

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) 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) 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) 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.

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

4. DISCUSSIÓ

4.1. Femelles

La distància anogenital constitueix un índex que complementa les evidències morfològiques externes per determinar si una femella en viu (en poblacions capturades periòdicament) està en gestació, justament quan es fa més difícil de fer aquesta predicció, entre el 4t i el 28è dia de gestació (no és evident ni per l'estat de la vulva ni, en ocasions, per palpació manual dels embrions), a causa de la possible confusió amb l'estat d'anestre. Aquesta mesura permet determinar l'estat de gestació sense matar l'animal o evitant trasllats i anestesiaments.

La manca de diferències entre hàbitats en l'inici de la reproducció, mesurada a partir de la proporció de femelles que entren en zel a l'hivern, a partir del moment en què es produeixen els primers parts, a partir del nombre de llogades per femella o a partir del nombre de cries per part (Cap. 3), suggereix que la disponibilitat d'aliment no afectaria les femelles perquè, a diferència dels mascles, defensen àrees vitals exclusives entre femelles (Cap. 6). Generalment totes les femelles adultes que ja han criat en anys anteriors tenen dos estres per estació reproductora i les femelles novelles generalment només en tenen un, i això s'associa amb l'assoliment d'un pes corporal mínim (Wauters & Dhondt, 1989b). Aquests estres i les conseqüents fecundacions ocasionen que les femelles adultes tinguin dos parts separats per un període de 3.5-4 mesos (110-120 dies), excepte si perden la primera llogada, ja que poden tenir un segon part un mes i mig (50 dies) després. El nombre d'estres per estació reproductora en *S. vulgaris* és el mateix que el descrit o suggerit per l'amplitud del període d'activitat sexual en poblacions més septentrionals d'Europa occidental des dels 65° fins els 44° N (Ognev, 1940; Delost, 1966; Mikheeva, 1974, citat per Gurnell, 1987; Tittensor, 1977; Wauters & Dhondt, 1989b), com també succeeix en la majoria d'esquirols arborícoles holàrtics (Gurnell, 1987).

En les latituds estudiades (41° N) els parts estan concentrats en un període de sis mesos (febrer-juliol). Tot i això, l'estacionalitat de la reproducció pot dilatar-se a causa d'algunes femelles, que poden tenir els primers parts al gener (s'han capturat femelles lactants al febrer) i els últims al setembre (s'han capturat ocasionalment femelles lactants a finals d'octubre, a l'hàbitat de bosc mediterrani) de manera que el rang temporal de parts és de nou mesos. Al sud de França (44° N) les femelles adultes presenten un cicle d'activitat molt semblant al descrit anteriorment, amb activitat sexual concentrada durant cinc mesos, que s'inicia amb l'ovogènesi al desembre o gener (al febrer totes tenen fol·licles madurs i estan en condicions de ser fecundades) fins al juny, amb una etapa d'activitat sexual més alentida del juliol al novembre (Delost, 1965, 1966), cosa que estableix un rang temporal de

parts de deu mesos. Més al nord, a Bèlgica (52° N) els esquirois crien des del desembre a l'abril i des del maig al setembre (Wauters & Dhondt, 1989b) i tenen un rang temporal de parts de deu mesos, tot i que se suposa que la majoria de parts estan concentrats en un període de temps menor, al voltant dels set mesos centrals del període descrit anteriorment. En latituds més septentrionals, a Dinamarca (57° N) el cicle reproductor té un rang temporal de set mesos, ja que comença cap a finals de febrer i acaba cap a finals d'agost o al setembre quan encara es poden trobar femelles lactants (Degn, 1973). Cal suposar, seguint la relació de rang temporal de parts-concentració temporal de parts, expressada en les latituds descrites anteriorment, que l'època de parts intensius ha de produir-se durant una etapa igual o inferior a quatre mesos.

Es pot concloure que l'època de parts en hàbitats més meridionals (44° N) s'amplia dos mesos si es considera el període de màxima concentració de parts i tres mesos si es considera el rang temporal respecte dels que es produeixen en latituds més septentrionals (57° N), ja que s'inicia abans i finalitzen més tard. Aquesta ampliació es produeix tant en l'inici com en la finalització de l'estació de cria: s'inicia abans i finalitza més tard. Tot i això, la diferència de 16° de latitud no causa un canvi ambiental prou diferent que permeti ampliar el nombre de parts anyals, a diferència del que succeeix en altres espècies d'esquirois arborícoles amb àrea de distribució encara més meridional, com succeeix en *Funambulus pennati* i *F. palmarum* (Prasad et al., 1966) que, com que viuen separades per 15° de latitud (28° - 13° N, respectivament), passen de tenir dues a tenir tres llogrades per femella i any (Prasad et al., 1966).

Es pot concloure que quan les condicions ambientals són menys extremes el cicle reproductor de les femelles d'esquirois arborícoles com *S. vulgaris*, s'amplia, com succeeix en *Funambulus pennati* i *F. palmarum* (Prasad et al., 1966) i en altres espècies de mamífers (Bronson, 1985).

En latituds septentrionals (44° N) les femelles no assoleixen un repòs sexual complet en cap època de l'any (Delost, 1966), però hi ha un període de ralenti sexual que coincideix parcialment amb el de repòs sexual dels mascles, que es produeix entre estiu i tardor (juliol i novembre) i s'associa amb la baixa disponibilitat d'aliment (Delost, 1966; Webley & Johnson, 1983) d'alt poder energètic i, especialment en els hàbitats estudiats en aquest treball, amb el cicle de fructificació de *P. halepensis* (Fig. 1 del Cap. 0), que proporciona llavors que són preferides (Taula 7 del Cap. 5) durant tot l'any per alimentar-se (\bar{x} = 77.24% de tots els ítems consumits, Cap. 5). La variació d'aliment predictable i no predictable no incideix en l'inici de l'activitat sexual ni entre anys ni entre hàbitats, probablement perquè els valors mínims de producció de llavors són alts, ja que es tracta de boscos madurs (Taula 1 del Cap. 0).

El pes corporal de les femelles adultes és estable en els diferents estadis d'activitat sexual i per aquesta causa no és un factor que determini la reproducció de les femelles si

assoleix un valor mínim, contràriament al que succeeix en latituds més septentrionals (52° N) en què les femelles incrementen notablement de pes corporal durant la tardor-hivern per assolir l'estre (Wauters & Dhondt, 1989b) i per contrarestar la despesa energètica que causarà la termoregulació hivernal (Wauters & Dhondt, 1989a) i especialment la lactància (Kaczmarski, 1966; Havera, 1979b; Flowerdew, 1987; Wauters & Dhondt, 1989b; Humphries & Boutin, 1996). La manca d'acumulació de reserves (greix) en latituds meridionals podria explicar les morts d'algunes femelles lactants (obs. pers.), probablement a causa de la incapacitat de mantenir un balanç energètic positiu durant aquest període. D'altra banda, mentre que en els hàbitats estudiats (41° N) el 96.97% de femelles tenen com a mínim un estre per estació reproductora independentment de l'abundància d'aliment, que és alta en els hàbitats estudiats, en les latituds més nòrdiques (52° N) només un 70-90% de femelles entren en estre durant l'estació reproductora en anys d'abundància d'aliment, i un 30-40% en anys amb poca disponibilitat d'aliment i condicions meteorològiques adverses (Wauters & Dhondt, 1989b).

Es pot concloure que, en els hàbitats de latituds septentrionals amb meteorologia moderada i elevada producció d'aliment d'alt poder energètic, crien (almenys un part per estació reproductora) fins i tot les femelles amb menys condició física, com també s'ha descrit en poblacions salvatges de rosegadors que ingerien aliment d'alta qualitat, *Microtus ochrogaster* (Cole & Batzli, 1979) i *Mus musculus* (Bomford & Redhead, 1987), sempre que hagin sobrepassat un pes corporal mínim per entrar en estre (Havera, 1977, citat per Wauters & Dhondt, 1989b; Wauters & Dhondt, 1989b).

4.2. Mascles

Tot i que les mesures en viu dels òrgans reproductors externs dels esquirols no són indicatius per si mateixos del fet que es produeixi esperma viable (Degn, 1973; Gurnell, 1987), són suficients per determinar el grau de desenvolupament sexual o l'estat d'activitat sexual d'una població (Brown & Yeager, 1945, citat per Gurnell, 1987; Layne, 1954; Degn, 1973). En el present estudi la maduració sexual dels mascles, que indueix l'inici del cicle sexual de les femelles (Webley et al, 1985) quan assoleixen un pes corporal òptim (Wauters & Dhondt, 1989b), s'inicia a finals de tardor i es manté fins l'estiu, i engloba el període més intensiu de fertilitat de les femelles (gener-juny). En les poblacions estudiades els esquirols no assoleixen el desenvolupament màxim de les glàndules sexuals fins l'any següent i segueix en la mateixa pauta que en poblacions d'hàbitats de pínees, *Picea* sp., situades 3° de latitud més al nord (Delost, 1966), que es caracteritzen per la producció d'espermatozoides del desembre al juliol (amb un període d'activitat sexual plena del desembre al març i un període de decreixement de l'activitat sexual de l'abril al juliol) i per un període de repòs sexual complet de l'agost al novembre. En els joves nascuts a principis

de l'estació (febrer-març) es produeix una estimulació incompleta del tracte genital que decau de l'agost al novembre, mentre que en els joves nascuts a finals de l'estació (maig-juliol) el desenvolupament sexual ple es produeix del febrer a l'abril de l'any següent (Delost, 1966). Aquest cicle de maduració sexual també es produeix en les poblacions estudiades.

El cicle sexual masculí de *S. vulgaris*, igual que el femení, s'associa a la disponibilitat estacional d'aliment de l'hàbitat, com succeeix en *S. carolinensis* (Webley & Johnson, 1983), i es fa evident per una regressió testicular (Dubock, 1979; Tait & Johnson, 1982), amb mancança d'espermatogènesi (Tait & Johnson, 1982) com també s'ha suggerit en les poblacions més septentrionals d'Europa occidental (Delost, 1966; Wauters & Dhondt, 1989b) i en rates (Perry, 1945, citat per Flowerdew, 1987). En els hàbitats estudiats, l'època amb baixa disponibilitat d'aliment d'alt valor energètic està provocada pel cicle de fructificació de *P. halepensis* (Fig. 1 del Cap. 0) i pel consum realitzat pels esquiroles. A finals de primavera-principis d'estiu (Taula 4 del Cap. 0; Cap. 5) provoca una disminució del pes corporal primaveral al bosc mediterrani (Fig. 4a i Taula 15c del Cap. 1) o estival (Fig. 4b i Taula 15c del Cap. 1) que ha d'afectar el cicle reproductor d'ambdós sexes i provocar un període de repòs sexual estival. Quan a finals d'estiu i principis de tardor hi ha la màxima abundància d'aliment de l'any, produït per arbres de les famílies de les pinàcies i fagàcies, això els permet incrementar el pes corporal (Fig. 4a del Cap. 1) i iniciar o fins i tot avançar la maduració de les glàndules sexuals masculines (Bushberg & Holmes, 1985; Dark et al., 1992). Això suggereix que l'aliment és el factor limitant que impedeix que *S. vulgaris* d'hàbitats de pinàcies ubicats en latituds meridionals estiguin sexualment actius tot l'any. En aquest sentit, la major disponibilitat d'aliment previsible i no previsible per esquirole que es produeix a la tardor al bosc mediterrani (\bar{x} períodes 92-93, relació parc:bosc, previsible 1:1.20, relació parc:bosc, no previsible, 1:3.55, Taula 19 del Cap. 1) seria la causa d'un pes corporal ($\sigma\sigma$) més elevat a les tardors (tardor 91, Taula 15 del Cap. 1; tardor 92, parc \bar{x} = 272 g, bosc \bar{x} = 280.58 g, encara que no diferent significativament: prova t de Student t = 1.50, df = 14, = 0.155), que provocaria l'inici de la maduració sexual en els esquiroles d'aquest hàbitat. Hi ha una alta variabilitat individual en la longitud dels testicles (bosc), que no es manté entre períodes reproductors (anys diferents), de manera que en els esquiroles que a la tardor els tenen més grans (50% mascles amb valors > 16 mm) experimenten una reducció i a l'hivern són menors, mentre que la resta de la població de mascles assoleixen valors màxims a l'hivern o bé mantenen uns valors semblants durant la tardor i l'hivern i això no està ocasionat per l'edat. Els resultats suggereixen que la meitat de la població de mascles inicia la maduració sexual abans que la resta de la població, i la manca d'associació amb el pes corporal fa pensar que han de ser provocats per altres factors.

Les glàndules de Cowper tenen un rang de variabilitat individual elevat però la mida es manté en cada esquiroi al llarg del cicle reproductor, però no entre períodes reproductors anyals (tot i que la mida poblacional pot variar), i també es manté en l'edat adulta. Inicien el desenvolupament amb posterioritat als testicles (Degn, 1973) i la manca d'associació amb la longitud dels testicles en l'edat adulta (només es produeix associació el primer hivern de vida) ha d'estar provocada per l'actuació d'altres factors de major importància, presumiblement d'origen hormonal. Es constata que les glàndules de Cowper presenten (cicle anyal) un rang de variabilitat individual molt elevat que ja es va descriure (Degn, 1973) i que no succeeix amb els testicles. La mida d'aquesta glàndula és independent de l'edat dels animals quan són adults (al parc urbà el 100% de la mostra té una edat mínima de 24 mesos i al bosc mediterrani el 42,86% de la mostra té aquesta mateixa edat mínima i la resta té més de 12 mesos d'edat) i en adults no varia en un mateix cicle reproductor (es manté amb valors alts o baixos) ni entre cicles reproductors diferents.

Aquestes glàndules estan controlades per andrògens testiculars i estan ben desenvolupades en la F. *Sciuridae* (Grassé, 1969; Hartung & Dewsbury, 1978) en ximpanzés, *Pan spp.*, en humans, *Homo sapiens* (Harvey & Harcourt, 1984), i en altres espècies de mamífers com rates, ovelles, conills i porcs (Bournnell, et al., 1970). Juntament amb la resta de glàndules annexes secreten el 60% del volum seminal, que és constituït per un fluid viscos alcalí, amb fructosa, que neutralitza el pH àcid vaginal i serveix d'aliment a l'esperma, i probablement també afecta la seva longevitat i mobilitat (Harvey & Harcourt, 1984). La mida de les glàndules de Cowper s'associa a la producció de taps vaginals (Hartung & Dewsbury, 1978), que estan causats per l'emissió de sialomucoproteïna que conté un 26.6% d'àcid siàlic (Mann, 1974), que en el porc domèstic, quan es barreja amb les proteïnes A i H presents en la secreció vesicular, provoca un augment del volum d'aquesta i es transforma de fluid enganxós a gel rígid i elàstic (Bournnell, et al., 1970) que inclou el semen i que representa una part substancial del volum de l'ejaculació (Mann, 1974). Assoleix plenament aquestes característiques en la vagina femenina des d'uns segons després de l'ejaculació (Koprowski, 1992) fins almenys quinze minuts després (Baumgardner et al., 1982) a no ser que sigui expulsat per la femella o consumit (Koprowski, 1992), o que es deteriori a causa de còpules posteriors (Hartung & Dewsbury, 1978). Poblacionalment aquestes glàndules tenen un desenvolupament màxim a l'hivern-primavera, que es manté fins l'estiu amb valors inferiors, però presenten una elevada variabilitat interindividual (Degn, 1973) que en el present estudi és evident entre les dues poblacions estudiades: a la primavera al bosc mediterrani hi ha dos tipus de mascles (Fig. 4 c), uns amb glàndules hipertrofiades i uns altres amb les glàndules proporcionals al pes corporal o poc desenvolupades, mentre que en aquesta mateixa estació tots els mascles del parc urbà tenen aquestes glàndules hipertrofiades.

La hipertròfia primaveral podria estar causada per:

a) estrès a causa de variables meteorològiques extremes com la temperatura (Flowerdew, 1987; Bronson, 1989), que si assoleix valors elevats pot provocar un decreixement del pes testicular i, secundàriament, de les glàndules reproductores annexes masculines,

b) infecció inflamatòria (ex. orquitis) o bé adenocarcinoma o un tumor benigne que causi una hipertròfia de les glàndules reproductores annexes masculines (Mann, 1974) de la població del parc i d'alguns esquirols del bosc,

c) algun tipus d'aliment escàs d'especial importància per a l'estimulació de l'aparell genital, que podria ser ric en proteïnes o contenir alguna vitamina necessària important (ex. vitamina E) per al desenvolupament de les glàndules endocrines com la tiroide o la suprarenal (Delost, 1966), al qual accedirien tots els animals del parc i només alguns del bosc,

d) per l'estatus social, ja que s'ha suggerit (Webley et al., 1985) que els animals dominants, a més de tenir pesos corporals més elevats (Wauters & Dhondt, 1989b), que provoquen la maduració anticipada de les glàndules sexuals (Webley et al., 1985), poden tenir valors més elevats de testosterona a la sang, que provocarien un major desenvolupament de les glàndules reproductores annexes, o

e) per la major excitació sexual causada per la major densitat d'esquirols i més concretament pel major nombre de mascles que competeixen per cada femella. En hàbitats o subàrees amb abundància d'aliment (Cap. 0) hi hauria densitats d'esquirols més elevades (Fig. 3 del Cap. 3), que serien favorables als mascles perquè, a diferència de les femelles, no defensen àrees vitals exclusives (Wauters & Dhondt, 1992; Wauters et al., 1994; Cap. 6), i es produiria una major competència per les femelles, que causaria una major excitació sexual masculina. Aquesta excitació sexual masculina provoca una estimulació de la secreció d'andrògens que, a la vegada, causarien un augment de mida de la glàndula de Cowper en alguns esquirols. La major densitat d'esquirols del parc urbà (primavera 93, parc = 1.56 esquirols per ha, bosc = 1.06 esquirols per ha, Taula 3 del Cap. 3) i, probablement, la major proporció de mascles per femella, que és la màxima descrita durant el període d'estudi al parc urbà (primavera 93, parc = 1.83 ♂♂:♀, bosc = 1.35 ♂♂:♀, Taula 6 del Cap. 3), avalen aquesta hipòtesi que també podria produir-se en algunes subàrees del bosc mediterrani en determinats esquirols mascles dominants que, per aquesta condició jeràrquica, utilitzen la tàctica de perseguir activament la femella durant l'estre i defensar-la d'altres mascles (Wauters et al., 1990; Koprowski, 1993a).

Un fenomen similar s'ha descrit en les poblacions d'elefants africans, *Loxodonta africana*, en les quals, en augmentar les densitats, es produeixen diferències individuals i no tots esdevenen madurs sexualment després de la pubertat (Flowerdew, 1987). Probablement perquè com succeeix en cérvols, *Cervus elaphus*, poden dedicar menys temps a menjar el que prefereixen i és més nutritiu (Albon et al., 1983; Cap. 1) i potser també a causa de la major presència de feromones, que a la vegada, podrien actuar alentint el desenvolupament sexual de la majoria d'animals (Batzli et al., 1977).

Aquesta hipertròfia primaveral no seria tan evident a l'hivern a causa de la menor proporció de femelles en zel (1/3 de les femelles novelles i totes les adultes, enfront de totes les femelles novelles i totes les adultes en zel a la primavera) quan les densitats de mascles en ambdues estacions es mantenen estables (hivern i primavera 93, parc = 0.91 i 1.01 esquirois per ha; bosc = 0.61 i 0.61 esquirois per ha, Taula 3 del Cap. 3) i el nombre de mascles per femella augmenta al parc urbà i disminueix lleugerament al bosc mediterrani (hivern i primavera 93, parc = 1.67 a 1.83 ♂♂:♀, bosc = 1.44 a 1.35 ♂♂:♀, Taula 6 del Cap. 3). La menor proporció de femelles en zel podria ocasionar una menor excitació sexual masculina (Mann, 1974) que no activaria plenament determinats processos hormonals i evitaria una hipertròfia de la glàndula de Cowper.

D'entre les hipòtesis plantejades es tenen més evidències que es produeixi (e) l'última citada. A més, es proposa l'existència de dos tipus d'estratègies adaptatives estables caracteritzades per un desenvolupament relativament similar de la mida del testicle i per un desenvolupament diferenciat de la glàndula de Cowper (Degn, 1973):

a) en hàbitats o subàrees amb altes densitats d'esquirois (parc), a causa de la competència per l'aliment podria produir-se un baix índex d'aliment disponible per esquiroi i major estrès social (Smollen & Keller, 1979; Albon et al., 1986; Cap. 1). Això alentiria l'increment de pes corporal (Albon et al., 1983; Cap. 1) i, com a conseqüència, impediria el creixement testicular (Webley & Johnson, 1983; Webley et al., 1985), que assoliria mides reduïdes associades poblacionalment a una menor capacitat espermatogènica en *S. vulgaris* (Delost, 1966), en *S. carolinensis* (Pudney, 1976; Tait & Johnson, 1982; Webley & Johnson, 1983; Webley et al., 1985), en *S. beldingi* (Bushberg & Holmes, 1985) i en l'home (Harvey & Harcourt, 1984). A la vegada, aquestes elevades densitats d'esquirois poden determinar que hi hagi un major nombre de mascles que competeixen per cada femella a causa de la defensa d'àrees nuclears exclusives entre les femelles (Wauters & Dhondt, 1992; Wauters et al., 1994, Cap. 6). Això causaria una major excitació sexual que, per mecanismes desconeguts, probablement hormonals, provocaria un major creixement de les glàndules reproductores annexes com la pròstata (Mann, 1974). Això també podria produir-se en la glàndula de Cowper i possibilitaria (tot i que no ha de comportar necessàriament un increment de l'activitat secretora, segons Mann, 1974) fer poques ejaculacions amb una

major quantitat de sialomucoproteïna en cada una o fer més ejaculacions amb menor quantitat de sialomucoproteïna en cada una. Tenint en compte que no hi ha un reservori que permeti acumular les secrecions de la glàndula de Cowper (Grasse, 1969), com succeeix amb l'esperma que s'emmagatzema a l'epidídim (Harvey & Harcourt, 1984), una mida major d'aquesta glàndula podria estar relacionada directament amb una major emissió de sialomucoproteïna per ejaculació (Hartung & Dewsbury, 1978). Aquesta podria ser l'estratègia d'aparellament més emprada per determinats mascles dominants que defensen l'estre de les femelles d'altres mascles i copulen primer i més vegades que els subordinats (Smith, 1968; Thompson, 1977a; Gurnell, 1987; Wauters et al., 1990), o copulen amb més femelles, en *C. erithraeus* (Tamura et al., 1988), o bé accedeixen a més femelles, encara que no sempre tinguin èxit copulador (Koprowski, 1993a). En termes de competició espermàtica, ha de ser avantatjós deixar un tap copulatori al tracte vaginal femení (Baumgardner et al., 1982) per evitar la pèrdua del fluid seminal a l'exterior (Michener, 1984) i per evitar que espermatozoides d'altres mascles que copulin amb posterioritat fecundin la femella (Madsen et al., 1992; Koprowski, 1992; Murie, 1995). Tot i això, aquest tap vaginal només evita parcialment fecundacions posteriors d'altres mascles ja que quan es produeixen còpules múltiples en esquirols promiscus com *S. beldingi* i *S. beecheyi* només un 22% (Hanken & Sherman, 1981) i un 11% (Boellstorff et al., 1994) respectivament són de paternitat única, i és el primer mascle copulador, que és el més vell (Koprowski, 1993a) o el de rang jeràrquic superior i més pesat (Wauters & Dhondt, 1989b) el que té avantatge en la competició espermàtica. Tot i això, també influeix el temps transcorregut entre les còpules (Schwagmeyer & Foltz, 1990), en part perquè el tap vaginal pot trencar-se (Hartung & Dewsbury, 1978) i en part per la possible extracció del tap per part de la femella immediatament després de la còpula (Koprowski, 1992), que facilita que altres mascles puguin tenir èxit fecundador. Això suggereix que els interessos reproductors de la femella són diferents dels dels mascles (Koprowski, 1992), ja que la femella intenta copular amb més d'un mascle per obtenir una llograda de paternitat múltiple que té majors possibilitats de supervivència (Davies & Dee Boersma, 1984). Seria una estratègia adaptativa causada per la major competència sexual entre mascles, usada pels mascles dominants que durant l'aparellament empenen l'estratègia de ser perseguïdors actius i defensar l'estre de la femella (Wauters et al., 1990; Koprowski 1993a) i copulen primer i més vegades amb cada femella en estre (Smith, 1968, Thompson, 1977a; Benson, 1980; Koford, 1982; Wauters et al., 1990) o bé amb més femelles diferents, en *Callosciurus erythraeus* (Tamura et al., 1988). Aquesta estratègia es basaria en emetre en cada ejaculació i almenys en la primera amb cada femella, espermatozoides amb major quantitat de sialomucoproteïna (que proporciona la capacitat de tamponament vaginal) per evitar, en part, fecundacions d'òvuls per mascles que copulin posteriorment amb la mateixa femella.

b) en hàbitats o subàrees amb menors densitats d'esquirols (bosc), a causa de la manca de competència per l'aliment pot produir-se un alt índex d'aliment per esquirol i menor estrès social (Smollen & Keller, 1979; Albon et al, 1986; Cap. 1) cosa que facilitaria l'increment de pes corporal (Albon et al., 1983; Cap. 1) i, com a conseqüència, un major creixement testicular (Webley & Johnson, 1983; Webley et al., 1985), que s'associa a una major capacitat espermatogènica (Delost, 1966; Pudney, 1976; Tait & Johnson, 1982; Webley & Johnson, 1983; Harvey & Harcourt, 1984; Webley et al., 1985; Bushberg & Holmes, 1985). A la vegada, aquestes baixes densitats d'esquirols podrien determinar que hi hagués un menor nombre de mascles que competissin per cada femella i això provocaria una menor excitació sexual (Mann, 1974) que, per mecanismes desconeguts, probablement hormonals, podria provocar un menor creixement de les glàndules annexes com la pròstata (Mann, 1974). Això també podria produir-se en la glàndula de Cowper i, com que no hi ha un reservori (Grasse, 1969), provocaria la secreció d'una menor quantitat de sialomucoproteïna per ejaculació. Seria una estratègia adaptativa causada per la menor competència sexual entre mascles, usada pels mascles dominants, que durant l'aparellament empen l'estratègia de ser perseguïdors actius i defensar l'estre de la femella (Wauters et al., 1990; Koprowski 1993a). Aquesta estratègia es basaria en una menor emissió de sialomucoproteïna (que proporciona la capacitat de tamponament vaginal) en cada ejaculació a causa de la menor competència espermàtica entre mascles.

Caldria, però, un major coneixement de les influències hormonals, fisiològiques i comportamentals de les glàndules de Cowper per explicar millor la hipertròfia masculina.

El cicle reproductor en els mascles s'inicia sincrònicament (Webley et al., 1985) cap a finals de tardor-principis d'hivern, si tenim en compte l'elevat grau de desenvolupament hivernal dels testicles escrotals i de les glàndules de Cowper (Degn, 1973). Aquestes consideracions i especialment el grau de desenvolupament de les glàndules de Cowper, que assoleixen els valors màxims a l'hivern i a la primavera, indiquen que poblacionalment els mascles estan en condicions reproductives en les estacions citades i que a partir de l'agost i fins al novembre, aquestes glàndules redueixen notòriament la seva mida i esdevenen inactives sexualment. La condició reproductora poblacional dels mascles del parc urbà a l'hivern del 93 (febrer) i a la primavera del 93 (abril), confirmada amb la producció de parts al febrer-març i al maig-juliol del mateix any (Fig. 2), és indicativa de la producció d'esperma viable (rang \bar{x} , longitud testicle = 19.50-20.25 mm, diàmetre glàndula de Cowper = 11.50-14.75 mm) i, suposadament, també s'ha de produir a l'hivern al bosc mediterrani si els primers parts de 1993 es produïxen al febrer-març com l'any 92 (rang \bar{x} , longitud testicle = 20.71-21.36 mm, diàmetre glàndula de Cowper = 11.14-11.21 mm).

A l'hivern, a l'inici del període de zel, i també a la primavera quan continuen produint-se els estres en les femelles, els mascles més pesats, que són dominants (Wauters & Dhondt, 1989b) i que utilitzen la tàctica d'aparellament de líder protector de la femella en estre (Wauters et al., 1990), són els que podrien tenir aquestes glàndules més desenvolupades i els que podrien tenir major èxit reproductor. Disposar de major quantitat i qualitat d'aliment ha d'actuar produint un increment del pes corporal i activant la reproducció (Pudney, 1976; Webley & Johnson, 1983; Bushberg & Holmes, 1985; Dark et al., 1992), cosa que permetrà als mascles que hagin assolit el pes corporal òptim anticipadament estar en avantatge reproductor respecte als altres mascles. Així, en termes de competició espermàtica tenen capacitat reproductora des de l'inici del període de zel de les femelles (gener-febrer), quan les femelles adultes tenen el primer estre, fins a finals del període, quan les femelles adultes tenen el segon estre i quan la majoria de femelles novelles tenen el primer i únic estre del cicle reproductor (març-juny, Fig. 2).

Es pot concloure que la tendència que els esquirols del bosc tinguin una longitud major del testicle en totes les estacions i especialment a la tardor pot estar ocasionada per la major disponibilitat d'aliment per esquirol de l'hàbitat (Taula 19 del Cap. 1). Això, juntament amb les menors densitats de població (Taula 3 del Cap. 3), ocasiona un menor grau d'estrès social (Cap. 1) que permet que assoleixin un pes corporal lleugerament superior als anys de producció moderada d'aliment i significativament superior als anys amb bona anyada de llavors (Taula 15 i Fig. 4a del Cap. 1). Això desencadenaria l'inici anticipat de la maduració de les glàndules sexuals i en especial dels testicles (Webley & Johnson, 1983; Bushberg & Holmes, 1985; Dark et al., 1992), que a la vegada provocaria un increment del nivell de testosterona en la sang (Webley & Johnson, 1983; Bushberg & Holmes, 1985; Dark et al. 1992), que ocasionaria l'inici de l'espermatogènesi en la població i els esquirols amb major concentració de testosterona a la sang tindrien un major índex d'espermatogènesi (Bushberg & Holmes, 1985). Secundàriament, les majors longituds testiculars del bosc mediterrani es mantenen al llarg de l'any a causa de la major disponibilitat d'aliment previsible i no previsible per esquirol (\bar{x} períodes 92-93, relació parc:bosc 1:1.20 i 1:3.55, respectivament, Taula 19 del Cap. 1) i a causa de les menors densitats de població del bosc (\bar{x} períodes 92-93, relació esquirols per ha, parc:bosc, 1:0.55; Taula 3 del Cap. 3), que han d'ocasionar menys interaccions i més temps per dedicar a alimentar-se (Cap. 1).

El major diàmetre de la glàndula de Cowper en tots els mascles del bosc i en alguns del parc a la primavera s'associa a una major competència masculina per copular (ratio de sexes primavera 93, núm. mascles per femella, parc:bosc 1.83:1.35). Això provocaria una major excitació sexual (Mann, 1974) que, per mecanismes desconeguts, probablement hormonal, provocaria una hipertròfia d'aquesta glàndula que permetria en aquests mascles emetre més sialomucoproteïna per ejaculació, cosa que produiria un major tap vaginal i

reduiria les possibilitats de fecundació per altres mascles que copulin posteriorment amb aquesta femella.

Aquesta glàndula és el millor indicador en viu (suposant una longitud testicular mínima) per determinar l'existència d'espermatogènesi activa i, presumiblement, d'esperma viable.

5. SUMARI

1. La distància anogenital femenina és una mesura que permet diferenciar en viu l'estat d'anestre del de gestació durant els dies centrals (4t-28è dia) del darrer estat sexual citat, en què no hi ha altres evidències morfològiques fiables.

2. Es produeixen dos períodes de parts intensius per estació reproductora (febrer-març i maig-juliol) com succeeix en la resta de l'àrea de distribució d'aquesta espècie. En les femelles adultes es produeixen dos parts per estació reproductora, mentre que en la majoria de les femelles novelles generalment només es produeix un únic part a mitjan o finals de l'estació.

3. L'estat d'estre no està associat en cap hàbitat al pes corporal ni a l'estació ni a l'any. La mitjana de pes corporal de les femelles amb estre és de 274 g al parc urbà i de 282.22 g al bosc mediterrani.

4. Les glàndules reproductores masculines estudiades (testicle i glàndula de Cowper) assoleixen el desenvolupament màxim a l'hivern i a la primavera, decreixen a l'estiu i assoleixen una etapa de quiescència sexual a la tardor. Aquesta coincideix amb la de les femelles i s'associa a la baixa disponibilitat d'aliment d'alt poder energètic del medi de finals de primavera-principis d'estiu i, secundàriament, al desgast fisiològic ocasionat per la reproducció.

5. No s'han detectat diferències entre hàbitats en l'inici del període reproductor, mesurat a partir del moment en què les femelles estan actives sexualment, ni en el moment en què es produeixen els parts. Únicament en els mascles del bosc mediterrani s'observa un desenvolupament testicular més elevat a la tardor, que s'associa amb la major disponibilitat d'aliment (predictible i no predictable) per esquirol.

6. La mida de les glàndules de Cowper, per si mateixes i preferiblement en relació a una mida mínima dels testicles, permet establir en viu, quan es coneix el moment en què es produeixen els parts (hivern i primavera), l'existència de capacitat reproductora poblacional masculina (rang \bar{x} , parc: gl. Cowper = 11.50-14.75 mm, testicle = 19.50-20.25 mm; bosc, gl. Cowper = 11.14-11.21 mm, testicle = 20.71-21.36 mm).

7. Se suggereix que en hàbitats o subàrees amb abundància d'aliment hi hauria densitats d'esquirols més elevades, que serien favorables als mascles perquè, a diferència de les femelles, no defensen àrees vitals exclusives i es produiria una major competència per les femelles, cosa que causaria una major excitació sexual masculina. Aquesta excitació sexual seria laxa a l'hivern (quan només entren en zel 1/3 de les femelles novelles i totes les

adultes) i màxima a la primavera, quan estan en zel totes les femelles (les que ja han criat a l'hivern tenen un segon estre i també en tenen els 2/3 de les femelles novelles que encara no havien criat). Això provocaria un increment d'excitació sexual masculina que causaria en els mascles una hipertròfia de les glàndules de Cowper. Aquesta estratègia s'associa als mascles residents adults, possiblement dominants, que durant l'estre de la femella copulen almenys els primers i, secundàriament, més vegades, i estaria basada en l'emissió de més sialomucoproteïna per ejaculació, que causa en el tracte vaginal femení un tap major que evitaria parcialment la fecundació d'òvuls pels espermatozoides d'altres mascles que posteriorment copulessin amb la mateixa femella.



CAPÍTOL 3

**Efecte de l'abundància
d'aliment en la dinàmica
de població**





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

1. INTRODUCCIÓ

En el present capítol s'ha analitzat la influència de l'aliment en la dinàmica poblacional. S'han estudiat les poblacions de dos hàbitats madurs (Taula 1 del Cap. 0) que difereixen en l'abundància d'aliment predictible en l'espai (relació parc:bosc 1:0.69), i en l'índex d'agregació espacial (relació parc:bosc 1:0.68) dels arbres madurs cd 3 (*P. halepensis*) que proporcionen l'aliment preferit (Taula 7 del Cap. 5) durant tot l'any (Cap. 5).

Es pot predir que la major abundància d'aliment predictible en l'espai ha de provocar en la població (I) majors densitats (Rush & Reeder, 1978; Sullivan & Sullivan, 1982; Sullivan et al., 1983; Boutin, 1990; Wauters & Dhondt, 1990a; Klenner & Krebs, 1991; Lurz et al., 1995), (II) lleugeres o dràstiques fluctuacions estacionals (Sullivan & Sullivan, 1982; Flowerdew, 1974; Cole & Batzli, 1978, 1979; Boutin, 1990), i (III) densitats superiors de mascles que de femelles en tots els hàbitats, a causa de l'ús diferencial de l'espai entre sexes (Wauters & Dhondt, 1992; Wauters et al., 1994 del Cap. 6). També seria esperable, perquè l'índex de depredació és molt baix en l'hàbitat amb abundància d'aliment (relació parc:bosc 1:6), una (IV) major supervivència (Rush & Reeder, 1978; Sullivan & Sullivan, 1982; Sullivan et al., 1983; Halvorson & Engeman, 1983; Dobson & Kjelgaard, 1985a i b; Young & Stout, 1985; Boutin, 1990; Andren & Lemnell, 1992), i que (V) es produeixi major mortalitat quan decreixi l'abundància d'aliment en el medi. A més, en relació a la reproducció, cal esperar (VI) una major capacitat reproductora (Sullivan & Sullivan, 1982; Gurnell, 1983; Dobson & Kjelgaard, 1985a i b; Andrén & Lemnell, 1992; Wauters & Lens, 1995), i pel que fa a la immigració i perquè l'hàbitat amb més abundància d'aliment està aïllat parcialment (90.9% en base al perímetre de la malla de trampeig) s'esperaria (VII) l'entrada de pocs immigrants, que la població resident estigués formada per individus nascuts dintre l'àrea d'estudi (Lidicker, 1962; Lurz et al., 1997), i que (VIII) hi hagués una dispersió anticipada dels joves de l'any si assolien una condició física òptima abans (Nunes & Holekamp, 1996).

2. MATERIAL I MÈTODES

2.1. Consideracions generals

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

L'estudi de trampeig, supervivència, estructura d'edats, immigració i mortalitat dels immigrants s'ha calculat exclouent els animals que només eren capturats a la línia exterior de trampes (Telleria, 1986; Wauters & Dhondt, 1990a).

2.2. Manejament i marcatge individual

Tots els esquiroles van ser manipulats sense anestèsia i van ser marcats individualment amb una grapa numerada fixada a cada orel·la, que en permetia el reconeixement visual individual (Material i mètodes generals).

2.3. Trampeig

Des de l'estiu de 1991 a l'hivern de 1994 ambdues poblacions han estat trampejades simultàniament, utilitzant sempre el mateix nombre de paranys, a l'hivern (febrer), primavera (abril), estiu (juliol) i tardor (novembre). Els períodes de trampeig es van establir a partir de la disponibilitat d'aliment del medi (en base a la recol·lecció periòdica de llavors d'arbres en superfícies dissenyades per a aquesta funció; Cap. 0). Les sessions de trampeig han durat tres dies consecutius al parc urbà i sis dies consecutius al bosc mediterrani, i es van establir després de fer un període de proves durant març-agost de 1991.

Les sessions estacionals de captures (CMR) (Material i mètodes generals) han permès marcar i conèixer el nombre d'esquiroles 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 esquiroles que van incorporar-se a la població a través de la reproducció o de la immigració també van ser capturats i marcats.

2.3.1. Trampes: 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, de manera permanent, en plataformes de fusta fixades al tronc dels arbres a una alçada de 5-6 m, a les quals s'accedia amb una escala d'alumini de 4.35 m. Durant les sessions de trampeig, el registre de les trampes era continu al llarg del dia per evitar l'efecte potencial de saturació, i els animals eren extrets de la trampa tan aviat com se'n detectava la captura i s'alliberaven al mateix punt on eren capturats. Les trampes 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 trampes. Hi va haver un període d'encebament a la trampa de dues vegades per setmana

durant cinc setmanes abans de les captures.

A l'hàbitat del parc urbà la malla de trampeig era de 7.50 ha (300 x 250 m), a les quals se suma el radi mitjà (d'ambdós sexes) de l'àrea d'activitat ($\bar{x} = 68.42$, $n = 11$; Fig. 6a del Cap. 6) a l'estació en què assoleix el valor mínim (tardor; Fig. 1a del Cap. 6), en els sectors en els quals continua l'hàbitat idoni per als esquiroles. Aquests sectors estan situats al nord-oest (100 m d'ample), sud-oest (100 m d'ample que acaben obstruïts per una autovia) i en una franja lateral (45 m d'ample) i permeten determinar que la superfície estudiada, que inclou l'àrea d'influència, és de 10.89 ha. Les trapes es van situar regularment cada 40-60 metres amb una densitat mitjana (sense tenir en compte l'àrea d'influència) de 1.73 trapes per ha.

A l'hàbitat del bosc mediterrani la malla de trampeig era de 15.36 ha (480 x 320 m), a les quals se suma el radi mitjà (d'ambdós sexes) de l'àrea d'activitat ($\bar{x} = 106.92$ m, $n = 17$; Fig. 6a del Cap. 6) a l'estació en què assoleix el valor mínim (tardor; Fig. 1a del Cap. 6) en tot el seu perímetre (continua l'hàbitat idoni pels esquiroles), i això permet determinar que la superfície estudiada, que inclou l'àrea d'influència, és de 37.77 ha. Les trapes es van situar regularment cada 60-100 metres amb una densitat mitjana (sense tenir en compte l'àrea d'influència) de 1.30 trapes per ha.

Es va obtenir la idoneïtat de la distribució espacial de les trapes durant el període previ de proves, i s'ha confirmat durant el període d'estudi per:

a) el patró d'ús de l'espai. El radi de l'àrea d'activitat de l'estació en què assoleix els valors menors en cadascun dels hàbitats (tardor) permet comprovar que les trapes han estat situades correctament. Això es va fer representant gràficament el radi hipotètic de l'àrea d'activitat mínima (suposant que l'àrea d'activitat era circular i mononuclear) en un mapa a escala de l'àrea d'estudi, delimitant un cercle en què el centre era la ubicació de cada trampa, i comprovant que tota l'àrea d'estudi quedava supracoberta,

b) la mitjana de trapes (P_{tre}) en les quals són capturats (tardors 91-93) els esquiroles (amb radioemissor) que tenen trapes en l'àrea d'activitat, i

c) la mitjana (%) dels esquiroles citats capturats (P_{cre}) durant els tres i sis dies de captures i, complementàriament, la mitjana (%) d'esquiroles presents en l'hàbitat capturats (P_{rpe}) durant els tres (parc) i sis (bosc) dies de captures estacionals,

Cada una de les àrees estudiades va ser supramostrejada en nombre de trapes i tots els esquiroles residents a l'àrea d'estudi tenien diverses trapes dins la seva àrea d'activitat en les quals podien caure en cada estació. Generalment eren capturats durant

l'any a totes les trampes situades dins la seva àrea d'activitat (esquirols amb collar amb radioemissor).

2.3.2. Dies consecutius de captures per sessió estacional

Es considera que quan una població es trampeja periòdicament amb un període d'encebament previ (Gurnell, 1976), durant un nombre adequat de dies consecutius per sessió de captures (establert prèviament amb sessions de captures experimentals, per tal de 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 (Cole & Batzli, 1979; Grodzinski et al., 1966; Gurnell, 1976; Nixon et al., 1967; Sullivan et al., 1983; Telleria 1986; Wauters & Dhondt, 1990a; Klenner & Krebs, 1991). Com que es fa diversos dies consecutius durant les diferents estacions anyals, es redueix la probabilitat que el trampeig estigui afectat pels factors meteorològics, sexuals, d'estatus (Monroe, 1977), o bé de disponibilitat d'aliment (Grodzinski et al., 1966) i, en conseqüència, la majoria d'investigadors que treballen amb aquesta espècie utilitzen aquesta metodologia, que addicionalment permet fer comparacions entre diferents hàbitats o àrees d'estudi.

El nombre de dies de captures establerts prèviament en un període de proves ha de confirmar-se, però, contrastant-lo amb els resultats obtinguts durant el conjunt d'estacions que abraça l'estudi en relació a:

d) la mitjana acumulada diària de captures (tardor) d'una mostra d'esquirols amb collar amb radioemissor (*Pcre*) amb trampes dins l'àrea d'activitat,

e) l'èxit de captura dels animals presents a l'hàbitat per estació (*Prpe*). És la proporció (%) d'esquirols (adults i subadults a partir de la tardor 91) que se sap que estan presents en l'àrea d'estudi en cada una de les estacions (segons el calendari de captures) i han estat capturats en les sessions de trampeig estacionals. Quan deixava de capturar-se'n un en tres o més estacions consecutives se n'ha suposat la mort. Aquest valor s'utilitza com una mesura indicativa de l'eficàcia de la capturabilitat estacional de la població resident en l'hàbitat.

f) l'èxit de captura (animals diferents) per dies (*Ecd*) (en valors absoluts o en percentatges) del conjunt d'estacions (Grodzinski et al., 1966; Telleria, 1986). El dia o dies en que deixen de capturar-se nous animals permet establir el límit màxim de dies

consecutius de captures. En percentatges s'estableix per la fórmula:

$$Ecd (\%) = (\text{núm. esquirols diferents capturats per dia} / \text{núm. esquirols diferents capturats pel total de dies de l'estació de captures}) \times 100$$

La fiabilitat de les dades obtingudes s'ha contrastat amb les dades de l'eficàcia de trampeig estacional del conjunt d'estacions del període d'estudi (Cole & Batzli, 1979; Wauters & Dhondt, 1990a), establert per:

g) l'èxit de trampeig (esquirols diferents) per estació (Et), segons la fórmula,

$$Et (\%) = \text{núm. captures (esquirols diferents)} / (\text{núm. trampes} \times \text{núm. dies}) \times 100$$

No va ser possible utilitzar programes d'anàlisi basats en les dades de captura-recaptura per tal d'estimar la mida de la població (programa *CAPTURE*), perquè es disposava de poblacions amb un nombre d'efectius reduït per fer l'estimació amb la robustesa idònia.

2.3.3. Temps invertit i esquirols capturats

En el trampeig s'han invertit (incloent-hi els dies addicionals) 180 dies sencers (parc urbà = 77 dies, bosc mediterrani = 103), des d'abans de la sortida del sol fins després de la posta. S'han capturat 209 animals diferents (111 ♂♂ i 98 ♀♀), 78 al parc urbà (43 ♂♂ i 35 ♀♀) i 131 al bosc mediterrani (68 ♂♂ i 63 ♀♀). S'han realitzat 1296 captures i recaptures d'esquirols (parc urbà = 553, bosc mediterrani = 743).

2.4. Sexe i grup d'edat

En les captures estacionals es determinava el sexe per observació directa dels genitals externs de l'animal, que són prou diferents.

Van ser considerats mascles subadults els que tenien entre quatre i deu mesos d'edat, amb testicles abdominals o escrotals (reduïts), escrot petit i glàndules de Cowper reduïdes, i es van considerar femelles subadultes les que tenien entre quatre i deu 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 deu mesos, perquè a partir

d'aquesta edat alguns individus ja poden reproduir-se (Material i mètodes generals).

2.5. Estructura d'edats

S'ha estudiat amb la totalitat de la població de cada hàbitat a les tardors (92 i 93). Els individus van ser agrupats en tres grups d'edat: menors d'un any (< 1), entre un i dos anys (> 1 < 2) i majors de dos anys (> 2), però les anàlisis estadístiques de comparació entre hàbitats s'han realitzat agrupant les dades en dues classes d'edat: menors d'un any i majors d'un any.

2.6. Supervivència, reproducció i dispersió

La supervivència s'ha estudiat al llarg de dos anys (tardor 91-estiu 93). Les dades obtingudes de les sessions estacionals de captures han estat agrupades en períodes de sis mesos, establerts per la disponibilitat d'aliment de les àrees estudiades (tardor-hivern = de novembre a març, i primavera-estiu = d'abril a octubre). S'ha suposat que els valors estacionals són independents i s'han analitzat tenint en compte l'hàbitat, el grup d'edat i el sexe. En cada sessió de trampeig s'ha utilitzat la fórmula següent:

Índex de supervivència (%) en el temps $t-1$ per a un temps $t = \left[\frac{\text{núm. d'esquirols marcats presents en } t-1 \text{ i } t}{\text{núm. d'esquirols marcats presents en el temps } t-1} \right] \times 100$.

Els períodes de mortalitat també s'han establert complementàriament a partir del seguiment d'animals adults amb collar amb radioemissor (parc urbà = 22 i bosc mediterrani = 32).

Per estudiar el nombre de cries per llogada, la proporció de sexes en els dies posteriors al naixement i la capacitat reproductora anyal (nombre mitjà de llogades pel nombre mitjà de cries de cada llogada) es van localitzar els nius de part de les femelles amb activitat sexual en els dies posteriors al naixement i es va posar collar amb radioemissor a la majoria de les femelles lactants. Després de ser localitzat el niu de part, s'hi pujava i s'anotava el nombre de cries i el sexe de les mateixes, i es tornaven a deixar al niu. Les manipulacions de les cries es van fer amb guants de plàstic no reutilitzats, per tal de reduir els rastres odorífers estranys.

La majoria dels animals juvenils van ser marcats quan encara estaven al niu (35 cries lactants de cinc femelles diferents i de deu parts diferents, de menys de 45 dies d'edat) o bé just després del període intensiu de lactació (més de 60 dies d'edat) i això va permetre distingir-los dels immigrants.

Les dades de dispersió de mamífers són sovint difícils d'obtenir, ja que no sempre és possible distingir entre emigració i mortalitat. Tot i això, s'ha de tenir en compte que en treballar amb esquirols immigrants, aquests poden ser capturats amb certa facilitat si romanen a l'àrea d'estudi. La immigració dels individus joves o subadults que han entrat a les àrees d'estudi ha permès estudiar la dispersió i la mortalitat i emigració enteses conjuntament durant el període de sis mesos després d'haver entrat a l'àrea (valors estacionals agrupats) suposant per a ambdues variables que els valors estacionals són independents.

2.7. Factors ambientals

A la Taula 8 del Cap. 0 es detallen els de major incidència en la biologia i en els processos de dinàmica poblacional de l'espècie, que difereixen entre hàbitats: abundància d'aliment i distribució espacial (i disponibilitat d'aliment per esquirol a la Taula 19 del Cap. 1), pressió de depredació i aïllament de l'hàbitat.

2.7.1. Meteorologia

S'han anotat les variables meteorològiques trimestrals referides a l'estació meteorològica del Instituto Nacional de Meteorología (Taula 6 del Cap. 0) per al parc urbà i referides a l'Observatori Fabra (Taula 7 del Cap. 0) per al bosc mediterrani. També s'han anotat, sobre els dies de les sessions de captures, la temperatura mitjana (°C) a les 13 h, la precipitació mitjana (mm) (Observatori Fabra), velocitat mitjana del vent (km/h) a les 13 h, els dies de pluja (percentatge sobre el total de dies de captures de cada sessió), la nuvolositat (fracció de cel cobert) a les 13 h, i la pressió atmosfèrica (mm) a les 13 h.

2.8. Proves estadístiques

Es detallen a Material i mètodes generals. Com que la supervivència, la immigració i la mortalitat poden estar afectades per diversos factors, s'han realitzat anàlisis no paramètrics amb la prova G de tres vies (una cua) i χ^2 , (dues cues) (sumant els valors semestrals per evitar freqüències esperades inferiors a cinc), i també amb la prova exacta de Fisher (dues cues). En tots els casos s'ha suposat que els valors semestrals eren independents. En l'anàlisi d'aquestes variables s'ha emprat la prova G buscant el model més parsimoniós que expliqués les dades amb una probabilitat d'ajust superior al 0.05.

3. RESULTATS

3.1. Idoneïtat de la distribució espacial de les trampes

3.1.1. Mitjana (%) de trampes en les quals cauen els esquirols amb collar amb radioemissor (*Ptre*)

En ambdós hàbitats, tant els mascles com les femelles residents (amb collar amb radioemissor) (*Ptre*) són capturats (tardor) aproximadament en la meitat de les trampes ubicades en la seva àrea d'activitat (*Ptre*) (parc: ♂♂ \bar{x} = 40.87%, ♀♀ \bar{x} = 55.76%; bosc: ♂♂ \bar{x} = 61.81%, ♀♀ \bar{x} = 66.60%; Taula 1).

Taula 1. Mitjana (\bar{x}) i desviació (s) estàndard de les trampes ubicades en l'àrea d'activitat dels esquirols (amb collar amb radioemissor) i de les que tenen èxit en la captura dels mateixos, amb la mitjana (%) de trampes amb èxit de captures (*Ptre*) del total de col·locades durant tres i sis dies de captures al parc urbà i al bosc mediterrani, respectivament. Realitzat amb dades de les tardors 1991–1993. (n = mida mostral). (Fig. 1).

	n	Trampes en àrea activitat		Trampes cau àrea activitat		Trampes (%) cau cada esquirol (<i>Ptre</i>)	
		\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
PARC URBÀ							
Mascles	11	4.55	1.97	1.64	1.03	40.87	29.09
Femelles	11	3.36	1.29	1.64	0.81	55.76	30.23
Total	22	3.95	1.73	1.64	0.90	48.31	29.94
BOSC MEDITERRANI							
Mascles	12	2.17	0.58	1.00	0.60	61.81	28.97
Femelles	12	3.08	1.98	1.67	0.89	66.60	40.48
Total	24	2.63	1.50	1.33	0.82	64.20	34.51
AMBDÓS HÀBITATS							
Total	46	3.26	1.73	1.48	0.86	56.60	33.04

Els esquirols que no són capturats en aquesta estació (màxima disponibilitat d'aliment del medi) són capturats en altres estacions (segons el calendari de captures) en gairebé totes les trampes ubicades en l'àrea d'activitat. D'entre els esquirols residents (amb collar amb radioemissor) que tenen trampes a l'àrea d'activitat, la majoria eren capturats en cada sessió de trampeig (especialment els mascles). Alguns podien no ser capturats en una estació determinada, però sí a la següent, i només dos esquirols (1 ♂ parc i 1 ♀ bosc) en una ocasió cada un (2/45 esquirols que van portar collar amb radioemissor un mínim de sis mesos, 4.44% d'esquirols) no van ser capturats durant dues sessions de trampeig consecutives.

3.2. Idoneïtat dels dies de captures

3.2.1. Mitjana diària (%) d'esquirols amb radioemissor capturats d'entre els que tenen trapes a l'àrea d'activitat (*Pcre*), èxit de captura d'animals presents a l'àrea (*Prpe*), èxit de captura (esquirols diferents) per dies (*Ecd*), i èxit de trampeig per estacions.

Les captures d'esquirols amb radioemissor (*Pcre*) augmenten durant els dies de cada sessió de trampeig (tardor) i el tercer dia de captures al parc i el sisè al bosc es captura la majoria de la població resident de cada sexe (parc: $\sigma\sigma \bar{x} = 81.82\%$, $\text{♀♀} \bar{x} = 90.91\%$; bosc: $\sigma\sigma \bar{x} = 83.33\%$, $\text{♀♀} \bar{x} = 91.67\%$; Fig. 1).

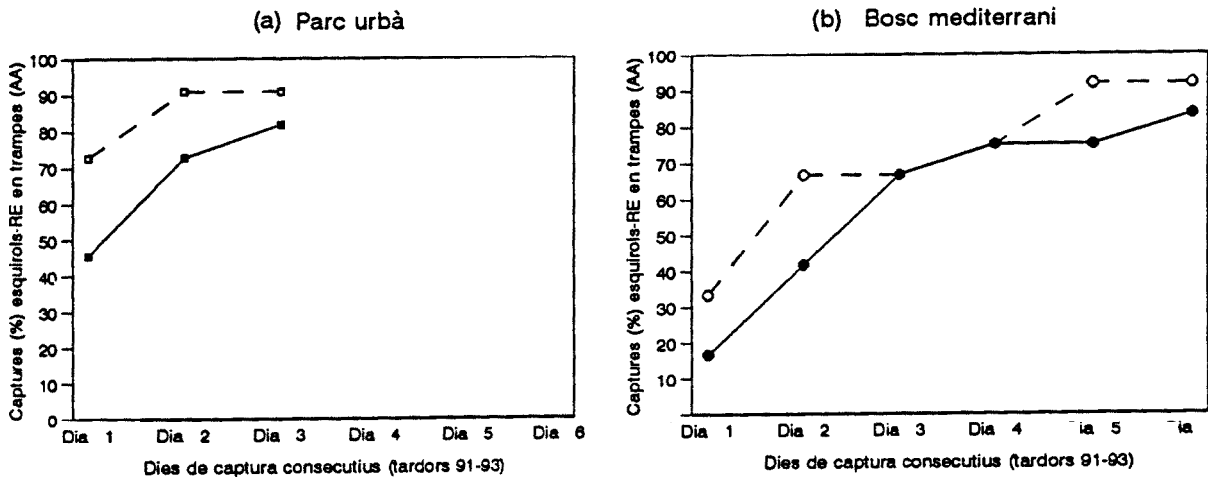


Fig. 1. Mitjana acumulada (%) d'esquirols adults residents amb (RE) collar amb radioemissor, amb trapes (parc, $\bar{x} = 3.95$; bosc, $\bar{x} = 2.63$, rang = 1-8 en ambdós hàbitats, Taula 1) dins (AA) l'àrea d'activitat, que són capturats (*Pcre*) cada un dels dies de les sessions de trampeig de tardor (disponibilitat d'aliment màxima) 1991-1993, al (a) parc urbà en (■) mascles (n = 11) i (□) femelles (n = 11) i al (b) bosc mediterrani en (●) mascles (n = 12) i (○) femelles (n = 12).

L'èxit de captura d'animals presents a l'àrea (*Prpe*) assoleix valors elevats en ambdós hàbitats a les tardors (n = 2; parc, $\sigma\sigma \bar{x} = 73.34\%$, $\text{♀♀} \bar{x} = 100.00\%$; bosc: $\sigma\sigma \bar{x} = 91.89\%$, $\text{♀♀} \bar{x} = 100.00\%$) i també assoleix valors elevats en el conjunt d'estacions amb valors estables entre estacions (n = 8; parc, $\sigma\sigma \bar{x} = 89.99\%$, rang = 73.34%-100%, $\text{♀♀} \bar{x} = 80.22\%$, rang = 62.86%-100%; bosc: $\sigma\sigma \bar{x} = 96.50\%$, rang = 91.89%-100%; $\text{♀♀} \bar{x} = 74.88\%$, rang = 57.78%-100%).

La disminució de l'èxit de captures per dies (*Ecd*)(animals diferents) assoleix valors inferiors al 10% (n = 10 estacions) en ambdós sexes el tercer dia al parc i el quart dia al bosc (si s'exceptua el cinquè dia en les femelles, que és del 16.20% a causa d'una captura irregular del 100% de femelles el cinquè dia, l'hivern de 1994, i que si no es tingués en compte seria del 6.89%), igual que succeeix amb els esquirois amb collar amb radioemissor (Fig. 1).

L'èxit de trampeig (esquirois diferents) (*Et*) assoleix valors més elevats al parc urbà (n = 10, parc: ♂♂ \bar{x} = 22.31%, ♀♀ \bar{x} = 16.15%; bosc: ♂♂ \bar{x} = 13.28%, ♀♀ \bar{x} = 7.02%) i en ambdós hàbitats es manté estable al llarg de les estacions (n = 10, parc: ♂♂ rang = 18.80%-26.92%, ♀♀ rang = 11.97%-21.37%; bosc: ♂♂ rang = 12.04%-15.67, ♀♀ rang = 4.52%-8.89%).

Aquests resultats avalen el fet que el mostratge s'ha realitzat correctament i que tres i sis dies de captures per sessió de trampeig respectivament, permeten capturar en cada hàbitat la majoria de la població. La resta es pot considerar que es capturada en l'estació següent.

3.3. Trampeig

3.3.1. Èxit de captures (esquirois diferents) per dies (*Ecd*)

No hi ha diferències entre sexes en l'èxit de captures d'esquirois diferents per dies a cap hàbitat (prova de Wilcoxon, Taula 2).

Taula 2. Prova de Wilcoxon entre sexes de la mitjana (%) de captures d'esquirois diferents (*Ecd*) per a cada un dels dies de les sessions de captures, en cada hàbitat. (n = mida mostral).

	Dia 1r		Dia 2n		Dia 3r		Dia 4t		Dia 5è		Dia 6e	
	Z	P	Z	P	Z	P	Z	P	Z	P	Z	P
PARC URBÀ												
n	10		10		10							
	0.3058	0.7598	0.8664	0.3863	0.5601	0.5754	----	----	----	----	----	----
BOSC MEDITERRANI												
n	10		10		10		10		10		10	
	0.4077	0.6835	0.0510	0.9594	1.5993	0.1097	0.0592	0.9528	1.7821	0.0747	0.2673	0.7893

3.3.2. Èxit de trampeig (esquirols diferents) per estacions (Et)

No hi ha diferències en cap sexe i en cap hàbitat entre estacions (anys diferents agrupats) (prova de Kruskal-Wallis; parc, $n = 10$: $\sigma\sigma$, $H = 1.1438$, $P = 0.7665$, $\varphi\varphi$, $H = 5.6719$, $P = 0.1287$; bosc, $n = 10$: $\sigma\sigma$, $H = 3.4472$, $P = 0.3277$, $\varphi\varphi$, $H = 3.8148$, $P = 0.2822$) i tampoc hi ha diferències (prova U de Mann-Whitney), per a cap sexe en cap hàbitat entre estacions consecutives (agrupades per estacions). Hi ha diferències entre sexes al bosc mediterrani amb valors superiors en mascles (prova de Wilcoxon, parc: $Z = 1.4780$, $n = 10$, $P = 0.1394$, $\sigma\sigma \bar{x} = 22.31\%$, $\varphi\varphi \bar{x} = 16.15\%$; bosc: $Z = 2.8031$, $n = 10$, $P = 0.0051$, $\sigma\sigma \bar{x} = 13.28\%$, $\varphi\varphi \bar{x} = 7.02\%$), cosa que indica que són més fàcils de capturar que les femelles o bé que n'hi han més i tenen més probabilitats de ser capturats.

3.3.3. Captures (%) d'esquirols presents a l'àrea d'estudi (Prpe)

No hi ha diferències en cap sexe i en cap hàbitat entre estacions (anys diferents agrupats) (prova de Kruskal-Wallis; parc, $n = 8$, $\sigma\sigma$, $H = 5.1554$, $P = 0.1608$, $\varphi\varphi$, $H = 6.0723$, $P = 0.1081$; bosc, $n = 8$, $\sigma\sigma$, $H = 5.1554$, $P = 0.1608$, $\varphi\varphi$, $H = 6.0723$, $P = 0.1081$). Tampoc hi ha diferències (prova U de Mann-Whitney), per a cap sexe i en cap àrea entre estacions consecutives (agrupades per estacions).

Al parc urbà no hi ha diferències entre sexes (Fig. 2) en la proporció d'esquirols presents a l'àrea d'estudi que han estat capturats en cada sessió de trampeig (Prpe), però al bosc mediterrani els mascles són més capturats que les femelles (prova de Wilcoxon, parc urbà: $Z = 0.7702$, $n = 8$, $P = 0.4412$, $\sigma\sigma \bar{x} = 89.99\%$, $\varphi\varphi \bar{x} = 80.22\%$; bosc mediterrani: $Z = 1.9604$, $n = 8$, $P = 0.0500$, $\sigma\sigma \bar{x} = 96.50\%$, $\varphi\varphi \bar{x} = 77.88\%$). Això s'associa a la baixa capturabilitat de les femelles durant el període de parts i de cura i alletament de les cries, especialment en els dies posteriors al naixement, cosa que no succeeix a les tardors a causa de la inactivitat reproductora. Aquest fet no succeeix al parc urbà probablement a causa del baix índex de depredació o de l'habitació a la presència humana.

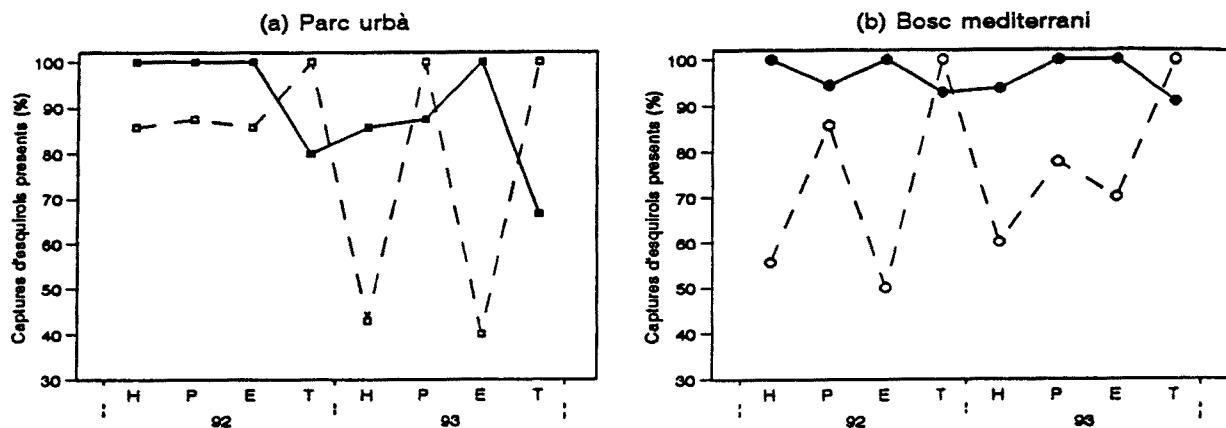


Fig. 2. Esquirols presents (basat en el calendari estacional de captures) capturats (%) en les sessions de trampeig estacionals (*Prpe*) al (a) parc urbà en (■) mascles i (□) femelles, i al (b) bosc mediterrani en (●) mascles i (○) femelles. (H = hivern, P = primavera, E = estiu, T = tardor).

3.3.4. Influència de les variables meteorològiques en la recaptura d'esquirols presents a l'àrea d'estudi (*Prpe*)

Únicament hi ha una tendència al fet que les femelles del parc urbà es capturin més quan augmenta la nuvolositat ($cc = 0.6465$, $n = 8$, $P = 0.083$), i al bosc mediterrani la població (ambdós sexes) és menys capturada quan la pressió atmosfèrica és més elevada (hiverns) ($cc = -0.9314$, $n = 8$, $P = 0.001$), cosa que està provocada pel comportament de les femelles ($cc = -0.6668$, $n = 8$, $P = 0.071$).

3.4. Densitats

Al parc urbà hi ha una densitat d'esquirols (parc \bar{x} = 1.70 esquirols per ha, bosc \bar{x} = 0.96 esquirols per ha, Taula 3) d'ambdós sexes (relació parc:bosc, en $\sigma\sigma$ 1:0.60 i en $\text{♀}\text{♀}$ 1:0.51) doble que al bosc mediterrani (prova de Wilcoxon, $\sigma\sigma$: $Z = 2.5471$, $n = 9$, $P = 0.0109$; $\text{♀}\text{♀}$: $Z = 2.6656$, $n = 9$, $P = 0.0077$) (Taula 3 i Fig. 3).

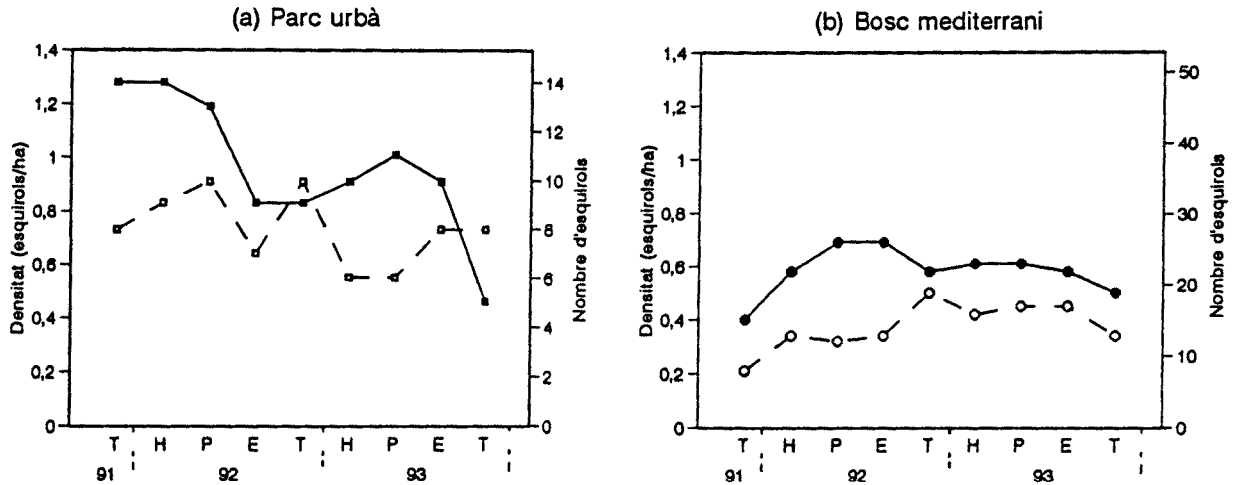


Fig. 3. Densitat estacional (esquirols per ha) amb l'equivalència en nombre d'esquirols, al (a) parc urbà de (■) mascles i (□) femelles i al (b) bosc mediterrani de (●) mascles i (○) femelles. Realitzat incloent l'àrea d'influència de la malla de trampeig (veure text) amb tots els grups d'edat de la població. (T = tardor, H = hivern, P = primavera, E = estiu). (Densitat mitjana i per períodes a Taules 3 i 4).

Taula 3. Densitat (esquirols per ha) per hàbitat, estació i sexe (inclou l'àrea d'influència de la malla de trampeig, segons s'indica al text). (T = tardor, H = hivern, P = primavera, E = estiu). (Fig. 3).

	1991		1992				1993				Total	
	T		H	P	E	T	H	P	E	T	\bar{x}	s
PARC URBÀ												
Mascles	1.28		1.28	1.19	0.83	0.83	0.91	1.01	0.91	0.46	0.97	0.26
Femelles	0.73		0.83	0.91	0.64	0.91	0.55	0.55	0.73	0.73	0.73	0.14
Conjunt	2.02		2.11	2.11	1.47	1.74	1.47	1.56	1.65	1.19	1.70	0.32
BOSC MEDITERRANI												
Mascles	0.40		0.58	0.69	0.69	0.58	0.61	0.61	0.58	0.50	0.58	0.09
Femelles	0.21		0.34	0.32	0.34	0.50	0.42	0.45	0.45	0.34	0.37	0.09
Conjunt	0.61		0.93	1.01	1.03	1.08	1.03	1.06	1.03	0.85	0.96	0.15

Les fluctuacions entre períodes anyals (Taula 4) són més marcades al parc urbà en ambdós sexes (Fig. 3a) i en cada hàbitat les femelles mantenen densitats més estables que els mascles, que decreixen periòdicament a la tardor (Fig. 3).

Taula 4. Densitat mitjana (esquirols per ha), per períodes (tardor-estiu de l'any següent), en ambdós hàbitats (inclou l'àrea d'influència de la malla de trampeig, segons s'indica al text). (Fig. 3).

Períodes	1992		1993	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s
PARC URBÀ				
Mascles	1.15	0.21	0.92	0.07
Femelles	0.78	0.12	0.69	0.17
Total	1.93	0.31	1.61	0.12
BOSC MEDITERRANI				
Mascles	0.59	0.14	0.60	0.02
Femelles	0.30	0.06	0.46	0.03
Total	0.90	0.19	1.05	0.02

3.5. Ratio de sexes

Els primers parts (edat cries < 45 dies) de l'estació reproductora (febrer-març) tenen un nombre major de femelles que de mascles (Taula 5a) i aquesta relació s'inverteix en els que es produeixen a partir del segon període de parts (maig-juliol)(Taula 5b). Aquesta tendència també es produeix en comparar amb detall els resultats dels mateixos animals adults (del parc urbà i de la mateixa edat) que van tenir dos parts l'any 93 (♀ núm. 1, suposant que la cria morta de sexe desconegut es una femella, i ♀ núm. 26; primer part: $\sigma\sigma \bar{x} = 1$, $\text{♀♀} \bar{x} = 2.5$; segon part: $\sigma\sigma \bar{x} = 3.5$, $\text{♀♀} \bar{x} = 1$). Tenint en compte els parts que es produeixen al llarg de l'estació reproductora (Taula 5c), la relació de sexes és de 1:1.

Taula 5. Relació de sexes en les llogigades localitzades als nius, dividits per períodes de parts: (a) febrer-març, (b) maig-juliol i (c) conjuntament. (n = mida mostral).

(a)					
PARTS FEBRER-MARÇ					
	núm. ♀♀	any	núm. cries	núm. mascles	núm. femelles
PARC URBÀ	21	92	3	0	3
	1	93	4	1	3
	9	93	3	1	2
	26	93	3	1	2
BOSC MEDITERRANI	52	92	4	1	3
	103	92	3	3	0
Subtotal			20	7	13

(b)					
PARTS MAIG-JULIOL					
	núm. ♀♀	any	núm. cries	núm. mascles	núm. femelles
PARC URBÀ	1	92	3	2	1
	1	92	4	1	3
	1	93	4*	3	-
	9	92	3	2	1
	26	93	5	4	1
Subtotal			18 ^o	12	6

(c)					
TOTAL					
AMB DÓS PERÍODES					
(n = 11 llogigades de 6 ♀♀)					
			núm. cries	núm. mascles	núm. femelles
			38 ^o	19	19

(* , inclou una cria de sexe desconegut trobada morta al niu).

(^o , nombre de cries sexes).

La relació de sexes en la població (edat > 3 mesos) d'ambdós hàbitats és favorable als mascles (parc $\bar{x} = 1.35 \sigma\sigma:\varphi$, bosc $\bar{x} = 1.60 \sigma\sigma:\varphi$, Taula 6). La ratio de sexes ($\sigma\sigma:\varphi$) és major al bosc mediterrani que al parc urbà (prova de Wilcoxon: $Z = 2.1917$, $n = 9$, $P = 0.0284$, Taula 6). Al parc urbà la ratio de sexes (realitzada a partir del nombre mínim d'animals) varia en funció del nombre de mascles ($r = 0.75$, $n = 9$, $P = 0.021$) perquè el nombre de femelles es manté constant al llarg del temps, mentre que al bosc mediterrani la ratio de sexes varia en funció del nombre de femelles ($r = -0.79$, $n = 9$, $P = 0.012$) i són els mascles els que es mantenen més constants.

Taula 6. Ratio de sexes (nombre de mascles per cada femella) per hàbitats, anys i estacions. Realitzat amb el nombre mínim d'esquirols d'ambdós sexes (edat > 3 mesos) presents a les àrees d'estudi (inclou l'àrea d'influència de la malla de trampeig, segons s'indica al text). (Primav. = primavera).

	1991	1992				1993			
	Tardor	Hivern	Primav.	Estiu	Tardor	Hivern	Primav.	Estiu	Tardor
PARC URBÀ	1.75	1.55	1.30	1.28	0.90	1.67	1.83	1.25	0.62
(\bar{x} = 1.35; s = 0.40)									
BOSC MEDITERRANI	1.87	1.69	2.17	2.00	1.16	1.44	1.35	1.29	1.46
(\bar{x} = 1.60; s = 0.35)									

En ambdós hàbitats hi ha diferències favorables als mascles en el nombre d'esquirols de cada sexe (prova de Wilcoxon, parc urbà: $Z = 2.0140$, $n = 9$, $P = 0.0440$; bosc mediterrani: $Z = 2.6656$, $n = 9$, $P = 0.0077$), que es mantenen en els dos períodes estudiats (Taula 7).

Taula 7. Ratio de sexes (nombre de mascles per cada femella) per períodes (tardor-estiu de l'any següent), en ambdós hàbitats. (Inclou l'àrea d'influència de la malla de trampeig, segons s'indica al text).

Períodes	1992		1993	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s
PARC URBÀ	1.47	0.22	1.41	0.42
BOSC MEDITERRANI	1.93	0.20	1.31	0.12

3.6. Estructura d'edats

En cada hàbitat l'estructura d'edats és força semblant durant els dos anys d'estudi, i els d'edat superior a dos anys assolixen valors més elevats (tal com era d'esperar), perquè aquest grup d'edat inclou tots els animals de més de dos anys d'edat (Fig. 4).

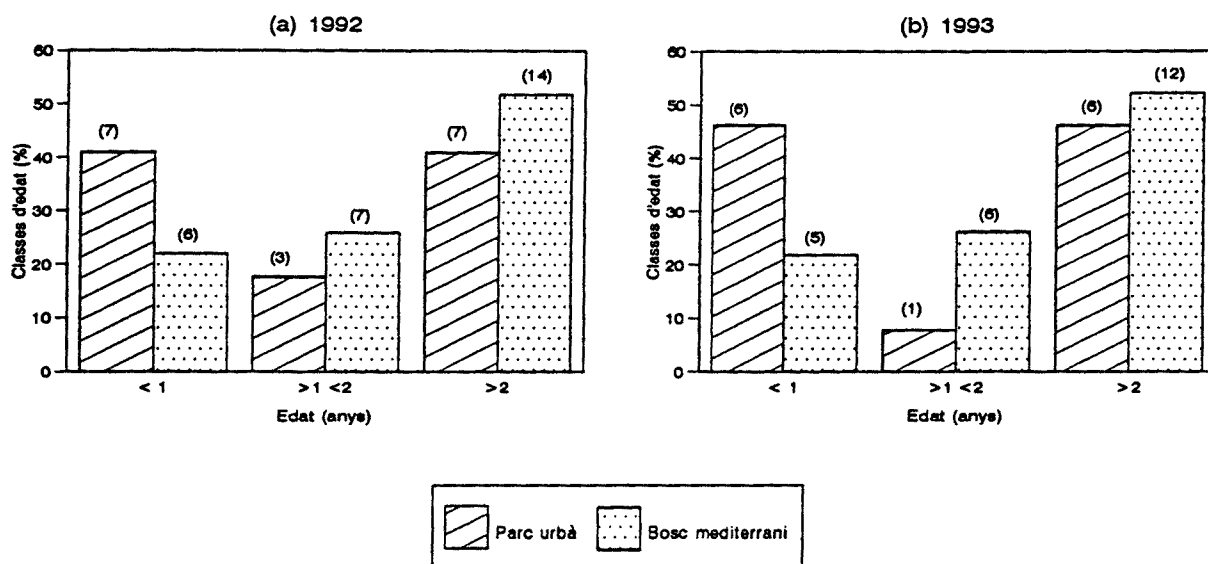


Fig. 4. Estructura d'edats (%) de la població d'esquirols en ambdós hàbitats les tardors de (a) 1992 i de (b) 1993. Els números situats entre parèntesis indiquen la mida mostral. (Edat < 1: menys de 12 mesos; edat > 1 < 2: entre 12 i 24 mesos; edat > 2: més de 24 mesos).

No hi ha diferències significatives entre hàbitats en el nombre d'animals d'una mateixa edat (agrupats en edat < 12 mesos i edat > 12 mesos) (prova exacta de Fisher de dues cues) ni l'any 92 ($P = 0.1525$) ni l'any 93 ($P = 0.1525$).

No hi ha diferències significatives entre anys consecutius a cap hàbitat en el nombre d'animals d'una mateixa edat (agrupats en edat < 12 mesos i edat > 12 mesos) (prova exacta de Fisher de dues cues) ni l'any 92 ($P = 1.0$) ni l'any 93 ($P = 1.0$). Hi ha diferències gairebé significatives (anys 92 i 93 agrupats) en el nombre d'animals menors d'un any d'edat (prova exacta de Fisher de dues cues, $P = 0.0764$) entre les poblacions de cada hàbitat, amb valors

superiors al parc urbà (43.33% *versus* 22.00% al bosc mediterrani) respecte de la resta d'individus majors d'un any d'edat, que es mantenen els dos anys estudiats (parc urbà: any 92 = 41.18%, 7/17, any 93 = 46.15%, 6/13; bosc mediterrani: any 92 = 22.22%, 6/27, any 93 = 21.74%, 5/23) (Fig. 4). Aquest resultat suggereix que la població d'animals menors d'un any d'edat del parc urbà és superior (el doble) respecte a la del bosc mediterrani.

Pel que fa a la resta de classes d'edat, no es detecten diferències entre hàbitats (edat < 24 mesos respecte de edat > 24 mesos; prova exacta de Fisher de dues cues, $P = 0.4952$) (edat > 12 < 24 mesos, respecte de la resta de classes d'edat; prova exacta de Fisher de dues cues, $P = 0.2605$).

3.7. Supervivència

La supervivència no està associada ni a l'any ni a l'hàbitat (no hi ha interacció significativa en el model de tres vies ajustat, model ajustat (supervivència) (hàbitat), $G = 5.7897$, $df = 5$, $P = 0.327$). La presència del factor hàbitat (hàbitat) en el model ($G = 7.089$, $df = 1$, $P = 0.0078$) està provocada pel nombre d'animals, ja que és diferent en ambdós hàbitats (més esquirois al parc urbà que al bosc mediterrani).

Quan es busca la dependència de la supervivència en funció del sexe i de l'hàbitat, tampoc es troba cap associació entre els factors (s'ajusta al model d'independència (supervivència) (hàbitat) (semestre), $G = 4.3484$, $df = 4$, $P = 0.361$). Novament, aquest model ens indica que la quantitat d'individus és desigual entre hàbitats i entre sexes (més mascles que femelles).

Com que ambdós hàbitats difereixen en la densitat d'esquirois, en l'abundància d'aliment, en la pressió de depredació i en l'índex d'aïllament (Taula 8 del Cap. 0), s'ha considerat oportú estudiar la supervivència de forma independent en cada hàbitat. La manca d'aliment a finals de primavera-principis d'estiu s'associa amb la supervivència al parc urbà (Interacció semestre x supervivència a Taula 8a; supervivència tardor-hivern 84.21% *versus* primavera-estiu 47.22%) (Fig. 5) i al bosc mediterrani (Interacció semestre x supervivència a Taula 9a; supervivència tardor-hivern 86.27% *versus* primavera-estiu, 59.32%) (Fig. 5). En ambdós hàbitats es produeix una associació entre semestre i edat (hi ha molt pocs subadults a la primavera-estiu). En els adults el sexe no té influència (Taula 8b i 9b), però es produeix la mateixa relació descrita anteriorment. A més, el factor sexe apareix en el model ajustat per a la supervivència dels individus adults al bosc mediterrani, i està causat per la desproporció que hi ha entre mascles i femelles (menys de la meitat de femelles que de mascles).

Taula 8. Variacions en la supervivència al parc urbà (tardor 91–estiu 93) en relació a (a) l'edat i el semestre (estació) (per a la població), i en relació al (b) al sexe i al semestre (per a adults). Realitzat amb la prova *G* de tres vies (una cua) a partir del sumatori per semestres dels valors exposats i s'indica, a partir del model ajustat, l'efecte dels factors independents i de les interaccions. La mida mostral s'expressa pel nombre d'esquirols que sobreviuen respecte al total de la població. S'indiquen els percentatges entre parèntesis. (Sup. = supervivència, Sem. = semestre; Tardor–Hivern = novembre–abril; Primavera–Estiu = abril–novembre). (Fig. 5).

(a)

Estació	Adults	Subadults		G	df	P
Tardor–Hivern 91-92	15/17 (88.24%)	5/5 (100.00%)	Sup. x Sem.	11.716	1	0.0006***
Primavera–Estiu 92	11/20 (55.00%)	0/1 (0.00%)				
Tardor–Hivern 92-93	9/10 (90.00%)	3/6 (50.00%)	Edat x Sem.	7.610	1	0.0058**
Primavera–Estiu 93	6/14 (42.86%)	0/1 (0.00%)				

(b)

Estació	Mascles adults	Femelles adultes		G	df	P
Tardor–Hivern 91-92	12/13 (92.31%)	3/4 (75.00%)	Sup. x Sem.	11.213	1	0.0008***
Primavera–Estiu 92	5/12 (41.67%)	6/8 (75.00%)				
Tardor–Hivern 92-93	5/ 5 (100.00%)	4/5 (80.00%)				
Primavera–Estiu 93	3/ 8 (37.50%)	3/6 (50.00%)				

(**) $P < 0.01$. (***) $P < 0.001$.

Taula 9. Variacions en la supervivència al bosc mediterrani (tardor 91–estiu 93) en relació a (a) l'edat i el semestre (estació) (per a la població), i en relació al (b) al sexe i al semestre (per a adults). Realitzat amb la prova *G* de tres vies (una cua) a partir del sumatori per semestres dels valors exposats i s'indica, a partir del model ajustat, l'efecte dels factors independents i de les interaccions. La mida mostral s'expressa pel nombre d'esquirols que sobreviuen respecte al total de la població. S'indiquen els percentatges entre parèntesis. (Sup. = supervivència, Sem. = semestre; Tardor–Hivern = novembre–abril; Primavera–Estiu = abril–novembre). (Fig. 5).

(a)

Estació	Adults	Subadults		G	df	P
Tardor–Hivern 91-92	17/20 (85.00%)	3/3 (100.00%)	Sup. x Sem.	11.630	1	0.0006***
Primavera–Estiu 92	19/27 (70.37%)	0/1 (0.00%)				
Tardor–Hivern 92-93	17/19 (89.47%)	7/9 (77.78%)	Edat x Sem.	7.668	1	0.0056**
Primavera–Estiu 93	15/28 (53.57%)	1/3 (33.33%)				

(b)

Estació	Mascles adults	Femelles adultes		G	df	P
Tardor–Hivern 91-92	13/14 (92.86%)	4/ 6 (66.67%)	Sup. x Sem.	7.850	1	0.0051**
Primavera–Estiu 92	13/19 (68.42%)	6/ 8 (75.00%)				
Tardor–Hivern 92-93	13/14 (92.86%)	4/ 5 (80.00%)	Sexe	12.581	1	0.0004***
Primavera–Estiu 93	11/17 (64.71%)	4/11 (36.36%)				

(**) $P < 0.01$. (***) $P < 0.001$

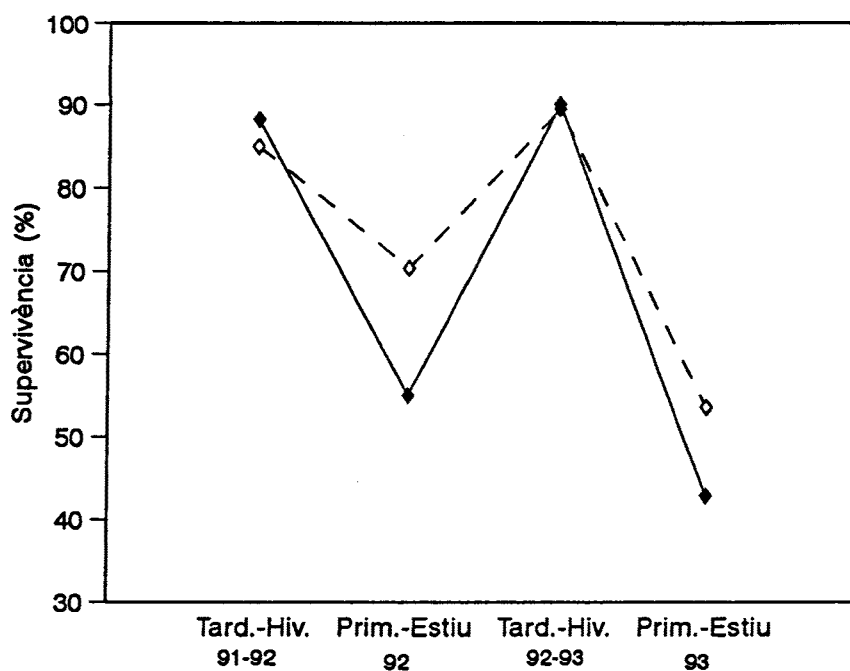


Fig. 5. Índex de supervivència (%) per semestres en les poblacions d'esquirols de (◆ —) el parc urbà, i de (◇ ---) el bosc mediterrani. (Extret de Taules 8b i 9b, del total semestral de la població d'adults d'ambdós sexes). (Tard.-Hiv. = Tardor-Hivern; Prim.-Estiu = Primavera-Estiu).

Les dades obtingudes a partir dels animals adults amb collar amb radioemissor confirmen que la mortalitat és major en el període estival (primavera-estiu) a ambdós hàbitats (mortalitat parc urbà: període hivernal, 2/8, 25%; període estival, 6/8, 75%; mortalitat bosc mediterrani: període hivernal, 6/16, 37.5%; període estival 10/16, 62.5%).

En ambdós hàbitats, els anys amb menor disponibilitat d'aliment previsible es redueix la supervivència poblacional, i els adults estan menys afectats que la fracció de la població formada per subadults i juvenils, i això indica que aquests són els que en resultarien més afectats (Taula 10).

Taula 10. Variació per períodes (anys biològics) de l'índex d'abundància d'aliment (extret de Taula 3 del Cap. 1), densitat d'esquirols, supervivència (superv.), immigració incloent els juvenils de l'hàbitat (núm.) que han entrat a les àrees d'estudi, i quants d'aquests s'han incorporat (reclutats) a la població.

Període (t)	Aliment predictible (Kcal/hàbitat)	Aliment no predictible (Kcal/hàbitat)	Densitat mitjana (esq/ha)	Superv. tardor (%) període t a t+1		núm. immigrants i juvenils (reclutats)	
				població	adults		
PARC URBÀ							
92	25921	70426	1.93	52.38	52.36	4	(2)
93	10621	58193	1.61	33.33	50.00	5	(1)
92-93 (\bar{x})	18271	64309	1.77	42.85	51.18	4.5	(1.5)
BOSC MEDITERRANI							
92	18413	176953	0.90	57.69	56.52	18	(10)
93	5677	49514	1.05	43.90	53.33	12	(5)
92-93 (\bar{x})	12045	113233	0.97	50.79	54.92	15	(7.5)
Relació PARC:BOSC							
92	1:0.71	1:2.51	1:0.47	1:1.10	1:1.08	1:4.5	(1:1.5)
93	1:0.53	1:0.85	1:0.65	1:1.32	1:1.07	1:2.4	(1:1.5)
92-93 (\bar{x})	1:0.66	1:1.76	1:0.55	1:1.19	1:1.07	1:2.2	(1:1.5)

Pel que fa a la longevitat (basada en animals marcats), els esquirols assoleixen una edat mitjana de 4-5 anys (edat ♂ marcat l'any de naixement = 4 anys i 10 mesos; edat ♀ marcada de lactant al niu = 4 anys i 4 mesos, edat ♂ captiu des de lactant = 4 anys i 2 mesos) tot i que algun supera els 6 anys d'edat.

3.8 Reproducció

3.8.1. Nombre de cries per llograda

El nombre de cries per llograda (valors independents) es semblant en ambdós hàbitats (parc urbà 92 i 93: \bar{x} = 3.75, rang = 3-5, n = 4; bosc mediterrani 92: \bar{x} = 3.50, rang = 3-4, n = 2) i per al conjunt d'ambdues poblacions assoleix una mitjana de 3.67 cries per llograda.

El nombre de cries dels parts que han tingut lloc durant el primer període reproductor (febrer-març) de femelles diferents d'edats diferents (d'ambdós hàbitats) és de 3.33 ($n = 6$) (Taula 5a), mentre que en el segon període (maig-juliol), és de 4 cries per llogada ($n = 3$) (Taula 5b). No hi ha diferències significatives entre el nombre de cries per llogada del primer període reproductor i del segon període (Fig. 2 del Cap. 2) (prova t de Student: $t = 1.00$, $df = 4$, $P = 0.374$), ni entre el primer període reproductor d'anys consecutius que difereixen en l'abundància d'aliment (1992 i 1993) (prova t de Student: $t = 0.00$, $df = 4$, $P = 1.0$).

3.8.2. Capacitat reproductora anyal

La baixa mida mostral no permet establir diferències entre hàbitats, i únicament s'ha realitzat una generalització a partir dels valors obtinguts en ambdós hàbitats.

Tenint en compte que les femelles adultes tenen dos parts per estació reproductora i que les femelles novelles, en general, tenen un sol part (Fig. 2 del Cap. 2), i si s'assumeix que:

a) la proporció de femelles adultes i de femelles novelles és de 1:1 en ambdós hàbitats (nombre de femelles adultes avaluat a partir de l'hivern de 1992 i de 1993, parc urbà: 53.85%, 7/13; bosc mediterrani: 60.00%, 12/20) es pot establir una mitjana d'un 57,57% (19/33) de femelles adultes en la població de femelles, que s'associa amb un 50%, i

b) el nombre de cries per llogada és semblant en ambdues edats i ambdós hàbitats: $\bar{x} = 3.67$ (parc urbà: $\bar{x} = 3.75$, rang = 3-5, $n = 4$; bosc mediterrani: $\bar{x} = 3.50$, rang = 3-4, $n = 2$), es pot dir que el nombre mitjà de llogades per femella i any és de 1.5 que, multiplicat pel nombre de cries de cada llogada ($\bar{x} = 3.67$), permet obtenir la capacitat mitjana reproductora anyal de cada femella: 5.50 cries per any.

Suposant que la ratio mitjana poblacional de mascles és de 1.47 per cada femella, indica que per cada 2.5 esquirols adults de la població (1.5 mascle i una femella) en acabar una estació reproductora hauran nascut 5.50 cries, cosa que indica que la població augmenta (sense tenir en compte la mortalitat juvenil) 2.75 vegades en finalitzar la reproducció.

3.9. Immigració

Hi ha diferències significatives entre hàbitats (Taula 11a) en la immigració (valors estacionals agrupats) en ambdós sexes, amb valors superiors al bosc mediterrani en els mascles (15% *versus* 2.33%) i en les femelles (30% *versus* 8.57%), ocasionats per una entrada que pot considerar-se significativament superior durant el període 92 en els mascles (prova exacta de Fisher de dues cues, $P = 0.0216$; Taula 11a) a causa de diferències entre tardor-hivern 92 (prova exacta de Fisher de 2 cues, $P = 0.0612$), i en les femelles (prova exacta de Fisher de dues cues, $P = 0.0808$; Taula 11a) a causa de diferències entre primavera-estiu 92 (prova exacta de Fisher de dues cues, $P = 0.0875$) (Fig. 6).

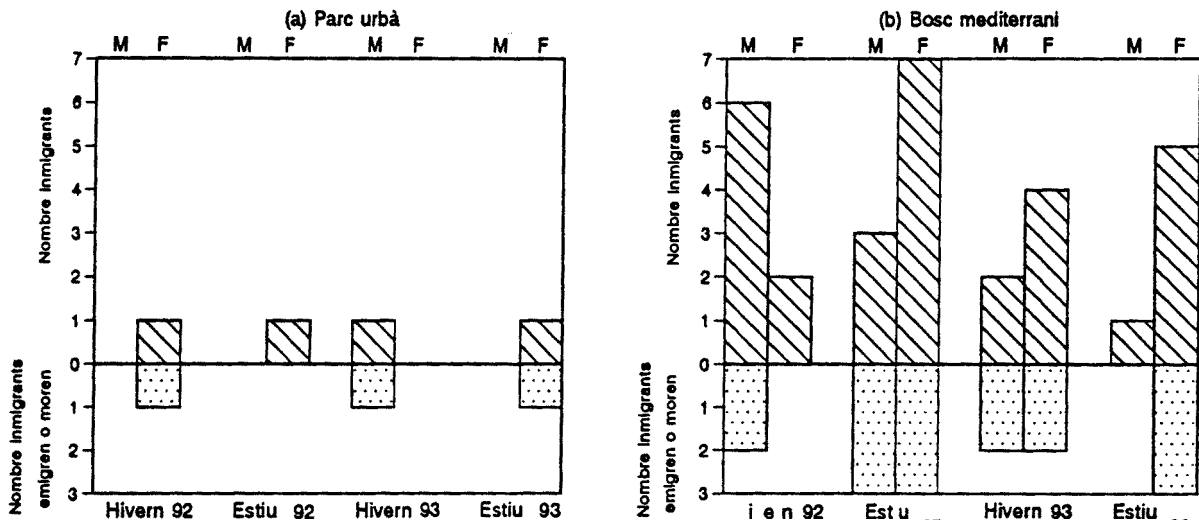


Fig. 6. Immigració (trama ratllada) en (M) mascles i en (F) femelles al (a) parc urbà i al (b) bosc mediterrani durant (Hivern) tardor-hivern i durant (Estiu) primavera-estiu (tardor 91-estiu 93). D'entre els immigrants de cada hàbitat s'assenyalen (trama puntejada) els que van desaparèixer (abans de sis mesos des de l'última captura) per emigració o mort. (Extret de Taules 11 i 12).

Taula 11. Variacions en la immigració (a) entre hàbitats, (b) al parc urbà i (c) al bosc mediterrani, en relació al sexe a l'estació i al període (any biològic). Realitzat a partir del sumatori per semestres dels valors exposats, amb la prova exacta de Fisher, la prova χ^2 (dues cues) i la prova G de tres vies (una cua) a partir del sumatori per semestres dels valors exposats i s'indica a partir del model ajustat, l'efecte dels factors independents i de les interaccions. La mida mostral s'expressa pel nombre d'esquirols que immigren a l'àrea d'estudi respecte al total de la població de residents més els immigrants. S'indiquen els percentatges entre parèntesis. (Imm. = Immigració, Tard. = tardor; Primav. = primavera). (Fig. 6).

(a)

COMPARACIÓ ENTRE HÀBITATS

	Prova χ^2			Prova exacta de Fisher							
	hàbitat	sexe		estació				període			
		♂♂	♀♀	Tard.-Hivern ♂♂	♀♀	Primav.-Estiu ♂♂	♀♀	92 ♂♂	♀♀	93 ♂♂	♀♀
$\chi^2 =$	10.11	4.75	5.88								
P =	0.0030*	0.0586*	0.0304*	0.0903	0.1182	0.1389	0.0759	0.0216*	0.0808	1.0000	0.1429

(b)

PARC URBÀ

Estació	Mascles	Femelles	Prova exacta de Fisher		
			sexe	estació	període
Tardor 91-Hivern 92	0/14 (0.00%)	1/ 9 (11.11%)			
Primavera-Estiu 92	0/12 (0.00%)	1/10 (10.00%)			
Tardor 92-Hivern 93	1/ 8 (12.50%)	0/ 9 (0.00%)	P = 0.3205	P = 1.0000	P = 1.0000
Primavera-Estiu 93	0/ 9 (0.00%)	1/ 7 (14.28%)			

(c)

BOSC MEDITERRANI

Estació	Mascles	Femelles	Imm. x Sexe	Prova G (Imm.-sexe-semester)		
				G	df	P
Tardor 91-Hivern 92	6/21 (28.57%)	2/10 (20.00%)				
Primavera-Estiu 92	3/23 (13.04%)	7/15 (46.67%)	Imm. x Sexe	4.800	1	0.0285*
Tardor 92-Hivern 93	2/18 (11.11%)	4/16 (25.00%)				
Primavera-Estiu 93	1/18 (5.55%)	5/19 (26.31%)				

Prova G (Imm.-període-semester)			
	G	df	P
Imm.	48.599	1	0.0000*

(*) P < 0.05, amb la correcció de Chandler

Al parc urbà immigren molt pocs esquirols. Durant el període d'estudi hi van entrar quatre esquirols (1 ♂, i 3 ♀) (Fig. 6), i no hi ha diferències significatives entre sexes (2.33% ♂♂, i 8.57% ♀♀), respecte de la població resident de cada sexe, ni entre períodes ni entre estacions (Taula 11b).

Al bosc mediterrani el sexe presenta una immigració diferencial (Interacció immigració x sexe, Taula 11c) a favor de les femelles (30.00% ♀♀ *versus* 15.00% ♂♂) que no es produeix amb el factor semestre i tampoc hi ha interacció de la immigració amb el període (any) ni amb el semestre.

Anyalment al bosc mediterrani hi ha una associació entre la disponibilitat d'aliment i el nombre d'immigrants (Taula 10), amb valors superiors en el període 92.

3.10. Mortalitat-emigració d'immigrants

No hi ha diferències entre hàbitats pel que fa a la mortalitat i l'emigració enteses conjuntament, durant el període de sis mesos després d'haver entrat a l'àrea (valors estacionals agrupats) ni per sexes, ni estacions ni períodes (Taula 12a, Fig. 6).

En relació a la mortalitat o desaparició de l'àrea d'aquests immigrants, s'observa que al parc urbà (Fig. 6) la majoria, un 75% (3/4), moren o emigren abans dels sis mesos des que es té constància que han entrat a l'àrea.

Al bosc mediterrani s'observa (Fig. 6) que dels nous esquirols que entren, un 50%, (15/30) moren o emigren abans dels sis mesos des que es té constància que van entrar a l'àrea d'estudi. No hi ha diferències significatives entre sexes ni entre períodes ni entre estacions (Taula 12c).

Al bosc mediterrani s'observa una relació directa entre els anys amb una producció de llavors elevada i el nombre d'animals que passen a formar part de la població, amb valors més elevats en el període 92 (Taula 10).

Taula 12. Variacions en la desaparició (per emigració o mort) dels immigrants durant els sis mesos després d'haver entrat a l'àrea d'estudi, en relació al sexe a l'estació i al període (any biològic), (a) entre hàbitats, (b) al parc urbà i (c) al bosc mediterrani. Realitzat a partir del sumatori per semestres dels valors exposats, amb la prova exacta de Fisher de dues cues. La mida mostral s'expressa pel nombre d'esquirols immigrants que desapareixen (emigració o mort) de l'àrea d'estudi respecte dels immigrants. S'indiquen els percentatges entre parèntesis. (Fig. 6).

(a)

COMPARACIÓ ENTRE HÀBITATS

Prova exacta de Fisher

hàbitat	sexe		estació		període	
	♂♂	♀♀	Tard.-Hivern	Primav.-Estiu	92	93
P = 0.6041	P = 1.0000	P = 0.5865	P = 0.7105	P = 0.3965	P = 0.2333	P = 1.0000

(b)

PARC URBÀ

Estació	Mascles	Femelles
Tardor 91-Hivern 92	0/0 (0.00%)	1/1 (100.00%)
Primavera-Estiu 92	0/0 (0.00%)	0/1 (0.00%)
Tardor 92-Hivern 93	1/1 (100.00%)	0/0 (0.00%)
Primavera-Estiu 93	0/0 (0.00%)	1/1 (100.00%)

(c)

BOSC MEDITERRANI

Estació	Mascles	Femelles	Prova exacta de Fisher		
			sexe	estació	període
Tardor 91-Hivern 92	2/6 (33.00%)	0/2 (0.00%)	P = 0.7104	P = 0.7104	P = 0.7152
Primavera-Estiu 92	3/3 (100.00%)	3/7 (42.86%)			
Tardor 92-Hivern 93	2/2 (100.00%)	2/4 (50.00%)			
Primavera-Estiu 93	0/1 (0.00%)	3/5 (60.00%)			

4. DISCUSSIÓ

4.1. Densitats i fluctuacions numèriques

En hàbitats alimentàriament predictibles, els esquirols assolixen densitats superiors quan l'abundància d'aliment en l'espai és major (relació \times períodes 92-94, parc:bosc, 1:0.69). Això succeeix en mascles (relació densitat parc:bosc, 1:0.60) i en femelles (relació densitat parc:bosc, 1:0.51), com s'ha descrit en altres hàbitats (Wauters & Lens, 1995; Lurz et al., 1995, 1997) i amb altres esciúrids (Young & Stout, 1985; Sullivan & Sullivan, 1982; Sullivan et al., 1983). En les femelles hi ha una major independència de la disponibilitat d'aliment del medi, probablement a causa de la defensa d'àrees nuclears exclusives entre elles (Wauters & Dhondt, 1992; Wauters et al., 1994; Cap. 6), cosa que no succeeix en els mascles, que solapen aquestes àrees entre ells i amb les femelles (Wauters & Dhondt, 1992; Wauters et al., 1994; Cap. 6).

Els canvis entre anys que es produeixen en cada hàbitat no s'associen a la davallada d'aliment ni en el parc urbà (relació \times períodes 92:93, aliment predictable 1:0.41, aliment no predictable 1:0.83, densitat $\sigma\sigma$ 1:0.80, densitat $\text{♀}\text{♀}$ 1:0.88, densitat total 1:0.83) ni en el bosc mediterrani (relació \times períodes 92:93, aliment predictable 1:0.31, aliment no predictable 1:0.28, densitat $\sigma\sigma$ 1:1.02, densitat $\text{♀}\text{♀}$ 1:1.53, densitat total 1:1.17). Això suggereix que en hàbitats ubicats en latituds de variables meteorològiques moderades i amb alta abundància d'aliment predictable, l'aliment no deu ser l'únic factor que determina la densitat. Al parc urbà pot estar influenciada per l'aïllament de l'hàbitat i per un baix índex de pressió de depredació (Taula 8 del Cap. 0) o per la diversitat d'aliments alternatius (Cap. 5), i al bosc mediterrani pot estar influenciada per la pressió de depredació o per la immigració.

Les fluctuacions interanys de densitat estan molt relacionades amb l'abundància d'aliment (Purroy & Rey, 1974; Enoksson & Nilsson, 1983; Wauters & Dhondt, 1990a; Brandl et al., 1991; Andrén & Lemnell, 1992; Wauters & Lens, 1995) i amb variables meteorològiques extremes com la temperatura hivernal (Wauters & Dhondt, 1990a). Purroy & Rey (1974) van constatar canvis d'un 40.3% entre anys en la densitat d'esquirols en rouredes mixtes de *Quercus* spp., *Fagus sylvatica* i *Corylus avellana*, i del 38.2% en hàbitats de pi roig, *Pinus sylvestris*, que van associar amb l'abundància d'aliment predictable i d'aliment no predictable respectivament. Tonkin (1984) descriu petits canvis en el nombre d'esquirols (0.5 a 0.8 esquirols per ha), que representen increments del 37.5%, associats amb bones anyades de glans i d'avellanes en el bosc caducifoli del Regne Unit, de la mateixa manera que Wauters & Dhondt (1990a) també descriuen canvis en les poblacions d'Europa central en relació a bones anyades de llavors que provoquen increments de

densitat d'un 39% en boscos de coníferes i d'un 38% en boscos caducifolis.

Els descensos entre períodes, que en els mascles d'ambdós hàbitats es produeixen a l'estiu o a la tardor, no s'expliquen clarament. Al parc urbà podrien estar influïts per la pràctica absència d'immigració i per la mortalitat, ja que en aquest hàbitat, tot i que té un índex d'aliment predictable elevat proporcionat per les pinyes de pi blanc, *P. halepensis*, aquestes poden exhaurir-se (primavera de 1992, Cap. 5) si les densitats d'esquirols són elevades, i com que està aïllat parcialment (Taula 8 del Cap. 0) els esquirols no poden augmentar fàcilment l'àrea d'activitat fora dels límits del parc per cercar altres fonts d'aliment alternatives. Al bosc mediterrani podrien estar afectats per l'emigració que, estudiada a partir de la immigració, assoleix valors elevats, però no significativament diferents, a la tardor-hivern (20%) en comparació amb la primavera-estiu (9.76%).

Al parc urbà la densitat poblacional sembla assolir uns valors extrems, especialment durant el període 92 ($\bar{x} = 1.93$), ja que es produeixen les densitats més elevades descrites en l'àrea de distribució d'aquesta espècie ($\bar{x} = 1.70$ esquirols per ha, rang = 1.19-2.11), que fins l'actualitat era de 1.01-1.41 esquirols per ha en boscos de coníferes d'Europa central (Wauters & Dhondt, 1990a, citat per Lurz et al., 1995). Al bosc mediterrani la densitat es manté més estable al llarg del temps i assoleix un valor mitjà menor que al parc urbà, però relativament elevat ($\bar{x} = 0.96$ esquirols per ha, rang = 0.61-1.08). Això indica que es tracta d'hàbitats alimentàriament estables al llarg de l'any.

4.2. Ratio de sexes

La major proporció de mascles en ambdós hàbitats s'associa a l'ús de l'espai, que difereix entre sexes. Les femelles defensen àrees nuclears exclusives entre elles i els mascles solapen les àrees nuclears entre ells i amb les femelles (Wauters & Dhondt, 1992; Wauters et al, 1994; Cap. 6). Per aquesta mateixa raó el medi pot assolir fàcilment la capacitat de càrrega amb femelles, ja que aquestes es muden cap a àrees vacants disponibles si són més riques alimentàriament (Boutin et al., 1993; Wauters & Dhondt, 1993; Larsen & Boutin, 1994; Wauters et al., 1995), mentre que en els mascles, especialment si hi ha una elevada abundància d'aliment a l'hàbitat, no sembla necessari que es produeixin places vacants per accedir-hi, i costa més que es produeixi una veritable saturació de mascles, perquè superposen les seves àrees nuclears (Wauters & Dhondt, 1992; Wauters et al., 1994). Aquesta hipòtesi es produeix al bosc mediterrani entre períodes, de manera que la ratio de mascles per femella decreix en disminuir l'aliment (Taula 7 del present capítol i Taula 3 del Cap. 0), però no es produeix al parc urbà i pot suposar-se que les especials condicions d'aïllament (90.9% del perímetre) ho impedeixen i provoquen més interaccions (Thompson, 1978), que eviten que s'incorporin més mascles en la població de l'hàbitat i, en

conseqüència, que es mantinguin uns valors més constants entre sexes ($\bar{x} = 1.35 \sigma^{\sigma}:\varphi$).

Al bosc mediterrani, com que també és un hàbitat amb alta abundància d'aliment, es produirien els valors predits entre períodes i disminuiria el nombre de mascles en decreixer la disponibilitat d'aliment (Taules 3 i 8 del Cap. 0). També hi ha una major ratio de mascles per cada femella, respecte del parc urbà (bosc $\bar{x} = 1.60 \sigma^{\sigma}:\varphi$, parc $\bar{x} = 1.35 \sigma^{\sigma}:\varphi$), que és afavorida per la manca d'aïllament de l'hàbitat, que no impedeix l'accés als immigrants.

4.3. Supervivència

Poblacionalment, la supervivència no difereix entre hàbitats i l'abundància d'aliment anyal s'associa amb una major supervivència (Taula 10) en ambdós hàbitats. L'abundància d'aliment estacional de tardor-hivern també s'associa amb una major supervivència. Aquesta supervivència estacional no varia entre sexes ni entre edats en cap hàbitat.

La manca de variació de la supervivència anyal i estacional entre hàbitats, quan l'índex de depredació del bosc és molt superior al del parc (relació 1:6), suggereix que al parc hi deu actuar un factor diferent al de la depredació. La densitat superior del parc (relació \bar{x} períodes 92-93, parc:bosc 1:0.56) provoca un menor índex d'aliment predictable per esquirol durant l'any (relació \bar{x} períodes 92-93, parc:bosc 1:1.20), que s'accentua a la primavera-estiu quan, a causa del consum de pinyes de pi blanc, *P. halepensis*, durant els mesos precedents, hi ha menor disponibilitat d'aliment (Fig. 1 del Cap. 0). Això ha de provocar un decreixement de la supervivència per causa de la competència intraespecífica que afecta especialment els esquirols juvenils i subadults (parc, períodes 92 i 93: adults, $\bar{x} = 51.18\%$, població, $\bar{x} = 42.85\%$; bosc adults $\bar{x} = 54.92\%$, població $\bar{x} = 50.79\%$; Taula 10) i fa que tinguin un menor pes corporal (Cap. 1) a causa del seu rang jeràrquic inferior. Això és més evident en l'estudi de la supervivència anyal (Taula 10) i no en l'estudi de la supervivència per estacions al parc i al bosc (Taules 8 i 9).

Durant els períodes amb menys aliment, els joves i subadults n'estarien més afectats que els adults (Koprowski, 1991; Cap. 1) tal com també s'ha descrit a Europa central, on la supervivència assoleix valors superiors en els adults ($\bar{x} = 61\%$) respecte als subadults ($\bar{x} = 27\%$) (Wauters & Dhondt, 1990a). Succeeix el mateix amb altres espècies d'esquirols, especialment a l'hivern (Barkalow et al., 1970; Kemp & Keith, 1970; Nixon et al., 1975; Thompson, 1978; Halvorson & Engeman, 1983) i també en *Apodemus sylvaticus* (Flowerdew, 1974), en *Cervus elaphus* (Clutton-Brock et al., 1987) i en *Spermophilus columbianus* (Dobson & Kjelgaard, 1985a i b).

En espècies com *S. niger* (Nixon & McClain, 1969) i *T. hudsonicus* (Rush & Reeder, 1978) i en *S. vulgaris* d'hàbitats més septentrionals, la supervivència està afectada per les baixes temperatures hivernals (Wauters & Dhondt, 1990a). En *S. aberti* està afectada pel període de temps en què la neu cobreix el sòl amb un gruix superior a 10 cm (Stephenson & Brown, 1980; Brown, 1982). Però aquestes variables meteorològiques no afecten els hàbitats estudiats perquè no es produeixen condicions meteorològiques extremes. És la disponibilitat d'aliment i, secundàriament, el desgast fisiològic ocasionat per la reproducció el que determina la mortalitat. Complementàriament, deu actuar la competència intraespecífica al parc urbà i la depredació al bosc mediterrani.

L'abundància anyal d'aliment determina en qualsevol hàbitat un increment de la supervivència. Tonkin (1984) en boscos mixtos del Regne Unit, va trobar que l'any següent al d'una bona anyada de llavors, l'índex de supervivència era elevat, mentre que si una anyada era dolenta aquest índex era més baix. En el mateix sentit, Wauters & Dhondt (1990a) i Andrén & Lemnell (1992) han descrit a Europa central i del nord, respectivament, que el mateix any que es produeix una bona anyada l'índex de supervivència és més elevat, i succeeix el mateix en *T. hudsonicus* (Kemp & Keith, 1970; Rush & Reeder, 1978; Halvorson & Engeman, 1983), en *T. douglasii* (Sullivan & Sullivan, 1982), en *S. aberti* (Keith, 1965), en l'esquirol gris, *S. carolinensis* (Nixon et al., 1975; Gurnell, 1987), i en *Eutamias townsendii* (Sullivan et al., 1983).

La supervivència és semblant entre sexes, com succeeix en les poblacions de *S. vulgaris* d'Europa central (Wauters & Dhondt 1990a), i indica que la reproducció no provoca una major mortalitat en les femelles.

4.4. Reproducció

En ambdós hàbitats les femelles adultes tenen dos estres per estació reproductora (Cap. 2), però no s'han detectat diferències entre hàbitats ni en el nombre de cries per llogada ni en la ratio de sexes al naixement. El nombre mitjà de cries per llogada és de 3.67 (rang 3-5), amb una proporció de sexes de 1:1, i cal destacar la proporció inversa entre sexes entre els primers i els segons parts de l'estació reproductora. Això suggereix que podria ser independent del rang de dominància de la mare, com succeeix en *Macaca mulatta* (Small & Smith, 1985), i podria ser influenciat per les femelles nascudes en parts estivals (maig-juliol) de l'any anterior, quan hi ha menys disponibilitat d'aliment (Fig. 1 del Cap. 0). Aquestes femelles patirien restriccions alimentàries durant l'al·letament i durant l'edat juvenil (Cap. 1), cosa que podria provocar, com succeeix en el hàmmster, *Mesocricetus auratus* (Huck et al., 1986), que les seves cries tinguessin un menor pes corporal i una ratio de sexes favorable a les femelles, cosa que en el present estudi només es produiria en el

primer part. També podria ser provocat per les altes densitats d'esquirols del parc urbà, que també hi són en les femelles (Taula 3), que causarien més interaccions i menys temps per dedicar a alimentar-se (Cap. 1) i podrien causar una restricció alimentària. Aquesta restricció provocaria durant la lactància, tal com s'ha descrit en la rata *Neotoma floridana*, una alteració de la ratio de sexes i moririen més els mascles i el creixement corporal dels que quedessin seria menor que en condicions alimentàries òptimes (McClure, 1981).

Podria ser una adaptació ecològica per incrementar el potencial reproductor poblacional. El fet que neixin el doble de femelles al febrer-març possibilita que un major nombre d'aquestes assoleixin durant els mesos següents, i especialment durant la tardor, coincidint amb la màxima abundància d'aliment predictable i no predictable (Taula 3 del Cap. 0), un pes corporal òptim que els hauria de permetre entrar en estre a principis de l'estació següent i tindrien dos estres l'any següent al del seu naixement. Així es possibilitaria un increment de la capacitat reproductora poblacional, que no s'aconseguiria si fossin els mascles els que naixessin en major nombre perquè com que reproductivament el sistema d'aparellament és promiscu, no són un factor limitant. També podria ser avantatjós a causa de la mortalitat estival que es produeix en les femelles adultes. En morir algunes femelles en aquesta estació, les femelles adultes residents veïnes podrien ocupar l'àrea vacant si alimentàriament fos més rica (Wauters et al., 1995) i, a la vegada, deixarien vacant el seu lloc. Les femelles juvenils podrien començar a ocupar amb èxit aquest lloc vacant a causa d'un baix nombre d'interaccions amb altres femelles (Thompson, 1978).

La capacitat mitjana reproductora anual de cada femella és de 5.50 cries per any. Pertant, les fluctuacions de densitat que es produeixen deuen estar causades principalment per la reproducció que, a la vegada, està influenciada per la disponibilitat d'aliment (Wauters & Lens, 1995) i per la immigració, que també depèn directament de la disponibilitat d'aliment (Wauters & Dondt, 1990a; Lurz et al., 1997).

4.5. Estructura d'edats

La manca de diferències entre hàbitats en el nombre de cries per part (a partir de Taula 5: parc, $n = 9$, $\bar{x} = 3.56$ cries per llograda; bosc, $n = 2$, $\bar{x} = 3.50$ cries per llograda; a partir de femelles adultes l'any 92: parc, $n = 3$, $\bar{x} = 4.00$ cries per llograda; bosc, $n = 2$, $\bar{x} = 3.50$ cries per llograda) i en el nombre de parts per estació reproductora (Cap. 2) suggereix que la diferència entre hàbitats, d'esquirols menors d'un any d'edat, està ocasionada pel baix índex de depredació (Taula 8 del Cap. 0). Amb tot, hi ha molta competència intraespecífica per l'aliment, a causa de l'elevada disponibilitat d'aliment predictable i no predictable, que és màxima a la tardor (Fig. 1 i Taula 3 del Cap. 0) i, secundàriament, pel major grau d'aïllament de la població (Taula 8 del Cap. 0), que dificulta l'entrada i sortida

d'immigrants que augmentarien la competició intraespecífica.

4.6. Dispersió

La majoria d'esquirols que realitzen moviments de dispersió són subadults o juvenils que cerquen una àrea on establir-se (Mosby, 1969; Thompson, 1978) i incrementen durant aquest període l'àrea d'activitat respecte de la dels adults (Fig. 7 del Cap. 6). La dispersió es produeix a partir dels tres mesos d'edat i en els hàbitats estudiats una vegada tenen l'edat adulta, no varien ni la mida de l'àrea d'activitat al llarg de l'any (Fig. 1a i b del Cap. 6) ni la ubicació espacial (obs. pers.), i resideixen en l'àrea al llarg de la seva vida (Fig. 9 del Cap. 6).

En les poblacions d'esquirols estudiades, el nombre total d'animals en dispersió que van entrar al parc no està relacionat amb la disponibilitat anual d'aliment ni amb la densitat d'individus, ja que l'aïllament parcial de l'hàbitat dificulta l'entrada i sortida d'esquirols. Al bosc mediterrani van immigrar més esquirols (31.86%) l'any de major abundància d'aliment, amb una tendència a immigrar els mascles a la tardor-hivern i les femelles a la primavera-estiu.

La immigració depèn de l'abundància d'aliment de l'hàbitat (Lurz et al., 1997) i la dispersió es produeix abans de la saturació de la densitat de població (Lidicker, 1962; Wauters & Dhondt, 1993).

La major proporció d'immigrants mascles en el període de tardor-hivern i de femelles en el període de primavera-estiu podria estar relacionada amb els canvis d'intensitat de la competició intraespecífica, desencadenats per canvis en la disponibilitat d'aliment i en l'ús de l'espai, tal com suggereixen Wauters & Dhondt (1990a). Els factors que les provoquen actuarien de manera diferent a com actuen en hàbitats alimentàriament estables de boscos de coníferes d'Europa central, i en hàbitats variables (Lurz et al., 1997) en els quals entren més mascles al període primaveral i més femelles al període de tardor-hivern. Aquests autors consideren que com que durant la tardor les femelles ja no tenen cries i també com que concentren l'activitat de recerca d'aliment en punts concrets de la seva àrea, on aquest és més abundant, això faria que aquestes femelles no defensessin tant acuradament les seves àrees, cosa que possibilitaria que les femelles forasteres tinguessin més facilitat per dispersar-se en aquesta època. En canvi, la dispersió seria més difícil des de març a setembre, quan les femelles es reproduïxen i defensen més agressivament les àrees on situen els nius, especialment respecte de les altres femelles. En els mascles la dispersió no es produiria en el període de tardor-hivern, a causa de la baixa disponibilitat d'aliment del medi i perquè les àrees es solapen molt amb individus del mateix sexe i són utilitzades

homogèniament, i eviten amb agresions l'entrada de nous individus. Durant el període amb més llavors d'arbres disponibles (juliol-abril), la dispersió tampoc seria fàcil per la competència per l'aliment. Únicament a partir de maig-juny, quan l'aliment és molt abundant i els mascles residents estan més ocupats amb el zel, és més fàcil que alguns animals estableixin la residència en l'àrea.

En els hàbitats mediterranis estudiats, l'esbiaixament favorable als mascles del període tardor-hivern suggereix que la dispersió es produeix per causes diferents respecte a les que actuen en els hàbitats d'Europa central i del Regne Unit. Durant la tardor hi ha, en els hàbitats citats, la màxima disponibilitat d'aliment, per tant, cal esperar que la competència intraespecífica sigui menor. A més, les femelles després d'haver criat, i d'acord amb Wauters & Dhondt (1990a), ja no defensen tan aferrissadament les seves àrees enfront de les altres femelles. Així doncs, tant per als mascles com per a les femelles no residents, l'estació de tardor seria un període òptim per dispersar-se, tot i que únicament els mascles, a causa del seu comportament espacial diferenciat del de les femelles (en ambdós hàbitats els mascles usen les àrees d'activitat més homogèniament, veure Cap. 6), penetrarien més fàcilment en noves àrees que anirien ocupant homogèniament. D'entre les femelles, les que estan en fase de dispersió durant el període de tardor utilitzen àrees majors i les utilitzen més homogèniament que les femelles residents (Fig. 7a, b i c del Cap. 6), possiblement cercant àrees amb gran disponibilitat d'aliment en les quals es produeixi un nombre reduït d'interaccions agressives, especialment amb altres femelles.

Aquesta utilització homogènia del territori també podria estar causada per un desconeixement dels llocs més òptims per cercar aliment a l'àrea. Finalment, aquestes femelles establirien la seva residència en una nova àrea a partir de finals de febrer (quan es produeixen els primers parts de les femelles adultes residents; Fig. 2 del Cap. 2) i reduirien les seves àrees a causa del comportament d'alletament i cura de les cries (Fig. 4a i b del Cap. 6) i, com a conseqüència, es redueix la probabilitat que hi hagi interaccions.

Pel que fa als immigrants que s'estableixen a l'hàbitat, Tonkin (1984) va trobar que només un 33-38 % d'immigrants esdevenien residents. Wauters & Dhondt (1990a) van constatar que aquestes proporcions variaven segons la densitat d'animals que hi havia a cada àrea d'estudi: en boscos de coníferes oscil.lava entre un 35-50 % i en boscos de caducifolis entre un 43-64 %. En el present estudi el 35% d'immigrants i juvenils del parc urbà esdevenen residents i al bosc mediterrani ho fan el 48.61%. S'han trobat valors similars en *S. carolinensis* i en *S. niger* perquè els juvenils i els subadults són molt sensibles als canvis de densitat, a causa de la baixa posició que ocupen en la jerarquia social (Nixon et al., 1975; Hansen & Nixon, 1985). Quan les densitats són elevades incrementa la mortalitat i la dispersió en aquests individus de rang jeràrquic inferior. Thompson (1978) va trobar que en l'esquirol gris la dispersió dels animals excedents estava causada per un

comportament agonístic intraespecífic dels residents durant la tardor (quan estava disponible l'anyada de llavors), que era el factor principal que determinava la densitat hivernal. Els resultats obtinguts en el present estudi estan d'acord amb el concepte generalista de la dispersió abans de la saturació de la densitat de població (Lidicker, 1962; Wauters & Dhondt, 1993). També s'ha trobat que tenen un mecanisme similar als *T. hudsonicus* territorials. Durant la tardor els residents reafirmen els seus territoris anuals en els hàbitats més desitjables, mentre que els juvenils es dispersen i trien territoris transitoris en hàbitats menys desitjables, o bé esdevenen animals mòbils sense territori (Kemp & Keith, 1970; Rush & Reeder, 1978). A l'esquirol *T. hudsonicus* li cal unes àrees més grans per cercar aliment per tal de sobreviure a l'hivern, però només els animals que estableixen el territori en un hàbitat desitjable tenen una elevada supervivència, mentre que alguns animals joves en dispersió poden morir (Smith, 1968). Nunes & Holekamp (1996) van establir que els juvenils de *Spermophilus beldingi* posposen la dispersió fins que assoleixen un llindar de pes corporal, i que aquest no està relacionat amb la quantitat de greix de l'animal.

5. SUMARI

1. L'alta abundància d'aliment previsible en l'espai s'associa a majors densitats de mascles i de femelles.

2. Es produeixen fluctuacions de densitat al llarg de l'any (períodes) i de manera més acusada entre anys en ambdós hàbitats, i més especialment al parc urbà, que estan relacionades directament amb l'abundància d'aliment del mateix any. L'elevada abundància d'aliment del parc urbà no evita davallades interanys causades per una major competència intraespecífica.

3. Les femelles són més independents de la disponibilitat d'aliment que els mascles.

4. La ratio de sexes és, en ambdós hàbitats, favorable als mascles (significativament diferent al bosc mediterrani), i és major al bosc respecte del parc.

5. Al parc urbà hi ha un nombre que pot considerar-se significativament superior d'animals d'edat < 1 any a les tardors, respecte del bosc mediterrani, probablement a causa de la manca de pressió de depredació i, secundàriament, per la major disponibilitat d'aliment previsible i no previsible del medi a la tardor, i per l'aïllament parcial d'aquest hàbitat.

6. La supervivència no difereix entre hàbitats i és major en el període de màxima disponibilitat d'aliment de tardor-hivern i menor en el període de mínima disponibilitat d'aliment de primavera-estiu i no hi ha diferències entre sexes. Al bosc, els juvenils i subadults estan més afectats per la manca d'aliment que els adults i també hi ha aquesta tendència al parc.

7. La capacitat reproductora anual (nombre de femelles presents a l'hivern, multiplicat per la capacitat reproductora anual mitjana de cada femella) és de 5.50 cries per femella, cosa que suposa un increment poblacional (suposant que no hi ha mortalitat juvenil) de 2.75 vegades.

8. Hi ha diferències en la immigració entre ambdós hàbitats. Al bosc mediterrani s'assoleixen valors superiors i hi ha una tendència a la immigració dels mascles a la tardor-hivern, i de les femelles a la primavera-estiu dels anys amb abundància d'aliment. Al parc urbà, els valors menors s'associen al major grau d'aïllament de l'hàbitat, i al fet que el medi està saturat pel que fa a la capacitat de càrrega (densitats màximes).

9. No s'han detectat diferències entre hàbitats a causa de la mortalitat-emigració dels immigrants.

10. Es pot concloure que la variable principal que explica les altes densitats d'esquirols és l'elevada abundància d'aliment previsible en l'espai. L'escassa entrada d'immigrants està ocasionada per l'aïllament de l'hàbitat del parc urbà i explica que les altes densitats d'animals procedeixin dels que neixen en l'hàbitat. Com que hi ha majors densitats, menys aliment per esquirol, un baix índex de depredació i un índex de supervivència que no és diferent del del bosc, suggereix que la mortalitat ha d'estar causada per la competició intraespecífica.



CAPÍTOL 4

Ús, selecció i orientació dels nius

CAPÍTOL 4. ÚS, SELECCIÓ I ORIENTACIÓ DELS NIUS

1. INTRODUCCIÓ

Els esquirols arborícoles holàrtics nadius com *T. hudsonicus*, *S. aberti*, *S. carolinensis* i *S. vulgaris* utilitzen els nius per dormir durant la nit o per descansar durant el dia (Farentinos, 1972b; Tonkin, 1984; Gurnell, 1987; Wauters & Dhondt, 1987, 1990b; Halloran & Bekoff, 1994), per restar-hi quan les condicions meteorològiques són adverses (Smith, 1968; Tittensor, 1970; Farentinos, 1972b; Pulliainen, 1973; Rothwell, 1979), per escapar dels depredadors aeris (Tittensor, 1970; Rothwell, 1979) i, en el cas de les femelles, per parir i criar la llogada (Farentinos, 1972b; Gurnell, 1987; Wauters & Dhondt, 1990b).

Les espècies citades, juntament amb l'espècie introduïda a la regió holàrtica oriental, *Callosciurus erythraeus*, poden utilitzar tres tipus d'habitacles: nius globulars situats en els arbres, construïts amb branques i fulles (Keith, 1965; Tittensor, 1970; Farentinos, 1972b; Holm, 1987; Wauters & Dhondt, 1990b; Setoguchi, 1991), nius en forats naturals d'arbres o construïts en els arbres per picots (*F. Picidae*), que omplen amb branques i altres materials i que constitueixen el niu (Keith, 1965; Tittensor, 1970; Gurnell, 1987; Holm, 1987; Wauters & Dhondt, 1990b) i, només en el cas de *C. erythraeus*, també utilitzen forats naturals entre roques en l'estació freda (Setoguchi, 1991).

En *S. carolinensis* (Don, 1985) i en *S. vulgaris* cada esquirol utilitza un niu principal juntament amb nius secundaris que són utilitzats alternativament durant un mateix període de temps i algun d'aquests nius pot ser compartit simultàniament amb altres esquirols (Grönwall, 1982; Tonkin, 1984; Moller, 1986; Holm, 1987; Wauters & Dhondt, 1990b; Pulliainen & Jussila, 1995). Aquest comportament s'explica per (a) l'ús de l'espai particular que es caracteritza pel fet de mantenir àrees nuclears que no són defensades entre sexes (Wauters & Dhondt, 1992; Wauters et al., 1994; Figura 10 i Taula 12 del Cap. 6) i per (b) una estratègia per raons de termoregulació en latituds septentrionals (Smith, 1968; Farentinos, 1972b; Grönwall, 1982).

D'altra banda, s'ha suggerit que podrien seleccionar determinades variables en relació als arbres en els quals situen els nius (Farentinos, 1972b; Pulliainen, 1973; Tittensor, 1970; Rothwell, 1979; Nixon et al., 1984) i en relació a la ubicació dels nius respecte al tronc (Smith, 1968; Farentinos, 1972b; Pulliainen, 1973; Nixon et al., 1984; Halloran & Bekoff, 1994). La selecció d'aquestes variables pot ser una estratègia per maximitzar l'accessibilitat arbòria als nius i per maximitzar l'estabilitat estructural que ha de proporcionar major protecció enfront del vent i la pluja (Halloran & Bekoff, 1994), i es podrien modificar amb l'edat de l'animal, en associar-se a l'aprenentatge de les tècniques de construcció de nius (Holm 1987), que han de suposar avantatges en la supervivència de

l'esquirol (Rothwell, 1979).

Els objectius del present estudi són:

I) determinar qüestions sobre els tipus de nius utilitzats i el seu ús (parc urbà):

(a) tipologia de nius utilitzats, (b) nombre de nius utilitzats per estació hivernal, freqüència d'utilització, distribució espacial i temps màxim d'ús, (c) variacions entre estacions i entre anys en el nombre de nius i distribució espacial, (d) distribució espacial i temporal dels nius de diferents usos, (e) descriure els nius emprats per traslladar les cries lactants, (f) determinar l'existència de nius compartits simultàniament, (g) determinar si hi ha preferència d'espècies d'arbres per ubicar els nius,

II) conèixer les variables de l'arbre en el qual ubiquen els diferents tipus de nius i la situació dels nius respecte de l'arbre on estan situats (parc urbà i bosc mediterrani):

(h) determinar si hi ha diferències entre sexes, entre hàbitats i entre individus en la ubicació dels nius de dormir i de descans, (i) determinar si hi ha diferències entre individus en la ubicació dels nius de part i si hi ha preferència en la ubicació del forat d'entrada i de la ubicació respecte de l'arbre, (j) descriure els nius de trasllat, (k) determinar si hi ha diferències entre individus en la orientació dels nius de dormir i de descans.

2. MATERIAL I MÈTODES

Es divideix en dos apartats:

(I) Estudi dels tipus de nius, l'ús i la preferència d'espècies d'arbres

2.1. Manejament i marcatge individual

Els esquirols han estat manipulats sense anestèsia i han estat marcats individualment amb una grapa numerada fixada a cada orella (permetia el reconeixement visual individual) durant les sessions trimestrals de captures *CMR* (Material i mètodes generals). Cada vegada que era capturat un esquirol se n'annotava el pes corporal, la morfometria i l'estatus reproductor (Material i mètodes generals).

Del març 1991 al desembre 1993 s'han estudiat aspectes generals sobre els tipus i l'ús dels nius amb 20 esquirols (8 ♂♂ i 12 ♀♀, parc urbà) amb un collar amb radioemissor d'un

pes equivalent al 6.03% del pes corporal (Material i mètodes generals). A cada estació eren localitzats al niu animals adults d'ambdós sexes (8-11 esquirols) pero nomès una part d'ells eren seguits intensivament. Com a norma general, es van seguir els mateixos individus seleccionats inicialment al llarg de tot l'estudi, i se'ls canviava periòdicament el collar amb radioemissor cada vegada que s'esgotava la pila (Material i mètodes generals). 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 i grup d'edat.

2.1.1. Sexe i grup d'edat

Es determinava el sexe per observació directa dels genitals externs de l'animal, i es coneixia el grup d'edat per les captures realitzades amb anterioritat (Material i mètodes generals). Únicament s'han utilitzat animals adults (edat > 12 mesos) excepte en l'estudi de l'orientació i ubicació dels nius de dormir i de descans, en què s'ha utilitzat també un animal subadult (edat = 8 mesos).

2.1.2. Localització i registre dels esquirols al niu

Quan l'esquirol era localitzat en el niu, s'anotava la següent informació:

- a) localització del niu (coordenades X, Y) en un mapa amb quadrícules equivalents a 10 x 10 m,
- b) tipus de niu: globular o amagatall natural dins el forat d'un arbre,
- c) dia i hora solar: els nius que eren usats únicament durant el dia (des de 2 h 30 m després de la sortida del sol fins a 2 h 30 m abans de la posta del sol) s'han considerat com a nius diürns de descans, i els nius que eren utilitzats durant la nit (la resta de període de temps diari) s'han considerat com a nius nocturns per dormir.
- d) ús exclusiu o compartit (simultàniament) del niu en el mateix període de temps amb altres esquirols amb collar amb radioemissor. Únicament s'ha realitzat amb esquirols residents en una part del parc urbà en la qual la majoria d'esquirols (71.43%) portava collar amb radioemissor.

2.1.3. Localització de les llogades

Amb la finalitat de localitzar els nius de part i els de trasllat es van seguir intensivament, durant l'època reproductora, les femelles adultes amb collar amb radioemissor. També es va posar collar amb radioemissor a la majoria de les femelles lactants, que es capturaven en les sessions estacionals de captures, tot i que inicialment no s'haguessin seleccionat. S'han estudiat nou nius de part i vuit de trasllat (parc urbà i àrea annexa) durant 1992 i 1993, però les mides mostrals emprades per fer estudis amb els nius dels mateixos esquirols han estat de quatre i cinc nius respectivament. També s'han descrit les característiques dels nius de part del bosc mediterrani (n = 2).

Després de ser localitzat el niu de part, s'hi pujava i es confirmava per la presència de cries (edat < 21 dies). Les manipulacions de les cries es van fer amb guants de plàstic no reutilitzats, per reduir els rastres odorífers estranys.

2.1.4. Presència d'ectoparàsits

De les cries lactants localitzades al niu, s'ha anotat:

- a) presència o absència d'ectoparàsits, i
- b) grau d'infestació, basat en el nombre d'ectoparàsits (diferents espècies) comptabilitzats a partir de l'observació de la part ventral de cada animal, delimitada pel pelatge de color blanc, durant 15 s (pocs: < 5; bastants: 5-15 ; molts: > 15).

De les femelles lactants es van anotar les mateixes variables, però només en relació a les puces (*Monopsyllus sciurorum*).

2.2. Temps màxim d'utilització dels nius i nius compartits simultàniament

S'han considerat com a nius de nova construcció els que després d'un seguiment de cinc mesos de l'esquirol, no havien estat utilitzats mai i aquells detectats durant la construcció. S'ha comptabilitzat el temps transcorregut des de la primera localització (o des de la construcció) fins la darrera. S'ha realitzat a partir d'esquirols amb collar amb radioemissor (parc urbà, n = 6, 3 ♂♂ i 3 ♀♀) en el període comprès entre octubre-desembre de 1991 fins a setembre de 1993 (22-24 mesos).

El comportament d'ús de nius compartits simultàniament s'ha estudiat a l'hivern de 1993, en una part del parc urbà en què la majoria d'esquirols residents (71.43%) portaven collar amb radioemissor en l'estació citada.

2.3. Recol·lecció i determinació del nombre mínim de localitzacions al niu que permet definir el nombre de nius utilitzats

Els esquirols eren localitzats cada 3-4 dies, en 2-3 moments diferents del dia (des de 2 h abans de la sortida del sol fins 2 h després de la posta del sol) amb una separació mínima de 2 h.

Les dades s'han analitzat agrupades en l'estació d'hivern (gener-març; Material i mètodes generals) o en estacions semestrals (tardor-hivern = octubre-març; primavera-estiu = abril-setembre).

El seguiment continu de 6 esquirols (3 ♂♂ i 3 ♀♀; 30% de la població adulta del parc urbà de ♂♂ i 50% de ♀♀) mostra que són necessàries 11-15 localitzacions al niu per esquirol per conèixer el nombre de nius totals que utilitza un esquirol (♂) en un trimestre (Fig. 1), que és d'una mitjana de 6.67 nius. En les femelles reproductores ha d'afegir-se el niu de part (Fig. 1) que és de nova construcció.

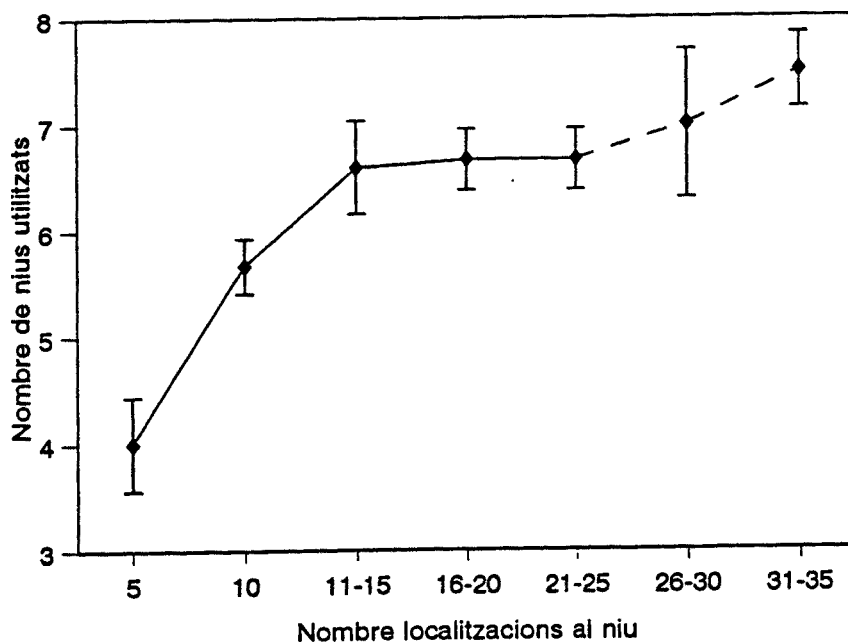


Fig. 1. Nombre de localitzacions al niu que permeten establir el nombre de nius utilitzats. S'indica la mitjana i la desviació estàndard de la mostra. Realitzat amb els mateixos (♠) esquirols adults ($n = 6$, 3 ♂♂ i 3 ♀♀) del parc urbà seguits intensivament durant l'hivern (gener-març) de 1993. La línia discontinua que s'indica a partir de 21-25 localitzacions al niu, indica l'ús del niu de part (en totes les femelles) que és construït expressament per a aquesta funció (veure text).

El nombre de nous nius utilitzats que es detecten decreix en augmentar el temps d'estudi, i s'observa (Fig. 2) que la detecció de la totalitat de nius utilitzats per trimestre en mascles es realitza als 90 dies d'observació.

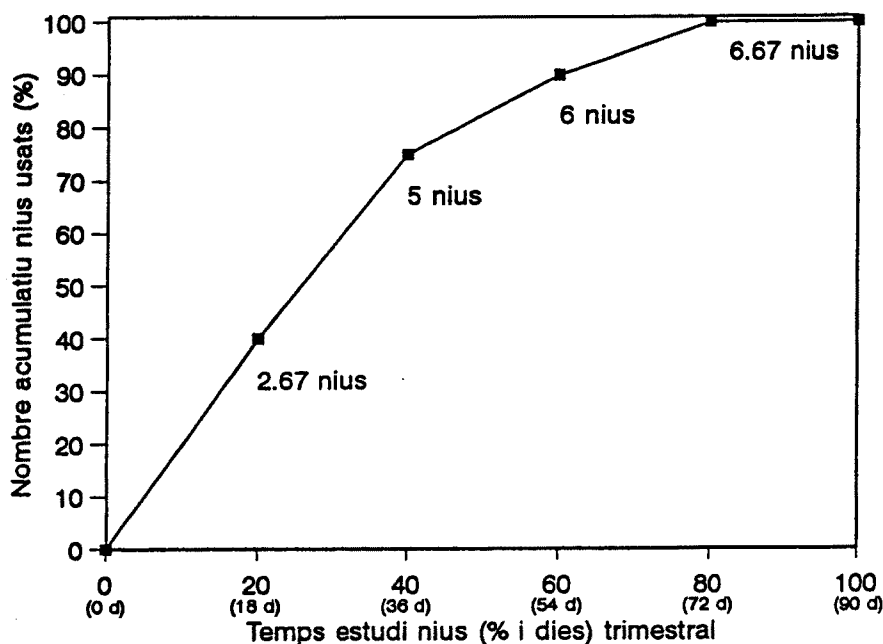


Fig. 2. Proporció (%) del temps d'estudi (3 mesos) dels nius amb la corresponent equivalència en dies (entre parèntesis), que permet establir el temps necessari per determinar la totalitat dels nius per trimestre. Realitzat amb els mateixos (■) mascles adults ($n = 3$) del parc urbà seguits intensivament durant l'hivern (gener-març) de 1993. (Els valors que s'exposen entre parèntesis a l'eix d'abscissa indiquen el nombre de dies que corresponen al percentatge de temps que s'expressa a la part superior dels mateixos).

Per determinar diferències en el nombre de nius utilitzats entre sexes, entre estacions o entre anys, s'ha emprat un nombre igual (o semblant) de localitzacions (loc.) al niu (sempre ≥ 10 localitzacions):

- variació entre sexes a l'hivern: $\sigma\sigma$ 10-14 loc.; $\text{♀}\text{♀}$ 15 loc. que n'exclouen altres de suplementàries realitzades al niu de trasllat de les cries,
- variació entre estacions (semestres), basat en un mostratge: $\sigma\sigma$ 15 i $\text{♀}\text{♀}$ 14-15 loc.,
- variació entre anys, basat en un mostratge: $\sigma\sigma$ 13-15 loc. realitzades durant 6 mesos,
- variació de les femelles entre els períodes prepart i postpart: 12-15 loc. per període, excloent les realitzades al niu de trasllat quan sobrepassava aquest nombre.

2.4. Anàlisi de les àrees que delimiten els nius i l'ús de l'espai

S'ha emprat el programa RANGES V (Kenward & Hodder, 1996; Material i mètodes generals) per calcular:

a) Àrea (ha) que defineixen els nius utilitzats (100% de les localitzacions) per cada esquiroi, amb el mètode del polígon convex (100 % de les localitzacions) utilitzant com a centre de l'àrea la mitjana aritmètica recalculada (Wauters & Dhondt, 1990b; Material i mètodes generals),

b) Àrea d'activitat (100 % de les localitzacions) i àrea nuclear (70 % de les localitzacions). S'ha utilitzat el nombre total de localitzacions de cada animal per tal d'establir el nombre mitjà de punts de localització que determinen l'estabilització de la corba de creixement de l'àrea d'activitat (Kenward, 1982; White & Garrot, 1990; Wauters et al., 1994). El nombre de localitzacions que permet establir aquesta àrea en ambdós sexes i en ambdós hàbitats és de 33 punts (Cap. 6), i s'ha de tenir cura que totes les localitzacions estiguin repartides al llarg del període estudiat. També s'ha calculat per cada esquiroi la mononuclearitat o multinuclearitat de l'àrea d'activitat que utilitzava durant les estacions estudiades, amb una anàlisi clúster (Kenward, 1987; White & Garrot, 1990; Wauters & Dhondt, 1992; Kenward & Hodder, 1996; Cap. 6).

Excepcionalment, la determinació de l'ús de l'espai durant l'estació reproductora en femelles que traslladen les cries del niu de part al niu de trasllat definit, en el període comprès des del moment en què la femella té l'estre (i es produeix la fecundació) fins a dos mesos després del segon part de l'època reproductora, s'ha realitzat amb el nombre màxim de localitzacions (loc.), perquè comprenia un període superior als tres mesos. En la femella núm. 1 (1992) l'ús de l'espai es va determinar amb 73 localitzacions durant 5 mesos, i en les femelles num. 1 i núm. 26 (1993), l'ús de l'espai es va determinar amb 115 localitzacions durant 7 mesos i mig (tot i que es va observar que en les últimes femelles citades la mida de l'àrea d'activitat s'estabilitzava amb 88 localitzacions).

2.5. Preferència d'espècies d'arbres per ubicar els nius

La preferència o el rebuig de les diferents espècies d'arbres per ubicar-hi el niu s'ha establert (a partir de localitzacions d'animals amb collar amb radioemissor) amb l'índex d'electivitat d'Ivlev (Krebs, 1989), a partir de les localitzacions hivernals (1993) de nius en les diferents espècies d'arbres presents en l'àrea d'activitat de cada esquiroi. L'índex (E_i) d'elecció d'Ivlev (per cada espècie d'arbre i en què ubica nius) s'expressa de la forma següent:

$$E_i = \frac{r_i - n_i}{r_i + n_i}, \text{ sent}$$

r_i = proporció de l'espècie d'arbre i en la qual l'esquirol ubica nius respecte de les diferents espècies d'arbres (presents en l'àrea d'activitat de cada esquirol) en les quals l'esquirol ubica nius (basat en localitzacions d'animals amb collar amb radioemissor),

n_i = proporció de l'espècie d'arbre i respecte del total d'espècies d'arbres diferents presents en l'àrea d'activitat de cada esquirol.

Els valors positius indiquen preferència i els negatius indiquen que l'espècie d'arbre es evitada.

(II) Estudi de les variables de l'arbre en el qual ubiquen els diferents tipus de nius i de la situació del niu respecte de l'arbre on estan situats

S'ha realitzat en alguns esquirols que van portar collar amb radioemissor (parc urbà, $n = 20$; bosc mediterrani, $n = 26$) dels quals es coneixien les variables citades en (I) l'apartat anterior. Es va anotar informació referent a la freqüència i ús dels nius, a les variables de l'arbre en el qual s'ubicava, i a la situació del niu a l'arbre.

Les variables mesurades són:

1. Ús dels nius:

- a) identificació de l'esquirol que utilitza el niu,
- b) identificació de cada niu,
- c) ús o usos d'aquest niu (de descans diürn, de dormir de nit, de part, de trasllat de les cries, o de repòs durant la lactància),
- d) nombre de localitzacions de l'esquirol al niu,
- e) nombre de dies que el niu ha estat utilitzat.

2. Variables amb referència a l'arbre suport:

- f) espècie,
- g) perímetre del tronc a 1.3 m de terra (m),
- h) alçada màxima (m),
- i) graus de connexió de la capçada amb les capçades dels arbres veïns (en graus),
- j) distància des de terra fins la primera branca de l'arbre (m),
- k) longitud màxima del brancatge de l'arbre (des de la part externa del tronc), en direcció N, S, E i O (m).

3. Ubicació del niu respecte de l'arbre:

- l) alçada del niu (m),
- m) distància del niu al tronc (m),
- n) distància del niu a la part més externa de la branca suport (m),
- o) orientació de l'entrada del niu (en graus),
- p) orientació del niu respecte a l'eix del tronc (en graus),
- q) distància des del niu al brancatge més alt de l'arbre (m), seguint la vertical respecte del niu,
- r) distància des del niu a la part més exterior de l'arbre (m) situada a la mateixa alçada i orientació (en graus),
- s) proporció (%) de nius en els quals el diàmetre de la branca en el punt de suport del niu es < 3 cm.

S'ha utilitzat una cinta mètrica flexible i enrotllable (longitud = 25 m), una brúixola *Suunto KB-14/360R*, i un clinòmetre *Suunto PM-5/360*.

2.6. Períodes estudiats i nombre d'animals amb collar amb radioemissor seguits

(I) Determinació dels tipus de nius, l'ús i les preferències d'ubicació en espècies d'arbres (parc urbà):

En l'estudi dels tipus de nius es van utilitzar 20 esquirols (8 ♂♂ i 12 ♀♀) amb collar amb radioemissor, que van ser localitzats una o diverses vegades al niu. Es van fer 764 localitzacions al niu, que han permès identificar 284 nius diferents (120 de ♂♂ i 164 de ♀♀).

En l'estudi del nombre de nius utilitzats, la freqüència d'utilització, el temps màxim d'ús i la distribució espacial s'han realitzat un total de 764 localitzacions al niu, amb 20 esquirois diferents (255 en ♂♂ i 509 en ♀♀). Tot i que l'ús dels nius s'ha estudiat durant tot l'any, s'ha realitzat un estudi més acurat l'hivern de 1993 (gener a març inclòs) amb sis animals amb collar amb radioemissor (3 ♂♂ i 3 ♀♀; 30% de la població adulta del parc urbà de ♂♂ i 50% de ♀♀), que van ser seguits intensivament. Per determinar si hi ha variació entre sexes en el nombre de nius utilitzats, s'han utilitzat les dades d'ús del niu (♂♂ 10-14 localitzacions al niu; ♀♀ 23-36 localitzacions que inclouen les realitzades al niu de part i al de trasllat amb les cries), i s'han analitzat separatament per sexes per conèixer la incidència de la reproducció. Les dades referents al nombre de nius utilitzats per esquiroi i la seva distribució espacial estan referits a l'àrea d'activitat (ha).

En l'estudi de la variació entre estacions del nombre de nius utilitzats s'han seguit els mateixos esquirois ($n = 6$, 3 ♂♂ i 3 ♀♀) en el període hivernal (octubre 91-març 92) i en el període estival (abril 92-setembre 92 inclòs). Anàlogament, en l'estudi de la variació entre anys del nombre de nius utilitzats s'han controlat els mateixos esquirois ($n = 3$ ♂♂) (s'han exclòs les femelles, ja que els diferents moments en què es produeixen els parts poden interferir en la determinació del nombre de nius utilitzats) en dos períodes hivernals (octubre 91-març 92, i octubre 92-març 93). De la mateixa manera, en l'estudi de la variació del nombre de nius utilitzats per les femelles, ocasionada per la reproducció, s'han seguit les mateixes femelles ($n = 3$ ♀♀), durant els períodes bimensuals anterior (prepart) i posterior al part (postpart) a l'hivern (desembre 92-abril 93).

L'estudi de la ubicació espacial i temporal dels nius de part i de trasllat, respecte de l'ús de l'espai, s'ha realitzat a partir del seguiment intensiu d'animals ($n = 3$ ♀♀) des de l'edat juvenil fins l'edat adulta (dues estacions reproductores), i s'han conegut tots els parts que han tingut i la ubicació dels nius on han parit i han traslladat les cries. Es descriu la direcció dels moviments de les femelles amb les cries, des del niu de part fins el niu de trasllat, i s'ubiquen espacialment aquests nius, respecte de l'àrea d'activitat i de l'àrea nuclear. Aquestes àrees es defineixen en el període comprès des del moment que la femella té l'estre i es produeix la fecundació, fins a dos mesos després del segon part de l'època reproductora. Per establir la freqüència dels trasllats de cries, el moment en què es produeixen, la cobertura dels arbres on situen els nius de part i els de trasllat, i les distàncies que els separen es van seguir intensivament determinades femelles ($n = 3$) durant tots els parts successius que varen tenir (3, 2 i 2 respectivament), fins que es va produir el deslletament de les cries de cada un. Quan es tenien evidències que s'havia realitzat la mudança de les cries, es comprovava pujant als nius que ocupaven. La descripció de les distàncies entre els dos nius de part utilitzats en una mateixa estació reproductora (1r part: febrer-maig, 2n part: juny-juliol) s'ha realitzat amb dades dels anys 1992 i 1993 ($n = 4$), de femelles ($n = 3$) que han parit dues vegades per estació reproductora.

L'estudi dels nius compartits simultàniament s'ha realitzat l'hivern de 1993, en una part de l'àrea d'estudi, en la qual la majoria d'esquirols residents (71.43%) portaven collar amb radioemissor en l'estació citada.

L'estudi dels llocs de descans ubicats fora dels nius s'ha realitzat a llarg de tot el període d'estudi esmentat inicialment, i també s'inclouen resultats obtinguts al bosc mediterrani.

L'estudi de la preferència d'espècies d'arbres per ubicar els nius s'ha realitzat durant l'hivern (gener-març) de 1993 (n = 2 ♂♂ i 3 ♀♀).

(II) Estudi (parc urbà i bosc mediterrani) de les variables de l'arbre en què ubiquen els diferents tipus de nius i de la ubicació dels nius respecte de l'arbre (idèntica espècie per evitar alteracions a causa de les diferències entre espècies en les estructures arbòries) on estan situats:

S'ha realitzat amb dades de nius localitzats entre març de 1991 i desembre de 1993, d'esquirols amb collar amb radioemissor dels quals es coneixia l'ús que feien dels nius (parc urbà = 20 esquirols, 8 ♂♂ i 12 ♀♀; bosc mediterrani = 26 esquirols, 9 ♂♂ i 17 ♀♀).

En l'estudi de la variació entre sexes dels nius utilitzats per dormir de nit o per descansar de dia, per cada espècie d'arbre es van utilitzar animals amb nius a pi blanc, *P. halepensis* (parc urbà: n = 13, 6 ♂♂ i 7 ♀♀; bosc mediterrani: n = 14, 3 ♂♂ i 11 ♀♀), i animals amb nius a alzina, *Q. ilex* (parc urbà: n = 10, 2 ♂♂ i 8 ♀♀). En l'estudi de la variació d'aquest mateix tipus de niu entre hàbitats es van utilitzar animals amb nius a pi blanc, *P. halepensis* (parc urbà: n = 13; bosc mediterrani: n = 14), i esquirols (♂♂ i ♀♀) amb nius a alzina, *Q. ilex* (parc urbà: n = 10). En l'estudi de la variació individual d'aquest mateix tipus de niu, s'ha realitzat la comparació entre esquirols (3 adults i 1 subadult) que situen els nius en pi blanc, *P. halepensis* (n = 4, 1 ♂ i 3 ♀♀), amb 7, 6, 6 i 5 nius diferents respectivament.

En l'estudi dels nius de part es van utilitzar dades corresponents a les estacions de reproducció de 1992 i 1993. En l'estudi descriptiu s'utilitzen animals diferents per cada espècie d'arbre (parc urbà: n = 6 ♀♀; bosc mediterrani: n = 2 ♀♀). En l'estudi de les diferències individuals en la ubicació dels nius de part s'utilitzen animals del parc urbà (n = 3 ♀♀).

En l'estudi descriptiu dels nius de trasllat es van utilitzar dades del parc urbà, corresponents a les estacions de reproducció de 1992 i 1993. S'utilitzen cinc nius de trasllat (n = 3 ♀♀).

En l'estudi de la variació individual de l'orientació dels nius de dormir de nit i de descans diürn, respecte de l'eix de l'arbre on estan situats, per cada espècie d'arbre es van utilitzar animals amb nius a pi blanc, *P. halepensis* (parc urbà: n = 13, 6♂♂ i 7 ♀♀; bosc mediterrani: n = 14, 3 ♂♂ i 11 ♀♀), i animals amb nius a alzina, *Q. ilex* (parc urbà: n = 9, 2 ♂♂ i 7 ♀♀). En l'estudi de la variació entre hàbitats d'aquestes mateixes variables en relació al mateix tipus de niu es van utilitzar animals amb nius a pi blanc, *P. halepensis* (parc urbà: n = 13; bosc mediterrani: n = 14), i animals amb nius a alzina, *Q. ilex* (parc urbà: n = 9).

En l'estudi de l'orientació del forat d'entrada dels nius de part s'han utilitzat esquirols (parc) repetits (n = 4 ♀♀ amb 9 nius), i en l'orientació d'aquests nius respecte del tronc de l'arbre on estan situats, també s'han utilitzat esquirols (parc) repetits (n = 6 ♀♀ amb 11 casos) i les anàlisi s'han realitzat assumint (excepcionalment) que eren valors independents.

3. RESULTATS

(I) ESTUDI DELS TIPUS DE NIUS, L'ÚS I LA PREFERÈNCIA D'ESPÈCIES D'ARBRES PER UBICAR-LOS

3.1. Tipus de nius

De tots els nius localitzats (n = 284, parc urbà), només un (0.35%) estava situat en el forat d'un arbre, tot i que hi havia més forats naturals o construïts pel picot verd, *Picus viridis*, disponibles (aparentment amb condicions d'habitabilitat suficients). La resta de nius estudiats (99.65%) estaven situats en branques d'arbres i eren de construcció globular.

Aquest niu, situat al forat natural d'un plàtan d'ombra, *Platanus x hispanica* (Øtronc a 1.3 m de terra: 69.74 cm), amb 360° de connexió arbòria amb altres arbres, a 8.07 m de terra, i amb el forat d'entrada (base) orientat a 350°, va ser utilitzat durant 3 mesos i 20 dies (6-4-93 a 25-7-93) per una femella adulta (núm. 28) resident. Era usat per descansar de dia i dormir-hi de nit indistintament (la resta de variables de l'arbre on està situat i la ubicació del niu respecte de l'arbre es detallen en un apartat posterior). La resta estaven situats a les branques dels arbres i eren nius globulars típics.

3.2. Nombre de nius, freqüència d'utilització i distribució espacial (hivern)

El nombre de nius utilitzats (adults) per trimestre no difereix entre sexes (prova t de Student: $t = 0.89$, $df = 4$, $P = 0.422$; $\sigma\sigma \bar{x} = 6.67$, $\varphi\varphi \bar{x} = 7.33$, incloent niu de part; Taula 1), ni en les àrees (Taula 1) que delimiten aquests nius (prova t de Student: $t = 0.02$, $df = 4$, $P = 0.984$).

Taula 1. Mitjana (\bar{x}) i desviació estàndard (s) del nombre de nius utilitzats per esquirol, de l'àrea que delimiten aquests nius, de l'àrea d'activitat i de l'àrea nuclear, de sis esquirols del parc urbà i àrea annexa (♀ núm. 1) l'hivern (gener-març) de 1993 (Fig. 3). En el cas de les femelles, totes inclouen el niu de part, que en tots els casos es va produir el mes de febrer. (Núm. loc. niu = número de localitzacions al niu).

Sexe	Núm. esquirol	Núm. loc. niu	Núm. nius	Àrea nius (ha) 100% loc.	Àrea activitat (ha) 100% loc.	Àrea nuclear (ha) 70% loc.
♂♂	2	10	6	0.34	2.14	0.56
	6	12	8	0.20	0.76	0.46
	8	14	6	0.69	3.57	0.66
\bar{x}			6.67	0.41	2.16	0.56
s			1.15	0.25	1.40	0.10
♀♀	1	23*	7	0.38	3.13	0.69
	9	32*	8	0.53	0.79	0.39
	26	36*	7	0.31	0.88	0.51
	\bar{x}			7.33	0.41	1.60
s			0.58	0.11	1.33	0.15

(*) Inclou localitzacions (loc.) al niu de part: ♀ núm. 1, 11 loc.; ♀ núm. 9, 12 loc.; ♀ núm. 26, 11 loc.

Els mascles tenen un niu principal (≥ 3 loc.; representa el 17.65% de tots els nius) que és utilitzat amb més freqüència i de forma alternada amb els nius secundaris (rang = 5-7) emprats menys freqüentment (Taula 1, Fig. 3). Les femelles reproductores poden tenir tres nius principals (≥ 3 loc.; representen el 36.36% de tots els nius): el que usen intensivament abans del part, el de part i el de trasllat (utilitzats amb major freqüència), i nius secundaris (rang = 5-6) (utilitzats amb menor freqüència) (Taula 1, Fig. 3).

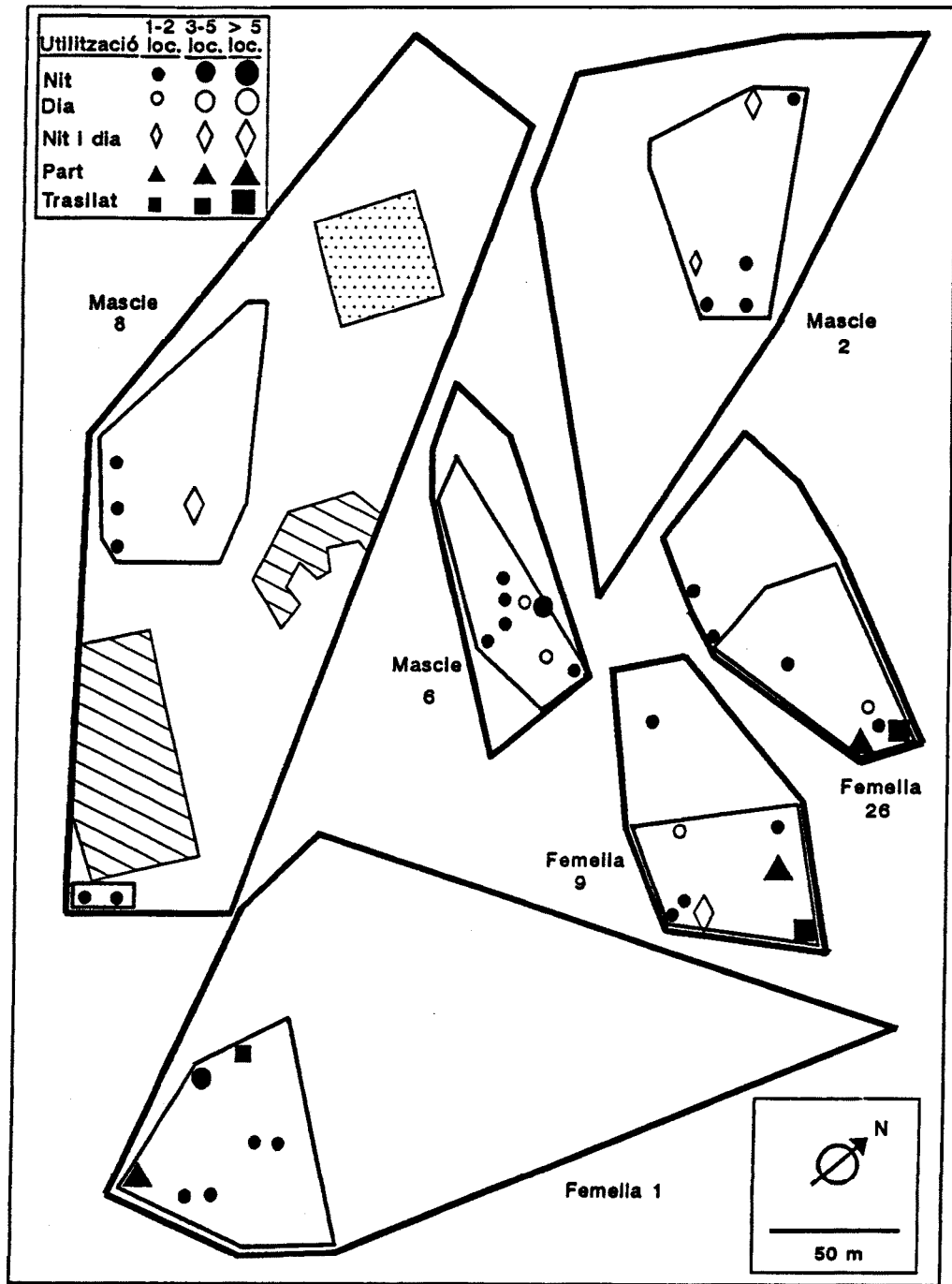


Fig. 3. Utilització dels nius durant l'hivern (gener-març) de 1993 al parc urbà ($\sigma\sigma$ núm. 2, 6 i 8, i ff núm. 9 i 26) i àrea annexa d'hàbitat forestal continu (f núm. 1) i ubicació dels mateixos respecte de l'ús de l'espai de cada esquirol adult (veure Taula 1). La línia de traç gruixut representa l'àrea d'activitat (100% de les localitzacions) i la línia de traç fi representa l'àrea nuclear (70% de les localitzacions). Les àrees amb trama de punts indiquen zones amb baix valor alimentari, i les àrees amb trama de ratlles indiquen zones sense valor alimentari pels esquirols. La freqüència d'utilització dels nius i l'ús de cada un d'ells s'expressa al requadre de la part superior esquerra (loc. = núm. de localitzacions al niu). La ubicació espacial de cada esquirol no està situada en l'espai respecte de la dels altres.

Ambdós tipus de nius poden ser utilitzats per dormir durant la nit o per descansar durant el dia, tot i que la major part són utilitzats per ambdós usos ($\sigma\sigma = 90\%$, $\varphi\varphi = 90.9\%$, incloent el niu de part; Fig. 3). El niu principal pot ser utilitzat per les femelles lactants (Taula 2, Fig. 6) com a niu per traslladar les cries (φ núm. 26) o també com a niu de repòs durant la lactància (φ núm. 1).

Les localitzacions dels nius dels mateixos mascles del parc urbà ($n = 5$) durant un any (estiu 91-primavera 92, $\bar{x} = 32.8$ loc. per esquirol i per any, que suposa una $\bar{x} = 8.2$ loc. per esquirol i per estació) indiquen que utilitzen i construeixen (obs. pers.) un mínim de 14 nius diferents durant l'any.

3.3. Temps màxim d'ús

El niu principal és utilitzat pels mascles ($n = 3$) fins a 7-12 mesos després de la seva utilització per primera vegada (o de la seva construcció), i en el cas de les femelles ($n = 3$), fins a 1.5-10.5 mesos. Durant aquest període de temps deixa de complir la funció de niu principal i esdevé niu secundari. El niu principal no és necessàriament el niu més nou (obs. pers.).

3.4. Variació del nombre de nius utilitzats

3.4.1. Entre estacions

El nombre de nius (adults, parc urbà) no varia entre semestres (hivern: octubre-març; estiu: abril-setembre) en cap sexe (prova t de mesures repetides: $\sigma\sigma$, $t = 0.3502$, $df = 2$, $P = 0.7538$; $\varphi\varphi$, $t = 1.0675$, $df = 2$, $P = 0.3975$; distribució espacial $\sigma\sigma$ a Fig. 4) i tampoc hi ha diferències ($\sigma\sigma$) en l'àrea que delimiten els nius (prova t de mesures repetides: $t = 0.0668$, $df = 2$, $P = 0.8201$; Fig. 4). En tots els casos analitzats ($n = 3 \sigma\sigma$), s'observa que alguns nius són utilitzats indistintament durant l'hivern i durant l'estiu (Fig. 4).

A l'estiu (juliol-setembre) són més utilitzats els nius de descans de dia, quan, cap al migdia, els esquirols resten inactius, probablement a causa de la calor, i es retiren als nius fins a primeres hores de la tarda (Fig. 1 del Cap. 5).

Es pot suposar que el nombre de nius és independent de la disponibilitat d'aliment estacional i del zel.

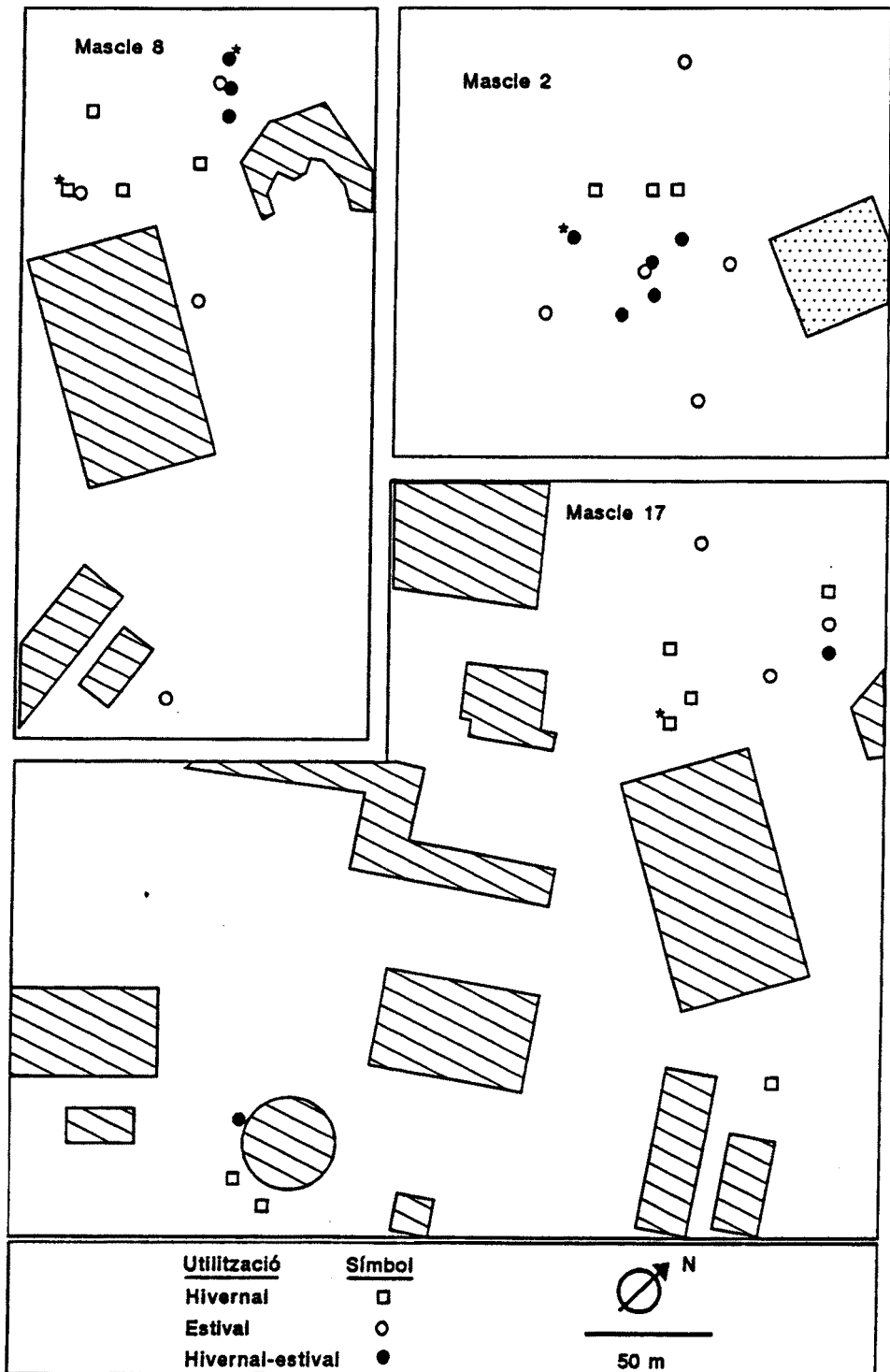


Fig. 4. Ubicació espacial entre estacions (parc urbà: ♂♂ adults núm. 8 i 2; àrea annexa parc urbà amb hàbitat forestal fragmentat: ♂ adult núm. 17 amb àrea d'activitat trinuclear, Cap. 6) dels nius de dormir de nit i de descans diürn (basat en un mostratge) hivernals (octubre 91-març 92 inclòs) i estivals (abril 92-setembre 92 inclòs). Les àrees amb trama de punts indiquen zones amb baix valor alimentari, i les àrees amb trama de ratlles indiquen zones sense valor alimentari per als esquirols. L'estació d'utilització dels nius s'expressa al requadre de la part inferior (*, indica nius trobats amb un nombre de localitzacions superior a les emprades per establir les àrees que delimiten els nius, n = 15 localitzacions).

3.4.2. Entre anys

El nombre de nius utilitzats per any (semestre d'hivern) es manté constant (prova t de mesures repetides: $t = 1.7960$, $df = 2$, $P = 0.8740$) (s'expressa gràficament a la Fig. 5), encara que es produeixin variacions en la producció de llavors (91-92 alta, 92-93 moderada; Taula 3 del Capítol 0), i també es manté constant l'àrea que delimiten aquests nius (prova t de mesures repetides: $t = 0.2520$, $df = 2$, $P = 0.6655$).

En dos dels tres casos analitzats ($\sigma\sigma$), s'observa que almenys un niu en cada cas és utilitzat indistintament durant dos hiverns consecutius (Fig. 5).

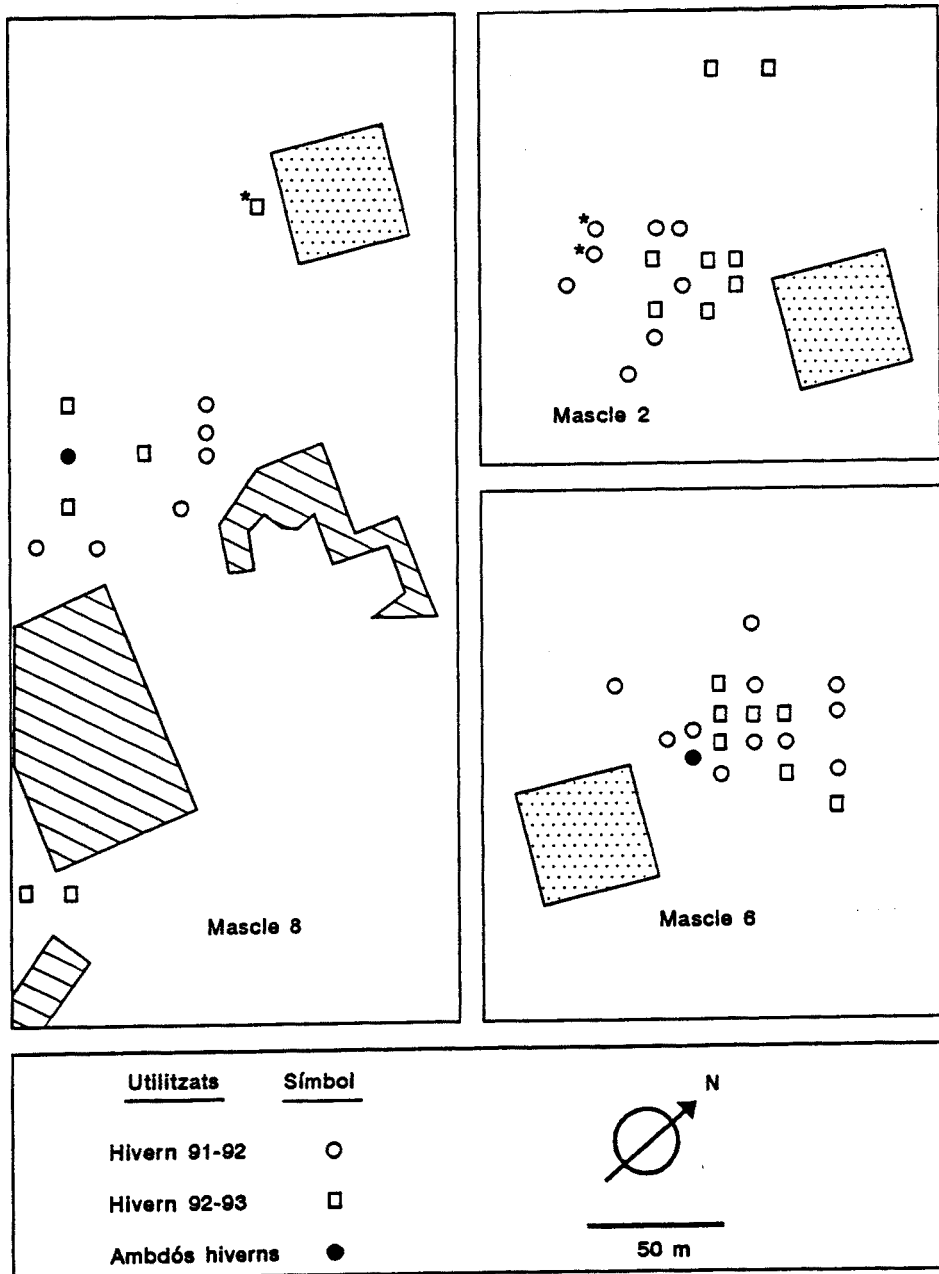


Fig. 5. Ubicació espacial entre anys ($\sigma\sigma$ adults, parc urbà) dels nius de dormir de nit i de descans diürn (basat en un mostrejatge) hivernals (octubre-març) dels anys 1991-92 i 1992-93. Les àrees amb trama de punts indiquen zones amb baix valor alimentari, i les àrees amb trama de ratlles indiquen zones sense valor alimentari per als esquirols. La utilització anual dels nius s'expressa a l'esquerra del requadre inferior (*, indica nius trobats amb un nombre de localitzacions superior a les emprades per establir les àrees que delimiten els nius $n = 13-15$ localitzacions).

3.4.3. Ocasionada per la reproducció (♀ ♀)

Les femelles utilitzen un nombre major (prova t de mesures repetides: $t = 6.50$, $df = 2$, $P = 0.0229$) de nius (Taula 2, Fig. 6) en el període bimensual de prepart ($\bar{x} = 7$, $n = 3$), respecte del període bimensual de postpart ($\bar{x} = 2.67$, $n = 3$).

Hi ha diferències entre el nombre de vegades que utilitzen el niu de part i el de trasllat ($n = 3$ ♀ ♀) en el període prepart (exceptuant els dos dies abans del part) respecte del període postpart (Taula 2), durant el qual són utilitzats un nombre de vegades significativament superior (prova de Wilcoxon, $Z = 2.2014$, $n = 6$, $P = 0.0277$). Aquests nius de part són construïts especialment per a aquest ús i comencen a ser utilitzats amb baixa intensitat els dies previs al part (Taula 2, veure abreviació: prep. part).

Taula 2. Mitjana (\bar{x}) i desviació estàndard (s) del nombre de nius utilitzats per les femelles adultes durant els dos mesos anteriors i posteriors al part (12-15 localitzacions al niu), a l'hàbitat del parc urbà i àrea annexa (núm. 1). Per cada esquirol (núm. esq.) es detalla la freqüència d'utilització (Freq. utilitz.) dels nius i l'ús: nombre de nius que utilitza (*n. nius*), nombre de localitzacions a cada niu (*n. loc.*) i ús (*ús*). El dia del part s'ha establert a partir de l'edat estimada de les cries que s'han localitzat al niu amb posterioritat. (Fig. 6).

Núm. esq.	PERÍODE PREPART (bimensual)					PART Data	PERÍODE POSTPART (bimensual)				
	n. loc. niu	n. nius	Freq. utilitz. <i>n. nius</i>	n. loc. (<i>n. loc.</i>)	ús		n. loc. niu	n. nius	Freq. utilitz. <i>n. nius</i>	n. loc. (<i>n. loc.</i>)	ús
1	12	8	1	(4)	nit-rep. lac.	2/2/93	15	3	1	(10)	part
			1	(2)	nit				1	(4)	trasllat (1a loc.)
			5	(1)	nit				1	(1)	repòs lactància
			1	(1)	dia						(ex-niu ppal.)
9	15	7	1	(7)	nit-dia	22/2/93	15	2	1	(10)	part
			1	(2)	nit				1	(5)*	trasllat (1a loc.)
			1	(2)	prep. part						
			3	(1)	nit						
			1	(1)	dia						
26	12	6	1	(6)	nit-trasllat	15/2/93	15	3	1	(10)	part
			1	(2)	nit				1	(4)#	trasllat
			3	(1)	nit						(ex-niu ppal.)
			1	(1)	prep. part				1	(1)	repòs lactància
											(1a loc.)
\bar{x}	7.00						2.67				
s	1.00						0.58				

(*) Exclou 11 localitzacions al niu quan era de trasllat i acollia les cries; (#) Exclou nou localitzacions al niu quan era de trasllat i acollia les cries.

Abreviacions:

- nit-rep. lac. = niu de nit, que després del part va ser utilitzat com a niu de repòs durant la lactància
- nit-dia = niu utilitzat indistintament durant el dia i durant la nit
- prep. part = preparació i ús del futur niu de part
- nit-trasllat = niu de nit, que després del part va ser utilitzat com a niu de trasllat de les cries
- ex-niu ppal. = niu que abans del part era el niu principal
- 1a loc. = niu localitzat per primera vegada

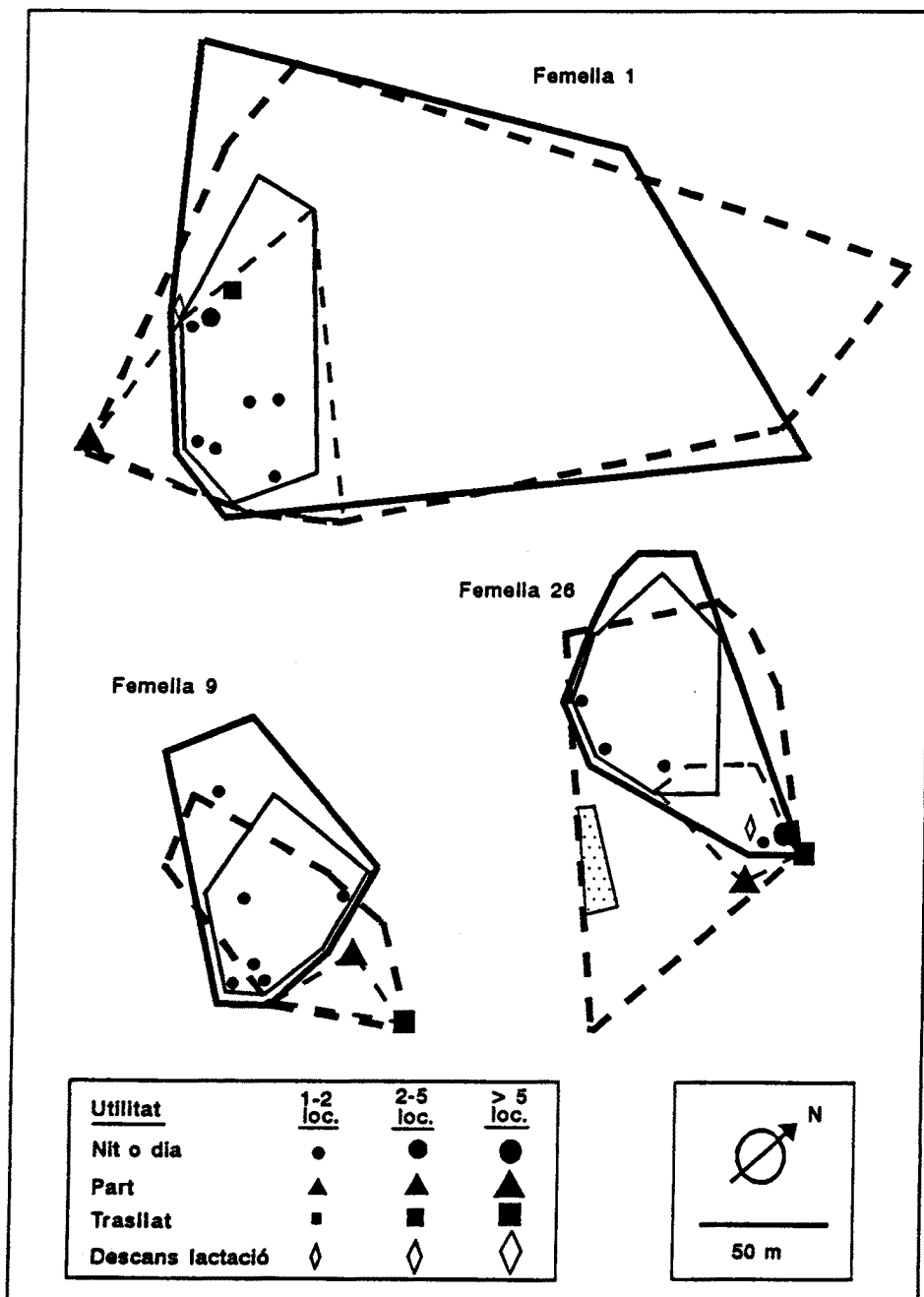


Fig. 6. Variació espacial-temporal i d'ús dels nius (Taula 2), en relació a l'ús de l'espai en les femelles adultes (parc urbà: ♀♀ núm. 9 i 26; àrea annexa parc urbà amb hàbitat forestal continu: ♀ núm. 1) amb activitat sexual, durant els períodes bimensuals: prepart (àrea d'activitat: línia contínua gruixuda; àrea nuclear: línia contínua fina) i postpart (àrea d'activitat: línia discontinua gruixuda; àrea nuclear: línia discontinua fina). En tots els casos exposats el part va produir-se el febrer de 1993 (veure Taula 2). L'àrea amb trama de punts indica zona de baix valor alimentari per als esquirols. La freqüència d'utilització dels nius i l'ús de cada un d'ells, s'expressa al requadre de la part inferior esquerra (loc. = núm. de localitzacions al niu) (*, és el mateix niu de ♀ núm. 1 amb usos diferents durant prepart com a niu principal de nit, i durant postpart com a niu de descans durant la lactació; #, és el mateix niu de ♀ núm. 26 amb usos diferents durant prepart com a niu principal de nit, i durant postpart com a niu de trasllat de les cries). La ubicació espacial de cada esquirol no està situada en l'espai respecte de la dels altres.

3.5. Trasllet de la llograda

Els nius utilitzats per a aquest ús no es construeixen expressament per complir aquesta funció. Són nius que poden ser utilitzats per la femella abans de parir com a niu de dormir de nit o com a niu de descans diürn, i poden ser el niu principal durant els mesos anteriors al part (♀ núm. 26 a Fig 6 i Taula 2). En els tres casos estudiats intensivament, pot considerar-se que el niu estava situat dins l'àrea nuclear de la seva àrea d'activitat (Fig. 7). Es té constància que, en un cas (♀ núm. 26), entre quatre i set dies abans del trasllat, la femella ja preparava el niu, on havia de traslladar la llograda (portava escorça de xiprer per construir un jaç al niu que estava una mica deteriorat externament) i en altres casos (♀ núm. 9) es té constància que és fa dos dies abans del part (Taula 2).

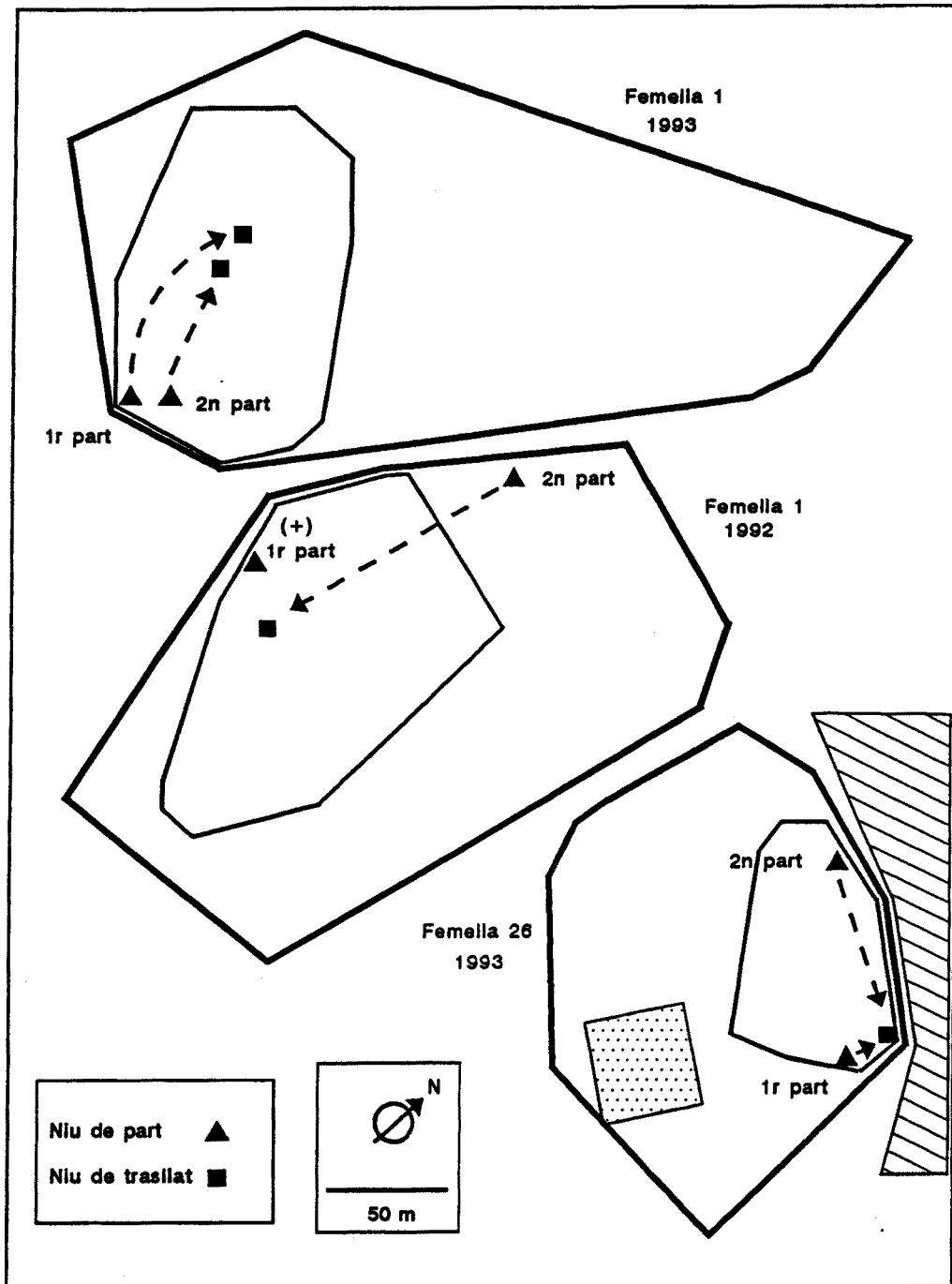


Fig. 7. Ubicació espacial dels (▲) nius de part i dels (■) nius de trasllat (agrupats per estacions reproductores) i direcció dels moviments de trasllat de la femella amb les cries lactants (del 1r i del 2n part de cada estació reproductora) cap al niu de trasllat (veure Taula 3), en relació a l'àrea d'activitat (línia contínua gruixuda) i a l'àrea nuclear (línia contínua fina), utilitzada des del moment de l'estre (i posterior fecundació) fins a dos mesos després del naixement de les cries del 2n part. La femella núm. 1 vivia en una àrea annexa al parc urbà amb hàbitat forestal continu, i la femella núm. 26 residia al parc urbà. L'ús de l'espai de la femella núm. 1, l'any 1992, es va determinar amb el 100% de localitzacions ($n = 73$) en un període de 5 mesos (15 d'abril–15 setembre). L'ús de l'espai dels altres dos casos es va determinar amb el 100% de localitzacions ($n = 115$) en un període de 7 mesos i mig (1 gener–15 agost), tot i que la mida de l'àrea d'activitat s'estabilitzava a partir de 88 localitzacions. L'àrea amb trama de punts indica que es tracta d'una zona amb baix valor alimentari i l'àrea amb trama de ratlles indica zona sense valor alimentari per als esquiroles. L'ús dels nius s'expressa al requadre situat a la part inferior esquerra (+, indica que la llograda va morir pocs dies després del naixement). La ubicació espacial de cada esquirole no està situada en l'espai respecte de la dels altres.

3.5.1. Ubicació espacial i temporal dels nius de part i de trasllat, respecte de l'ús de l'espai

En l'època reproductora de l'any 1992 una femella (núm. 1, que vivia en una àrea annexa al parc urbà d'hàbitat forestal homogeni i continu) va perdre la llogada del primer part de la seva vida pocs dies després del naixement de les cries; dos mesos després va parir novament i, posteriorment, va traslladar les cries de niu. L'àrea d'activitat i l'àrea nuclear que va utilitzar des del moment que va tenir l'estre (i es va produir la fecundació) fins a dos mesos després del segon part (cinc mesos, des del 15 d'abril al 15 de setembre) s'il·lustra a la fig. 7 (àrea d'activitat = 3.61 ha; àrea nuclear = 1.39 ha).

En l'època reproductora 1993 es van seguir dues femelles (núm. 1, que residia en una àrea annexa al parc urbà, i núm. 26 que residia al parc urbà) i es van situar els nius de part i de trasllat de les cries, respecte a l'àrea d'activitat i l'àrea nuclear, des del moment que van tenir l'estre i es va produir la fecundació fins a dos mesos després del segon part (set mesos i mig des de l'1 gener-15 agost). L'espai que van utilitzar durant aquest període de temps s'il·lustra a la fig. 7 (àrees d'activitat: ♀ núm. 1 = 4.24 ha, ♀ núm. 26 = 2.24 ha; àrees nuclears: ♀ núm. 1 = 1.23 ha, ♀ núm. 26 = 0.69 ha).

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

Les mudances s'han produït en tots els casos independents analitzats (5/5, 100%) i això suggereix que aquesta tendència és força general i que es produeix en la majoria de parts de cada femella.

El trasllat es produeix ($n = 9$, de 4 ♀♀ del parc amb 2 casos cada una i 1 ♀ al bosc) en valor mitjà, 28.25 dies després del naixement de les cries (rang = 21-37 dies), quan encara són cegues i ja tenen el cos cobert de pèl, i en un 62.5% (5/8 casos en què es coneix el niu de trasllat) dels casos la mare va haver de circular forçosament per terra durant una part del trajecte que separava els dos nius. En dues ocasions (2/8 parc) es tenen evidències que el trasllat s'ha realitzat entre la sortida i la posta del sol.

La ubicació del niu de part es va situar en un 66.67% (6/9) dels casos en arbres d'alta cobertura, com l'alzina, *Q. ilex*, i el xiprer, *C. sempervirens*. El niu de trasllat estava situat en un 50% (4/8) dels casos en arbres d'alta cobertura, de les espècies citades anteriorment.

No hi ha variacions individuals (♀ núm. 1- ♀ núm. 26) en la distància mitjana (\bar{x} = 64.94 m; rang = 32.30-79.00 m; Taula 3) niu part-niu trasllat (prova t de Student: t = 0.85, df = 3, P = 0.457).

Taula 3. Distància mitjana (\bar{x}) i desviació estàndard (s), entre els nius de part i els nius de trasllat, al parc urbà (♀ núm. 26) i àrea annexa (♀ núm 1). (n = mida mostral). (Fig.7).

Núm. esq.	Any	n	Distància niu-niu (m)		Espècie d'arbre amb niu	
			\bar{x}	s	de part	de trasllat
1	92-93*	3	71.13	7.13	<i>Q. ilex</i>	<i>C. sempervirens</i>
					<i>C. sempervirens</i>	<i>C. sempervirens</i>
					<i>P. pinaster</i>	<i>C. sempervirens</i>
26	93	2	55.65	33.02	<i>C. sempervirens</i>	<i>P. halepensis</i>
					<i>Q. ilex</i>	<i>P. halepensis</i>
Total		5	64.94	19.23		

(*) any 93, n = 2.

3.5.3. Distàncies entre nius de part en una mateixa estació reproductora

En cap cas, el segon niu de part és situat a la mateixa espècie d'arbre que el primer niu de part (Taula 4). La distància mitjana entre els nius és de 51.08 m (rang = 14.80-93.00 m).

Taula 4. Distància mitjana (\bar{x}) i desviació estàndard (s), entre els dos nius de part emprats en cada estació reproductora, al parc urbà (♀♀ núm. 9, i núm. 26) i àrea annexa (♀ núm. 1). S'indiquen també les espècies d'arbres on els han situat. La mida mostral (n) està referida al conjunt de dos parts per estació reproductora.

Núm. esquirol	Any	n	Distància niu-niu (m)	Espècie arbre 1 ^{ra} part	Espècie arbre 2 ^{na} part
1	92	1	79.00	<i>Cedrus atlantica</i>	<i>Q. ilex</i>
1	93	1	17.50	<i>P. pinaster</i>	<i>C. sempervirens</i>
9	93	1	14.80	<i>Q. ilex</i>	<i>P. pinea</i>
26	93	1	93.00	<i>Q. ilex</i>	<i>P. halepensis</i>
\bar{x}			51.08		
s			40.75		

3.5.4. Presència d'ectoparàsits

Els canvis de niu es produïen independentment del grau d'ectoparàsits de les cries: de quatre llogigades diferents ($n = 2 \text{ ♀♀}$ parc urbà), que van ser seguides intensivament fins al deslletament, només en un cas les cries tenien ectoparàsits, però tot i això, totes les llogigades van ser traslladades.

3.6. Nius compartits simultàniament

Dels quatre esquirols (adults) que es van seguir intensivament, només un (σ núm. 8) tenia un niu compartit, d'un total de set nius, amb una femella (♀ núm. 25) i era utilitzat sovint conjuntament, durant el dia i la nit (5 localitzacions). Al llarg del període d'estudi, però, s'han trobat dos casos més d'esquirols que compartien simultàniament un niu (σ núm. 17 amb ♀ núm. 28, i σ núm. 6 amb ♀ núm. 9). En els tres casos citats es produïa entre individus adults de sexes diferents i els nius que es compartien eren utilitzats tant de dia com de nit. Dels tres casos exposats, l'estat d'activitat sexual de dos de les femelles era de postlactància (juny 91 i juny 92) i en l'altre cas era d'anestre (febrer 92), tot i que aquesta femella, que mai va arribar a assolir un pes corporal d'animal adult, era subdominant i va evidenciar símptomes de malaltia al llarg de la seva vida fins la seva mort prematura, quan encara no tenia dos anys d'edat. Mai es van observar dos esquirols adults del mateix sexe compartint un niu.

3.7. Descans fora dels nius

Al llarg del període d'estudi s'ha observat en cinc ocasions que, a més dels nius globulars típics ubicats en branques d'arbres (tant els que són nous com els que estan deteriorats) i dels nius en forats d'arbres, també utilitzen les branques dels arbres d'un cert gruix (generalment $\emptyset > 7 \text{ cm}$ en el punt utilitzat) per descansar. A l'estiu aquest comportament es produeix sovint després de menjar (llocs ombrívols i frescos) i a l'hivern, a primera hora del matí (llocs exposats als raigs solars, que els permeten escalfar-se).

3.8. Preferència d'espècies d'arbres per ubicar el niu

En tots els casos prefereixen ubicar els nius en arbres perennifolis fins i tot a l'hivern (Taula 5). Hi ha preferència ($\sigma\sigma$ i ♀♀) per tenir algun dels nius en el xiprer, *C. sempervirens* (4/5, 80%), que és l'arbre (d'entre els disponibles en l'hàbitat) que té major cobertura arbòria.

Els mascles prefereixen ubicar-los (Taula 5) en pinàcies (*P. halepensis* o *P. pinea*) o cupressàcies (*C. sempervirens*).

En les femelles es detecta una preferència clara (Taula 5) pels xiprers, *C. sempervirens*, en tots els casos (3/3, 100%), i poden ser utilitzats per ubicar el niu de part (2/3, 66.67%). L'alzina, *Q. ilex*, també és preferida (2/3, 66.67%) i també és utilitzada per ubicar el niu de part (1/3, 33.33%). El pi blanc només és utilitzat en un cas i cal destacar que l'índex d'ivlev (E_j) que assoleix és molt baix. En el període hivernal estudiat totes les femelles analitzades van parir i en tots els casos van seleccionar arbres amb cobertura arbòria elevada (xiprer, *C. sempervirens*, o alzina, *Q. ilex*).

Taula 5. Índex d'elecció d'ivlev, en relació a les espècies d'arbres preferides per l'esquirol per ubicar els nius, d'entre les espècies d'arbres presents a l'àrea d'activitat de cada esquirol. Ar = abundància relativa de cada espècie d'arbre (%), dins l'àrea d'activitat de cada esquirol. S'inclouen tots els tipus de nius (de dormir, de descans, de part i de trasllat) usats per ambdós sexes l'hivern de 1993. Els valors positius indiquen que l'espècie d'arbre és preferida i els valors negatius indiquen que és evitada. (N. esq. = núm. d'esquirol; n = mida mostral d'arbres i de nius ubicats en l'àrea d'activitat de cada esquirol; # = espècies caducifolis, resta perennifolis).

Sexe esq.	N. n	Pi blanc	Pi pinyer	Alzina	Roure#	Xiprer	Llorer	Olivera	Garrofer	Aladern	Robínia#	Pi pinastre	Altres
		<i>P. halepensis</i>	<i>P. pinea</i>	<i>Q. ilex</i>	<i>Q. x cerritoides</i>	<i>C. sem-pervirens</i>	<i>L. nobilis</i>	<i>O. europaea</i>	<i>C. siliqua</i>	<i>R. alaternus</i>	<i>R. pseudoacacia</i>	<i>P. pinaster</i>	
Ar (%)	814	46.44	10.56	20.39	8.24	0.49	6.15	0.38	0.24	0.24	2.46	0.00	4.41
♂ 2	6	0.28	0.22	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
Ar (%)	304	31.92	25.99	31.58	0.32	6.26	1.97	1.31	0.32	0.32	0.00	0.00	0.00
♂ 6	8	-0.12	0.31	-1.00	-1.00	0.60	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
Ar (%)	1427	88.30	0.14	6.38	2.66	1.40	0.35	0.00	0.00	0.00	0.07	0.07	0.00
♀ 1	7	-0.21	-1.00	-1.00	-1.00	0.94 ⁽¹⁾	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
Ar (%)	382	51.05	25.13	19.37	0.26	1.05	0.52	2.08	0.52	-1.00	-1.00	-1.00	0.00
♀ 9	8	-0.15	-0.33	0.32 ⁽¹⁾	-1.00	0.84	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
Ar (%)	336	41.37	27.38	22.92	0.30	5.36	0.89	1.18	0.30	0.30	-1.00	-1.00	0.00
♀ 26	7	0.02	-1.00	0.11	-1.00	0.68 ⁽¹⁾	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00

(1) Ubicació del niu de part.

(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

3.9. Nius utilitzats per dormir de nit o per descansar de dia

3.9.1. Variacions entre sexes i entre hàbitats

Com que no hi ha diferències entre sexes (ni al parc urbà, ni al bosc mediterrani) en cap de les diferents variables (de l'arbre on situen el niu i de la ubicació dels nius) que es relacionen a la Taula 6, en relació als nius situats en pins blancs, *P. halepensis*, i en alzines, *Q. ilex*, s'han unit els valors dels dos sexes (Taula 7), pel pi blanc, *P. halepensis*, i s'ha comparat la població d'esquirols del parc urbà amb la del bosc mediterrani.

Només hi ha diferències significatives entre hàbitats (Taula 6) en les variables: *alçada del niu*, que és major al bosc mediterrani, i *distància del niu al tronc*, que és major al parc urbà.

No hi ha diferències entre hàbitats en la longitud màxima del brancatge en les orientacions nord, sud, est i oest de *P. halepensis*, però sí que hi són quan es compara la longitud màxima en les diferents orientacions (ANOVA bifactorial de mesures repetides: hàbitat, $F = 0.348$, $df = 1,25$, $P = 0.5604$; orientació, $F = 4.230$, $df = 3,75$, $P = 0.0081$, interacció, $F = 2.268$, $df = 3,75$, $P = 0.0874$), que assoleix valors superiors (Taula 7) en l'orientació sud (prova de Scheffé, nord-sud, $P = 0.0183$; sud-oest, $P = 0.0768$).

Taula 6. Comparació de les variables dels arbres i de la situació dels nius utilitzats (per dormir de nit i descansar de dia), entre sexes (pel pi blanc, *P. halepensis*, i l'alzina, *Q. ilex*), i entre hàbitats (pel pi blanc, *P. halepensis*). S'utilitza la prova *t* de Student, *F* de *Watson* (per a les anàlisis dels valors de l'orientació del niu respecte al tronc) i χ^2 (núm. de nius ϕ branca punt suport < 3 cm). (ori. = orientació). (Veure estadística descriptiva dels valors d'ambdós sexes agrupats per cada espècie d'arbre a Taula 7).

Àrea	Arbre spp.	VARIABLES DE L'ARBRE																							
		Perímetre del tronc		Alçada		Graus de connexió		Dist. de terra a primera branca		Longitud màx. brancaatge ori. N		Longitud màx. brancaatge ori. S		Longitud màx. brancaatge ori. E		Longitud màx. brancaatge ori. O									
t	df	P	t	df	P	t	df	P	t	df	P	t	df	P	t	df	P								
P. urbà ¹	Pi blanc	0.29	11	0.779	1.55	11	0.149	0.69	11	0.506	0.76	11	0.462	0.42	11	0.681	0.16	11	0.873	0.18	11	0.858	0.56	11	0.584
B. med. ²	Pi blanc	1.16	12	0.267	1.18	12	0.261	1.19	11	0.259	0.71	12	0.494	0.06	12	0.954	0.36	12	0.723	0.21	12	0.839	0.35	12	0.734
P. urbà-B. med. ³	Pi blanc	1.36	25	0.187	1.07	25	0.293	1.22	24	0.235	0.74	25	0.468	1.05	25	0.304	1.33	25	0.196	0.75	25	0.460	1.30	25	0.205
B. med. ⁴	Alzina	1.15	8	0.284	1.22	8	0.255	----	----	----	0.56	8	0.589	0.37	8	0.723	1.15	8	0.283	1.58	8	0.154	1.35	8	0.213
SITUACIÓ DEL NIU A L'ARBRE																									
		Alçada		Distància al tronc		Dist. a extrem branca suport		Orientació entrada niu		Orientació respecte tronc		Dist. a part més alta de l'arbre		Dist. a part més exterior arbre		% nius ϕ branca punt sup. < 3 cm									
t	df	P	t	df	P	t	df	P	t	df	P	t	df	P	t	df	P								
P. urbà ¹	Pi blanc	1.59	11	0.140	0.06	11	0.951	0.36	11	0.723	----	----	----	0.250	11	0.627	0.28	11	0.784	0.23	9	0.825	0.03	1	0.853
B. med. ²	Pi blanc	1.90	12	0.082	0.92	12	0.374	0.12	12	0.906	----	----	----	0.340	12	0.571	0.59	12	0.568	2.25	12	0.043*	0.88	1	0.347
P. urbà-B. med. ³	Pi blanc	2.56	25	0.017*	3.63	25	0.001**	1.25	25	0.225	----	----	----	3.936	25	0.058	0.20	25	0.839	1.04	23	0.308	0.42	1	0.514
B. med. ⁴	Alzina	0.65	8	0.532	----	----	----	2.90	8	0.020*	----	----	----	4.501	7	0.072	0.75	8	0.587	0.53	8	0.613	----	----	----

(*) $P < 0.05$; (**) $P < 0.01$ (correcció de Chandler); (#) Valors no significatius amb la correcció de Chandler, (1) 6 ♂♂ i 7 ♀♀; (2) 3 ♂♂ i 11 ♀♀; (3) 13 esquiroles al parc urbà (P. urbà) i 14 al bosc mediterrani (B. med.); (4) 2 ♂♂ i 8 ♀♀

Taula 7. Mitjana (\bar{x}) i desviació estàndard (s) de les variables dels arbres on els esquirols situen els nius (per dormir de nit i descansar de dia) i de les variables del niu, respecte de l'arbre on està situat (pel pi blanc, *P. halepensis*, i l'alzina, *Q. ilex*). Com que no hi ha diferències entre sexes (Taula 6), s'han agrupat els valors. (P. urbà = parc urbà; B. med. = bosc mediterrani; ori. = orientació; n = mida mostral).

Àrea	Arbre spp.	VARIABLES DE L'ARBRE																							
		Perímetre del tronc (m)	Alçada (m)	Grau de connexió (°)	Dist. de terra a primera branca (m)	Longitud màx. brancaatge ori. N (m)	Longitud màx. brancaatge ori. S (m)	Longitud màx. brancaatge ori. E (m)	Longitud màx. brancaatge ori. O (m)	n	\bar{x}	s													
P. urbà	Pi blanc	13	1.15	0.39	13	16.58	4.32	13	333.1	38.38	13	5.72	2.69	13	2.29	2.35	13	4.71	2.73	13	3.27	2.39	13	2.42	2.65
B. med.	Pi blanc	14	0.99	0.22	14	18.41	4.51	13	310.2	56.01	14	5.04	2.07	14	3.07	1.40	14	3.61	1.39	14	3.84	1.54	14	3.48	1.41
P. urbà-B. med.	Pi blanc	27	1.07	0.32	27	17.53	4.43	26	321.6	48.48	27	5.37	2.37	27	2.69	1.92	27	4.14	2.17	27	3.57	1.98	27	2.97	2.13
B. med.	Alzina	10	0.52	0.19	10	11.26	2.84	10	335.0	29.15	10	2.58	1.83	10	2.10	1.63	10	2.54	1.20	10	1.96	1.21	10	2.08	1.14

SITUACIÓ DEL NIU A L'ARBRE																
Alçada (m)	Distància al tronc (m)	Dist. a extrem branca suport (m)	Orientació entrada niu (°)	Orientació respecte tronc (°)	Dist. a part més alta de l'arbre (m)	Dist. a part més exterior arbre (m)	% nius ϕ branca punt suport < 3 cm	n	\bar{x}	s	%					
13	11.05	3.42	1	86	—	13	154.2	37.1	13	2.71	2.81	11	1.62	0.73	13	69.2
14	14.70	3.96	2	263.5	23.8	14	208.6	83.5	14	2.53	1.86	14	1.29	0.85	14	35.7
27	12.94	4.09	3	260.5	91.6	27	170.6	65.9	27	2.61	2.32	25	1.44	0.80	27	51.8
10	9.06	2.89	2	15.6	91.1	9	253.0	64.3	10	0.91	0.80	10	0.94	0.32	10	100.0

3.9.2. Variacions individuals

Els diferents esquirols (parc) presenten variacions (Taula 8) en les variables de l'arbre en què ubiquen el niu i en la situació del niu a l'arbre, que són significativament diferents (Taula 9) en les variables de l'arbre (perímetre del tronc de l'arbre, alçada de l'arbre i distància des de terra fins la primera branca) i en la situació del niu a l'arbre (alçada i distància al tronc) i suggereixen que cada esquirol selecciona les variables de l'arbre i la situació del niu respecte de l'arbre, d'entre els arbres que té disponibles en l'àrea d'activitat que ocupa. Aquesta hipòtesi sembla correcta perquè els esquirols que viuen en àrees d'activitat amb *P. halepensis* més madurs i de més envergadura (σ núm. 2 i φ núm. 5), tenen les variables amb valors significativament superiors (Taula 9) respecte dels esquirols que viuen en àrees d'activitat amb *P. halepensis* menys madurs i de menys envergadura (φ núm. 1 i φ núm. 9).

Taula 8. Mitjana (\bar{x}) i desviació estàndard (s) de les variables dels arbres on els esquirols del parc urbà situen els nius (per dormir de nit i descansar de dia) i variables del niu respecte de l'arbre on està situat (pi blanc, *P. halepensis*) per a cada esquirol. (N. esq. = núm. d'esquirol; ori. = orientació; n = mida mostral).

Sexe	N. esq.	VARIABLES DE L'ARBRE																							
		Perímetre del tronc (m)	Alçada (m)	Grau de connexió (°)	Dist. de terra a primera branca (m)	Longitud màx. branca ori. N (m)	Longitud màx. branca ori. S (m)	Longitud màx. branca ori. E (m)	Longitud màx. branca ori. O (m)	n	\bar{x}	s													
♀	9 ⁽¹⁾	5	0.70	0.20	5	14.76	6.32	5	360.0	0.00	5	3.69	0.86	5	1.29	1.09	5	1.75	0.68	5	3.26	0.92	5	0.94	0.58
♂	2 ⁽¹⁾	7	1.60	0.83	7	20.76	5.48	7	325.7	45.41	7	7.68	1.44	7	3.33	3.06	7	6.96	4.68	7	3.90	2.99	7	3.34	3.24
♀	1 ⁽²⁾	6	0.96	0.37	6	12.88	2.18	6	360.0	0.00	6	2.07	0.77	6	2.60	1.68	6	3.48	1.41	6	2.52	1.10	6	2.19	1.31
♀	5 ⁽²⁾	6	1.21	0.25	6	19.12	4.46	6	349.0	0.26	6	6.78	1.36	6	2.20	2.51	6	4.51	3.89	6	5.48	2.84	6	2.00	2.05

SITUACIÓ DEL NIU A L'ARBRE																							
Alçada (m)	Distància al tronc (m)	Dist. a extrem branca suport (m)	Orientació entrada niu (°)	Orientació respecte tronc (°)	Dist. a part més alta de l'arbre (m)	Dist. a part més exterior arbre (m)	% nius ϕ branca suport < 3 cm	n	\bar{x}	s	n	\bar{x}	s	%									
♀	9 ⁽¹⁾	5	10.46	2.02	5	0.38	0.52	5	1.39	0.79	---	---	5	103.42	7.89	5	3.73	5.13	4	0.89	0.15	5	60.0
♂	2 ⁽¹⁾	7	16.04	6.65	7	3.88	1.20	7	1.78	0.64	---	---	7	133.71	22.62	7	1.35	1.26	7	1.11	0.20	7	100.0
♀	1 ⁽²⁾	6	9.88	1.35	5	0.95	0.83	4	1.59	0.20	---	---	6	104.71	35.41	4	1.27	0.53	3	1.30	0.53	6	83.3
♀	5 ⁽²⁾	6	14.12	2.03	6	1.76	1.24	6	2.08	0.50	---	---	5	98.87	76.56	6	4.10	3.03	6	1.58	0.62	6	83.3

(1) Edat mitjana mínima = ♀ núm. 9, 25.5 mesos; ♂ núm. 2, 24.0 mesos; (2) Edat mitjana exacta = ♀ núm. 1, 21.5 mesos; ♀ núm. 5, 8.0 mesos.

Taula 9. Comparació entre individus en adults (♀ núm. 9, ♂ núm. 2, ♀ núm. 1 i ♀ núm. 5; estadística descriptiva a Taula 8) de les variables dels arbres on ubiquen nius i de la situació dels nius utilitzats (per dormir de nit i per descansar de dia) situats en pins blancs, *P. halepensis*, al parc urbà (ANOVA, prova de Kruskal-Wallis i prova *F* de Watson) (ori. = orientació).

VARIABLES DE L'ARBRE														
Perímetre del tronc		Alçada		Graus de connexió		Dist. de terra a primera branca		Longitud màx. brancaatge ori. N		Longitud màx. brancaatge ori. E		Longitud màx. brancaatge ori. O		
χ ²	n	F	df	P	F	df	P	F	df	P	χ ²	n	P	
11.38	24	0.001**	3.627	3,20	0.003**	2.121	3,20	0.130	30.835	3,20	0.000*	0.787	3,20	0.515
(veure α)														
SITUACIÓ DEL NIU A L'ARBRE														
Alçada		Distància al tronc		Dist. a extrem branca suport		Orientació entrada niu		Orientació respecte tronc		Dist. a part més alta de l'arbre		Dist. a part més exterior arbre		
χ ²	n	F	df	P	F	df	P	F	df	P	χ ²	n	P	
14.22	24	0.003**	13.638	3,19	0.000***	1.275	3,18	0.313	---	---	4.94	22	0.176	
(veure α)														
(veure @) NS														

(*) P < 0.05, (**) P < 0.01, i (***) P < 0.001 (correcció de Chandler); (#) ' alors no significatius amb la correcció de Chandler; (NS) no significatiu.

(α) Prova *t* de Student i prova *U* de Mann-Whitney entre individus (P < 0. 5, amb correcció de Chandler) per a les variables següents:

- perímetre del tronc: δ2-♀1, Z = 2.00, n = 13, P = 0.045#; δ2-♀9, Z = 2. , n = 12, P = 0.007**; ♀5-♀9, Z = 2.56, n = 11, P = 0.011*,

- Alçada arbre: δ2-♀1, t = 3.29, df = 11, P = 0.007**; ♀1-♀5, t = 3.07, df = 10, P = 0.012*,

- Distància terra-primera branca: δ2-♀1, t = 8.49, df = 11, P = 0.000***; ♀1-♀5, t = 7.37, df = 10, P = 0.000***; ♀1-♀9, t = 3.28, df = 9, P = 0.009**; δ2-♀9, t = 5.48, df = 10, P = 0.000***; ♀5-♀9, t = 4.38, df = 9, P = 0.002**,

- Alçada niu: δ2-♀1, Z = 2.86, n = 13, P = 0.004**; ♀1-♀5, Z = 2.88, n = 12, P = 0.004**; ♀5-♀9, Z = 2.56, n = 11, P = 0.011*,

- Distància niu-tronc: δ2-♀1, t = 4.66 df = 10, P = 0.001**; δ2-♀5, t = 3.13, df = 11, P = 0.010*; δ2-♀9, t = 0.128, df = 10, P = 0.000***; ♀5-♀9, t = 2.31, df = 9, P = 0.046#.

(@) δ2-♀1, F = 2.508, df = 11, P = 0.142; δ2-♀5, F = 0.815, df = 10, P = 0.388; δ2-♀9, F = 6.811, df = 10, P = 0.02δ; ♀1-♀5, F = 0.023, df = 9, P = 0.884; ♀1-♀9, F = 0.005, df = 9, P = 0.944; ♀5-♀9, F = 0.012, df = 8, P = 0.915.

L'envergadura de l'arbre (Taula 8) condiona la situació del niu en el cas del pi blanc, *P. halepensis*. Hi ha diferències significatives en les alçades on situen el niu i la distància del niu al tronc (Taula 9):

a) com més alt és l'arbre, més alt situen el niu (Fig. 8, equació de regressió realitzada a partir dels valors mitjans de cada esquirol: $y = -0.761 + 0.793x$, $r^2 = 0.99$, $n = 4$, $P = 0.0117$),

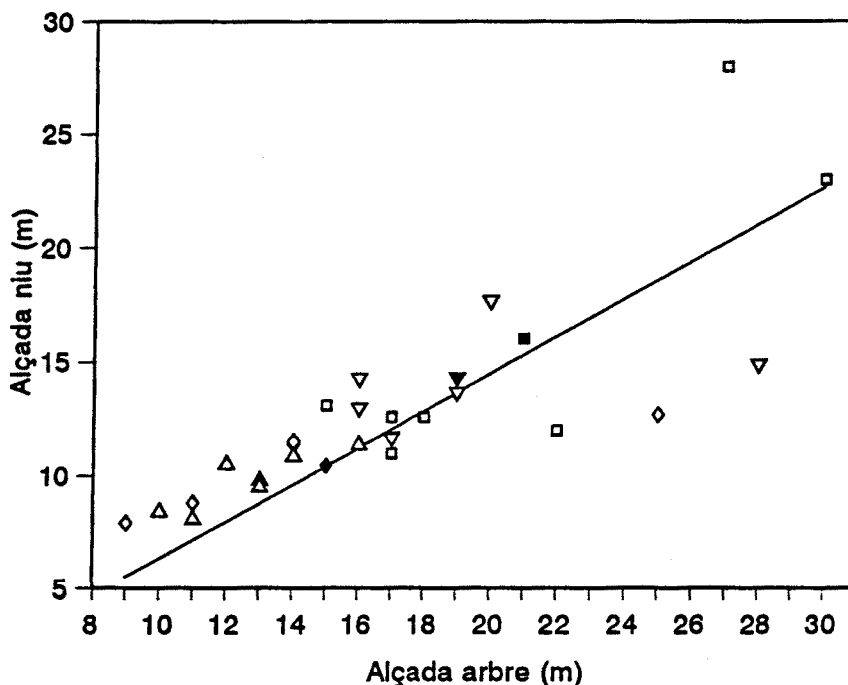


Fig. 8. Regressió lineal de l'alçada (m) de l'arbre (pi blanc, *P. halepensis*) on situen el niu de nit o de dia, amb l'alçada (m) on es troba situat el niu. Realitzat amb 3 esquirols adults (♀ núm 9: ◊; ♂ núm. 2: □; ♀ núm. 1: △) i 1 subadult (♀ núm. 5: ▽) del parc urbà (Taula 8). A la gràfica s'expressen tots els valors de cada esquirol, però la regressió s'ha realitzat únicament amb la (◊, ■, ▲, ▽) mitjana de valors de cada esquirol ($n = 5, 7, 6$ i 6 respectivament; equació de regressió: $y = -0.761 + 0.793x$, $r^2 = 0.99$, $n = 4$, $P = 0.0117$). Realitzant separatament per a cada esquirol una regressió entre les mateixes variables esmentades, dóna valors gairebé significatius o significatius en tots els casos (♀ núm. 9, $P = 0.0869$, $r^2 = 0.68$; ♂ núm. 2, $P = 0.0144$, $r^2 = 0.73$; ♀ núm. 1, $P = 0.0151$, $r^2 = 0.81$) excepte per a l'esquirol subadult ♀ núm. 5: ▽.

b) com més gran és el perímetre del tronc de l'arbre, hi ha més distància des del niu al tronc (Fig. 9, equació de regressió realitzada a partir dels valors mitjans de cada esquirol: $y = -2.638 + 3.920x$, $r^2 = 0.96$, $n = 4$, $P = 0.0204$),

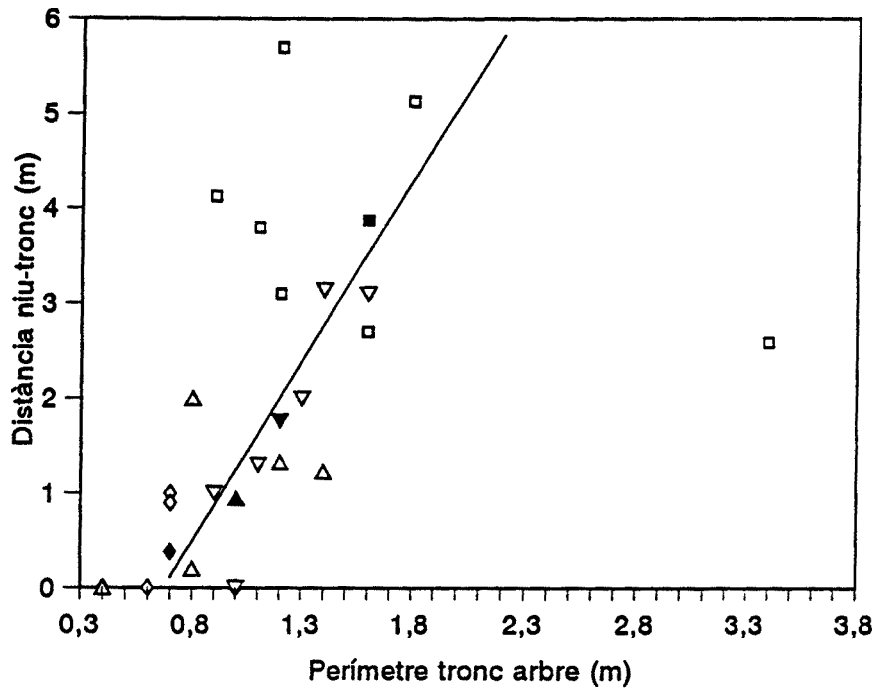


Fig. 9. Regressió lineal del perímetre (m) del tronc (1.3 m del terra) de l'arbre (pi blanc, *P. halepensis*) on es troba situat el niu de nit o de dia (indicatiu de l'amplada del tronc) amb la distància (m) del niu al tronc de l'arbre. Realitzat amb 3 esquirols adults (♀ núm. 9: ◇; ♂ núm. 2: □; ♀ núm. 1: △) i 1 subadult (♀ núm. 5: ▽) del parc urbà (Taula 8). A la gràfica s'expressen tots els valors de cada esquirol, però la regressió s'ha fet únicament amb la (◆, ■, ▲, ▼) mitjana de valors de cada esquirol (n = 5, 7, 6 i 6 respectivament; equació de regressió: $y = -2.638 + 3.920x$, $r^2 = 0.96$, n = 4, P = 0.0204). Realitzant separatament per a cada esquirol una regressió entre les mateixes variables esmentades, dóna valors gairebé significatius o significatius únicament per a l'esquirol adult ♀ núm.1: △ (P = 0.0639, $r^2 = 0.62$), i el subadult ♀ núm. 5: ▽ (P = 0.0160, $r^2 = 0.80$).

c) com més gran és l'alçada on situen el niu, hi ha una tendència a que sigui més gran la distància del niu al tronc, tot i que no arriba a ser significativa (Fig. 10, equació de regressió realitzada a partir dels valors mitjans de cada esquirol: $y = -4.276 + 0.477x$, $r^2 = 0.84$, n = 4, P = 0.0827).

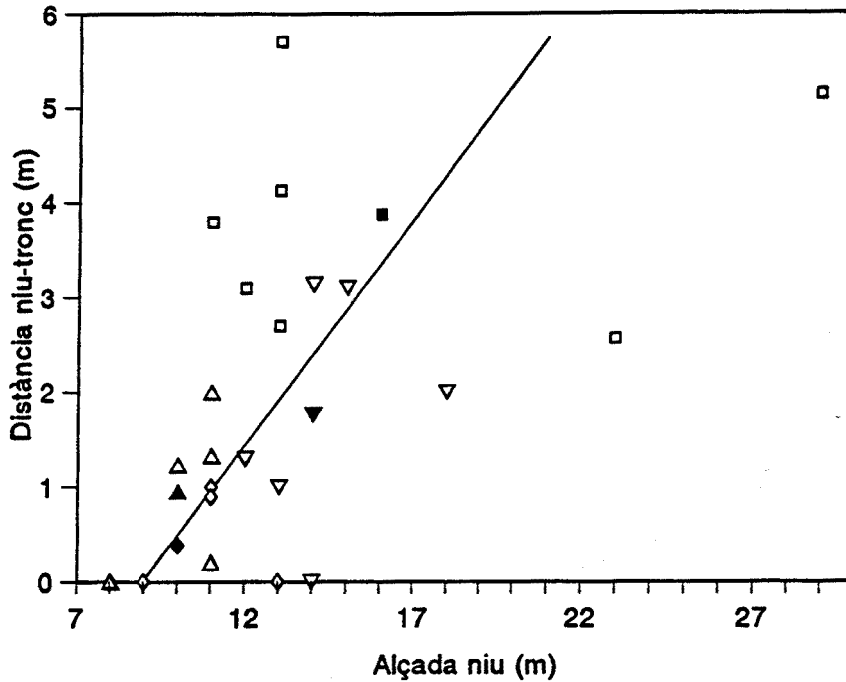


Fig. 10. Regressió lineal de l'alçada (m) del niu de nit o de dia (situat en pi blanc, *P. halepensis*) amb la distància (m) del niu al tronc del mateix arbre. Realitzat amb 3 esquirols adults (♀ núm. 9: ◇; ♂ núm. 2: □; ♀ núm. 1: △) i 1 subadult (♀ núm. 5: ▽) del parc urbà (Taula 8). A la gràfica s'expressen tots els valors de cada esquirol, però la regressió s'ha realitzat únicament amb la (◇, ■, ▲, ▽) mitjana de valors de cada esquirol (n = 5, 7, 6 i 5 en ♀ núm. 1, i 6 respectivament; equació de regressió: $y = -4.276 + 0.477x$, $r^2 = 0.84$, $n = 4$, $P = 0.0827$). Realitzant separatament per a cada esquirol una regressió entre les mateixes variables esmentades, no dóna valors significatius en cap d'ells.

(d) la distància de terra fins la primera branca (o fins l'enforcadura) té tendència a ser més gran com més maduresa té l'arbre (perímetre del tronc; Taula 8), molt probablement a causa de l'estructura arbòria del propi arbre. Aquesta tendència, però, no és significativa (equació de regressió realitzada a partir dels valors mitjans de cada esquirol: $y = -1.202 + 5.599x$, $r^2 = 0.69$, $n = 4$, $P = 0.1821$), probablement a causa de les podes de les branques basals d'alguns arbres situats en zones enjardinades, que alteren les dades recollides. Aquestes variables difereixen significativament entre alguns esquirols (Taula 9).

3.10. Nius de part

3.10.1. Descripció

Les característiques de l'arbre seleccionat i les ubicacions dels nius de part respecte de l'arbre on estan situats es detallen a la Taula 10.

No hi ha diferències entre els nius de part (Taula 10) i els nius de dormir de nit i descansar de dia (s'han inclòs com a independents valors del niu de part i del niu de nit-dia de la femella 26, perquè pertanyen a anys diferents, 1992 i 1993, respectivament) situats en pi blanc, *P. halepensis*, ni en les:

(a) variables de l'arbre (perímetre tronc, $t = 0.22$, $df = 7$, $P = 0.831$; alçada, $t = 0.10$, $df = 7$, $P = 0.919$; graus de connexió (no realitzat per manca de mida mostral); distància terra-1a branca, $t = 0.61$, $df = 7$, $P = 0.560$; longitud màxima brancatge direcció nord, $t = 1.06$, $df = 7$, $P = 0.324$; longitud màxima brancatge direcció sud, $t = 0.23$, $df = 7$, $P = 0.827$; longitud màxima brancatge direcció est, $t = 0.71$, $df = 7$, $P = 0.503$; longitud màxima brancatge direcció oest, $t = 0.52$, $df = 7$, $P = 0.621$), ni en les

(b) variables de la situació del niu respecte de l'arbre (alçada, $t = 1.54$, $df = 7$, $P = 0.167$, distància al tronc, $t = 0.28$, $df = 7$, $P = 0.784$, distància a l'extrem de la branca suport, $t = 2.02$, $df = 7$, $P = 0.084$ amb $\bar{x} = 87$ cm en els de part i $\bar{x} = 197.3$ cm en els de nit-dia, distància a la part més alta de l'arbre, $t = 0.69$, $df = 7$, $P = 0.512$, distància a la part més exterior de l'arbre, $t = 0.78$, $df = 5$, $P = 0.471$).

Tal com succeeix amb els nius de dormir i de descans situats en *P. halepensis* (Fig. 8 i Fig. 9), l'envergadura de l'arbre també condiciona la situació dels nius de part (valors mitjans per cada femella de les variables dels arbres de diferents espècies on ubiquen els nius de part; sis femelles del parc urbà amb 12 nius de part els anys 1992 i 1993, en sis espècies d'arbres diferents, *P. halepensis*, *P. pinea*, *P. pinaster*, *C. sempervirens*, *C. atlantica* i *Q. ilex*):

a) com més alt és l'arbre, més alt situen el niu (equació de regressió: $y = -0.727 + 0.877x$, $r^2 = 0.94$, $n = 6$, $P = 0.0012$),

b) com més gran és el perímetre del tronc de l'arbre, hi ha més distància des del niu al tronc (equació de regressió: $y = -4.067 + 6.547x$, $r^2 = 0.76$, $n = 6$, $P = 0.0237$),

i no hi ha diferències entre els pendents de les equacions de regressió d'aquests dos tipus de nius, ni per a (a) $F = 4.309$, $df = 1,8$, $P = 0.0766$, ni per a (b) $F = 3.229$, $df = 1,8$, $P = 0.1154$.

Taula 10. Mitjana (\bar{x}) i desviació estàndard (s) de les variables dels arbres (pi blanc, *P. halepensis*, pi pinyer, *P. pinea* i alzina, *Q. ilex*) on situen els nius de part (♀♀ diferents) i de les variables del niu de part respecte de l'arbre on està situat. (ori. = orientació; n = mida mostral).

Àrea	Arbre spp.	VARIABLES DE L'ARBRE																							
		Perímetre del tronc (m)		Alçada (m)		Graus de connexió (°)		Dist. de terra a primera branca (m)		Longitud màx. branca ori. N (m)		Longitud màx. branca ori. E (m)		Longitud màx. branca ori. O (m)											
		n	\bar{x}	s	n	\bar{x}	s	n	\bar{x}	s	n	\bar{x}	s	n	\bar{x}	s	n	\bar{x}	s						
Parc	Pi blanc	2	1.03	0.63	2	15.33	10.40	2	342.5	24.7	2	4.15	1.34	2	3.65	2.90	2	4.05	2.86	2	4.15	2.71	2	3.05	2.05
	Pi pinyer	2	1.29	0.13	2	16.05	8.98	2	360.0	0.0	2	8.40	7.21	2	3.87	3.99	2	3.65	5.16	2	6.90	0.56	2	0.00	0.00
	Alzina	2	0.66	0.14	2	11.92	8.38	2	360.0	0.0	2	2.25	0.49	2	2.52	1.02	2	2.90	1.13	2	3.14	0.15	2	2.42	1.09
	Total spp.	6	1.00	0.41	6	14.44	5.85	6	354.2	14.3	6	4.93	4.33	6	3.35	2.34	6	3.53	2.74	6	4.73	2.14	6	1.82	1.78
Bosc	Pi blanc	2	0.81	0.05	2	12.90	5.02	2	302.5	17.7	2	1.34	1.36	2	2.67	0.11	2	2.73	0.80	2	2.50	0.00	2	3.00	0.28
	Ambdues àrees	8	0.95	0.36	8	14.05	5.35	8	341.2	27.6	8	4.03	4.05	8	3.18	2.01	8	3.33	2.36	8	4.17	2.08	8	2.11	1.60
SITUACIÓ DEL NIU A L'ARBRE																									
		Alçada (m)		Distància al tronc (m)		Dist. a extrem branca suport (m)		Orientació entrada niu (°)		Orientació respecte tronc (°)		Dist. a part més alta de l'arbre (m)		Dist. a part més exterior arbre (m)		% nius ϕ branca punt suport < 3 cm									
		n	\bar{x}	s	n	\bar{x}	s	n	\bar{x}	s	n	\bar{x}	s	n	\bar{x}	s	n	%							
Parc	Pi blanc	2	12.28	0.16	2	2.09	2.96	2	0.87	0.38	2	161.0	85.84	1	110.0	---	2	1.25	1.34	2	1.25	0.92	2	50.0	
	Pi pinyer	2	14.30	7.49	2	4.16	2.63	2	2.35	0.78	---	---	---	2	120.0	25.41	2	3.15	1.20	2	1.76	0.90	2	50.0	
	Alzina	2	8.93	8.8	1	2.20	---	1	0.30	---	2	76.5	58.40	2	130.0	53.87	1	0.20	---	1	0.25	---	2	100.0	
	Total spp.	6	11.84	5.67	5	2.94	2.27	5	1.35	1.04	4	103.9	82.74	5	120.7	36.89	5	1.80	1.58	5	1.25	0.89	6	66.7	
Bosc	Pi blanc	2	8.20	1.4	2	0.45	0.64	2	1.46	0.23	2	336.5	30.19	2	70.0	10.03	2	3.80	4.89	2	0.80	0.28	2	50.0	
	Ambdues àrees	8	10.93	5.11	7	2.23	2.23	7	1.38	0.85	6	28.2	97.08	7	104.69	39.41	7	2.37	2.55	7	1.12	0.77	8	75.0	

3.10.2. Variacions individuals

No hi ha diferències significatives entre individus en relació a les variables de l'arbre on situen el niu i les que defineixen la situació del niu a l'arbre (Taula 11).

Taula 11. Mitjana (\bar{x}) i desviació estàndard (s) de les variables dels arbres (diferents espècies) on els esquirois situen el niu de part (♀) i de les variables d'aquests nius, per a cada esquiroi. S'incloïu la comparació d'aquestes variables entre esquirois (ANOVA, prova de Kruskal-Wallis i prova *F de Watson*), suposant que les variables de cada esquiroi són independents. (N. esq. = núm. d'esquiroi; ori. = orientació; n = mida mostral).

VARIABLES DE L'ARBRE																		
N. esq.	Perímetre del tronc (m)		Alçada (m)		Graus de connexió (°)		Dist. de terra a primera branca (m)		Longitud màx. branca ori. N (m)		Longitud màx. branca ori. S (m)		Longitud màx. branca ori. E (m)		Longitud màx. branca ori. O (m)			
	n	\bar{x}	n	\bar{x}	n	\bar{x}	n	\bar{x}	n	\bar{x}	n	\bar{x}	n	\bar{x}	n	\bar{x}		
1 ⁽¹⁾	4	0.78	4	15.01	4	337.5	4	1.35	4	1.75	4	1.95	4	1.97	4	1.93		
9 ⁽²⁾	2	0.83	2	8.82	2	330.0	2	1.38	2	1.95	2	4.70	2	5.07	2	2.66		
26 ⁽³⁾	3	0.85	3	11.28	3	213.3	3	2.90	3	2.52	3	2.58	3	2.68	3	1.31		
	F	df	P	F	df	P	F	df	P	F	df	P	F	df	P	F	df	
	0.034	2,6	0.967	1.486	2,6	0.299	1.383	2,6	0.321	0.923	2,6	0.447	0.153	2,6	0.861	1.428	2,6	0.311
SITUACIÓ DEL NIU A L'ARBRE																		
Alçada (m)		Distància al tronc (m)		Dist. a extrem branca suport (m)		Orientació entrada niu (°)		Orientació respecte tronc (°)		Dist. a part més alta de l'arbre (m)		Dist. a part més exterior arbre (m)		% nius ϕ branca punt suport < 3 cm				
n	\bar{x}	n	\bar{x}	n	\bar{x}	n	\bar{x}	n	\bar{x}	n	\bar{x}	n	\bar{x}	n	%			
1 ⁽¹⁾	4	10.50	3	0.07	2	1.70	4	44.8	4	152.7	2	0.90	2	1.15	4	100.0		
9 ⁽²⁾	2	6.82	2	2.70	2	0.36	2	86.5	2	160.0	2	0.20	2	0.32	2	100.0		
26 ⁽³⁾	3	9.05	3	1.43	3	0.78	2	70.0	2	113.5	3	0.93	3	1.03	2	100.0		
	F	df	P	χ^2	n	P	F	df	P	F	df	P	F	df	P	F	df	
	0.595	2,6	0.581	2.596	8	0.273	3.102	2,4	0.154	0.418	4	0.553 ⁽⁴⁾	0.054	4	0.828 ⁽⁵⁾	2.368	2,4	0.210
							0.366	4	0.578 ⁽⁶⁾	0.687	4	0.454 ⁽⁶⁾				0.864	2,4	0.488
							0.076	2	0.808 ⁽⁶⁾	0.781	2	0.470 ⁽⁶⁾						

(1) Cedre de l'Atlas, *C. atlantica*, alzina, *Q. ilex*, xiprer, *C. sempervirens* i pi canari, *P. canariensis*; (2) Alzines, *Q. ilex*; (3) Pi blanc, *P. halepensis*, alzina, *Q. ilex* i xiprer, *C. sempervirens*; (4) ♀ núm. 1-♀ núm. 9; (5) ♀ núm. 1-♀ núm. 26; (6) ♀ núm. 9-♀ núm. 26.

3.11. Orientació dels nius de dormir de nit i de descans diürn, respecte del tronc de l'arbre on estan situats

3.11.1. Descripció

S'han agrupat els valors perquè no hi ha diferències estadísticament significatives en l'orientació dels nius entre sexes (adults) en cap de les àrees d'estudi (Taula 6).

Els esquirois del parc urbà, quan utilitzen el pi blanc, *P. halepensis*, per construir-hi els nius, els situen al SE (Taula 12, Fig. 11). Això ho fan tant els mascles com les femelles (prova de la uniformitat de Rayleigh, $\sigma\sigma$: $n = 6$, $\mu = 159.8^\circ$, $r = 0.913$, $P = 0.002$; $\varphi\varphi$: $n = 7$, $\mu = 148.2^\circ$, $r = 0.731$, $P = 0.018$), però aquesta agrupació dels nius no es produeix al bosc mediterrani en la mateixa espècie d'arbre. Quan al bosc mediterrani utilitzen l'alzina, *Q. ilex*, els nius tendeixen a agrupar-se cap al SO (Taula 12, Fig. 11).

Per tal d'excloure l'efecte arbre, s'ha analitzat si hi ha diferències entre sexes i entre hàbitats en la longitud màxima del brancatge en les direccions N, S, E i O dels pins blancs, *P. halepensis*, i alzines, *Q. ilex* (Taula 6), i també si es produeixen diferències entre individus en aquestes variables (Taula 8). Com que no hi ha diferències significatives en aquestes espècies d'arbre en cap de les direccions citades, ni entre sexes, ni entre hàbitats (Taula 6), ni entre animals diferents (Taula 9), es pot concloure que els arbres no tenen un creixement diferencial. Per tant, els esquirois seleccionen la ubicació del niu respecte al tronc.

Taula 12. Orientació mitjana (μ) i grau de concentració (r) de la ubicació dels nius (de dormir de nit i de descans de dia), respecte de l'eix del tronc (en pi blanc, *P. halepensis* i alzina, *Q. ilex*), per les poblacions d'esquirois adults de cada hàbitat. (Prova de la uniformitat de Rayleigh). (n = mida mostral). (Fig. 11).

	<i>P. halepensis</i>				<i>Q. ilex</i>			
	n	μ ($^\circ$)	r	P	n	μ ($^\circ$)	r	P
Parc urbà	13	154.2	0.811	0.000***	—	—	—	—
Bosc mediterrani	14	208.6	0.346	0.190	9	253.0	0.532	0.075
Ambdós hàbitats	27	170.6	0.516	0.001**	—	—	—	—

(**) $P < 0.01$, (***) $P < 0.001$ (correcció de Chandler).

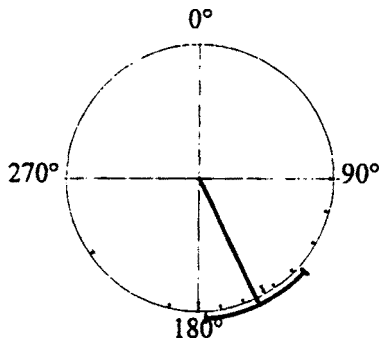
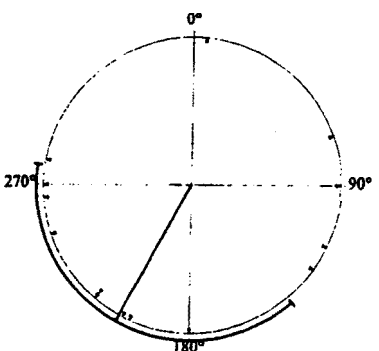
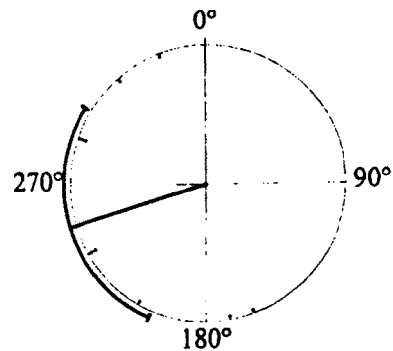
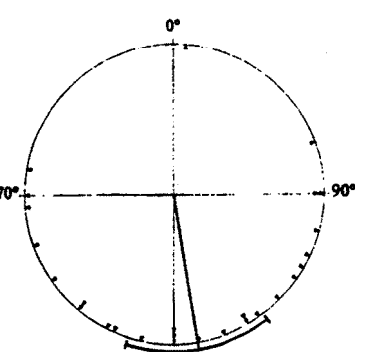
Hàbitat	Arbre spp.	
	<i>P. halepensis</i>	<i>Q. ilex</i>
Parc urbà	(n = 13) 	-----
Bosc mediterrani	(n = 14) 	(n = 9) 
Ambdós hàbitats	(n = 27) 	-----

Fig. 11. Orientació mitjana (μ) amb intervals de confiança del 95%, de la ubicació dels nius (de dormir de nit i de descans diürn) d'esquirols adults d'ambdós sexes (un niu per esquirol), respecte a l'eix del tronc de l'arbre (pi blanc, *P. halepensis* i alzina, *Q. ilex*) on estan situats. (Prova de la uniformitat de Rayleigh a Taula 12) (n = mida mostral).

3.11.2. Variacions individuals

No hi ha diferències entre individus en l'orientació dels nius (dormir de nit i descans diürn) quan els situen en pi blanc, *P. halepensis*, respecte del tronc de l'arbre on estan situats (Taula 9), i cada esquirol tendeix a col·locar els nius en una orientació similar (SE; Fig. 12), que coincideix amb la indicada anteriorment per a la població quan els situen en pi blanc, *P. halepensis*. Només els adults (edat > 12 mesos), però, presenten un grau de concentració (r) significatiu dels nius respecte de l'eix del tronc de l'arbre (Taula 13, Fig. 12).

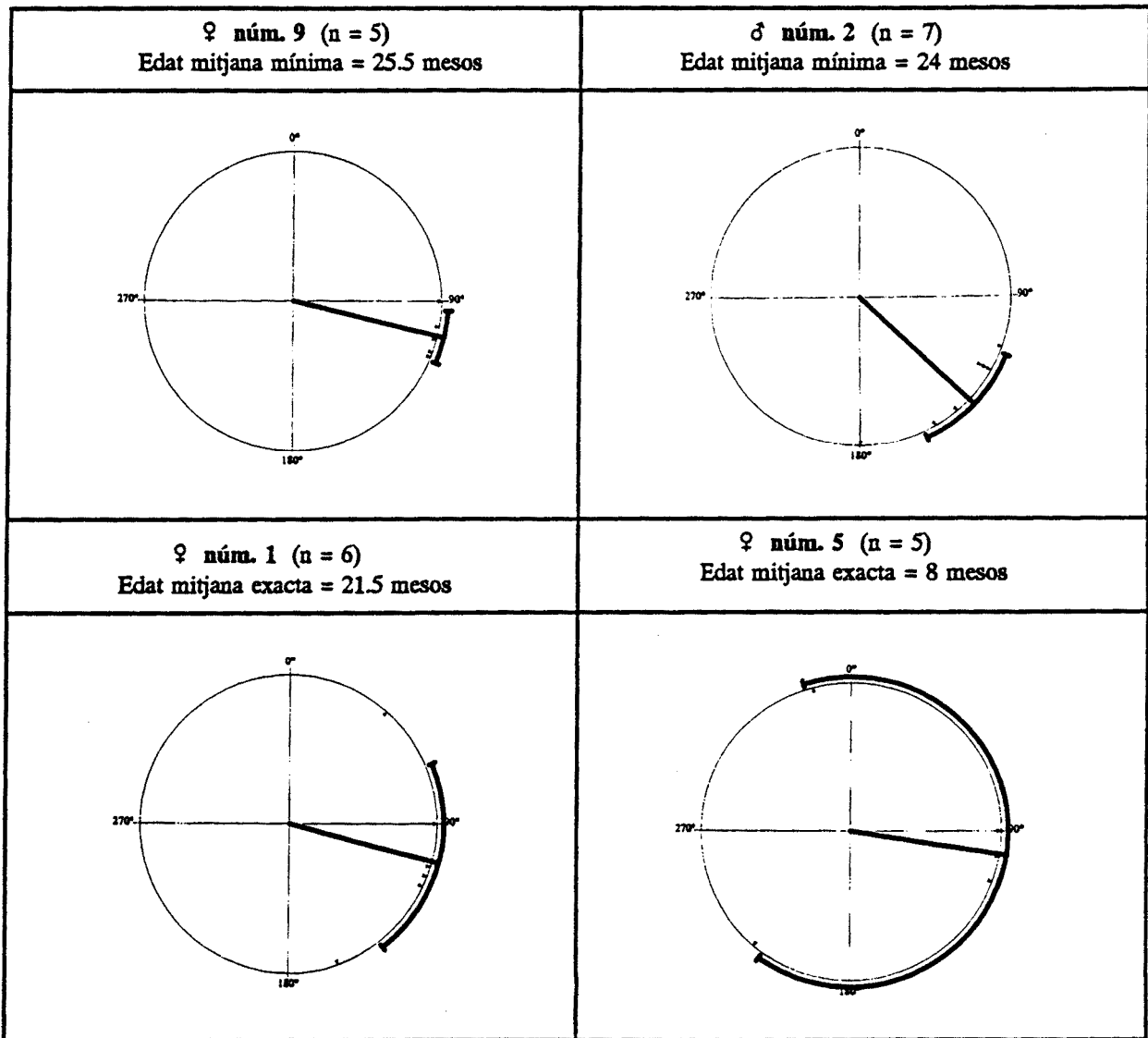


Fig. 12. Orientació mitjana (μ) amb intervals de confiança del 95%, de la ubicació dels nius (de dormir de nit i de descans diürn) de diferents esquirols (parc urbà) respecte del tronc de pi blanc, *P. halepensis* (extret de Taula 8) on està situat (parc urbà: ♀ núm. 9, ♂ núm. 2 i ♀ núm. 5; àrea annexa al parc urbà: ♀ núm. 1) (Prova de la uniformitat de Rayleigh a Taula 13) (n = mida mostral).

Taula 13. Orientació mitjana (μ) i grau de concentració (r) de la ubicació dels nius (de dormir de nit i de descans de dia), respecte de l'eix del tronc (en pins blancs, *P. halepensis*), en esquirols d'edats diferents del parc urbà. (Prova de la uniformitat de Rayleigh). (N. esquirol = núm. esquirol). (n = mida mostral). (Fig. 12).

N. esquirol	Sexe	Edat mitjana (mesos)	n	μ (°)	r	P
9	♀	25.5 ⁽¹⁾	5	103.4	0.991	0.001**
2	♂	24.0 ⁽¹⁾	7	133.7	0.925	0.000***
1	♀	21.5 ⁽²⁾	6	104.7	0.826	0.010*
5	♀	8.0 ⁽²⁾	5	98.9	0.409	0.455

(1) edat mitjana mínima; (2) edat mitjana exacta;

(*) $P < 0.05$, (**) $P < 0.01$, (***) $P < 0.001$ (correcció de Chandler).

La precisió amb què trien aquesta orientació dels nius en l'arbre està associada a l'experiència de l'animal (Fig. 13, equació de regressió, $y = 0.144 + 0.033x$, $r^2 = 0.9968$, $n = 4$, $P = 0.0015$).

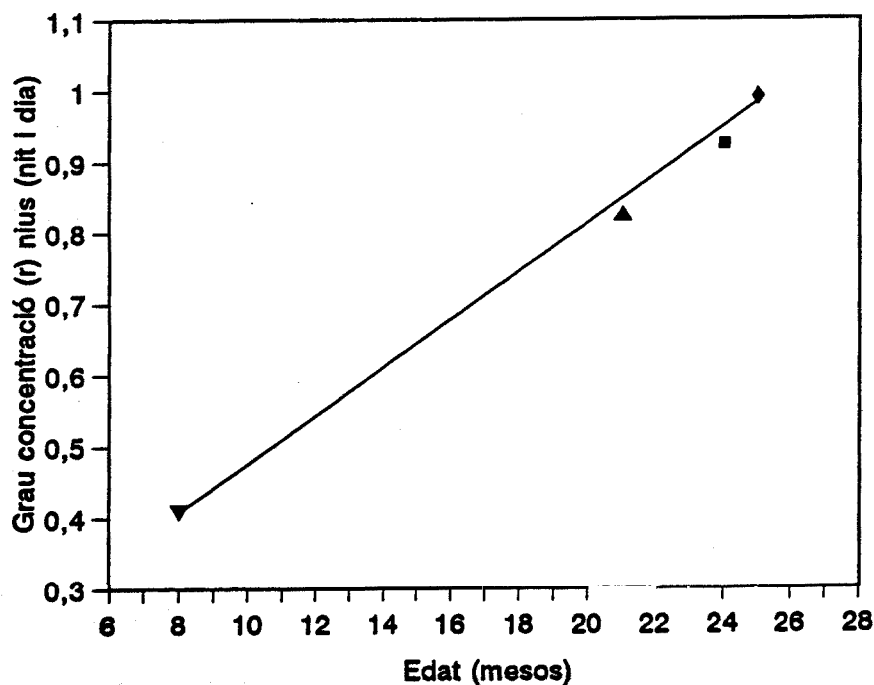


Fig. 13. Regressió lineal de l'edat (mesos) dels esquirols amb el grau de concentració (r) de l'orientació dels nius de dormir de nit i de descans diürn, situats en pi blanc, *P. halepensis* (Fig. 12, Taula 13). Realitzat amb 3 esquirols adults (♀ núm. 9: ♦; ♂ núm. 2: ■; ♀ núm. 1: ▲) i 1 subadult (♀ núm. 5: ▼) del parc urbà (Taula 8). La regressió que s'expressa ($y = 0.144 + 0.033x$, $r^2 = 0.9968$, $n = 4$, $P = 0.0015$) s'ha realitzat amb la mitjana de valors (edat i grau de concentració dels nius) de cada esquirol ($n = 5, 7, 6$ i 5 respectivament).

3.12. Orientació del forat d'entrada dels nius de part i de la ubicació d'aquests nius respecte del tronc

3.12.1. Orientació en la ubicació del forat d'entrada

No hi ha una orientació significativa (Taula 14, Fig. 14).

El forat d'entrada del niu respecte de l'arbre només està situat cap a la part exterior del brancatge en un 20% dels casos (2/8, amb valors repetits per algunes femelles).

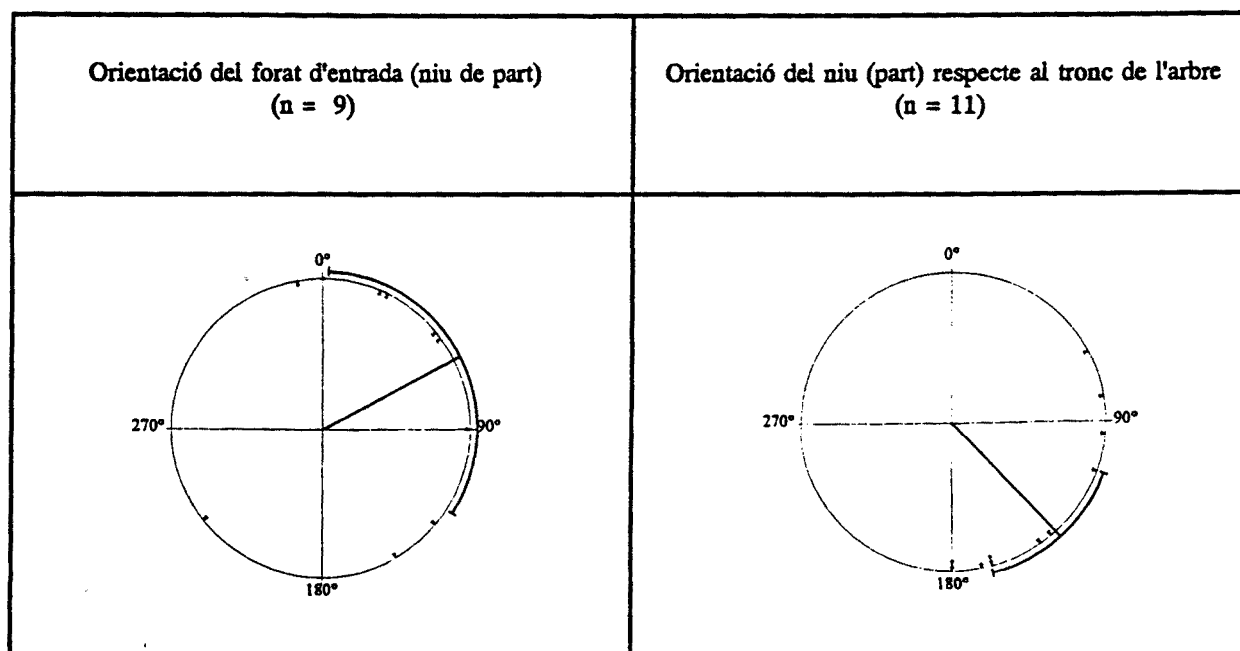


Fig. 14. Orientació mitjana (μ) amb intervals de confiança del 95%, del forat d'entrada del niu de part (parc, 4 ♀♀ en cinc espècies d'arbres: *P. halepensis*, *P. pinaster*, *C. sempervirens*, *C. atlantica* i *Q. ilex*) i orientació mitjana (μ) amb intervals de confiança del 95% dels nius de part (parc) respecte de l'eix del tronc (6 ♀♀ en sis espècies d'arbres: *P. halepensis*, *P. pinea*, *P. pinaster*, *C. sempervirens*, *C. atlantica* i *Q. ilex*). Inclou valors repetits dels mateixos esquiroles del parc urbà (Prova de la uniformitat de Rayleigh a Taula 14) (n = mida mostral).

Taula 14. Orientació mitjana (μ) i grau de concentració (r) del forat d'entrada del niu de part (4 ♀♀ en cinc espècies d'arbres: *P. halepensis*, *P. pinaster*, *C. sempervirens*, *C. atlantica* i *Q. ilex*) i orientació mitjana (μ) i grau de concentració (r) dels nius de part, respecte del tronc (6 ♀♀ en sis espècies d'arbres: *P. halepensis*, *P. pinea*, *P. pinaster*, *C. sempervirens*, *C. atlantica* i *Q. ilex*). Inclou valors repetits dels mateixos esquiroles del parc urbà. (Prova de la uniformitat de Rayleigh). (n = mida mostral). (Fig. 14).

	Orientació forat entrada niu de part				Orientació niu (part) respecte del tronc			
	n	μ (°)	r	P	n	μ (°)	r	P
Parc urbà	9	52.51	0.463	0.1456	11	137.65	0.773	0.0005***

(***) P < 0.001 (correcció de Chandler).

3.12.2. Orientació del niu respecte al tronc de l'arbre

Hi ha una orientació significativa (Taula 14, Fig. 14), i l'orientació mitjana està situada en el quadrant SE, i segueix la mateixa tendència que la que s'ha detectat a cada individu en els seus nius de part (3 ♀♀, parc urbà; Taula 11), en nius de nit-dia en adults (Taula 13 i Fig. 12), i en nius de nit-dia en adults d'ambdós hàbitats (Taula 12, Fig. 11).

4. DISCUSSIÓ

4.1. Tipus de nius

Els esquiroles arborícoles autòctons o al·lòctons de la regió holàrtica utilitzen tres tipus de nius: caus naturals situats a terra entre pedres grans (Setogucchi, 1991), caus en forats naturals d'arbres o construïts per picots (Gurnell, 1987; Wauters & Dhondt, 1990b), o nius globulars construïts amb branquillons i fulles, situats a les branques dels arbres, que són els més utilitzats per totes les espècies (Tittensor, 1970; Farentinos, 1972b; Pullianen, 1973; Rothwell, 1979; Gurnell, 1987; Wauters & Dhondt, 1990b; Setogucchi, 1991).

S. vulgaris utilitza els dos últims tipus de nius citats: amagatalls naturals en forats d'arbres i nius globulars (Tittensor, 1970; Gurnell, 1987; Wauters & Dhondt, 1990b), però utilitzen més aquests últims, que construeixen ells mateixos en la seva totalitat (Tittensor, 1970) encara que resideixin en àrees amb meteorologia severa (Pullianen, 1973; Wauters & Dhondt, 1990b). En hàbitats d'Europa central dominats per coníferes (*P. sylvestris* i *P. nigra*) constitueixen el 97.4% de tots els nius i en hàbitats dominats per caducifolis (*Q. robur*, *Fagus sylvatica* i *Betula* sp.), el 80.4% (Wauters & Dhondt, 1990b), mentre que en els hàbitats estudiats en què hi havia una disponibilitat relativa de forats en arbres (nius de picot verd, *Picus viridis*, i forats naturals en arbres madurs), els nius globulars constitueixen el 99.65% al parc urbà i el 100% al bosc mediterrani.

Es pot concloure que els forats d'arbres són menys utilitzats per ubicar-hi el niu quan les condicions meteorològiques són més benignes.

4.2. Ús dels nius

En hàbitats d'Europa central (Lat. 52° N) utilitzen 12 nius durant 6 mesos (Wauters & Dhondt, 1990b) i pot considerar-se que és semblant als 6-8 nius descrits en el present estudi (Lat. 41° N) ($\sigma\sigma = 6.67$ i $\text{♀♀} = 7.33$ incloent el niu de part) durant 3 mesos, si se suposa que durant cada estació construeixen una mitjana mínima de de 1.67-3.33 ($\bar{x} = 2.44$) nous nius.

Hi ha un niu principal més utilitzat i diversos nius secundaris menys utilitzats, com succeeix en hàbitats d'Europa central (Wauters & Dhondt, 1990b). La durada d'ús dels nius és superior en les latituds més meridionals (nius principals: 1.5-12 mesos), en contraposició a les latituds més septentrionals (nius: 4-7 mesos; Wauters & Dhondt, 1990b), probablement a causa de les condicions meteorològiques menys extremes, que deteriorenen menys els nius.

En els hàbitats d'Europa central el niu principal només és utilitzat com a niu de dormir de nit, mentre que en els hàbitats estudiats aquest niu pot ser utilitzat per dormir de nit i també per descansar durant el dia.

Aquest ús diürn del niu principal es déu especialment al fet que durant l'hivern (gener-principis de febrer) alguns esquiroles amb radioemissor seguits en el present estudi ja han finalitzat l'activitat diària i s'han retirat a dormir al niu a partir de les 12 h (obs. pers. i Fig.1 del Cap. 5), i la resta d'esquiroles ja han retornat als nius a les 13.30 h (Fig. 1 del Cap. 5). Generalment l'animal roman en aquest niu durant la resta del dia i durant la nit i, per tant, s'ha de considerar que encara que utilitzi aquest niu durant l'horari diürn, en realitat és un niu de dormir de nit al qual retornen molt anticipadament, respecte de la posta del sol en els mesos citats (Fig. 1 del Cap. 5). L'ús diürn del niu també pot estar causat per un descans ocasional en un niu secundari (12-14 h), abans de retornar a dormir al niu principal (Fig. 2 del Cap. 5). S'ha de suposar que aquest fenomen es produeix especialment durant els dos mesos (desembre i gener) en què la durada del dia és menor (Taula 3 del Cap. 5), i en què també finalitza abans l'activitat diària (Fig. 1 del Cap. 5).

L'estratègia d'ús dels nius (un de principal i diversos de secundaris) que es produeix en hàbitats amb disponibilitat d'aliment (d'alt poder energètic) contínua (14 mesos) i en hàbitats amb menor disponibilitat d'aliment en el temps (10 mesos; Wauters & Dhondt, 1990b; Wauters & Dhondt, 1992) suggereix que és independent de l'estabilitat alimentària de l'hàbitat.

Els canvis regulars dels nius de dormir o de descans s'associen a:

a) la necessitat de mantenir en bones condicions la totalitat de nius per quan haguin de ser utilitzats amb urgència per evitar els depredadors aeris (Tittensor, 1970; Rothwell, 1979) o per evitar condicions meteorològiques adverses (Smith, 1968; Tittensor, 1970; Farentinos, 1972b; Pulliainen, 1973; Rothwell, 1979),

b) el deteriorament dels propis nius a causa de la construcció deficient (Holm, 1987) o de la ubicació deficient, o a causa dels factors meteorològics que escurcen el temps de vida útil i obliguen als esquiroles a construir periòdicament nous nius,

c) el manteniment del marcatge olfactiv (amb orins o amb secrecions d'una glàndula situada sota la barbata) dels nius (Gurnell, 1987), que especialment en el cas de les femelles que tenen àrees nuclears exclusives intrasexuals (Wauters & Dhondt, 1992; Cap 6), podria ser

útil per recordar als veïns la propietat del niu i la identitat de l'esquirol que usa intensivament l'àrea adjacent al niu. Seria un senyal d'advertència dels dominants (Wauters & Dhondt, 1990b) o dels residents cap als subordinats o la població flotant, que indicaria que aquell niu, tot i que momentàniament està buit, té propietari, i

d) la intenció d'evitar els ectoparàsits.

4.3. Variacions en el nombre de nius entre sexes, entre estacions, entre anys i per causa de la reproducció

Els esquirols del parc urbà mantenen àrees d'activitat i àrees nuclears estables al llarg de l'any (Fig. 10 i Taula 12 del Cap. 6), però l'estratègia de recerca d'aliment pot ser diferent entre estacions, ja que a la tardor i a l'hivern els esquirols disposen de molt aliment distribuït homogèniament, mentre que durant la primavera i/o l'estiu, depenent de l'any, es produeix una davallada en la disponibilitat d'aliment (Cap. 0) i inverteixen més temps buscant aliment que menjant (Cap. 5). Aquesta variació estacional en la disponibilitat d'aliment (i potser en el període de zel) podria influir en el nombre de nius que els esquirols utilitzen en les diferents èpoques de l'any. Tot i això, no hi ha diferències entre estacions ni entre anys, i el nombre de nius és independent de l'aliment disponible i del període de zel.

La manca de diferències entre sexes (durant el període hivernal) en el nombre de nius utilitzats també es produeix en hàbitats d'Europa central (Wauters & Dhondt, 1990b). L'àrea que delimiten aquests nius en ambdós sexes al parc urbà, s'associa a la manca de diferències entre sexes (parc urbà) en la mida de l'àrea d'activitat i de l'àrea nuclear (a la tardor, amb inactivitat sexual, àrea d'activitat $\sigma\sigma$: $\bar{x} = 1,69$ ha, ♀♀ : $\bar{x} = 1,25$ ha, i àrea nuclear $\sigma\sigma$: $\bar{x} = 0,56$ ha, i ♀♀ $\bar{x} = 0,39$ ha; Taula 8 del Cap. 6), ocasionades per l'alta abundància d'aliment (d'alt poder energètic) de predictibilitat contínua (Cap. 0). Els hàbitats amb abundant aliment (d'alt poder energètic) de predictibilitat contínua (14 mesos, Fig. 1 del Cap. 0) permeten tenir àrees d'activitat i àrees nuclears estables al llarg de l'any (Cap. 6) i és innecessari variar la mida de l'àrea que delimiten els nius, contràriament al que succeeix en hàbitats amb menys aliment predictable en el temps (10 mesos; Wauters & Dhondt, 1992), en els quals es produeixen diferències entre sexes ($\sigma\sigma > \text{♀♀}$) i entre hàbitats (caducifolis > coníferes) que s'associen a una estratègia alimentària diferent (Wauters & Dhondt, 1990b).

La manca de diferències entre estacions (hivern-estiu) en el present estudi, en contraposició a l'existència de diferències entre estacions (major nombre de nius estivals) en hàbitats amb disponibilitat d'aliment més fluctuant i menor (Wauters & Dhondt, 1990b) en l'estació citada, s'associa a l'estabilitat alimentària de l'hàbitat, i suggereix que l'àrea que delimiten els nius és una conseqüència de la mida de l'àrea d'activitat.

Les femelles amb cries redueixen notablement el nombre de nius utilitzats, com succeeix en hàbitats més septentrionals (Wauters & Dhondt, 1990b). Únicament utilitzen un màxim de tres nius: el niu de part (construït especialment per a aquest ús), el niu on traslladen les cries i el niu que poden utilitzar per descansar durant la lactància (els dos últims nius citats ja els tenien abans del part). A causa de l'ús intensiu d'aquests nius causat per l'alletament i la cura de les cries, es produeix una reducció de la mida de l'àrea d'activitat i especialment de l'àrea nuclear durant la reproducció (Fig. 4 del Cap. 6).

4.3.1. Trasllet de llogades

Tal com succeeix en els esquirols arborícoles de Amèrica del Nord, *T. hudsonicus* (Smith, 1968; Lair, 1985, citat per Wauters & Dhondt, 1990b), *S. vulgaris* canvia força freqüentment de niu la seva llogada cap a un altre niu durant el període de lactació a la Gran Bretanya (Holm, 1987) i al present estudi (fins i tot en animals que no havien estat manipulats per l'experimentador), però això es produeix més ocasionalment en hàbitats d'Europa central (Wauters & Dhondt, 1990b).

Aquestes dades suggereixen que és una estratègia força generalitzada que es produiria quan les cries tenen una certa capacitat termoreguladora. Es formulen tres hipòtesis per explicar els canvis de nius:

a) la mare trasllada les seves cries cap a l'exterior de la seva àrea d'activitat per evitar conflictes territorials amb les cries quan aquestes s'independitzen (Smith, 1968). La femella de l'espècie *T. hudsonicus*, abans del deslletament, mou les cries des d'un niu central a un altre situat a la perifèria del seu territori, per tal d'evitar conflictes territorials.

b) els canvis es produeixen per evitar la detecció olfactiva de les cries per part dels depredadors (olfactius) terrestres. El trasvassament de niu de les cries seria una adaptació per evitar la depredació (Lair, 1985, citat per Wauters & Dhondt, 1990b).

c) els canvis es produeixen com un mecanisme per evitar l'increment del nombre d'ectoparàsits (paràsits epitelials), principalment les puces (Holm, 1987; Wauters & Dhondt, 1990b), que podria afectar la supervivència de les cries.

Amb referència a la primera hipòtesi, els trasllats s'han realitzat (parc urbà i àrea annexa) des de la part més perifèrica de l'àrea d'activitat materna, cap a la part més central de la mateixa, en les cinc ocasions en què s'ha detectat (dades de 2 ♀♀ en anys diferents), i es contradiu amb la hipòtesi proposada per Smith (1968) per a esquirols arborícoles territorials, ja que les femelles de *S. vulgaris* també ho són quan defensen àrees

nuclears exclusives entre elles (Wauters & Dhondt, 1992; Fig. 10, Taula 12 del Cap. 6).

Pel que fa a la segona hipòtesi, cal tenir present que al parc urbà tot i la manca de depredadors (únicament hi era resident en determinats períodes el gat domèstic, *Felis silvestris catus*; Cap. 0), es produïa en tots els casos el comportament de trasllat de les cries. No es tenen observacions de depredació al niu (en contraposició al bosc mediterrani) ni hi ha evidències de depredació important durant el primer any de vida (en contraposició al bosc mediterrani; Fig. 4 del Cap. 3) i això permet suposar que la depredació no és la causa principal dels canvis. Podria ser, però, una resposta adaptativa fixada en el patró genètic per evitar la depredació.

Amb referència a la tercera hipòtesi, les mudes de nius es produeixen en l'època reproductora (febrer-agost; Fig. 2 del Cap. 2) que, justament, abarca les estacions en què s'ha detectat, en les poblacions dels hàbitats mediterranis estudiats (obs. pers.), que hi ha un percentatge més elevat d'esquirols parasitats per puces (hivern i primavera). Sembla coherent que els trasllats de les cries es produeixen per evitar l'augment d'ectoparàsits (Holm, 1987; Wauters & Dhondt 1990b) en el període en què aquests parasiten un major nombre d'animals de la població.

També s'ha detectat (obs. pers.) que el nombre de puces per esquirol és major en les femelles amb cries (i en les cries) que en la resta d'esquirols de la població. Els resultats suggereixen que el factor "evitar paràsits" pot ser el causant d'aquests canvis de niu. Tot i així, en revisar el grau d'ectoparàsits de les llogigades trobades al niu, s'ha constatat que els canvis de nius es produeixen, tant si les cries mostraven un grau d'infestació elevat, com si tenien un reduït grau d'infestació: en quatre llogigades diferents ($n = 2 \text{ ♀♀}$ parc urbà) que van ser seguides intensivament fins al deslletament, només en un cas les cries tenien ectoparàsits, però tot i això, totes les llogigades van ser traslladades.

Els resultats obtinguts en el present estudi, avalen el fet que probablement es tracta d'una estratègia fixada en el patró genètic per:

- 1) evitar l'increment de paràsits en les cries (Holm, 1987; Wauters & Dhondt, 1992), i
- 2) evitar la depredació (depredadors olfactius).

Amb referència a l'estratègia seguida per la femella en el trasllat de les cries cap a l'àrea nuclear (5/5 o 100% dels casos), es proposen dues hipòtesis:

a) com que és l'àrea més utilitzada per la femella, pot suposar un avantatge per escapar més fàcilment dels depredadors, i probablement també conté suficients recursos alimentaris per permetre a la mare invertir menys temps en desplaçaments durant la lactància, i a la

vegada assegurar la supervivència de les cries quan assoleixin la independència,

b) d'acord amb les dades de solapament de l'àrea nuclear de les femelles adultes, obtingudes a Bèlgica en hàbitats de coníferes i de caducifolis, respectivament (núm. ♀ ♀ amb què se solapa cada femella = 1.1-1.3; percentatge total de solapament = 24-30%; Wauters & Dhondt, 1992), i en el present estudi al bosc mediterrani i al parc urbà, respectivament (núm. esquirols ♀ ♀ amb què se solapa cada femella = 1.14-1.71; percentatge total de solapament = 17-18%; Fig. 10, Taula 12 del Cap. 6), es pot concloure que utilitzen àrees nuclears exclusives. Per tant, la hipòtesi suggerida és que haurien de mudar les cries dins l'àrea nuclear per tal d'evitar contagis d'ectoparàsits amb altres femelles (especialment les reproductores). La hipòtesi suggerida està d'acord amb les observacions fetes, en les quals, les cries van ser mudades cap a una part central de la mateixa àrea nuclear.

4.4. Nius compartits simultàniament

La coocupació de nius és comú en rosegadors monògams *Peromyscus californicus* (Ribble & Salvioni, 1990) i, en *Apodemus sylvaticus* (Wolton, 1985) es produeix a l'hivern (grups mínims de tres animals), quan no hi ha activitat sexual i les temperatures són més extremes, mentre que durant la reproducció (mitjans març-desembre) hi ha un comportament solitari que s'associa amb un increment de la temperatura ambiental i amb una reducció de la tolerància intraespecífica (Gurnell, 1978). També pot ser causada per la cria comunal de les femelles (*Glis glis*) provocada per un retardament de les femelles de l'any, que provoca densitats més elevades d'animals que, a la vegada, causen una limitació de l'espai disponible per criar (Pilastro et al., 1996).

Generalment, els esquirols viuen solitaris durant la major part de l'any i, quan dos animals es troben mentre busquen aliment es produeix un comportament agonístic (Holm 1987; Wauters & Dhondt 1990b; obs. pers.). Com a conseqüència d'això es pot assumir que la majoria de nius deuen ser usats per un sol esquirol durant un mateix període de temps. En hàbitats d'Amèrica del Nord amb *P. ponderosa*, la coocupació de nius en *Sciurus aberti* és rara (Halloran & Bekoff, 1994) i succeeix el mateix en *S. vulgaris* a Escòcia (Moller, 1986), Europa central (Wauters & Dhondt, 1990b) i del nord (Pulliainen & Jussila, 1995).

L'ús compartit de nius simultàniament només ha estat descrit entre animals de diferent sexes, i mai entre animals adults del mateix sexe (Wauters & Dhondt, 1990b). Generalment es produeix en el període d'activitat sexual (gener a juliol) (Wauters & Dhondt, 1990b, i present estudi), però també pot ocórrer abans de l'inici del període de cria (Pulliainen & Jussila, 1995). La majoria de nius són utilitzats per un sol esquirol (69% en hàbitats de coníferes i 75% en hàbitats de caducifolis), i quan es produeix la coocupació d'un mateix niu és entre sexes diferents i durant l'estació reproductora, però mai entre

esquirols adults del mateix sexe. Un mateix niu pot ser utilitzat per esquirols diferents (amb grau de dominància diferent) en moments o dies diferents. En hàbitats amb condicions meteorològiques extremes diversos esquirols poden ocupar el mateix niu (Grönwall, 1982). En àrees en què les condicions meteorològiques són molt extremes, com a Escandinàvia, la utilització d'un mateix niu per diversos esquirols (Grönwald, 1982) déu ser rendible per causes de termoregulació. A Europa central és rara (Wauters & Dhondt, 1990b) i també ho és a l'àrea on s'ha realitzat el present estudi.

Es pot concloure que la coocupació de nius és menys freqüent quan les condicions meteorològiques són més benignes, però aquestes no són excloents.

4.5. Descans fora dels nius

Com a alternativa als nius utilitzen també branques d'arbres situades en el present estudi en llocs frescos, per descansar (Purroy & Rey, 1974; Tonkin, 1983; Wauters & Dhondt, 1987), principalment a l'època estival, després d'haver menjat i coincidint amb les hores més caloroses del dia, probablement a causa de les altes temperatures que es produeixen en aquesta època als hàbitats mediterranis (temperatura mitjana màxima estival > 25 °C) (Taulas 6 i 7 del Cap. 0). Això els permet gaudir d'una temperatura preferida que seria més difícil d'obtenir a l'interior del niu.

4.6. Espècies d'arbres preferides per ubicar els nius

La ubicació dels nius (de part i de dormir i de descans) en espècies d'arbres perennifolis (de la màxima cobertura arbòria en els nius de part) s'associa a la major protecció enfront dels depredadors visuals (especialment aeris) i les variables meteorològiques extremes.

La preferència de la ubicació dels nius en arbres perennifolis (*P. halepensis*, *P. pinea* o *C. sempervirens*) probablement està influïda per l'experiència (edat), per la disponibilitat i per la situació espacial de les espècies d'arbres dins la seva àrea d'activitat.

4.7. Ubicació i orientació dels nius

L'espècie d'arbre, cobertura, ubicació i orientació dels nius que utilitzen per dormir de nit i descansar de dia és seleccionada a partir de les variables dels arbres perennifolis situats dins l'àrea d'activitat de cada esquirol.

En els hàbitats estudiats (parc i bosc) els nius estan situats a alçades elevades (*P. halepensis*, \bar{x} = 11 m (parc)-15 m (bosc); bosc mediterrani, *Q. ilex*, \bar{x} = 11 m) i en arbres perennifolis. En hàbitats de *P. sylvestris* els situen (*S. vulgaris*) a una alçada semblant (\bar{x} = 16 m), sent la capa arbòria més usada la compresa entre 9-15 m, i el 85 % del nius estan situats en una alçada superior a 8 m (Tittensor, 1970), i en hàbitats de *P. contorta* i *P. flexilis*, *T. hudsonicus* (Rothwell, 1979) els situen més baixos (*P. contorta*, \bar{x} = 5.3 m), sent la capa arbòria més usada la compresa entre 4-8 m (82% dels nius) (Rothwell, 1979). Hi ha un rang de 3.5-20 m (Shorten 1962; Ognev, 1940; Tittensor, 1970; Pulliainen, 1973; Rothwell, 1979) d'alçades a què situen els nius, que suggereix que són ubicats en la capa arbòria de major cobertura en funció de l'espècie d'arbre.

Les diferents ubicacions són conseqüència de la maduresa dels arbres o de les estructures arbòries de l'espècie d'arbre que hi ha en l'àrea on resideix cada esquirol. En el present estudi, realitzat en hàbitats amb arbres molt madurs, els nius en *P. halepensis*, són situats més allunyats del tronc. *T. hudsonicus*, en hàbitats de *P. contorta* i *P. flexilis*, situa el 63% dels nius prop del tronc (< 0.5 m) (Rothwell, 1979) i succeeix el mateix en *S. aberti* en hàbitats de *P. ponderosa* (Halloran & Bekoff, 1994), i en hàbitats amb arbres de port cònic o d'edat relativament jove (> 39 < 49 anys en *P. sylvestris*) els esquirols situen els nius (98%) adjacents al tronc principal (Tittensor, 1970) i succeeix el mateix (97%) en hàbitats amb *P. sylvestris* i *P. abies* (Pulliainen, 1973).

Com que no hi ha diferències entre hàbitats en cap variable de l'arbre, la major alçada a què situen el niu al bosc pot associar-se a la presència de tres espècies de depredadors terrestres (Cap. 0), i l'apropament del niu al tronc que es produeix al bosc mediterrani pot associar-se a la manca de depredadors del parc urbà (relació parc:bosc 1:6; Taula 8 del Cap. 0) i especialment a l'absència de depredadors aeris del parc (Cap. 0), cosa que ha de permetre escollir el lloc més idoni (extrem del brancatge) per ubicar el niu sense tenir en compte la pressió de depredació aèria.

Hi ha una tendència (no significativa) a situar els nius (*P. halepensis*) per dormir i descansar, i també els nius de part, en el quadrant SE respecte al tronc principal de l'arbre, especialment en la població del parc urbà. Aquesta orientació podria estar en relació al cicle solar diari i al major creixement arbori en aquesta direcció. Nixon et al. (1984), van trobar que *S. niger* utilitzava més les caixes-niu que tenien orientació SO-O respecte de les d'orientació E-SE, i ho van atribuir a la disponibilitat natural que es produïa en l'hàbitat, a causa del fet que els dos principals constructors de forats són dues espècies de picots que construeixen les entrades dels seus nius en aquesta orientació. Pulliainen (1973) va constatar que en boscos constituïts per *P. sylvestris* i *P. abies* el 77% de nius de *S. vulgaris* estava situat entre els 112.5° i els 247.5° (SE, S, SO), i d'aquests el 58% estava situat en la posició S (157.5°- 202.5°), el 21%, en la posició E (112.5°- 157.5°) i l'altre 21%, en la posició

O (202.5°- 247.5°). Halloran & Bekoff (1994) també van determinar que en hàbitats de *P. ponderosa*, *S. aberti* orientava els nius al SE.

Situar els nius en direcció SE pot estar causat per la major envergadura arbòria en aquesta direcció i per l'avantatge que suposa en termes de termoregulació. Situant-lo en aquesta direcció l'esquirol aconseguix:

(I) maximitzar l'accessibilitat i l'estabilitat estructural que proporciona protecció enfront del vent i la pluja (Halloran & Bekoff, 1994),

(II) rebre escalfor al niu en un període del dia biològicament important per l'esquirol: ha patit les baixes temperatures nocturnes i ha passat més de 10 h inactiu al niu. Uns minuts després de sortir el sol els raigs solars incideixen en la superfície terrestre amb un angle que els permet tenir un major poder de penetració a l'interior del bosc. És especialment important en l'època hivernal després d'haver patit les baixes temperatures nocturnes, ja que ha de permetre incrementar la temperatura corporal i poder estar en condicions de sortir del niu per cercar aliment abans, justament quan la durada del dia és més curta (Taula 3 del Cap. 5). En aquest sentit, s'ha observat que a la tardor (novembre) sovint han de buscar aliment després de la posta del sol per satisfer els seus requeriments energètics diaris (Fig. 4 del Cap. 5).

La temperatura a l'interior del niu és molt superior a la de l'exterior i quan l'esquirol està a dins és de 27-36 °C (Havera, 1979a) i supera la de l'ambient exterior (> 20 °C, Havera, 1979a; 20-30 °C, Pulliainen, 1973). La preferència d'un microambient ha de reduir el cost metabòlic de la termoregulació que tindria un valor òptim d'equilibri despesa-producció a 20 °C (Havera, 1979a).

Si els nius els situen en direcció SO aconseguixen el punt (I) expressat anteriorment, i pot ser avantatjós a causa de la incidència dels raigs solars durant la posta del sol: uns minuts abans de la posta del sol, l'angle amb què incideix en la superfície terrestre permet tornar a escalfar més directament el niu, i ha de provocar, indirectament, una disminució del consum energètic durant les hores següents (període comprès des que s'introdueix al niu abans de la posta de sol, fins que surt del niu, amb la sortida del sol del dia següent). És un període menys important que l'anterior perquè l'esquirol ha ingerit aliment durant el dia i té reserves energètiques que li han de permetre mantenir la temperatura corporal durant la nit.

Així, doncs, una orientació òptima hauria d'actuar afavorint la supervivència de l'animal. La cobertura arbòria, la ubicació en l'arbre, l'orientació idònia del niu, i la solidesa de la construcció (Holm, 1987) deuen perfeccionar-se amb l'experiència (aprenentatge) de l'esquirol, que augmenta amb l'edat, de la mateixa manera que es produeix un

aprenentatge en l'obertura de fruits amb coberta dura (Eibl-Eibesfeldt, 1956, 1963; Weigl & Hanson, 1980; Moller, 1986). Els animals de més edat (més experiència), situarien els nius en l'orientació més idònia, per tal de reduir el consum termodinàmic i afavorir la supervivència (Rothwell, 1979).

Els boscos madurs amb arbres d'envergadura (parc urbà) han de permetre els esquirols construir els nius a la perifèria dels arbres (Taula 7) i tenir la possibilitat de controlar la ubicació i l'orientació (Fig. 11 i Taula 12) que ha de permetre una millor regulació energètica i probablement també evitar els depredadors terrestres (especialment els olfactius) que poden accedir al niu a través del tronc dels arbres.

L'orientació de l'entrada dels nius de part (que sovint és tapat per la mare, quan deixa les cries lactants a l'interior, obs. pers.) està dirigida al quadrant NE i l'entrada només està dirigida cap a l'exterior de l'arbre en un 20% dels casos. Si estigués orientada cap a l'exterior de l'arbre els depredadors aeris podrien actuar sobre la mare i les cries en les primeres sortides del niu, mentre que si estigués orientada cap a l'interior podrien actuar els depredadors, que poden accedir al niu pel tronc de l'arbre. L'orientació del forat d'entrada del niu de part cap a l'interior del brancatge de l'arbre en un 80% dels casos suggereix que té aquesta orientació per facilitar les sortides de les cries del niu, especialment quan encara són molt joves.

5. SUMARI

1. En hàbitats dominats per pinàcies madures (54% cd 2-3 parc urbà) i de meteorologia moderada, tots els nius (99.65%, $n = 284$, parc urbà) estan ubicats a les branques dels arbres i tenen forma globular.
2. No hi ha diferències entre sexes en el nombre de nius utilitzats (hivern). Utilitzen de 6 a 8 nius durant tres mesos ($\bar{x} \sigma\sigma = 6.67$; $\bar{x} \text{♀♀} = 7.33$, incloent el niu de part).
3. La majoria dels nius (hivern) són utilitzats per dormir durant la nit o de nit i de dia (90% $\sigma\sigma$, 91% ♀♀ , incloent el niu de part). La resta (10%) són utilitzats només per descansar durant el dia.
4. Els mascles tenen (tres mesos) un niu principal que és utilitzat amb més freqüència ($\sigma\sigma$: 18% de tots els nius) per dormir de nit o de nit i de dia i 5-7 nius secundaris per al mateix ús o només per dormir de dia. Les femelles, durant la reproducció, tenen tres nius principals (a més del niu de dormir s'hi afegeix el niu de part i el de trasllat de les cries) usats amb més freqüència (♀♀ : 36% de tots els nius) i 4-5 nius secundaris que són visitats ocasionalment.
5. El niu principal pot ser usat durant diversos mesos després de la seva construcció ($\sigma\sigma$: fins 7-12 mesos després; ♀♀ : fins 1.5-10.5 mesos després) però progressivament esdevé niu secundari.
6. No hi ha (ni en $\sigma\sigma$ ni en ♀♀) diferències entre estacions en el nombre de nius utilitzats entre el període hivernal i l'estival.
7. No hi ha ($\sigma\sigma$) diferències entre anys en el nombre de nius utilitzats en el període hivernal.
8. Els nius de part són construïts expressament per a aquest ús i durant el període de postpart (bimensual) les femelles utilitzen un nombre inferior de nius ($\bar{x} = 2.67$) que durant el període (bimensual) de prepart ($\bar{x} = 7$).
9. Els nius de part i de trasllat estan ubicats en l'àrea nuclear. El trasllat de les cries es produeix en tots els parts de cada femella quan les cries tenen una edat mitjana de 28 dies ($n = 9$ llorigades), i la mare ha circulat per terra en un 62.5% dels casos (5/8). En dos casos seguits intensivament (parc urbà) el trasllat s'ha realitzat durant el dia.
10. Hi ha preferència per situar el niu de part en arbres perennifolis d'alta cobertura com *C. sempervirens* i *Q. ilex*.

11. No hi ha diferències entre individus en la distància (\bar{x} = 64.94 m, n = 5 de 2 ♀♀) niu de part-niu de trasllat.

12. La distància mitjana entre els nius de part d'una mateixa estació reproductora és de 51.08 m (n = 4).

13. Hi ha una proporció molt baixa de nius compartits simultaniament (utilitzats durant el dia i la nit) per adults de sexes diferents.

14. El descans generalment es realitza a l'interior dels nius però també es realitza a les branques ($\varnothing > 7$ cm) dels arbres a l'estiu (migdia en llocs frescos i ombrívols) i a l'hivern (primeres hores del matí per rebre la radiació solar).

15. Els nius d'hivern que no són de part són ubicats amb preferència ($\sigma\sigma$ i $\varphi\varphi$) en arbres perennifolis: *P. halepensis*, *P. pinea*, *C. sempervirens* i *Q. ilex*.

16. No hi ha diferències entre sexes en cap hàbitat en les variables de l'arbre i de la situació del niu a l'arbre en relació als nius utilitzats per dormir de nit o descansar de dia situats en *P. halepensis* i *Q. ilex*.

17. Hi ha diferències entre hàbitats en la distància del niu al tronc (*P. halepensis*) amb valors superiors al parc urbà. S'associa a avantatges en termes de termoregulació, que permet que el sol escalfi el niu en dos moments biològicament importants per a l'esquirol: abans de fer-se de nit i especialment després de pasar la nit. La manca de depredadors aeris hauria de permetre una ubicació òptima del niu en aquest sentit a les branques exteriors dels pins.

18. Hi ha diferències entre individus (adults, parc urbà) en les variables de l'arbre (perímetre del tronc, alçada i distància del terra a la primera branca) i de la situació del niu a l'arbre (alçada i distància al tronc) en relació als nius utilitzats per dormir de nit o descansar de dia situats en *P. halepensis*. S'associa amb la selecció d'arbres que realitza cada esquirol d'entre els que té disponibles en la seva àrea d'activitat.

19. L'envergadura de l'arbre (*P. halepensis*) condiciona la ubicació del niu (adults, parc urbà): relació directa entre alçada de l'arbre i alçada del niu, relació directa entre perímetre del tronc i distància niu-tronc, tendència de relació directa ($P = 0.0827$) entre l'alçada on situen el niu i distància niu-tronc.

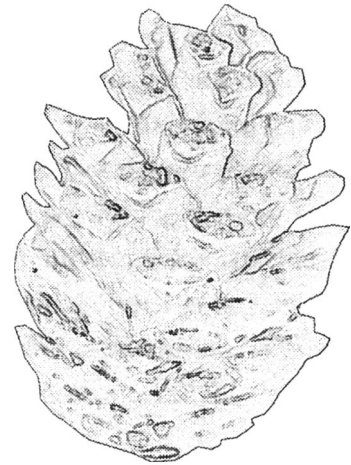
20. No hi ha diferències entre individus en relació a les variables que defineixen els nius de part.

21. Els nius de trasllat (arbres perennifolis) de les cries són nius que poden haver estat (període prepart) nius principals o nius secundaris (utilització de nit o de nit i de dia).

22. Hi ha una orientació significativa ($\sigma\sigma$ i $\varphi\varphi$) dels nius de dormir de nit i de descans de dia (quadrant SE) ubicats en *P. halepensis* (parc urbà i ambdós hàbitats conjuntament).

23. No hi ha variacions entre individus (parc urbà) en l'orientació del niu (de dormir de nit i de descans de dia) respecte del tronc de l'arbre on està situat, però sí que hi ha una orientació significativa en adults (quadrant SE). Com més edat té l'esquirol més concentrats situa els nius de dormir de nit i de descans diürn en la direcció SE.

24. Hi ha una orientació significativa (diferents espècies d'arbres) del niu de part (quadrant SE) respecte del tronc (parc urbà i ambdós hàbitats conjuntament).



CAPÍTOL 5

**Cicle d'activitat i comportament
alimentari en un hàbitat
d'alta abundància d'aliment i
predictibilitat alimentària contínua**

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

1. INTRODUCCIÓ

Els canvis estacionals en els patrons d'activitat dels esquirols arborícoles holàrtics són conseqüència d'un balanç entre, d'una banda buscar aliment i alimentar-se per tal d'obtenir aquesta energia (Bland, 1977; Thompson, 1977b; Tonkin, 1983; Reynolds, 1985; Moller, 1986; Gurnell, 1987; Wauters & Dhondt, 1987; Wauters & Dhondt, 1990b; Wauters et al., 1992), i d'una altra banda dormir i descansar per conservar energia (Smith, 1968). El ritme d'activitat de 24 hores té una base endògena (Aschoff, 1963, 1966) en què els factors ambientals (disponibilitat d'aliment) i meteorològics (durada del dia, temperatura) influeixen notablement en el temps diari que gasten sent actius fora del niu (Pulliainen, 1973; Purroy & Rey, 1974; Zwahlen, 1975; Bland, 1977; Thompson, 1977b; Tonkin, 1983; Wauters & Dhondt, 1987; Wauters et al., 1992). Això fa que, en latituds septentrionals (> 46° N), *S. vulgaris* tingui descrit un patró d'activitat bimodal que és força extens durant l'estiu, un patró unimodal curt a l'hivern i un patró intermedi durant la primavera i la tardor (Zwahlen, 1975; Tonkin, 1983; Wauters & Dhondt 1987; Wauters et al., 1992).

Les preferències alimentàries de *S. vulgaris*, conegudes a partir d'observacions al camp (Shorten, 1962, citat per Tonkin, 1983; Pulliainen, 1963; Tittensor, 1977; Tonkin, 1983; Moller, 1983 i 1986; Sulkava & Nyholm, 1987; Wauters & Dhondt, 1987; Wauters et al., 1992 i 1995; Pulliainen & Jussila, 1995; Wauters & Casale, 1996) i d'anàlisis dels continguts estomacals d'animals abatuts (Degn, 1974; Purroy & Rey, 1974; Tittensor, 1977; Grönwall, 1982), mostren que seleccionen l'aliment que conté un elevat poder energètic, principalment llavors d'arbres. Només quan les llavors esdevenen escasses poden seleccionar altres aliments alternatius.

La variació (cicle anual) dels patrons d'activitat i del comportament alimentari i la relació amb els factors ambientals han estat estudiats en poblacions en llibertat, mitjançant la tècnica de radioseguiment, en latituds superiors als 50° N, en hàbitats continus de caducifolis: *Quercus robur* i *Q. petraea*, i *Corylus avellana* (Tonkin, 1983), *Q. robur*, *Fagus sylvatica* i *Betula* sp. (Wauters et al., 1992) i de coníferes: *Pinus sylvestris* i *P. nigra* (Wauters & Dhondt, 1987; Wauters et al., 1992) i de *P. sylvestris* (Moller, 1986), però són desconeguts en latituds ubicades al terç sud de l'àrea de distribució europea (< 44° N) en hàbitats dominats per *P. halepensis* (Taula 1 del Cap. 0), que en termes d'aliment (d'alt poder energètic) es caracteritzen per tenir una abundància alta i predictibilitat contínua (Cap. 0).

El present estudi té com a objectius descriure en l'hàbitat de parc urbà (amb la tècnica de radioseguiment): (I) patrons d'activitat mensuals diürns (amb els tipus de comportaments i, especialment, el comportament alimentari: aliment principal i preferència alimentària), (II) variació entre sexes en el patró d'activitat diari diürn (matinal i de tarda), (III) índex d'energia ingerida per dia, i (IV) confirmar l'existència d'activitat alimentària nocturna. També s'examina la incidència de les variables ambientals i meteorològiques sobre els patrons i comportaments citats.

2. MATERIAL I MÈTODES

2.1. Manejament i marcatge individual

La població d'esquirols era capturada (CMR) trimestralment (Cap. 0) i es marcaven individualment amb una grapa numerada fixada a cada orela que en permetia el reconeixement visual individual. S'anotava el pes corporal, les mesures corporals, l'estat d'activitat sexual i la morfometria de les glàndules associades a la reproducció (Material i mètodes generals).

2.1.1. Sexe i grup d'edat

S'ha determinat el sexe per observació directa dels genitals externs de l'animal. El grup d'edat es coneixia per les captures realitzades amb anterioritat (Material i mètodes generals) i únicament s'han utilitzat esquirols adults residents (edat \geq 12 mesos).

2.2. Període d'estudi i seguiment d'esquirols (amb collar amb radioemissor)

Es varen col·locar collars amb radioemissors (SR-1, de Biotrak, Regne Unit) a 22 esquirols adults residents (10 $\sigma\sigma$ i 12 ♀), entre juny 91-novembre 93. Cada mes eren seguits una mitjana de 10 esquirols (5 $\sigma\sigma$ i 5 ♀) que representaven (mitjana residents edat $>$ 8 mesos, hivern 92 i 93) el 59% de la població adulta resident (50% $\sigma\sigma$ i 70% ♀). Com a norma general es van seguir al llarg de tot l'estudi els mateixos individus seleccionats inicialment, canviant-los periòdicament el collar amb radioemissor cada vegada que s'esgotava la pila. Si un animal moria o desapareixia de l'àrea d'estudi es col·locava un collar amb radioemissor a un altre esquirol del mateix sexe i grup d'edat.

Complementàriament, per a l'estudi detallat del patró d'activitat diürna hivernal i del comportament alimentari diürn s'ha fet el seguiment continu durant un dia (23-1-97) d'un esquirol, d'entre els citats anteriorment (♀ núm. 26).

Les observacions detallades dels comportaments s'han fet amb prismàtics 12 x 50 (Super Zenith).

2.3. Localització dels animals i registre d'informació

S'ha utilitzat la tècnica de localització per punts fixos (Tonkin, 1983; Moller, 1986; Wauters & Dhondt, 1987; Wauters et al., 1992) que consisteix en localitzar la situació dels animals (amb collar amb radioemissor) i anotar el tipus de comportament que realitzen. Cada localització s'ha associat a un minut de mostratge.

Complementàriament, s'ha utilitzat la tècnica de seguiment continu (Tonkin, 1983; Wauters & Dhondt, 1987; Wauters et al., 1992) durant un dia (23-1-93) amb un esquirol (♀ núm. 26) per anotar especialment el patró d'activitat diürn hivernal i l'energia ingerida per dia.

S'ha anotat:

1. Lloc on busca l'aliment: terra o arbre (spp.).
2. Grandària (perímetre del tronc a 1.3 m de terra) de l'arbre (petit: < 40 cm, mitjà: 40 a < 80 cm, gran: ≥ 80 cm), i alçada de l'arbre (baix: < 5 m, mitjà: 5 a < 10 m, alt: 10 a < 15 m, molt alt: ≥ 15 m).
3. Alçada (< 5 m; 5 a < 10 m; 10 a < 15 m; ≥ 15 m) i substrat (Ø lloc on està ubicat l'animal: branca prima: < 10 cm, branca mitjana: 10 a < 20 cm, branca gruixuda: ≥ 20 cm) del punt on està situat l'esquirol.
4. Comportament. S'han assignat els diferents tipus de comportaments a les categories següents: 1. Alimentar-se, que inclou buscar, agafar i recuperar menjar emmagatzemat; 2. Comportament d'amagar aliment; 3. Desplaçament no relacionat directament amb l'alimentació; 4. Interaccions amb altres esquirols, excloent les referides al ritual d'aparellament; 5. Autocondícia (*grooming*); 6. Descansar fora del niu; 7. Ritual d'aparellament; 8. Altres comportaments; 9. No actiu, quan descansa o dorm al niu.

5. Comentaris addicionals sobre el comportament observat, especialment per a les categories 1, 4, 7 i 8.

6. Situació espacial. Les localitzacions eren situades en un mapa a escala amb coordenades (X i Y) que delimiten quadrícules equivalents a 10 x 10 m.

7. Hora solar.

2.4. Patró d'activitat

El patró d'activitat diària (mensual) al llarg del cicle anual s'ha obtingut agrupant les dades per mesos i hores.

Per a l'estudi de l'activitat diürna (cicle anual) es va realitzar un mostratge a l'atzar en totes les franjes (1 h) horaries ($\bar{x} = 10$ localitzacions per hora) des d'1 h abans de la sortida del sol fins 1 h després de la posta del sol. També es va mostrejar un animal amb la tècnica de seguiment continu durant un dia (hivern).

L'activitat nocturna es va constatar a partir del mostratge d'una nit d'estiu (juliol) i quatre de tardor (novembre = 3, desembre = 1) en el període horari comprès entre 2 h després de la posta del sol (48 min després d'haver finalitzat el crepuscle astronòmic) i les 24 h, a partir dels resultats d'altres autors que suggerien que incrementen l'activitat diària a la tardor (Zwahlen, 1975) per dedicar-se a menjar (Degn, 1974; Purroy & Rey, 1974; Tonkin, 1983). En les referències a les fases del cicle llunar, s'entén que cada fase (lluna plena, quart minvant, lluna nova i quart creixent) està compresa entre 3.5 dies abans i 3.5 dies després respecte del dia central.

S'ha calculat:

1. Activitat per hora (*Ah*). Percentatge (%) de localitzacions (loc.) d'esquirols actius per hora respecte del nombre total de localitzacions (actius i inactius) per hora,

$$Ah = \frac{\text{núm. loc. en actiu} \times 100}{\text{núm. loc. en actiu} + \text{núm. loc. al niu}}$$

2. Activitat diària per mes. S'estableix en percentatges (*Adm*) i en minuts (*Admm*):

- (*Adm*) percentatge (%) de localitzacions d'esquirols actius per dia respecte del nombre total de localitzacions (actius i inactius) per dia,

$$Adm = \frac{\text{núm. loc. en actiu} \times 10}{\text{núm. loc. en actiu} + \text{núm. loc. al niu}}$$

- (*Admm*) nombre de minuts d'activitat (*Admm*). Cada localització amb observació s'associa a un minut i permet calcular el nombre de minuts diaris (sortida sol-posta sol de cada mes) d'activitat,

$$Admm = \frac{\text{núm. loc. en actiu} \times \text{núm. minuts sortida sol-posta sol}}{\text{núm. loc. en actiu} + \text{núm. loc. al niu}}$$

3. (*Am*) Distribució mensual (%) d'activitats diürnes. Cada categoria comportamental (*c*) s'expressa com un percentatge sobre el total de temps mensual que inverteixen en estar actius,

$$Am(c) = \frac{\text{núm. loc. en actiu} \times 100}{\text{núm. loc. en actiu} + \text{núm. loc. al niu}}$$

2.5. Ús de l'hàbitat en relació al comportament d'activitat

S'expressa com el percentatge de temps que inverteixen en estar actius (a terra o en cada espècie d'arbre) respecte de totes les localitzacions que inverteixen en estar actius.

2.6. Comportament alimentari i preferència d'aliment

S'expressa com el percentatge (%) de localitzacions emprades per buscar-agafar un determinat aliment en relació a totes les localitzacions de comportament alimentari.

S'han establert estacionalment (hivern = gener-març, primavera = abril-juny, estiu: juliol-setembre, tardor = octubre-desembre) les espècies d'arbres (cd 1-3) que en termes alimentaris són preferides o defugides mensualment amb l'índex (E_i) d'elecció d'Ivlev (Krebs, 1989) (per cada espècie d'arbre i en la qual consumeix aliment d'aquest arbre) i s'expressa de la manera següent:

$$E_i = \frac{r_i - n_i}{r_i + n_i}, \text{ sent,}$$

r_i = proporció de l'espècie d'arbre i en la qual l'esquirol s'alimenta (de llavors o de qualsevol altre ítem) respecte de les diferents espècies d'arbres en les quals l'esquirol s'alimenta, i

n_i = proporció de l'espècie d'arbre i respecte del total d'espècies d'arbres diferents de l'hàbitat.

Els valors positius indiquen preferència i els negatius indiquen que l'espècie d'arbre és defugida o evitada.

2.7. Ús del substrat i grandària-alçada de l'arbre en relació al comportament alimentari

S'indica de quatre maneres diferents, com el temps invertit (quan esta actiu amb comportament alimentari) en estar:

- a terra o en els diferents substrats (branca gruixuda, mitjana o prima) dels arbres,
- a terra o en les diferents alçades dels d'arbres,
- en arbres de mides (perímetre tronc) diferents, i
- en arbres d'alçades diferents.

S'expressa com un percentatge (%) sobre el total de localitzacions observades mensualment amb comportament actiu.

2.8. Índex d'energia ingerida per dia

S'ha basat en el seguiment (♀ adulta gestant de 20 mesos d'edat, núm. 26) d'un dia hivernal (23-1-93) en el qual únicament va consumir pinyes de *P. halepensis*. Prèviament a l'estudi de l'energia ingerida per dia, es va calcular en relació a les pinyes de *P. halepensis*:

1. Nombre mitjà de pinyons viables per pinya. Es van assecar les pinyes ($n = 30$, amb representació de tot el rang de mides) en una estufa (P. Selecta) per tal que s'obrissin les bràctees (2 h a 60° C) i poder extraure tots els pinyons viables (Taula 1), que representen el 94.58% de tots el pinyons d'una pinya.

Taula 1. Mitjana (\bar{x}) i desviació estàndard (s) de pinyons viables menjats per pinya consumida de pi blanc, *P. halepensis*. S'obté de la diferència entre el nombre mitjà de pinyons viables per pinya i el nombre mitjà de pinyons viables no menjats per pinya consumida. ($n =$ mida mostral).

Núm. pinyons viables per pinya ($n = 30$)		Núm. pinyons viables no menjats per pinya consumida ($n = 40$)		Num. pinyons viables menjats per pinya consumida (<i>NLV</i>)
\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}
51.67	15.82	1.45	1.78	50.22

2. Nombre de pinyons viables no menjats per pinya consumida per l'esquirol ($n = 40$, amb representació de tot el rang de mides). Els esquirols deixen una mitjana de 1.45 pinyons viables sense consumir de cada pinya que mengen (extrauen el 97.19% dels pinyons viables d'una pinya; Taula 1).

3. (*NLV*) nombre mitjà de pinyons viables menjats per pinya consumida per l'esquirol. És la diferència entre les variables descrites en els apartats anteriors ($\bar{x} = 50.22$; Taula 1).

4. (PFMU) pes fresc mitjà del material nutritiu per pinyó viable (sense coberta). Es van assecar en una estufa (P.selecta) pinyons viables (n = 100, mostrejats de 30 pinyes diferents) amb cobertes (48 h a 80 °C; Grodzinski & Sawicka-Kapusta, 1970) dins de les pinyes que les contenen (procés d'assecat similar al que segueixen les llavors a la natura abans que siguin consumides pels esquirois). Posteriorment es van extreure les cobertes dels pinyons i es van pesar (Taula 2).

Taula 2. (PFMU) mitjana de pes fresc del material nutritiu d'una llavor (pinyó) viable de pi blanc, *P. halepensis*, sense coberta (extret de Taula 2 del Cap.0); (NLV) mitjana del nombre de llavors viables menjades per pinya consumida (extret de Taula 1); (PFMT) mitjana de pes fresc del material nutritiu de les llavors d'una pinya consumida per esquiroi; (ELPF) mitjana d'energia ingerida (pes fresc) per gram de llavor consumida (extret de Taula 2 del Cap. 0); (EP) mitjana d'energia ingerida per pinya consumida; (EL) mitjana d'energia ingerida per llavor consumida; (TC) mitjana (\bar{x}) de temps i desviació estàndard (s) de consum d'una pinya; i (AI) mitjana d'aliment ingerit per unitat de temps. (n = mida mostral).

PFMU(g)	NLV	PFMT (g)	ELPF (kJ/g)	EP(kJ)	EL (kJ)	TC (s)			AI (kJ/min)
\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	n	\bar{x}	s	\bar{x}
0.025	50.22	1.255	29.03	36.43	0.725	7	1050 ⁽¹⁾	222 ⁽²⁾	2.08

(1) equivalent a 17 min 30 s; (2) equivalent a 3 min 42 s.

PFMU (extret de Taula 2 del Cap. 0); NLV (extret de Taula 1); PFMT = PFMU x NLV; ELPF (extret de Taula 2 del Cap. 0); EP = PFMT x ELPF; EL = EP/NLV; AI = EP/TC.

5. (EL) valor energètic d'un pinyó viable (Taula 2). $EL = (PFMU)$ pes fresc mitjà del material nutritiu d'un pinyó viable (sense coberta) x (ELPF) valor energètic d'1 g de pinyó (Grodzinski & Sawicka-Kapusta, 1970).

En referència al temps requerit per consumir una pinya de *P. halepensis* i a l'ingesta d'aliment per unitat de temps, es va calcular a partir del temps mitjà de consum de pinyes de *P. halepensis* de l'esquiroi citat anteriorment, que únicament va ingerir pinyes de *P. halepensis*:

6. (TC) temps mitjà de consum per pinya consumida totalment, des que la localitzava fins que deixava caure les restes.

7. Energia ingerida per hora d'activitat, i energia ingerida per dia. S'ha emprat com a referència el nombre de pinyons consumits, comptabilitzats a partir de les pinyes consumides (♀ núm. 26) totalment o parcialment durant un dia ($n = 10$, equivalent a 7.9 pinyes consumides totalment) que deixava caure a terra.

2.9. Meteorologia

Les referències (Taules 6 i 7 del Cap. 0) es van prendre de l'estació meteorològica del Instituto Nacional de Meteorología (INM) (Material i mètodes generals) que dista 4.25 km del parc urbà.

S'han anotat les següents variables per dia d'observació: proporció de cel cobert a les 13 h (escala de 0/8 a 8/8); tipus de pluja, classificada segons la mida de la gota (absència, fina, normal, gran, pedra, neu); direcció i força del vent a les 13 h; i temperatura a les 13 h. També es va anotar la mitjana mensual de temperatures màximes, la mitjana mensual de temperatures mínimes i la durada del dia. Aquesta informació s'ha emprat de manera complementària per explicar aspectes comportamentals del cicle d'activitat.

S'han tingut en compte les observacions realitzades en diferents condicions meteorològiques, ja que els dies amb condicions extremes que poden incidir en l'activitat dels esquiroles (velocitat vent > 30 km/h, mida gran de les gotes de precipitació, pedregada o nevada) només representen un 6.25% dels dies mostrejats ($n = 288$).

3. RESULTATS

3.1. Ritme d'activitat

Els esquiroles tenen activitat diürna durant tot l'any i tenen activitat nocturna almenys durant el novembre-desembre.

3.1.1. Activitat diürna

El ritme d'activitat varia considerablement al llarg de l'any. L'inici de l'activitat diürna està força sincronitzada en relació a la sortida del sol (Fig. 1).

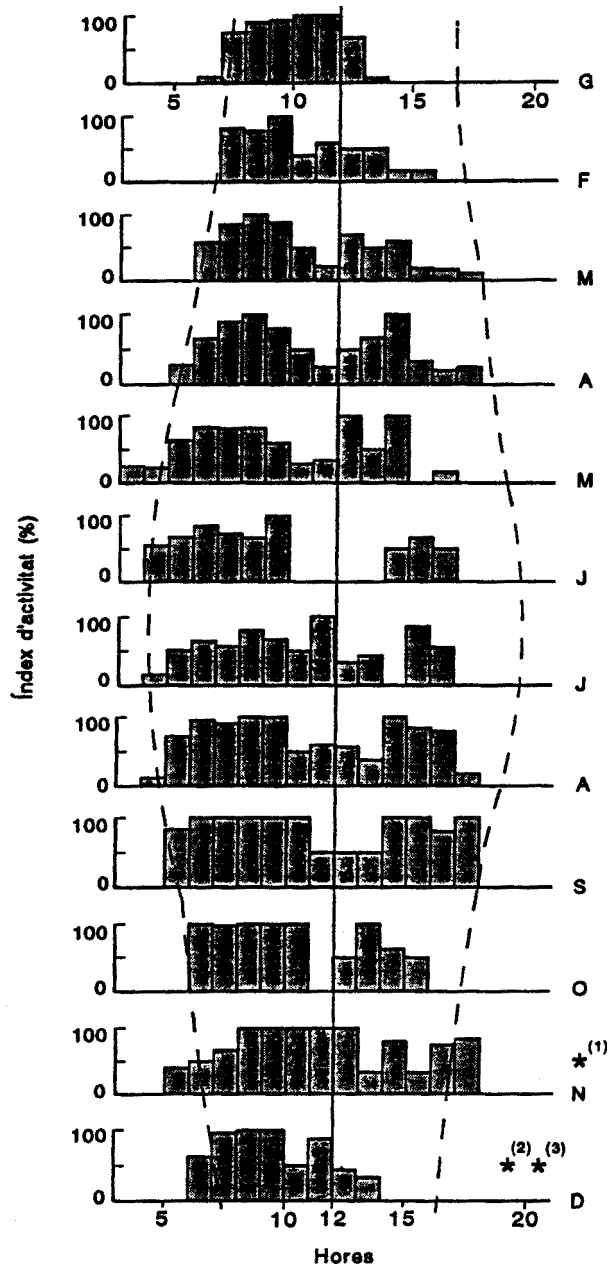


Fig. 1. Patró d'activitat diürna mensual (hora solar) (juny 91–novembre 93). S'indica l'hora de sortida i de posta del sol amb una línia discontinua i s'han mostrat totes les hores diürnes compreses en aquest període des d'1 h abans de la sortida del sol fins 1 h després (\times localitzacions per hora = 10). S'assenyala (*) l'hora amb activitat nocturna detectada dues nits (*1 = 22–23 h amb un esquirol d'entre sis, amb activitat alimentària el 19-11-91; *2 = 19–20 h amb dos esquirols d'entre dos, amb activitat de desplaçament el 21-12-91; *3 = 20–21 h amb quatre esquirols d'entre quatre en actiu, dos alimentant-se i dos en desplaçament el 21-12-91) a partir d'un mostratge nocturn (2 h després de la posta del sol–24 h) realitzat cinc nits (una al juliol, tres al novembre i una al desembre).

Pot considerar-se que el crepuscle matutí (avaluat des de 1 h abans de la sortida del sol fins la sortida del sol; aprox. crepuscle astronòmic) és utilitzat al llarg de tot l'any, mentre que el crepuscle vespertí (posta sol fins 1 h després posta del sol; aprox. crepuscle astronòmic) només és utilitzat intensivament el setembre i el novembre (la resta de l'any finalitza 1-3 h abans de la posta del sol)(Fig. 1).

Poblacionalment, presenten activitat diària unimodal (desembre-febrer; Fig. 1) quan la durada del dia és menor (Taula 3), tot i que el seguiment diari hivernal d'un animal indica que també pot ser bimodal, amb un període de descans al migdia (Fig. 2), i suggereix que hi ha asincronia entre els individus d'una població, cosa que provoca que poblacionalment es detecti com a activitat diària diürna unimodal. Progressivament es va transformant en bimodal de març a novembre (Fig. 1), assolint la bimodalitat màxima al juny (Fig. 1), coincidint amb la màxima durada del dia (Taula 3).

Taula 3. Activitat mensual diürna (sortida sol-posta sol) diària (%) al llarg de l'any, en relació a la durada del dia (sortida sol-posta sol) i a la temperatura mitjana mínima (T. mit. mín.) mensual (juny 91-novembre 93). (N. loc. = nombre de localitzacions). (Veure patró d'activitat diürna mensual a Fig. 1, i variació entre sexes de l'activitat de matí i de tarda a Fig. 3).

Mes	ACTIVITAT DIÛRNA DIÀRIA					
	Durada del dia	T. mit. mín. (°C)	N. loc. totals	N. loc. actiu	Temps actiu	Temps actiu (%)
Gener	9 h 33 min	5.9	97	68	6 h 42 min	70.10
Febrer	10 h 36 min	6.5	94	43	4 h 51 min	45.74
Març	11 h 57 min	8.0	186	77	4 h 57 min	41.40
Abril	13 h 20 min	9.4	164	102	8 h 17 min	62.19
Maig	14 h 33 min	13.7	156	91	8 h 29 min	58.33
Juny	15 h 08 min	16.3	210	134	9 h 39 min	63.81
Juliol	14 h 51 min	19.6	152	75	7 h 20 min	49.34
Agost	13 h 50 min	21.0	135	100	10 h 15 min	74.07
Setembre	12 h 29 min	17.7	97	90	11 h 35 min	92.78
Octubre	11 h 07 min	12.3	132	103	8 h 40 min	78.03
Novembre	9 h 53 min	9.8	74	62	8 h 17 min	83.78
Desembre	9 h 13 min	7.8	55	41	6 h 52 min	74.54

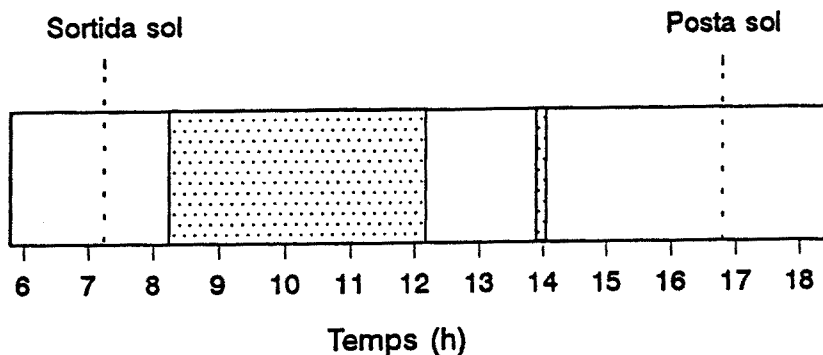


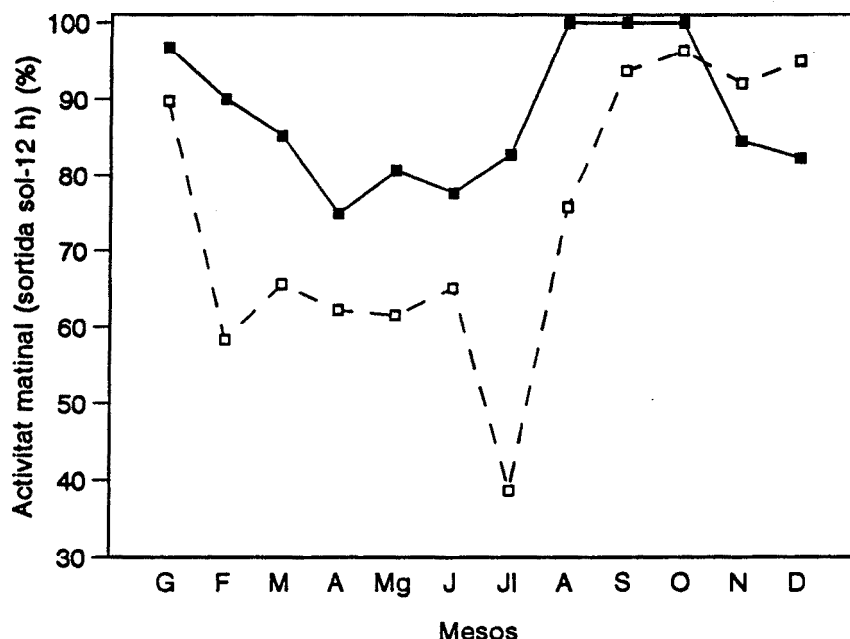
Fig. 2. Patró d'activitat diürna d'un dia hivernal (23-1-93) d'una femella (núm. 26) adulta (edat = 20 mesos) gestant (aprox. 25 dies) que 13 dies després va tenir el segon part de la seva vida (segona estació reproductora viscuda d'adulta) amb tres cries. Les àrees amb trama de punts indiquen períodes actius. S'indica també l'hora de sortida i de posta del sol (hora solar) amb una línia discontinua.

Durant l'agost-octubre hi ha un increment d'activitat (2 h 54 m) respecte de la resta de l'any (3 mesos, $\bar{x} = 10$ h 10 min; 9 mesos, $\bar{x} = 7$ h 16 min) (Taula 3), que s'associa amb la màxima disponibilitat d'aliment (d'alt poder energètic).

Hi ha diferències entre sexes en l'activitat diürna mensual matinal (cicle anyal, Fig 3a) amb valors superiors en els mascles ($\sigma\sigma \bar{x} = 87.50\%$; $\text{♀♀} \bar{x} = 73.74\%$; prova de Wilcoxon, $Z = 2.353$, $n = 12$, $P = 0.0186$), que es mantenen durant els tres mesos de màxima disponibilitat d'aliment predictable (agost-octubre, $\sigma\sigma \bar{x} = 97.94\%$; $\text{♀♀} \bar{x} = 85.28\%$; prova t de percentatges, $P = 0.0015$) i durant els nou mesos amb disponibilitat d'aliment moderada (novembre-juliol, $\sigma\sigma \bar{x} = 83.92\%$; $\text{♀♀} \bar{x} = 69.82\%$; prova t de percentatges, $P = 0.0000$). Durant l'època de parts (febrer-juliol, Fig. 2 del Cap. 2) hi ha diferències entre sexes en l'activitat, amb valors superiors en mascles ($\sigma\sigma \bar{x} = 81.92\%$; $\text{♀♀} \bar{x} = 58.59\%$; prova de Wilcoxon, $Z = 2.201$, $n = 6$, $P = 0.028$), que no es produeixen fora d'aquesta època (agost-gener) ($\sigma\sigma \bar{x} = 93.08\%$; $\text{♀♀} \bar{x} = 88.90\%$; prova de Wilcoxon, $Z = 0.524$, $n = 6$, $P = 0.600$). Només durant els mesos de novembre i desembre les femelles inverteixen més temps que els mascles alimentant-se durant el matí (Fig. 3a). Els valors més baixos de l'abril ($\sigma\sigma$) són causats (Fig. 3a) per plujes matinals (1h abans sortida sol-2 h després sortida sol) i els valors més baixos (♀♀) al febrer i al juliol (Fig. 3a) són causats pels parts (i la cura i l'alletament de les cries) que es produeixen en la majoria de femelles. Aquests valors més baixos d'activitat matinal s'associen amb la lactància i alletament de les cries, que provoca que les femelles restin al niu durant les primeres hores del matí, quan les temperatures encara són baixes, per evitar un refredament de les cries, quan aquestes encara no tenen capacitat termoreguladora (Fig. 3a).

(a)

mascles n= 30 20 27 52 57 72 35 28 31 36 13 17
 femelles n= 39 24 32 90 65 109 75 54 48 55 38 20



(b)

mascles n= 9 20 46 9 11 11 11 13 11 11 11 8
 femelles n= 19 30 81 13 23 18 31 40 7 22 12 10

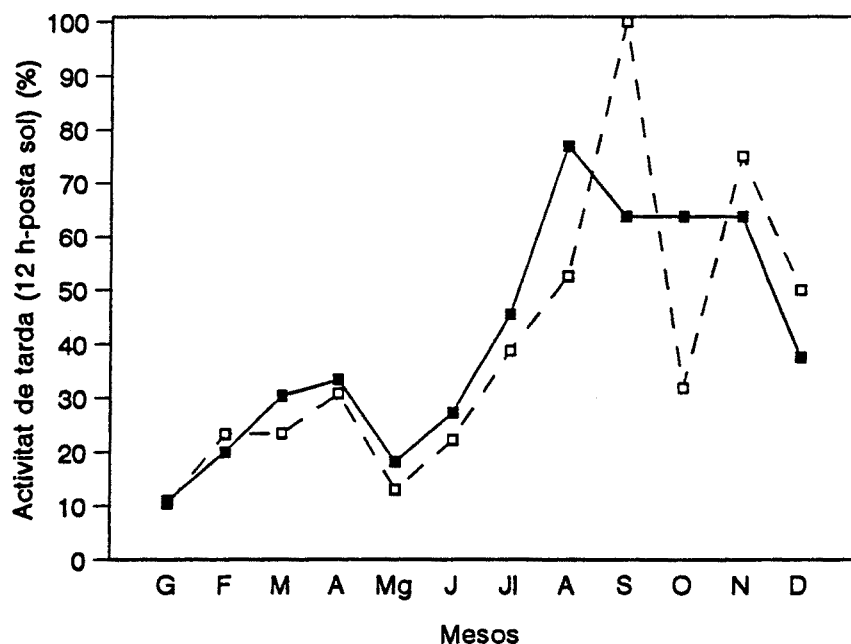


Fig. 3. Activitat diürna mensual (a) matinal (sortida del sol-12 h) i de (b) tarda (12 h-posta del sol) en (■) mascles i en (□) femelles (expressat pel percentatge del nombre de localitzacions diürnes amb activitat de matí i de tarda respecte del total de localitzacions diürnes en actiu de matí i de tarda). (Fet a partir del mostratge sortida-posta sol, expressat a la Fig. 1). Els valors matinals baixos de febrer i juliol (♀♀) són deguts als parts i a l'alletament i cura de les cries els dies posteriors al part, i els valors de tarda baixos del maig (♂♂ i ♀♀) estan ocasionats per un mostratge esbiaixat (afecta per igual ambdós sexes) amb més localitzacions a la segona meitat de la tarda. (La durada mensual del dia s'expressa a la Taula 3). (n = mida mostral).

No hi ha diferències entre sexes en l'activitat de tarda (cicle anyal, Fig 3b) ($\sigma\sigma \bar{x} = 40.93\%$; $\text{♀♀} \bar{x} = 39.28\%$; prova de Wilcoxon, $Z = 0.549$, $n = 12$, $P = 0.583$), però gairebé n'hi ha durant els tres mesos de màxima disponibilitat d'aliment predictable (agost-octubre, $\sigma\sigma \bar{x} = 68.57\%$; $\text{♀♀} \bar{x} = 50.72\%$; prova t de percentatges, $P = 0.0856$), però no durant els nou mesos amb disponibilitat d'aliment moderada (novembre-juliol, $\sigma\sigma \bar{x} = 31.88\%$; $\text{♀♀} \bar{x} = 31.90\%$; prova t de percentatges, $P = 0.997$). Durant les estacions de cria (febrer-juliol) gairebé hi ha diferències entre sexes en l'activitat, amb valors superiors en mascles ($\sigma\sigma \bar{x} = 29.11\%$; $\text{♀♀} \bar{x} = 25.26\%$; prova de Wilcoxon, $Z = 1.782$, $n = 6$, $P = 0.0747$), que no es produeixen fora d'aquesta època (agost-gener) ($\sigma\sigma \bar{x} = 52.74\%$; $\text{♀♀} \bar{x} = 53.71\%$; prova de Wilcoxon, $Z = 0.105$, $n = 6$, $P = 0.916$). Els valors més baixos (Fig. 3b) del maig ($\sigma\sigma$ i ♀♀) són causats per l'esbiaixament del mostratge, que va ser superior a la segona meitat de la tarda quan la majoria d'esquirols ja estaven dormint al niu (Fig. 1). Només durant els mesos de novembre i desembre les femelles inverteixen més temps que els mascles alimentant-se durant la tarda (Fig. 3b) cosa que també succeeix al matí (Fig. 3a).

L'activitat alimentària diürna mensual (cicle anyal, Fig. 4) no és diferent entre sexes ($\sigma\sigma \bar{x} = 41.89\%$; $\text{♀♀} \bar{x} = 44.76\%$; prova de Wilcoxon, $Z = 0.549$, $n = 12$, $P = 0.583$), però es detecten valors superiors en les femelles al maig-setembre (prova t de percentatges, $P = 0.0000$), que s'associen al fet que els requeriments energètics són superiors (maig-juliol, quan pareixen la majoria de femelles, Fig. 2 del Cap. 2) a causa de la lactació, mentre que d'octubre a abril són els mascles els que assoleixen valors superiors (prova t de percentatges, $P = 0.0382$), i s'associa amb l'alimentació i el desgast enèrgic a causa de la recerca de femelles en estre durant el zel.

La major proporció de temps matinal que dediquen els mascles a estar actius al llarg de l'any (Fig. 3a) està ocasionada perquè inicien l'activitat matinal abans que les femelles (cicle anyal, Fig. 5) ($\sigma\sigma \bar{x} = 76.78\%$; $\text{♀♀} \bar{x} = 62.04\%$; prova de Wilcoxon, $Z = 2.432$, $n = 12$, $P = 0.0150$). Aquestes diferències estan ocasionades per les que es produeixen durant els sis mesos de parts (febrer-juliol) ($\sigma\sigma \bar{x} = 72.08\%$; $\text{♀♀} \bar{x} = 44.95\%$; prova de Wilcoxon, $Z = 2.201$, $n = 6$, $P = 0.028$), però no durant els mesos no reproductors (agost-gener) ($\sigma\sigma \bar{x} = 81.48\%$; $\text{♀♀} \bar{x} = 79.14\%$; prova de Wilcoxon, $Z = 0.524$, $n = 6$, $P = 0.600$), i això indica que les femelles amb cries estan menys actives fora dels nius a primeres hores del matí que els mascles, a causa de les cures que dediquen a les cries. En ambdós sexes es produeix una tendència a incrementar l'activitat a primeres hores del matí al setembre-desembre coincidint amb la màxima abundància d'aliment i amb l'escurçament de la durada del dia. Els valors baixos de l'abril ($\sigma\sigma$) són deguts a dies de pluja, a primera hora del matí, que impedia la sortida dels nius als mascles, i els valors baixos del juliol (♀♀) són causats pels parts (cura i alletament de les cries) que tenen la majoria de femelles (Fig. 2 del Cap. 2).

mascles n= 31 22 37 42 48 59 34 38 38 45 18 17
 femelles n= 38 22 40 60 43 75 41 63 52 73 44 24

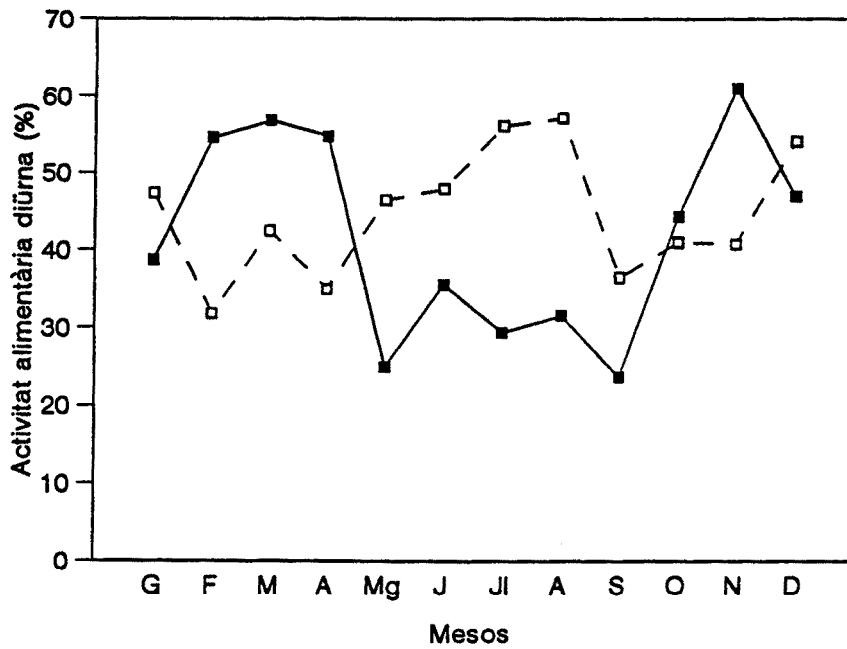


Fig. 4. Activitat alimentària diürna mensual en (■) mascles i en (□) femelles (expressat pel percentatge del nombre de localitzacions amb activitat alimentària des de la sortida del sol a la posta del sol, respecte del total de localitzacions en el mateix període amb comportament actiu). (n = mida mostral).

mascles n= 36 17 21 36 45 47 37 22 24 28 15 15
 femelles n= 38 24 30 60 43 52 64 36 34 47 29 19

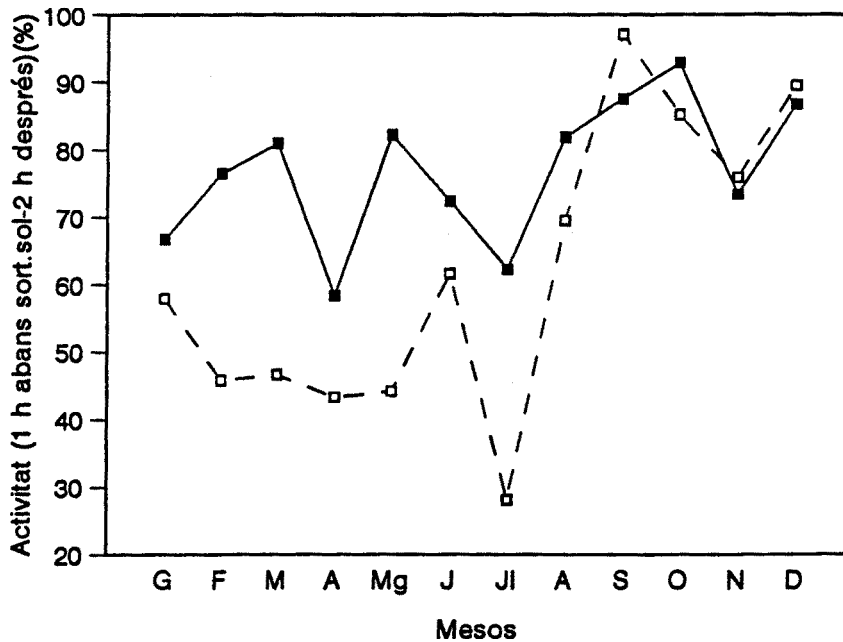


Fig. 5. Activitat diürna mensual a l'inici del dia, en relació a la sortida del sol (1 h abans-2 h després) en (■) mascles i en (□) femelles (expressat pel percentatge del nombre de localitzacions diürnes amb activitat en el període citat, respecte del total de localitzacions en el mateix període). Els baixos valors d'abril (♂♂) són causats per plujes que es produeixen a primera hora del matí i impedeixen la sortida dels nius dels mascles, però no la de les femelles, que encara estan al niu dedicades a la cura de les cries, i els baixos valors del juliol (♀♀) són causats pel segon període de parts (amb dedicació intensiva a la cura i alletament de les cries els dies posteriors) de l'estació que inclou la majoria de femelles. (n = mida mostral).

Durant el dia els esquirols no estan actius més temps quan la durada del dia és més llarga ($\sigma\sigma$ $r = 0.115$, $n = 12$, $P = 0.721$; $\varphi\varphi$ $r = -0.385$, $n = 12$, $P = 0.217$) sinó que dediquen les hores restants a descansar (Fig. 1), i els mascles estan més actius quan la temperatura mínima augmenta ($\sigma\sigma$ $r = 0.603$, $n = 12$, $P = 0.038$), mentre que en les femelles l'activitat és independent de la temperatura mínima ($\varphi\varphi$ $r = 0.099$, $n = 12$, $P = 0.759$).

3.1.2. Activitat nocturna

S'ha detectat activitat nocturna (entre 19.40 h-24.00 h, el 19-11-91 i el 21-12-91) durant els mesos de novembre i desembre (Fig. 1), els quals, juntament amb el gener, són els que tenen una durada del dia menor (Taula 3), i també són nits incloses en la fase més lluminosa del cicle llunar (gibosa creixent-gibosa minvant que s'anomenarà de lluna plena) de les quatre que es produeixen, i en tots dos dies la lluna estava situada per sobre de l'horitzó en aquestes hores. No s'ha detectat activitat nocturna la resta de dies mostrejats (28-7-92, 8-11-91, 16-11-91), tot i que els dos últims dies citats tenen curta durada del dia, però a diferència dels dies amb activitat nocturna cap dels tres últims dies citats estan inclosos en la fase del cicle llunar més lluminosa (estaven en les fases llunars de quart minvant, lluna nova i quart creixent, respectivament).

El 19-11-91 es varen localitzar i descriure l'activitat de deu esquirols diferents entre les 22.20 h i les 23.22 h (*1, Fig. 1), dels quals un d'ells estava actiu menjant i la resta dormia als nius de nit (un esquirol d'entre deu, 10%). El 21-12-91 es varen localitzar vuit esquirols dels que dos (mascles) no es pot concretar quina activitat realitzaven (potser dormien a un niu de nit?). Els altres sis esquirols estaven tots actius (sis esquirols d'entre sis, 100%) entre les 19.40 h i les 20.38 h (dos s'alimentaven i quatre en desplaçament)(*2 i *3, Fig. 1).

En el conjunt d'aquests dos dies va detectar-se activitat nocturna en set ocasions (43.75%, 7 esquirols d'entre setze), de les quals en tres casos estaven alimentant-se (pinyes de pi blanc, *P. halepensis*) i en quatre casos estaven desplaçant-se. Es pot confirmar el comportament alimentari perquè després de localitzar la seva ubicació (amb el collar amb radioemissor) en una àrea amb pins blancs, *P. halepensis*, molt madurs i alts i sense sotabosc, es va sentir el so característic que produeixen en tallar les bràctees de les pinyes. L'àrea on es varen localitzar els tres esquirols menjant és una zona d'alimentació. Les quatre localitzacions d'activitat de comportament de desplaçament varen ser detectades en la foscor després de seguir el moviment de l'esquirol, que possiblement va ser destorbat per l'observador quan estava alimentant-se. En tots els casos, però, pot assegurar-se que els esquirols no estaven al niu (es coneixien el niu principal i alguns secundaris de cada esquirol, veure Cap. 4) i també pot afirmar-se que estaven en els pins blancs, *P. halepensis*,

més madurs, que és on normalment es dirigeixen per alimentar-se durant el dia, perquè produeixen més pinyes (Taula 4 del Cap. 0) i és un aliment (d'alt poder energètic) preferit (Taula 7).

No hi ha diferències significatives de pes corporal dels esquirols amb activitat nocturna a la tardor (cinc capturats i pesats de sis amb activitat nocturna) respecte dels que no s'ha detectat que presentin activitat nocturna (prova *t* de Student, $t = 0.38$, $df = 6$, $P = 0.720$). Amb tot, els que estan actius de nit pesen menys ($\bar{x} = 283.20$ g, $n = 5$, 3 ♂♂ i 2 ♀♀) que els que no ho estan ($\bar{x} = 288.33$ g, $n = 3$, 2 ♂♂ i 1 ♀), i això suggereix que els animals que s'alimenten de nit poden tenir un balanç energètic desfavorable que pot ser la causa de la necessitat de l'activitat d'alimentació nocturna.

Dels esquirols pesats que presentaven activitat nocturna ($n = 5$) s'ha detectat que en cinc el pes havia incrementat ($\bar{x} = 266.33$ g) des de la primavera o l'estiu anterior (maig-juny 91) fins la tardor (novembre 91) ($\bar{x} = 273.17$ g). Només en un d'ells el pes es va mantenir estable ($\bar{x} = 254$ g). Des del febrer següent a la localització nocturna fins a l'abril, quan encara no havien iniciat el cicle reproductor, els pesos varen créixer en tres casos (2 ♂♂ i 1 ♀) mentre que en els altres tres varen augmentar (1 ♂ i 2 ♀♀). En el període en què varen ser localitzats actius durant la nit (tardor), tots els individus varen assolir els pesos més elevats del cicle anual, com succeeix en la totalitat de la població (Fig. 4a i b del Cap. 1).

Les variables astronòmiques i meteorològiques que poden afavorir aquest comportament nocturn són:

a) la menor durada del dia perquè es redueix el temps útil il·luminat per alimentar-se. El desembre, en què el 100% (sis esquirols d'entre sis) dels esquirols amb activitat coneguda van mostrar activitat nocturna, es caracteritza per ser el mes de l'any en què els dies són més curts (9 h 13 min), i el novembre, en què el 10% (un esquirol d'entre deu) dels esquirols van mostrar activitat nocturna, és el tercer mes amb una menor durada del dia (Taula 3).

b) la lluminositat de la fase llunar de lluna plena (sempre que la lluna estigui per sobre de l'horitzó), que incrementa el temps il·luminat després de la posta del sol, cosa que els ha de permetre continuar alimentant-se.

El 19-11-91 (un esquirol d'entre deu, 10% d'activitat nocturna) mancaven dos dies per produir-se lluna plena i era una de les set nits més lluminoses del cicle llunar. El 21-12-91 (sis esquirols d'entre sis, 100% d'activitat nocturna) hi havia lluna plena, era el primer dia en què s'iniciava la fase entre la lluna plena i la fase de quart minvant, i era una de les set nits més lluminoses del cicle llunar, mentre que uns dies abans, en què no hi havia lluna

plena (8-11-91 i 16-11-91), també es va mostrejar de nit i no es va detectar activitat nocturna. Ambdós, dies en el moment en què es va detectar activitat nocturna, la lluna estava situada per sobre de la franja de l'horitzó (sortida de la lluna: 19-11-91 a les 15.42 h, i 21-12-91 a les 17.40 h), i només hi havia boira (8/8) a baixa alçada (18 h, 19-11-91) o bé hi havia formacions nuvoloses (6/8) transparents (18 h, 21-12-91) situades a una alçada mitjana (altostratus, As) i alta (cumulostratus, Cs) que permetien una bona il·luminació llunar.

c) les variables meteorològiques. El dia 19-11-91 (10% activitat nocturna) va ploure (7-24 h = 4.5 mm) amb tempestat (una tempestat d'entre les tres que va haver-hi aquell mes) entre les 13-18 h (4.0 mm) i intensitat de precipitació màxima a les 14 h 40 min (14.4 mm/h), però no va ploure el 21-12-91 (100% d'activitat nocturna). Aquest últim dia va haver-hi bona visibilitat (visibilitat mínima a les 18 h = 20 km) respecte de la mitjana mensual (21 km), mes nuvolositat (\bar{x} dia, a les 7, 13 i 18 h = 6/8) que la mitjana mensual (\bar{x} = 4.1/8) i menys hores de sol (0 h 2 min) que la mitjana mensual (4 h 0 min). Tot i això, la temperatura mitjana del dia (10.1 °C) va ser superior a la mitjana del mes (9.8 °C), cosa que indica que no va ser un dia especialment fred, i succeeix el mateix amb la temperatura a les 18 h (11.6 °C) respecte de la mitjana mensual (9.5 °C). D'altra banda, aquell dia no va ploure (podria haver dificultat l'activitat alimentària diürna) i la velocitat del vent durant el dia (anotacions a les 0, 7, 13 i 18 h) va ser menor (\bar{x} = 19.2 km/h) que la mitjana mensual (\bar{x} = 37.0 km/h).

No hi ha evidències que les variables meteorològiques que es produeixen durant el dia i la nit en què es detecta activitat nocturna provoquin aquest comportament.

3.2. Distribució d'activitats i ús de l'hàbitat

La major proporció de temps actiu diürn (n = 30 mesos) s'inverteix en (Taula 4 i Fig. 6) buscar aliment o menjar (\bar{x} = 44.82% del total del temps actiu mensual) o en desplaçaments (\bar{x} = 47.19% del total de temps actiu mensual) i ambdós comportaments representen el 92.01% del total del temps que està actiu. La resta del temps s'inverteix en altres comportaments en proporcions més baixes (interaccions \bar{x} = 2.75%; aparellament \bar{x} = 2.27%; autocondícia (*grooming*) \bar{x} = 1.19%; amagar aliment \bar{x} = 0.10%; descansar fora del niu \bar{x} = 0.07%; altres \bar{x} = 1.46%; Taula 4 i Fig. 6).

Any	Mes	n	TIPUS DE COMPORTAMENT (%)							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1991	Juny	51	58.8	----	31.4	----	2.0	----	7.8	----
	Juliol	34	35.3	----	53.0	2.9	2.9	----	5.9	----
	Agost	34	26.5	----	73.5	----	----	----	----	----
	Setembre	71	21.1	----	62.0	7.0	----	----	7.0	2.9
	Octubre	41	51.2	----	39.0	2.5	----	----	----	7.3
	Novembre	22	45.5	----	54.5	----	----	----	----	----
	Desembre	19	36.8	----	63.2	----	----	----	----	----
1992	Gener	27	48.2	----	40.7	7.4	----	----	----	3.7
	Febrer	21	38.1	----	52.3	4.8	----	----	----	4.8
	Març	45	48.9	----	48.9	----	----	----	----	2.2
	Abril	28	46.4	----	50.0	----	----	----	3.6	----
	Maig	50	34.0	----	50.0	----	4.0	----	8.0	4.0
	Juny	63	36.5	----	46.0	3.2	----	----	11.1	3.2
	Juliol	17	23.5	----	76.5	----	----	----	----	----
	Agost	34	70.6	----	26.5	----	2.9	----	----	----
	Setembre	19	52.6	----	36.9	10.5	----	----	----	----
	Octubre	26	38.5	----	57.7	----	3.8	----	----	----
	Novembre	31	54.9	----	41.9	----	3.2	----	----	----
	Desembre	36	55.5	----	38.9	----	----	----	2.8	2.8
1993	Gener	47	44.7	----	38.3	6.4	2.1	2.1	4.3	2.1
	Febrer	22	50.0	----	45.5	----	----	----	----	4.5
	Març	32	46.9	3.1	37.4	----	6.3	----	----	6.3
	Abril	65	49.2	----	30.8	9.2	----	----	10.8	----
	Maig	29	51.7	----	31.0	10.4	----	----	6.9	----
	Juny	21	23.8	----	71.4	----	4.8	----	----	----
	Juliol	24	68.0	----	16.0	12.0	----	----	----	4.0
	Agost	32	56.3	----	43.7	----	----	----	----	----
	Setembre	8	50.0	----	50.0	----	----	----	----	----
	Octubre	26	50.0	----	46.2	----	3.8	----	----	----
	Novembre	16	31.3	----	62.5	6.2	----	----	----	----

Taula 4. Tipus de comportaments diürns (%). La mida mostral (n) indica el nombre total d'observacions comportamentals mensuals. Els percentatges de les classes de comportament estan referits al total de l'activitat mensual observada. Classes de comportament: 1 = buscar o recuperar aliment, menjar i beure; 2 = amagar aliment; 3 = desplaçar-se; 4 = interaccions (agressives i no agressives, exceptuan les típiques del ritual d'aparellament); 5 = autocondícia (*grooming*); 6 = descansar fora del niu; 7 = ritual d'aparellament; 8 = altres tipus de comportament (marcar, olorar, construir nius). (Fig. 6).

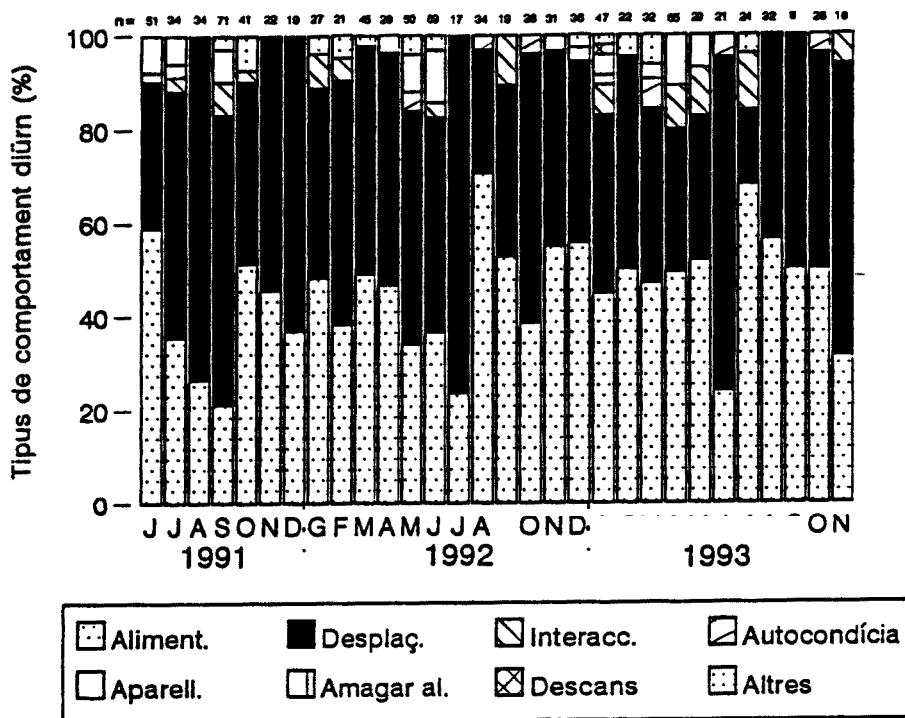


Fig. 6. Comportaments diürns mensuals fets fora del niu (expressats pel percentatge de temps que inverteixen en fer cada tipus de comportament respecte del total de temps amb, que realitzen qualsevol tipus de comportament). Els tipus de comportament es detallen al requadre de la part inferior (Aliment. = alimentació; Desplaç. = desplaçament; Interacc. = interacció que només exclou les relacionades amb el ritual d'aparellament; Autocondícia = *grooming*; Aparell. = aparellament; Amagar al. = amagar aliment; Descans = descans fora del niu). (Taula 4). (n = mida mostral).

No hi ha diferències en el temps dedicat als comportaments d'alimentació, de desplaçament i d'autocondícia, entre el període de primavera-estiu (abril-setembre) i el període de tardor-hivern (octubre-març)(prova U de Mann-Whitney; Taula 5).

Taula 5. Mitjana (\bar{x}), desviació estàndard (s) i prova U de Mann-Whitney de tres tipus de comportament diürn, entre l'estació hivernal (octubre-març)-estival (abril-setembre). Realitzat a partir de la proporció (%) de temps invertit en cada tipus de comportament respecte del total (abril 92-març 93). (n = mida mostral).

Tipus comportament	Activitat hivernal (%)			Activitat estival (%)			Prova U Mann-Whitney	
	n	\bar{x}	s	n	\bar{x}	s	Z	P
Alimentació	12	46.58	6.23	12	46.88	15.13	0.318	0.751
Desplaçament	12	46.53	8.68	12	44.07	17.59	0.636	0.525
Autocondícia	4	3.85	1.78	3 [#]	3.90	0.95	0.354	0.724

(#) inclou un valor del juny 93.

Quant més temps inverteixen en desplaçaments (mesos precedents a la maduració de les pinyes) menys temps dediquen a alimentar-se (correlació de Pearson, $r = -0.8845$, $n = 30$, $P = 0.000$, Fig. 7), i s'associa especialment a la manca d'aliment que es repeteix periòdicament a finals de primavera-principis d'estiu (Fig. 8) a causa del cicle de fructificació de *P. halepensis*. L'any 91 la inflexió en el percentatge més alt de temps dedicat a alimentar-se es produeix al juny (58.8%), l'any 92 es produeix a l'agost (70.6%), i l'any 93 es produeix al juliol (68.0%). S'observa (Fig. 8) que el mes anterior (anys 92 i 93) és quan menys temps dediquen al mateix comportament (23.5% i 23.8% respectivament), i això s'associa a la manca de pinyes de pi blanc madures.

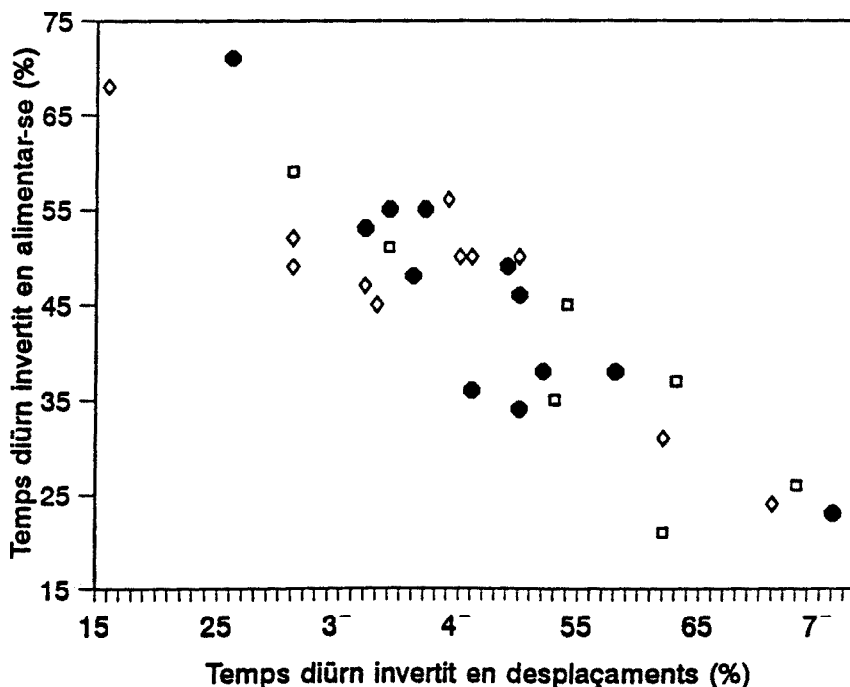


Fig. 7. Associació (\square = any 91; \bullet = any 92; \diamond = any 93) entre el temps mensual diürn (%) que inverteixen en alimentar-se i el que inverteixen en desplaçaments ($r = -0.8845$, $n = 30$, $P = 0.000$).

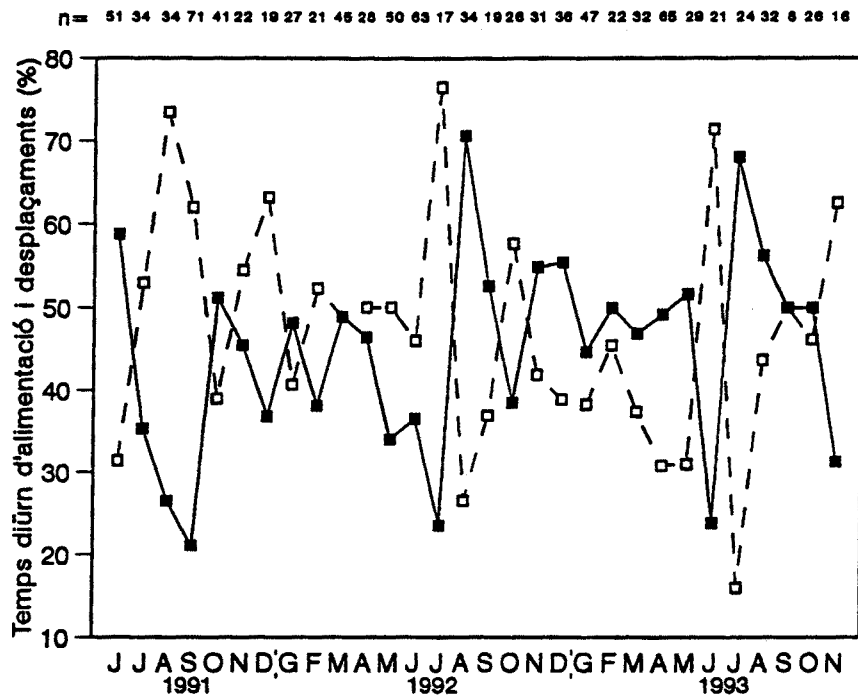


Fig. 8. Interrelació temporal entre el temps diürn mensual (%) invertit en (■) alimentar-se i en (□) desplaçar-se. Experimenta inflexions periòdiques anuals, a finals primavera-principis estiu (juny-agost) coincidint amb l'escassetat de pinyes de l'any de pi blanc, *P. halepensis*, a causa del consum, quan encara no estan disponibles (madures) les noves pinyes de l'any. (n = mida mostral).

El comportament d'autocondícia ha estat observat (Taula 4, Fig. 6) al matí en sortir del niu, i en pauses mentre s'alimenten o en acabar el temps diari que dediquen a alimentar-se.

Alguns tipus de comportament només han estat observats durant determinades estacions. El comportament d'amagar llavors només s'ha detectat (una observació) el març-93 i comprèn un 3.1% del total de l'activitat d'aquest mes. Els rituals d'aparellament es detecten especialment durant abril-juliol (Taula 4 i Fig. 6), quan totes les femelles esdevenen en estre (Fig. 2 del Cap. 2), mentre que es detecten menys al gener perquè només 1/3 de les femelles novelles i totes les femelles adultes assolixen l'estre (Taula 1 i

2 del Cap. 2). Les interaccions entre esquirols tenen lloc al llarg de tot l'any i són nombroses, especialment en les àrees d'alimentació (obs. pers.).

Altres categories de comportament com la construcció del niu, el comportament d'identificació i marcatge de l'àrea d'activitat, i altres reaccions causades per l'experimentador, sumen un 7.3% del total del temps en actiu (Taula 4 i Fig. 6).

L'espècie d'arbre on passa més temps actiu ($n = 30$ mesos, Fig. 9) és el pi blanc, *P. halepensis* ($\bar{x} = 53.01$) (i és també on passa més temps alimentant-se; $\bar{x} = 77.24\%$, $n = 30$ mesos, Taula 6), i el segueixen en ordre decreixent (Fig. 9), *P. pinea* (20.81%), *C. sempervirens* (5.08%), *Q. ilex* (8.00%), *Q. x cerrioides* (0.93%), *R. pseudoacacia* (0.78%), *P. x hibrida* (0.41%), *C. atlantica* (0.20%) i altres arbres (7.66%). A terra hi passa un 2.93% del temps.

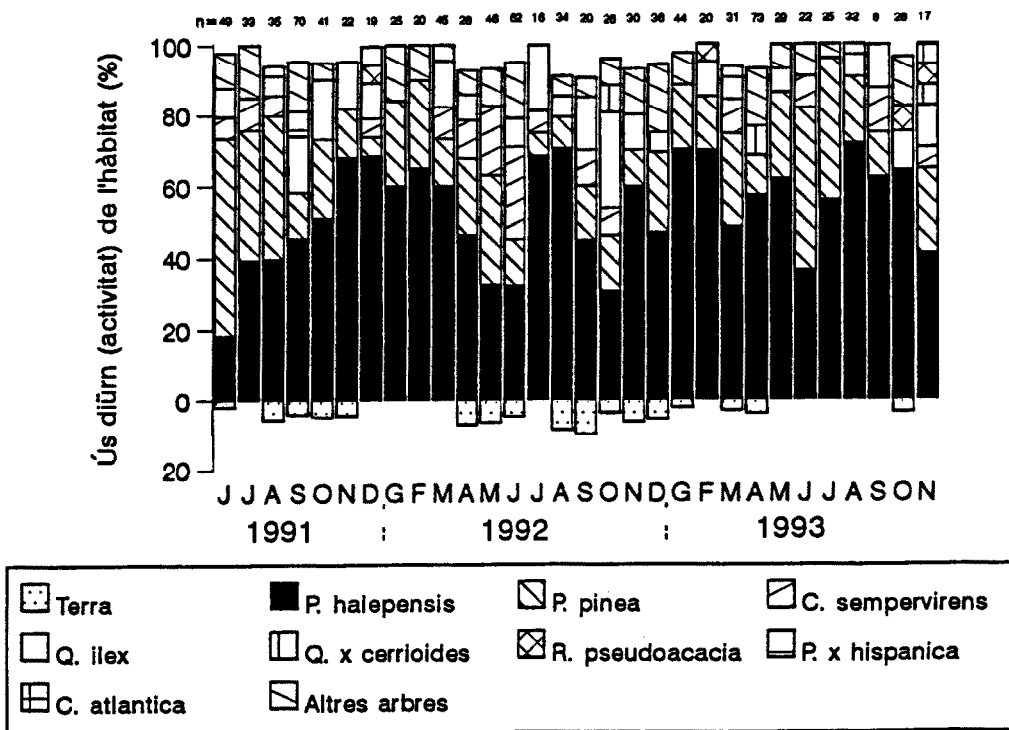
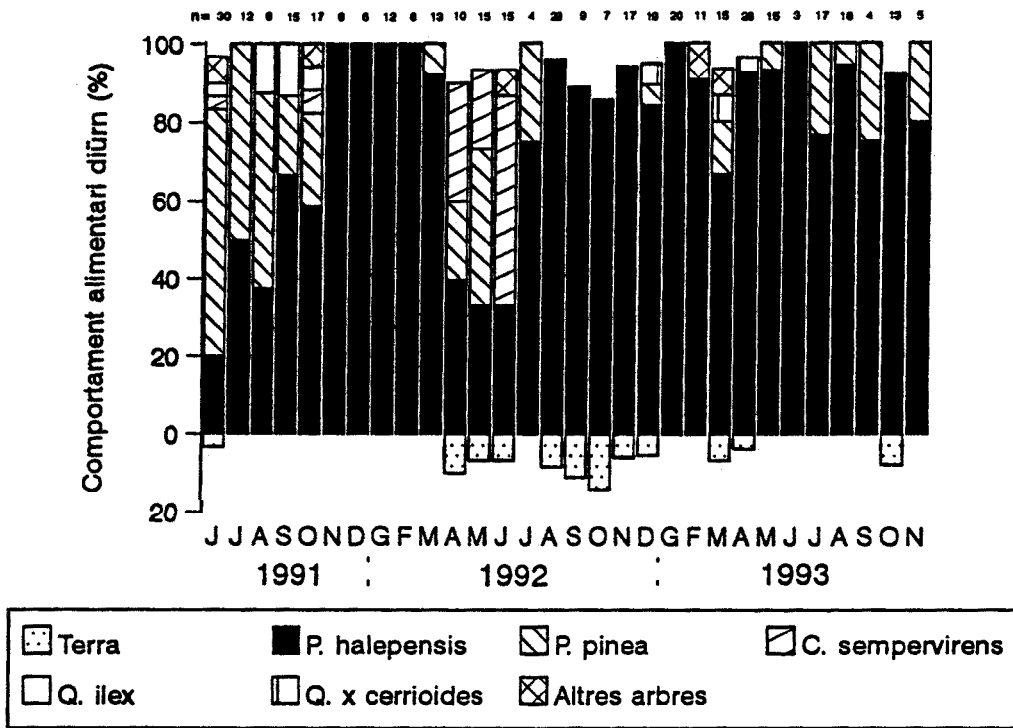


Fig. 9. Ús diürn mensual de l'hàbitat (quan estan actius i tenint en compte tots els comportaments) que inverteixen estant a terra o a diferents espècies d'arbres (pi blanc, *P. halepensis*, pi pinyer, *P. pinea*, xiprer, *C. sempervirens*, alzina, *Q. ilex*, roure, *Q. x cerrioides*, robínia, *R. pseudoacacia*, plàtan d'ombra, *Platanus x hispanica*, cedre de l'Atlas, *Cedrus atlantica* i altres arbres) expressat pel percentatge de temps que inverteixen estant actius a terra o en cada espècie d'arbre respecte del temps total que inverteixen en estar actius. Les categories d'ús diürn (activitat) de l'hàbitat es detallen al requadre de la part inferior. ($n =$ mida mostral).

(a)



(b)

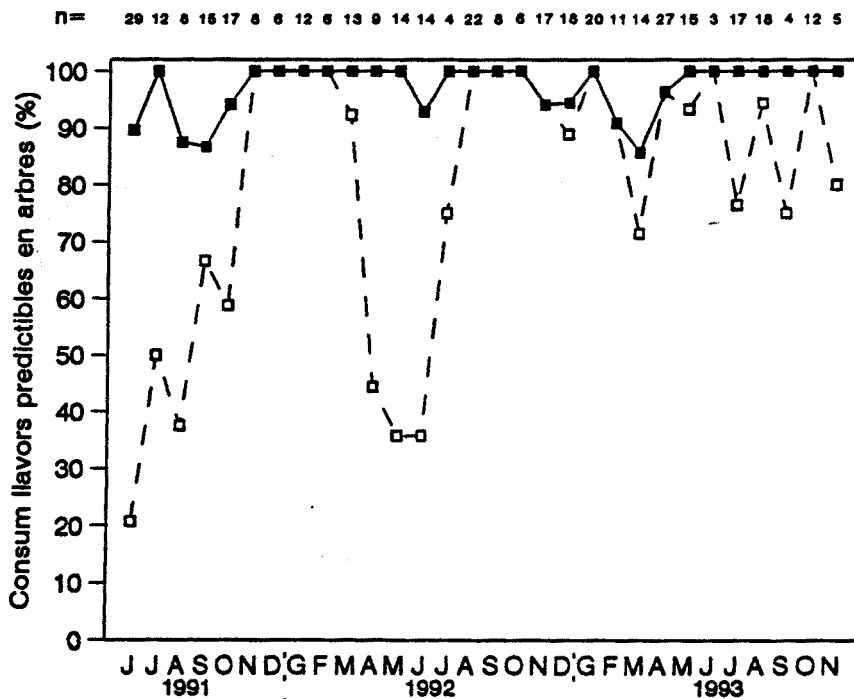


Fig. 10. (a) comportament alimentari diürn mensual que inverteixen alimentant-se a terra o en les diferents espècies d'arbres (pi blanc, *P. halepensis*, pi pinyer, *P. pinea*, xiprer, *C. sempervirens*, alzina, *Q. ilex*, roure, *Q. x cerrioides* i altres arbres que es detallen a Taula 6) expressat pel percentatge de temps que inverteixen alimentant-se de cada tipus d'aliment respecte del total de temps que inverteixen en comportament alimentari. Les categories de comportament alimentari diürn es detallen al requadre de la part inferior. És indicatiu del temps (%) que dediquen a menjar llavors a terra i a les diferents espècies d'arbres (veure tipus d'aliments consumits a Taula 6). (b) comportament alimentari (als arbres) diürn mensual (%) que inverteixen en menjar llavors predictibles (d'alt poder energètic) d'arbres de (■) *P. halepensis*, *P. pinea* i *C. sempervirens* (F. Pinaceae i F. Cupressaceae). Es detalla el mateix comportament només en (□) *P. halepensis* (F. Pinaceae) que segueix un patró molt semblant al de la Fig. 10a. (n = mida mostral).

3.3. Comportament alimentari i preferències d'aliment

Durant el cicle anyal (n = 30 mesos) la major part de temps dedicat a buscar aliment o menjar s'inverteix (Fig. 10a) en el pi blanc, *P. halepensis* (77.24%), i en el pi pinyer, *P. pinea* (13.30%), quan manquen les pinyes del primer, i això suposa el 90.54% del temps dedicat a cercar aliment. La resta d'espècies d'arbres són menys utilitzades en termes d'aliment: xiprer, *C. sempervirens* (3.75%), alzina, *Q. ilex* (1.17%), roure, *Q. x cerrioides* (0.52%) i altres arbres (1.17%), i també ho és cercar aliment a terra (2.73%).

Els valors més baixos de temps (%) dedicat a alimentar-se en el pi blanc, es produeixen cap a l'estiu, especialment l'any 1991 i 1992 (Fig. 10a), que és el moment en què els esquirols han menjat totes o una gran part de les pinyes de l'any disponibles i quan encara són inmadures (verdes) les noves pinyes de l'any. En certes estacions (tardor-91 i primavera-92) els gàlbuls de xiprer poden arribar a tenir importància en la dieta (assolint un màxim del 36.4% del temps total dedicat a buscar aliment el juny 92; Taula 6 i Fig. 10a i b), sobretot quan s'ha exhaurit l'aliment principal (pinya de pi blanc, *P. halepensis*).

Els esquirols consumeixen ítems d'aliment diversos (Taula 6) però només són preferits els d'algunes espècies d'arbres (Taula 7). Els ítems de pi blanc, *P. halepensis* (pinyes), són preferits en totes les estacions, excepte la primavera 92, i aleshores és preferit el xiprer, *C. sempervirens* (gàlbuls), el teix, *T. baccata* (brots), i en menor mesura el pi pinyer, *P. pinea* (pinyons i flors). Els ítems de pi pinyer, *P. pinea* (pinyons i flors), són els segons preferits, i a continuació i només en determinades estacions són preferits els ítems (Taula 7) de xiprer blau, *C. arizonica* (brots), d'om, *U. minor*, de teix, *T. baccata* (brots), i de robinia, *R. pseudoacacia* (escorça). Mai són preferits els ítems d'alzina, *Q. ilex* i de roure, *Q. x cerrioides*.

ART MES	1991												1992												1993											
	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIBS	GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIBS	GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIBS					
Més observades	30	12	8	15	17	6	6	12	6	13	10	15	15	4	23	9	7	17	19	20	11	15	28	15	3	17	18	4	13	5						
Comportament alimentari (%)																																				
TERRA	3,3										10,0	6,7	6,7		4,3	11,1	14,3	5,9	5,3		6,6	3,6							7,7							
Bovins	3,3										10,0	6,7	6,7		4,3	11,1	14,3	5,9	5,3		6,6	3,6							7,7							
Agafar glans																																				
PI BLANC	20,0	50,0	37,5	66,7	50,0	100	100	100	100	92,3	48,0	33,3	33,3	75,0	95,7	88,9	85,7	94,1	84,1	100	90,9	66,7	92,8	93,3	100	76,5	94,4	75,0	92,3	80,0						
Bovins	6,7	41,7	37,5	53,4	11,8	37,5	100	100	100	7,7	7,7	6,7	13,3	4,4	4,4		11,8																			
Menjar playnes	13,3	8,3		13,3	47,0	62,5	100																													
PI PINTAT	63,3	50,0	50,0	20,0	23,5			100	100	84,6	40,0	26,6	20,0	75,0	91,3	88,9	85,7	82,3	84,1	100	90,9	66,7	92,8	93,3	100	76,5	94,4	75,0	92,3	80,0						
Bovins	10,0	16,7	37,5	6,7	5,9					7,7	20,0	40,0	25,0	25,0				5,3			13,3		6,7		23,5	5,6	25,0	20,0	20,0							
Menjar playnes	53,3	33,3	12,5	13,3	17,6					7,7		13,3						5,3							11,7	5,6	25,0									
Menjar Bous																																				
XIPRE	3,3						5,9				30,0	20,0	53,3																							
Bovins											10,0																									
Menjar gèlids	3,3						5,9																													
ALZINA	3,3						5,9																													
Bovins																																				
Menjar glans	3,3						5,9																													
ROURE																																				
Q. x. ornitzes																																				
Menjar macells																																				
Menjar escorça																																				
OLIVERA	6,8																																			
Bovins	6,8																																			
XIPRE BLAU							5,9																													
C. ornitzes							5,9																													
Menjar granans i bous							5,9																													
TEIX							5,9																													
T. beccans							5,9																													
Menjar granans i bous							5,9																													
ROBÍNA																																				
R. penadencs																																				
Menjar escorça																																				
OM																																				
U. minor																																				
Bovins																																				

TAULA 6. Comportament alimentari diürn mensual amb detall dels ítems consumits. S'expressa en percentatges (%) mensuals sobre el total de localitzacions en què s'ha observat que estaven alimentant-se o buscant aliment (Fig. 10a).

Taula 7. Índex d'elecció d'Ivlev (E_i) estacional (amb agrupacions per anys biològics = tardor-estiu de l'any següent) per a cada espècie de llavor o d'ítem en relació al comportament d'alimentació diürn (en arbres). Els valors positius indiquen l'espècie d'arbre que és preferida i els valors negatius indiquen la que és evitada. Fet a partir de l'abundància relativa (Ar) de les espècies d'arbres (cd 1, 2 i 3). (n = mida mostral). (#, indica espècies d'arbres caducifolis, resta perennifolis; estiu = juliol-setembre; tardor = octubre-desembre; hivern = gener-març; primavera = abril-juny).

n	Pi blanc	Pi pinyer	Xiprer	Alzina	Roure [#]	Robínia [#]	Teix	Om [#]	Xiprer blau	Altres		
	<i>P. halepensis</i>	<i>P. pinea</i>	<i>C. sem-pervirens</i>	<i>Q. ilex</i>	<i>Q. x. cerritoides</i>	<i>R. pseudoacacia</i>	<i>T. baccata</i>	<i>Ulmus minor</i>	<i>C. arizonica</i>			
Ar (%)												
Estiu 91	35	0.08	0.58	-1.00	-0.10	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	0.44	0.13	13.59
Tardor 91	31	0.25	0.13	0.03	-0.72	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	0.92	
Hivern 92	31	0.35	-0.51	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	
Primavera 92	37	-0.10	0.37	0.85	-1.00	-1.00	0.52	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	
Estiu 92	34	0.35	-0.54	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	
Tardor 92	40	0.34	-0.60	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	
Hivern 93	45	0.31	-0.38	-1.00	-1.00	0.02	-1.00	0.67	-1.00	-1.00	-1.00	
Primavera 93	45	0.34	-0.63	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	
Estiu 93	39	0.29	0.22	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	
Tardor 93	17	0.34	-0.25	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	

3.4. Ús del substrat i alçada i grandària de l'arbre quan es realitza el comportament alimentari

El substrat més utilitzat ($n = 30$ mesos) pels esquirols per alimentar-se (Fig. 11) són les branques mitjanes (52.08%) i les branques primes (32.37%) i en menor mesura les branques gruixudes (12.05%) i el terra (3.49%). En les branques mitjanes i petites és on es realitza la major part del comportament alimentari (84.45%) ja que és el lloc més proper i estable respecte del punt d'inserció de l'aliment principal (pinyes de *P. halepensis*), que està situat en les branques primes.

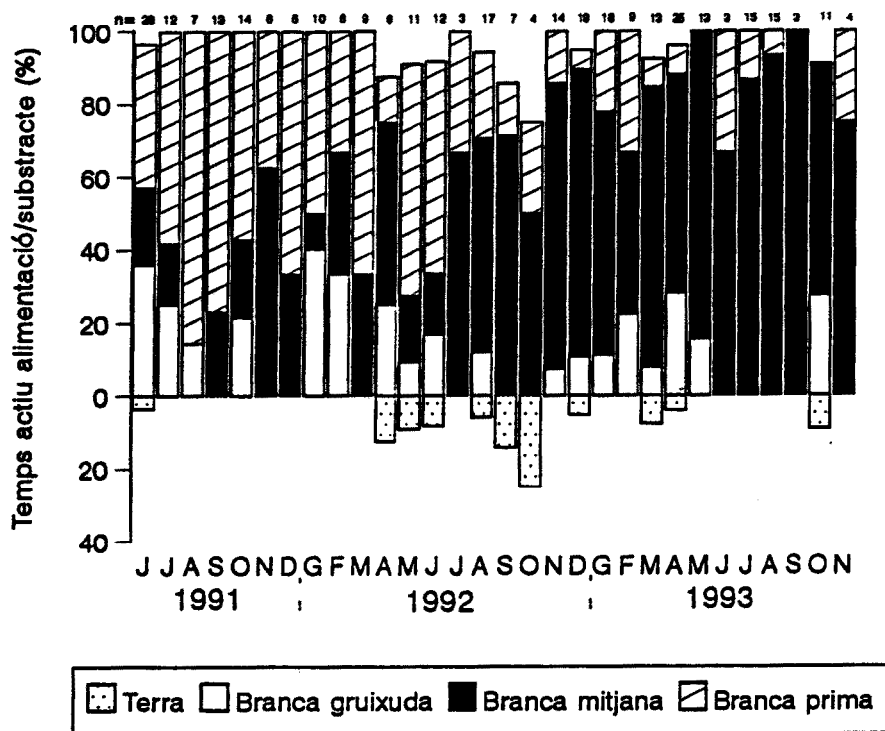


Fig. 11. Ús diürn mensual del substrat (veure requadre part inferior) sobre el qual realitzen el comportament alimentari (expressat pel percentatge de temps gastat alimentant-se en cada substrat respecte del temps en què realitzen el comportament alimentari). La mida de les branques s'ha establert en funció del perímetre de la zona on estava situat l'esquirol alimentant-se: branca gruixuda ≥ 20 cm; branca mitjana 10 a < 20 cm; branca prima < 10 cm). ($n =$ mida mostral).

Les alçades a les quals se situen (Fig. 12) quan mengen (n = 30 mesos) són, en valors mitjos decreixents: > 15 m (22.89%), 10-15 m (59.65%), 5-10 m (13.53%), 0-5 m (0.89%) i a terra (3.07%). En el 82.54% del casos se situen a més de deu metres d'alçada, en una àrea en la qual estan fixades les pinyes de què s'alimenten.

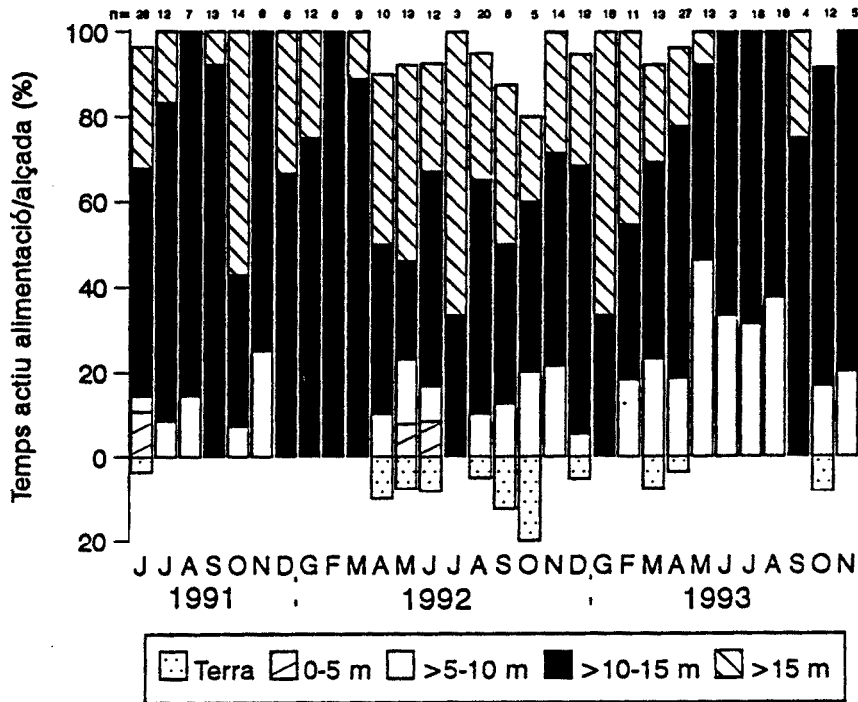


Fig. 12. Ús diürn mensual de l'alçada en què se situen els esquirols per alimentar-se (expressat pel percentatge de temps gastat alimentant-se a cada alçada, respecte del temps que gasten alimentant-se a totes les alçades), que es produeix a terra o als arbres, a les diferents alçades que es detallen al requadre de la part inferior. (n = mida mostral).

S'ha determinat la mida (Fig. 13) i l'alçada d'arbre (Fig. 14) més utilitzades estacionalment per alimentar-se com a indicador de preferència de maduresa dels arbres.

La majoria d'arbres en els quals s'alimenten (n = 30 mesos) són de mida (amplada tronc) mitjana o gran (98.67%); els de mida gran són emprats en un 63.36%, els de mida mitjana en un 35.31% i els de mida petita en un 1.32%.

La majoria d'arbres en els quals s'alimenten (n = 30 mesos) són alts o molt alts (96.68%); els molt alts són emprats un 43.66%, els alts un 53.02%, els d'alçada mitjana un 3.09% i els baixos un 0.23%.

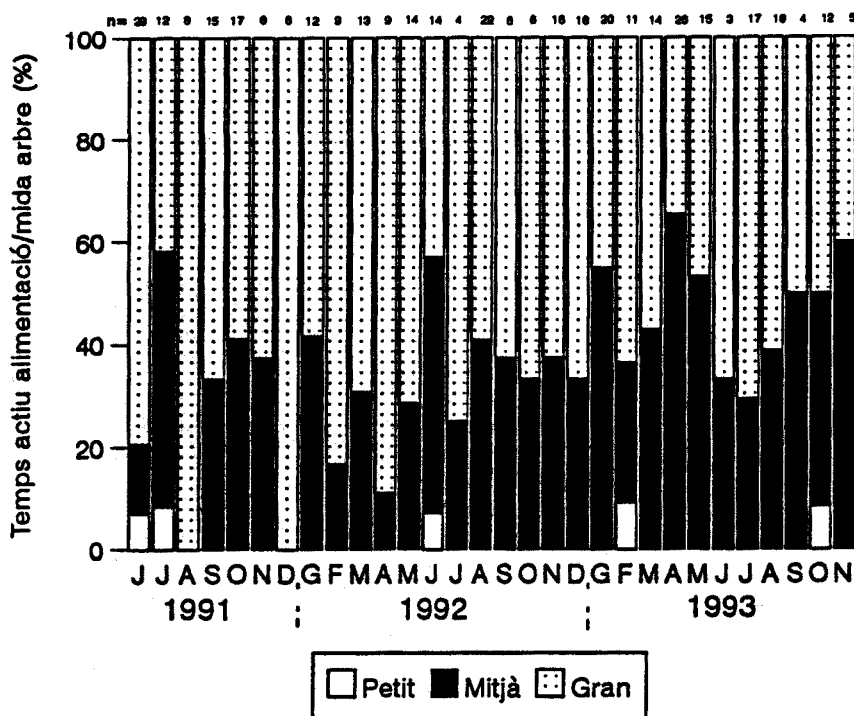


Fig. 13. Ús diürn mensual del mida dels arbres en els quals s'alimenten (expressat pel percentatge de temps gastat alimentant-se en arbres de mides diferents respecte del total de temps que gasten estant actius a tots els arbres). La mida dels arbres s'ha establert en funció del perímetre del tronc (1.3 m de terra): petit < 40 cm (ϕ < 12.7 cm, aprox. cd 1); mitjà 40 a < 80 cm (ϕ 12.7 a < 25.5 cm, aprox. cd 2); gran \geq 80 cm (ϕ > 25.5 cm, aprox. cd 3). (n = mida mostral).

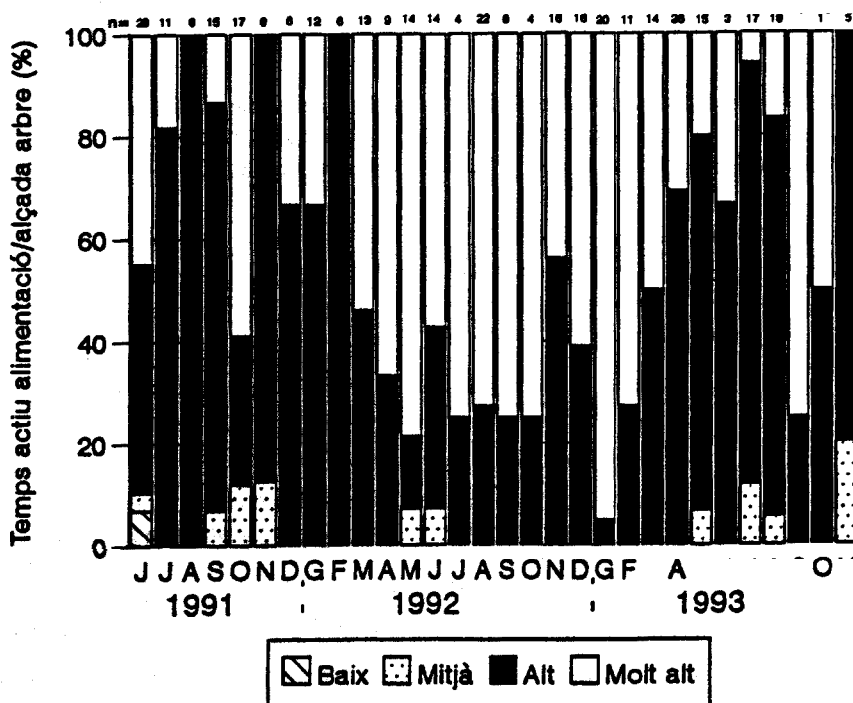


Fig. 14. Ús diürn mensual de l'alçada de l'arbre on s'alimenten (expressat pel percentatge de temps gastat als arbres de diferents alçades alimentant-se, respecte del temps que gasten estant actius als arbres). L'alçada dels arbres s'ha establert a partir de la longitud del tronc (des del nivell de terra): baix < 5 m; mitjà 5 a < 10 m; alt 10 a < 15 m; molt alt \geq 15 m. (n = mida mostral).

3.5. Índex d'energia ingerida per dia

Al llarg d'un dia (hivern) consumeixen l'equivalent a 7.9 pinyes de *P. halepensis* i la mitjana de temps dedicat a consumir completament cada pinya (n = 7) és de 17 min 30 s (Taula 2).

L'energia ingerida per dia (hivern) és de 288 kJ, amb una ingestió de 72 kJ per hora d'activitat (Taula 8).

Taula 8. Energia ingerida (activitat diürna) per dia i per hora d'activitat d'un esquirol adult (núm. 26 ♀). Fet (23-1-93) a partir del temps per dia invertit en estar actiu, que inclou els desplaçaments als llocs d'alimentació i la dedicació a l'alimentació (només va ingerir pinyes de pi blanc, *P. halepensis*). L'energia ingerida es determina a partir del nombre de llavors de pinyes consumides per unitat de temps d'activitat (va consumir totalment o parcialment 10 pinyes de pi blanc, *P. halepensis* = 7.9 pinyes consumides totalment). (Patró d'activitat diari diürn a Fig. 2).

Temps actiu/dia	Temps comportament alimentari/dia			Núm. pinyons viables consumits/dia	Energia ingerida	
	Desplaçaments	Alimentació	Total		kJ/dia	kJ/hora actiu
4 h	1 h 16 min	2 h 21 min	3 h 37 min	396.74	288	72

4. DISCUSSIÓ

4.1. Patró diari i estacional d'activitat

Hi ha un mateix patró diari d'activitat diürna en les espècies arborícoles holàrtiques, amb variacions estacionals (Zwahlen, 1975; Bland, 1977; Thompson, 1977b; Tonkin, 1983; Wauters & Dhondt, 1987; Wauters et al., 1992) i variacions entre hàbitats que depenen de la dispersió d'aliment en l'espai i de la mida dels ítems d'aliment (Wauters et al., 1992). El present estudi permet confirmar variacions en *S. vulgaris* causades per les variables ambientals i meteorològiques característiques de latituds meridionals. En l'hàbitat estudiat, dominat (Taula 1 del Cap. 0, per a cd 2 i 3) per pinàcies (54%) i fagàcies (24%), tenen un patró d'activitat unimodal (desembre-febrer, Fig. 1) durant l'hivern (tot i que estrictament és

un patró bimodal asimètric amb la segona fase d'activitat molt curta a causa de la curta durada del dia, Fig. 2), i un patró bimodal durant la primavera-estiu-tardor (març-novembre) que inclou una pausa completa d'activitat al juny (10-14 h), que s'associa amb el fet que és el mes amb la màxima durada del dia (15 h 8 min).

El patró diari diürn d'activitat de *S. vulgaris* de latituds més septentrionals d'hàbitats dominats per roures, *Quercus robur* i *Q. petraea*, i freixes, *Fraxinus excelsior*, amb sotabosc d'avellaners, *Corylus avellana* (Lat. 54° N, Anglaterra), té també (Tonkin, 1983) un patró unimodal al gener (en realitat és bimodal asimètric, amb molt poca activitat en la segona meitat del dia). Aquest es diferencia de l'hàbitat estudiat (Lat. 41° N) en què gairebé no hi ha ni la bimodalitat de la primavera-tardor, ni la d'estiu amb pausa completa d'activitat (juny) a les hores centrals del dia. En hàbitats dominats per pinàcies, pi roig *P. sylvestris* i pinassa, *P. nigra* (Lat. 52° N, Bèlgica), es diferencien (Wauters & Dhondt, 1987; Wauters et al., 1992) en els patrons aparentment unimodals del gener i s'assemblen en la bimodalitat que es produeix a partir del febrer fins el novembre i en la manca d'activitat (gairebé completa) durant 1-2 h centrals del dia en els mesos de maig-octubre. En hàbitats dominats per caducifolis, roure, *Q. robur*, faig, *Fagus sylvatica* i bedoll, *Betula* sp. (Lat. 52° N, Bèlgica), es diferencien (Wauters et al., 1992) en què mantenen la bimodalitat tot l'any amb inactivitat completa de maig a setembre durant 1 h central del dia.

Aquests resultats suggereixen que:

a) la manca de pausa estival a les hores centrals del dia (Tonkin, 1983), fins i tot en els mesos de més durada (juny), s'associa a hàbitats de meteorologia moderada (que ocasiona temperatures no excessivament elevades entre les 12 i les 14 h) i amb la necessitat de cercar aliment poc abundant, dispers i de baix poder energètic (boscos caducifolis),

b) hi ha bimodalitat asimètrica hivernal. Fins i tot durant els dies més curts de l'hivern (desembre-gener) moltes poblacions d'esquirols (exceptuant les d'hàbitat de coníferes descrites per Wauters et al., 1992) mantenen un ritme d'activitat bimodal asimètric (amb el segon pic d'activitat de tarda de curta durada, o que no es produeix en la majoria d'animals), depenent de la latitud i de l'hàbitat (Zwahlen, 1975; Tonkin, 1983; Wauters & Dhondt, 1987; Wauters et al., 1992), que s'associa amb la base endògena del patró d'activitat diari (Aschoff, 1963, 1966). Aquesta bimodalitat asimètrica del patró d'activitat es manifestaria de manera diferent en funció de la latitud i del tipus d'hàbitat:

1. En hàbitats temperats amb l'aliment agrupat, encara que sigui costós d'extraure les llavors (coníferes), o amb l'aliment dispers amb ítems d'aliment grans (caducifolis), l'esquirol sortiria del niu per alimentar-se quan encara hi ha llum diürna i les temperatures hivernals de tarda són moderades, cosa que es faria evident pel segon pic d'activitat del

dia. D'aquesta manera obtindrà un balanç energètic positiu.

2. En hàbitats septentrionals de meteorologia més extrema, amb l'aliment en les mateixes condicions que les citades en el punt anterior, l'esquirol podria sortir del niu per alimentar-se quan encara hi ha llum diürna, encara que les temperatures hivernals de tarda siguin baixes, ja que se suposa que l'agrupació de l'aliment o la mida gran dels ítems permeten obtenir un balanç energètic positiu. Si, al contrari, en aquests hàbitats de meteorologia més extrema i baixes temperatures hivernals de tarda, l'aliment està dispers i els ítems són petits i costa d'extraure les llavors, el balanç energètic de la sortida del niu seria negatiu i l'esquirol restaria a l'interior, i es produiria activitat no detectada o bimodalitat asimètrica.

En latituds septentrionals la durada del dia és menor que en latituds meridionals i les temperatures de tarda d'hivern són més baixes, i en hàbitats de coníferes (s'alimenten de pinyes de les quals costa extraure les llavors), quan els esquirols tenen el segon pic d'activitat a la tarda, pràcticament ja és fosc, cosa que impossibilita la sortida del niu per alimentar-se.

La bimodalitat hivernal diürna asimètrica s'explicaria pels factors endògens i per les necessitats energètiques diàries, que no podrien ser satisfetes només durant el matí (present estudi a 41° N, dediquen 3 h 37 min per dia d'hivern a comportament alimentari, que inclou 2 h 18 min d'ingestió dels ítems d'aliment en forma de pinyes de *P. halepensis*, durant un dia, que suposen 9.92 g de material nutritiu en pes fresc; Taula 8).

La impossibilitat de satisfer les necessitats energètiques durant el matí no seria perquè l'estómac assoleix la seva capacitat volumètrica d'aliment màxima (hivern, \bar{x} = 14.83 ml de 15-17 h, n = 1422; estiu, \bar{x} = 22.91 ml de 17-19 h, n = 157 en hàbitats de *P. abies* i *P. sylvestris* a 59° N; Grönwall, 1982) que impediria a l'esquirol de continuar ingerint aliment (Tonkin, 1983), ja que l'estómac de l'esquirol a l'hivern encara podria encabir un 35.27% més d'aliment, sinó al ritme endogen i a la necessitat fisiològica de fer un descans, durant el qual s'iniciaria la digestió. El fet d'haver de satisfer la resta de les necessitats energètiques diàries provocaria un segon període d'activitat, que inclouria la sortida del niu per cercar aliment si hi ha bones condicions de llum i temperatures moderades que permetin obtenir un balanç energètic positiu.

La sortida del niu a les tardes d'hivern, quan s'espera obtenir un balanç energètic positiu, podria estar afavorida per la durada de temps amb llum que possibilitaria millors condicions de visibilitat i d'accés a l'aliment, per les elevades densitats d'esquirols que incrementarien la competència intraespecífica per l'aliment durant el dia, i per la manca de depredadors de l'hàbitat.

La manca d'hores diàries de llum durant l'hivern hauria d'afectar més els animals amb baixa condició física, i més específicament els subdominants respecte dels dominants, els subadults flotants respecte dels adults residents, i els mascles residents respecte de les femelles residents, a causa de les relacions socials (Wauters & Dhondt, 1989b; Cap. 1) i d'ús de l'espai (Wauters & Dhondt, 1992; Cap. 6) que separen els grups citats. Això fa que en els darrers grups citats es produeixi més fàcilment activitat bimodal asimètrica o activitat nocturna durant les nits més il·luminades, que podria ser més acusada en aquest hàbitat a causa de les elevades densitats d'esquirols (Cap. 3), que provoquen un major nombre d'interaccions (Cap. 1). Aquestes interaccions impedirien dedicar la totalitat del temps en actiu a alimentar-se, i s'incrementaria la competència intraespecífica per l'aliment. Una manera d'evitar aquesta competència intraespecífica hivernal per l'aliment seria continuar alimentant-se a última hora de la tarda quan la majoria de la població ja està al niu (Fig. 1), o fins i tot durant la nit.

En els tres hàbitats citats de diferents latituds (Tonkin, 1983; Wauters & Dhondt, 1987; Wauters et al., 1992; present estudi), el mes amb durada del dia més curta és el desembre i el de durada més llarga és el juny. Els mesos de l'any amb màxima activitat (h) durant el dia s'assemblen més entre Anglaterra (hàbitat caducifolis, a l'agost-setembre, amb 11 h 30 min) i Espanya (hàbitat de pinàcies, al setembre, amb 11 h 35 min) i es diferencien respecte de Bèlgica (hàbitat de coníferes, al maig i juny amb 10 h 6 min i 10 h 54 min, respectivament; hàbitat de caducifolis, al juny amb 9 h 58 min - 11 h). Els mesos de l'any amb mínima activitat (h) durant el dia s'assemblen més entre Anglaterra (hàbitat caducifolis, al gener-març, amb 4 h 30 min) i Espanya (hàbitat de pinàcies, al febrer-març, amb 4 h 55 min) i es diferencien respecte de Bèlgica (hàbitat de coníferes, al gener o desembre amb 4 h 43 min i 5 h, respectivament; hàbitat de caducifolis, al desembre i gener amb 4 h 41 min i 3 h 56 min respectivament).

A Anglaterra i Espanya dediquen el màxim d'hores d'activitat el setembre (present estudi: increment d'activitat diürna diària de 2 h 54 min d'agost-octubre, respecte dels nou mesos restants). En el present estudi això es produeix en ambdós sexes al matí i a la tarda durant novembre i desembre (Fig. 3a i b) i s'associa amb l'abundància d'aliment (d'alt poder energètic) del medi i amb la menor durada del dia, que possibilita que els animals recuperin el pes perdut (Fig. 4a i b del Cap. 1) durant la reproducció anterior i es preparin per a la següent assolint un pes corporal òptim que permetrà en ambdós sexes iniciar el cicle de maduració sexual (Cap. 2) (l'espermatogènesi en els mascles i l'estre en les femelles). A Bèlgica es produeix el maig-juny, justament quan menys aliment disponible d'alt poder energètic hi ha al medi (Wauters et al., 1992). Això suggereix que en els hàbitats estudiats d'Anglaterra i Espanya no hi ha un veritable període de manca d'aliment que provoqui que els esquirols incrementin l'activitat a finals de primavera o principis d'estiu.

A Anglaterra i Espanya dediquen el mínim d'hores d'activitat el gener-març i a Bèlgica el desembre i gener, cosa que s'associa amb la menor durada del dia i amb l'abundància d'aliment (d'alt poder energètic) durant aquests mesos. Això suggereix que el valor mínim d'hores d'activitat per dia és independent de la latitud i de l'hàbitat.

A Anglaterra i Espanya dediquen el màxim de temps actiu per dia el setembre i el mínim el març i això s'associa amb les raons exposades anteriorment.

La major activitat (cicle anual) dels mascles que es manifesta especialment al matí (Fig. 3) s'associa amb una estratègia sexual diferent. Les femelles es dediquen a la reproducció i per aquesta causa tenen uns requeriments energètics superiors en l'època de gestació (Kaczmariski, 1966; Havera & Smith, 1979) i d'alletament (Kaczmariski, 1966; Humpries & Boutin, 1996) i, com a conseqüència, quan la majoria de femelles de la població assolixen (maig-setembre) els estadis sexuals citats anteriorment estan actives durant més temps que els mascles (Thompson, 1977b) per alimentar-se (Fig. 4), molt possiblement d'una manera més eficient. Aquesta major eficiència s'evidencia si tenim en compte que el volum d'aliment dels estómacs de les femelles lactants és superior al dels mascles (Grönwall, 1982), tot i que aquestes surten més tard del niu al matí durant l'època reproductora (febrer-agost) (Fig. 5), a causa de l'endarreriment que provoca la cura i alletament de les cries (Tonkin, 1983; obs. pers.). La baixa capacitat termoreguladora de les cries s'evidencia més a primera hora del matí, quan la temperatura ambiental és relativament baixa. La major eficiència de les femelles en l'alimentació ha d'estar causada: a igualtat de pes corporal, per la dominància sobre els mascles (Wauters & Dhondt, 1989b); per la defensa d'àrees nuclears exclusives intrasexualment que els ha de permetre dedicar-se de manera intensiva a la ingestió d'aliment quan estan fora del niu (Wauters & Dhondt, 1992; Wauters et al., 1994; Fig. 10 i Taula 12 del Cap. 6), i, complementàriament, perquè quan hi ha densitats moderades escullen àrees amb abundant aliment (Wauters & Lens, 1995) o bé acaben anant a àrees més riques alimentàriament (Wauters et al., 1995). Només durant els mesos de novembre i desembre les femelles dediquen més temps que els mascles a alimentar-se durant el matí i la tarda (Fig. 3a i b), i això s'associa al major desgast energètic reproductor i a la finalització posterior del zel masculí (les femelles finalitzen la lactància a finals de setembre-mitjan octubre, mentre que els mascles finalitzen les còpules que tenen èxit a finals de juny, Fig. 2 del Cap. 2).

Els animals més joves, especialment els lactants en les primeres sortides del niu, tendeixen a ser actius cap a finals del matí i inicis de la tarda (Tonkin, 1983; obs. per.) per evitar la competència amb adults (Tonkin, 1983); probablement també per evitar les temperatures més baixes que es produeixen fins a mig matí, a les quals són sensibles en un període de creixement en què la termoregulació encara no funciona amb plenitud i no tenen excessives reserves de greixos acumulats, i potser també per evitar els depredadors diürns (que ja han hagut de caçar durant el matí) i els nocturns (que encara no han sortit a

caçar). Seria una estratègia adaptativa per evitar la competència intraespecífica, la depredació i la manca de capacitat de termoregulació plena, amb la finalitat d'incrementar la supervivència poblacional en les primeres sortides del niu.

4.1.1. Activitat nocturna

S'associa a la curta durada del dia i a les elevades densitats esquirols del parc (Taula 4 i Fig. 3 del Cap. 3). Aquestes causen una menor disponibilitat d'aliment per esquirol (Taula 19 del Cap. 1) i un major nombre d'interaccions i d'estrès social que afecta especialment els animals subdominants i juvenils (Cap. 1), que no poden dedicar tot el temps necessari a l'alimentació i no ingereixen els requeriments òptims energètics diaris. Per suplir-ho es veurien obligats a perllongar el temps d'activitat d'alimentar-se durant les tardes de tardor (setembre-octubre segons Degn, 1974; setembre segons Zwahlen, 1975 i Tonkin, 1983; setembre-novembre segons Wauters et al., 1992 i Wauters & Dhondt, 1987) i fins i tot durant la nit fins a 6 h 6 min després de la posta del sol (19-11-91; present estudi).

Aquesta ingestió d'aliment també estaria relacionada amb la necessitat de recuperar-se del pes corporal perdut durant la reproducció anterior, i a la vegada de preparar-se per al proper període reproductor, i causaria una major asincronia en l'hora de tornada al niu de nit en funció de la condició física de cada animal (Michener, 1979). Un pes corporal elevat ha de permetre els mascles i les femelles iniciar el cicle de maduració de les glàndules reproductores i estar en condicions de reproduir-se abans (Cap. 2) i per tant aquest període d'abundància d'aliment hauria de ser aprofitat per tots els animals per tenir un pes corporal òptim que els permeti assolir amb garanties d'èxit el següent període reproductor.

És possible que el grau de dominància, que afecta l'estat físic de l'animal (Wauters & Dhondt, 1989b), sigui la causa que els animals de rang inferior assoleixin pesos corporals menors. S'ha detectat que aquests animals menys pesats allarguen el temps diari d'alimentació a la tardor (obs. pers.) per tal d'assolir els requeriments energètics vitals, que, perquè les interaccions amb altres animals dominants o a causa de que ocupen àrees més pobres en aliment (Wauters & Lens, 1995; Wauters et al., 1995), no poden assolir durant el temps de durada del dia en l'època de l'any que aquest té una durada menor (novembre, desembre i gener). Seria una manera d'evitar la competència per l'aliment amb els veïns dominants, quan aquests ja resten al niu. A partir de les interaccions intraespecífiques diürnes observades en els animals que estaven actius de nit, es constata que es produeix una relació de 1:2 entre els dominants de rang I (pesos corporals > 290 g, tardor-91) i els subdominants de rang II o III (pesos corporals ≤ 290 g, tardor-91), cosa que podria indicar

que aquest segon grup faria, en una proporció més elevada, aquest comportament d'alimentació nocturna per tal de preparar-se per a la reproducció i assolir un pes òptim, que la majoria d'animals dominants de rang I ja han assolit en aquesta època de l'any.

Els resultats suggereixen que el comportament nocturn d'activitat alimentària està causat primàriament per la curta durada del dia en els mesos de novembre, desembre i gener. Probablement, els animals no tenen temps de cercar tot l'aliment necessari per mantenir el seu equilibri energètic i es veuen obligats a augmentar el període de temps que dediquen a alimentar-se fins unes hores més enllà de la posta del sol. És possible que aquest comportament es produeixi més especialment en animals subdominants, perquè assolixen pesos inferiors als dominants i, en conseqüència tenen pitjor condició física. En aquesta època al parc urbà, l'aliment preferit són les pinyes de pi blanc, que estan disponibles en grans quantitats i que els han de permetre d'assolir un pes òptim a l'inici de l'hivern, condició imprescindible per iniciar el període reproductor en les millors condicions físiques. En efecte, els mascles amb un pes corporal més elevat tenen més desenvolupats els òrgans associats a la reproducció (Fig. 4 del Cap. 2), mentre que a les femelles un pes corporal òptim els permet assolir l'estat d'estre (Taula 3 del Cap. 2).

Per una altra banda, cal suposar que un animal arborícola diürn que necessiti continuar alimentant-se durant la nit, a més d'utilitzar determinats camins coneguts entre el brancatge dels arbres, escollirà les nits amb més llum (fase llunar de lluna plena), ja que són un avantatge per desplaçar-se amb seguretat fins a les fonts d'aliment, per cercar-lo i per retornar al niu. Fins l'actualitat mai s'havia citat activitat nocturna en aquesta espècie.

El comportament d'activitat nocturna pot estar potenciat per les elevades densitats d'esquirols de l'hàbitat ($\bar{x} = 2.02$ esquirols per ha a la tardor; Taula 3 del Cap. 3), la il·luminació artificial del nucli urbà de Barcelona, que provoca l'existència de llum difosa nocturna (a causa de la refracció amb els núvols i les partícules), les temperatures nocturnes hivernals moderades, i per la manca de depredadors nocturns que puguin atrapar els esquirols en el substrat arbori del parc urbà (Cap. 1).

4.2. Distribució de les activitats i ús de l'hàbitat

A tots els hàbitats de qualsevol latitud d'Europa occidental (41-57° N) *S. vulgaris* (Tonkin, 1983; Moller, 1986; Wauters & Dhondt, 1987; Wauters et al., 1992) dedica la major part del temps diari d'activitat a menjar (incloent cercar aliment o amagar-lo) i als desplaçaments (Escòcia, 1979-82, en hàbitat de *P. sylvestris* de 50 anys, $\bar{x} = 79.6\%$; Anglaterra, 1980, en hàbitat de caducifolis $\bar{x} = 91.05\%$; Bèlgica, 1986 i 1987: hàbitat de coníferes, $\bar{x} = 88.70\%$; hàbitat de caducifolis, $\bar{x} = 86.75\%$: present estudi, juny 91-maig 93,

hàbitat de coníferes $\bar{x} = 91.26\%$). En l'hàbitat estudiat hi ha una alta proporció d'interaccions ($\bar{x} = 2.68\%$), tot i que no assoleix les enregistrades a Escòcia ($\bar{x} = 13.6\%$), respecte dels altres hàbitats citats (Anglaterra $\bar{x} = 0.78\%$; Bèlgica, hàbitat de coníferes $\bar{x} = 1.00\%$, hàbitat de caducifolis $\bar{x} = 1.61\%$). Això podria associar-se a les elevades densitats d'esquirols per ha de l'hàbitat (Escòcia $\bar{x} = 0.33$; Anglaterra, $\bar{x} = 0.5-0.82$; Bèlgica, hàbitat de coníferes $\bar{x} = 1.01-1.41$, hàbitat de caducifolis $\bar{x} = 0.84-1.16$; present estudi $\bar{x} = 1.19-2.11$, Taula 3 del Cap. 3)(Moller, 1986; Kenward & Tonkin, 1986; Wauters & Dhondt, 1990), o bé al fet que prefereixin determinats arbres per alimentar-se a causa de la qualitat o quantitat del material nutritiu (Grönwald, 1982; Moller, 1986).

Com també succeeix a Bèlgica (Wauters & Dhondt, 1987), hi ha una relació inversa entre el temps invertit en desplaçaments i el temps invertit en cercar aliment i alimentar-se.

El comportament d'amagar aliment, que, en contraposició a altres hàbitats, gairebé no es produeix, s'analitza en el següent apartat.

Podria explicar-se (cicle anual) que al parc urbà i a Escòcia els esquirols dediquin més temps als desplaçaments que en els altres hàbitats (relació temps dedicat a alimentar-se-temps dedicat a desplaçar-se, Escòcia hàbitat de coníferes 1:1.31; Anglaterra, hàbitat de caducifolis 1:0.09; Bèlgica, hàbitat de coníferes 1:0.18, hàbitat de caducifolis 1:0.21; present estudi 0.96:1 segons Taula 3 del Capítol 3) per la distribució espacial dels *P. halepensis*, preferits que proporcionen l'aliment (d'alt poder energètic) de predictibilitat contínua, per l'elevada abundància d'aliment i probablement, per la metodologia emprada de localitzacions fixes, que també s'ha utilitzat a Escòcia (Moller, 1986).

Les interaccions es mantenen relativament constants al llarg del cicle anual en tots els hàbitats (Tonkin, 1983; Moller, 1986; Wauters & Dhondt, 1987; Wauters et al., 1992; present estudi), de la mateixa manera que l'autocondícia (Tonkin, 1983; Wauters & Dhondt, 1987; Wauters et al., 1992; present estudi), que generalment es realitza després dels períodes de descans (Tonkin, 1983; present estudi). Aquests períodes de descans quan es realitzen fora del niu es produeixen més freqüentment a l'estiu, però també en sortir del niu per escalfar-se amb el sol d'hivern (Cap. 4), sempre en branques d'arbres i mai en roques situades a terra com succeeix a Anglaterra (Tonkin, 1983).

L'ús de l'hàbitat diürn, quan l'esquirol està actiu, és producte especialment del lloc on obtenen l'aliment i del substrat que utilitzen durant els desplaçaments (Wauters & Dhondt, 1987; Wauters et al., 1992). *S. vulgaris* passa la major part del temps als arbres (Holm, 1987; Wauters & Dhondt, 1987; Wauters et al., 1992). En hàbitats de coníferes d'aliment (d'alt poder energètic) predictable continu (14 mesos) l'ús de terra és menor ($\bar{x} = 2.93\%$) que en els hàbitats ($\bar{x} = 10-15\%$; Wauters & Dhondt, 1987; Wauters et al., 1992) en