

COMPOSICION, ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE LAS COMUNIDADES DE PASERIFORMES DEL PISO ALPINO PIRENAICO ¹

RAMÓN ANTOR-CASTELLARNAU * y CÉSAR PEDROCCHI-RENAULT *

ABSTRACT.—Composition, abundance and diversity of the passeriformes community of the Pyrenean Alpine ecosystem (Spain). The composition, distribution, abundance and diversity of the nesting passeriformes in the Pyrenean alpine ecosystem are studied.

The mapping method was used in order to estimate the population size of every species in four plots in the central and western Pyrenees.

Six species were found: *Montifringilla nivalis*, *Prunella collaris*, *Tichodroma muraria*, *Anthus s. spinoletta*, *Phoenicurus ochruros* and *Oenanthe oenanthe*. The community characterized by few species and a low density.

Altitude is the most important factor that determinates the community composition. Density, species richness and diversity are inversely related with altitude. The species living in the eastern part of the range reach higher altitude than in the western part, following the vegetation patterns.

RESUMEN.—Se ha estudiado la composición, distribución, abundancia y diversidad de los paseriformes nidificantes en el piso alpino pirenaico.

El método de censo utilizado para estimar el tamaño de las poblaciones es el de la parcela. Con esta técnica se han muestreado cuatro parcelas repartidas a lo largo del Pirineo central y occidental.

La comunidad ornítica está compuesta por *Montifringilla nivalis*, *Prunella collaris*, *Tichodroma muraria*, *Anthus s. spinoletta*, *Phoenicurus ochruros* y *Oenanthe oenanthe*. Estas ornitocenosis están caracterizadas por tener pocas especies y bajas densidades.

La altitud es el factor que determina las mayores diferencias en el poblamiento alpino. La densidad, la riqueza específica y la diversidad se relacionan inversamente con la altitud, siendo la densidad la que está más correlacionada. Las aves se distribuyen a altitudes superiores hacia el sector oriental de la cordillera, coincidiendo con los patrones que sigue la vegetación.

¹ Recibido para publicar en diciembre de 1989.

* Instituto Pirenaico de Ecología. Apartado 64. 22700 JACA (Huesca). Spain.

RESUME.—Les auteurs étudient la composition, distribution, abondance et diversité des passeriformes nicheurs dans l'étage alpin des Pyrénées.

La méthode utilisée a été celle des plans quadrilles. Avec cette technique on a échantillonné quatre parcelles distribuées au long des Pyrénées centrales et occidentales.

Cette communauté est composée par *Montifringilla nivalis*, *Prunella collaris*, *Tichodroma muraria*, *Anthus s. spinoletta*, *Phoenicurus ochruros* et *Oenanthe oenanthe*. Il s'agit d'un ensemble avec peu d'espèces et basses densités.

L'altitude est le facteur discriminant le plus important dans le peuplement alpin. La densité, la richesse spécifique et la diversité ont une corrélation négative avec l'altitude, et le paramètre densité le plus fortement corrélationé. La distribution des oiseaux gagnent en altitude vers le secteur oriental en coincidence avec les patrons suivis par la végétation.

Key words: *Alpine birds, distribution, Community structure, Pyrenees.*

Encontramos ecosistemas alpinos en las más grandes cordilleras del sur de Europa. Este piso comienza en el límite natural del bosque ("treeline"), y se caracteriza por una fuerte estacionalidad debida a las condiciones climáticas extremas reinantes durante gran parte del año.

Los conocimientos actuales sobre passeriformes alpinos se refieren fundamentalmente a aspectos puntuales sobre la historia natural de algunas especies (distribución, biología reproductiva, comportamiento de alimentación) como los de FRENCH (1959), JOHNSON (1965, 1966), VERBEEK (1970), y HENDRICKS (1986, 1987). Los estudios sobre sus comunidades son muy escasos (MOKSNES, 1973; BRAUN, 1980; THIOLLAY, 1980; SVENSSON, 1984), a pesar del gran interés que pueden tener para la comprensión de los mecanismos que actúan en la estructuración de las comunidades de aves en ambientes extremadamente fluctuantes, pero bastante previsibles (fluctuaciones regulares).

Sobre las aves alpinas del Pirineo existen algunas referencias faunísticas (composición y distribución) (MUNTANER *et al.*, 1983; ELOSEGUI, 1985; y PEDROCCHI RENAULT, 1987), pero no estudios sobre la ecología de estas comunidades. El objetivo de este trabajo es describir las características estructurales de las comunidades de passeriformes territoriales que ocupan el piso alpino pirenaico. Con este fin se calculan los parámetros ecológicos usuales: composición de especies, abundancia y diversidad específica (y parámetros asociados).

1. Area de estudio

Las comunidades orníticas a las que se refiere este trabajo se localizan en el piso alpino de la cordillera pirenaica. Encontramos este piso a partir de los 2.300 m. de altitud; sin embargo, esta cota inferior

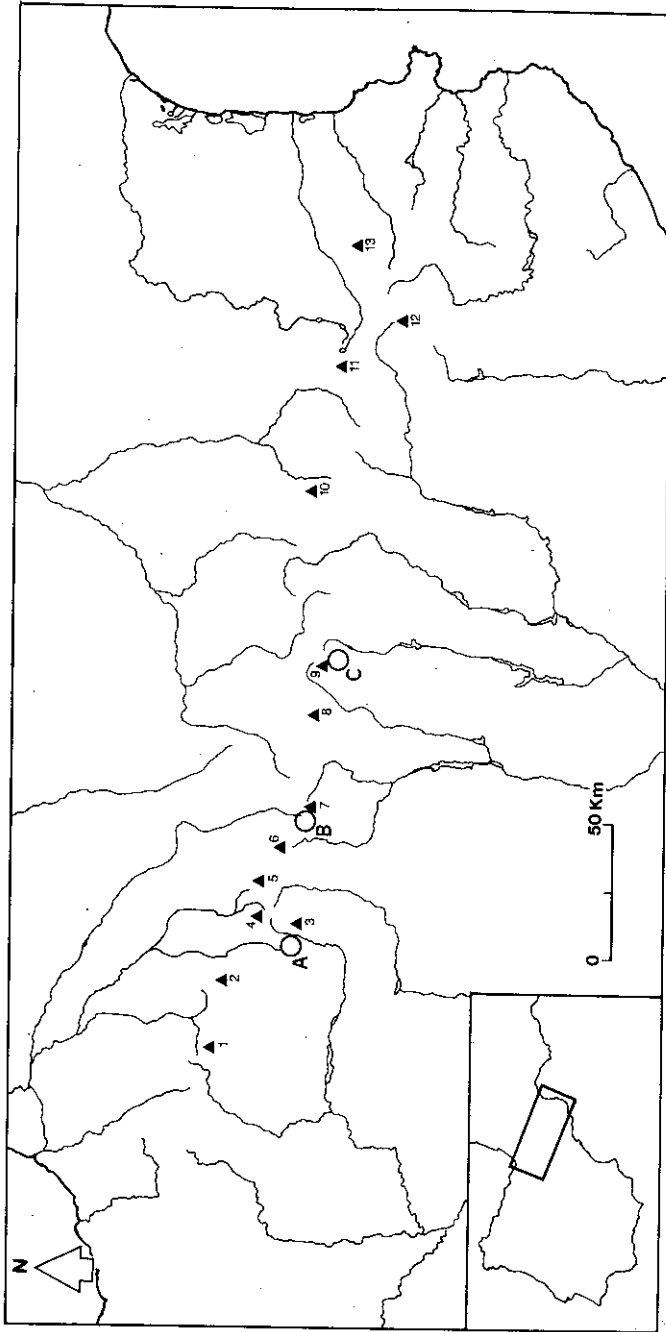


Fig. 1. Localización geográfica de las áreas de estudio. A: Los Lecherines. B: Brecha de Rolando. C: Valibierna. Con triángulos están señalados los picos pirenaicos más importantes. 1: Ori. 2: Anie. 3: Collarada. 4: Midi d'Ossau. 5: Balaitús. 6: Vignemale. 7: M. Perdido. 8: Posets. 9: Aneto. 10: P. d'Estats. 11: Carlit. 12: Puigmal. 13: Canigou. (Location of the study areas (circles) and main peaks (triangles)).

presenta una considerable variabilidad (± 200 m.), dependiendo de la exposición y del área geográfica considerada (RIVAS-MARTÍNEZ, 1988).

Durante dos estaciones reproductoras (mayo, junio y julio de 1988 y de 89), se han censado las poblaciones de paseriformes territoriales en cuatro parcelas repartidas a lo largo del Pirineo central y occidental (ver figura 1). Las zonas elegidas son estrictamente alpinas, no habiéndose considerado los extensos pastos alpinizados que son etapas regresivas del piso subalpino, ocupado, en condiciones naturales, por el pinar de pino negro (*Pinus uncinata*).

La primera zona estudiada comprende la ladera meridional de los Picos Vallibierna (Pirineo centro-oriental), entre 2.550 y 3.010 m. de altitud y de 70.2 ha. Las dos parcelas del Pirineo central se sitúan en la ladera orientada al sur colindante con la frontera francesa en Brecha de Rolando (Pirineo central), están entre las cotas de 2.700-3.000 (159.4 ha) y 2.480-2.670 (48.2 ha). La última parcela se localiza en los Mallos de los Lecherines (Pirineo occidental), entre los 2.010 y 2.300 m.s.n.m. y con una extensión de 40,8 ha.

La elección de las parcelas se realizó de forma que presentaran todas la misma orientación, y los hábitats típicos del piso alpino: pasto, comunidades de pasto pedregoso, gleras, cortados y neveros. De este modo, al eliminarse factores que darían mayor variabilidad a los resultados, se facilita el análisis de las diferencias observadas entre las comunidades de los distintos sectores de la cordillera.

2. Material y métodos

El método de censo utilizado para estimar el tamaño de estas poblaciones de aves alpinas es el de la parcela, también llamado "plans quadrilles" o "mapping method" (BLONDEL, 1969; GARCÍA y PURROY, 1973). Esta técnica consiste en el mapeo de los territorios de las aves en una superficie cartografiada. En el diseño del muestreo se eligió este método frente a otros (transecto, estaciones de escucha...) debido a que permite calcular las densidades de nidificantes con una notable exactitud (BERTHOLD, 1976; HILDEN, 1981; PEDROCCHI-RENAULT, 1977).

Con el fin de evitar la costosa labor de balizado de las parcelas muy extensas y poco accesibles, se han utilizado fotos aéreas, sobre las que se han localizado y señalado las observaciones realizadas. Para aumentar la posibilidad de contactar con los machos y definir los territorios, se han utilizado grabaciones de cantos.

La superficie de las parcelas, supera el tamaño mínimo (40 ha) establecido por el IBCC (International Bird Census Committee, 1969);

asimismo, el número de visitas válidas a cada una supera las ocho que recomienda este comité para medios abiertos.

Para describir estas comunidades se han utilizado los siguientes parámetros: densidad (aves/10 ha), diversidad, equitabilidad y dominancia.

La diversidad de esta comunidad se calculó utilizando la medida de información de Shannon (MARGALEF, 1958):

$$H = -\sum p_i \log_2 p_i \text{ donde } P_i = N_i/H \text{ y } \sum p_i = 1$$

Como índice de dominancia se ha utilizado el porcentaje de la especie más abundante, ID (MAY, 1975).

La equitabilidad (E) se ha calculado utilizando la relación entre la diversidad observada y la diversidad máxima (PIELOU, 1969).

$$E = H'/H' \text{ max.}$$

El grado de asociación entre los distintos parámetros comunitarios y algunas variables físicas se ha analizado utilizando el coeficiente de correlación de rango de Spearman (r_s).

3. Resultados y discusión

En la Tabla 1 se resumen los principales parámetros comunitarios (composición, abundancia, etc.) de las distintas áreas estudiadas.

TABLA 1

Densidad (aves/10 ha) de los paseriformes estudiados en las distintas parcelas durante los dos años de muestreo. (*Composition of the alpine breeding-bird community of Pyrenees*)

ESPECIE	BR1		BR2		V		L	
	1988	1989	1988	1989	1988	1989	1988	1989
Montifringilla nivalis	0,38	0,5	—	0,2	0,57	0,43	—	—
Prunella collaris	0,38	0,38	1,24	0,83	0,85	0,85	2,29	1,96
Tichodroma muraria	0,25	0,19	0,62	—	0,14	0,28	0,65	0,65
Phoenicurus ochruros	—	0,06	1,66	2,07	0,71	0,64	4,58	3,60
Oenanthe oenanthe	—	—	—	0,42	0,57	0,43	2,62	2,62
Anthus spinoletta	—	—	1,24	1,24	0,43	0,57	1,96	1,64
Dt	1,01	1,13	4,76	4,76	3,27	3,2	12,1	10,47
S	3	4	4	5	6	6	5	5
H'	1,56	1,7	1,92	1,97	2,44	2,50	2,11	2,15
ID	37,62	44,25	34,87	43,49	25,99	26,56	37,85	34,38
E	0,99	0,85	0,96	0,85	0,94	0,97	0,91	0,93

BR1, BR2: Brecha de Rolando. V: Vallibierna. L: Lecherines. Dt: Densidad total (aves/10 ha). S: Riqueza específica. H': Diversidad (bits/individuo). I.D.: Índice de dominancia. E: Equitabilidad. (DT: Density (birds/10 ha). S: Species richness. H': Diversity. I.D.: Dominance. E: Evenness).

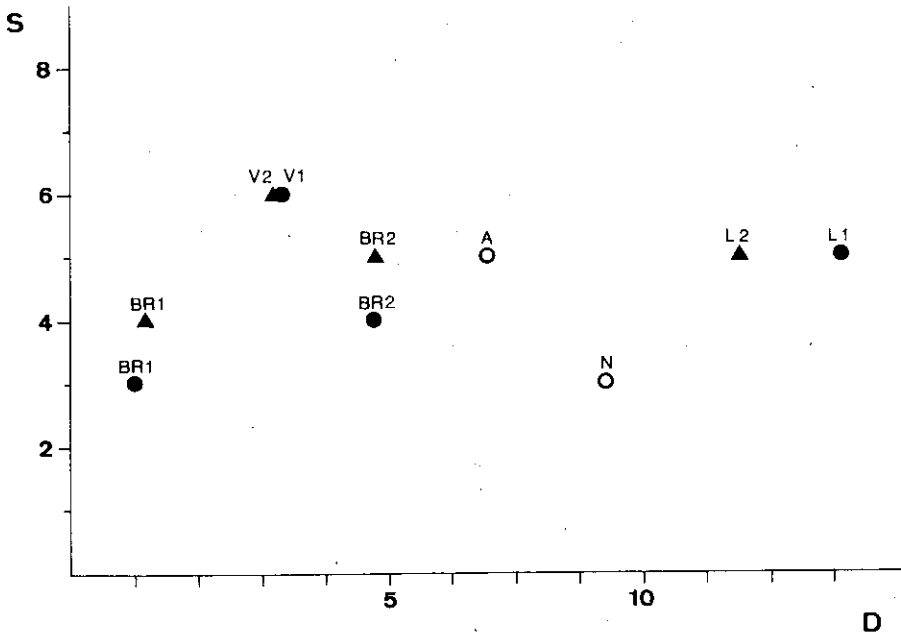


Fig. 2. Relación entre densidad y riqueza específica. N: Nedal (Noruega). A: Ammarnas (Suecia). Para los otros símbolos véase la Tabla 1. (Relationship between the habitat density and the species richness. N: Nedal (Noruega). A: Ammarnas (Suecia). Other acronyms as in Table 1).

Encontramos un total de 6 especies que ocupan este piso: *Montifringilla nivalis*, *Prunella collaris*, *Tichodroma muraria*, *Anthus s. spinoletta*, *Phoenicurus ochruros* y *Oenanthe oenanthe*. Las 3 primeras especies son alpinas exclusivamente; *A. spinoletta* se encuentra también en pastos húmedos subalpinos; y *P. ochruros* y *O. oenanthe* son especies ubiquestas que ocupan el alpino inferior y otras áreas abiertas a menor altitud.

Alauda arvensis llega sólo hasta el límite inferior del piso alpino ocupando fundamentalmente las lomas más secas.

En todas las montañas holárticas el número de especies de passeriformes alpinos es muy similar: 3-4 en las montañas occidentales de Norteamérica (HOFFMANN *et al.*, 1959; BRAUN, 1980), 3 en Noruega (MOKSNES, 1973), 5 en Suecia (SVENSSON, 1984), 5 en los Alpes (DEJONGHE, 1984), 5 en el Atlas (HEIM DE BALSAC *et al.*, 1962), 3-4 en Sierra Nevada (ZAMORA, 1987) y 3-6 en los Pirineos (PEDROCCHI RENAULT, 1987; y presente estudio).

En la figura 2 están representadas la relación entre la densidad y la riqueza específica de las comunidades pirenaicas y de varias montañas

COMUNIDADES DE PASERIFORMES EN EL PISO ALPINO

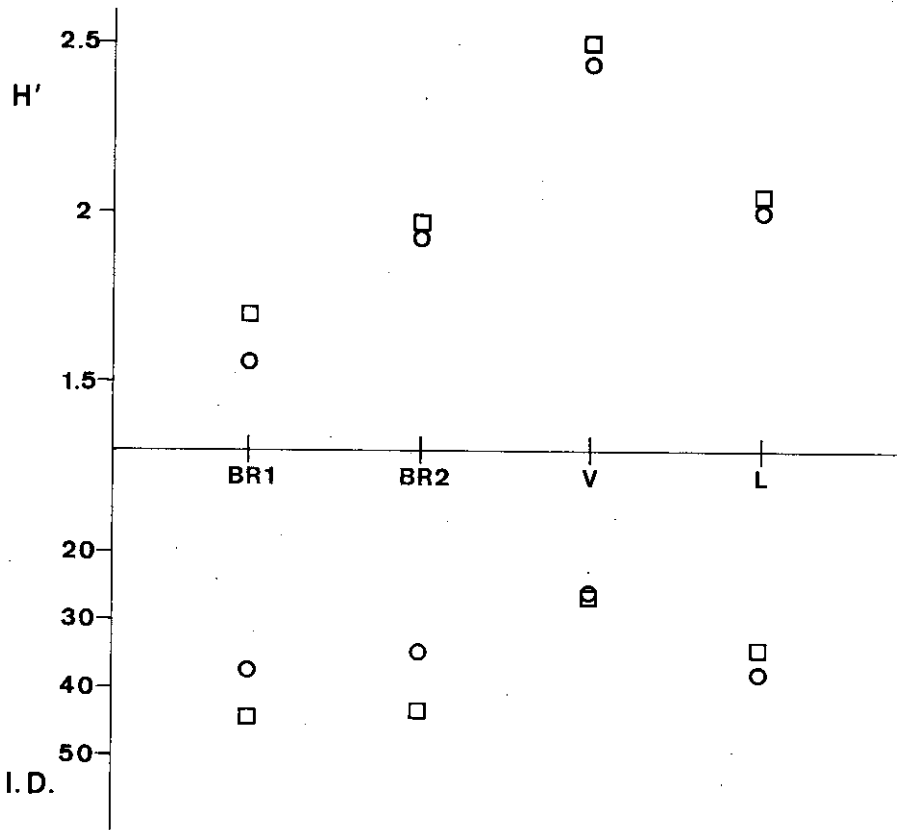


Fig. 3. Representación de los valores de la diversidad específica (H') y la dominancia (ID). Los círculos corresponden a los muestreos del año 1988, y los cuadrados a los del 1989. Para símbolos véase la Tabla 1. (*Diversity (H') vs. dominance values (ID). Sampling 1988 (circles). Sampling 1989 (squares). Acronyms as in Table 1.*)

nórdicas, estando todas caracterizadas por el bajo número de especies y de las densidades. Tanto el número de especies como su abundancia en los medios alpinos es inferior a los de otras comunidades que viven en medios abiertos del piso subalpino (ver por ejemplo PERIS, 1981; RENEVEY, 1984; ZAMORA, 1988). Valores semejantes a los alpinos los encontramos en algunos semidesiertos de la península Ibérica (ver TELLERÍA *et al.*, 1988).

La altitud es el factor que determina las mayores diferencias en el poblamiento alpino. El parámetro sobre el que más influye es la

densidad, inversamente proporcional a la altitud ($r_s = -0,982$, $p = 0,009$, $n = 8$). También están correlacionadas negativamente con la altitud la diversidad y la riqueza específica, pero sin significación estadística.

La diversidad (H') y la dominancia (I.D.) (figura 3), como era esperable, siguen un curso opuesto ($r_s = -0,714$, $p = 0,058$, $n = 8$).

Combinaciones distintas del número de especies y de las abundancias pueden dar el mismo valor de diversidad (PIELOU, 1975). Para evitar este problema algunos autores (JAMES *et al.*, 1981) sugieren alternativas, una de ellas es representar, en una escala logarítmica, las abundancias relativas de las distintas especies ordenadas de mayor a menor

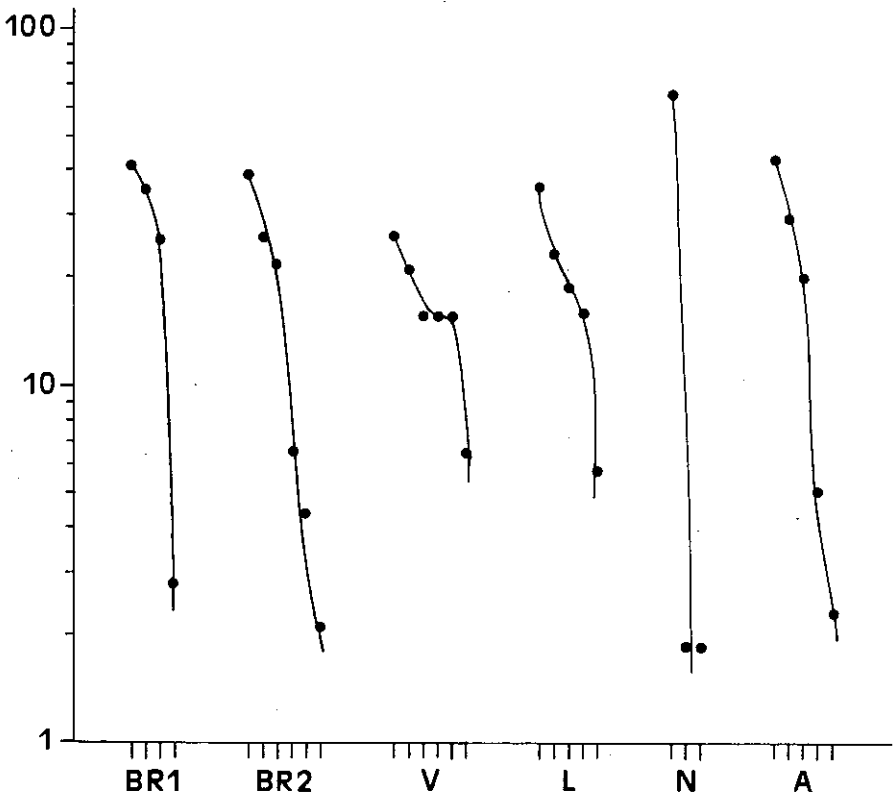


Fig. 4. Curvas de abundancia relativa de las comunidades pirenaicas y nórdicas. Símbolos en la Fig. 2.
(Relative abundance curves from Pyrenean and Nordic communities. Acronyms as in Fig. 2).

COMUNIDADES DE PASERIFORMES EN EL PISO ALPINO

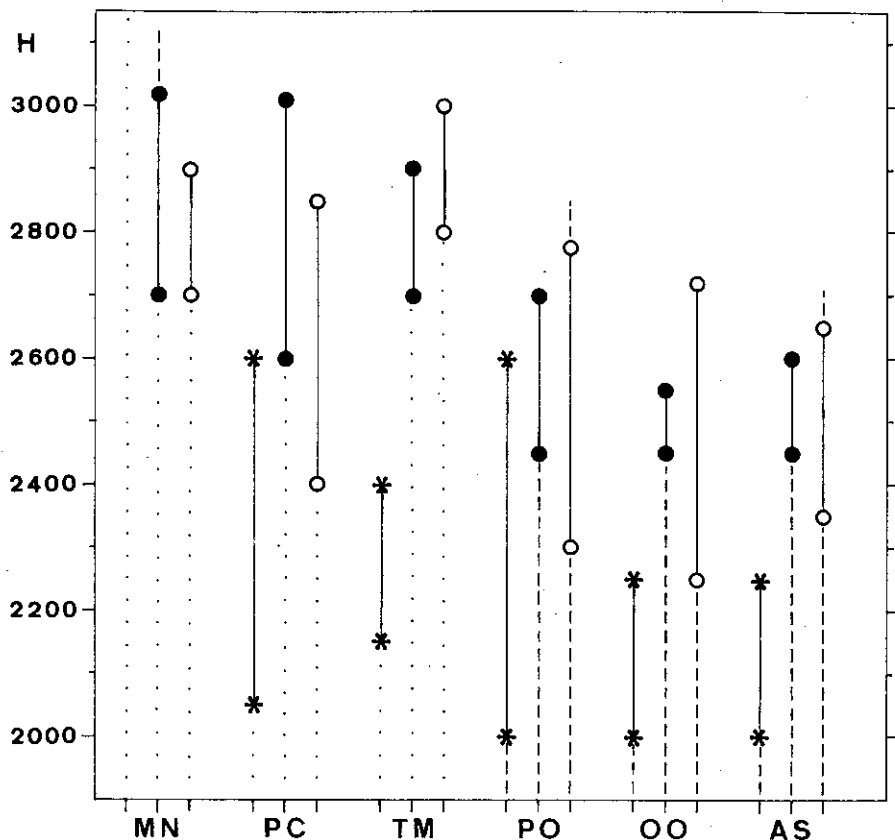


Fig. 5. Distribución altitudinal de los paseriformes alpinos del Pirineo. La línea continua representa la distribución de los territorios con reproducción comprobada; y la línea discontinua zonas de reproducción probable (se han observado individuos en época de reproducción, pero no nidos). Cada especie está representada en las tres áreas de estudio: Los Lecherines (asteriscos), Brecha de Rolando (círculos negros) y Vallibierna (círculos blancos). MN: *Montifringilla nivalis*. PC: *Prunella collaris*. TM: *Tichodroma muraria*. AS: *Anthus s. spinoletta*. PO: *Phoenicurus ochruros*. OO: *Oenanthe oenanthe*. H: Altitud (m.s.n.m.). (Altitudinal distribution of alpine birds from Pyrenees. Certain nesting birds (solid line). Probably nesting birds (dashed line). Each species is represented in all the study areas: Los Lecherines (asterisk), Brecha de Rolando (filled circles) and Vallibierna (open circles).

importancia. Además de las aves pirenaicas también se han representado comunidades alpinas suecas y noruegas (figura 4). Encontramos curvas muy rectilíneas y pendientes típicas de las series geométricas. WHITTAKER (1970) y MAY (1975) interpretan que, en este tipo de curvas, la abundancia relativa está limitada por un único factor. La fuerte dominancia de nuestras comunidades alpinas parece determinada por las rigurosas condiciones del medio y por el bajo número de especies;

conclusiones que coinciden con las que HOGSTAD (1975) encontró en sus estudios de comunidades forestales escandinavas.

Los elevados valores de equitabilidad se tienen que interpretar teniendo en cuenta varias circunstancias: la presencia en las parcelas de los principales sustratos del piso alpino (pastos, gleras, cortados, etc.), su extenso gradiente altitudinal y la territorialidad de los passeriformes (KRICHER, 1972).

Entre los distintos sectores pirenaicos encontramos diferencias altitudinales en la distribución de las especies (fig. 5). Las aves se encuentran a altitudes superiores a medida que nos desplazamos desde el sector occidental de la cordillera hacia el oriental. Este fenómeno es especialmente notable en las cotas máximas que alcanzan los territorios reproductores de las especies propias del piso alpino inferior (*P. ochruros*, *O. oenanthe* y *A. spinoletta*). Estos resultados reproducen los mismos patrones encontrados en los estudios sobre la vegetación alpina (RIVAS MARTÍNEZ, 1988).

Agradecimientos. Uno de los autores (R.A.) ha disfrutado de una beca predoctoral de la Diputación General de Aragón (CB-9/87) durante la realización de este trabajo.

Bibliografía

- ANÓNIMO, 1969. Recommendations for an international standard for a mapping method in bird census work. *Bird Study* 16: 249-254.
- BERTHOLD, P., 1976. Methoden der Bestandserfassung in der Ornithologie: Übersicht und Kritische Betrachtung. *J. Ornithol.*, 117: 1-69.
- BLONDEL, J., 1969. Méthodes de dénombrement des populations d'oiseaux, pp. 97-151 in Lamotte, M. y Bourliere, F. (Eds.), *Problemes d'écologie: l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres*. Masson et Cie, París.
- BRAUN, C. E., 1980. Alpine bird communities of western North America: Implications for management and research. Pages 280-291 in R. M. DeGraff and N. G. Tilghman, Compilers. *Workshop Proc. Management of western forest and grasslands for nongame birds*. U. S. Dep. Agric. For. Serv. Gen. Tech. Rep. INT-86.
- DEJONGHE, J. F., 1984. *Les oiseaux de montagne*. Point Vétérinaire. Maisons-Alfort, 310 pp.
- ELOSEGUI, J., 1985. *Navarra. Atlas de aves nidificantes*. Caja de Ahorros de Navarra, pp. 238, Pamplona.
- FRENCH, N. R., 1959. Life history of the black rosy finch. *Auk*, 76: 159-180.

- GARCÍA, L. & PURROY, F. J., 1973. Evaluación de comunidades de aves por el método de la parcela. Resultados obtenidos en el matorral mediterráneo de la Punta del Sabinar (Almería). *Boletín de la Estación Central de Ecología* 2: 41-49.
- HEIM DE BALSAC, H. & MAYAUD, N., 1962. *Les oiseaux du nord-ouest de l'Afrique*. P. Lechevalier, 487 pp., París.
- HENDRICKS, P., 1986. Foraging patterns of water pipits (*Anthus spinoletta*) with nestlings. *Canadian Journal of Zoology*, 65: 1522-1529.
- HENDRICKS, P., 1987. Habitat use by nesting Water Pipits (*Anthus spinoletta*): A test of the snowfield hypothesis. *Arctic and Alpine Research*, 19: 313-320.
- HILDEN, O., 1981. Sources of error involved in the Finnish line-transect method. *Studies in Avian Biology* 6: 152-159.
- HOFFMANN, R. S. & TABER, R. D., 1959. Composition and affinities of alpine bird and mammal faunas of Montana. *Bull. Ecol. Soc. Amer.* 40: 115.
- HOGSTAD, O., 1975. Structure of small passerine communities in subalpine birch forest in Fennoscandia, pp. 94-104 in Wielgolaski, F. E. (Ed.), *Fennoscandian tundra ecosystems*. Springer Verlag, Berlin.
- JAMES, F. C. & RATHBUN, S., 1981. Rarefaction, relative abundance, and diversity of avian communities. *Auk* 98: 785-800.
- JOHNSON, R. E., 1965. Reproductive activities of rosy finches, with special reference to Montana. *Auk*, 82: 190-205.
- JOHNSON, R. E., 1966. Alpine birds of the Little Belt Mountains, Montana. *Wilson Bull.*, 78: 225-227.
- KRICHER, J. C., 1972. Bird species diversity: the effect of species richness and equitability on the diversity index. *Ecology*, 53: 278-282.
- MARGALEF, R., 1958. Information theory in ecology. *Gen. Syst.*, 3: 36-71.
- MAY, R. M., 1975. Patterns of species abundance and diversity, pp. 81-120 in Cody, M. L. y Diamond, J. M. (Eds.). *Ecology and evolution of communities*. Belknap Pres. Cambridge.
- MOKSNES, A., 1973. Quantitative surveys of the breeding bird populations in some subalpine and alpine habitats in the Nedal area in central Norway (1967-71). *Norw. J. Zool.*, 21: 113-138.
- NUNTANER, J., FERRER, X. & MARTÍNEZ-VILALTA, A., 1983. *Atlas dels ocells nidificants de Catalunya i Andorra*. Ketres. Barcelona, pp. 323.
- PEDROCCHI-RENAULT, C., 1977. *Biocenología ornítica en bosques submediterráneo-montanos de Pinus sylvestris en San Juan de la Peña y sus relaciones con la avifauna del Alto Aragón Occidental*. Tesis Doctoral. Universidad Barcelona, pp. 1-485.
- PEDROCCHI-RENAULT, C., 1987. *Fauna ornítica de Alto Aragón Occidental. Monografías del Instituto Pirenaico de Ecología. CSIC, 226 pp., Madrid*.
- PERIS, S. J., 1981. The avifauna of the cryomediteranean grounds from the Sierras of Candelarios and Estrella, pp. 93-96 in Purroy, f. J. (Ed.). *Censos de aves en el Mediterraneo. Proced. VII Con. Bird Census*. IBCC. Leon. Spain.
- PIELOU, E. C., 1969. *An Introduction to Mathematical Ecology*. Wiley, New York.
- PIELOU, E. C., 1975. *Ecological diversity*. John Wiley and Sons. 162 pp., New York.

- RENEVEY, B., 1984. *Etude qualitative et quantitative de l'avifaune dans une région touristique en montagne: l'Alest (Valais). Nos Oiseaux*, 37: 261-283.
- RIVAS MARTÍNEZ, S., 1988. La vegetación del piso alpino superior a los Pirineos, pp. 719-728 in *Homenaje a Pedro Montserrat*. Instituto de Estudios Altoaragoneses, CSIC (Ed.). Jaca.
- SVENSSON, S., CARLSSON, U. T. & LILJEDAHL, G., 1984. Structure and dynamics of an alpine bird community, a 20-year study. *Ann. Zool. Fennici*, 21: 339-350.
- THIOLLAY, J. M., 1980. L'évolution des peuplements d'oiseaux le long d'un gradient altitudinal dans l'Himalaya Central. *Rev. Ecol.*, 34: 199-269.
- TELLERIA, J. L., SUÁREZ, F. & SANTOS, T., 1988. Bird communities of the Iberian shrubsteppes. *Holarctic Ecology*, 11: 171-177.
- VERBEEK, N. A. M., 1970. Breeding ecology of the water pipit. *Auk*, 87: 425-451.
- WHITTAKER, R. H., 1970. *Communities and ecosystems*. Macmillan. New York, 162 pp.
- ZAMORA, R., 1987. Variaciones altitudinales en la composición de las comunidades nidificantes de aves de Sierra Nevada (Sur de España). *Doñana, Acta Vertebrata*, 14: 83-106.
- ZAMORA, R., 1988. Composición y estructura de las comunidades de paseriformes de la alta montaña de Sierra Nevada (SE de España). *Ardeola*, 35: 197-220.