

PRELIMINARY OBSERVATIONS ON THE FEEDING HABITS AND HABITATS OF CROSSBILLS *Loxia curvirostra balearica* AT CAPE FORMENTOR, MAJORCA

OBSERVACIONS PRELIMINARS DEL COMPORTAMENT I DE L'HÀBITAT ALIMENTARIS DEL TRENCAPINYONS *Loxia curvirostra balearica* A LA PENÍNSULA DE FORMENTOR, MALLORCA

Ron W. SUMMERS^{1,2}
Bozena KALEJTA-SUMMERS¹

SUMMARY.- *Preliminary observations on the feeding habits and habitats of Crossbills *Loxia curvirostra balearica* at Cape Formentor, Majorca.* A study of the feeding habits and habitats of crossbills *Loxia curvirostra balearica* was carried out, primarily in Aleppo Pine *Pinus halepensis* forests on Cape Formentor, Majorca in October 2002. Crossbills either removed green cones (those that would shed seeds in the following year) from live trees, or left them *in situ* on a fire-damaged tree, prior to prising back the scales to remove the seeds. Cones that were removed had an average length of 44.1 mm (range 28-59 mm) and most (92.6%) had all the scales prised back. Proximal scales were prised back before the distal ones. Aleppo Pine cones have thick stalks and may pose a limit to the size of cones that crossbills can remove, because cones over 90 mm in length occur. The crossbills fed in overstorey trees with an average diameter at breast height of 43 cm and height of 16.3 m. The average density of surrounding pines was 223 trees per ha. These values were similar to the available overstorey trees. *Key words:* Crossbill, *Loxia curvirostra balearica*, Aleppo Pine, *Pinus halepensis*, Balearic Islands.

RESUM.- *Observacions preliminars del comportament i de l'hàbitat alimentaris del trencapinyons *Loxia curvirostra balearica* a la península de Formentor, Mallorca.* L'octubre de 2002 es va realitzar un estudi de l'ecologia alimentària del trencapinyons en els boscos de pi blanc *Pinus halepensis* de la península de Formentor, Mallorca. Els trencapinyons aprofitaren tant pinyes verdes (aquelles que haurien deixat anar els pinyons l'any següent) d'arbres vius com pinyes d'arbres cremats, separant les esquames i extreient les llavors. Les pinyes usades tengueren una longitud mitjana de 44,1 mm (rang de 28-59 mm) i en la majoria (92,6%) es trobaren totes les esquames separades. Les esquames proximals foren separades abans que les distals. Els trencapinyons semblen seleccionar per alimentar-se les pinyes més petites, atès que se'n poden trobar de més de 90 mm de longitud; els peduncles (tiges) gruixats de les pinyes podrien suposar un límit al tamany de pinya explotable. Els trencapinyons s'alimentaren en arbres amb un diàmetre mitjà del tronc a l'altura del pit (DBH) de 43 cm i altura mitjana de 16,3 m. La densitat mitjana de pins als voltants dels pins visitats fou de 223 arbres/ha. Aquests valors foren similars als dels arbres madurs amb provisió de pinyes disponibles.

Paraules clau: trencapinyons, *Loxia curvirostra balearica*, pi blanc, *Pinus halepensis*, Illes Balears.

¹Lismore, Mill Crescent, North Kessock, Inverness, Scotland, IV1 3XY

²Royal Society for the Protection of Birds, Etive House, Beechwood Park, Inverness, Scotland, IV2 3BW

INTRODUCTION

Throughout most of its range, the Common Crossbill *Loxia curvirostra* feeds mainly on the seeds of spruces *Picea* sp. and has movements that are often eruptive (CRAMP & PERRINS, 1994). However, the subspecies of Common Crossbills that inhabit the Mediterranean region subsist on pines and are resident. One of these (*L.c. balearica*) is restricted to the Balearic Islands. Despite this interesting departure from the use of spruces and lack of eruptive behaviour, there have been few observations on the feeding ecology of the Mediterranean subspecies. BENKMAN (1989) recognised the unique properties of island forms of crossbills and argued that such populations could only develop in the absence of squirrels, which would compete for food with crossbills, and where conifers provided an assured food supply, usually in the form of fire-adapted pines. Pines tend to produce some cones each year, and therefore provide a more predictable food supply than spruces. In addition, fire-adapted pines tend to retain seeds for extended periods (WHELAN, 1995).

In Majorca, the main conifer is the Aleppo pine *Pinus halepensis*, which is especially tolerant of dry conditions (BARBERO, *et al.*, 1998). Further, fires have been important in shaping the forests of Majorca, preventing a climax community of oak woodland

INTRODUCCIÓ

Al llarg de la major part de la seva àrea de distribució, els trencapinyons *Loxia curvirostra* s'alimenten principalment de les llavors dels avets *Picea* sp. i sovint fan moviments irruptius (CRAMP i PERRINS, 1994). Això no obstant, les subespècies de la regió Mediterrània depenen dels pins i són residents. Una d'elles (*L.c. balearica*) està restringida a les Illes Balears. Malgrat aquestes interessants peculiaritats en l'aprofitament de les pinàcies i l'absència de comportament irruptiu, s'han fet poques observacions sobre l'ecologia alimentària de les subespècies Mediterrànies. BENKMAN (1989) va remarcar les característiques peculiars dels trencapinyons insulars, i proposà que aquestes poblacions es poden desenvolupar només en aquelles illes on no hi han esquirols, que competeixen amb els trencapinyons per l'aliment, i on les coníferes, normalment en forma de pins adaptats al foc, asseguruen una reserva d'aliment. Els pins tendeixen a produir pinyes cada any, representant una font d'aliment més previsible que els avets. A més, els pins adaptats al foc tendeixen a retenir llavors en períodes de temps llargs (WHELAN, 1995).

A Mallorca la principal conífera és el pi blanc o d'Alep *Pinus halepensis*, que és especialment resistent a les condicions de sequera (BARBERO *et al.*, 1998). D'altra banda, els incendis han jugat un important paper en la caracterització dels boscos de l'illa, impeding el desenvolupament de la comunitat climàtica dominada per l'alzi-

developing and retaining it in an intermediate pine-dominated stage (BARBERO, *et al.*, 1998). Although the Aleppo Pine is fire sensitive, its cones are serotinous (AGEE, 1998; KEELEY & ZEDLER, 1998), and it regenerates well after fire.

Here, we describe the stands and cones of Aleppo Pines and make preliminary observations on the feeding habits of the endemic crossbill *L.c. balearica* in Majorca during October 2002. Some comparisons are also made with crossbills feeding on Scots Pines *Pinus sylvestris* in Scotland.

STUDY AREA AND METHODS

The study was carried out primarily on the peninsula of Cape Formentor in the northern part of Majorca between 16 and 27 October 2002. Additional observations were made near Puerto de Pollensa, also in the north of the island.

Cape Formentor is a hilly region with large limestone crags and sea-cliffs. The area has an extensive semi-natural pine forest where the Aleppo Pine is the main overstorey tree (Photo 1). The understorey comprises small pines, oaks *Quercus ilex* and Mastic bushes *Pistacia lentiscus*. The sparse ground vegetation is composed of tussocky grass and small palms *Chamaerops humilis*. The forest is used for grazing goats and hunting birds. There is little extraction of trees.

Given the varied topography, two transects were laid out (near the Formentor Hotel) to describe the woodland structure. One transect was established on relatively flat ground, and the other on a steep slope with bare rock and scree. Along each transect, ten 10 x 10 m quadrats were set at 20 m intervals.

na, i retenint-la en un estadi intermig dominat pel pi (BARBERO, *et al.*, 1998). Tot i que el pi blanc és sensible al foc, les seves pinyes són resistents (AGEE, 1998; KEELEY i ZEDLER, 1998) i es regenera bé després d'un incendi (per germinació).

En aquest treball es descriuen els peus i les pinyes de pi blanc, i es presenten algunes observacions preliminars del comportament alimentari del trencapinyons balear *L.c. balearica* a Mallorca, realitzades durant l'octubre de 2002. Es fan també algunes comparacions amb el comportament alimentari dels trencapinyons a Escòcia, sobre pi roig *Pinus sylvestris*.

ÀREA D'ESTUDI I MÈTODES

L'estudi va ser desenvolupat principalment a la península de Formentor, al N de Mallorca, entre els dies 16 i 27 d'octubre. Es varen fer, a més, algunes observacions addicionals prop del port de Pollença, també al N de l'illa.

Formentor és una zona muntanyosa amb grans extensions de roquissars calcàris i penyasegats marins. Hi ha també una important massa boscosa seminatural, en la què el pi és l'arbre principal de l'estrat superior (foto 1). El sotabosc està integrat per pins joves, alzines *Quercus ilex* i mates llentrisqueres *Pistacia lentiscus*. Les zones amb menys vegetació estan cobertes per praderies de càrritx *Ampelodesmos mauritanica* i garballons *Chamaerops humilis*. Els principals usos del bosc són la pastura de cabres i la caça; hi ha escàs aprofitament de la fusta.

Atesa la variada topografia, es varen dissenyar dos transectes (prop de l'Hotel Formentor) per descriure l'estructura del bosc. Un dels transectes es va establir en una zona plana, i l'altre en un vessant escarpat amb roca nua i pedregall. Al llarg de cada transecte s'establiren deu parcel·les de 10 x 10 m,

All the trees within the quadrats were identified, the diameter at breast height (DBH) was measured and tree height estimated by clinometer readings at a measured distance from the tree.

Trees from which crossbills had removed cones were identified by the presence of depredated cones on the ground below the crown. Such trees were searched for within *c.* 30 m on each side of the transects. DBHs and heights of trees on which crossbills had fed were measured, as above. The density of the surrounding trees was based on the number of trees within a 10 m radius of the crossbill tree. Samples of between 1 and 14 cones that had been depredated and dropped by crossbills were collected from the ground under each tree and their lengths measured to 1 mm using dial callipers.

Observations were made on cohorts of cones on the trees in order to understand the feeding ecology of crossbills. Their arrangement along branches (the youngest at the ends of branches) allowed interpretation of their development. A sample of green and brown cones were taken from eight trees with accessible cones to examine cone morphology. Lengths and stalk widths were measured using dial callipers, to 1 and 0.1 mm, respectively. A sample of cones was collected from Scots Pines in the Highlands of Scotland for comparison.

RESULTS

Woodland structure at Cape Formentor

The median density of pines along the transect on flat ground was 250 per ha, as opposed to 350 per ha on the slope (Photo 1). The median DBH and

separades en intervals de 20 m, i s'identificaren tots els arbres dins cada una d'elles. A tots els arbres se'ls mesurà el diàmetre a l'alçada del pit (DBH) i l'altura, estimada amb un clinòmetre.

Els arbres visitats pels trencapinyons s'identificaren per la presència de pinyes depredades en terra, davall la copa. Aquests arbres se cercaren en els 30 m a banda i banda del transecte. També es mesuraren els seus DBH i altura, tal com s'ha indicat. La densitat d'arbres als seus voltants es calculà comptant tots els peus en un radi de 10 m de l'arbre en qüestió. Es varen recollir mostres de pinyes (d'entre 1 i 14) depredades i deixades caure pels trencapinyons al terra, davall de cada arbre, i es va mesurar la seva longitud amb peu de rei, amb precisió d'1 mm.

Es realitzaren anotacions de les cohorts de pinyes als arbres, per esbrinar l'ecologia alimentària dels trencapinyons. La seva disposició al llarg de les branques (les més joves als extrems de les branques) va permetre la interpretació del seu desenvolupament. Es va recollir una mostra de pinyes verdes i marrons de 8 arbres que les tenien accessibles, per examinar la seva morfologia, i es mesurà la longitud de les pinyes i l'amplada dels seus peduncles (tiges) amb peu de rei, amb precisió d'1 i 0,1 mm respectivament. Així mateix, es va recol·lectar una mostra de pinyes de pi roig als Highlands d'Escòcia per a una comparació.

RESULTATS

Estructura del bosc

La densitat mitjana de pins en la zona més plana va ser de 250 ex./ha, mentre que la del vessant va ser de 350 (foto 1). El DBH i l'altura mitjans dels pins a la zona plana va ser de 42 cm i 15,5 m respectivament. A la zona de pendent, els



Photo 1. Aleppo Pine forest on the slopes of the study area on Cape Formentor.

Photo: Ron Summers.

Foto 1. Bosc de pi blanc a les vessants de l'àrea d'estudi de la península de Formentor. Foto: Ron Summers.

	Tree height (m) <i>Altura de l'arbre (m)</i>			Tree DBH (cm) <i>DBH (cm)</i>			Density (number / ha) <i>Densitat (indiv. / ha)</i>		
	Median <i>Mitjana</i>	IQR <i>IQR</i>	Range <i>Rang</i>	Median <i>Mitjana</i>	IQR <i>IQR</i>	Range <i>Rang</i>	Median <i>Mitjana</i>	IQR <i>IQR</i>	Range <i>Rang</i>
Pines on flat ground <i>Pins a la zona plana</i>	15.5	12.7-17.8	3.0-25.2	42	37-48	9-66	250	200-400	100-500
Pines on the slope <i>Pins al vessant</i>	9.5	6.4-12.3	1.5-18.1	34	15-46	3-57	350	200-500	100-700
All pines <i>Tots els pins</i>	12.4	8.3-15.8	1.5-25.2	38	18-47	3-66	300	200-450	100-700
Overstorey pines <i>Pins madurs</i>	13.8	11.9-17.3	8.3-25.2	44	38-48	33-66	200	100-350	0-5000
Pines used by crossbills <i>Pins usats pels trencapinyons</i>	16.3	14.8-18.8	9.4-23.5	43	38-49	33-61	223	223-271	64-414

Table 1. Sizes and densities of Aleppo Pines on the flat ground and slope, and used by crossbills at Cape Formentor. IQR – inter-quartile range.

Taula 1. Tamanyes i densitats de pi blanc en la zona plana i en la de pendent, i usats pels trencapinyons a Formentor. IQR

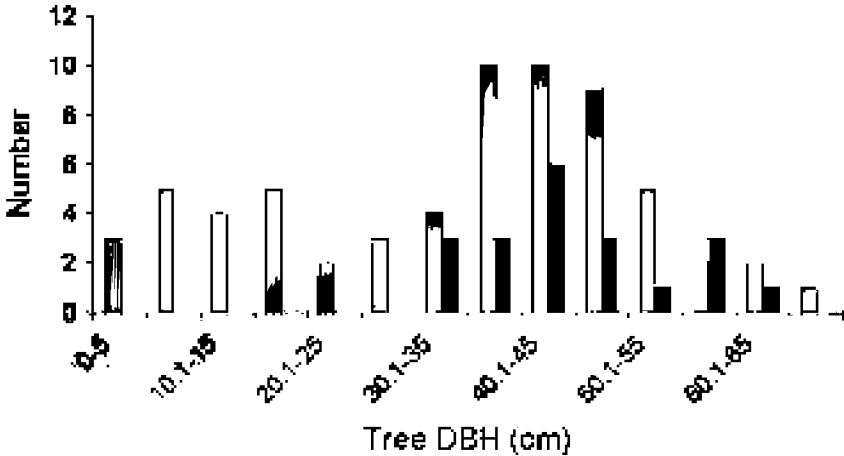


Fig. 1. The size frequency distribution of diameters at breast height of Aleppo Pines, available to crossbills (open bars) and used by crossbills (filled bars), at Cape Formentor.

Fig. 1. Distribució de freqüències de DBHs de pi blanc a Formentor, disponible per als trencapinyons (barres blanques) i usat efectivament pels trencapinyons (barres negres).

height of the pines on the flat ground were 42 cm and 15.5 m, respectively. The median DBH and height of the pines on the slope were 34 cm and 9.5 m, respectively (Table 1, Fig. 1). These samples included understorey trees as well as overstorey trees. Generally, the former had no cones and were therefore unsuitable for crossbills. If those trees less than the minimum size used by crossbills (DBH of 33 cm, see below) were excluded, the average values of DBH and height for overstorey trees were 43 cm and 16.0 m on the flat ground, and 45 cm and 12.0 m on the slope, respectively. The only other trees present were understorey oaks whose median density was 0 trees per ha (range 0 – 300).

Cone development and morphology

The Aleppo Pine can produce a maximum of four cones per shoot, in

valors de DBH i altura mitjans foren de 34 cm i 9,5 m (taula 1, fig. 1). Les mostres varen incloure tant pins madurs com pins joves del sotabosc. Aquests darrers generalment no tengueren pinyes i, per tant, no eren explotables pels trencapinyons. Si s'exclouen aquests arbres de tamany inferior al mínim explotable pels trencapinyons (DBH de 33 cm, vegi's més endavant), els valors mitjans de DBH i altura resulten de 43 cm i 16,0 m a la zona més plana, i de 45 cm i 12,0 m a la zona de pendent. Els únics altres arbres presents foren alzines joves, amb una densitat mitjana de 0 ex./ha (rang de 0 – 300).

Desenvolupament i morfologia de les pinyes

El pi blanc pot produir un màxim de 4 pinyes per brot en dos parells, l'un per sobre de l'altre. Generalment, però, només es troba una pinya per brot. Es varen reconèixer quatre cohorts diferents de pinyes,

two pairs one above the other. However, there was often only one cone per shoot. We recognised four distinct cohorts of cones according to their size and colour (Photo 2). The youngest cones (cohort 1) were only 12-14 mm long. These would develop further in the following growing season to form fully-grown green cones (cohort 2). In the next year, the green cones mature, harden and become brown (cohort 3). In October, although most of the brown cones were still closed, some had opened (*i.e.* the scales had sprung back) to release the seeds. Inspection of two of these cones revealed that all the seeds had been shed. Once the cones have opened fully, they turn grey

en base al seu tamany i color (foto 2). Les pinyes més joves (cohort 1) foren de només 12-14 mm de llarg. Aquestes es desenvolupen en la següent estació de creixement, per formar pinyes verdes completament desenvolupades (cohort 2). En l'any posterior, les pinyes verdes maduren, s'endureixen i es tornen marrons (cohort 3). A l'octubre, la majoria de les pinyes marrons estaven encara tancades, però qualcunes ja s'havien obert (*i.e.* les esquames s'havien desferrat) per deixar anar les llavors. La inspecció de dues d'aquestes pinyes revelà que tots els pinyons ja s'havien escampat. Una vegada les pinyes s'han obert completament, es tornen grises i poden ser retingudes a les branques durant molts d'anys (cohort 4 i superiors). El resultat és



Photo 2. Different cohorts of Aleppo Pine cones. From left to right: a cone two years prior to seeding, a green cone one year prior to seeding, a brown cone in the year of seeding and a grey cone after seeding. Photo: Ron Summers.

Foto 2. Diferents cohorts de pinyes de pi blanc. D'esquerra a dreta: pinya que deixarà anar les llavors en dos anys; pinya verda un any abans de deixar anar les llavors; pinya marró en l'any que alliberarà les llavors; i pinya gris després de deixar anar les llavors.

Foto: Ron Summers.

and may be retained on the trees for many years (cohorts 4 and over). As a result, the trees carry large numbers of grey open cones. Examination of 14 grey cones from six trees revealed no seeds.

Stalk width increases with cone length for fully-grown cones and the stalks of Aleppo Pines are thicker than those of Scots Pines (Fig. 2).

Feeding habits of crossbills

All the depredated cones found on the ground were green. Their condition indicated that crossbills had removed the cones from the trees by snipping through the stalk close to where it was attached to the cone. The scales had been prised back, seeds removed and the

que els pins porten grans quantitats de pinyes grises obertes. L'anàlisi de 14 d'aquestes pinyes grises procedents de 6 arbres no va permetre de trobar cap llavor.

L'amplada del peduncle s'incrementa amb la longitud de la pinya, per pinyes completament crescudes, i els peduncles de les pinyes de pi blanc són més amples que els de les pinyes de pi roig escocès (fig. 2).

Comportament alimentari dels tren-capinyons

Totes les pinyes depredades trobades en terra foren verdes. El seu aspecte indicava que els tren-capinyons les havien separat de l'arbre tallant el peduncle per la part on s'uneix a la pinya. Les esquames havien estat separades, els pinyons extrets i la pinya deixada caure. En una

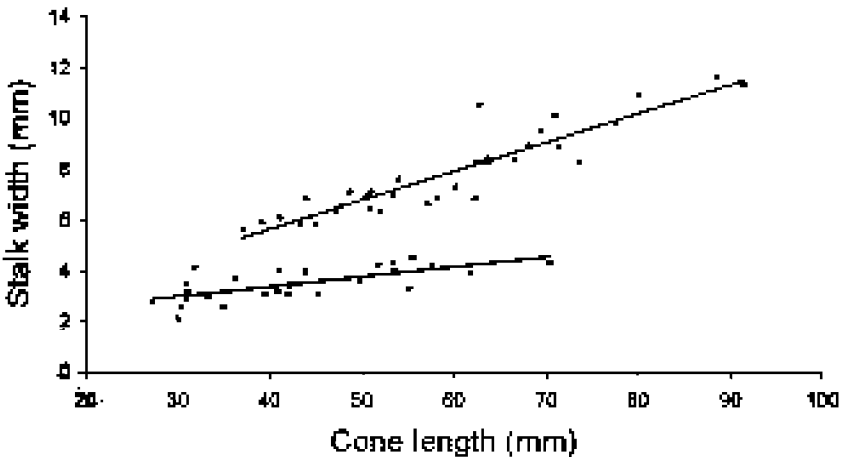


Fig. 2. The relationship between the width of the cone stalk (mm) and length (mm) for Aleppo Pines (●) and Scots Pines (□). The regression equations are:

$$y = 1.064 + 0.114 x \quad (n = 33, r = 0.92, P < 0.001) \text{ for Aleppo Pines, and}$$

$$y = 1.858 + 0.038 x \quad (n = 30, r = 0.70, P < 0.001) \text{ for Scots Pines.}$$

Fig. 2. Relació entre l'amplada del peduncle de les pinyes (mm) i la longitud de les pinyes de pi blanc (●) i de pi roig (□). Les equacions de regressió són:

$$y = 1.064 + 0.114 x \quad (n = 33, r = 0.92, P < 0.001) \text{ pel pi blanc, i}$$

$$y = 1.858 + 0.038 x \quad (n = 30, r = 0.70, P < 0.001) \text{ pel pi roig.}$$



Photo 3. Green cones that had been depredated by crossbills. Left, a typical example with all scales prised back. Right, a cone that has been partially depredated. Photo: Ron Summers.
Foto 3. Pinyes verdes depredades pels trencapinyons. Esquerra, pinya amb totes les esquames separades. Dreta, pinya parcialment depredada. Foto: Ron Summers.

cone dropped. In a sample of 92 cones, 84 (92.6 %) had all the scales prised back, five (5.4 %) had a few undamaged distal scales and two (2.2 %) had about half the distal scales undamaged (Photo 3). Presumably, the crossbills forage on the cones by prising back the proximal scales first and working towards the distal ones. Generally, the whole cone was searched for seeds before being dropped.

At Siller (near Puerto de Pollensa), observations were made on a pair of crossbills foraging on a pine tree that had recently been killed by fire. The cones were still attached and the crossbills were seen foraging on green cones, prising back the scales, but without taking the cones off the tree. There were eight such damaged cones on the tree and no damaged cones were found on the ground under the tree. Therefore, crossbills are able to feed on green

mostra de 92 pinyes, 84 (92,6%) tengueren totes les esquames separades, 5 (5,4%) tengueren unes quantes esquames distals sense tocar, i 2 (2,2%) tengueren gairebé la meitat de les esquames distals sense tocar (foto 3). Els trencapinyons presumptament s'alimenten dels pinyons separant primer les esquames proximals i avançant cap a l'extrem distal. Generalment tota la pinya és explotada abans de deixar-la caure.

A Siller (prop del port de Pollença) es pogueren observar dos trencapinyons alimentant-se sobre un pi cremat recentment (mort). Les pinyes encara estaven enganxades a les branques, i els trencapinyons foren observats sobre les pinyes verdes, separant les esquames, però sense tallar les pinyes de les branques. A l'arbre es trobaren 8 pinyes visitades i cap d'elles en terra sota l'arbre. Per tant, els trencapinyons poden alimentar-se

cones without removing them from the tree.

Another isolated observation showed that this may also apply to brown cones. A cone was found on a tree where some scales had been prised back. The stalk of this cone had also been damaged suggesting that the crossbill had attempted to remove the cone.

Tree and cone sizes used by crossbills

Twenty trees (14 on the flat area and six on the slope) were located from which crossbills had removed cones. Combining the data for both habitats, the median stand density around the crossbill trees was 223 trees per ha. The median DBH and height of trees used by crossbills were 43 cm and 16.3 m, respectively. These measurements were similar to the overstorey trees along the transects (Table 1, Fig. 1).

A sample of 145 depredated green cones (Photo 3) was collected around the bases of the 20 trees. The mean cone length was 44.0 mm (sd = 5.9, range = 28-59 mm). There were significant differences in the cone lengths between the trees (ANOVA $F = 2.33$, $P = 0.003$). By taking the means of the means, an unweighted average value for cone length was 44.1 mm (sd of means = 3.4 mm), which was similar to the weighted value.

DISCUSSION

Our study showed that, in October, crossbills fed mainly on green cones, those that would shed seeds in the following year. Such cones were either removed from live trees before prising back the scales and then dropped, or dealt with while still attached to a fire-

sobre pinyes verdes sense tallar-les de la branca.

Una nova observació mostrà que això també es pot aplicar a les pinyes marrons. Es va trobar una pinya a un arbre amb algunes esquames que havien estat separades. El peduncle d'aquesta pinya també havia estat danyat, suggerint que el trencapinyons havia intentat arrancar la pinya.

Tamany de les pinyes i dels arbres visitats pels trencapinyons

Es varen identificar 20 arbres (14 en la zona més plana i 6 en la de pendent) les pinyes dels quals havien estat tallades pels trencapinyons. Combinant les dades d'ambdós hàbitats, la densitat mitjana de peus als voltants dels arbres visitats fou de 223 arbres/ha. El DBH i l'altura mitjans dels arbres visitats pels trencapinyons foren de 43 cm i 16,3 m respectivament. Aquests valors foren similars als d'arbres madurs al llarg dels transectes (taula 1, fig. 1).

Es va recollir una mostra de 145 pinyes verdes depredades (foto 3) de davall dels 20 arbres identificats. La longitud mitjana de la pinya va ser de 44,0 mm (sd = 5,9, rang = 28 - 59 mm). Hi va haver diferències significatives en les longituds de les pinyes dels diferents arbres (ANOVA $F = 2,33$, $P = 0,003$). Calculant la mitjana de les longituds mitjanes, resulta un valor sense ponderar de 44,1 mm (sd de les mitjanes = 3,4 mm), que és similar al valor ponderat.

DISCUSSIÓ

El present estudi mostrà que, a l'octubre, els trencapinyons s'alimentaren principalment sobre pinyes verdes, aquelles que haguessin deixat caure les llavors l'any següent. Aquestes pinyes foren visitades tant en arbres vius, sepa-

damaged dead tree. The observations of crossbills feeding on cones of a recently burnt tree may not be typical foraging behaviour because a very small part of the forests are burned each year.

The Aleppo Pine has a very thick stalk compared with the Scots Pine (Fig. 1) and this may limit the size of cone that can be removed from trees. The maximum length of cones that had been removed from trees was 59 mm. However, cones over 90 mm long were found on some pines. Thus, it is possible that Balearic crossbills select the smaller cones, as found for crossbills feeding on Scots Pines in winter in Scotland (SUMMERS & PROCTOR, 1999).

It is noteworthy that the mean length of cones depredated by Majorcan crossbills (44.1 mm) was longer than those taken by crossbills in Scotland. In Scotland, Parrot Crossbills *Loxia pytyopsittacus* and Scottish Crossbills *Loxia scotica* feed on Scots Pines where the average cone length is only 34.7 mm (SUMMERS & PROCTOR, 1999). This difference is unexpected because the crossbills in Majorca have smaller bills than Parrot and Scottish Crossbills (CRAMP & PERRINS, 1994). However, the cones in Majorca in October were still green and relatively soft, and this might account for the difference.

The Majorcan crossbills tended to prise back all scales from cones before dropping them (Photo 3). This is similar to the habits of Parrot Crossbills feeding on Mountain Pines *Pinus mugo* in Norway (TOMBRE-STEEN, 1991). In Norway, the birds systematically prised each scale in turn, starting at the proximal end and working towards the distal, similar to the Majorcan crossbills. In Majorca, a small percentage of cones were not fully searched. It is possible that when a feeding flock decides

rant les esquames per extreure els pinyons i finalment tallant-les de la branca, com en arbres cremats. L'alimentació en arbres cremats segurament no és una pauta típica dels trencapinyons, atesa la baixa proporció anual de bosc cremat.

Les pinyes de pi blanc tenen un peduncle molt gruixat en relació a les de pi roig (fig. 1), i això pot limitar el tamany de les pinyes que poden ser retirades dels arbres. La pinya més gran tallada d'un arbre va ser de 59 mm de longitud, mentre que se'n trobaren de més de 90 mm en alguns pins. Per tant, és possible que el trencapinyons balear seleccioni les pinyes més petites, tal i com s'ha observat per als trencapinyons a Escòcia a l'hivern, alimentant-se sobre pi roig (SUMMERS i PROCTOR, 1999).

Es destacable que la longitud mitjana de les pinyes depredades pels trencapinyons mallorquins (44,1 mm) va ser major que la d'aquelles depredades pels trencapinyons a Escòcia. A Escòcia *Loxia pytyopsittacus* i *Loxia scotica* s'alimenten de pinyons de pi roig, amb una longitud mitjana de pinya usada de només 34,7 mm (SUMMERS i PROCTOR, 1999). Una diferència així no era esperable en principi, ja que els trencapinyons mallorquins tenen becs més petits que *L. pytyopsittacus* i *L. scotica* (CRAMP i PERRINS, 1994). No obstant, les pinyes a l'octubre a Mallorca encara eren verdes i relativament toves, la qual cosa podria explicar la diferència.

A Mallorca, els trencapinyons tendiren a separar totes les esquames de les pinyes abans de deixar-les caure (foto 3). Això és similar a allò observat a Noruega per a *L. pytyopsittacus* alimentant-se sobre *Pinus mugo*. (TOMBRE-STEEN, 1991). A Noruega els trencapinyons sistemàticament separaren cada una de les esquames, començant per l'extrem proximal i avançant cap al distal. A Mallorca, un petit percentatge de pinyes no varen

to fly to another site, unfinished cones are dropped.

Our study can only be regarded as preliminary because it was based on a short period of observations. Many questions remain unanswered. For example, what is the relative importance of the different cohorts of cones in the different seasons? Many brown cones were still closed and held seeds. It is not clear when and how these are exploited by crossbills and this may be the key to their survival. It is possible that when the scales open, the seeds become temporarily and readily available. Given that the crossbills can forage on cones without removing them from the trees, further studies should concentrate on direct observation rather than examination of dropped cones. It would also be interesting to investigate cone size selection in different seasons. Cones can reach a length of over 90 mm, yet there were no dropped depredated cones over 60 mm. The stalks of the Aleppo Pines are large compared with the stalks of Scot Pines and this might make it difficult for the crossbills to remove large cones from the tree.

There are also questions regarding the Aleppo Pine. Why do they retain old and empty cones, increasing the risk of branches breaking? Finally, is the large stalk width of the cones a defence mechanism against crossbills?

ACKNOWLEDGEMENTS

We are extremely grateful to Vicky Heredero Varnam and Manola Suarez for their hospitality and help during our visit to Majorca. The draft was commented on by Craig Benkman, Robert Dawson, David Jardine, Guillem Pons and Jeremy Wilson.

ser obertes completament. Això podria ser degut a que quan l'esbart aixeca el vol, les pinyes no acabades són abandonades.

L'estudi presentat només pot ser considerat preliminar, perquè el període d'observacions va ser curt. Moltes qüestions romanen sense respondre. Per exemple, quina és la importància relativa de les diferents cohorts de pinyes en les successives estacions? Moltes pinyes marrons es mantenen tancades i contenen llavors. No està clar quan i com aquestes són explotades pels trencapinyons, i això pot ser la clau de la seva supervivència. És possible que quan les pinyes s'obrin, les llavors estiguin temporalment i fàcilment disponibles. Atès que els trencapinyons es poden alimentar sense acabar tallant les pinyes de l'arbre, futurs estudis es deurien centrar en observacions directes d'alimentació, més que en examinar pinyes tallades. També seria interessant estudiar la selecció del tamany de les pinyes en les diferents estacions. Les pinyes poden arribar fins als 90 mm de longitud, però no s'observaren pinyes depredades majors de 60 mm. Els peduncles de les pinyes de pi blanc són grans en comparació als de pi roig, i això podria dificultar als trencapinyons tallar de la branca les pinyes més grans.

Hi ha també qüestions referents al pi blanc. Per què retenen les pinyes velles i buides, incrementant el risc de trencament de les branques? I per acabar, és la gran amplada del peduncle de la pinya una defensa contra els trencapinyons?

AGRAÏMENTS

Estam profundament agraïts a Vicky Heredero Varnam i a Manolo Suárez per la seva hospitalitat i ajuda durant la nostra estada a Mallorca. L'esborrany del treball va ser revisat per Craig Benkman, Robert Dawson, David Jardine, Guillem Pons i Jeremy Wilson.

REFERENCES

- AGEE, J.K. 1998. Fire and pine ecosystems. In, Ecology and Biogeography of *Pinus*. Ed D.M. Richardson. Pp. 193-218. Cambridge University Press, Cambridge.
- BARBÉRO, M., LOISEL, R., QUÉZEL, P., RICHARDSON, D.M. & ROMANE, F. 1998. Pines of the Mediterranean Basin. In, Ecology and Biogeography of *Pinus*. Ed D.M. Richardson. Pp. 153-170. Cambridge University Press, Cambridge.
- BENKMAN, C.W. 1989. On the evolution and ecology of island populations of crossbills. *Evolution* 43, 1324-1330.
- CRAMP, S. & PERRINS, C.M. (eds). 1994. The Birds of the Western Palearctic. Vol. 8. Oxford University Press, Oxford.
- KEELEY, J.E. & ZEDLER, P.H. 1998. Evolution of life histories in *Pinus*. In, Ecology and Biogeography of *Pinus*. Ed D.M. Richardson. Pp. 219-249. Cambridge University Press, Cambridge.
- SUMMERS, R.W. & PROCTOR, R. 1999. Tree and cone selection by crossbills *Loxia* sp. and Red Squirrels *Sciurus vulgaris* at Abernethy Forest, Strathspey. *Forest Ecology and Management* 118, 173-182.
- TOMBRE-STEEN, I. 1991. Foraging behaviour in the Parrot Crossbill *Loxia pytyopsittacus*: Systematic searching in patchy environments. *Ornis Scand.* 23, 383-386.
- WHELAN, R.J. 1995. The Ecology of Fire. Cambridge University Press, Cambridge.

(Rebut: 06.02.03; Acceptat: 20.11.03)