
	F	df	P	F	df	P
	7.758	3,30	0.0005***	3.057	3,33	0.0418*
Diferències entre estacions (P) tardor-hivern			Diferències entre estacions (P) primavera-estiu			
	0.0039**		0.0024**	0.0945		

(\*)  $P < 0.05$ ; (\*\*)  $P < 0.01$ ; (\*\*\*)  $P < 0.001$  (correcció de Chandler en comparacions múltiples)

### 3.4.2. Variacions entre estacions i entre anys en cada hàbitat ( $\sigma$ $\sigma$ )

Al parc urbà el pesos es mantenen estables (Taula 15b) al llarg de les estacions (període 92; Fig. 4a), i individualment mantenen el pes corporal al llarg del període ( $n = 8$ , tardor 91 - hivern 92,  $r = 0.81$ ,  $P = 0.0144$ ; hivern 92 - primavera 92,  $r = 0.88$ ,  $P = 0.0042$ ; primavera 92 - estiu 92,  $r = 0.89$ ,  $P = 0.0027$ ). El període 93 (Fig. 4b) no s'analitza a causa de la reduïda mida mostral.

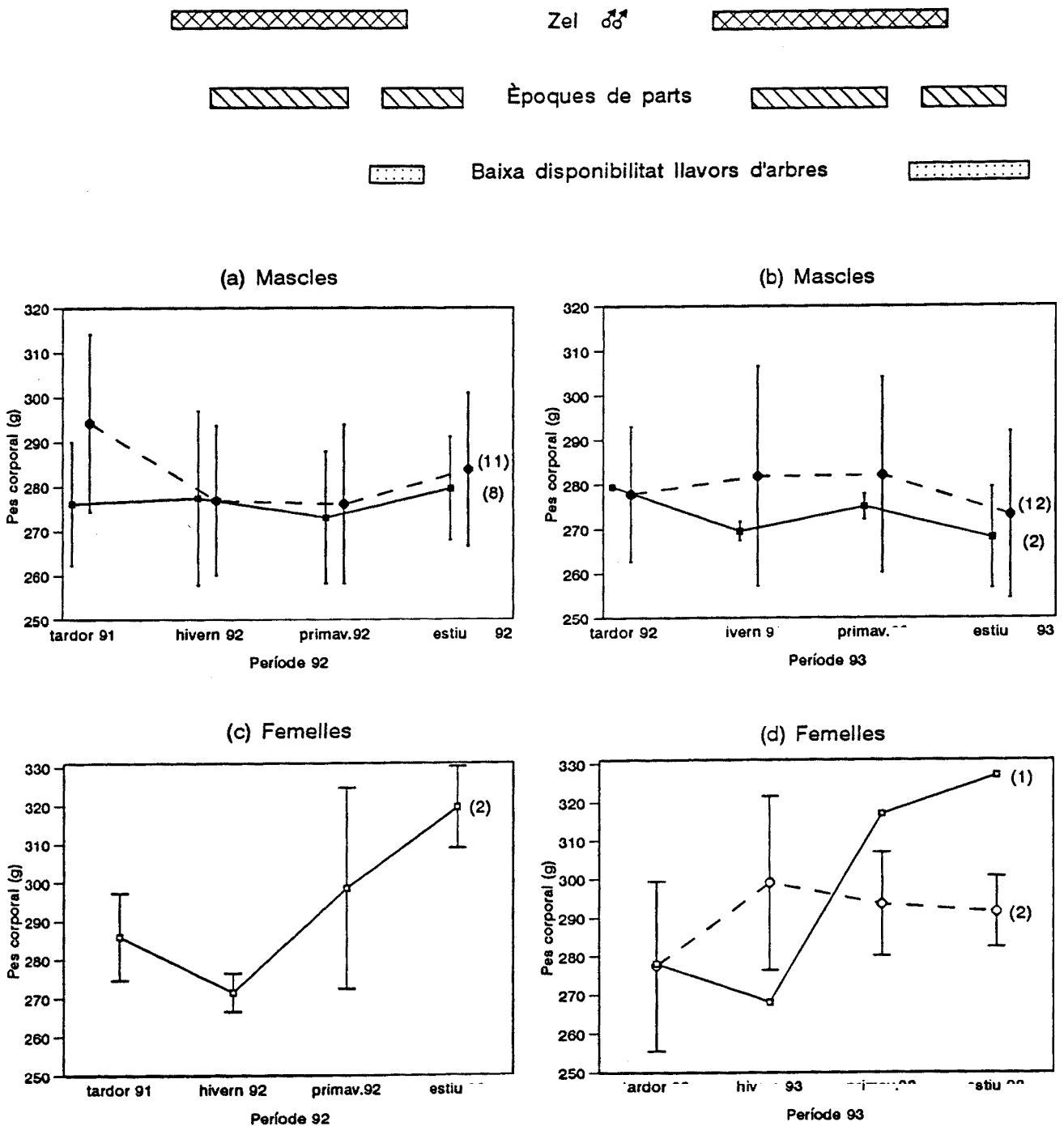


Fig. 4. Mitjana estacional del pes corporal (g), amb la desviació estàndard, de (a i b) els mascles adults de (■) el parc urbà i de (●) el bosc mediterrani, i de (c i d) les femelles adults de (□) el parc urbà i de (○) el bosc mediterrani, durant els períodes (any biològic) 92 i 93 respectivament. Totes les femelles citades van tenir dos parts durant les estacions d'hivern-estiu de l'any 1992 i 1993. S'ha realitzat amb els mateixos animals capturats a cada estació, i els números situats entre parèntesis indiquen la mida mostral. Els requadres amb trama encruada indiquen les èpoques de zel masculí, els de trama ratllada indiquen les èpoques de parts i els de trama de punts indiquen les èpoques de baixa disponibilitat de llavors (d'alt poder energètic) d'arbres, i totes tenen significat temporal discret. (ANOVES dels mascles a Taula 15).

Al bosc mediterrani hi ha variacions interestacionals que en el període 92 es produeixen (Taula 15c, Fig. 4a) entre tardor (valors més elevats)-hivern, i tardor (valors més elevats)-primavera, i en el període 93 s'atribueixen a diferències entre primavera-estiu (Taula 15c, Fig. 4b). Individualment també mantenen el pes corporal al llarg del període 92 ( $n = 11$ , tardor 91 - hivern 92,  $r = 0.73$ ,  $P = 0.0106$ ; hivern 92 - primavera 92,  $r = 0.85$ ,  $P = 0.0010$ ; primavera 92 - estiu 93,  $r = 0.79$ ,  $P = 0.0040$ ) i del període 93 ( $n = 12$ , tardor 92 - hivern 93,  $r = 0.85$ ,  $P = 0.0005$ ; hivern 93 - primavera 93,  $r = 0.90$ ,  $P = 0.0001$ ; primavera 93 - estiu 93,  $r = 0.84$ ,  $P = 0.0008$ ).

La diferència entre hàbitats (tardor 91, Taula 15a, Figura 4a, o prova  $t$  de Student, tardor 91:  $t = 2.811$ ,  $df = 23$ ,  $P = 0.010$ ) no s'ha repetit les altres dues tardors estudiades (prova  $t$  de Student, tardor 92:  $t = 0.808$ ,  $df = 21$ ,  $P = 0.428$ ; tardor 93:  $t = 1.423$ ,  $df = 14$ ,  $P = 0.176$ ) (Fig. 5a).

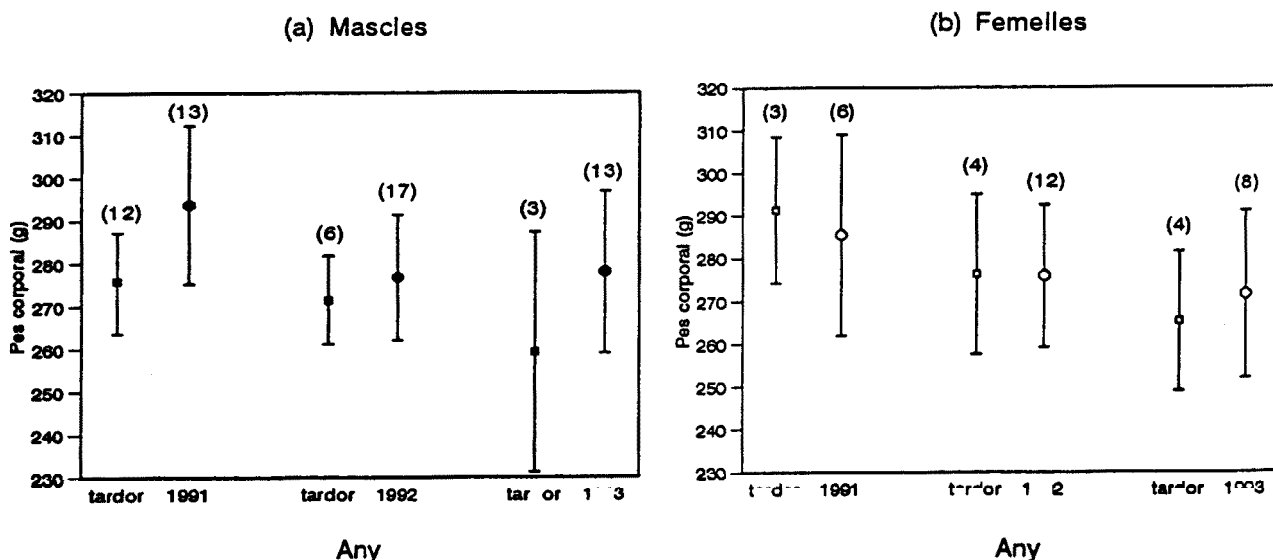


Fig. 5. Mitjana del pes corporal (g), amb la desviació estàndard en (a) mascles adults de (■) el parc urbà i de (●) el bosc mediterrani, i (b) femelles adultes de (□) el parc urbà i de (○) el bosc mediterrani, durant les tardors (novembre) de tres anys consecutius. Els números situats entre parèntesis indiquen la mida mostral. (Prova  $t$  de Student entre hàbitats per sexe i any al text i prova  $t$  de Student entre sexes per hàbitat i any a Taula 10).



El decreixement del pes corporal en cada període (excepte en el període 92 al bosc,  $\bar{x} = 7.46\%$ ) és insignificant (rang = 1.59-3.05%,  $n = 3$ ; Fig. 6). Es produeix un lleuger decreixement (ambdós hàbitats) entre el període hivernal amb valors màxims (tardor o hivern) i el període estival amb valors mínims (primavera o estiu) (Fig. 6) que s'associa a la disminució d'aliment d'alt poder energètic. Es produeixen diferències entre hàbitats en el període 92 amb una reducció superior al bosc (prova *U* de Mann-Whitney,  $Z = 2.754$ ,  $n = 18$ ,  $P = 0.006$ ) que no es repeteix en el període 93 ( $Z = 0.283$ ,  $n = 14$ ,  $P = 0.777$ ). No es produeixen diferències entre anys al parc urbà (prova *U* de Mann-Whitney,  $Z = 0.707$ ,  $n = 14$ ,  $P = 0.479$ ) però sí al bosc mediterrani ( $Z = 0.204$ ,  $n = 18$ ,  $P = 0.041$ ). El pes corporal del mascles del bosc té major variabilitat entre períodes.

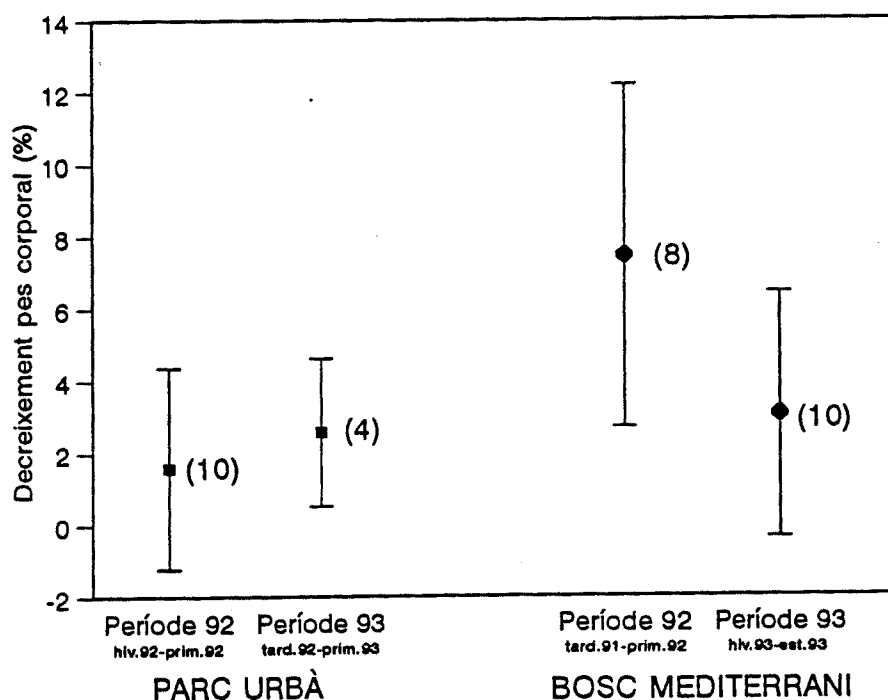


Fig. 6. Decreixement ( $\nabla$ ) mitjà del pes corporal (%), amb la desviació estàndard, de mascles adults de (■) el parc urbà i de (●) el bosc mediterrani, en cada període (any biològic), des que assoleixen els valors màxims (tardor o hivern), fins que assoleixen els valors mínims (primavera o estiu). Realitzat amb els mateixos esquirols d'edat > 2 (>18 mesos), i els números situats entre parèntesis indiquen la mida mostral. (Prova *U* de Mann-Whitney al text). (tard. = tardor, hiv. = hivern, prim. = primavera, est. = estiu).

No hi ha diferències entre anys (mateixes estacions) en cap hàbitat (Taules 6 i 7).

La variabilitat anyal mitjana ( $\sigma^2$ ) intraindividual és inferior a la variabilitat anyal mitjana poblacional en ambdós hàbitats en els dos períodes (Fig. 4a i b): el període 92 (parc,  $\bar{x}$  intraindividual  $s = 5.97$ ,  $n = 8$ ;  $\bar{x}$  poblacional  $s = 14.70$ ,  $n = 32$ ; bosc,  $\bar{x}$  intraindividual  $s = 11.63$ ,  $n = 11$ ;  $\bar{x}$  poblacional  $s = 18.88$ ,  $n = 44$ ), i el període 93 (parc,  $\bar{x}$  intraindividual  $s = 5.89$ ,  $\bar{x}$  poblacional  $s = 6.63$ ,  $n = 2$ ; bosc,  $\bar{x}$  intraindividual  $s = 8.15$ ,  $\bar{x}$  poblacional  $s = 20.15$ ,  $n = 48$ ).

La variabilitat anyal mitjana ( $\sigma^2$ ) és lleugerament més gran al bosc mediterrani en ambdós períodes (Fig. 4a i b): el període 92 (parc  $\bar{x} = 276.50$ , rang = 256.25-298.75,  $s = 14.70$ ,  $n = 32$ ; bosc  $\bar{x} = 282.70$ , rang = 258.75-314.75,  $s = 18.88$ ,  $n = 44$ ), i el període 93 (parc  $\bar{x} = 273.00$ , rang = 270.00-276.00,  $s = 6.63$ ,  $n = 8$ ; bosc  $\bar{x} = 278.00$ , rang = 239.00-313.50,  $s = 20.15$ ,  $n = 48$ ).

### 3.4.3. Variacions entre estacions, entre anys i entre hàbitats (♀ ♀)

L'evolució estacional del pes de les femelles adultes es mostra a la Fig. 4c i d. Totes les femelles representades en cada hàbitat i en cada període van tenir dos parts per període (cada una en diferents moments) i en conseqüència, no és possible realitzar un estudi acurat de les oscil·lacions de pes corporal al llarg de les estacions.

No hi ha variacions entre hàbitats (tardors)(prova  $t$  de Student; tardor 91:  $t = 0.376$ ,  $df = 7$ ,  $P = 0.718$ ; tardor 92:  $t = 0.042$ ,  $df = 14$ ,  $P = 0.967$ ; tardor 93:  $t = 0.548$ ,  $df = 10$ ,  $P = 0.596$ ) (Fig. 5b). No hi ha variacions entre anys (ambdós hàbitats) (prova  $t$  de mesures repetides i ANOVA, Taula 8).

Les femelles (ambdós hàbitats) tenen major estabilitat de pes corporal que els mascles, i és independent de la producció anyal del medi i del moment de la fructificació de les pinyes de pi blanc.

### 3.4.4. Factors que provoquen fluctuacions entre anys

Existeix una tendència no significativa (més evident en ♀ ♀) en ambdós hàbitats, amb una relació directa pes corporal-producció de llavors. El període 91 es va produir una anyada més gran i varen assolir (tardor) pesos majors que l'any 92 i 93 (Fig. 5a i b) amb anyades menors (Taula 3 del Cap. 0).

La producció anual del medi (que esdevé alta quan es produeix una anyada bona) i el moment en què es produeix la fructificació del pi blanc, influeixen en les oscil·lacions del pes corporal dels esquiroles, sent la producció anyal, que es manifesta a partir de la tardor,

la que provoca les diferències significatives entre les dues poblacions estudiades.

### **3.4.5. Factors que provoquen fluctuacions entre estacions i entre hàbitats**

El valor més elevat que es produeix en els mascles del bosc mediterrani a la tardor de 1991 s'associa a l'elevada abundància d'aliment no previsible (glans; Taula 3 del Cap. 0). L'evolució diferencial del pes corporal (entre els períodes 92 i 93) que es produeix en ambdós hàbitats (primavera o estiu; Fig. 4a i b) s'associa a diferències en l'inici de la fructificació del pi blanc (Fig. 1 del Cap. 0). L'avançament de la fructificació (període 92) els permet un lleuger increment de pes en passar de la primavera a l'estiu, i un endarreriment de la fructificació (període 93) provoca un lleuger descens de pes corporal estival.

## **4. DISCUSSIÓ**

### **I. MORFOMETRIA**

#### **4.1. Evolució de les variables morfomètriques durant el creixement**

Tot i que les anàlisis (Taula 3a i c) i altres autors (Wauters & Dhondt, 1989a) suggereixen que els animals continuen creixent durant el segon any de vida, l'estudi més acurat basat en el seguiment continu d'animals (Fig. 1b-f) mostra que pràcticament no hi ha creixement a partir del segon any de vida.

Als 30 dies d'edat el peu és la variable corporal més desenvolupada (67% de l'adult) com també succeeix en l'esquirol terrestre, *S. beldingi*, (87% de l'adult) (Morton & Tung, 1971) i en segon lloc ho és la pota (55% de l'adult).

#### **4.2. Variabilitat morfomètrica entre sexes**

La major longitud de l'orella dels mascles s'ha de produir durant el creixement posterior als primers dies (5-15) de vida (Taula 1), tot i que en *Tamiasciurus hudsonicus* no es produeix creixement diferencial entre sexes (Boutin & Larsen, 1993). Aquesta diferència en els adults també es produeix en la ssp. *S. v. hoffmanni* que resideix a la península Ibèrica (prova *t* de Student,  $t = 3.30$ ,  $df = 5$ ,  $P = 0.021$  (Valverde, 1967)).

La longitud (mm) del plomall de pèls que presenten a l'extrem de les orelles (plomall esquerre: marge distal orel·la-extrem distal pèls més llargs) és major en els mascles (bosc mediterrani  $t = 4.04$ ,  $df = 16$ ,  $P = 0.001$ ;  $\bar{x} \sigma\sigma = 31.27$ ,  $s = 5.81$ ,  $n = 11$ ;  $\bar{x} \text{♀♀} = 18.43$ ,  $s = 7.68$ ,  $n = 7$ ) a l'inici de la reproducció (novembre 93) i s'associa a la muda (de tardor) masculina anticipada respecte de les femelles ja que els mascles finalitzen els aparellaments a finals de juny mentre que les femelles encara són lactants de les cries del segon part durant l'agost-setembre (Fig. 2 del Cap. 2; Gurnell, 1987), com succeeix en el teixó, *Me/es me/es* (Steward & Macdonald, 1997). Aquests pèls només apareixen a partir del setembre, creixen fins el gener (Gurnell, 1987) i van desapareixent progressivament de manera que a l'estiu no hi són presents. En la plenitud de la reproducció (febrer) aquest plomall no presenta diferències entre sexes (bosc mediterrani, 1994,  $t = 0.13$ ,  $df = 20$ ,  $P = 0.902$ ;  $\bar{x} \sigma\sigma = 29.00$ ,  $s = 5.72$ ,  $n = 17$ ;  $\bar{x} \text{♀♀} = 28.60$ ,  $s = 8.17$ ,  $n = 5$ ).

El pes corporal no explica la longitud del plomall en cap sexe, ni a la tardor ni a l'hivern (bosc mediterrani).

La diferència de mida de l'orella entre sexes podria explicar-se en termes de caràcter sexual secundari que permetés el reconeixement visual a distància intrasexual i intersexual al llarg de tot l'any. El reconeixement visual intrasexual en les femelles (defensen àrees nuclears entre femelles; Wauters & Dhondt, 1992; Taula 12 i Fig. 10 del Cap. 6) evitaria lluites innecessàries en la defensa de l'àrea nuclear, i en els mascles facilitaria el reconeixement durant l'aparellament, que hauria de permetre mantenir les lluites amb altres mascles, especialment quan dos o més mascles es barallen per la femella (Koford, 1982; Tamura et al., 1988; Wauters et al., 1990; Koprowski, 1993a i b) en estre que es manté entre ells. El reconeixement visual de la mida de l'orella entre sexes hauria de permetre una identificació entre individus, prèvia als contactes socials.

#### **4.3. Variabilitat morfomètrica entre edats**

Es produeixen entre subadults i adults (significatiu en cos i pota), com succeeix en altres poblacions (Wauters & Dhondt, 1989a).

#### **4.4. Variabilitat morfomètrica entre hàbitats**

En una anàlisi global no es detecten diferències en les mesures morfomètriques ni en subadults ( $\sigma\sigma$  i  $\text{♀♀}$ ) ni en adults ( $\sigma\sigma$  i  $\text{♀♀}$ ), com succeeix en altres poblacions (Wauters & Dhondt, 1989a). Les anàlisis més detallades amb animals d'edat coneguda mostren en l'edat 1 valors menors (cos i peu) en els animals del parc urbà, que s'associen a les elevades densitats de població que provoquen estrès social (Smollen & Keller, 1979; Albon et al.,

1983) i causen índexs de creixement menors (Batzli et al., 1977; Sauer & Slade, 1986), que es manifesten especialment en els animals més joves (Flowerdew, 1974; Clutton-Brock et al., 1987) (es detalla més àmpliament en l'apartat 4.9.).

#### 4.4.1. Amputacions de cues

El fenomen de cues amputades s'ha descrit en *S. niger* i *S. carolinensis* (Brown & Yeager, 1945, citat per Degn, 1973) en detectar que 1/8 de tots els esquirois tenien les cues amputades. Posteriorment s'ha detectat que els mascles tenen cues menors a causa de trencaments o amputacions en *S. aberti aberti* (Keith, 1965) i en *S. vulgaris fuscoater* (Degn, 1973) i en aquest estudi amb *S. vulgaris alpinus* es confirma que els mascles presenten amputacions de cues (40%) mentre que les femelles no en presenten mai.

Es considera que no hi ha diferències entre sexes en la longitud de la cua (Degn, 1973; Wauters, com. pers.), però en el present estudi no s'ha pogut confirmar a causa de la reduïda mida mostral.

Si els trencaments de cua es produïssin en ambdós sexes podria esperar-se que estiguessin causats per les interaccions ocasionades per la competència per l'aliment o per la defensa de l'espai (les femelles defensen àrees nuclears exclusives intrasexuals) (Wauters & Dhondt, 1992; Taula 12 i Fig. 10a i b, del Cap. 6). Com que no és així, suggereix que els combats intrasexuals (♀-♀) o intersexuals (♂-♀) no són tan cruentos, o bé que les femelles eviten les mossegades a la cua, potser a causa de la importància que podria tenir en el manteniment de la temperatura de la llograda durant el primer més de vida de les cries (afectaria la supervivència), quan aquestes encara no disposen de mecanismes propis de termoregulació.

Com que es detecten únicament en mascles, s'atribueixen als combats que es produeixen entre ells durant el zel (desembre-juliol; Cap. 2), quan diversos mascles poden disputar-se una femella (Koford, 1982; Tamura et al., 1988; Wauters et al., 1990; Koprowski, 1993a i b).

Com que la longitud de la cua dels mascles pot presentar amputacions no detectables amb el tacte, aquesta variable (♂♂) no hauria d'utilitzar-se per fer comparacions entre sexes ni entre poblacions. Només pot ser utilitzada per realitzar comparacions entre poblacions emprant únicament les cues de femelles (mateix grup d'edat).

Per fer comparacions entre sexes amb la mesura de la cua en viu, és recomanable prendre-la des del punt d'inserció al cos, perquè durant el període de zel, en els mascles augmentan el volum de les glàndules de Cowper (Fig. 3 del Cap. 2) i l'anus experimenta un endarreriment en relació al cos ( $\bar{x} = 5$  mm,  $n = 4$  ♂♂) que no es produeix en les femelles ( $n = 11$  ♀♀).

#### 4.4.2. Variabilitat morfomètrica latitudinal entre subespècies d'Europa occidental

Hi ha variabilitat entre la latitud i les variables morfomètriques (Taula 16). Les espècies de la península Ibèrica (exceptuant ssp. *alpinus*) són més grans (a partir de la longitud del cos, del peu i de la cua en ♀♀) (i més pesades) que les d'Europa septentrional. Les variables morfomètriques (i el pes corporal) de les subpoblacions estudiades són semblants (Taula 16) a les dels exemplars d'altres subpoblacions (NE península Ibèrica) de la ssp. *alpinus* (Vericad, 1970).

Entre les espècies de la península Ibèrica (Taula 16) es manté aquesta tendència, que s'exemplifica en comparar dos ssp. que viuen en hàbitats de la regió fitogeogràfica mediterrània (distància població-línia de costa: subpoblació ssp. *alpinus* = 7 km, població ssp. *hoffmanni* = 40 km) caracteritzats pel fet de posseir vegetació "natural" mediterrània de fulla perenne, amb formació típica de la conca mediterrània, i clima humit mesotèrmic mediterrani.

La ssp. *alpinus* té una àrea de distribució més septentrional (juntament amb ssp. *infuscatus*) i viu en hàbitats (zona cantàbrica-pirenaica) de coníferes pures (pi blanc, *Pinus halepensis*; Purroy & Rey, 1974; present estudi) i de boscos mixtos de coníferes amb caducifolis (*P. halepensis*, *Abies alba*, *Quercus pedunculata*, *Q. sessiliflora*, *Fagus sylvatica*, amb els quals poden barrejar-se *Corylus avellana* i *Castanea sativa*) (Cabrerà, 1914; Valverde, 1967; Purroy & Rey, 1974; present estudi) i es caracteritza per poblacions amb variables morfomètriques (Taula 17 i 18) i pes corporal (Taula 17 i 18) molt menors que la ssp. *hoffmanni* que té una àrea de distribució més meridional (juntament amb ssp. *seguerae*) i que viu en un hàbitat (Sierra de Espuña, Múrcia) de coníferes constituït per pi blanc, *P. halepensis*, (350-1400 m s.n.m.) que es barreja amb pinassa, *P. nigra*, (Valverde, 1967) a les zones més altes (1400-1759 m s.n.m. al Morrón d'Espuña).

La ssp. *hoffmanni* (♂♂ i ♀♀) té variables morfomètriques (longitud cos, peu i orela) ( $\Delta \bar{x} = 11.84\%$ ; Taula 17) i pes corporal ( $\Delta \bar{x} = 38.86\%$  o 183.25 g més; Taula 17) significativament superiors (Taula 18) a la ssp. *alpinus*.

**Taula 16.** Variabilitat morfològica latitudinal de les subespècies de *Sciurus vulgaris* d'Europa occidental. El pes corporal mitjà ( $\bar{x}$ ) està referit als mascles ( $\delta\delta$ ), preferentment en l'estació en què assolixen valors inferiors en cada hàbitat (primavera-estiu), i quan no s'indica està referit a ambdós sexes conjuntament. Les variables morfològiques mitjanes (mm) estan referides a mesures conjuntes d'ambdós sexes, excepte la longitud de la cua, de la qual únicament s'exposen valors de femelles, a causa de les amputacions que es produeixen en els mascles adults. (n = mida mostral).

Lat.	Long.	País	ssp.	Pes corporal		Variables morfològiques							Mesura		Referència	
				n	Pes	n	Cos	Peu	Pota	Orella	n	Cua(♀♀)	en mort <sup>(1)</sup>	Mes captura		
56° N	10° E	Dinamarca	fuscus	92	371 $\delta\delta$	167	216	--	--	--	--	78	185	en mort <sup>(1)</sup>	juny-febrer	Dejn, 1973
55° N	2° O	G.Bretanya	leucourus	-	278*-298**	-	205-220	54-56	--	--	--	--	--	en mort	---	Tittensor, 1977
54° N	3° O	G.Bretanya	leucourus	-	277-303	-	-	70.5	--	--	--	--	--	en viu	---	Kenward&Ronkin, 1986
52° N	5° E	Bèlgica	russus	-	310-315	70	216	60	72	--	--	--	--	en viu	estiu	Wauters&Dhondt, 1989 <sup>(2)</sup>
44° N	2° E	França	alpinus (?)	#	337 $\delta\delta$	-	-	--	--	--	--	--	--	en mort <sup>(1)</sup>	agost-set.	Delost, 1965, 1966
43° N	----	Espanya	alpinus	-	----	3	235	62	--	--	33	1	190	en mort	---	Valverde, 1967 <sup>(2)</sup>
41° N	2° E	Espanya	alpinus	34	278 $\delta\delta$	79	215	60	--	--	318	39	183	en mort <sup>(1)</sup>	---	Vericad, 1970 <sup>(2)</sup>
41° N	2° E	Epanya (Bosc)	alpinus	12/11	273/276 $\delta\delta$	36	216	56	68	29	17	194	200	en viu	est93/prim92	Present estudi <sup>(2)</sup>
41° N	2° E	Epanya (Parc)	alpinus	2/ 8	268/273 $\delta\delta$	22	217	55#	68#	2888	9	200	200	en viu	est93/prim92	Present estudi <sup>(2)</sup>
41° N	----	Epanya	infuscatus	3	410***	4	248	63	--	33	33	2	209	en mort	---	Valv.,67&Cabr.,14 <sup>(2)</sup>
40° N	----	Epanya	numantius	-	----	1	250	60	--	35	35	1	207	en mort	---	Cabrera, 1914 <sup>(2)</sup>
38° N	3° O	Epanya	segurae	-	----	4	242	62	--	32	32	1	207	en mort	---	Valv.,67&Cabr.,14 <sup>(2)</sup>
38° N	2° O	Epanya	hoffmanni	3	431 $\delta\delta$	7	243	63	--	33	33	4	200	en mort <sup>(1)</sup>	març	Valverde, 1967 <sup>(2)</sup>

(\*) Escòcia (Lat. 57° N, Long. 2° O); (\*\*) Est d'Anglaterra (Lat. 52° N, Long. 1° E); (\*\*\*) Valverde, 1967; (##) n inicial (edats i sexes diferents) = 300; (#) n = 25; (@) n = 77; (@@) n = 19; set. = setembre, est = estiu, prim = primavera.

(1) Caçats amb escopeta; (2) Variables morfològiques mesurades amb la mateixa metodologia (Material i mètodes generals), excepte: (a) la mesura de la cua per Valverde, 1967 (angle recte respecte del cos-àpex cua) i per Cabrera, 1914 (inserció cua al cos-àpex cua), i (b) la mesura de la longitud del cos (punta del musell-punt d'inserció de la cua al cos) per Cabrera, 1914.

Taula 17. Increment percentual ( $\Delta\%$ ) per sexes del pes corporal (g) mitjà ( $\bar{x}$ ) i de les variables morfomètriques (mm) mitjanes en adults de dues subespècies (ssp. *alpinus* de bosc mediterrani-ssp. *hoffmanni* (Valverde, 1967)). (La comparació del pes corporal s'ha realitzat amb esquirols ssp. *hoffmanni* capturats el març de 1966 i esquirols ssp. *alpinus* capturats l'abril de 1992 i de 1993). (Prova *t* de Student a Taula 18). (n = mida mostral).

Pes corporal					Variables morfomètriques					
ssp. <i>alpinus</i>		ssp. <i>hoffmanni</i>		$\Delta\%$	ssp. <i>alp.</i>	ssp. <i>hoff.</i>	Cos	Peu	Orella	Cua
n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$		n	n	$\Delta\%$	$\Delta\%$	$\Delta\%$	$\Delta\%$
<b>♂♂</b>										
21	279.33	3	431.00	35.19	18	3	10.41	11.89	11.97	----
<b>♀♀</b>										
17*	290.47	4**	505.50	42.54	18#	4	11.75	12.00	13.02	2.83

(\*) inclou 9 ♀♀ lactants ; (\*\*) inclou 1 ♀ lactant; (#) n = 17 en cua.

Taula 18. Prova *t* de Student del pes corporal (g) i de les variables morfomètriques (mm) entre subespècies (ssp. *alpinus*-ssp. *hoffmanni* (Valverde, 1967)) per sexes. (Estadística descriptiva a Taula 17).

<b>♂♂</b>														
Pes corporal			Cos			Peu			Orella			Cua		
t	df	P	t	df	P	t	df	P	t	df	P	t	df	P
12.33	22	0.000***	7.49	19	0.000***	7.82	19	0.000***	3.92	19	0.001**	---	--	-----
<b>♀♀</b>														
Pes corporal			Cos			Peu			Orella			Cua		
t	df	P	t	df	P	t	df	P	t	df	P	t	df	P
11.75	19	0.000***	7.80	20	0.000***	7.61	20	0.000***	4.32	20	0.000***	1.29	19	0.213

(\*\*) P < 0.01; (\*\*\*) P < 0.001 (correcció de Chandler)



A l'àrea de distribució de *S. vulgaris* a Europa occidental no es produeix un patró de decreixement de la mida corporal amb la latitud, que podria relacionar-se molt directament amb la termoregulació (Gurnell, 1987), i fins i tot cal assenyalar que les subespècies continentals *fuscater* i *russus*, que viuen en latituds septentrionals de meteorologia severa, tenen una mida corporal i un pes corporal menor que les subespècies que viuen en latituds meridionals de meteorologia més benigna, (exceptuant la ssp. *alpinus* que té característiques morfomètriques similars a les de subespècies de latituds septentrionals). En les subespècies d'Amèrica del Nord tampoc es produeix un patró particularment evident d'increment de la mida corporal amb la latitud, i fins i tot cal assenyalar que l'espècie *T. hudsonicus*, que és l'espècie d'esquirol arborícola més petita, viu en àrees fredes i que la major part de la seva àrea de distribució està situada en zones de meteorologia nòrdica (Gurnell, 1987). En conseqüència, aquestes dades indicarien que les pèrdues totals de calor d'un esquirol gran (o d'un mamífer) poden ser majors que les pèrdues d'un esquirol petit i, per tant, únicament amb la regla de Bergman no s'explicarien les diferents estratègies en relació a la mida corporal (Gurnell, 1987). Heaney (1984) i McNab (1971) van suggerir que les diferències latitudinals de la mida corporal d'una mateixa ssp. poden ser causades per la mida dels ítems d'aliment (no es compleix entre les sspp. *alpinus* i *hoffmanni*, que s'alimenten de pinyes de *P. halepensis* però tenen pesos corporals molt diferents, ni entre *russus* i *alpinus*, en les quals la primera ssp. citada menja pinyes de *P. sylvestris* que són menors, però té un pes corporal molt superior; Wauters & Dhondt, 1989a) i a la presència d'espècies competidores (no succeeix en les subpoblacions estudiades que no manifesten diferències de pes corporal en adults, encara que l'índex de depredació és molt superior; Tauia 8 del Cap. 0), tot i que Lindsay (1987) suggereix el contrari quan diu que la mida del cos està més afectada per les pressions abiòtiques que per la mida de les pinyes que consumeixen. La dificultat de cercar l'aliment en els extrems de les branques i de menjar-lo en les branques mateixes podria influir en la mida corporal, de manera que tindrien més possibilitats d'èxit les espècies més petites o més lleugeres (Gurnell, 1987).

Pel que fa a la latitud, els hàbitats d'Europa occidental poden presentar diferències en els tipus d'ítem principal, en la predictibilitat de l'aliment (d'alt poder energètic), en la mida dels ítems d'aliment, en l'abundància i en el valor calòric dels ítems mateixos (Taula 2 del Cap. 0) i en les espècies que competeixen per l'aliment, que podrien justificar les diferències entre subespècies, però entre els hàbitats on resideixen les subespècies *alpinus* i *hoffmanni* no es produeixen diferències en les variables citades anteriorment. No són diferents ni els ítems d'aliment principal (pinyes de *P. halepensis*), ni la predictibilitat de l'aliment (d'alt poder energètic) (Fig. 1 del Cap. 0), ni el valor calòric dels ítems, ni les espècies que competeixen per aquests ítems (Cap. 0 i Valverde, 1967), ni la meteorologia (que com que és més benigna ha d'evitar pèrdues energètiques). Només podrien ser diferents en la mida dels ítems d'aliment i en l'abundància d'aliment d'alt poder energètic (que podrien provocar una diferenciació subespecífica), però la maduresa dels *P. halepensis*

de l'hàbitat de la ssp. *hoffmanni* no és superior (Valverde, 1967) a la dels de l'hàbitat de la ssp. *alpinus* i, com a conseqüència s'ha d'excloure aquesta possibilitat. Per explicar aquestes diferències només es pot adduir un origen genètic diferent, com suggereix Valverde (1967). Caldrien estudis genètics concloents.

La uniformitat de les variables morfomètriques (i el pes corporal) entre la ssp. *alpinus* i les subespècies *leucourus* i *russus* suggereix que podrien tenir un mateix origen genètic.

La diferenciació de les variables morfomètriques (i el pes corporal) entre la ssp. *alpinus* i la resta de subespècies de la península Ibèrica (subespècies *infuscatus*, *numantius*, *segruae* i *hoffmanni*) suggereix que devien ser poblacions d'origen genètic diferent (Valverde, 1967) i es proposa la hipòtesi que les quatre subespècies citades anteriorment devien tenir un mateix origen genètic (procedent d'un estoc ancestral ibèric d'*infuscatus-hoffmanni*, segons Valverde, 1967) abans de produir-se la subespeciació, que es deuria iniciar (Valverde, 1967) durant una glaciació (potser la del quaternari). En una de les glaciacions, la ssp. *alpinus* procedent l'Europa oriental o septentrional hauria utilitzat com a refugi la península Ibèrica i s'hi hauria establert colonitzant els boscos caducifolis del terç nord peninsular no ocupats per les espècies nadiues, que estarien adaptades a boscos de coníferes (Valverde, 1967).

## II. CONDICIÓN FÍSICA

### 4.5. COMPARACIÓ ENTRE HÀBITATS

La mida del cos (expressada per la longitud de la pota en  $\sigma\sigma$  en aquest estudi i per la longitud del cos segons Wauters & Dhondt, 1989a) explica millor la variabilitat del pes corporal en els hàbitats amb més abundància d'aliment predictable (parc urbà  $\sigma\sigma = 89\%$ , boscos coníferes a 52° N,  $\sigma\sigma = 37-61\%$ ) que en els hàbitats amb abundància menor (bosc mediterrani = 52%, boscos caducifolis a 52° N,  $\sigma\sigma = 25-26\%$  NS). La variabilitat no explicada per la mida ha d'atribuir-se a la condició física dels animals (Wauters & Dhondt, 1989a) i permet suggerir que els hàbitats amb major predictibilitat i abundància d'aliment tenen poblacions amb condicions físiques més uniformes. L'absència d'associació en les femelles es relaciona amb el desgast energètic que causa la reproducció (lactància), que com que és asincrònica ha de causar variacions de condició física entre individus, que no s'han uniformitzat a la tardor.



Taula 19. Índex de la disponibilitat d'aliment predictable i no predictable per esquirol, per període i per hàbitat, i relació entre hàbitats d'aquests índexs. Realitzat a partir de l'índex de disponibilitat d'aliment predictable i no predictable (per classes diamètriques 2 i 3; extret de Taula 3 del Cap. 0) i de la densitat mitjana d'esquirols (extret de Taula 3 del Cap. 3).

	Índex d'aliment/hàbitat (kcal)		Densitat mitjana esquirols/ha	Índex d'aliment/esquirol (kcal/esquirol)	
	Predictible	No predictable		Predictible	No predictable
<b>PARC URBÀ</b>					
Període 92	25921	70426	1.93	13430	36490
Període 93	10621	58193	1.61	6597	36145
Ambdós períodes(Σ)	18271	64309	1.77	10323	36333
<b>BOSC MEDITERRANI</b>					
Període 92	18413	176953	0.90	20459	217073
Període 93	5677	49514	1.05	5407	52563
Ambdós períodes(Σ)	12045	113233	0.97	12417	129153
<b>Relació PARC:BOSC</b>					
Període 92	1:0.71	1:2.51	1:0.47	1:1.52	1:5.95
Període 93	1:0.53	1:0.85	1:0.65	1:0.82	1:1.45
Ambdós períodes(Σ)	1:0.66	1:1.76	1:0.55	1:1.20	1:3.55

No hi ha diferències entre edats en augmentar l'edat en animals adults (edat  $\geq 2$ ) (en cap hàbitat) i això suggereix que els animals mantenen el pes corporal estable durant l'edat adulta i contrasta amb el que succeeix en poblacions septentrionals d'esquirols d'Europa central (52° N) que viuen en boscos de coníferes (dominats per *P. sylvestris*, *P. nigra* i *Larix decidua*, amb subàrees amb *Q. robur* i *Fagus sylvatica*) i en boscos de caducifolis (dominats per *Q. robur*, *F. sylvatica* i *Betula* sp.), en els quals el pes corporal augmenta amb l'edat i s'estabilitza a partir dels tres anys d'edat (Wauters & Dhondt, 1989a). Aquestes diferències s'associen a l'abundància d'aliment (d'alt poder energètic) i a la predictibilitat contínua del medi, cosa que possibilitaria que els animals residents en hàbitats rics en aliment (parc i bosc) assolissin abans una estabilitat corporal.

#### 4.9. Variabilitat entre hàbitats

Es produeixen diferències entre hàbitats en l'edat 1 (subadults) i els animals del parc assoleixen pesos menors.

Tal com caldria esperar (Sullivan et al., 1983; Raylor, 1985; Dobson & Kjelgaard, 1985a) els pesos corporals són lleugerament majors en l'edat 1 (relació parc:bosc 1:1.16) quan hi ha més aliment predictable per esquiroi (relació parc:bosc, períodes 92 i 93, 1:1.20; Taula 19) i més aliment no predictable per esquiroi (relació parc:bosc, períodes 92 i 93, 1:3.55; Taula 19).

Es formulen quatre hipòtesis per explicar-ho:

- a) que els naixements (i el zel femení) es produeixin abans al bosc mediterrani. No és així ja que tant l'activitat sexual de les femelles (Taula 1 i 2 del Cap. 2) com els parts (Fig. 2 del Cap. 2) es produeixen al mateix temps,
- b) que el bosc tingui una temperatura mitjana més alta quan es produeix el creixement dels nounats. No succeeix així (anys 92-93,  $\bar{x}$  parc = 15.95 °C;  $\bar{x}$  bosc = 14.76 °C),
- c) que el bosc mediterrani tingui una qualitat alimentària millor. Com que consumeixen ítems d'aliment semblants, s'exclou aquesta possibilitat (Cole & Batzli, 1978; Bomford & Redhead, 1987), i
- d) que la major densitat d'esquirols del parc urbà (relació parc:bosc  $\sigma\sigma$  1:0.60 i  $\text{♀}\text{♀}$  1:0.51; Taula 3 del Cap. 3) provoqui més interaccions i menys disponibilitat d'aliment per esquiroi.

La diferència entre hàbitats de pes corporal en l'edat 1 s'explica per dos factors:

d<sub>1</sub>) la doble densitat d'esquirols al parc urbà al llarg de l'any ( $\bar{x}$  període d'estudi, relació parc:bosc, períodes 92 i 93, 1:0.55; Taula 19) i durant les tardors (relació parc:bosc, tardors 91-93, 1:0.51; Taula 3 del Cap. 3), quan es produeix la fructificació anual de les llavors predictibles d'alt poder energètic, juntament amb un grau d'agregació superior dels *P. halepensis* més madurs (cd 3) en els quals cerquen l'aliment (relació parc:bosc, 1:0.68; Taula 8 del Cap. 0), ha d'ocasionar més interaccions agressives especialment desfavorables per als animals joves subdominants que, a causa del menor pes corporal (Wauters & Dhondt, 1989b), seran foragitats i no podran escollir fàcilment el menjar (Albon et al., 1983). A més, els subadults a la tardor constitueixen població flotant (Wauters et al., 1995; Cap. 6) i com que no tenen una àrea d'activitat i una àrea nuclear establerta, són desplaçats pels adults residents en les interaccions que constitueixen el mecanisme regulador del reclutament

durant la dispersió i de la mida de la població de *S. carolinensis* (Thompson, 1978). Aquestes interaccions poden provocar en els subadults una menor ingesta energètica per dia o bé precisaran més temps cada dia per ingerir la quantitat d'energia requerida diàriament.

Com a conseqüència, el pes corporal s'incrementa més lentament durant el mateix període de temps i fins i tot podrien assolir la maduració sexual una mica més tard que en hàbitats amb densitats més baixes (Batzli et al., 1977; Smollen & Keller, 1979; Sauer & Slade, 1986; Clutton-Brock et al., 1987; Cap. 2).

A causa de les elevades densitats es produiria un estrès social (Batzli et al., 1977; Smollen & Keller, 1979; Albon et al., 1983; Sauer & Slade, 1986) que afectaria tots els animals de la població, però més especialment els subadults (Flowerdew, 1974; Clutton-Brock et al., 1987), que com que tenen un menor pes corporal són subdominants (Wauters & Dhondt, 1989b) i no tenen establertes les àrees d'activitat i les àrees nuclears (població flotant) i són desplaçats en les interaccions agressives.

d<sub>2</sub>) la menor disponibilitat d'aliment no previsible (glans) per esquirol a la tardor al parc urbà (relació parc:bosc, períodes 92 i 93, 1:3.55; Taula 19) i una densitat d'esquirols doble a la tardor (relació parc:bosc, tardors 91-93, 1:0.51; Taula 3 del Cap. 3), que ha de manifestar-se afavorint la diferència de pes corporal entre hàbitats (Batzli et al., 1977; Albon et al., 1983) en un període en què els animals encara no han assolit l'any d'edat i estan creixent (Fig. 1a-b).

#### 4.10. Variacions entre anys

No hi ha en cap hàbitat (ni ♂♂ ni ♀♀) i indica que són hàbitats amb disponibilitat alimentària relativament constant.

#### 4.11. Fluctuacions estacionals

El pes (mitjana anual) fluctua entre esquirols. A ambdós hàbitats (parc períodes 92 i 93 i bosc període 93) es pot considerar que el pes en els adults és estable al llarg de l'any ( $\nabla \bar{x} = 2.41\%$ ,  $n = 3$  períodes), excepte si es produeix una anyada bona de glans (bosc, període 92), que provoca un decreixement de pes (període 92) des de la tardor a la primavera ( $\nabla \bar{x} = 7.46\%$ ,  $n = 1$  període). Els valors màxims s'assoleixen a la tardor-hivern i els mínims a la primavera-estiu (Fig. 6) i estan associats amb el moment de l'inici de la fructificació de les pinyes de pi blanc, *P. halepensis*, que pot oscil·lar fins a dos mesos (Fig. 1 del Cap. 0). Aquests valors contrasten amb els que es produeixen en poblacions d'Europa central en les quals el pes fluctua entre esquirols i entre estacions (màxim hivern-mínim estiu:  $\nabla \bar{x}$  anual = 8-11%; Wauters & Dhondt, 1989a) i al Regne Unit (màxim hivern-mínim primavera-estiu:  $\nabla \bar{x}$

anyal = 10%; Gurnell & Pepper, 1991). En les poblacions citades d'Europa central els valors màxims s'assoleixen (hàbitats de coníferes amb alguns caducifolis i hàbitats de caducifolis) cap a la tardor (novembre, desembre i gener) i els mínims (en hàbitats de coníferes amb alguns caducifolis) a l'hivern (febrer) i a l'estiu (juliol) i, en hàbitats de caducifolis, a l'hivern (febrer) i a l'estiu (agost) (Wauters & Dhondt, 1989a). Els valors mínims primaverals-estivals del present estudi també es produeixen en *S. vulgaris* a Europa central (Wauters & Dhondt, 1989a) i al Regne Unit (Gurnell & Pepper, 1991) i en *S. niger* i *S. carolinensis* a Amèrica del Nord (Koprowski, 1991) i estan associats al descens de recursos alimentaris d'alt poder energètic, excloent en el present estudi que estiguin afectats pel zel (Fig. 4a i b). En ambdós hàbitats aquesta baixada de pes corporal s'associa a una elevada mortalitat estival a causa de la manca d'aliment d'alt poder energètic (Taules 8 i 9 i Fig. 5 del Cap. 3), però aquest fenomen no es produeix a Europa central, on la supervivència decreix en incrementar la temperatura hivernal (Wauters & Dhondt, 1990a).

En aquest sentit també es constata que la població de la ssp. *alpinus* (subpoblació NE península Ibèrica) i la ssp. *russus* (subpoblació Europa central) tenen mides corporals semblants (Taula 16) (relació subespècies *alpinus-russus* en longitud pota: 0.94:1; longitud peu 0.92:1 i longitud cos 1:1), mentre que el pes corporal (valors estivals) és més diferent (relació subespècies *alpinus-russus*, 0.87:1), i suggereix que els esquiroles de la ssp. *alpinus* tenen un menor pes corporal a causa de que:

a) no precisen acumular reserves energètiques en forma de greix per afrontar el període hivernal, com succeeix en latituds més nòrdiques (Wauters & Dhondt, 1989a) caracteritzades per una meteorologia més severa,

b) tenen aliment predictable d'alt poder energètic al llarg de tot l'any (14 mesos; Cap. 0), mentre que a Europa central la predictibilitat d'aliment d'alt poder energètic és només de 10 mesos (Wauters & Dhondt, 1992).

En el present estudi un lleuger increment de pes corporal des de l'estiu-primavera a la tardor els permet recuperar el pes corporal òptim que provocarà un increment de la longitud del testicle que, a la vegada, produeix un augment de testosterona en la sang (Webley & Johnson, 1983) i l'inici de l'espermatogènesi que els ha de permetre tenir espermatozoides viables (Delost, 1966) a l'hivern, coincidint amb el període reproductor (Fig. 3 del Cap. 2).

Les altes densitats d'esquiroles del parc urbà (període 92; Cap. 3) provocarien una mancança anticipada (primavera 92, maig) de l'aliment d'alt poder energètic (pinyes de *P. halepensis*) i es produiria un període de temps més llarg de mancança d'aliment d'alt poder energètic (que podria afectar especialment als animals de l'any, subadults, que estan en fase de creixement) i, com a conseqüència, es produiria també una pèrdua de pes

anticipada en la població d'adults (període 92). L'estació de tardor ha de ser un període de notable importància per a la supervivència i el creixement de les cries de l'any, i en aquest sentit el parc urbà tindria pitjors condicions que el bosc mediterrani a causa de la menor producció de glans (relació parc:bosc, 1:1.76) i a causa de les altes densitats d'esquirols que incrementen les interaccions provocant especialment en els subdominants un decreixement del temps dedicat a l'alimentació que ha de reflectir-se en el creixement de les variables morfomètriques i el pes corporal.

Aquesta hipòtesis pot refermar-se en constatar que al llarg de l'any (excloent la tardor a causa de l'abundància d'aliment) els pesos corporals dels adults ( $\sigma\sigma$ ) del parc urbà són menors (no significatius) al llarg de les estacions de 2 anys consecutius (relació pes corporal parc:bosc, període 92, 0.98:1; període 93, 0.97:1) que els del bosc mediterrani (Fig. 4a i b). Al parc urbà l'alta disponibilitat d'aliment predictable (d'alt poder energètic) en el temps i en l'espai (relació  $\times$  períodes 92-93, parc:bosc 1:0.66, Taula 19) ocasiona densitats més elevades (relació  $\times$  períodes 92-93 parc:bosc 1:0.55, Taula 19) que fan decreixer la disponibilitat d'aliment predictable per esquirol (període 92-93, relació parc:bosc, 1:1.20; Taula 19) i provoca, com que hi ha densitats més elevades, que estiguin exposats a més interaccions agressives, cosa que es veu afavorida també pel major grau d'agregació dels pins *P. halepensis*, madurs (cd 3) (relació parc:bosc, 1:0.68; Taula 8 del Cap. 0). Aquest major nombre d'interaccions agressives que permet regular la mida poblacional (Thompson, 1978), provocaria un major grau d'estrès social (Batzli et al., 1977; Smollen & Keller, 1979; Albon et al., 1983; Sauer & Slade, 1986), que es manifestaria especialment en els animals més joves (Flowerdew, 1974; Clutton-Brock et al., 1987) que, com que tenen un menor pes corporal, són subdominants (Wauters & Dhondt, 1989b) i no tenen establertes les àrees d'activitat i àrees nuclears i són desplaçats en les interaccions agressives.

Els depredadors tenen una importància molt menor que la disponibilitat d'aliment, ja que havent-hi el mateix índex de depredació al parc durant els períodes 92 i 93, la densitat és molt major el període 93 (Fig. 3 del Cap. 3) coincidint amb una elevada producció d'aliment (d'alt poder energètic) predictable (*F. Pinaceae* i *F. Cupressaceae*) del medi (Taula 3 del Cap. 0).

Cal destacar també que en les anyades de major producció el nombre d'esquirols residents al parc urbà és més elevat i que en ambdós hàbitats també és més elevat el pes corporal mitjà a la tardor, quan és més abundant la disponibilitat d'aliment predictable i d'aliment no predictable.

En els hàbitats estudiats, a diferència dels hàbitats de latituds més septentrionals (Wauters & Dhondt, 1989a), els pesos corporals dels esquirols no fluctuen excepte si es produeix una anyada bona de glans. Tot i així, segueixen una tendència semblant: la



concentració d'aliment de llavors d'arbres durant la tardor i a principis d'hivern facilita que els esquirols incrementin de pes corporal, cosa que indueix que s'iniciï abans l'espermatogènesi i l'estre (Cap. 2). Els esquirols d'hàbitats més septentrionals adquireixen una capa de greix sota la pell que els proporciona un aïllament addicional i reserves de greix que els ajudaran a sobreviure durant els períodes freds de l'hivern o durant períodes en què, per causes meteorològiques, tinguin menys accessibilitat a les fonts d'aliment, cosa que no es produeix en les latituds estudiades a causa de la predictibilitat i de l'abundància d'aliment durant tot el cicle anyal. Això suposa que en les poblacions septentrionals, al llarg de la primavera es van gastant aquestes reserves a causa de la gran quantitat d'energia invertida en la reproducció (aparellament i lactació), mentre que en latituds meridionals aquestes reserves són menors a causa de la disponibilitat contínua d'aliment.

## **5. SUMARI**

- 1. No hi ha diferències entre sexes en els nounats (edat = 5-15 dies) ni en les variables morfomètriques ni en el pes corporal.**
- 2. Durant el creixement, en els lactants (edat = 30 dies) el peu és la variable morfomètrica més desenvolupada (67% de l'adult) i el pes corporal només assoleix un 20% del de l'adult.**
- 3. Es pot considerar que als 90 dies d'edat les variables morfomètriques (87-97% del valor màxim) i als 360 dies el pes corporal (94% del valor màxim) han assolit els valors d'adult.**
- 4. Hi ha diferències entre hàbitats en animals d'edat 1 (4-12 mesos) en les variables morfomètriques i el pes corporal, amb valors inferiors al parc que s'associen a les interaccions causades per les elevades densitats d'esquirols (relació densitats parc:bosc, 1:0.55). Les altes densitats d'esquirols del parc urbà (que provoquen un decreixement mitjà de l'índex de disponibilitat d'aliment per esquirol respecte del bosc mediterrani) han de provocar més interaccions agressives, que ocasionen un grau elevat d'estrès social que incideix més clarament en els animals subadults (edat 1 = 4-12 mesos).**
- 5. Hi ha diferències entre sexes (adults i subadults) en la longitud de l'orella, que és superior en mascles. Aquestes diferències entre sexes no es mantenen pel que fa a la longitud dels plomalls de l'orella durant la reproducció (hivern).**
- 6. Els pesos corporals no varien en augmentar l'edat dels animals adults, i cosa que s'associa al fet que viuen en hàbitats de predictibilitat alimentaria màxima amb elevada abundància d'aliment i amb diversitat d'aliments alternatius.**
- 7. La mida de l'animal en els mascles adults (expressada per la longitud de la pota) explica el 52% (bosc) i el 89% (parc) de la variabilitat del pes corporal.**
- 8. No hi ha diferències de pes corporal entre hàbitats ( $\sigma\sigma$  i  $\text{♀}\text{♀}$ ) ni entre sexes (parc i bosc) durant l'estació d'inactivitat sexual (tardor).**
- 9. El pes corporal dels esquirols, en hàbitats d'alta abundància d'aliment i predictibilitat d'aliment (d'alt poder energètic) contínua, no fluctua estacionalment excepte si es produeix una anyada bona de glans (aliment temporal no predictable en el temps) cosa que provoca un increment significatiu del pes corporal a la tardor. El retard temporal que pot produir-se en la fructificació de les pinyes de pi blanc es compensa amb la diversitat d'aliments alternatius.**

**10.** No hi ha diferències de pes corporal entre anys (per estacions) en cap hàbitat.

**11.** D'entre les subespècies d'Europa occidental la *ssp. alpinus* és la que té variables morfomètriques i pes corporal menor.

**12.** D'entre les subespècies d'Europa occidental la *ssp. hoffmanni* (més meridional) és la que té variables morfomètriques majors i pes corporal major. Tot i que viu en un hàbitat semblant (i només 3° de latitud per sota) al de la *ssp. alpinus*, el seu cos i pes corporal són majors (10-12% major el cos i 35%-43% major el pes corporal).





## **CAPÍTOL 2**

**Efecte de l'abundància d'aliment  
en els canvis estacionals  
del cicle reproductor**



## CAPÍTOL 2. EFECTE DE L'ABUNDÀNCIA D'ALIMENT EN ELS CANVIS ESTACIONALS DEL CICLE REPRODUCTOR

### 1. INTRODUCCIÓ

En els esciúrids la reproducció està controlada per factors interns, responsables d'un ritme endogen (Pudney, 1976), i per factors externs, depenents de cada hàbitat, d'entre els quals la nutrició (valorada per la qualitat de l'aliment o per la quantitat) és un dels més importants (Bushberg & Holmes, 1985; Bomford & Redhead, 1987; Flowerdew, 1987; Bronson, 1989; Wauters & Dhondt, 1989b; Dark et al., 1992). Però també cal tenir en compte els efectes comportamentals i socials (diffícils de discernir i d'efectes menys immediats, com per exemple quan hi ha competència per copular), que a la vegada estan influïts per estímuls químics, auditius o tàctils (Webley & Johnson, 1983; Flowerdew, 1987; Bronson, 1989) i els factors meteorològics com la durada del dia i la temperatura ambiental (Delost, 1966; Heaney, 1984; Webley et al., 1985; Flowerdew, 1987; Bronson, 1989).

Una dieta d'alta qualitat provoca en poblacions salvatges de *Microtus ochrogaster* i de ratolí domèstic, *Mus musculus*, un increment de mida de les llogigades (Cole & Batzli, 1978; Bomford & Redhead, 1987) i en el ratolí també un increment del nombre de femelles que crien perquè s'hi afegeixen les de mesures corporals menors, que no haurien criat sense aquesta aportació proteínica (Bomford & Redhead, 1987).

Una dieta amb molts greixos provoca en esquiroles terrestres juvenils, *Spermophilus lateralis*, un increment del pes corporal dels mascles i, com a conseqüència, augmenta la massa testicular i la concentració de testosterona en la sang, cosa que determina una maduració sexual anticipada (Dark et al., 1992). Una dieta abundant afecta el cicle de maduració sexual d'ambdós sexes. En els mascles de *Sciurus carolinensis* provoca que els testicles descendeixin a la bossa escrotal i incrementin de pes (Pudney, 1976; Webley & Johnson, 1983) i en els de *S. beldingi*, provoca major pes dels testicles, major nivell de testosterona en la sang i un índex espermàtic més elevat (més espermatozoides gonadals) (Bushberg & Holmes, 1985). Les femelles assoleixen abans la maduresa sexual en gossets de les praderies, *Cynomys gunnisoni* (Raylor, 1985), i en *S. columbianus* (Dobson & Kjelgaard, 1985b), o n'hi ha més que crien per estació reproductora en *Tamiasciurus douglasii* (Sullivan & Sullivan, 1982), o tenen més llogigades en *T. hudsonicus* (Sullivan, 1990) o més cries per llogigada en *S. columbianus* (Dobson & Kjelgaard, 1985b).

L'increment de pes corporal que es produeix a la tardor possibilita l'acumulació de reserves en forma de greix (Short & Duke, 1971; Wauters & Dhondt, 1989a; Fig. 4a i b del Cap. 1) i causa en els mascles un augment del pes dels testicles (associat a un augment de mida) que produeixen concentracions superiors de testosterona, que a la vegada ocasionen

un increment del pes (i de la mida), de les glàndules associades a la reproducció (vesícules seminals, pròstata, glàndules bulbouretrals o de Cowper) (Webley & Johnson, 1983). A causa de la major concentració de testosterona en la sang, s'inicia l'espermatogènesi activa que culmina amb la producció d'esperma viable aproximadament 49 dies després en les rates (Clermont et al., 1959, citat per Grassé, 1969) i més de 60 dies després en altres mamífers (Young, 1980). En les poblacions naturals de *S. carolinensis* i en els mamífers en general hi ha un grau de sincronisme elevat durant l'any en la funció testicular (Webley et al., 1985). La presència de mascles (que ocasionen estímuls olfactoris en les femelles) i de factors ambientals idonis, provoquen l'estre de les femelles (Webley & Johnson, 1983; Flowerdew, 1987) que precedeix les còpules i després de 38 dies de gestació, en *S. vulgaris* (Holm, 1987; Gurnell, 1987), es produiran els parts.

Al contrari, un dieta poc abundant provoca que els mascles assoleixin pesos corporals menors, que ocasionen una regressió testicular o uns pesos testiculars baixos o ambdues coses a la vegada (Gurnell, 1983) i, com a conseqüència, els nivells de testosterona en la sang són baixos i a la vegada també ho són els pesos i les mides de les glàndules associades (Webley & Johnson, 1983). Hi ha absència de període de cria (Nixon & McClain, 1969; Gurnell, 1987; Webley & Johnson, 1983) perquè no es produeix l'espermatogènesi. Les femelles poden no assolir el pes corporal mínim per madurar sexualment i entrar en estre o poden abortar (Wauters & Dhondt, 1989b).

El detall dels diferents estadis del cicle biològic individual (mascles i femelles) s'estableix amb precisió amb els estudis histològics dels òrgans associats a la reproducció (Delost, 1965 i 1966; Prasad et al., 1966; Pudney, 1976; Webley & Johnson, 1983; Webley et al., 1985), mentre que els estudis del pes de les glàndules reproductores amb animals morts només permeten establir aquests estadis a nivell poblacional (Degn, 1973; Brown & Yeager, 1945, citat per Gurnell, 1987). En poblacions estudiades en viu, els estadis del cicle reproductor han de basar-se en evidències indirectes com els caràcters sexuals externs d'ambdós sexes: en els mascles per la ubicació i les mesures dels testicles i de les glàndules bulbouretrals o de Cowper, i en les femelles per l'estat d'activitat sexual determinat visualment pels canvis morfològics d'engruiximent i queratinització de l'epiteli vaginal durant el cicle estral.

L'hàbitat del parc urbà es diferencia del del bosc mediterrani per una major abundància (cicle anyal) d'aliment predictible en l'espai (relació 1:0.69; Taula 8 del Cap. 0) i un major índex d'agregació dels pins blancs madurs (cd 3, relació parc:bosc 1:0.68; Taula 5 del Cap. 0), que són els preferits per alimentar-se al llarg de tot l'any (Taula 7 del Cap. 5). Tot i que al parc hi ha major abundància d'aliment en termes absoluts, la major densitat d'esquirols ( $\bar{x}$  períodes 92-93 d'esquirols per ha, parc:bosc, 1.77:0.97; Taula 4 del Cap. 3) provoca una menor abundància d'aliment predictible ( $\bar{x}$  períodes 92-93, relació parc:bosc,



1:1.20) i no previsible ( $\bar{x}$  períodes 92-93, relació parc:bosc, 1:3.55) per esquirol (Taula 19 del Cap. 1). A la vegada, les elevades densitats causen un major nombre d'interaccions que provoquen baixos pesos corporals en els subadults (Fig. 3 i Taula 11 del Cap. 1), perquè no poden ingerir les necessitats energètiques diàries (Clutton & Brock et al., 1987; Cap. 1), i estrès social en la població (Smollen & Keller, 1979; Albon et al., 1983; Cap. 1), que analògament al que succeeix amb els cèrvols, *C. elaphus*, pot ocasionar una condició física individual pitjor a causa que no han pogut menjar el que prefereixen i és més nutritiu i això pot incidir negativament en la fertilitat (Albon et al., 1983). En rosegadors pot provocar una reducció de la natalitat (Krebs & Myers, 1974, citat per Flowerdew, 1987) o un decreixement en l'índex d'implantació d'òvuls (Christian, 1971, citat per Bronson, 1989) o, com en el cas de la població d'adults (mascles) del parc urbà, uns valors de pes corporal (cicle anual) menors (Fig. 4a i b, del Cap. 1), encara que no significativament (Taula 15 del Cap. 1).

La hipòtesi general proposada és que la menor disponibilitat d'aliment (previsible i no previsible) per esquirol a la tardor al parc ( $\bar{x}$  períodes 92-93, relació parc:bosc, 1:3.03; Taula 19 del Cap. 1), quan s'inicia el cicle d'activitat sexual, juntament amb les majors densitats anyals d'esquirols ( $\bar{x}$  períodes 92-93 d'esquirols per ha, relació parc:bosc, 1:0.55; Taula 4 del Cap. 3) han de provocar diferències poblacionals entre hàbitats en l'inici de la maduració de les glàndules sexuals dels adults (Webley & Johnson, 1983; Dark et al., 1992). La resta d'objectius són: (I) cercar un índex basat en la distància anogenital que permeti diferenciar en viu l'estat de gestació en els dies centrals d'aquest període (4t-28è) respecte del d'anestrest; (II) caracteritzar el cicle reproductor de les femelles i comparar-lo amb el de latituds més septentrionals; (III) determinar si l'estat d'estre de les femelles està associat al pes corporal en cada hàbitat, estació o any; (IV) caracteritzar el cicle reproductor dels mascles i la variabilitat entre anys i fer comparacions entre hàbitats i amb els de latituds més septentrionals, i (V) establir quin òrgan reproductor masculí permet determinar millor en viu la capacitat reproductora poblacional en aquest sexe.

## **2. MATERIAL I MÈTODES**

### **2.1. Manejament i marcatge individual**

Tots els esquirols (209 animals: 111 ♂♂ i 98 ♀♀) que van ser capturats en les sessions estacionals de captures (hivern = febrer, primavera = abril, estiu = juliol, tardor = novembre; Cap. 3) en cada hàbitat (78 al parc urbà: 43 ♂♂ i 35 ♀♀, i 131 al bosc mediterrani: 68 ♂♂ i 63 ♀♀) de maig 1991 a febrer 1994, van ser marcats individualment amb una grapa numerada fixada a cada orella, que en permetia el reconeixement visual individual.

### **2.1.1. Sexe i grup d'edat**

En les captures estacionals es determinava el sexe per observació directa dels genitals externs de l'animal, prou diferents, i per la major distància anogenital dels mascles.

En l'estudi del cicle reproductor es van emprar únicament animals adults (edat > 12 mesos), excepte en l'estudi del nombre d'estres per femella i estació reproductora, que es va fer amb femelles d'edat > 10 mesos. En l'estudi del nombre de cries per llograda es van utilitzar cries lactants (edat < 35 dies).

### **2.1.2. Estat d'activitat sexual i morfometria de les glàndules associades a la reproducció**

En cada captura es prenen en viu el pes corporal, les mesures corporals i l'estat d'activitat sexual dels dos sexes (Material i mètodes generals).

## **2.2. Localització de les llogrades**

Per l'estudi del nombre de parts per femella i any i els períodes en què es produeixen es van localitzar tots el nius de part possibles de les femelles amb collar amb radioemissor (n = 32 ♀♀, 12 al parc urbà i 20 al bosc mediterrani). Una vegada era localitzat, s'hi pujava i s'anotava el nombre de cries i el sexe d'aquestes, i es tornaven a deixar al niu. L'edat també era coneguda i s'ha establert el dia aproximat del part, pel comportament espacial matern de les femelles amb collar amb radioemissor (dediquen un temps a la preparació del niu de part i durant els primers dies posteriors al mateix romanen molt de temps dins el niu tenint cura de les cries; Fig 5 del Cap. 5). Les manipulacions de les cries es van fer amb guants de plàstic no reutilitzats, per tal de reduir els rastres odorífers estranys.

Quan el part no podia ser confirmat accedint al niu sense malmetre la llograda, es va determinar pel comportament espacial matern de femelles amb collar amb radioemissor, detallat anteriorment, i per l'estat d'activitat sexual de la mare, observat a partir de les captures estacionals.

### **2.3. Estacions i períodes estudiats**

En l'estudi de l'índex de l'estat de gestació i del cicle reproductor es van utilitzar femelles d'ambdues àrees d'estudi capturades en el període estiu 92-hivern 94. Les determinacions de la mesura en l'estat d'anestre es van fer únicament amb femelles capturades a les tardors.

L'estudi del nombre de femelles adultes (> 12 mesos i < 22 mesos) i novelles (< 12 mesos), sexualment actives (estat de preestre, estre o postestre, que comprèn els tres dies anteriors i posteriors a l'estre) s'ha realitzat amb les femelles presents en ambdues àrees d'estudi, l'hivern de 1992 i de 1993, a partir de l'estat de la vulva, de l'estat de les glàndules mamàries i de la distància anogenital.

L'estudi del nombre de parts i dels períodes en què es produeixen s'ha realitzat, especialment en el parc urbà, a partir dels parts de les femelles que crien per primera vegada (any 92 amb el 100% de femelles novelles) i dels parts que tenen les femelles adultes (any 93 amb el 83.3% de les femelles adultes), per cada estació reproductora.

L'estudi de les variacions estacionals de mida de les glàndules masculines associades a la reproducció s'ha realitzat amb esquirois adults residents (80% de la població del parc urbà i 70% de la del bosc) en el període estiu 92-primavera 93.

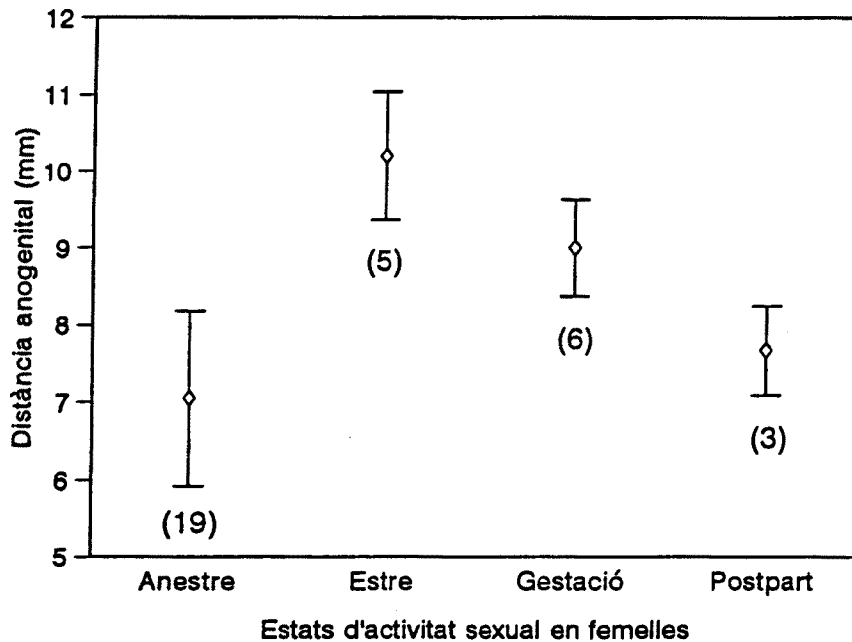
L'estudi de la variabilitat de mida de les glàndules reproductores (longitud del testicle i diàmetre de la glàndula de Cowper) amb l'edat s'ha realitzat amb esquirois d'edat coneguda (n = 5) mesurats cada any, des de subadults d'1 any (1r hivern) fins a adults de 3 anys (3r hivern), del febrer de 1993 al de 1996.

En la resta d'estudis, en els quals no s'especifica el moment de la recol·lecció de la mostra, s'entén que s'ha realitzat entre març de 1991 i febrer de 1994.

### 3. RESULTATS

#### 3.1. Índex d'estat de gestació: distància anogenital

La distància anogenital presenta una evolució que s'associa clarament als diferents estadis reproductors (Fig. 1), i permet diferenciar l'estadi de gestació entre el 4t i el 28è dia aproximadament ( $\bar{x} = 9.00$  mm,  $s = 0.63$ ) respecte del d'anestre ( $\bar{x} = 7.05$  mm,  $s = 1.13$ ) (prova *t* de Student,  $t = 3.81$ ,  $df = 20$ ,  $P = 0.001$ ) quan no hi ha altres variables morfològiques (palpació d'embrions o estat vulvar) que permetin discriminar-los amb seguretat. Aquestes diferències són independents de les mesures corporals o del pes corporal dels esquirols (prova *t* de mesures repetides:  $t = 4.40$ ,  $df = 2$ ,  $P = 0.0572$ ).



**Fig. 1.** Mitjana de (◊) la distància anogenital (mm) amb la desviació estàndard, en els diferents estadis d'activitat sexual de femelles adultes (d'ambdós hàbitats). Els números situats entre parèntesis indiquen la mida mostral. (Prova *t* de Student al text).

## 3.2. Cicle reproductor de les femelles

### 3.2.1. Variació estacional d'activitat sexual en cada hàbitat

En cada hàbitat les femelles adultes ja són actives sexualment a l'hivern (parc = 85.71%, bosc = 83.33%, Taula 1) i l'activitat sexual perdura fins l'estiu (Fig. 2), mentre que només un terç de les femelles novelles són actives sexualment a l'hivern (parc = 33.33%, bosc = 37.50%, Taula 2), i els dos terços restants inicien l'activitat sexual cap a la primavera o l'estiu (Fig. 2). Per això la majoria de parts que es produeixen a l'hivern durant febrer-març són de femelles adultes (exceptuant ♀ núm. 21, Fig. 2), mentre que els que es produeixen a la primavera - estiu durant maig - juliol són de femelles adultes i novelles (Fig. 2).

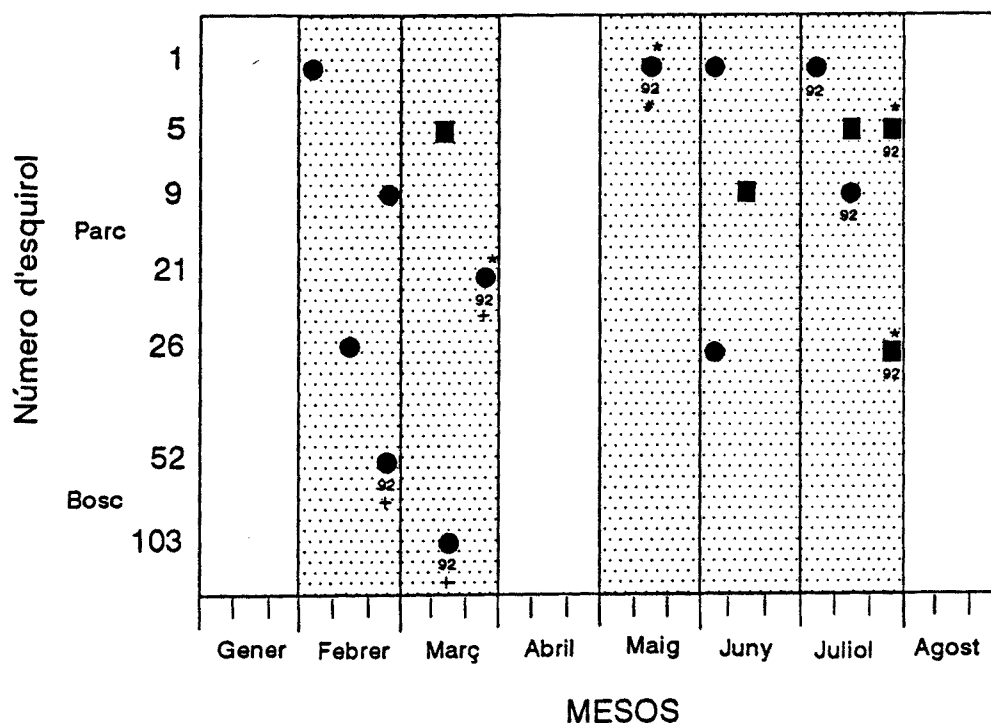


Fig. 2. Períodes de parts. La data del part s'ha establert per (●) el comportament específic d'ús del niu de part i per la posterior comprovació visual de la llograda al niu, o bé per (■) el comportament específic d'ús del niu de part i per l'estat d'activitat sexual de la femella en les captures estacionals, a causa de la impossibilitat de pujar al niu (per fer la comprovació visual de presència de cries). Quan no s'especifica l'any, indica que el part es va produir l'any 93. Realitzat a partir de femelles que van portar permanentment collar amb radioemissor (seguiment intensiu) durant els anys 1992 i 1993 (parc urbà = 100% de les femelles novelles l'any 92, i 83.3% de les femelles adultes l'any 93). (\* = 1r part de la seva vida; + = femella que va morir poc temps després del part, durant la lactació; # = mort de les cries durant les primeres setmanes de lactació).

**Taula 1.** Proporció (%) hivernal (febrer) de femelles adultes (edat > 12 i < 22 mesos, queden excloses les novelles) sexualment actives (han iniciat el cicle d'activitat sexual i estan en la fase de preestre, estre, gestació o lactació). (n = mida mostral).

	Hivern 92		Hivern 93		Ambdós hiverns	
	n	%	n	%	n	%
PARC URBÀ	2	100.00	5	80.00	7	85.71
BOSC MEDITERRANI	7	71.43	5	100.00	12	83.33
AMB DÓS HÀBITATS	9	77.78	10	90.00	19	84.21

**Taula 2.** Proporció (%) hivernal (febrer) de femelles novelles nascudes l'any anterior (edat < 12 mesos) sexualment actives (han iniciat el cicle d'activitat sexual i estan en la fase de preestre, estre, gestació o lactació). (n = mida mostral).

	Hivern 92		Hivern 93		Ambdós hiverns	
	n	%	n	%	n	%
PARC URBÀ	3	33.33	3	33.33	6	33.33
BOSC MEDITERRANI	3	33.33	5	40.00	8	37.50
AMB DÓS HÀBITATS	6	33.33	8	37.50	14	35.71

### 3.2.2. Nombre d'estres per femella i any

En cada hàbitat la majoria de femelles (parc = 93.75%, bosc= 100.00%, Taula 3) tenen com a mínim un estre per estació reproductora i les femelles adultes generalment en tenen dos (Fig. 2). Únicament s'ha detectat que no es produeix en esquiroles de molt baix pes corporal (♀ núm. 20, ♂ període 92 = 197 g) probablement a causa d'alguna malaltia que els impedeix assolir els valors mínims (274-282 g, Taula 4) per tenir l'estre.

**Taula 3.** Proporció (%) anyal de la població de femelles adultes (> 10 mesos d'edat) que tenen com a mínim un estre per estació reproductora. (n = mida mostral).

	1992		1993		Ambdós anys	
	n	%	n	%	n	%
PARC URBÀ	8	87.50	8	100.00	16	93.75
BOSC MEDITERRANI	7	100.00	10	100.00	17	100.00
AMB DÓS HÀBITATS	15	93.33	18	100.00	33	96.97

### 3.2.3. Nombre de parts i períodes en què es produeixen

Durant l'estació reproductora les femelles adultes (han criat en anys anteriors) assoleixen abans un major pes corporal que les femelles novelles (obs. pers.) i, probablement per aquesta raó, pareixen cap al febrer-març i tenen un segon part 110-120 dies després, cap al juny-juliol (Fig. 2).

Les femelles novelles tenen el primer part en el segon període reproductor (exceptuant ♀ núm. 21, Fig. 2), entre els mesos de maig a juliol, depenent possiblement del moment en què assoleixin un pes mínim per entrar en estre (Taula 4). Si el primer part fracassa per qualsevol motiu, poden tenir un altre part 50 dies després (♀ núm. 1, Fig. 2).

Es poden establir dos períodes intensius de parts per estació reproductora, el primer durant febrer-març i el segon durant maig-juliol (Fig. 2).

### 3.3. Variacions del pes corporal en l'estat d'estre en les femelles adultes

El pes corporal de les femelles d'ambdós hàbitats (Taula 4) és semblant en l'estat d'anestre i d'estre (ANOVA bifactorial, Taula 5).

Taula 4. Mitjana ( $\bar{x}$ ) i desviació estàndard (s) del pes corporal (g) de les femelles adultes d'ambdós hàbitats en tres estadis d'activitat sexual. (ANOVA bifactorial hàbitat i estadi d'activitat sexual anestre–estre, a Taula 5). L'estadi d'estre inclou femelles pesades des de preestre (tres dies abans de l'estre) fins a postestre (tres dies després de l'estre). (n = mida mostral).

	PARC URBÀ			BOSC MEDITERRANI			AMB DÓS HÀBITATS		
	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s
Anestre	4	268.25	15.88	10	271.30	16.26	14	270.43	15.59
Estre	4	274.00	14.76	9	282.22	10.94	13	279.69	12.24
Lactància	3	297.00	42.33	12	298.25	31.43	15	298.00	32.13

Taula 5. ANOVA bifactorial del pes corporal (g) de les femelles adultes d'ambdós hàbitats en anestre–estre. (Estadística descriptiva a Taula 4).

	F	df	P
Hàbitat	0.854	1.23	0.365
Estadi activitat sexual	2.876	1.23	0.103
Hàbitat-estadi activ. sexual	0.182	1.23	0.673

En l'estadi d'estre no hi ha diferències del pes corporal (anàlisi conjunta d'ambdós hàbitats a causa de la manca de diferències entre hàbitats) ni entre anys (92 i 93) ni entre estacions (hivern i primavera)(ANOVA bifactorial, factor any,  $F = 0.744$ ,  $df = 1,11$ ,  $P = 0.414$ ; factor estació:  $F = 0.280$ ,  $df = 1,11$ ,  $P = 0.611$ ; interacció any-estació:  $F = 0.490$ ,  $df = 3,8$ ,  $P = 0.504$ ).

Hi ha un augment progressiu de pes corporal durant els tres estadis d'activitat sexual (anestre, estre i lactància, Taula 4), que no és diferent en el parc urbà, però gairebé ho és en el bosc mediterrani (parc urbà, ANOVA:  $F = 1.223$ ,  $df = 2,10$ ,  $P = 0.344$ ; bosc mediterrani, prova de Kruskal-Wallis:  $H = 5.4260$ ,  $df = 2,30$   $P = 0.0663$ ).

### **3.4. Cicle reproductor dels mascles adults**

La longitud del testicle (Taula 6) és major al bosc mediterrani (ANOVA bifactorial de mesures repetides, Taula 7a) que al parc urbà en totes les estacions, amb valors més diferents únicament a la tardor (Taula 7a; Fig 3a). La longitud testicular a cada un dels hàbitats varia entre estacions i només es manté estable entre hivern (valors més elevats del cicle)-primavera i primavera-estiu. És diferent entre la resta d'estacions (Taula 7b i c) i assoleix els valors més baixos a la tardor (Fig 3a). La longitud del testicle és independent del pes corporal en totes les estacions (regressions pes corporal-longitud testicle, bosc:  $n = 14$ , estiu 92,  $P = 0.4980$ ; tardor 92,  $P = 0.9402$ ; hivern 93,  $P = 0.7012$ ; primavera 93,  $P = 0.0852$ ;  $n=11$ , estiu 93,  $P = 0.9183$ ). Els esquirols amb testicles grans a la tardor són els que a la següent estació d'hivern els tenen més petits ( $n = 14$ , tardor 92-hivern 93,  $r = -0.56$ ,  $P = 0.036$ ) cosa que indica que no tots els esquirols assoleixen el desenvolupament testicular sincrònicament i que la mida del testicle assoleix un valor màxim (7/14, 50% d'esquirols a la tardor amb valors  $> 16$  mm, mentre que 3/14, 21% assoleixen la mida superior a l'hivern, i 4/14, 29% mantenen valors semblants al llarg del període reproductor) que posteriorment no es manté, però aquesta associació no es produeix en la resta d'estacions d'un mateix període ( $n = 14$ , hivern 93-primavera 93,  $r = 0.36$ ,  $P = 0.200$ ;  $n = 11$ , primavera 93-estiu 93,  $r = 0.39$ ,  $P = 0.231$ ) ni entre períodes ( $n = 14$ , estiu 92-tardor 92,  $r = -0.14$ ,  $P = 0.627$ ).

La mida del testicle no augmenta amb l'edat entre el primer i el tercer any de vida (hiverns) (ANOVA de mesures repetides:  $F = 2.75$   $df = 2,8$ ,  $P = 0.1235$ ), però el primer hivern el pes corporal explica (relació directa) la longitud del testicle (equació de regressió  $y = 3.339 + 0.064x$ ,  $r^2 = 0.9903$ ,  $n = 5$ ,  $P = 0.0004$ ). La mida del testicle presenta variació entre anys (bosc) a l'estiu, tot i que no és significativa (prova  $t$  de mesures repetides:  $t = 2.01$ ,  $df = 10$ ,  $P = 0.0717$ ), i no sempre són els mateixos esquirols els que tenen mides testiculars més grans (estiu 92-estiu 93,  $n = 11$ ,  $r = 0.48$ ,  $P = 0.137$ ).



**Taula 6.** Mitjana ( $\bar{x}$ ) i desviació estàndard (s) de la longitud (mm) del testicle i del diàmetre (mm) de la glàndula de Cowper, en els mascles adults, per estacions i hàbitats. Realitzat amb mesures dels mateixos animals capturats en totes les estacions del període estiu 92–primavera 93. (Glàndula de Cowper = 0, indica diàmetre molt reduït no detectable en viu amb el tacte). (n = mida mostral). (Representació gràfica a Fig. 3 i ANOVA bifactorial de mesures repetides a Taula 7).

PARC URBÀ (n = 4)	Estiu 92		Tardor 92		Hivern 93		Primavera 93		Total (n = 16)	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Testicle	16.75	0.50	12.00	2.31	20.25	0.96	19.50	1.29	17.13	3.58
Glàndula Cowper	9.75	1.89	0.00	0.00	11.50	1.00	14.75	1.26	9.00	5.79
<hr/>										
BOSC MEDITERRANI (n = 14)	Estiu 92		Tardor 92		Hivern 93		Primavera 93		Total (n = 56)	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Testicle	18.64	2.21	16.50	1.34	21.36	1.78	20.71	1.59	19.30	2.57
Glàndula Cowper	10.21	2.61	0.00	0.00	11.21	2.36	11.14	2.63	8.14	5.22
<hr/>										
AMB DÓS HÀBITATS (n = 18)	Estiu 92		Tardor 92		Hivern 93		Primavera 93		Total (n = 72)	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Testicle	18.22	2.10	15.50	2.46	21.11	1.68	20.44	1.58	18.82	2.94
Glàndula Cowper	10.11	2.42	0.00	0.00	11.28	2.11	11.94	2.82	8.33	5.32

Taula 7. (a) ANOVA bifactorial de mesures repetides i prova *t* de Student ( $P < 0.05$ ) entre hàbitats de la longitud del testicle (4 estacions) i del diàmetre de la glàndula de Cowper (3 estacions en excloure els valors de tardor considerats diferents de la resta d'estacions) en mascles adults, i (b i c) ANOVA unifactorial de mesures repetides i prova de Scheffé (entre estacions en cada hàbitat) de les variables citades de (b) el parc urbà i de (c) el bosc mediterrani. Realitzat amb els mateixos esquiroles mesurats en totes les estacions del període estiu 92-primavera 93. (Estadística descriptiva a Taula 6 i representació gràfica a Fig. 3). (tard. = tardor, hiv. = hivern, prim. = primavera, est. = estiu).

(a)

	Testicle			Glàndula Cowper		
	període 4 estacions			període 3 estacions		
	F	df	P	F	df	P
Hàbitat	27.52	1,1	0.0001***	1.28	1,1	0.2747
Estació	34.65	2,3	0.0000***	7.52	2,2	0.0021**
Hàbitat-Estació	2.50	3,12	0.0715	4.01	2,12	0.0278*
	tardor 92			primavera 93		
	t	df	P	t	df	P
	5.05	16	0.0001***	2.62	16	0.0186*

(b)

PARC URBÀ

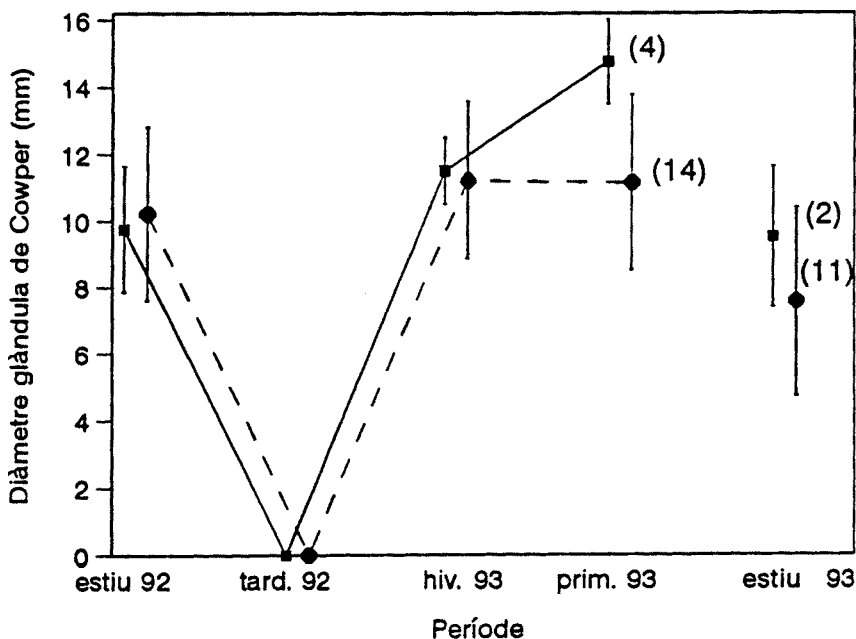
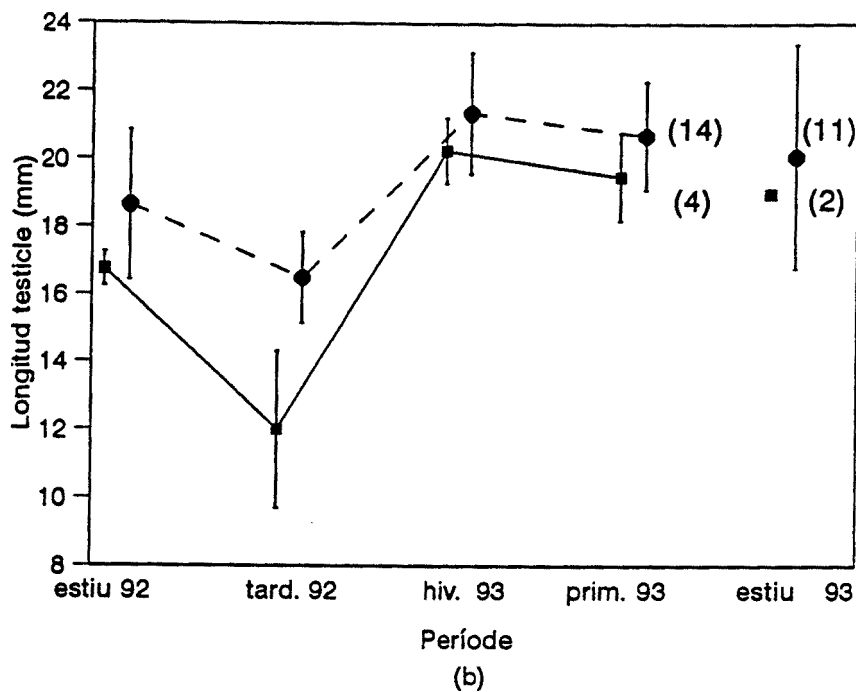
	període 4 estacions			període 3 estacions			
	F	df	P	F	df	P	
	29.09	3,9	0.0000****	8.66	2,6	0.0170*	
	Diferències entre estacions (P)					Diferències entre estacions (P)	
est.-tard.	est.-hiv.	est.-prim.	tard.-hiv.	tard.-prim.	est.-prim.	hiv.-prim.	
0.0070**	0.0394*	0.0801	0.0001***	0.0003***	0.0182*	0.0959	

(c)

BOSC MEDITERRANI

	període 4 estacions			període 3 estacions			
	F	df	P	F	df	P	
	19.74	3,39	0.0000****	1.15	2,26	0.3326	
	Diferències entre estacions (P)						
est.-tard.	est.-hiv.	est.-prim.	tard.-hiv.	tard.-prim.			
0.0366*	0.0050**	0.0460 <sup>b</sup>	0.0000***	0.0000***			

(\*)  $P < 0.05$ ; (\*\*)  $P < 0.01$ ; (\*\*\*)  $P < 0.001$ ; # NS amb correcció de Chandler



**Fig. 3.** Mitjana estacional de (a) la longitud (mm) del testicle i de (b) el diàmetre (mm) de la glàndula de Cowper, amb la desviació estàndard, en mascles adults de (■) el parc urbà i de (●) el bosc mediterrani. Realitzat amb els mateixos esquirols capturats en totes les estacions del període estiu 92-primavera 93 (representen el 80% i el 70% de la població de mascles adults del parc urbà i del bosc mediterrani, respectivament), incloent els valors d'aquests mateixos esquirols (2 del parc i 11 del bosc) que es van mesurar l'estiu 93. Quan la glàndula de Cowper no s'ha detectat en viu, mitjançant el tacte, s'ha assumit que té valor 0. Els números situats entre parèntesis indiquen la mida mostral. (tard. = tardor, hiv. = hivern, prim. = primavera). (Estadística descriptiva estiu 92-primavera 93 a Taula 6 i ANOVA bifactorial de mesures repetides a Taula 7).

Les anàlisis estadístiques del diàmetre de la glàndula de Cowper (Taula 7) s'han realitzat sense tenir en compte els valors de la tardor, perquè no era detectable en viu mitjançant el tacte en cap cas (se'ls va assignar el valor zero) i era evident que estava en fase d'inactivitat i que diferia de la resta d'estacions (Fig. 3b, Taula 6).

El diàmetre de la glàndula de Cowper (cicle anual) és semblant entre hàbitats (ANOVA bifactorial de mesures repetides excloent la tardor, amb valors diferents de la resta d'estacions, Taula 7a i Fig 3b), però mostra diferències entre les estacions d'hivern-primavera i de primavera-estiu (prova de Scheffé,  $P = 0.0002$  i  $P = 0.0577$ , respectivament). Aquestes diferències estan causades pels valors superiors del parc urbà a la primavera (Taula 7a; Fig 3b). En cada hàbitat el diàmetre de la glàndula de Cowper varia entre estacions: al parc urbà entre primavera (valors superiors)-estiu i entre tardor-resta d'estacions (Taula 7b, Fig 3b), i al bosc mediterrani només varia entre tardor (valors inferiors)-resta d'estacions (Taula 7c, Fig 3b). No hi ha associació entre la longitud del testicle i el diàmetre de la glàndula de Cowper (bosc:  $n = 14$ , estiu 92,  $r = 0.47$ ,  $P = 0.090$ ; hivern 93,  $r = 0.27$ ,  $P = 0.344$ ; primavera 93,  $r = 0.49$ ,  $P = 0.076$ ;  $n = 11$ , estiu 93,  $r = 0.52$ ,  $P = 0.104$ ), però al bosc el pes corporal està relacionat amb el diàmetre de la glàndula de Cowper a l'hivern i a la primavera (28% de la variabilitat en cada una de les estacions)(Taula 8 i Fig. 4b i c), que és el moment en què aquestes glàndules assoleixen els valors màxims (Fig. 3b) coincidint amb el moment en què es produeixen la major part de les fecundacions (basat en Fig. 2). No hi ha diferències entre els pendents definits per les equacions de les regressions d'aquestes dues estacions (Taula 8), cosa que indica que segueix la mateixa tendència en el moment en què el zel és màxim (hivern-primavera). A la primavera al bosc (Fig. 4c) hi ha dos tipus de mascles amb un pes corporal semblant que difereixen en la mida de les glàndules de Cowper (prova  $t$  de Student,  $t = 3.67$ ,  $df = 12$ ,  $P = 0.003$ ): uns (21%) amb glàndules hipertrofiades (núm. 61, 57 i 80; equació de regressió  $n = 3$ ,  $r^2 = 0.98$ ,  $P = 0.0994$ ) i uns altres (79%) amb la mida de les glàndules de Cowper proporcional al pes corporal (equació de regressió  $y = -10.69 + 0.073x$ ,  $r^2 = 0.72$ ,  $n = 11$ ,  $P = 0.0010$ ). Tots els esquirols del parc urbà (Fig. 4c) també presenten aquesta hipertrofia de les glàndules de Cowper amb valors molt semblants als del bosc mediterrani citats. Determinats esquirols del bosc (núm. 61 i 80) mantenen les glàndules hipertrofiades durant l'hivern i la primavera (Fig. 4b i c) i altres les mantenen hipotrofiades en les mateixes estacions (núm. 86 i 132), cosa que indica que aquest estatus es manté durant l'estació reproductora, sense eliminar la possibilitat que altres esquirols hipertrofiïn les glàndules durant l'estació reproductora. El grau de desenvolupament individual de les glàndules de Cowper no es manté en períodes reproductors diferents (estiu 92-hivern 93,  $r = 0.37$ ,  $n = 14$ ,  $P = 0.197$ ), però sí que es manté durant el mateix període reproductor (hivern 93-primavera 93,  $r = 0.65$ ,  $n = 14$ ,  $P = 0.011$ ; primavera 93-estiu 93,  $r = 0.77$ ,  $n = 11$ ,  $P = 0.006$ ), i és també en aquestes estacions (hivern i primavera) quan assoleixen els valors més elevats del cicle (Fig. 3a).

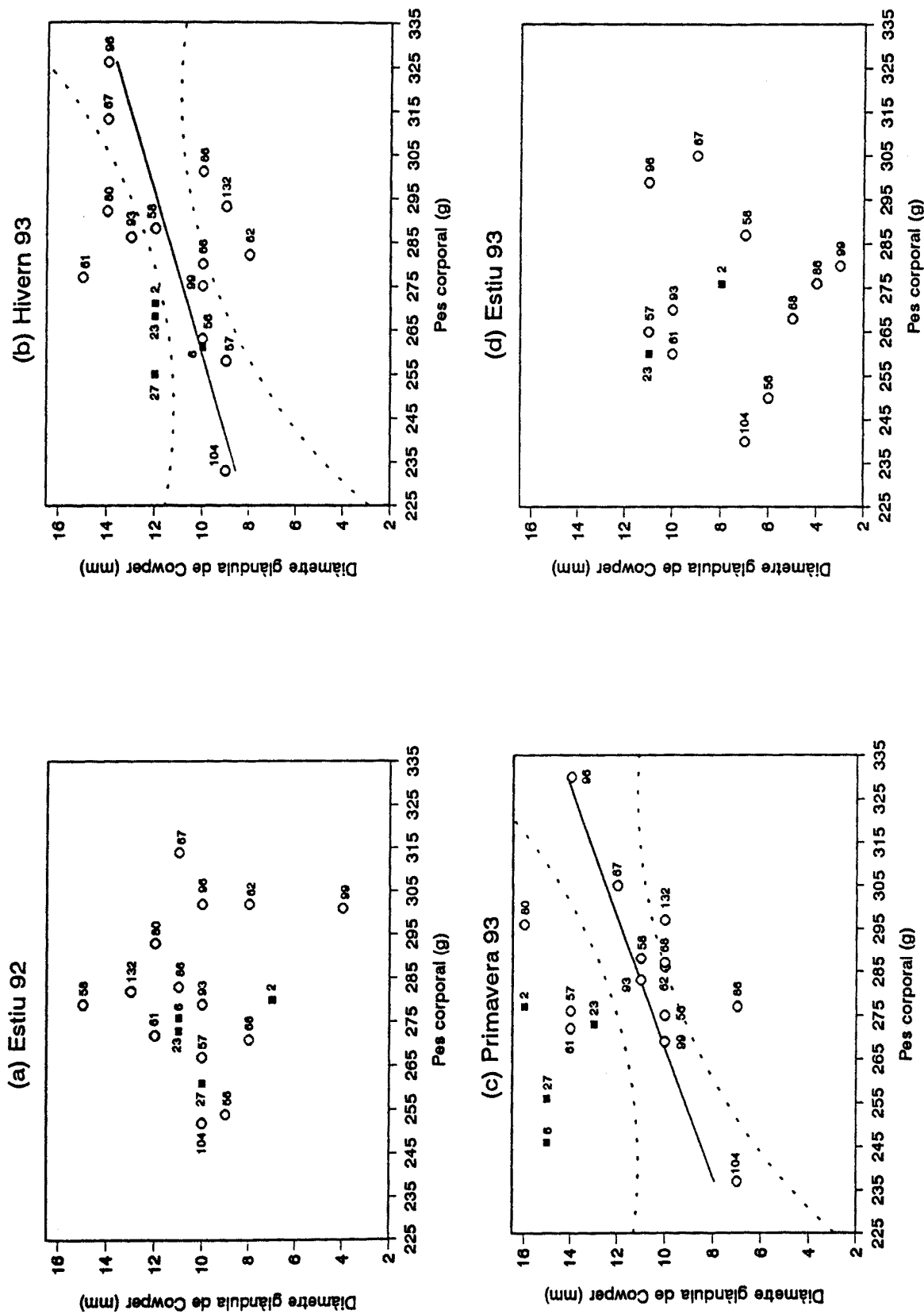


Fig. 4. Regressió lineal amb intervals de confiança del 95% (línia puntejada), del pes corporal (g) en relació al diàmetre (mm) de la glàndula de Cowper dels mateixos mascles adults (numerals) de (O) el bosc mediterrani, des de (a-d) l'estiu 92 a l'estiu 93, excloent la tardor 93 perquè la glàndula de Cowper assoleix valor 0 (estiu 92-primavera 93 amb n = 14 que representen el 80% de la població de mascles adults; estiu 93 amb n = 11 perquè els esquirols núm. 80 i 132 no es van capturar i van ser donats per morts segons el calendari de captures i el núm. 62 va ser capturat però no mesurat). Es representen gràficament els valors dels mascles adults (numerals) del (■) parc urbà (estiu 92-primavera 93 amb n = 4 que representen el 70% de la població de mascles adults; estiu 93 amb n = 2 perquè els esquirols núm. 6 i 27 no es van capturar i van ser donats per morts segons el calendari de captures), però no s'inclouen en les rectes definides per les equacions de regresió a Taula 8).

Taula 8. Regressió del pes corporal (g) amb el diàmetre de la glàndula de Cowper (mm) amb els mateixos esquirols mascles adults (n = 14) del bosc mediterrani durant les estacions estiu 92-primavera 93, incloent l'estiu 93 amb mascles mesurats (n = 11) d'entre els citats anteriorment. (n = mida mostral). (Fig. 4).

Estació	n	Equació de regressió	r <sup>2</sup>	P
Estiu 92	14	y = 15.577-0.019x	r <sup>2</sup> = 0.02	0.6456
Tardor 92	14	-----	-----	-----
Hivern 93	14	y = -4.258+0.055x	r <sup>2</sup> = 0.28	0.0492*
Primavera 93	14	y = -7.930+0.067x	r <sup>2</sup> = 0.28	0.0493*
Estiu 93	11	y = 1.460+0.022x	r <sup>2</sup> = 0.02	0.6515
Hivern 93-Primavera 93				
Diferències dels pendents		F = 0.0212.	df = 1,26.	P = 0.8854

(\*) P < 0.05, amb correcció de Chandler per tardor 92-estiu 93

El diàmetre de la glàndula de Cowper en esquirols adults no augmenta amb l'edat. Només augmenta en passar de subadult a adult (primer i segon hivern, amb  $\bar{x} = 7$  mm i  $\bar{x} = 9.60$  mm, respectivament) i a partir d'aquesta edat pot considerar-se que s'estabilitza (tercer hivern  $\bar{x} = 9.40$  mm) (ANOVA de mesures repetides: F = 5.56, df = 2,8, P = 0.0307; prova de Scheffé 1r-2n hivern, P = 0.0493, 1r-3r hivern, P = 0.0683). La mida de la glàndula de Cowper varia entre anys (bosc) a l'estiu (prova t de mesures repetides: t = 2.80, df = 10, P = 0.0189) i assoleix valors superiors l'estiu 92 ( $\bar{x} = 10.00$  mm) respecte del 93 ( $\bar{x} = 7.55$  mm), cosa que pot associar-se amb una major disponibilitat d'aliment per esquirol (Taula 19 del Cap. 1) o amb una competència més gran entre mascles per l'aparellament (estiu 92: 2.00  $\sigma\sigma:\varnothing$ , estiu 93: 1.29  $\sigma\sigma:\varnothing$ , Taula 6 del Cap. 3), encara que no sempre són els mateixos esquirols els que tenen major diàmetre de les glàndules de Cowper (estiu 92-estiu 93, n = 11, r = 0.45, P = 0.169).